



**MODELO DE GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO:
UN ENFOQUE BASADO EN PROCESOS**

PROYECTO DE GRADO

**ANDRÉS FELIPE RAMÍREZ TAMAYO
MARÍA DE LOS ÁNGELES BETANCOURT GUZMÁN**

**Asesor
ANDRÉS NAVARRO CADAVID
Ph.D**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y
COMUNICACIONES
MAESTRÍA EN GESTIÓN INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES
SANTIAGO DE CALI
2012**

**MODELO DE GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO:
UN ENFOQUE BASADO EN PROCESOS**

**ANDRÉS FELIPE RAMÍREZ TAMAYO
MARÍA DE LOS ÁNGELES BETANCOURT GUZMÁN**

**Trabajo de grado para optar al título de
Máster en Gestión de Proyectos y Tecnología con Énfasis
En Gerencia de TIC**

**Asesor
ANDRÉS NAVARRO CADAVID
Ph.D**



**FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y
COMUNICACIONES
MAESTRÍA EN GESTIÓN INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES
SANTIAGO DE CALI
2012**

Nota de aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Santiago de Cali, Junio 20 de 2012

CONTENIDO

| | pág. |
|---|------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 13 |
| 1.1 CONTEXTO DE TRABAJO | 13 |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 14 |
| 1.3 OBJETIVOS | 15 |
| 1.3.1 Objetivo general | 15 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 15 |
| 1.4 RESUMEN DEL MODELO PROPUESTO | 16 |
| 1.5 RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS | 19 |
| 1.6 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO | 22 |
| 2. MARCO TEÓRICO | 23 |
| 2.1 ESPECTRO RADIOELÉCTRICO | 23 |
| 2.2 FUNDAMENTOS Y ANTECEDENTES DE LA GESTIÓN DEL ESPECTRO..... | 32 |
| 2.2.1 El espectro como recurso económico | 40 |
| 2.2.2 El espectro como recurso técnico..... | 44 |
| 2.3 LA PROBLEMÁTICA DE LA OCUPACIÓN DEL ESPECTRO | 44 |
| 2.4 OBJETIVOS DE LA GESTIÓN DEL ESPECTRO | 45 |
| 2.5 ACTORES INVOLUCRADOS EN LA GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO | 46 |
| 2.6 LOS ENFOQUES DE LA GESTIÓN DEL ESPECTRO | 47 |
| 2.6.1 Métodos administrativos y de mercado..... | 48 |
| 2.6.2 El mercadeo del espectro | 49 |
| 2.6.3 Espectro sin licencia..... | 49 |
| 2.6.4 Balance entre métodos de gestión..... | 50 |
| 2.6.5 Sectores público y privado en la gestión del espectro..... | 50 |
| 2.7 CONTRATACIÓN EXTERNA | 52 |
| 2.8 GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN OTROS PAÍSES..... | 53 |
| 2.8.1 Estados Unidos | 53 |
| 2.8.2 Reino Unido..... | 58 |
| 2.8.3 Nueva Zelanda | 60 |
| 2.8.4 Argentina | 61 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 2.8.5 | Brasil | 63 |
| 2.8.6 | El Salvador | 68 |
| 2.8.7 | Guatemala..... | 68 |
| 2.8.8 | Nicaragua | 69 |
| 2.8.9 | Panamá..... | 70 |
| 2.8.10 | Mejores prácticas en la gestión del espectro radioeléctrico | 72 |
| 2.9 | GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN COLOMBIA | 74 |
| 2.9.1 | Ley 1341 de 2009..... | 75 |
| 2.9.2 | Agencia Nacional del Espectro | 76 |
| 2.9.3 | Política del espectro radioeléctrico en Colombia..... | 80 |
| 2.9.4 | Procedimiento de asignación del espectro radioeléctrico..... | 81 |
| 2.9.5 | El Caso Colombiano | 82 |
| 2.9.6 | Permisos para el uso del espectro radioeléctrico..... | 91 |
| 2.10 | LA GESTIÓN BASADA EN PROCESOS..... | 105 |
| 2.10.1 | Hacia un sistema de gestión basado en procesos | 107 |
| 3. | MODELO PROPUESTO..... | 113 |
| 3.1 | ELEMENTOS CONSIDERADOS..... | 113 |
| 3.2 | MAPA DE PROCESOS PARA LA GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN COLOMBIA..... | 114 |
| 3.2.1 | Detalle del mapa de procesos | 116 |
| 3.3 | FICHA DEL PROCESO DE ASIGNACIÓN..... | 118 |
| 3.3.1 | Indicadores para el seguimiento y control del proceso de asignación..... | 121 |
| 3.4 | PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL..... | 122 |
| 3.4.1 | Formalización de los Indicadores para el seguimiento y control..... | 123 |
| 3.5 | PLAN DE MEJORA | 126 |
| 3.5.1 | Plan de Mejora: Indicador Ocupación del espectro radioeléctrico | 128 |
| 3.5.2 | Plan de Mejora: Indicador Espectro Asignado vs Tarifa Móvil Celular | 129 |
| 4. | VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA..... | 131 |
| 4.1 | Encuesta para la validación del modelo propuesto | 131 |
| 5. | CONCLUSIONES Y FUTURO TRABAJO..... | 133 |
| 6. | BIBLIOGRAFÍA..... | 137 |
| 7. | ANEXOS..... | 144 |

LISTA DE TABLAS

pág.

| | |
|---|-----|
| Tabla 1. Procesos en la gestión del espectro en Colombia..... | 16 |
| Tabla 2. Bandas Globales..... | 25 |
| Tabla 3. Bandas específicas en Colombia | 31 |
| Tabla 4. Ventajas y desventajas de utilizar mecanismos administrativos de “command-and control” | 34 |
| Tabla 5. Ventajas y desventajas de utilizar mecanismos de mercado..... | 35 |
| Tabla 6. TMC en países desarrollados y en desarrollo..... | 42 |
| Tabla 7. Atribuciones de Ofcom basadas en el mercado | 59 |
| Tabla 8. Disponibilidad de los servicios de telecomunicaciones en Brasil (2009)..... | 64 |
| Tabla 9. Principales bandas de radiofrecuencias y restricciones de reglamentación en Brasil (2009)..... | 67 |
| Tabla 10. Estadísticas básicas de telefonía móvil y fija (2009)..... | 71 |
| Tabla 11. Categorías de permisos para el uso del espectro radioeléctrico..... | 92 |
| Tabla 12. Diferencias entre la gestión convencional y por procesos | 106 |
| Tabla 13. Ficha del proceso de asignación del espectro radioeléctrico | 119 |
| Tabla 14. Formalización del indicador Ocupación del espectro radioeléctrico..... | 124 |
| Tabla 15. Formalización del indicador Espectro Asignado vs N° de Usuarios Trunking . | 124 |
| Tabla 16. Formalización del indicador Espectro Asignado vs Tarifa Móvil Celular | 125 |
| Tabla 17. Consolidación de resultados de los indicadores | 125 |

LISTA DE FIGURAS

| | pág. |
|---|------|
| Figura 1. Atribución de los servicios en la banda 148 – 223 MHz. | 27 |
| Figura 2. Mapa de las tres regiones ITU. | 27 |
| Figura 3. Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias en Colombia..... | 30 |
| Figura 4. La gestión del espectro. Manual de la ITU. | 39 |
| Figura 5. Efectos de crecimiento de las TIC..... | 41 |
| Figura 6. Participación de Países en TMC..... | 42 |
| Figura 7. Crecimiento de abonados entre 2001 y 2011..... | 43 |
| Figura 8. Funciones de la ANE..... | 78 |
| Figura 9. Selección objetiva para la asignación de espectro en Colombia..... | 85 |
| Figura 10. Procedimiento para la asignación de frecuencias a solicitud de parte..... | 88 |
| Figura 11. Procedimiento para la asignación de frecuencias a través de subasta..... | 89 |
| Figura 12. Procedimiento para la asignación de frecuencias en línea..... | 90 |
| Figura 13. Permisos para el uso oficial o estatal del espectro..... | 99 |
| Figura 14. Permisos para el uso del espectro con propósitos especiales..... | 100 |
| Figura 15. Permisos para el uso general del espectro. | 101 |
| Figura 16. Permisos para el uso del espectro en la prestación de los servicios de telecomunicaciones. | 102 |
| Figura 17. Permisos para el uso del espectro en el ejercicio de actividades de telecomunicaciones. | 103 |
| Figura 18. Permisos para el uso provisional del espectro radioeléctrico. | 104 |
| Figura 19. Mapa de Procesos genérico..... | 109 |
| Figura 20. Mapa de procesos genérico. ISO 9001..... | 109 |
| Figura 21. Mapa de procesos para la gestión del espectro radioeléctrico en Colombia . | 115 |

LISTA DE ANEXOS

pág.

| | |
|--|-----|
| Anexo A. Informe de seguimiento para los resultados del indicador Mediciones de la ocupación del espectro | 143 |
| Anexo B. Informe de seguimiento para los resultados del indicador Espectro Asignado vs Número de Usuarios Trunking. | 144 |
| Anexo C. Informe de seguimiento para los resultados del indicador Espectro Asignado vs Tarifa Móvil Celular. | 145 |

LISTADO DE ACRÓNIMOS

| | |
|---------------|---|
| ANATEL | Agencia Nacional de Telecomunicaciones ANATEL (Brasil) |
| ANE | Agencia Nacional del Espectro (Colombia) |
| ASEP | Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (Panamá) |
| CDMA | Code Division Multiple Access (Acceso Múltiple por División de Código) |
| CFTV | Servicio Especial de Circuito Cerrado de Televisión con Utilización de Radioenlace |
| CNABF | Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias |
| GSM | Global System for Mobile communications (Sistema Global para las comunicaciones Móviles) |
| INTI | Instituto Nacional de Tecnología Industrial (Argentina) |
| ITU | International Telecommunications Union (Unión Internacional de Telecomunicaciones) |
| ITU-R | Sector de Radiocomunicaciones de la ITU |
| LGT | Ley General de Telecomunicaciones (Brasil) |
| LTE | Long Term Evolution |
| MinTIC | Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones |
| MMDS | Servicio de Distribución de Señales Multipunto Multicanal (Multichannel Multipoint Distribution Service) |
| ONU | Organización de Naciones Unidas |
| PHVA | Planear – Hacer – Verificar - Actuar |
| PRS | Proveedores de Redes y Servicios |
| RpTV | Servicio de Repetición de Televisión |

| | |
|----------------|--|
| SARC | Servicio Auxiliar de Radiodifusión y Correlatos |
| SCM | Servicio de Comunicación Multimedia |
| SDR | Software Defined Radio (Radio Definido por Software) |
| SIGET | Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (El Salvador) |
| SIT | Superintendencia de Telecomunicaciones (Guatemala) |
| SLMP | Servicio Limitado Móvil Privativo |
| SLP | Servicio Limitado Privado |
| SMP | Servicio Móvil Personal |
| STFC | Servicio Telefónico Fijo Conmutado |
| TELECOR | Instituto Nicaragüense de Telecomunicaciones y Correos |
| TIC | Tecnologías de la Información y las Comunicaciones |
| TMC | Telefonía Móvil Celular |
| UIT | Unión Internacional de Telegrafía |
| URI | Unión Radiotelegráfica Internacional |
| UWB | Ultra Wide Band (Banda Ultra Ancha) |
| Wi-Fi | Wireless Fidelity |
| WIMAX | Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas) |
| WLAN | Wireless Local Area Network (Red de Área Local Inalámbrica) |

RESUMEN

Con el auge de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, y la dependencia cada vez mayor del acceso a servicios y aplicaciones relacionados con estas tecnologías, la demanda por infraestructuras que soporten los servicios y aplicativos ha experimentado un crecimiento casi exponencial durante las últimas dos décadas. En el caso de los servicios móviles, el acceso está determinado por la disponibilidad del espectro radioeléctrico y no son pocos los interesados en alcanzar un segmento del mismo para cubrir sus necesidades, enmarcadas dentro de políticas comerciales y/o de servicios públicos.

Asegurar la disponibilidad del recurso, es una tarea en la que se concentran muchos esfuerzos a través de la gestión del espectro radioeléctrico. Dicha gestión debe estar encaminada para lograr la máxima disponibilidad del recurso, garantizando su uso adecuado, de manera que permita la utilización eficiente del mismo, buscando favorecer en mayor medida los intereses públicos y aquellos que generen un alto impacto en el desarrollo social y económico del país.

El objetivo principal de este trabajo consiste en desarrollar un modelo de gestión del espectro radioeléctrico a través del enfoque basado en procesos. Al ser el proceso de asignación uno de los más importantes dentro de toda la gestión del espectro, por su impacto en la masificación de servicios de radiocomunicaciones, es en este donde se centra la atención de los autores.

En el desarrollo de este trabajo se describe el mapa de procesos de la gestión del espectro, la caracterización del proceso de asignación y la ficha del mismo, acompañado del plan de control y seguimiento diseñado con base en la norma ISO 9001 y el plan de mejora para garantizar la efectividad del modelo propuesto.

ABSTRACT

With the boom of the Technologies of the information and communications and the dependence every day by access to services and applications related with these technologies, the demand for infrastructure that supports these services and applications has grown almost exponentially during the last two decades. In case of mobile services, the access is determined by the availability of the spectrum and many people are interested to find a segment of the spectrum to meet their needs, framed in trade policies and/or utilities.

To ensure the availability of the resource, is a task that many efforts are focused trough of the spectrum management. Management should be aimed to achieve the maximum availability of the resource, ensuring the proper use, so management should allow the efficient use, sought to promote further to public interest and those generate a high social impact and economic development in the country.

The main objective of this work is to develop a spectrum management model through the process approach. As the process of assigning one of the most important within of the spectrum management, due to the impact in the massification of radiocomunications services, in this is where the authors are concentrated.

This work describes the map of the spectrum management processes, characterization of the allocation process, the process tab, the control plan and the monitoring designed based on the standard ISO 9001 and improvement plan to ensure the effectiveness of the proposed model.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 CONTEXTO DE TRABAJO

En la actualidad el nivel de acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), representa un factor de alto impacto en el desarrollo social y económico de un país, pues en la medida en que los ciudadanos tengan mayor acceso a la información, esto se verá reflejado directamente en la reducción de la brecha digital lo que conlleva el aumento de oportunidades laborales, mayores conocimientos en diversas áreas y por lo tanto, más desarrollo.

Un ejemplo vigente consiste en la masificación del acceso a Internet a través de infraestructuras móviles en zonas de difícil acceso. Este es un gran reto para los proveedores de servicios de telecomunicaciones, no solo por lo que representa en cuanto a su despliegue, sino por el nivel de dificultad que se presenta actualmente para obtener “una banda de frecuencia en el espectro radioeléctrico” que permita ofrecer acceso a servicios móviles.

Varios países alrededor del mundo han logrado implementar un modelo de gestión del espectro radioeléctrico que ha facilitado la masificación de Internet móvil, impactando positivamente en el progreso del país. Un Estado puede contar con muchos recursos económicos, pero si la administración del espectro no se realiza eficientemente, se verá obstaculizado el crecimiento de las TIC.

Un modelo de gestión basado en procesos, representa una serie de ventajas para las organizaciones que lo adoptan y mantienen. Este modelo está orientado a la consecución y alcance de objetivos, lo que en el caso del organismo encargado de la gestión del espectro radioeléctrico estaría representado en la optimización del uso del recurso.

Por medio de este trabajo se propone un modelo bajo este enfoque, el cual facilitaría la toma de decisiones con respecto a la gestión del espectro radioeléctrico.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es ampliamente reconocida la importancia que tienen la familiarización y apropiación del uso de las TIC (ciudadanos con acceso a la información y competencias para el uso de estas tecnologías) como impulsoras del desarrollo económico y social de un país. Diferentes estudios ^[1] han demostrado como una mayor preparación en la industria de las TIC, hace más competitivo el país a nivel mundial.

Para el proceso de masificación de servicios de telecomunicaciones como en el caso de Internet móvil, es necesario cumplir con la condición de espectro radioeléctrico disponible, de tal manera que los proveedores de servicios cuenten con las herramientas para cubrir áreas de difícil acceso, contribuyendo a la masificación del acceso a Internet. En el caso de Colombia, actualmente el Ministerio de Tecnologías de Información y las Comunicaciones (MinTIC) ha implementado el Plan Vive Digital ^[2], el cual dentro de sus objetivos, busca impulsar la masificación del uso de Internet y la apropiación de las TIC para alcanzar las metas ya descritas y así aumentar la competitividad y productividad del país.

Hoy por hoy en Colombia la gestión del espectro se realiza por direccionamiento del MinTIC con el apoyo técnico de la Agencia Nacional del Espectro (ANE) por medio del procedimiento de selección objetiva. Este trabajo propone un esquema de gestión basado en procesos como una alternativa para la gestión del espectro radioeléctrico con el fin de aprovechar las ventajas que tienen este tipo de modelos.

En este trabajo se identificarán todos los procesos de la gestión del espectro, haciendo énfasis en el de asignación, por el impacto que este representa en el desarrollo de importantes servicios de telecomunicaciones.

1.3 OBJETIVOS

A continuación se presentan los objetivos de la tesis, enmarcados primero por un objetivo general que sustenta el título de este trabajo, seguido de los objetivos específicos que delimitan el campo de acción del trabajo y adicionalmente definen las actividades y su desarrollo en el tiempo.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo de gestión del espectro radioeléctrico, mediante un enfoque basado en procesos para favorecer el proceso de asignación del espectro.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los procesos en el modelo actual de gestión del espectro radioeléctrico.
- Revisar los modelos de asignación del espectro implementados en países de la región y su relación con el modelo colombiano.
- Describir y caracterizar el proceso de asignación del espectro y el plan de control y seguimiento diseñado con base en la norma ISO 9001.
- Presentar el modelo a un panel de expertos para recibir su validación.

1.4 RESUMEN DEL MODELO PROPUESTO

Las funciones relacionadas con la gestión del espectro radioeléctrico en Colombia están a cargo del MinTIC con el apoyo de la ANE para todas las actividades relacionadas con el soporte técnico y la ingeniería del espectro.

Tomando como base la identificación de las funciones de los organismos ya mencionados, se caracterizaron los procesos asociados para la construcción del mapa de procesos de la gestión del espectro. La Tabla 1 muestra el cuadro con el detalle de todos los procesos identificados en la gestión del espectro radioeléctrico en Colombia.

Tabla 1. Procesos en la gestión del espectro en Colombia.

| Tipos de Procesos | Procesos Asociados |
|-----------------------------|--|
| Gerenciales | Direccionamiento estratégico |
| | Planeación del espectro radioeléctrico |
| Operativos | Asignación |
| | Control del espectro radioeléctrico |
| | <i>Inspecciones</i> |
| | <i>Comprobación técnica</i> |
| | Diseño y desarrollo |
| | Soporte técnico e informático |
| | Especificación de normas y autorización de equipos |
| Apoyo | Gestión financiera |
| | Gestión humana |
| | Gestión de la información |
| | Gestión legal |
| Medición, análisis y mejora | Acciones correctivas, preventivas o de mejora |
| | Evaluación de la gestión |
| | Control de calidad |

Como el objetivo de este trabajo se centra en el proceso de asignación, es sobre este que se concentran los esfuerzos para el análisis y el planteamiento de los planes de seguimiento, control y mejora.

El primer paso consiste en elaborar la ficha del proceso, de acuerdo con la metodología que se describe para la gestión basada en procesos. En esta se incluye toda la información para gestionar y definir las acciones de mejora. Dentro

de la ficha del proceso se indican datos relevantes como el dueño del proceso, el alcance, las entradas y las salidas. La ficha del proceso contiene la siguiente información:

- Misión u objeto
- Propietario del proceso
- Límites del proceso
- Alcance del proceso
- Indicadores del proceso
- Variables del control
- Inspecciones
- Documentos y/o registros
- Recursos

Una vez planteada la ficha del proceso, la atención se centra en la definición de los indicadores del proceso de asignación. El análisis de los resultados obtenidos permitirá la toma de decisiones sobre los parámetros de control, con el fin de alcanzar las metas establecidas para dichos indicadores.

Son tres (3) los indicadores propuestos por los autores para el seguimiento y control del proceso de asignación. Su definición está sustentada en recomendaciones de la ITU-R (Sector de Radiocomunicaciones de la ITU) y en los indicadores que propone la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) para la recopilación de datos administrativos de las telecomunicaciones y de las TIC.

Los indicadores propuestos son:

- Ocupación del espectro radioeléctrico
- Espectro Asignado vs Número de Usuarios Trunking
- Espectro Asignado vs Tarifa Móvil Celular

Como se menciona en el planteamiento de la propuesta, los valores asociados a cada uno de los indicadores definidos, corresponden al criterio de los autores y solo representan un punto de referencia para el ejercicio académico que supone este trabajo de grado.

Los valores obtenidos para los indicadores planteados se formalizan para clasificarlos y definir los valores y parámetros que se tendrán en cuenta para el seguimiento y control del proceso de asignación.

A partir de la formulación de los indicadores, se presenta el plan de seguimiento y control con el que se evaluará la capacidad y eficacia del proceso de asignación. Con los valores medidos a través de los indicadores, se busca respaldar la toma de decisiones para el mejoramiento del proceso.

Para la elaboración del plan de mejora, se establece el seguimiento de los siguientes pasos:

- Identificación del problema
- Identificación de las causas del problema
- Creación del plan de acción a seguir
- Seguimiento del plan de acción

Siguiendo el esquema descrito anteriormente, se presenta el modelo de plan de mejora para el proceso de asignación, haciendo énfasis en dos de los indicadores propuestos.

La identificación de las causas del problema y la priorización de las mismas en relación con la problemática definida, toman como referencia variables propias asociadas con los indicadores que son motivo de evaluación, pero también se tienen en cuenta otras consideraciones que de manera directa o indirecta, los relacionan con otros indicadores vinculados al proceso de asignación.

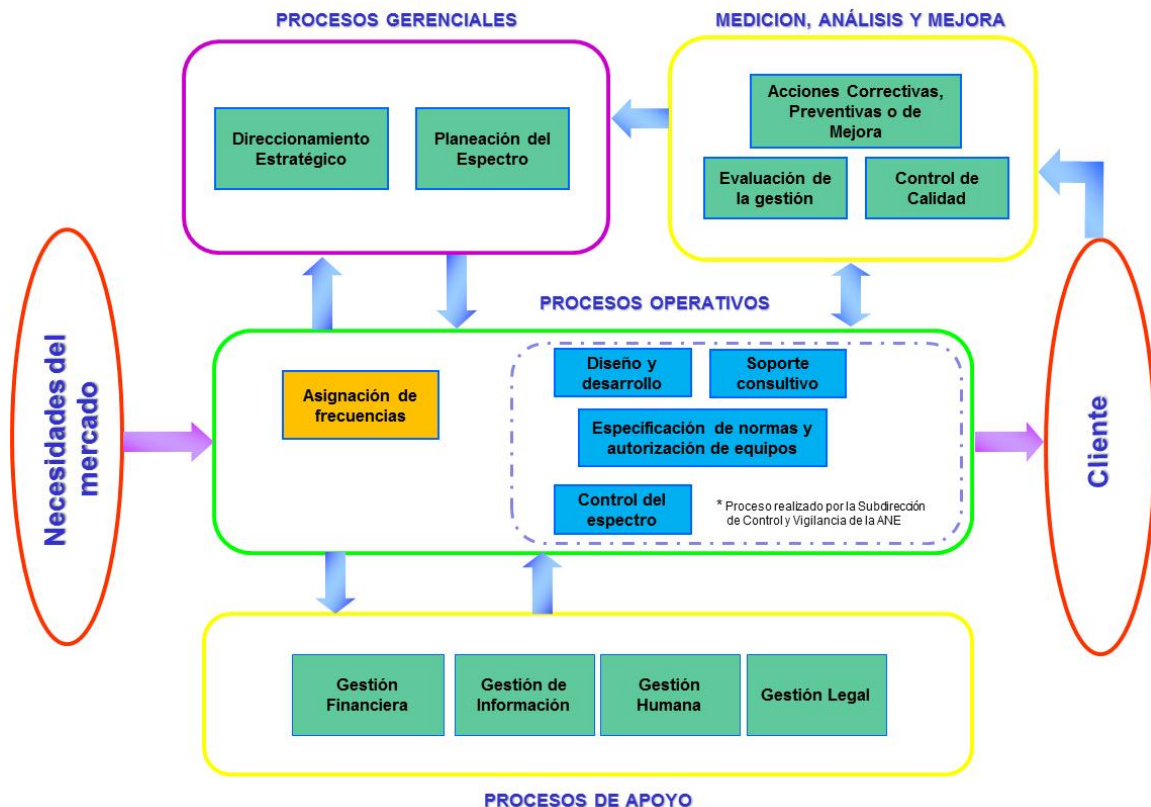
1.5 RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos corresponden a los elementos desarrollados en el modelo propuesto como son:

- Mapa de Procesos de la gestión del espectro
- Ficha del proceso de asignación
- Evaluación de los indicadores de seguimiento y control
- Plan de Mejora de acuerdo con los resultados de los indicadores propuestos

Así mismo, la evaluación del panel de expertos por medio de la encuesta donde se recopilan sus opiniones al modelo propuesto, constituye la retroalimentación del trabajo desarrollado.

En general el mapa de procesos propuesto a partir del desarrollo del presente trabajo, para la gestión del espectro radioeléctrico en Colombia es el siguiente:



Concentrado en el proceso de asignación, se presenta a continuación la ficha de este proceso:

| FICHA DEL PROCESO DE ASIGNACIÓN DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO | |
|---|--|
| PROCESO: ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS | PROPIETARIO: Departamento de administración de frecuencias |
| MISIÓN: Realizar y/o coordinar los análisis necesarios para seleccionar las frecuencias más adecuadas para los sistemas de radiocomunicaciones y coordinar las asignaciones proyectadas con las existentes. Evitar la interferencia entre servicios. | |
| ALCANCE | |
| Empieza: Cuando alguien realiza una solicitud de una frecuencia o banda de frecuencias. Cuando alguna frecuencia o banda de frecuencias requiere ser asignada por procedimientos de selección objetiva. | |
| Incluye: Solicitud, estudios de ingeniería, análisis de interferencia, asignación, licencia. | |
| Termina: Con la aprobación del uso de la frecuencia o la negación del mismo. | |
| ENTRADAS: Necesidad del solicitante. Información del área de planeación. | |
| PROVEEDORES: Solicitante, área de administración de frecuencias, área de planeación, ingeniería del espectro. | |
| SALIDAS: Documento de autorización de licencia, resultado de análisis de interferencias. | |
| CLIENTES: Solicitante. Proveedores de Redes y Servicios (PRS). | |
| INSPECCIONES: Inspección de las estaciones radioeléctricas para verificar su frecuencia de funcionamiento. | REGISTROS: Base de datos de asignaciones |
| VARIABLES DE CONTROL: Capacidad Operativa Definición de Procedimientos Política Comercial y de Precios | INDICADORES: Ocupación del espectro radioeléctrico Espectro Asignado vs N° Usuarios Trunking Espectro Asignado vs Tarifa Móvil Celular |

Los indicadores de seguimiento y control definidos, se formalizan de acuerdo al siguiente esquema:

| Ministerio TIC | | PROCESO DE ASIGNACIÓN |
|--|---|-----------------------|
| FICHA DE INDICADOR | REFERENCIA: INDICADOR 01 | |
| RESULTADO PLANIFICADO | Garantizar la ocupación de por lo menos el 80% del espectro asignado con base en las mediciones de espectro y de acuerdo a la información obtenida de las bases de datos sobre las frecuencias asignadas. | |
| INDICADOR: Mediciones de la ocupación del espectro | | |
| FORMA DE CALCULO: (Espectro Medido / Espectro Asignado) * 100% | | |
| FUENTES DE INFORMACION: Ministerio TIC. ANE. | | |
| SEGUIMIENTO Y PRESENTACION: Informe semestral de los mediciones de espectro realizadas para determinar las ocupaciones de los canales asignados. Ver Anexo A. | | |

El seguimiento a los indicadores se resume de la siguiente manera:

| INDICADOR | | Meta | Logro Real | Fecha de Última Medición |
|-----------|--|------|------------|--------------------------|
| 01 | Mediciones de la ocupación del espectro | 80% | | |
| 02 | Espectro Asignado vs N° de Usuarios Trunking | > 1% | | |
| 03 | Espectro Asignado vs Tarifa Móvil Celular | < 8% | | |

Finalmente se plantea un plan de mejora donde se realiza el análisis de la información obtenida para identificar aquellos procesos que no alcanzan las metas establecidas y las situaciones donde existen oportunidades de mejora.

| PLAN DE MEJORA - INDICADOR: OCUPACIÓN DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO | |
|---|--|
| Identificación del problema | La ocupación del espectro está por debajo de los valores asignados, lo que impide la utilización más eficaz del espectro de radiofrecuencias. |
| Detección de las principales causas del problema | Asignaciones de espectro no ajustadas a la realidad de las necesidades de los usuarios y/o el mercado |
| | Obsolescencia de las bases de datos de las frecuencias asignadas |
| | Asignación de la misma frecuencia a más de un usuario para su utilización compartida |
| Selección de las acciones de mejora y planificación | Determinar las necesidades reales de las solicitudes de espectro al momento de las convocatorias y procesos de asignación, para garantizar que se entregarán los anchos de banda acordes con las tendencias en la demanda del recurso. |
| | Establecer un plan continuo de registro y actualización de las bases de datos de frecuencias asignadas, para que los valores registrados sean lo más cercanos posibles a los obtenidos en los resultados de las mediciones. |
| Seguimiento | La efectividad del indicador podrá ser validada permitiendo que los valores obtenidos en las mediciones de ocupación del espectro sean el insumo para el registro de las bases de datos de frecuencias asignadas. Al realizar mediciones frecuentes se contará con información precisa y técnicamente avalada que permitirá construir el mapa de asignación de espectro para garantizar la disponibilidad del recurso ante el aumento constante de la demanda de servicios de radiocomunicaciones. |

1.6 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO

En el primer capítulo, se encuentra la introducción al documento. Aquí se da a conocer de manera general la problemática abordada dentro de este proyecto, la motivación para el mismo y los resultados que se esperan obtener.

El capítulo dos presenta el marco teórico, el cual inicia con la definición de espectro radioeléctrico, sus usos y aplicaciones. Luego se presentan los fundamentos y visión general de la gestión del espectro radioeléctrico mostrando ejemplos de experiencias en la gestión de diferentes países (incluido Colombia) y se presentan algunas de las mejores prácticas sugeridas en la gestión del espectro. También se incluye la propuesta general de los enfoques basados en procesos y sus ventajas para implementar un sistema de gestión de este tipo.

En el tercer capítulo se encuentra la descripción del modelo propuesto para la gestión del espectro radioeléctrico y se analiza el caso puntual en Colombia, basado en la estructura y funciones de los organismos a cargo de la gestión del espectro y se explica en detalle la forma en la cual abordamos la problemática planteada.

En el capítulo cuarto, se presenta la validación realizada por un panel de expertos, del cual se obtuvo la realimentación para la optimización del modelo.

El capítulo cinco recoge las conclusiones y plantea algunas propuestas para el desarrollo de trabajos futuros a partir del desarrollo de la presente tesis de grado, los temas estudiados y los resultados obtenidos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ESPECTRO RADIOELÉCTRICO ^[3]

Uno de los recursos más importantes para cualquier estado es el espectro radioeléctrico y en la gestión del mismo intervienen diversos actores adscritos a múltiples ramas del conocimiento, lo que en ocasiones representa obstáculos para el entendimiento de todos los aspectos referentes a la administración del espectro que van más allá de los netamente técnicos.

En esta primera parte del documento se detalla de manera precisa y a la vez sencilla, los aspectos técnicos relacionados con el espectro radioeléctrico y su gestión por parte de las entidades a cargo de esta labor. Se busca la familiarización con términos como:

- Escasez del espectro
- Asignación de frecuencias
- Contraprestaciones por uso del espectro
- Planeación de redes
- Diseño de equipos de transmisión de ondas de radio
- Banda de frecuencias
- Ancho de banda

Todas aquellas formas de comunicación que hacen uso del espectro radioeléctrico se denominan radiocomunicaciones. Entre estas se pueden mencionar la radio, las comunicaciones móviles celulares, la televisión e incluso los controles remotos de los dispositivos electrónicos que se tienen en los hogares.

Para comprender el espectro radioeléctrico, sus usos y aplicaciones, es necesario remontarse a los trabajos del físico James Clerk Maxwell quien fue pionero en trabajar con ondas electromagnéticas. Sus descubrimientos evidenciaron la

capacidad de estas ondas para transportar energía entre puntos distantes, del mismo modo que se comporta cualquier otro tipo de onda. El gran aporte correspondió a que las ondas electromagnéticas no requieren de un medio material para su desplazamiento, por lo que pueden viajar en el vacío y el universo del mismo modo que lo hace la luz.

Luego, fue Heinrich Rudolf Hertz quien hizo su aporte al trabajar en la generación de ondas electromagnéticas cuyas frecuencias eran inferiores a las de la luz, las cuales fueron llamadas ondas radioeléctricas. En su honor se denominó a la unidad de medida de la frecuencia como Hertz, la cual equivale a un ciclo por segundo, entendiéndose un ciclo como la mínima porción de la onda que se repite de manera indefinida.

A principios del siglo XX, fue Guglielmo Marconi quien logró la transmisión de información a través de ondas electromagnéticas haciendo uso de frecuencias más bajas que las de la luz, a las que llamó radiofrecuencias. Así mismo, descubrió que cada emisión requiere una banda de frecuencias diferente para evitar las interferencias entre ellas.

El incremento en el uso de las radiofrecuencias para diferentes tipos de comunicaciones, llevó a la conclusión por parte de los países de que era necesario administrar y controlar el recurso que permitía este tipo de servicios. A este recurso se le denominó espectro radioeléctrico y a dichas acciones se le conoce como gestión del espectro radioeléctrico.

El espectro radioeléctrico es el segmento del espectro electromagnético, destinado al uso de las radiocomunicaciones. Este comprende desde las muy bajas de 3 kHz hasta las frecuencias de 300 GHz.

La Tabla 2, muestra los rangos de frecuencias en los que se divide el espectro radioeléctrico, de acuerdo a la recomendación de la ITU-R. En este esquema se denominan bandas globales ^[4].

Tabla 2. Bandas Globales

| Gama de Frecuencias | | Sigla | Interpretación de la sigla |
|---------------------|----------|-------|---|
| Desde | Hasta | | |
| 3 kHz | 30 kHz | VLF | Very Low Frequency (Frecuencia muy baja) |
| 30 kHz | 300 kHz | LF | Low Frequency (Frecuencia baja) |
| 300 kHz | 3000 kHz | MF | Medium Frequency (Frecuencia media) |
| 3 MHz | 30 MHz | HF | High Frequency (Frecuencia alta) |
| 30 MHz | 300 MHz | VHF | Very High Frequency (Frecuencia muy alta) |
| 300 MHz | 3000 MHz | UHF | Ultra High Frequency (Frecuencia ultra alta) |
| 3 GHz | 30 GHz | SHF | Super High Frequency (Frecuencia super alta) |
| 30 GHz | 300 GHz | EHF | Extremely High Frequency (Frecuencia extremadamente alta) |

Los diferentes servicios de radiocomunicación hacen uso de bandas de frecuencias, las cuales representan un espacio con un ancho fijo determinado del espectro radioeléctrico en el que caben una cantidad infinita de frecuencias.

Existe una directa relación entre la frecuencia de las ondas radioeléctricas y las aplicaciones que pueden soportar. Las de frecuencias muy bajas se caracterizan por tener longitudes de ondas muy grandes, que les permiten alcanzar amplias distancias y cubrir extensas zonas geográficas. Por esto son apropiadas para comunicaciones relacionadas con la navegación aérea y marítima, así como las emisoras de radio intercontinentales.

Otra forma de denominar las bandas es de manera específica, que se refiere a la forma detallada de división del espectro radioeléctrico y sus diversos usos. Estos aparecen detallados en un documento llamado "Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias (CNABF)", el cual atribuye a cada servicio una o más bandas de frecuencia.

Las atribuciones de espectro tienen en los servicios de radiocomunicaciones a uno de sus principales usuarios por lo que reciben especial atención por la demanda de espectro que generan ^[5]. Tal como lo establece el artículo 1 del Reglamento de Radiocomunicaciones, el término se define como "un servicio que implica la transmisión, la emisión o la recepción de ondas radioeléctricas para fines específicos de telecomunicación".

Las atribuciones corresponden a las entradas del Cuadro de atribuciones en las que se definen los usos de una banda de frecuencias determinada, para uno o más servicios de radiocomunicaciones. Una atribución se puede definir como una distribución de frecuencias entre servicios radioeléctricos.

La adjudicación está definida como una entrada de un canal, frecuencia o rango de frecuencias, determinado en un plan para ser utilizado en uno o más países o en un área geográfica determinada por un servicio de radiocomunicación en condiciones especificadas. Lo anterior permite establecer que una adjudicación es, una distribución de frecuencias a países o zonas geográficas.

Por su parte, las asignaciones consisten en las autorizaciones concedidas a una estación radioeléctrica para utilizar una frecuencia o un canal de radiofrecuencia en condiciones especificadas, lo que conlleva a que la asignación es la distribución de una o varias frecuencias a una estación radioeléctrica dada.

Para efectos de las atribuciones, en el Artículo 5 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la ITU se definen 3 regiones denominadas Regiones 1, 2 y 3, lo cual constituye la base de los cuadros nacionales. De acuerdo al manual de gestión nacional del espectro: “El cuadro de la ITU (que cubre las tres regiones) suele considerar distintos servicios en una misma banda de frecuencias. Por consiguiente, una administración puede desear adoptar su propio cuadro nacional a fin de facilitar la utilización del espectro en su territorio. Por ejemplo, algunos países dividen su cuadro nacional en bandas atribuidas a la administración y cada administración debe tener en cuenta la forma de utilización de las bandas en los demás países, no solo por razones de compatibilidad sino también para garantizar que se pueda disponer de equipos a un precio razonable para un servicio concreto” ^[6]. La Figura 1 muestra un ejemplo de la Atribución de los servicios en la banda de 148 – 223 MHz ^[7]. Los límites entre las Regiones se muestran en la Figura 2 ^[8].

148 -223 MHz

Atribución de los servicios

| Región 1 | Región 2 | Región 3 |
|--|---|--|
| 156,7625-156,8375 | MÓVIL MARÍTIMO (socorro y llamada) 5.111 5.226 | |
| 156,8375-174 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.226 5.227A 5.229 | 156,8375-174 FIJO MÓVIL 5.26 5.227A 5.230 5.231 5.232 | |
| 174-223 RADIODIFUSIÓN 5.235 5.237 5.243 | 174-216 RADIODIFUSIÓN Fijo Móvil 5.234 | 174-223 FIJO MÓVIL RADIODIFUSIÓN 5.233 5.238 5.240 5.245 |
| | 216-220 FIJO MÓVIL MARÍTIMO Radlocalización 5.241 5.242 | |

Figura 1. Atribución de los servicios en la banda 148 – 223 MHz.

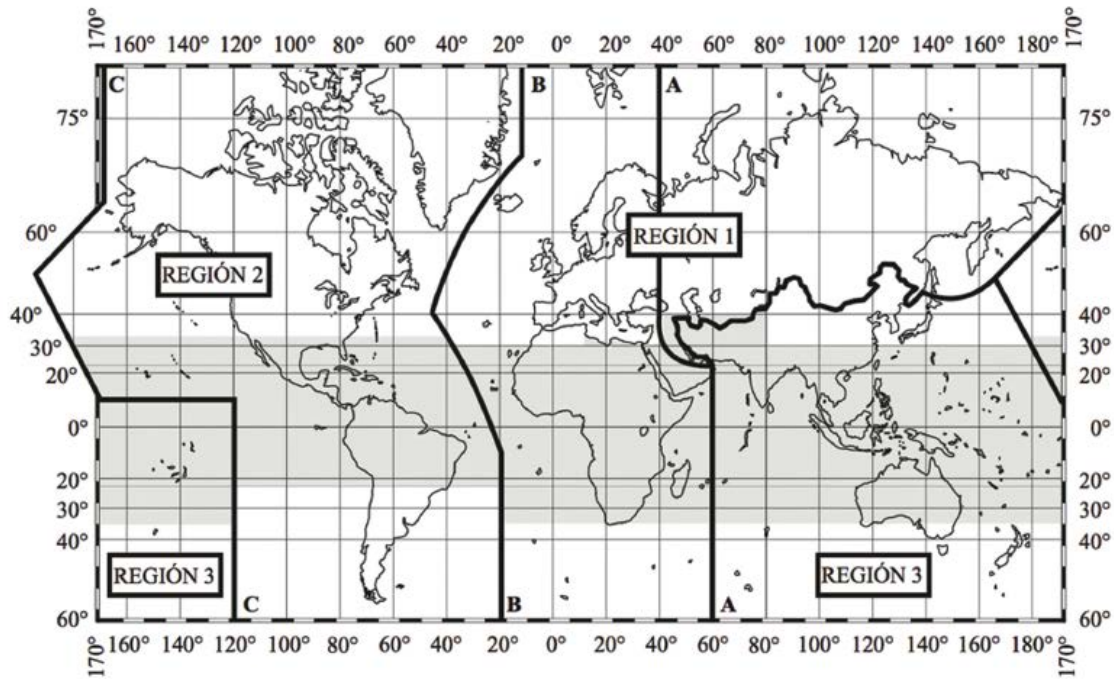


Figura 2. Mapa de las tres regiones ITU.

Las atribuciones de frecuencia se hacen a título primario o secundario, considerando que las estaciones de un servicio secundario no deben causar interferencias que puedan afectar a las estaciones de un servicio primario, a las que previamente se les hayan asignado frecuencias o se les puedan asignar en el futuro.

Un Cuadro nacional de atribuciones de frecuencias es un documento de gran importancia para la planificación de la utilización del espectro en un país. En general, este debe ser coherente con el Cuadro internacional de atribuciones de frecuencias de la ITU, y normalmente contiene un subconjunto de las atribuciones del mismo. Usualmente el Cuadro nacional es más detallado e incluye condiciones adicionales para la utilización del espectro mediante notas a pie de página.

Las asignaciones de frecuencias a servicios de radiocomunicaciones provienen de las modificaciones del Cuadro nacional de atribuciones de frecuencias. La relación entre las atribuciones y asignaciones, constituyen una poderosa herramienta de gran impacto y son el reflejo de las estructuras y condiciones de cada uno de los mercados locales. Además, se debe considerar el impacto en el acceso al espectro y la eficiencia de su uso debido a las imposiciones o restricciones a la utilización o sobre los usuarios del recurso. Para tal efecto, se requiere información, consenso y, de no ser posible, minimizar las diferencias mediante procesos de ajuste como la compensación o el arbitraje. La realización de consultas es importante en todas las fases del proceso ^[9].

En Colombia se ha definido una clasificación de los servicios radioeléctricos en seis (6) grupos:

- Radiodifusión
- Servicios auxiliares de ayuda
- Servicios especiales
- Radiocomunicaciones fijas
- Radiocomunicaciones móviles

- Radiocomunicaciones satelitales

La Figura 3 muestra la asignación del Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias ^[10] según el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Colombia. En la Tabla 3 se presentan los servicios y/o aplicaciones de acuerdo a la clasificación definida en Colombia ^[11].

Aunque el CNABF está sujeto a las disposiciones de cada Estado, este se rige por los compromisos internacionales que el país debe asumir para alcanzar los mejores resultados sacando provecho del espectro radioeléctrico de manera coordinada. Cada cinco años en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones los países se reúnen para acordar un Cuadro de Atribuciones de Bandas de Frecuencia global, donde se establecen las bandas que deben destinarse obligatoriamente a un servicio en particular y aquellas sobre las que el país tiene autonomía. No se trata de una imposición sino de un ordenamiento que les permite a todos los países aprovechar el espectro radioeléctrico sin interferirse unos a otros.

Lo anterior tiene su origen en la evolución que organismos como La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) y la Unión Radiotelegráfica Internacional (URI) tuvieron hacia diferentes Comités Consultivos de carácter internacional:

- El de Radio (CCIR, creado en 1920)
- El de telefonía (CCIF, 1924)
- El de telegrafía (CCIT, 1925)

En 1932 estos tres (3) comités se unen formando la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), un organismo especializado adscrito a la Organización de Naciones Unidas (ONU). Para mayor profundidad en este aspecto, se le recomienda al lector acudir a la cartilla de conceptos del espectro radioeléctrico ^[3].

Tabla 3. Bandas específicas en Colombia

| Clase de Servicio | Servicio | Rangos de Frecuencias (MHz) |
|---------------------------------|---|---|
| Radiodifusión | Radio Terrestre | 0,535 – 1,705 88 – 108 15,1 – 15,8 17,48 – 17,90 18,90 – 19,02 21,45 – 21,85 25,67 – 26,10 |
| | Televisión Terrestre | 54 – 72 76 – 88 174 – 216 470 – 512 512 – 608 620 – 698 |
| Servicios Auxiliares de Ayuda | Aeronáuticos Meteorología Marítimos Radio localización Socorro, y Seguridad Nacional | Se encuentran en segmentos en todas las bandas: VLF, LF, MF, HF, VHF, UHF y SHF. |
| Servicios Especiales | Radioaficionado | Segmentos desde MF a EHF |
| | Banda Ciudadana | 26,960 – 27,410 144-148 |
| | Experimentales e Investigación | CNABF |
| Radiocomunicaciones Fijas | Punto – Punto | Segmentos en bandas VHF, UHF, SHF y EHF |
| | Acceso fijo inalámbrico | 894 – 915 / 939 – 960 (Espectro no continuo) |
| | Punto – Zona | 2025 – 2110 |
| | Libre Utilización | 902 – 928 2300 – 2400 2 400,0 – 2 483,5 5 150 – 5 250 5 250 – 5 350 5 470 – 5 725 5 725 – 5 850 |
| Radiocomunicaciones Móviles | Radiocomunicación convencional | 138 – 174 (Excluyendo los segmentos de servicios auxiliares) 440 – 470 |
| | Troncalizados | 254 - 260 / 262- 268 412 - 430 806 – 824 / 851 – 866 |
| | IMT (Incluye actuales servicios de TMC y PCS) | 698 – 806 824 – 849/869 – 894 1710 -1755 / 2110 -2155 1850 -1910/1930 – 1990 2500 – 2690 |
| Radiocomunicaciones Satelitales | Radiodifusión Satelital Sistemas Móviles Fijo Satelital | Se encuentran en segmentos en todas las bandas: VLF, LF, MF, HF, VHF, UHF y SHF |

2.2 FUNDAMENTOS Y ANTECEDENTES DE LA GESTIÓN DEL ESPECTRO ^[12]

Como se definió anteriormente, el espectro radioeléctrico es el conjunto de las ondas electromagnéticas ubicadas en el rango de frecuencias entre 3 kHz y 3000 GHz. En este rango de frecuencias se soportan una amplia variedad de aplicaciones para negocios, usos personales, industriales, científicos, médicos y culturales, tanto en el sector público como privado.

Desde la época de la telegrafía y las transmisiones inalámbricas, existió la necesidad de regular el acceso y la utilización del espectro para evitar interferencias entre usuarios de frecuencias adyacentes o de zonas geográficas cercanas. Los objetivos de la gestión del espectro son diversos y se destacan ^[13]:

- Ofrecer servicios de telecomunicaciones para usos personales y comerciales
- Impulsar las innovaciones en el desarrollo de infraestructuras y prestación de servicios de radiocomunicaciones
- Servir los intereses nacionales, incluidas la seguridad y la defensa
- Colaborar con los sistemas nacionales e internacionales de transporte
- Fomentar la conservación de los recursos naturales
- Colaborar en la difusión de información y entretenimiento de interés educativo, general y público
- Promover la investigación científica

La gestión del espectro ha experimentado notables cambios en los últimos años, promovidos en gran parte por el impacto de las medidas de regulación anteriores enfocadas en principio a la promoción del interés público, lo que generaba retrasos en la introducción y crecimiento de una gran cantidad de tecnologías y servicios asociados, o en otros casos, el aumento del costo de los mismos. Dichas medidas regulatorias han sido lentas dejando pasar años entre la apertura de licitaciones, lo que ha generado la escasez artificial del espectro pues se congela

la asignación y se restringen nuevas oportunidades de hacer uso del recurso únicamente por temas administrativos.

Todo lo anterior pone en evidencia la necesidad de hacer uso eficiente del espectro disponible para contrarrestar la mencionada escasez. Por ello, todos aquellos responsables de la gestión entre quienes se encuentran desde entidades reguladoras hasta encargados de decisiones de tipo político, se han interesado en definir la reglamentación que apunte a lograr un equilibrio entre las disposiciones de tipo técnico que faciliten el desarrollo de servicios y la flexibilidad que favorezca los costos, los servicios y la utilización de tecnologías innovadoras.

A través del Reglamento de Radiocomunicaciones, ratificado por los Estados Miembros de la ITU se define el marco internacional para el uso y la gestión del espectro radioeléctrico. En este se definen (por medio del CNABF) los servicios radioeléctricos que se pueden utilizar en cada una de las bandas de frecuencias y bajo qué condiciones se debe hacer.

Tanto a nivel nacional como internacional, se definen criterios sobre los usos y aplicaciones de cada una de las bandas que constituye el CNABF. A este tipo de determinaciones se le denomina atribución del espectro radioeléctrico y pueden realizarse sobre una base de utilización exclusiva, primaria o secundaria.

Luego de la atribución, la gestión del espectro se concentra en la tarea de asignación de bandas de frecuencias concretamente definidas a los usuarios específicos que las requieran. Dicha asignación se basa en procedimientos usualmente descritos como "métodos administrativos". Como alternativa existe un proceso mediante el cual los solicitantes realizan ofertas para la adquisición de las licencias, como sucede en una subasta, o cuando las licencias para la utilización del espectro son transferidas de un titular a otro mediante una actividad de compra venta de activos. En este último caso, son las fuerzas del mercado las encargadas del proceso de selección del licenciatario. A estos procedimientos se les conoce como "métodos de mercado".

La interferencia entre usuarios del espectro es el principal factor que determina la regulación de este recurso y para esto, los organismos encargados de la administración han implementado un esquema basado en el otorgamiento de licencias donde se establecen los derechos de los usuarios. Al esquema regulatorio asociado con estas políticas se le conoce como “command-and-control”^[14], el cual consiste en un esquema de administración centralizado por el ente regulador, en el cual las frecuencias son asignadas a un número limitado de usuarios para usos definidos por el gobierno. La Tabla 4^[15] presenta algunas de las características del uso de estos mecanismos.

Tabla 4. Ventajas y desventajas de utilizar mecanismos administrativos de “command-and-control”

| | Ventajas | Desventajas |
|--|--|--|
| Licencias restrictivas | <ul style="list-style-type: none"> • Mayor certidumbre para los licenciarios • Mayor flexibilidad para el regulador • Resoluciones sobre interferencias más sencillas | <ul style="list-style-type: none"> • Demoras por parte del regulador para responder a cambios en el mercado. |
| Asignación mediante audiencias comparadas | <ul style="list-style-type: none"> • El regulador puede considerar el valor social de manera explícita, suponiendo que tiene acceso a suficiente información | <ul style="list-style-type: none"> • Falta de transparencia sobre costos de oportunidad • El regulador no tiene suficiente información sobre el valor presente y futuro del espectro |

Algunas de las desventajas identificadas para este esquema consisten en que el mismo no garantiza que el espectro se utilice eficientemente una vez que se emiten las concesiones respectivas. Además, el esquema de asignación es muy lento e inflexible, prohibiendo a los concesionarios modificar los usos del espectro para ofrecer nuevos servicios lo que limita usos innovadores para nuevas tecnologías.

Para hacerle frente a estas desventajas, se ha planteado la adopción de alternativas para la gestión del espectro las cuales están orientadas a mecanismos de mercado, como son^[16]:

- Definición de derechos de propiedad privados para el espectro
- Diseño de reglas de licenciamiento flexibles

- Consentimiento para la comercialización del recurso
- Uso de subastas como mecanismo de asignación

La Tabla 5 ^[17] resume las ventajas y desventajas de estos mecanismos.

Tabla 5. Ventajas y desventajas de utilizar mecanismos de mercado

| | Ventajas | Desventajas |
|------------------------------------|---|---|
| Licencias flexibles | <ul style="list-style-type: none"> • Facilidad para moverse a usos de mayor valor • Mayor innovación | <ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de interferencia |
| Asignación mediante subasta | <ul style="list-style-type: none"> • Costo de oportunidad revelado. • Permite la asignación al usuario que otorga el mayor valor al recurso • Utiliza información de los usuarios del espectro, que generalmente tienen mayor y mejor información • Usualmente se generan endógenamente incentivos para el uso de las bandas de manera efectiva | <ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de que usos con alto valor social que no esté reflejado en los ingresos del proveedor puedan no tener asegurado espectro • El poder de mercado puede llevar a una asignación ineficiente • Costos de posturas coordinadas |

Las medidas descritas apuntan a la liberalización del uso del espectro, por medio de la flexibilización de su uso y la formación de mercados secundarios. Dos de los esquemas de gestión del espectro basados en estos criterios son, el Esquema de uso exclusivo en el que el licenciataria tiene derechos de exclusividad y transferencia sobre el uso de determinadas frecuencias del espectro, con derechos de uso que son regulados principalmente por reglas técnicas con el fin de proteger a los demás usuarios de problemas de interferencia y el Esquema de acceso abierto o “commons” en el que se permite a un número ilimitado de usuarios sin licencia compartir frecuencias, con derechos de uso regulados por estándares técnicos, pero que carecen de la protección garantizada contra interferencias.

Los esquemas de uso exclusivo y de acceso abierto han llamado la atención de los expertos en la materia, al permitir la utilización intensiva del espectro y estimular la innovación tecnológica mientras que el esquema de “command-and-control” impone mayores restricciones, limitando la flexibilidad en la explotación del espectro.

Otros mecanismos de asignación del espectro radioeléctrico son las loterías, las audiencias comparadas y las subastas.

Las loterías permiten una asignación transparente pero conllevan costos de transacción e incertidumbre en los planes de negocios de las empresas interesadas en adquirir licencias para la prestación de servicios en el sector de las telecomunicaciones, lo cual resulta en lentitud para el despliegue de redes y la fragmentación del mercado de las telecomunicaciones.

La audiencia comparada es uno de los métodos tradicionales en la asignación de espectro en el que se reduce la asignación en función de varios aspectos, en los que son considerados criterios técnicos, financieros, legales, administrativos y de negocios. Es un mecanismo de asignación que implica un alto grado de discrecionalidad, lentitud en la asignación, incentivos a la corrupción y costos de supervisión por parte del regulador.

Por su parte, las subastas han comprobado ser eficientes en la asignación de espectro de manera transparente y ágil, además de la capacidad de recaudar recursos por parte del Estado. Sin embargo, existen críticas al mecanismo de las subastas pues se dice que implican una transferencia en los precios de los servicios y/o una reducción de los niveles de inversión en el sector.

En definitiva, si los precios de los servicios de telecomunicaciones se determinan de acuerdo con la oferta y demanda de los mismos en el mercado, los operadores harán sus propuestas en las subastas con base en los precios que estén dispuestos a ofrecer por sus servicios.

También es común la reservación de algunas bandas de frecuencia para aplicaciones de uso sin licencia, en donde todos los usuarios interesados pueden hacer uso de ellas cumpliendo con las condiciones y respetando las restricciones impuestas como son niveles de potencia y el alcance geográfico.

Tal como lo define el manual de gestión nacional del espectro radioeléctrico, “la capacidad de cada país para aprovechar plenamente las ventajas que ofrece este

recurso depende en gran medida de actividades de gestión del espectro que faciliten la implementación de sistemas de radiocomunicaciones y garanticen que la interferencia sea mínima ^[18].

De igual manera, el manual de gestión de la ITU especifica: “la gestión nacional del espectro consiste en las estructuras, procedimientos y normas mediante los que una administración controla la utilización del espectro radioeléctrico dentro de su territorio” ^[18].

Las responsabilidades del organismo encargado de la gestión del espectro, están definidas por directrices enfocadas en la utilización del espectro y los procesos relacionados. Si bien, no necesariamente podrán existir dos administraciones que gestionen el espectro de igual manera, hay procesos básicos que son fundamentales en todos los esquemas nacionales ^[18].

Algunas de las directrices consisten en la definición de fines y objetivos ^[19] para que la gestión del espectro garantice la disponibilidad del recurso para usos públicos y privados que fomenten el progreso económico y social y que también promuevan la utilización eficaz y eficiente del espectro.

La utilización eficiente del espectro debe ser fomentada a través de leyes en las que se establezca la base legal para su utilización, como es el caso de la ley de radiocomunicaciones, el CNABF y las diferentes normas y procedimientos necesarios para interponer recursos judiciales, reglamentar trámites, normas técnicas, entre otros.

Otra de las mencionadas directrices, tiene que ver con la definición de los requisitos y responsabilidades funcionales para la gestión del espectro ^[19], las cuales se mencionan a continuación:

- Planificación y normativa de la gestión del espectro
- Financiación de la gestión del espectro
- Atribución y adjudicación de las bandas de frecuencias

- Asignación y concesión de licencias
- Consulta y coordinación nacional
- Cooperación internacional y regional
- Normas, especificaciones y homologación de equipos
- Comprobaciones técnicas
- Fiscalización de la utilización del espectro
 - Inspecciones
 - Investigaciones
- Funciones de apoyo a la gestión del espectro
 - Administrativas y legales
 - Informatización
 - Ingeniería del espectro
 - Formación

La estructura del organismo podría plantearse de diversas maneras, atendiendo los antecedentes, las leyes, costumbres y la infraestructura de servicios de telecomunicaciones del país al que pertenece.

La Figura 4 muestra el cuadro sinóptico de los elementos que se deben considerar en la gestión del espectro, basados en el manual de gestión de la ITU. Para ampliar la información el lector puede remitirse al manual de gestión nacional del espectro ^[20].

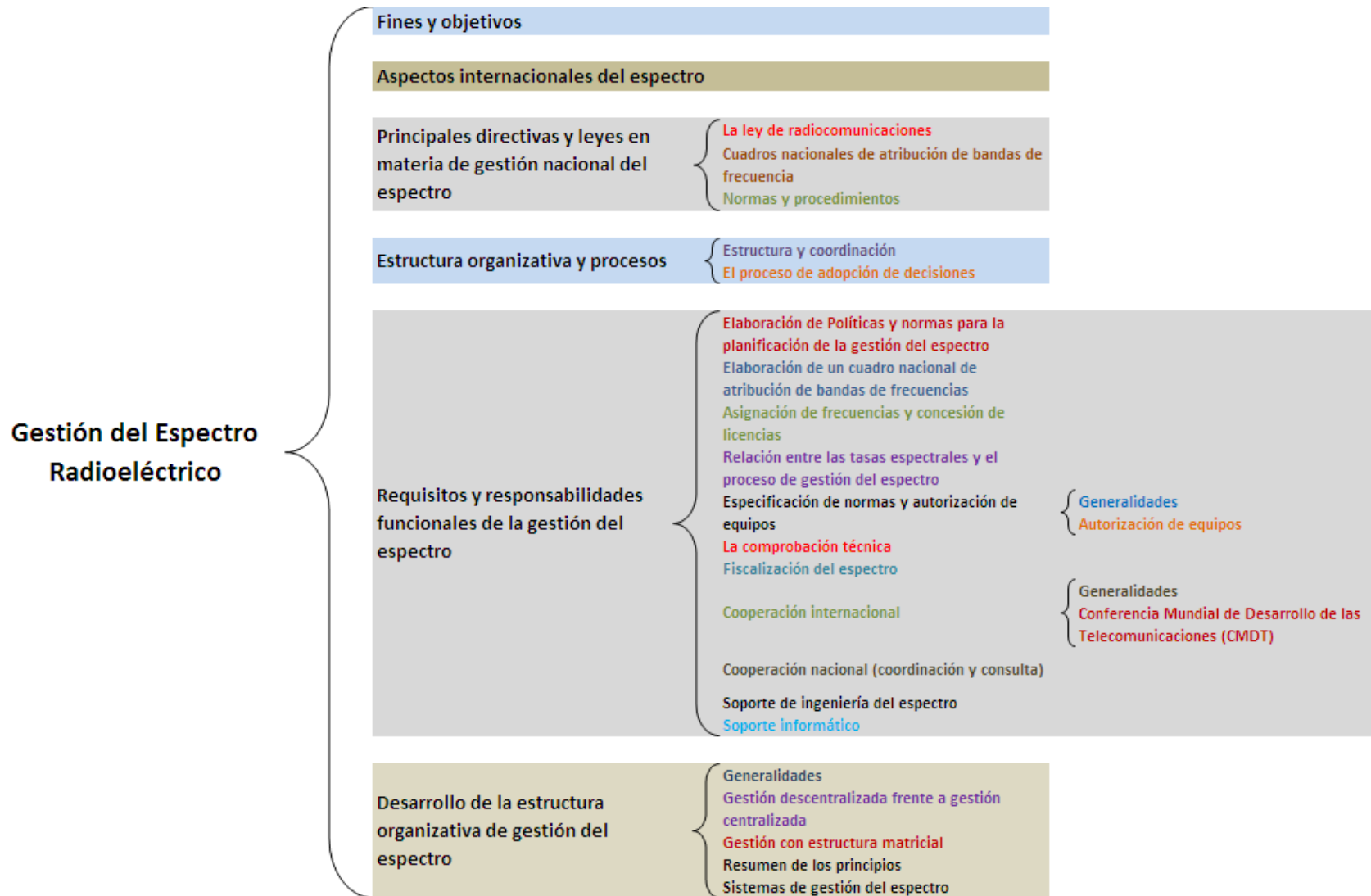


Figura 4. La gestión del espectro. Manual de la ITU.

2.2.1 EL ESPECTRO COMO RECURSO ECONÓMICO ^[21]

Desde la perspectiva del espectro como recurso económico, este se puede ver como el insumo para diversos servicios de comunicaciones, entre los que se incluyen las telecomunicaciones móviles de banda estrecha o banda ancha, la radiodifusión, las comunicaciones marítimas y aeronáuticas y las comunicaciones para entidades públicas, tales como la defensa o los servicios de emergencia. Otros usos distintos a las comunicaciones incluyen los radares civiles y militares y las aplicaciones científicas como la radioastronomía, entre otros.

El análisis del espectro radioeléctrico como recurso económico permite definirlo como un recurso variado, renovable a pesar de su escasez, con el que se puede comercializar y que en todo caso puede hacerse que sea más productivo y que no permite almacenarse para uso posterior como es el caso de las reservas petrolíferas y el agua y que tampoco puede exportarse como los dos ejemplos citados anteriormente.

Debido a que las diferentes bandas de frecuencias difieren en sus capacidades para ser utilizadas con uno u otro fin específico, las funciones de atribución y asignación del espectro están enfocadas en identificar la mejor correspondencia posible entre las características y el tipo de utilización de las frecuencias comprendidas en el espectro radioeléctrico.

La escasez de espectro puede ser el resultado de una mayor demanda por parte de usuarios potenciales. En este sentido, es preciso regular su uso y priorizar las aplicaciones de mayor relevancia. Las entidades encargadas de hacer la administración del espectro tienen la tarea de reasignar las frecuencias mediante el desplazamiento de aquellos usos afectados hacia otras bandas de frecuencias menos favorables, o mediante el desarrollo de técnicas, como la compresión espectral, que permiten la utilización del espectro de forma más productiva.

El impacto económico del espectro ha sido documentado en diferentes estudios. Los economistas (Waverman, Meschi y Fuss) ^[22] han estimado como el incremento de la penetración de la telefonía móvil en un grupo de países en desarrollo han

generado aumentos considerables del producto interior bruto per cápita. En dicho estudio se concluye que una diferencia del 10% en los índices de penetración de los servicios móviles de telefonía, durante el periodo de análisis completo, se relacionaba con una diferencia del 0,6% en la tasa de crecimiento anual entre países en desarrollo idénticos en otros aspectos.

Otros estudios, como el llevado a cabo por los economistas del Banco Mundial Christine Qiang y Carlo Rossotto [22] en el periodo comprendido entre 1980 y 2006, han evidenciado la relación entre la penetración de las comunicaciones móviles y el crecimiento económico.

La Figura 5, muestra como un incremento del 10% en la penetración de las comunicaciones móviles es correspondido con un crecimiento del 0,6% del PIB per cápita en países con alto nivel de ingresos y con un 0,8% de incremento en países en desarrollo [22].

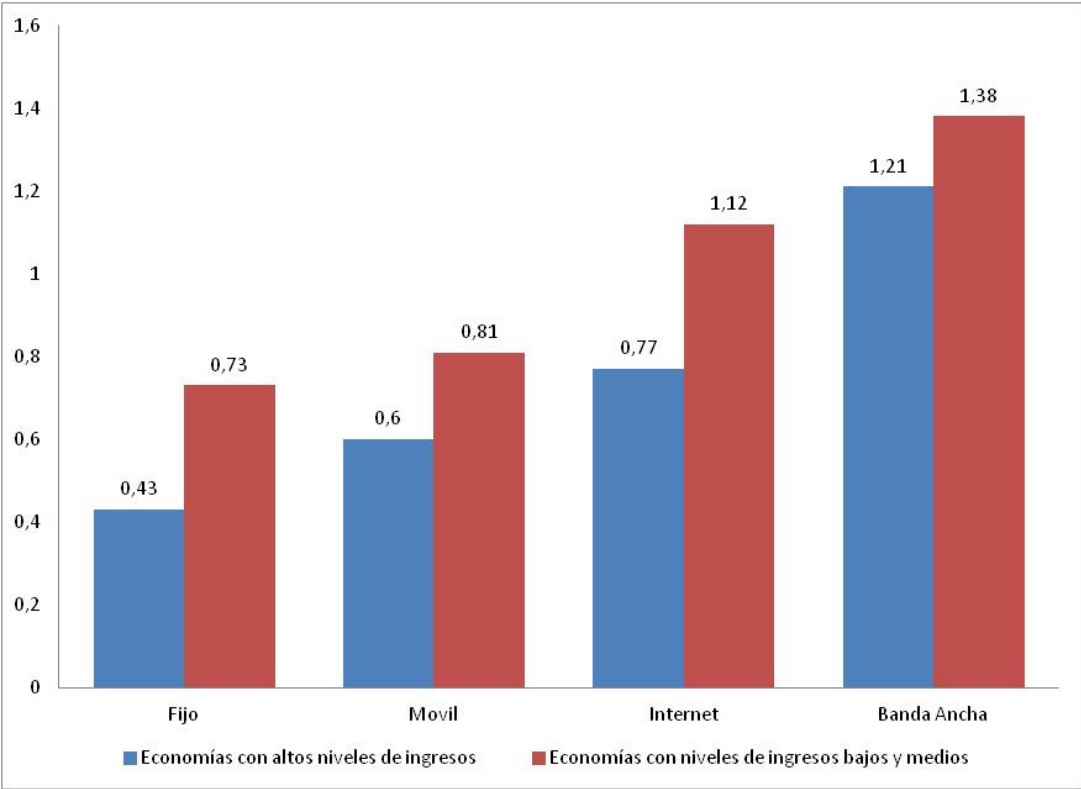


Figura 5. Efectos de crecimiento de las TIC

Aunque hay una diferencia significativa en las tendencias de penetración al comparar países desarrollados con aquellos que están en desarrollo, cabe destacar el crecimiento en los índices de penetración de la Telefonía Móvil Celular (TMC) registrado en estos últimos durante la última década, como lo muestran la Tabla 6 ^[23] y la Figura 6 ^[23] al pasar de una participación del 35% al 73%.

Del total de países considerados por la ITU para esta medición, el 23% se clasifican como países desarrollados y el 77% restantes como países en desarrollo ^[24].

Tabla 6. TMC en países desarrollados y en desarrollo

| Suscripciones Móviles Celulares (Millones) | 2000 | | 2005 | | 2011* | |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | Desarrollados | En Desarrollo | Desarrollados | En Desarrollo | Desarrollados | En Desarrollo |
| | 469 | 250 | 992 | 1.215 | 1.641 | 4.520 |
| Total | 719 | 719 | 2.207 | 2.207 | 6.161 | 6.161 |
| Porcentaje | 65% | 35% | 45% | 55% | 27% | 73% |

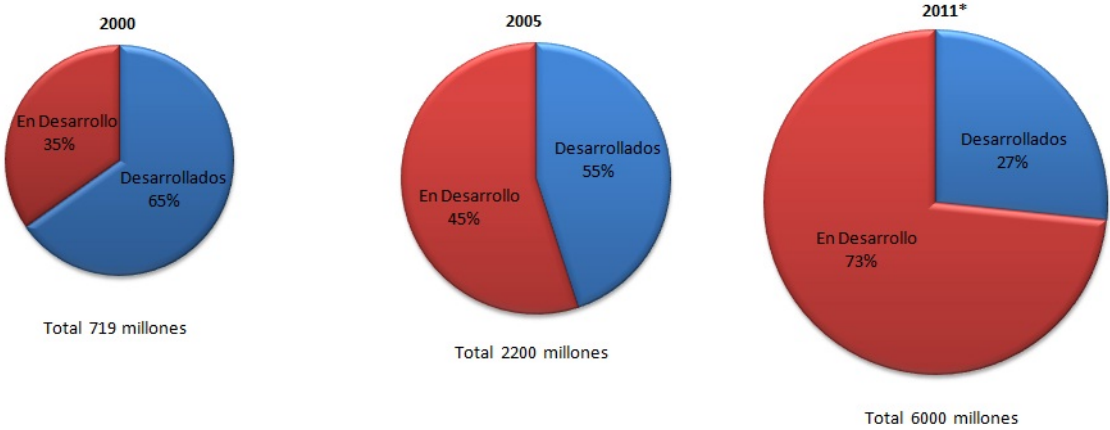
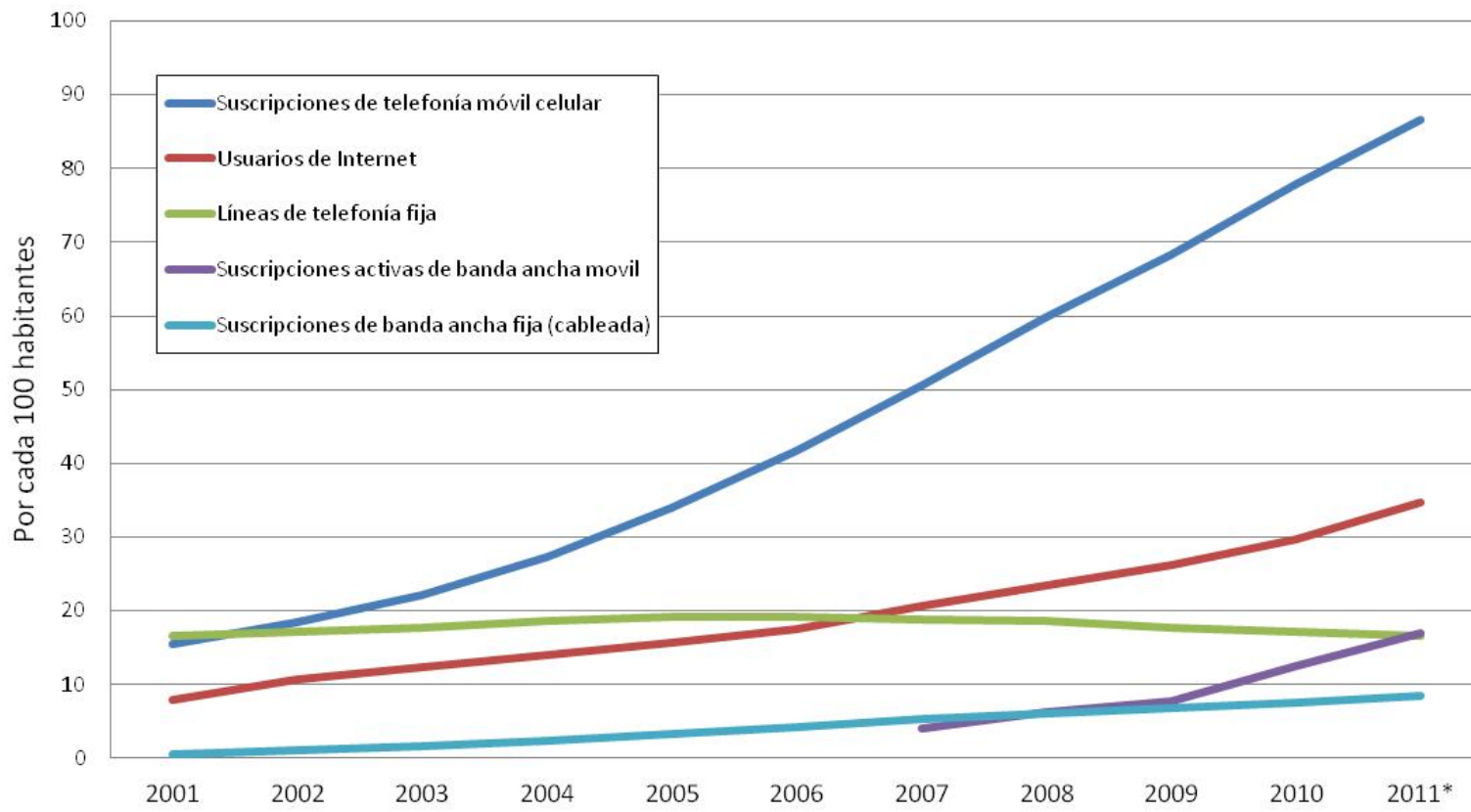


Figura 6. Participación de Países en TMC

La Figura 7 ^[25], muestra el explosivo crecimiento del sector de las TIC en todo el mundo en el periodo de 2001 a 2011 (estimado), evidenciando la enorme expansión del número de usuarios de telefonía móvil, alcanzando una tasa de penetración del 86,7% según estimaciones de la ITU. Además, es notorio el estancamiento de líneas fijas pues para finales de 2011, apenas era de aproximadamente 16,6%.



* Estimate.

Source: ITU World Telecommunication /ICT Indicators database

Figura 7. Crecimiento de abonados entre 2001 y 2011

2.2.2 EL ESPECTRO COMO RECURSO TÉCNICO ^[26]

En el aspecto técnico, las características fundamentales del espectro son las condiciones de propagación de las bandas de frecuencias y la cantidad de información que pueden transportar las señales en estas bandas. Concretamente, las señales que se transmiten haciendo uso de altas frecuencias alcanzan menores distancias de propagación, pero tienen la ventaja de lograr una mayor capacidad de transmisión de datos. Estas características físicas del espectro limitan las aplicaciones actualmente identificadas para las cuales una banda de frecuencias es la más adecuada. Algunas partes del espectro (como las bandas de frecuencias ubicadas en el rango de 300 MHz a 3000 MHz) son adecuadas para una amplia variedad de servicios, por lo que tienen una gran demanda.

2.3 LA PROBLEMÁTICA DE LA OCUPACIÓN DEL ESPECTRO ^[27]

Con los argumentos expuestos anteriormente, es posible entender la creciente demanda de espectro y la saturación de múltiples bandas de frecuencias, especialmente en zonas geográficas altamente pobladas. Por estas razones, es que los organismos que gestionan el espectro radioeléctrico se han concentrado en mejorar la eficiencia para el uso de este recurso. Entre las opciones consideradas se encuentran:

- Aplicación de métodos administrativos para la compartición dentro de la banda
- Modificación de la forma de concesión de licencias, por ejemplo, admitiendo el alquiler de espectro y su comercialización
- Utilización de espectro radioeléctrico que no requiere licencia (espectro común)
- Utilización de equipos de radio de baja potencia o tecnologías radioeléctricas avanzadas

Dentro de las medidas que se adoptan para contrarrestar la ocupación de espectro radioeléctrico, está el uso de equipos de radiocomunicaciones avanzados, como es el caso en la transición de la televisión analógica a digital. Así mismo, es preciso mencionar que la ocupación de algunas bandas de frecuencias, afecta de manera diferente a zonas urbanas y rurales, por lo que en aquellas zonas con mayor probabilidad de congestión, es probable que la escasez de espectro sea producto de los tipos de servicios a los que se hace la atribución en el CNABF, como es el caso de los servicios marítimos en las zonas costeras.

2.4 OBJETIVOS DE LA GESTIÓN DEL ESPECTRO ^[28]

Son varios los aspectos a considerar dentro de la gestión del espectro. Algunos de estos son:

- Planificación de su utilización
- Atribución y asignación de licencias de uso
- Interacción con organismos nacionales e internacionales
- Asignaciones de bandas de frecuencias

Alrededor de la gestión del espectro se fijan varios objetivos de alto nivel de eficiencia económica, técnica y de carácter político.

Al hablar de los objetivos económicos de la gestión del espectro, se busca garantizar que el uso del mismo esté alineado con los objetivos nacionales (en este caso los de crecimiento económico) en cuanto a la atribución eficiente de los recursos, lo que significa que tanto a los involucrados del sector público como del privado, se les garanticen las condiciones que les permitan alcanzar estos objetivos.

Los objetivos que se concentran en la eficiencia técnica, tienen relación con el objetivo general que busca garantizar la utilización de las bandas de frecuencias

aprovechando al máximo la eficiencia del recurso e impidiendo las interferencias y las bandas de guarda demasiado amplias entre usuarios contiguos que resulten innecesarias.

Otros objetivos de la gestión del espectro son los de alto nivel político, los cuales tienen que ver con temas más legales como son: el acceso a la competencia, la no discriminación y la equidad y justicia en la atribución y asignación del espectro entre los diversos usuarios e interesados en este recurso. El lector interesado en profundizar en este tema específico por favor remitirse al documento conjunto de herramientas para la reglamentación de las TIC ^[28].

2.5 ACTORES INVOLUCRADOS EN LA GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO ^[29]

Los servicios que provee el espectro radioeléctrico cubren a todos los ciudadanos, por lo que la gestión de este recurso afecta tanto a quienes hacen uso de los servicios orientados al mercado como los de radiodifusión y comunicaciones móviles, y otros no relacionados con el mercado, como los enfocados en la seguridad nacional. Así mismo, están las empresas y dependencias de carácter público cuya relación con el uso del espectro es más directa, basados en los conocimientos y experiencia que estas tienen con las tecnologías que utilizan el espectro y su contenido. Estos argumentos, les permiten gozar de ciertos privilegios al momento de considerar sus puntos de vista, aunque no significa que estos coincidan con los intereses de los usuarios finales. En casos como estos, es cuando los entes y organismos encargados de la gestión del espectro, deben actuar en la búsqueda de un consenso.

El conjunto de partes interesadas consta de:

- Usuarios finales
- Fabricantes de equipos

- Proveedores de servicios comerciales
- Proveedores de servicios públicos

Ante este conjunto de partes interesadas, los organismos de gestión del espectro deben interactuar con todos ellos para considerar sus argumentos y necesidades, para de esta manera tomar las decisiones más equilibradas y alineadas con el interés general.

2.6 LOS ENFOQUES DE LA GESTIÓN DEL ESPECTRO ^[30]

Durante más de un siglo, la gestión del espectro se ha basado en el denominado enfoque administrativo a través del cual se asignan frecuencias y se otorgan licencias para usuarios específicos con fines puntuales. Adicionalmente, se especifican otros aspectos como tipo de equipos que se pueden utilizar, las coordenadas para la ubicación de los mismos, niveles de potencia, altura de las torres de transmisión, etc.

Por medio de este enfoque, se logra un alto control en el tema de las interferencias aunque se sacrifica en cuanto a innovación tecnológica. Su implementación requiere de altos conocimientos técnicos por parte del organismo encargado de la gestión.

Una evolución en la tendencia de la gestión del espectro, ha llevado a la reciente adopción de mecanismos donde el espectro ha sido llevado a los mercados al igual que la concesión de licencias. Esto permite que tanto la propiedad como el uso del espectro puedan modificarse en el curso de una operación con la licencia, lo cual va en contraposición al esquema de subasta de licencias donde no se permite su comercialización ni ningún tipo de cambio para su utilización.

El enfoque de espectro común es recomendable en aquellos escenarios donde pueden coexistir servicios que por sus características no tienen la problemática de las interferencias, como es el caso de aplicaciones de corto alcance (Bluetooth,

teléfonos inalámbricos, dispositivos de identificación mediante radiofrecuencia, RFID, hornos microondas, dispositivos de control remoto, sistemas de seguridad inalámbricos, etc.) las cuales no requieren licencia.

Sobre los tres métodos mencionados (administrativo, de mercado y espectro común) los organismos encargados de la gestión deben buscar un equilibrio, considerando aspectos como la escasez en determinadas zonas geográficas o bandas de frecuencias, los recursos con los que cuenta el ente regulador, los tipos de uso (privado o público) y las expectativas de negociación e innovación que se tienen a futuro con el recurso del espectro.

Las innovaciones en la gestión del espectro han sido apalancadas ante la imposibilidad por parte de los organismos de gestión para la recolección y análisis de la información necesaria para una asignación eficiente de tipo administrativo.

2.6.1 MÉTODOS ADMINISTRATIVOS Y DE MERCADO ^[31]

En el método administrativo, se especifica un conjunto de reglamentaciones de manera detallada y se fijan límites para la utilización del espectro en cuanto a cómo, donde y cuando se puede tener acceso al recurso.

Existen dos fases en el procedimiento de autorización: Fase de atribución y fase de asignación.

La fase de atribución hace referencia a los foros donde se toman decisiones de amplio alcance sobre la utilización del espectro. Este es el insumo para que los organismos reguladores en cada país, construyan y formalicen el Cuadro Nacional de Atribuciones de Bandas de Frecuencias.

Durante la fase de atribución se determinan las restricciones que se impondrán al uso del espectro. Este es un condicionamiento que en ocasiones puede frenar las propuestas que los potenciales usuarios del espectro plantean en función de brindar nuevos servicios basados en nuevas tecnologías.

Posterior a la atribución, en la fase de asignación es donde se autoriza la utilización del espectro a través de la concesión de licencias a uno o varios usuarios particulares. Históricamente, las asignaciones se realizan por métodos tales como "primero llegado, primero servido". También se utiliza una evaluación comparativa (conocida como "concurso de méritos"), que en ocasiones implica la realización de audiencias y/o consultas públicas, más que métodos basados en el mercado.

En cuanto a la utilización de métodos de mercado, se da en la etapa de concesión de licencias, por medio de subastas y otorgando permisos de compra y venta de los derechos de utilización del espectro durante el tiempo de vigencia de la licencia. También son permitidos cambios en la utilización del espectro.

2.6.2 EL MERCADEO DEL ESPECTRO ^[32]

La comercialización del espectro es una herramienta mediante la cual los derechos y obligaciones ligados a la utilización del espectro, pueden ser transferidos entre las partes interesadas a través de un intercambio comercial por un precio determinado. Contrario a la reasignación del espectro, por medio de la comercialización del espectro el usuario actual transfiere de manera voluntaria el derecho de utilización del espectro, por el que el nuevo usuario paga un valor determinado, pero conservando el usuario actual (el transferente) la propiedad del espectro total o parcialmente. Este esquema facilita la adquisición del espectro a nuevos entrantes al mercado.

2.6.3 ESPECTRO SIN LICENCIA ^[33]

En la última década, se ha incrementado el interés por el uso de espectro sin licencia, motivado por el despliegue de nuevas tecnologías en la banda de 2,4 GHz, particularmente redes de área local inalámbricas (WLAN, Wireless Local Area Network), el desarrollo de la tecnología de banda ultra ancha (UWB, Ultra

Wide Band) y las expectativas de los equipos radioeléctricos definidos por software (SDR, Software Defined Radio).

Comúnmente se conoce como bandas sin licencia a los rangos del espectro radioeléctrico que siguen ciertas reglas para evitar interferencias sin estar sujetos a un control centralizado. Ejemplos de bandas exentas de licencia, son aquellas destinadas a aplicaciones industriales, científicas y médicas, las cuales tienen cierto grado de control en términos de restricciones de potencia de los usuarios individuales.

2.6.4 BALANCE ENTRE MÉTODOS DE GESTIÓN ^[34]

Para los organismos encargados de la regulación del espectro es conveniente verificar las alternativas que permitan una mezcla de los tres modelos de gestión descritos. Una forma adecuada consiste en definir lo relacionado al espectro común, enfocándose en el alcance de los posibles usos para aplicaciones de baja potencia y aquellos en los que no haya lugar a conflictos.

Establecer los límites entre el enfoque administrativo y el de mercado es el gran desafío en la gestión, por lo que se exponen los argumentos más favorables en cada caso: En el caso administrativo se tiene un mayor control, está menos propenso al tema de las interferencias y la re-atribución de espectro entre diferentes servicios es más sencilla. En el caso del método de mercado es favorable por su flexibilidad, permite delegar funciones en aquellos que cuentan con un mayor conocimiento y facilita la puesta en marcha en caso de ser necesario hacer ajustes en el uso del espectro con propósitos específicos.

2.6.5 SECTORES PÚBLICO Y PRIVADO EN LA GESTIÓN DEL ESPECTRO ^[35]

Para alcanzar los objetivos de alto impacto descritos anteriormente, se debe empezar por dividir las responsabilidades que corresponden a cada uno de los

involucrados en la gestión del espectro: el gobierno, un regulador independiente y organizaciones del sector privado en las que se deleguen algunas de las actividades relacionadas con la gestión quienes a través de figuras como la subcontratación, contribuyan en este esquema cooperativo que facilite un entorno auto regulado para la gestión.

En escenarios como este, son varios los cuestionamientos relacionados sobre el tipo de organismo encargado de la toma de decisiones en la gestión del espectro y la forma de ejecución de las funciones asignadas, para lograr que las mismas sean altamente eficientes.

En este sentido, convergen decisiones de acuerdo a los marcos constitucionales, jurídicos y políticos de cada país. Como también influyen el nivel de desarrollo y la demanda de espectro.

Tal como lo menciona el documento de referencia de la Organización Mundial del Comercio sobre Telecomunicaciones Básicas respecto a la toma de decisiones estratégicas sobre la reglamentación del espectro: "El órgano de reglamentación será independiente de todo proveedor de servicios de las telecomunicaciones básicas. Las decisiones del órgano de reglamentación y los procedimientos aplicados serán imparciales con respecto a todos los participantes en el mercado", es claro que estas no deben ser tomadas por los operadores con el fin de evitar conflictos de intereses.

En relación con la independencia que debe existir entre el ente regulador y el gobierno, un punto a favor es el que sustenta esta relación bajo el concepto del control democrático que se debe ejercer sobre el desarrollo de un sector con alto impacto social y económico. Las voces en contra vienen de quienes perciben la posibilidad de una politización en la gestión que desvíe la atención para el logro de los objetivos propuestos.

Las presiones a las que está sometido el organismo regulador por parte de todos los interesados en el uso del espectro radioeléctrico y cuyos intereses no siempre

podrían estar alineados con el interés general, obligan a que el regulador mantenga su independencia para imponer su autoridad en pro de que esta sea realmente efectiva.

La independencia del regulador con relación al gobierno, tiene fundamento en la garantía necesaria para que la reglamentación del espectro se vea libre de interferencia política. Esto crea un ambiente de confianza entre los operadores al sentirse protegidos de la presión política lo que conlleva a la disposición para hacer inversiones relacionadas con la gestión y uso del espectro.

Resumiendo, las disposiciones relativas a los reguladores del espectro pueden clasificarse en dos categorías:

- El regulador como organismo independiente establecido jurídicamente, con poderes y responsabilidades específicas
- El regulador como parte de un ministerio del gobierno

Dado que cada caso tiene argumentos a favor y en contra de acuerdo a las expectativas y necesidades de cada uno de los interesados, la solución más adecuada para la reglamentación, ya sea mediante un organismo independiente o un órgano del gobierno, depende de las circunstancias específicas de cada caso.

2.7 CONTRATACIÓN EXTERNA ^[36]

En la mayoría de los casos, los organismos dedicados a la regulación del espectro realizan contrataciones externas de algunas actividades. De esta manera se busca que el regulador tenga un enfoque de continuidad de negocio buscando que aquellas decisiones de contratación externa apunten a la eficiencia. Entre algunos de los aspectos relacionados se pueden mencionar:

- Contratación de consultores con capacidades especializadas para tareas concretas

- Utilización de recursos externos para determinadas funciones de apoyo y hacer frente a picos de trabajo durante periodos breves
- Asignación a una organización externa para que se haga cargo de funciones tales como:
 - La comprobación técnica de las emisiones en una determinada región o la investigación de interferencias
 - La observación de las condiciones de la licencia
 - Responsabilidades administrativas, como la emisión de certificados de operador de radio
 - La responsabilidad sobre una gama de frecuencias, en la que realizará asignaciones a usuarios individuales
- Delegar responsabilidades de supervisión más amplias.

2.8 GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN OTROS PAÍSES

Una vez detallada la visión general de la gestión del espectro, a continuación se presentan algunas de las iniciativas adelantadas en diferentes países para la gestión del espectro radioeléctrico.

2.8.1 ESTADOS UNIDOS ^[37]

La gestión del espectro radioeléctrico en Estados Unidos es realizada por la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) en compañía de la Administración Nacional de Telecomunicaciones e Información (NTIA).

La FCC gestiona el espectro con fines de uso comercial y de los gobiernos locales y estatales, mientras que la NTIA gestiona el espectro para fines de uso en temas de defensa y propósitos federales.

Las dos agencias trabajan de la mano para garantizar que ambos sectores cuenten con la disponibilidad de espectro requerida para su propósito específico, sin embargo aún se perciben problemas de coordinación que afectan el mejor aprovechamiento del espectro que se espera de una gestión centralizada.

Como parte de su gestión, la FCC realiza negociaciones bilaterales y multilaterales con el mayor número posible de países y prepara propuestas para presentarlas en las conferencias mundiales de radiocomunicaciones de la ITU.

Cuando existe un interés particular por dos o más solicitantes en la misma frecuencia o banda de frecuencias, la FCC asigna el permiso de uso al solicitante que favorecerá en mayor medida el interés público. Para esta decisión se tienen en cuenta factores como:

Interés público:

- Prioridad para el servicio de radio sobre cable o fibra.
- Demanda del servicio por parte del mercado.
- Importancia socioeconómica del servicio.
- Probabilidad de establecer el servicio y el grado de apoyo público esperado para dicho servicio.
- Impacto del nuevo servicio en las inversiones existentes en las bandas de frecuencias propuestas.

Consideraciones técnicas:

- Propagación y compatibilidad con los servicios dentro y fuera de la frecuencia de banda seleccionada.
- Cantidad del espectro radioeléctrico requerido.
- Potencia de señal requerida para servicios confiables.
- Cantidad relativa de interferencia de radio u otra interferencia eléctrica probable.

- Viabilidad tecnológica.

Limitaciones de los equipos:

- Límites superiores a los necesarios para las frecuencias de radio del espectro, y en general definición de tipos de límites aún más altos esperables en el futuro debido al avance tecnológico.
- Características operativas de los transmisores, incluyendo limitaciones prácticas (tamaño, costo y características técnicas).
- Receptores a disposición o en desarrollo, incluyendo su selectividad y utilidad práctica para el servicio que se brinda.

La FCC utiliza actualmente el método de subasta o licitación competitiva para la asignación del espectro y con base en su experiencia, se cuentan entre las ventajas de esta modalidad:

- Rapidez: Con esta modalidad de asignación, se logran evacuar de manera eficaz las solicitudes de asignación.
- Transparencia: Por medio de la asignación a través de subastas, se descartan las posibilidades de que el gobierno tome decisiones arbitrarias buscando favorecer un solicitante en especial.
- Promoción de la eficiencia, alto valor de utilización: Con las subastas, se asegura la asignación del espectro al solicitante que mejor aprovechará el recurso, ya que deberán aprovechar rápidamente el recurso para recuperar la inversión realizada.
- Preservar el interés público: Buscando siempre el beneficio para el mayor número de personas.

Licencias y subastas de satélites

- Este mecanismo solo se ha utilizado en dos ocasiones y se reconocieron los sistemas de satélite como servicios nacionales. En una de las dos ocasiones, se subastaron las locaciones orbitales asignadas para Estados

Unidos para la prestación de Servicio Satelital de Difusión Directa (VÍdeo), en la otra ocasión fue para el servicio de Difusión de Radio Audio Digital (DARS). Respecto a la autorización de licencias de los sistemas satelitales, la FCC asigna tantas licencias como sea posible.

- Los Estados Unidos han evitado utilizar el mecanismo de subasta en situaciones de potencial de exclusión mutua a través de las negociaciones y soluciones de ingeniería.

Financiación de la gestión del espectro radioeléctrico

Con el fin de asegurar los recursos financieros para la gestión del espectro, la FCC tiene entre los cobros que genera durante el proceso de asignación: cargos de procesamiento de solicitud y cargos regulatorios; estos cobros también desincentiva las solicitudes innecesarias.

Aplicación y monitoreo del espectro radioeléctrico

Las herramientas utilizadas para el monitoreo del espectro radioeléctrico y la aplicación de normas consisten en:

- Una base de datos con la información de los sistemas autorizados. En caso de presentarse reclamos por incumplimiento en las regulaciones, la FCC simplemente puede consultar esta base de datos y obtendrá toda la información técnica para la resolución del caso.
- Información sobre las normas nacionales, licencias y requisitos técnicos concernientes a servicios específicos.
- Equipamiento electrónico para determinar las fuentes de interferencias y operación de radios ilegales. La FCC cuenta con un detector electrónico de interferencias, para resolver los casos en los que se generan reclamos por este motivo.

- Mecanismos regulatorios para la aplicación de multas sobre licenciarios que no cumplan con las regulaciones.

La FCC cuenta con la autoridad para imponer multas a quienes infrinjan las leyes de buen uso del espectro; las normas se encuentran claramente definidas y son de conocimiento público.

Autorización de equipos ^[38]

La FCC tiene la responsabilidad de establecer las normas técnicas para los transmisores y demás equipos autorizados para operar en las frecuencias determinadas, con el fin de minimizar la interferencia entre los diferentes servicios. De igual manera debe asegurar que los equipos que ingresan al mercado cumplan con los requisitos técnicos establecidos; para el cumplimiento de este aspecto, los equipos son probados en un laboratorio privado en donde se genera la garantía para el correcto funcionamiento. Para algunos equipos que son considerados de alto riesgo para la generación de interferencia, la FCC revisará y aprobará el equipo antes de que pueda salir al mercado.

La FCC emite reglas para el uso del espectro sin licencia (utilizado para aplicaciones industriales, científicas y médicas), el cual si bien está para el uso en diferentes propósitos, cuenta con normas y controles básicos orientados a evitar la interferencia.

Como acción para mejorar el aprovechamiento del espectro, en el año 2008 la FCC autorizó, con base en los resultados obtenidos de pruebas realizadas directamente por la misma entidad, el desarrollo de dispositivos inalámbricos que pudieran utilizarse en “los espacios en blanco”. Con este nombre se conocen los pequeños canales que sirven de separación para los canales de radiodifusión de televisión y radio.

Dos conceptos importantes relativos a la gestión del espectro, son la flexibilidad y la liberalización del espectro.

La flexibilidad se refiere a la reducción en los límites para la utilización del espectro, al igual que la ampliación del rango de frecuencias que no requieren licencia para su uso. Estados Unidos ha sido pionero en facilitar la utilización de WiFi, WIMAX y UWB, promoviendo la flexibilidad y el uso de espectro sin licencia.

La liberalización por su parte se refiere al grado en el que los derechos de uso del espectro pueden ser gestionados mediante mecanismos de mercado, incluyendo las subastas y el comercio secundario. La gestión queda delegada en quienes utilizan el espectro. Los beneficios de la liberalización se refuerzan en presencia de una mayor flexibilidad y los beneficios de ésta son mayores en un entorno liberalizado.

Por su parte, Estados Unidos ha sido líder en la liberalización del espectro (no dedicado a actividades del gobierno). La política del espectro de 2003 se dirigió hacia: El reconocimiento de la FCC como autoridad para la concesión de licencias mediante subasta y el aseguramiento de pagos por parte de los titulares de las licencias. En consecuencia con la inclinación hacia el uso flexible del espectro, la FCC fue autorizada para conceder licencias de espectro de manera flexible cuando: haya consistencia con los acuerdos internacionales firmados por Estados Unidos, se considere de interés público después de un proceso de comunicación público que permita la realización de comentarios, no frene inversiones en servicios y sistemas de comunicación ni el desarrollo tecnológico y no produzca interferencia perjudicial a otros usuarios.

2.8.2 REINO UNIDO ^[39]

La gestión del espectro radioeléctrico en el Reino Unido es realizada por la Oficina de Comunicaciones (Ofcom).

Entre sus principales funciones se encuentra la de asegurar la disponibilidad de servicios de banda ancha a los consumidores, autorizar y regular a los operadores de red y promover la competición. También es responsable de la calidad del

material suministrado en radio y televisión, con normas que eviten la difusión de material ofensivo.

Hasta el año 2003, la reglamentación de todo el espectro radioeléctrico en el Reino Unido, era realizada por el Departamento de Comercio e Industria (que forma parte del Gobierno), año en el que tal responsabilidad fue transferida a Ofcom.

El Reino Unido es un ejemplo de cambio de esquema en el modelo de gestión del espectro, el cual pasó de utilizar los métodos administrativos tradicionales a métodos de mercado, incrementando el uso del espectro común.

La Tabla 7 ^[40], muestra el porcentaje de atribuciones realizadas en el año 2000 vs. El año 2010, utilizando los diferentes métodos de gestión:

Tabla 7. Atribuciones de Ofcom basadas en el mercado

| Métodos de gestión del espectro | % de espectro atribuido | |
|---------------------------------|-------------------------|----------|
| | Año 2000 | Año 2010 |
| Administrativo | 96% | 2% |
| Mecanismos de mercado | 0% | 71% |
| Uso común | 4% | 7% |

La creciente demanda y utilización del espectro, ya sea mediante procesos administrativos o de mercado, trae consigo la generación de controversias entre las partes involucradas.

Ofcom dispone de una directriz para gestionar procesos alternativos para resolver las controversias que se presentan entre los operadores de telecomunicaciones públicas y el público en general. Estas directrices se basan en:

- Independencia e imparcialidad.
- Transparencia (emitiendo comunicados a lo largo del proceso).
- Eficacia (Resolución de las controversias en tiempos razonables).

- Capacidad de investigación de las controversias y reconocer una compensación adecuada.

Respecto a la estructura regulatoria, en Reino Unido Ofcom es el regulador independiente y autoridad de la competencia para la industria de las telecomunicaciones, con responsabilidades en el ámbito de los servicios de televisión, radio, telecomunicaciones y de comunicaciones inalámbricas. Esta estructura es promovida por una reforma institucional del marco regulatorio con el fin de hacer más efectiva y obtener más ventajas de la compartición del espectro.

Ofcom ha hecho la transición de la gestión hacia un enfoque de flexibilización del espectro mediante la liberalización de los derechos de uso y comercialización, pero se continúa con los métodos competitivos de asignación. También se han adoptado métodos de mercado para la asignación de espectro en el sector público, brindándoles el derecho de comercializar el recurso de manera directa.

2.8.3 NUEVA ZELANDA ^[41]

A partir de la Ley de Radiocomunicaciones establecida en Nueva Zelanda en 1989, cambió el panorama de la gestión del espectro en este país, siendo pionero en la implementación de un sistema de espectro con derechos de gestión donde los propietarios de bloques de "espectro con derechos de gestión" pueden conceder libremente licencias asociadas a una parte específica del espectro, de acuerdo con sus propias políticas. Dicho sistema cuenta con 209 bloques con derechos de gestión, reservando 70 de ellos para el Gobierno con el fin de cubrir necesidades como las de los servicios de radiodifusión. Los 139 bloques restantes están reservados para servicios comerciales, como servicios fijos y móviles.

Algunas de las características de las licencias de espectro de frecuencias otorgadas bajo el modelo gestor de un bloque con derechos de gestión, son:

- Asignación por un tiempo de periodo determinado

- No están específicamente definidas para equipos o medios de transmisión concretos
- El titular de la licencia puede operar a su discreción

El concepto de gestor de bandas de frecuencia usualmente tendrá derechos de gestión sobre un bloque de espectro radioeléctrico, o podría también ser el titular de una licencia del bloque, el cual sería subdividido entre múltiples usuarios. Esta figura se asemeja con la de un mayorista del espectro, que comercializa a través de un mercado minorista a diferentes usuarios individuales.

El esquema del gestor de frecuencias implementado en Nueva Zelanda se puede considerar como uno de los métodos para disminuir los costos transaccionales si en el proceso licitatorio la oferta del gestor resulta más eficiente que el propio regulador en el proceso de negocio. Para que sea efectiva, dicha política debe garantizar que el espectro de los usuarios individuales es insuficiente para una utilización efectiva y que la demanda de los usuarios del espectro presente picos de utilización en distintos periodos de tiempo.

2.8.4 ARGENTINA ^[42]

En el caso Argentino la gestión del espectro es una acción a cargo del Estado, establecida bajo diferentes criterios jurídicos, económicos, científicos, técnicos y administrativos, los cuales están destinados a su utilización, como también el control de los usos a que se destina dicho recurso.

Históricamente la gestión siempre fue realizada a través de la Secretaría de Comunicaciones que se encargaba de funciones de control técnico administrativo tales como la calidad de las emisiones, el control sistemático del espectro, la detección de emisiones clandestinas, el orden de las frecuencias compartidas, entre otras.

Dentro de los acuerdos suscritos por el estado Argentino para hacer un uso adecuado de las bandas de frecuencias en la década de 1990 se decidió privatizar el control del espectro, entregando esta labor a la compañía Thompson de Spectrum de Argentina, quien contaba con 6 Centros de Control y 20 estaciones remotas para realizar estas funciones.

El Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) se encargaba de realizar la certificación del instrumental transportable de la empresa THALES Spectrum de Argentina (antes Thomson de Spectrum de Argentina), y daba respuesta a las consultas relacionadas con las causas de las interferencias en los sistemas de aeronavegación.

En el año 2004, el gobierno Argentino le retiró a la empresa francesa Thales Spectrum de Argentina, la concesión para administrar el espectro radioeléctrico retornándolo nuevamente a manos del Estado a través de la Comisión Nacional de Comunicaciones, entidad que de nuevo se encargó de la gestión y control del espectro radioeléctrico en todo el territorio Argentino, tanto desde el punto de vista de las instalaciones como del personal técnico especializado. En ese momento, el interventor de la Comisión Nacional de Comunicaciones (Fulvio Madaro), confirmó que el gobierno no intentaría volver a privatizar el espectro y que sería el estado quien estaría obligado a cumplir con la gestión ^[43].

Las principales funciones del Estado bajo la gestión y control del espectro se concentran en:

- Llevar a cabo la planeación estratégica del uso del espectro, teniendo en cuenta las nuevas tecnologías, las normas y recomendaciones internacionales y regionales en la materia.
- Asignar o autorizar el uso de determinadas frecuencias, a quienes deseen prestar servicios de telecomunicaciones, dando preferencia a las tecnologías que optimicen la utilización del espectro.

- Fiscalizar el uso del espectro comprobando que las frecuencias sean utilizadas correctamente, sin interferencias de unos a otros, y también orientado a evitar los usos clandestinos y las emisiones no autorizadas.
- Asegurar que las frecuencias asignadas sean utilizadas efectivamente, aplicando las sanciones y caducidades que correspondieren.
- Control y monitoreo sobre las Radiaciones No Ionizantes, las cuales son emitidas por los sistemas irradiantes o antenas instaladas de comunicaciones radioeléctricas.

2.8.5 BRASIL ^[44]

La regulación del espectro radioeléctrico en Brasil, está enmarcada dentro de los límites conceptuales del servicio universal y de administración de un bien público, el cual depende del contexto jurídico político nacional, teniendo en cuenta que la política de gestión del espectro en el país más grande de Latinoamérica, se concentra especialmente en áreas geográficamente aisladas o con bajas tasas demográficas.

Bajo este concepto, las políticas de administración del espectro en Brasil se dividen en dos: En primera instancia se encuentran aquellas relacionadas con los servicios de telecomunicaciones que son prestados en régimen público y de otro lado están las políticas concernientes a los servicios prestados en régimen privado.

Tal como lo muestra la Tabla 8 ^[45], es notable el avance que ha tenido la penetración de los servicios de telecomunicaciones móviles en Brasil durante la primera década del siglo XXI. En especial el servicio de telefonía celular.

Se puede observar el contraste entre la penetración de líneas móviles y la cobertura de líneas fijas, lo cual obedece a disposiciones contempladas en el Plan General de Metas de Universalización (PGMU).

Tabla 8. Disponibilidad de los servicios de telecomunicaciones en Brasil (2009)

| | Número de suscripciones (en millones) | Accesos/100 habitantes | % de la población correspondiente a los municipios cubiertos por el servicio | % de los municipios cubiertos por el servicio |
|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|--|---|
| Teléfonos móviles | 173,9 | 90,55 | 96,2 | 90,37 |
| Teléfonos fijos | 41,58 | 21,69 | 100 | 100 |
| Banda ancha fija (cable, ADSL, Wi-Fi) | 10,9 | 5,8 | 73,6 | 80 |
| Banda ancha móvil (3G) | 2,6 | 1,39 | 63,92 | 12,38 |
| Bandas específicas | 4,1 | 2,17 | 44,4 | 4,7 |

Siendo el espectro radioeléctrico un bien público, la administración estatal en Brasil es la que determina la implementación de políticas de universalización dirigidas a la infraestructura de la telefonía móvil, a pesar de los compromisos de los grupos privados que se hacen a las licitaciones para la prestación del servicio, quienes frecuentemente condicionan el uso del espectro a la continua renovación de tales compromisos.

La disponibilidad de bandas de frecuencias (en mayor o menor medida) para la prestación de servicios por parte de los operadores, afecta de manera directa la capacidad de ofrecer servicios competitivos que favorezcan el desarrollo de aplicaciones y contenidos similares a los ofrecidos en otras localidades o por otros operadores. Técnicamente la capacidad de transmisión de datos está determinada por las tecnologías disponibles y el ancho de banda de las frecuencias. Así mismo, la capacidad de transmisión es un factor limitante para la disponibilidad de aplicaciones para los usuarios, lo que refleja la utilidad de determinada banda de frecuencias respecto a las tecnologías disponibles.

Teniendo en cuenta que las limitaciones mencionadas anteriormente pueden marcar diferencias entre la prestación de servicios por parte de diferentes operadores en distintas zonas geográficas, la gestión del espectro en Brasil se desarrolla en un marco jurídico que debe garantizar:

- Ampliar las posibilidades de uso del espectro y permitir la libre adopción de tecnologías en la construcción de modelos de negocio innovadores
- Asegurar el acceso de los operadores a bandas de frecuencias en las que haya tecnologías disponibles globalmente
- Asegurar el acceso de nuevos competidores a bandas de frecuencias más bajas y que permitan soluciones de ingeniería de bajo costo para áreas remotas o de baja densidad demográfica
- Ofrecer garantías jurídicas para la continuidad de ese uso y para la posibilidad de adopción de modelos innovadores de prestación de servicios.

La Ley General de Telecomunicaciones (LGT) definió el espectro radioeléctrico como un bien público y de manera general, su uso para la prestación del servicio de telecomunicaciones, el cual fue reglamentado jurídicamente como bien público. Los criterios para el uso del espectro son fijados por la Agencia Nacional de Telecomunicaciones ANATEL mediante la adopción de los conceptos de atribución, adjudicación y asignación ya conocidos y sumando uno nuevo: el de canalización que no está definida ni por la ley ni por otra reglamentación. Sin embargo existen definiciones para el concepto “canal de radiofrecuencia”:

- Segmento de una banda de radiofrecuencias destinado a la transmisión de señales de telecomunicaciones, caracterizado por una o más radiofrecuencias portadoras.
- Parte del espectro a ser utilizado por una emisión definida por dos límites específicos o por su frecuencia central (portadora) y por el ancho de su banda de frecuencias.

Tomando estas dos definiciones, puede entenderse la canalización como la división del espectro en varios canales, y estos a su vez pueden ser definidos por frecuencias portadoras o por el ancho de banda de las frecuencias. De esta manera, la canalización puede ser considerada una micro distribución del espectro.

La Tabla 9 ^[46] muestra las principales bandas de radiofrecuencias y las restricciones de reglamentación en Brasil en el año 2009. Es claro como el Servicio Telefónico Fijo Conmutado (STFC) ocupa una posición diferenciada en términos de sus posibilidades de prestación de carácter secundario en las bandas de frecuencias de 450 MHz, 850 MHz, 900 MHz, 1,7 GHz, 1,8 GHz, 1,9 GHz y 2,1 GHz, así como en la designación primaria de bandas de radiofrecuencias.

Los resultados de la política de gestión del espectro en Brasil ampliaron las posibilidades de uso de las bandas de radiofrecuencias para el acceso de los usuarios al STFC.

Tabla 9. Principales bandas de radiofrecuencias y restricciones de reglamentación en Brasil (2009)

| | 450 MHz | 700 MHz | 850 MHz | 900 MHz | 1700 MHz | 1800 MHz | 1900 MHz | 2100 MHz | 2400 MHz | 2500 MHz | 3500 MHz | 5150 MHz | 5500 MHz |
|---|---|---------------|--------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|--|--------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Servicio destinado al uso primario | STFC (hasta 2004) SMP Radiolocalización | Radiodifusión | SMP SCM | SCM STFC SMP | SCM STFC SMP | SCM STFC SMP | SCM STFC SMP | Todos los servicios | SARC, RpTV | SCM MMDS | SCM STFC | SERDS | Sin destinación |
| Tecnologías de escala mundial disponibles | GSM CDMA LTE | LTE | GSM CDMA LTE | GSM LTE | CDMA LTE (uplink) | GSM* LTE | GSM CDMA | CDMA LTE (downlink) | LTE Wi-Fi | LTE WIMAX | WIMAX | Wi-Fi | Wi-Fi |
| ¿Restringe el uso de alguna de las tecnologías disponibles? | SÍ | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | NO | SÍ | NO | NO |
| ¿Permite su uso secundario por otro operador o admite uso libre no licenciado? | SÍ STFC | - | SÍ STFC | SÍ STFC SLMP SME SARC | SÍ STFC | SÍ STFC | SÍ STFC | SÍ STFC | SÍ Uso no licenciado: SCM y SLP | SÍ SLP | SÍ SARC RpTV CFTV | SÍ Uso no licenciado | SÍ Uso nolicenciado |
| ¿La coparticipación de la red de acceso entre operadoras es admitido? | | | SÍ | SÍ | SÍ | SÍ | SÍ | SÍ | NO | SÍ | SÍ | NO | NO |
| ¿Existe plan de numeración para los servicios prestados en el ancho de banda? | SÍ | NO | SÍ | SÍ | SÍ | SÍ | SÍ | SÍ | NO | NO | SÍ | NO | NO |

Para ver las fuentes de la información relacionada en la Tabla 9 el lector puede remitirse al documento Políticas de administración del espectro y acceso universal a las comunicaciones. El caso de Brasil ^[19].

2.8.6 EL SALVADOR ^[47]

En El Salvador, el cambio de regulación en materia de telecomunicaciones implementado en 1996 permitió la creación de la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones (SIGET), convirtiéndose en el nuevo organismo regulatorio del sector, a través del cual se aprobó la Ley de Telecomunicaciones para reformar las políticas del sector y se privatizó la empresa estatal que ofrecía los servicios de telecomunicaciones.

Entre las actividades principales de la SIGET están:

- Supervisar el uso de espectro.
- Detectar y limitar usos ilegales del espectro.
- Dirimir controversias que puedan surgir entre los participantes.

Entre los años 2003 y 2009, la disponibilidad de espectro radioeléctrico creció al pasar de 138 MHz a 177 MHz. Estos incrementos en la asignación de espectro han estado acompañados por reducciones en los precios en un 34% en promedio año tras año y de un incremento en la tasa de penetración de 16 líneas a 107 líneas por cada 100 habitantes para servicios de telefonía móvil.

En general, la asignación de espectro y el marco regulatorio implementado han facilitado la entrada de seis nuevos operadores de telefonía móvil para un mercado de aproximadamente 7 millones de habitantes. Estos cambios han permitido la implementación de diferentes tecnologías móviles permitiendo a los usuarios acceder a servicios conjuntos de telefonía digital, comunicación radial, busca personas, transmisión de datos y fax, etc.

2.8.7 GUATEMALA ^[48]

Con la entrada en vigencia de la Ley General de Telecomunicaciones, el sector de telecomunicaciones en Guatemala experimentó un proceso de liberalización de las

políticas relacionadas con la gestión del espectro radioeléctrico, basado en dos principios:

- Todo espectro no asignado puede ser demandado por cualquier agente para los propósitos requeridos.
- Se otorga el derecho de usufructo del espectro al usuario, lo cual incluye cambios en el uso del espectro a lo largo del tiempo. Con esto se posibilita el surgimiento de mercados secundarios de espectro.

Además de la nueva regulación definida por la Ley General de Telecomunicaciones, se creó la Superintendencia de Telecomunicaciones (SIT) cuyas funciones principales se concentran en la administración y supervisión del espectro y el arbitramento de posibles litigios que pudiesen presentarse entre distintas partes interesadas en el espectro.

El esquema para la asignación de espectro definido por la SIT se basa en subastas públicas de una o varias rondas. Guatemala ha sido el país centroamericano con mayor cantidad de espectro asignado, pasando de 140 MHz en 2003 a 183 MHz en 2009, lo que ha representado reducciones en los precios de llamadas celulares de tres minutos (9% interanual) y una mayor penetración del servicio (124 líneas por cada 100 habitantes).

2.8.8 NICARAGUA ^[49]

La regulación de los servicios de telecomunicaciones en Nicaragua está a cargo del Instituto Nicaragüense de Telecomunicaciones y Correos (TELECOR), cuyas funciones primarias son:

- El diseño normativo, la planificación técnica, supervisión, aplicación y control del cumplimiento de la normatividad legal de los servicios de telecomunicaciones

- La regulación y administración del espectro mediante el otorgamiento de los permisos a las partes interesadas
- La apertura del sector a la competencia

La situación en Nicaragua a partir de la apertura del sector a la competencia y de la política de asignación de espectro radioeléctrico pasando de 85 MHz a 134 MHz ha permitido un incremento en la penetración de la telefonía móvil (de 8 a 54 líneas por cada 100 habitantes), desde el 2003 hasta el 2009. Igualmente ha representado una importante reducción en los precios promedios por llamadas de tres minutos (45% interanual).

Aunque las cifras están lejos de los niveles alcanzados en otros países de la región como se vio en los casos de Guatemala y El Salvador, las disposiciones tomadas han permitido hacer frente al rezago y mejorar estos indicadores.

2.8.9 PANAMÁ ^[50]

La Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP) es la entidad encargada de regular los distintos servicios públicos en Panamá, entre ellos los relacionados con las Telecomunicaciones. Entre sus responsabilidades se encuentran la asignación y monitoreo del uso del espectro radioeléctrico, el otorgamiento de las licencias y concesiones, y la promoción de la competencia en el sector de las telecomunicaciones.

Dicha gestión ha facilitado que la penetración de los servicios de telefonía móvil haya pasado de 36 líneas por cada 100 habitantes en el año 2003 a 175 líneas por cada 100 habitantes en 2009, ubicándose como el país con mayor penetración en la región. Igualmente las asignaciones de espectro para servicios de telefonía móvil desde el 2003, han estado acompañadas de una reducción de la tarifa de llamada de tres minutos del 20% interanual hasta el año 2009.

En términos generales el sector de las telecomunicaciones en los países centroamericanos ha estado en constante evolución y crecimiento los últimos años. En el caso particular de la telefonía móvil celular, este servicio ha logrado una penetración de 107 líneas por cada 100 habitantes para el año 2009 y una reducción promedio de los precios en las llamadas de tres minutos en telefonía móvil del 22 por ciento, de manera consecutiva desde el año 2003 hasta 2009. Complementariamente, el sector de las telecomunicaciones ha demostrado ser un mercado atractivo para las nuevas tecnologías inalámbricas de banda ancha.

Por medio de las Normas de Administración del Espectro Radioeléctrico los organismos de regulación han encontrado el marco normativo y operativo que rige la asignación del espectro y que define las reglas para su uso, transferencia y mejor aprovechamiento. Con base en estas reglamentaciones se ha fomentado una mayor competencia en el mercado lo que ha permitido el acceso de la población en general a los servicios de comunicación, abriéndoles posibilidades de integración de redes y oportunidades de empleo y de negocios.

La Tabla 10 ^[51] muestra un conjunto de estadísticas básicas sobre la telefonía móvil y fija para cada uno de los países centroamericanos analizados.

Tabla 10. Estadísticas básicas de telefonía móvil y fija (2009)

| País | Precio Promedio Móvil por Minuto (USD) (1) | Penetración de líneas móvil (%) (1) | Precio Promedio Fija por 3 mins. (USD) (2) | Penetración de líneas fijas (%) (1) | HHI (1-10000) (3) | Espectro (Mhz) (2) | Población (millones) (4) | PNB per capita ajustado por PPC (USD) (4) |
|-------------|--|-------------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------------|---|
| El Salvador | 0,013 | 122,4 | 0,021 | 17,8 | 2668 | 177 | 6 | 7355 |
| Guatemala | 0,063 | 123,5 | 0,189 | 10,1 | 3524 | 183 | 14 | 4831 |
| Nicaragua | 0,007 | 54,7 | 0,487 | 4,8 | 5339 | 134 | 6 | 2892 |
| Panamá | 0,082 | 175,8 | 0,247 | 15,5 | 3727 | 125 | 4 | 11776 |

2.8.10 MEJORES PRÁCTICAS EN LA GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO ^[52]

De acuerdo con la Oficina Internacional de la FCC en Estados Unidos, se presentan algunas de las mejores prácticas para las actividades nacionales de la gestión del espectro radioeléctrico. Estas prácticas pretenden la armonización de las políticas globales de gestión del espectro con base en las mejores prácticas entre las administraciones nacionales.

- Establecer y mantener un organismo encargado de la gestión del espectro. Este puede estar adscrito a una entidad reguladora de las telecomunicaciones del orden estatal o también puede ser un organismo independiente.
- Promover políticas transparentes, equitativas y económicamente eficientes para la gestión del espectro, teniendo en cuenta el control de interferencias perjudiciales y la posibilidad de imponer restricciones técnicas, con el fin de salvaguardar el interés público.
- Dar a conocer al público los planes nacionales de atribución de frecuencias y los datos de asignación de frecuencias para promover la transparencia y facilitar el desarrollo de nuevos sistemas. Lo anterior para permitir llevar a cabo consultas públicas sobre los cambios propuestos en los planes nacionales de atribución de frecuencias y en las decisiones de gestión del espectro que puedan afectar los proveedores del servicio, y así los interesados puedan participar en el proceso de toma de decisiones.
- Mantener un proceso de toma de decisiones justo y transparente para proporcionar seguridad jurídica en la concesión de licencias para el uso del espectro, utilizando los mecanismos de la competencia, cuando sea necesario.
- Permitir excepciones a las decisiones de gestión del espectro siempre que se justifique en casos especiales.
- Tener un proceso de reconsideración de las decisiones de gestión del espectro.

- Reducir al mínimo las regulaciones innecesarias.
- Fomentar políticas para el uso flexible del espectro que permitan la evolución de servicios y tecnologías por medio de:
 - Eliminación de barreras regulatorias para facilitar la entrada en el mercado de nuevos competidores
 - Fomentar la eficiencia del uso del espectro mediante la reducción o la eliminación de restricciones innecesarias, que impulsen la competencia y otorguen beneficios a los consumidores
 - Promover la innovación e introducción de aplicaciones de radio y nuevas tecnologías
- Asegurar la libre y justa competencia mercados de equipos y servicios, y la eliminación de las barreras que surgen en la competencia.
- En la medida de lo posible debe existir relación entre las políticas nacionales e internacionales del espectro, incluyendo el uso de radiofrecuencia, para servicios espaciales, para cualquier posición en la órbita de los satélites geoestacionarios asociados o de cualquiera de las características asociadas de satélites en otras órbitas.
- Trabajar en colaboración con los organismos reguladores de otros países para evitar interferencias perjudiciales.
- Eliminar las barreras regulatorias a la libre circulación y el roaming mundial de terminales móviles y equipos similares de radiocomunicaciones.
- Uso de formatos y elementos de datos recomendados internacionalmente para el intercambio de datos y propósitos de coordinación. Por ejemplo, el Anexo 4 del Reglamento de Radiocomunicaciones, y el Diccionario de datos de Radiocomunicaciones de la UIT (Recomendación UIT-R SM.1413).
- Establecimiento de metodologías de gestión de proyectos para el seguimiento de la implementación del sistema de radiocomunicaciones.

- Adoptar decisiones tecnológicamente estandarizadas las cuales permitan la evolución hacia nuevas aplicaciones de radio.
- Facilitar la entrada oportuna de nuevas aplicaciones y tecnologías, garantizando la protección de los servicios existentes contra interferencias perjudiciales, incluyendo, la provisión de un mecanismo que permita la compensación para los sistemas que deben implementarse nuevamente a raíz de las nuevas necesidades de espectro.
- Considerar políticas eficaces para mitigar el daño a los usuarios de los servicios existentes, al momento de hacer reasignaciones de espectro.
- Ante escases de espectro, promover la compartición del espectro utilizando técnicas de reducción de interferencias e incentivos económicos, en la medida de lo posible.
- Uso de mecanismos de aplicación, como sanciones por el incumplimiento de las obligaciones y del uso ineficiente del espectro de radiofrecuencia.
- Utilización de normas regionales e internacionales, y cuando sea apropiado, reflejarlas en las normas nacionales.
- Basarse en las normas de la industria incluyendo las que se incluyen en las Recomendaciones de la UIT, en lugar de los reglamentos nacionales.

2.9 GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN COLOMBIA ^[53]

En Colombia la gestión de espectro está determinada por la constitución política, que en su artículo 75 señala que “El espectro electromagnético es un bien público inenajenable e imprescriptible sujeto a la gestión y control del Estado...”. La definición de bien inenajenable hace referencia a aquel cuya propiedad no puede ser cedida o traspasada. Por su parte, los bienes imprescriptibles son aquellos cuya propiedad no puede ganarse por el transcurso del tiempo. Por lo anterior, queda claro que el simple uso del espectro radioeléctrico no genera derecho alguno sobre el mismo.

En el artículo 101 de la carta política se establece que “También son parte de Colombia, el subsuelo,..., el espacio aéreo, el segmento de la órbita geoestacionaria, el espectro electromagnético y el espacio donde actúa...”. Lo anterior, ratifica la propiedad que el Estado colombiano ejerce sobre el espectro como se estipula en el artículo 102 de la constitución.

Ya desde principios del siglo 20, la propiedad del espectro por parte del Estado había sido especificada por el Decreto ley 1900 del año 1900 artículo 18, donde además se delegaban las funciones de gestión, administración y control a cargo del Ministerio de Comunicaciones.

2.9.1 LEY 1341 DE 2009

En el mes de Julio de 2009 se promulga la ley 1341 de 2009 ^[54], en la que se definen los principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las TIC, además de proporcionar las disposiciones generales para el uso y la comprensión de las tecnologías de información. Dentro de sus artículos se dan a conocer los lineamientos que el Estado exige para garantizar completa cobertura tecnológica, priorizando el acceso, la libre competencia, el uso eficiente de los recursos, la promoción de la inversión, el derecho a la comunicación y la educación y la ampliación de un gobierno en línea.

Como parte de los cambios introducidos en la Ley 1341 de 2009, están la evolución del Ministerio de Comunicaciones hacia un Ministerio de Tecnologías de Información y las Comunicaciones (MinTIC) y la creación de la Agencia Nacional del Espectro (ANE), una unidad administrativa especial del orden nacional adscrita al ministerio, sin personería jurídica propia y con autonomía técnica, administrativa y financiera.

La Ley 1341 de 2009 determina el marco general para la formulación de las políticas públicas que regirán el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, su ordenamiento general, el régimen de competencia, la

protección al usuario, así como lo concerniente a la cobertura, la calidad del servicio, la promoción de la inversión en el sector y el desarrollo de estas tecnologías, el uso eficiente de las redes y del espectro radioeléctrico, así como las potestades del Estado en relación con la planeación, la gestión, la administración adecuada y eficiente de los recursos, regulación, control y vigilancia del mismo y facilitando el libre acceso y sin discriminación de los habitantes del territorio nacional a la Sociedad de la Información.

Al ser el espectro electromagnético propiedad exclusiva del Estado, es el Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones el encargado de definir la política y ejercer la gestión, planeación y administración del espectro radioeléctrico de conformidad con las leyes vigentes. Entre sus funciones se encuentra planear, asignar, gestionar y controlar el espectro radioeléctrico. Es función exclusiva del Ministerio la asignación de frecuencias, la cual es labor esencial en la gestión del espectro.

2.9.2 AGENCIA NACIONAL DEL ESPECTRO

En relación con la ANE ^[55], se establece como su objetivo general el brindar soporte técnico para la gestión y la planeación, la vigilancia y control del espectro radioeléctrico, de manera coordinada con las diferentes autoridades que tengan funciones o actividades relacionadas con este recurso.

Las funciones de la ANE tal como se definen en la Ley 1341 de 2009 ^[54] son:

- Asesorar al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el diseño y formulación de políticas, planes y programas relacionados con el espectro radioeléctrico.
- Diseñar y formular políticas, planes y programas relacionados con la vigilancia y control del Espectro, en concordancia con las políticas nacionales y sectoriales y las propuestas por los organismos internacionales competentes, cuando sea del caso.

- Estudiar y proponer, acorde con las tendencias del sector y las evoluciones tecnológicas, esquemas óptimos de vigilancia y control del espectro radioeléctrico, incluyendo los satelitales, con excepción a lo dispuesto en el artículo 76 de la Constitución Política y conforme a la normatividad vigente.
- Ejercer la vigilancia y control del espectro radioeléctrico, con excepción de lo dispuesto en el artículo 76 de la Constitución Política.
- Realizar la gestión técnica del espectro radioeléctrico.
- Investigar e identificar las nuevas tendencias nacionales e internacionales en cuanto a la administración, vigilancia y control del espectro.
- Estudiar y proponer los parámetros de valoración por el derecho al uso del espectro radioeléctrico y la estructura de contra-prestaciones.
- Notificar ante los organismos internacionales las interferencias detectadas por señales originadas en otros países, previa coordinación con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- Apoyar al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el establecimiento de estrategias para la participación en las diversas conferencias y grupos de estudio especializados de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y otros organismos internacionales.
- Adelantar las investigaciones a que haya lugar, por posibles infracciones al régimen del espectro definido por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones así como imponer las sanciones, con excepción de lo dispuesto en el artículo 76 de la Constitución Política.
- Ordenar el cese de operaciones no autorizadas de redes, el decomiso provisional y definitivo de equipos y demás bienes utilizados para el efecto, y disponer su destino con arreglo a lo dispuesto en la Ley, sin perjuicio de las competencias que tienen las autoridades Militares y de Policía para el decomiso de equipos.

- Actualizar, mantener y garantizar la seguridad y confiabilidad de la información que se genere de los actos administrativos de su competencia.
- Las demás que por su naturaleza le sean asignadas o le correspondan por Ley.

En general, la figura 8 ^[56] resume las principales funciones de la ANE:



Figura 8. Funciones de la ANE

Posteriormente, en el decreto 093 de 2010 ^[57] se adopta la estructura de la Agencia Nacional del Espectro en el que se definen:

- Objeto de la Agencia Nacional del Espectro
- Funciones de la Agencia Nacional del Espectro.
- Estructura de la Agencia Nacional del Espectro
- Funciones del Consejo Directivo

- Funciones de la Dirección General
- Funciones de la Subdirección de Gestión y Planeación Técnica del Espectro
- Funciones de la Subdirección de Vigilancia y Control
- Funciones de la Subdirección de Soporte Institucional
- Órganos de Asesoría y Coordinación

También, con la emisión del Decreto 4169 del 3 de noviembre de 2011 ^[58], por el cual se modifica la naturaleza jurídica de la ANE y se reasignan funciones entre la ANE y el MinTIC, empiezan a ser funciones adicionales de la ANE:

- La planeación y atribución del espectro radioeléctrico en Colombia, lo que implica el establecimiento y mantenimiento del CNABF (anteriormente responsabilidad del MinTIC).
- La elaboración de cuadros de características técnicas de la red (CCTR) para la asignación.
- La formulación y ejecución de planes de investigación, conocimiento y divulgación del ERE.
- Establecimiento del plan estratégico en concordancia con la directriz del MinTIC.
- Determinar su reglamento interno.

En el decreto se reafirma que la ANE permanece como entidad adscrita al MinTIC a pesar del cambio en su naturaleza jurídica (pasó de ser una Unidad Administrativa Especial sin personería jurídica a una Unidad Administrativa Especial con personería jurídica, autonomía financiera, administrativa y patrimonio propio).

2.9.3 POLÍTICA DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN COLOMBIA ^[59]

Con la entrada en funcionamiento de la Agencia Nacional del Espectro, se consideró la necesidad de analizar detalladamente el establecimiento de los parámetros para la definición de la política del espectro radioeléctrico buscando sentar las bases para la promoción del uso eficiente de este recurso.

Esta actividad se llevó de manera conjunta entre el MinTIC y la ANE con el fin de identificar los temas más importantes para la administración del espectro radioeléctrico en Colombia.

Dentro de los objetivos planteados se fijó el establecer los elementos básicos requeridos para la construcción de un marco de política integral para la administración del espectro radioeléctrico. Igualmente se debían identificar las necesidades asociadas al uso del espectro radioeléctrico de manera que estuvieran relacionados con los mismos objetivos económicos y sociales ya identificados por el Estado.

Las conclusiones de este análisis considerando las diferentes políticas de Estado ya existentes en Colombia, y las tendencias generales en el desarrollo de la industria de TIC, permitieron identificar a los servicios móviles y el Internet de banda ancha como motores de desarrollo económico.

Se definieron 4 pilares para sustentar los objetivos establecidos en la política del espectro radioeléctrico:

- Crecimiento económico
- Cohesión social
- Seguridad nacional
- Educación y bienestar

En la búsqueda de los mejores beneficios a través de la utilización eficiente del espectro radioeléctrico, se definieron los siguientes objetivos:

- Lograr la mayor disponibilidad del recurso
- Alcanzar una total transparencia en los procesos
- Obtener la maximización de los ingresos

2.9.4 PROCEDIMIENTO DE ASIGNACIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO ^[60]

Como se ha manifestado a lo largo de este documento, la asignación es uno de los procesos más importantes de la gestión del espectro radioeléctrico; si bien este proceso es manejado de manera independiente por cada país, existen unas recomendaciones por parte de la ITU para apuntar a la optimización y al logro de la máxima eficiencia del mismo.

Tal como se define en el manual de gestión nacional del espectro de la ITU, “la asignación de frecuencias representa el eje de la actividad diaria del organismo de gestión del espectro. La unidad de asignación de frecuencias realiza o coordina los análisis necesarios para seleccionar las frecuencias más adecuadas para los sistemas de radiocomunicaciones y coordina las asignaciones proyectadas con las existentes” ^[61].

Las funciones de asignación y concesión están regidas por la legislación nacional y las normas y procedimientos relacionados. El control de la utilización de las estaciones radioeléctricas está determinado por:

- La evaluación de las solicitudes de licencia para determinar si los aspirantes cumplen los requisitos jurídicos y normativos
- La asignación de distintivos de llamada a las distintas estaciones radioeléctricas
- La expedición de licencias y el recaudo de los valores correspondientes en los casos que aplique
- La definición de los métodos de administración del sistema y de las licencias de red

- La renovación, suspensión y cancelación de las licencias, cuando sea necesario
- La convocatoria a exámenes de aptitud para los operadores y la expedición de los certificados de operador, cuando esto aplique

Los procedimientos establecidos para la asignación deben estar alineados con los objetivos nacionales de asignación del espectro por lo que la información que debe incluirse en las solicitudes de frecuencias, debe hacer referencia al uso que se planea dar al recurso solicitado. En algunas administraciones, la función de coordinación de frecuencias ha sido delegada en empresas privadas por medio de esquemas de subcontratación que garantizan procedimientos fáciles de seguir que no impidan el desarrollo de las radiocomunicaciones.

En ciertos casos, en el marco del procedimiento de asignación de frecuencias, se hace necesaria la intervención internacional de organismos como la ITU-R, cuando exista la posibilidad de generar interferencias perjudiciales en las fronteras nacionales.

Es importante llevar un registro histórico de las solicitudes y aprobaciones para uso del espectro, con el fin de poder consultarlas a futuro. En algunas administraciones la comprobación técnica de emisiones se ha convertido en el mecanismo para identificar frecuencias que no estén siendo utilizadas ante la imposibilidad de consultar los registros históricos ya mencionados.

2.9.5 EL CASO COLOMBIANO

Ya se han mencionado las generalidades y diferentes modalidades para gestionar el proceso de asignación de espectro a nivel internacional teniendo en cuenta las recomendaciones de la ITU y el proceso realizado en diferentes países; ahora se describe el procedimiento para la asignación de espectro en Colombia.

Debido a la importancia del proceso de asignación, es recomendable concentrar los esfuerzos necesarios para optimizar al máximo el espectro radioeléctrico, teniendo como consigna durante el proceso de asignación, la obtención de beneficios para la mayor cantidad de usuarios posible. Entre las principales responsabilidades de la ANE, se encuentra la de apoyar al MinTIC en este proceso, labor que recae sobre la subdirección de gestión y planeación técnica del espectro. Cabe aclarar que la ANE ejecuta directamente todas las actividades necesarias tales como recepción de solicitudes, verificación de la información presentada por el solicitante, análisis de factibilidad, etc., sin embargo es el MinTIC quien finalmente toma la decisión de otorgar el permiso para uso del espectro a un solicitante. Una vez más se confirma la importancia de la ANE como organismo de soporte para MinTIC, pero es este último quien mantiene el control de los usuarios beneficiados con la asignación.

Uno de los temas críticos relacionados con la asignación de frecuencias es el de los criterios que deben ser tenidos en cuenta para la misma. La principal política para la asignación del espectro, radica en hacer que prime el interés público sobre el privado y con esto, beneficiar al mayor número de usuarios posible.

Para llevar a cabo el proceso de asignación de frecuencias, se han planteado varias modalidades ^[60]:

- A solicitud de parte
- A través de subasta
- Asignación de frecuencias en línea
- Selección objetiva ^[62]

Existe gran similitud entre los pasos intermedios de las tres primeras modalidades aunque para cada una hay un procedimiento específico. Entre el proceso de asignación a solicitud de parte y asignación de frecuencias en línea, la única diferencia es el medio para realizar la solicitud. Los pasos comunes para estas dos modalidades se describen a continuación:

El solicitante debe diligenciar el formato de solicitud y adjuntar los documentos requeridos. El área de administración de frecuencias verifica que la información entregada se encuentre completa y en caso de no estarlo, se pide al solicitante completarla. La información técnica y administrativa de la solicitud es registrada en la base de datos del sistema de gestión del espectro (para clientes antiguos primero se verifica que estén a paz y salvo). Posteriormente el departamento de ingeniería realiza los estudios de factibilidad para la asignación y en caso de obtener un resultado positivo, se procede a la determinación de las especificaciones técnicas de los equipos autorizados para funcionar en la banda a ser asignada. Por último se elaboran los informes para el MinTIC, en los que se da el visto bueno o la negación a la solicitud realizada.

La diferencia principal entre la asignación a solicitud de parte (presencial o en línea) y por subasta, es que en la segunda opción, la iniciativa del proceso es tomada por el organismo responsable de la asignación, es decir, se identifica una banda de frecuencia disponible para ser asignada y varios interesados en obtener la asignación, por lo tanto se inicia una convocatoria para participar.

En Colombia, actualmente el MinTIC a través de la Resolución 2118 de 2011 ^[62], ha definido el procedimiento de selección objetiva por la cual se establecen las condiciones, los requisitos y se determina el trámite para otorgar permisos para el uso de espectro radioeléctrico.

Tal como lo define la Ley 1150 de 2007 ^[63], “es objetiva la selección en la cual la escogencia se haga al ofrecimiento más favorable a la entidad y a los fines que ella busca, sin tener en consideración factores de afecto o de interés y, en general, cualquier clase de motivación subjetiva” Para ampliar la información relacionada con los factores de escogencia y calificación que establezcan las entidades en los pliegos de condiciones o sus equivalentes, el lector puede remitirse al documento de la Ley 1150 de 2007 ^[63].

Como excepciones para el proceso de selección objetiva, se encuentra el otorgamiento de permisos sobre frecuencias o canales que el MinTIC considere

necesario reservar para aplicaciones de defensa nacional, atención y prevención de emergencias o para seguridad pública ^[64].

La Figura 9 muestra el diagrama del proceso de asignación a través del procedimiento de selección objetiva en Colombia:

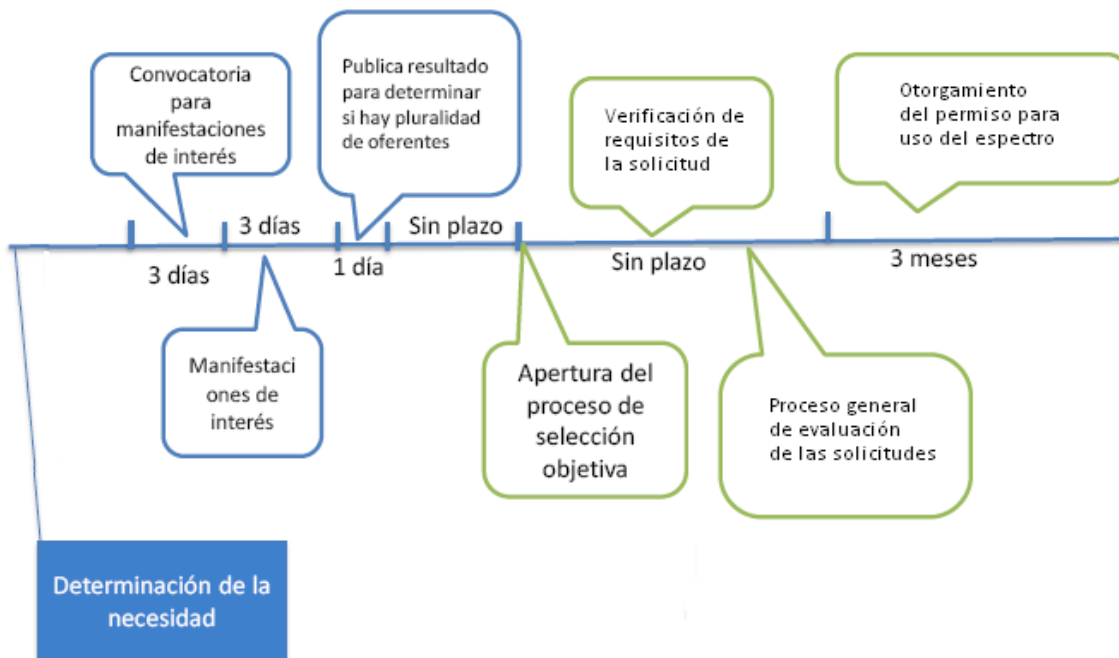


Figura 9. Selección objetiva para la asignación de espectro en Colombia

1. **DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD.** Establecer las condiciones, los requisitos y trámites para el otorgamiento de permisos para el uso del espectro radioeléctrico.
2. **CONVOCATORIA PARA LA PRESENTACIÓN DE MANIFESTACIONES DE INTERÉS.** El Ministerio TIC convocará a los interesados en participar en el proceso de selección objetiva, mediante aviso que se publicará durante tres (3) días hábiles en la página WEB de la Entidad para que presenten sus manifestaciones de interés, teniendo en cuenta la disponibilidad de espectro. En dicha publicación se informan todos los aspectos relevantes

del espectro que será otorgado: frecuencias y/o bandas de frecuencia, ubicación geográfica, usos permitidos en la frecuencia a otorgar ^[64].

3. **MANIFESTACIONES DE INTERÉS.** Los interesados deberán presentar ante el MinTIC, dentro de los tres (3) días hábiles siguientes al término de publicación de la Convocatoria, su manifestación expresa del interés en participar en el proceso por medio del cual se otorgarán permisos para el uso de espectro en las bandas y rangos que determine la Entidad.
4. **DETERMINACIÓN DE PLURALIDAD DE INTERESADOS.** Al siguiente día hábil de haber terminado el plazo para presentar manifestaciones de interés, el MinTIC determinará si existe pluralidad de solicitantes.
5. **APERTURA Y CIERRE DEL PROCESO DE SELECCIÓN OBJETIVA.** El proceso de Selección Objetiva se declarará abierto mediante acto administrativo, en el cual se señalarán las demás condiciones para la selección objetiva, los criterios de selección, el cronograma respectivo e irá acompañado del Anexo Técnico. La apertura del proceso de selección objetiva podrá ser iniciada por solicitud de parte, en este caso, se informará directamente al peticionario ^[64].
6. **VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE LA SOLICITUD.** El MinTIC verificará que el solicitante cumpla con los requisitos generales y con la información que debe aportar en la solicitud así como con los requisitos solicitados mediante la resolución que de apertura a cada uno de los procesos. Como resultado de la revisión, sólo las solicitudes que hayan cumplido con las anteriores exigencias, serán consideradas para continuar el proceso de selección objetiva. Las solicitudes deben contener información relevante como: Frecuencias y/o bandas de frecuencias, ancho de banda, área de servicio, ubicación de estaciones y bases, información de las antenas, potencia y horario de uso ^[64].

7. **PROCESO GENERAL DE EVALUACIÓN DE LAS SOLICITUDES.** El MinTIC analizará, y evaluará las solicitudes que sean presentadas oportunamente, conforme a los criterios y factores de selección que se contemplen en cada uno de los procesos. El análisis, y evaluación de las solicitudes, lo realizará el Comité Evaluador designado para tal fin.
8. **OTORGAMIENTO DEL PERMISO PARA USO DEL ESPECTRO.** El MinTIC expedirá el acto administrativo motivado de asignación de espectro como resultado del proceso de selección objetiva realizado sobre una banda y/o frecuencia del espectro radioeléctrico, en un plazo que no podrá superar los tres (3) meses. Al igual que el permiso, la negación del mismo se notifica mediante acto administrativo ^[64].

Con el fin de garantizar que el beneficiario del permiso cumpla con los compromisos adquiridos, el MinTIC exigirá unas garantías de cumplimiento, cuyas condiciones han sido informadas en el acto administrativo de apertura. Las contraprestaciones, al igual que las sanciones, serán las establecidas de acuerdo con la ley 1341 de 2009 ^[54].

Existe una modalidad de asignación de espectro para uso temporal, la cual es realizada de manera directa por parte del MinTIC y solo aplica en el caso específico que de ello dependa garantizar la continuidad de un servicio público de provisión de redes y servicios de telecomunicaciones. Este proceso se formaliza mediante acto administrativo. Esta modalidad solo aplica para proveedores de redes y servicios que se encuentren inscritas en el Registro de TIC y que presenten la solicitud debidamente diligenciada. Posterior al otorgamiento del permiso, se debe iniciar un proceso de selección objetiva y la asignación directa y temporal no ubica al titular a quien ha sido conferida en una posición de ventaja frente a los demás solicitantes. La duración de este permiso es la estrictamente necesaria para iniciar el proceso de selección objetiva ^[64].

Las figuras 10 ^[65], 11 ^[66], y 12 ^[67] muestran los diagramas de flujo de las tres modalidades del proceso de asignación de frecuencias descritas anteriormente.

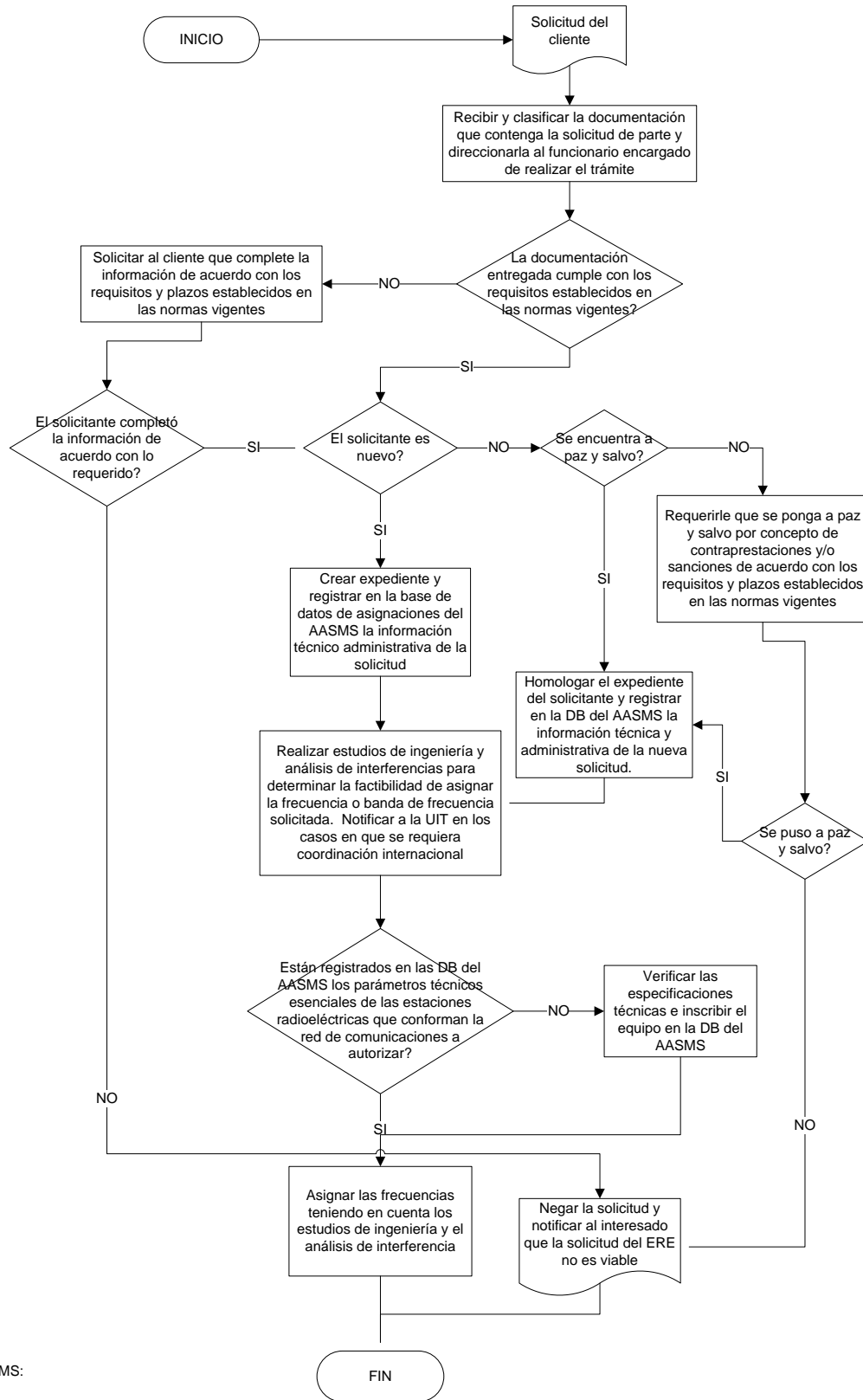


Figura 10. Procedimiento para la asignación de frecuencias a solicitud de parte

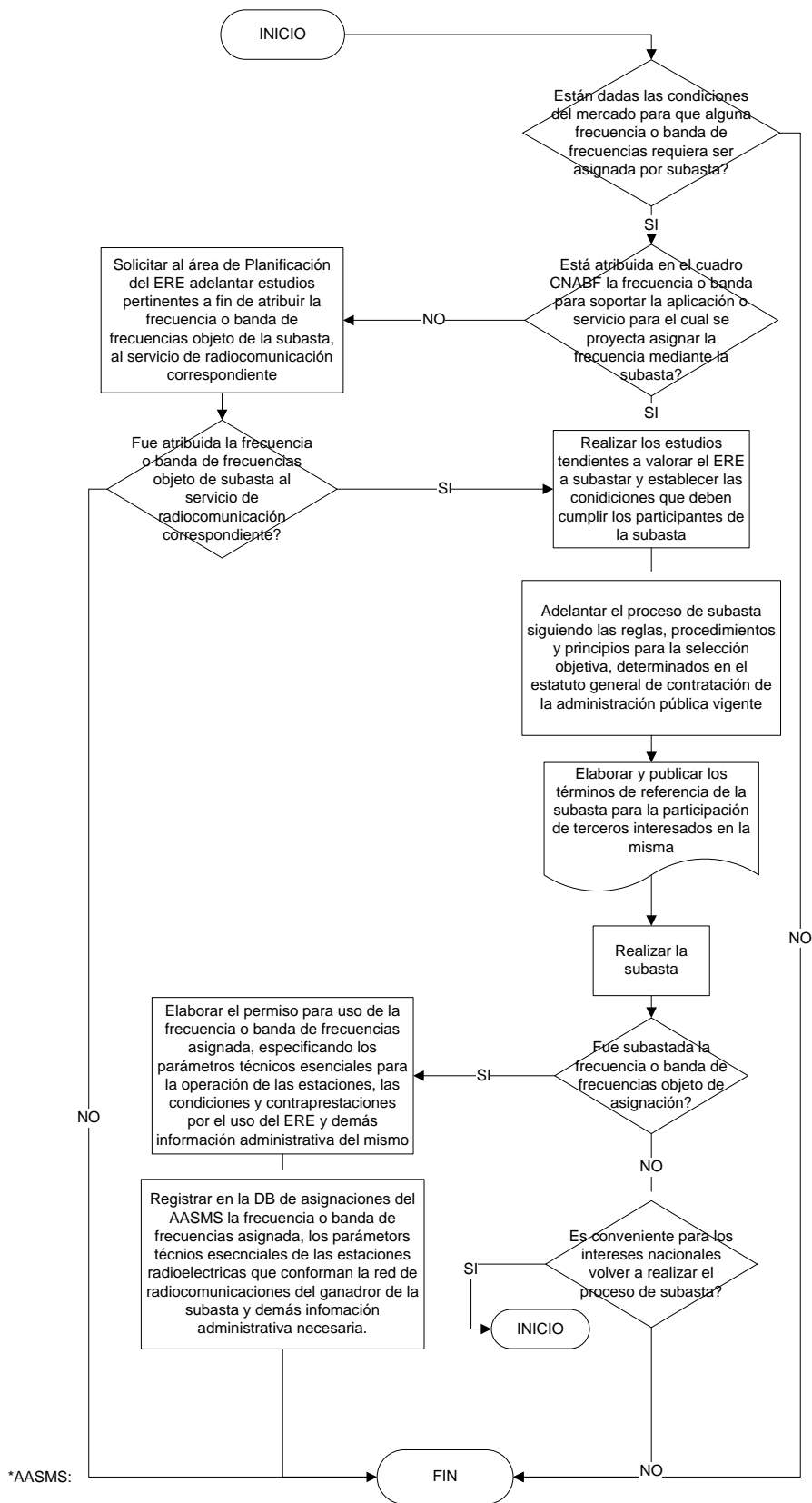


Figura 11. Procedimiento para la asignación de frecuencias a través de subasta

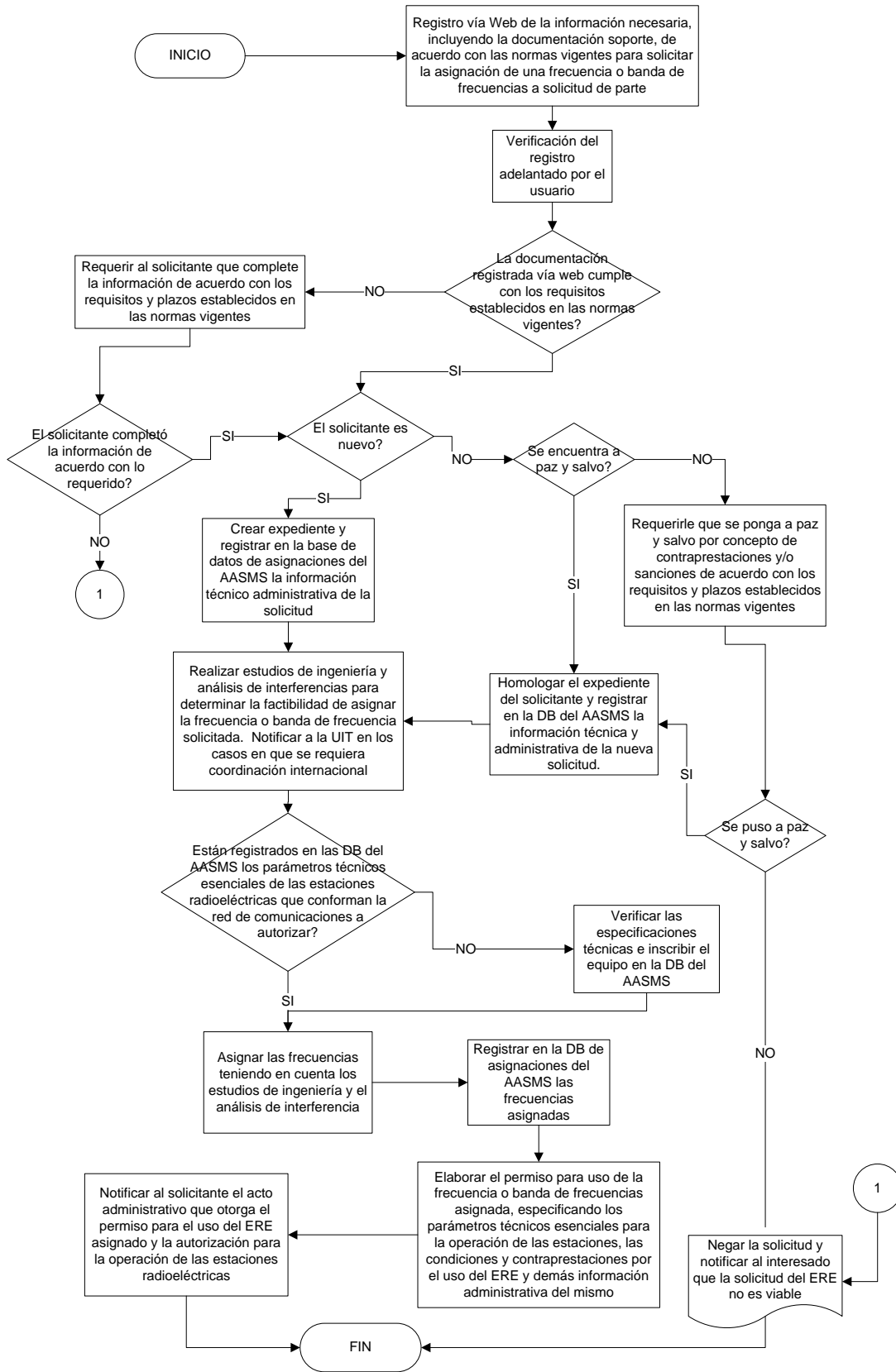


Figura 12. Procedimiento para la asignación de frecuencias en línea

2.9.6 PERMISOS PARA EL USO DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO ^[68]

El Reglamento de Radiocomunicaciones de la ITU describe en el numeral 18.1 el otorgamiento de permisos para uso del espectro radioeléctrico, como uno de los mecanismos para la gestión del recurso y entre los propósitos que esto conlleva se puede mencionar:

- Determinar específicamente el espectro asignado
- Establecer derechos y deberes de los titulares
- Señalar las características técnicas y operacionales de las estaciones radioeléctricas asociadas
- Disponer del recurso radioeléctrico suficiente para satisfacer el interés público nacional
- Establecer las contraprestaciones por el uso del bien público asignado
- Mantener un registro de las asignaciones de frecuencias para evitar interferencias
- Mejorar la eficiencia espectral

La gestión eficaz del espectro debe considerar a todos los usuarios entre los que están personas naturales, personas jurídicas privadas, empresas prestadoras de servicios públicos de telecomunicaciones y el Estado. Usualmente ciertas bandas de frecuencia son asignadas para uso exclusivo de organismos gubernamentales, como también es bastante común que estos usuarios gocen de permisos especiales para el uso del espectro los cuales se otorgan mediante procedimientos diferentes a los establecidos para los demás usuarios del espectro.

El uso flexible del espectro radioeléctrico asignado se ha convertido en una tendencia en la gestión y control del espectro en ciertas bandas de frecuencias. Lo anterior permite la reducción de los procesos administrativos a cargo del organismo encargado de la gestión del espectro y confiere un cierto grado de

autonomía al titular del permiso para la administración del recurso asignado permitiendo un aprovechamiento más eficiente del bien público.

Son diversas las categorías establecidas para clasificar los permisos relacionados con las actividades de gestión y control del espectro radioeléctrico, el diseño de los procedimientos para la asignación de frecuencias y la reglamentación expedida en relación con el uso del recurso. La Tabla 11 muestra las diversas categorías y los propósitos en el otorgamiento de permisos para uso del espectro radioeléctrico.

Tabla 11. Categorías de permisos para el uso del espectro radioeléctrico

| Categorías | Propósitos |
|---|--|
| Propósitos no comerciales | Uso Oficial o Estatal del espectro radioeléctrico |
| | Uso del espectro radioeléctrico con propósitos especiales |
| | Uso general del espectro radioeléctrico |
| Propósitos comerciales | Uso del espectro radioeléctrico en la prestación de servicios de telecomunicaciones |
| | Uso del espectro radioeléctrico en el ejercicio de actividades de telecomunicaciones |
| Uso provisional del espectro radioeléctrico | |

2.9.6.1 Propósitos no comerciales ^[69]

En esta categoría se clasifican los permisos que deben ser otorgados a partir de actos administrativos de carácter general y particular, para permitir a las entidades de carácter público y privado, a la comunidad en general o a un sector de la misma, el uso del espectro radioeléctrico con propósitos oficiales, estatales, especiales o de interés público principalmente dirigidos a brindar beneficios a toda la sociedad en general. Estos ejercicios son diferentes a los que se conceden para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones o el ejercicio de actividades de telecomunicaciones con fines comerciales.

En casos como este, el organismo a cargo de la gestión del espectro debe desarrollar la reglamentación de este tipo de permisos enfocado en las necesidades y requerimientos de espectro que los diferentes sectores económicos del país han determinado para el logro de sus objetivos según la prioridad que les corresponde y de acuerdo al CNABF.

Una de las ventajas de este tipo de permisos consiste en posibilitar la proyección de una mejor organización del espectro y más eficiente utilización del mismo, así como también permite establecer procedimientos abreviados para la administración, control y gestión del recurso de la misma manera que permite diferenciar los efectos, derechos y deberes puntuales que tienen este tipo de usos del espectro radioeléctrico.

2.9.6.1.1 Uso Oficial o Estatal del espectro radioeléctrico ^[70]

Muchas administraciones han atribuido bandas de frecuencias y han reglamentado su uso con distintos propósitos para la asignación de espectro de uso Oficial o Estatal, los cuales están circunscritos a sistemas de radiocomunicaciones que soportan actividades orientadas principalmente a la defensa del Estado y la seguridad Pública, el desarrollo económico del país, la salvaguarda de la vida humana, la protección del ambiente, las operaciones de socorro, aeronáuticas y marítimas, ayudas a la meteorología entre otros. El espectro asignado a las fuerzas armadas y organismos de seguridad del Estado se atribuye y otorga para ser utilizado de manera exclusiva (uso no compartido).

En los casos anteriormente descritos, el organismo a cargo de la gestión del espectro deberá delegar de manera particular a las entidades y organismos estatales correspondientes la administración y gestión del espectro que se le asigne, con el fin de reducir la carga administrativa del ente de gestión. Este tipo de permisos además de ser otorgados por medio de un procedimiento especial, tiene el mayor grado de prelación para uso del espectro y goza de protección

contra interferencias. La Figura 13 ^[71] muestra el diagrama de flujo correspondiente al procedimiento para el otorgamiento de permisos para el uso oficial o estatal del espectro radioeléctrico.

2.9.6.1.2 Uso del espectro radioeléctrico con propósitos especiales ^[72]

Los permisos enmarcados en este contexto corresponden a los destinados al uso de bandas de frecuencias radioeléctricas atribuidas a los servicios de ayuda y especiales, radioastronomía, investigación espacial, exploración de la tierra por satélite, radiocomunicaciones espaciales, radiodeterminación, aficionados, banda ciudadana, las aplicaciones industriales, científicas y médicas entre otras.

El otorgamiento de este tipo de permisos se puede hacer de dos maneras:

- Mediante la expedición de reglamentos específicos que permitan el uso del espectro a la comunidad en general, una parte de ella, o a entidades u organismos públicos
- Como consecuencia de una solicitud de alguna parte interesada, sean personas naturales o jurídicas, según el caso

Este tipo de permisos podría tener o no, un procedimiento especial para su otorgamiento, con características y régimen propio e independiente, de acuerdo al tipo de aplicación de la que se trate. Así mismo, las asignaciones para estos casos tienen mayor prelación que la de algunos servicios comerciales del espectro debido a la importancia que tienen para la sociedad en general. La Figura 14 ^[73] muestra el procedimiento para el otorgamiento de permisos para el uso del espectro radioeléctrico con propósitos especiales.

2.9.6.1.3 Uso general del espectro radioeléctrico ^[74]

El permiso del uso de frecuencias para ser utilizadas de manera libre y con propósitos específicos por toda la sociedad o parte de una comunidad, se ha convertido en una práctica con tendencia mundial de algunas Administraciones de telecomunicaciones. Esta modalidad consiste en la reglamentación de determinadas frecuencias o rangos de frecuencias para permitir su uso sin que sea necesario solicitar y tramitar permiso alguno ante el organismo encargado de la gestión y control del espectro radioeléctrico. Casos como el de permisos de uso del espectro para ser utilizado por determinado sector en servicios inalámbricos con redes privadas o la red de telecomunicaciones del Estado, constituyen un ejemplo de este tipo de permisos. Algunos otros son los relacionados con el uso libre de frecuencias como el que se destina para aplicaciones de uso particular tales como: BLUETOOTH, UWB, RFID, WLAN, WiFi entre otros.

En los casos mencionados anteriormente, le corresponde establecer al organismo encargado de la gestión, la reglamentación correspondiente de las condiciones técnicas esenciales para la operación de las frecuencias inscritas en el CNABF para los usos ya descritos.

Por la naturaleza del tipo de permisos otorgados, es necesario que se defina de manera explícita las frecuencias o bandas radioeléctricas que son objeto de la reglamentación y su destinación, los parámetros técnicos esenciales para la operación de las estaciones radioeléctricas, los derechos, deberes y obligaciones y la definición de que el espectro objeto de la reglamentación no goza de protección contra interferencias y su uso no tiene ningún costo. La Figura 15 ^[75] muestra el procedimiento para el otorgamiento de permisos para el uso general del espectro radioeléctrico.

2.9.6.2 Propósitos comerciales ^[76]

La utilización del espectro radioeléctrico con fines comerciales requiere de permisos por parte de los interesados en la prestación de servicios públicos o el ejercicio de actividades de telecomunicaciones.

Debido a la importancia que tiene este tipo de permisos para el sector de las comunicaciones y las claras diferencias con respecto al uso NO comercial del mismo, es necesaria la diferenciación en cuanto al régimen de gestión y control del espectro, ya que la diferencia de fundamentos y principios entre ambos esquemas, conlleva la reglamentación diferenciada así como la definición de procedimientos y condiciones económicas independientes en cada caso.

El espectro definido para usos comerciales adquiere un valor estratégico social, por lo que su destinación principal está enfocada a la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones, lo que hace necesario considerar esta situación para la tasación de las contraprestaciones a cargo de estos usuarios.

2.9.6.2.1 Uso del espectro radioeléctrico en la prestación de servicios de telecomunicaciones ^[77]

En algunos casos, el permiso para el uso del espectro radioeléctrico está incluido en el título habilitante que otorga la concesión para la prestación del servicio de telecomunicaciones. En otros casos el permiso para el uso del espectro es obtenido por medio de un acto administrativo independiente a la concesión del servicio o a la autorización de la red.

Los permisos para el uso del espectro radioeléctrico destinado a la prestación de servicios de telecomunicaciones, generalmente son otorgados a solicitud de parte, por selección objetiva o por mecanismos de subasta cuando el recurso es escaso o de alto interés comercial (Bandas Premium). Para este tipo de permisos, es conveniente seguir los siguientes direccionamientos:

La asignación de frecuencias o bandas de frecuencias se debe hacer a través de procedimientos que garanticen el acceso equitativo al espectro radioeléctrico.

Permitir el uso flexible del espectro radioeléctrico asignado, la gestión individual de dicho espectro, la introducción de nuevas aplicaciones o tecnologías que permitan atender las necesidades del mercado, entre otros.

Exigir el uso eficaz y eficiente del espectro asignado, brindar soluciones oportunas ante las interferencias detectadas y disponer de instrumentos eficientes para liberar el espectro en los casos que sea necesario.

Permitir el desarrollo del mercado secundario del espectro radioeléctrico que tengan disponible por el tiempo que no lo requieran o de la totalidad del espectro asignado en aquellas zonas geográficas donde el recurso no sea utilizado. La Figura 16 ^[78] muestra el procedimiento para el otorgamiento de permisos para el uso del espectro radioeléctrico en la prestación de los servicios de telecomunicaciones.

2.9.6.2.2 Uso del espectro radioeléctrico en el ejercicio de actividades de telecomunicaciones ^[79]

Este tipo de permisos está orientado a la autorización del uso del espectro asignado de manera particular a una persona natural o jurídica, para la instalación y operación de estaciones radioeléctricas para su uso exclusivo dentro del territorio nacional sin prestación de servicios de telecomunicaciones a terceros. Los permisos para actividades de telecomunicaciones son indispensables dentro de la organización del espectro radioeléctrico pues existen aplicaciones donde los usos resultan insustituibles por ahora, como es el caso de las redes y frecuencias utilizadas en el control de oleoductos, gasoductos, infraestructuras eléctricas como también para el establecimiento de comunicaciones donde las redes públicas no tienen cobertura.

Dado su carácter privado, su prelación en el acceso al espectro radioeléctrico está por detrás de las solicitudes de espectro de primera categoría y de aquellas solicitudes de permisos para uso comercial dando cumplimiento al principio que ordena preferir el interés general sobre el particular. La Figura 17 ^[80] muestra el procedimiento para el otorgamiento de permisos para el uso del espectro radioeléctrico en el ejercicio de actividades de telecomunicaciones.

2.9.6.3 Uso provisional del espectro radioeléctrico ^[81]

El organismo encargado de la gestión del espectro radioeléctrico debe considerar la expedición de un régimen específico para el otorgamiento de permisos de uso del espectro durante cortos periodos de tiempo (días, semanas o meses) con propósitos de pruebas, realización de experimentos, eventos especiales o para la investigación científica. La Figura 18 ^[82] muestra el procedimiento para el otorgamiento de permisos para el uso provisional del espectro radioeléctrico.

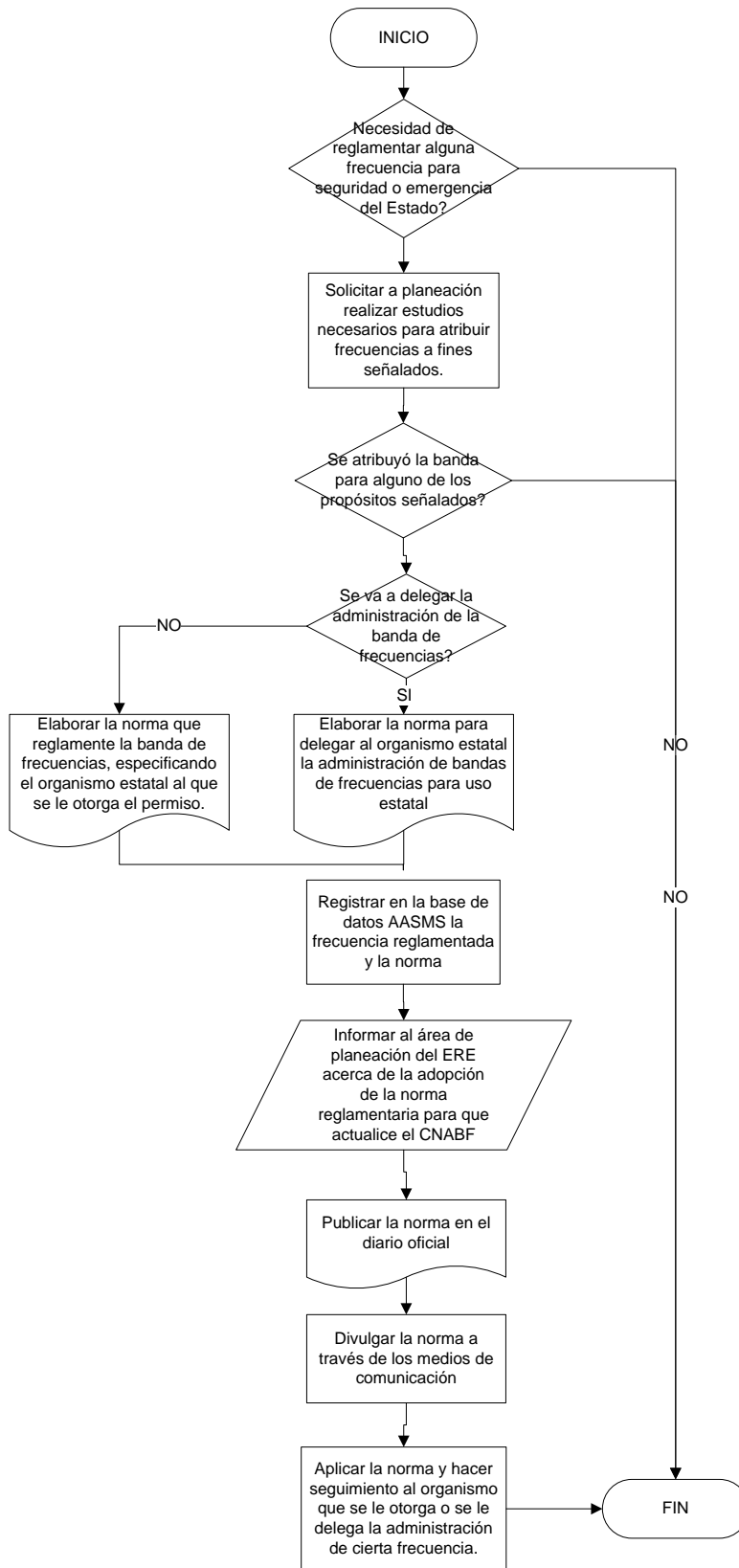


Figura 13. Permisos para el uso oficial o estatal del espectro.

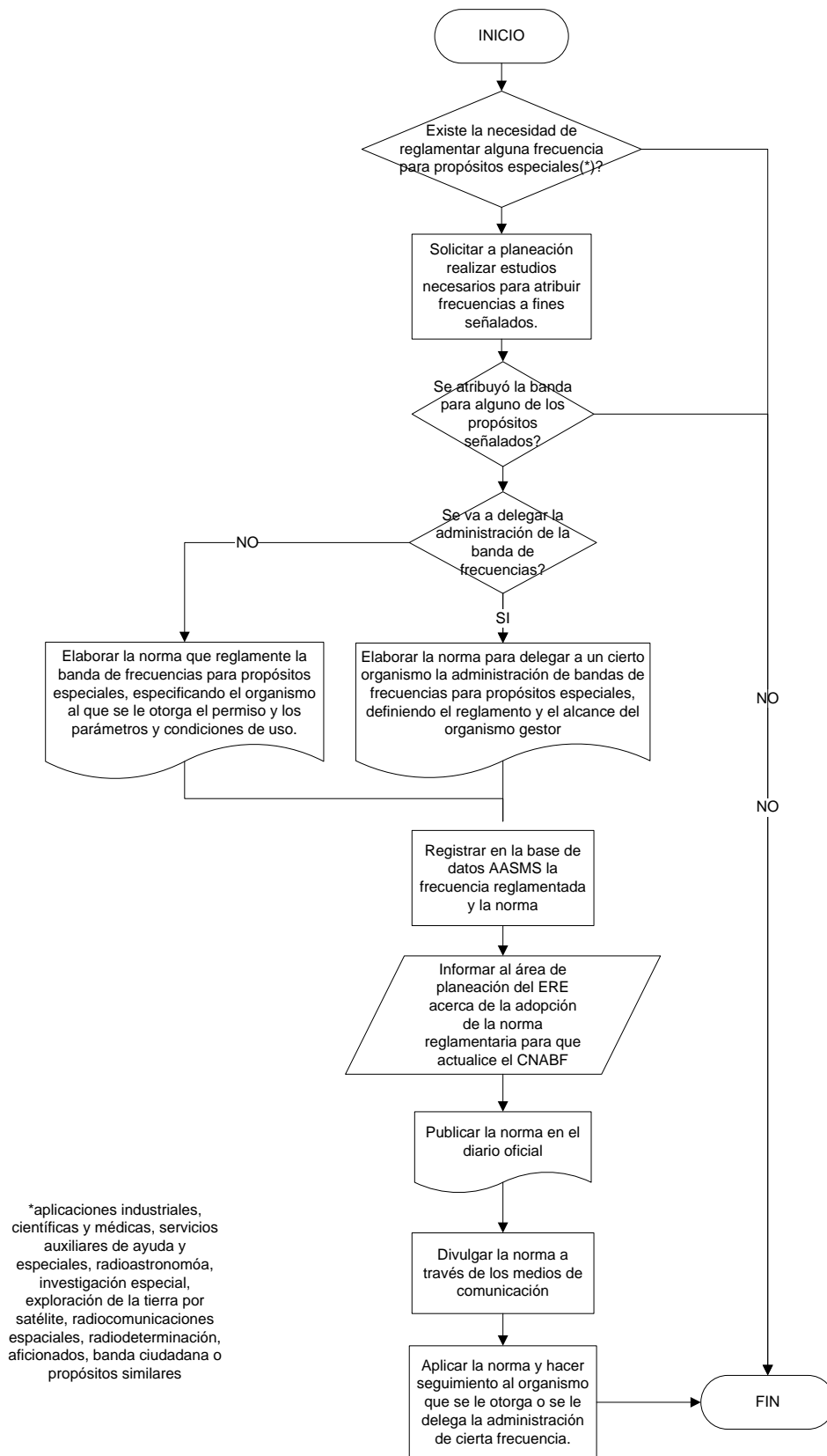


Figura 14. Permisos para el uso del espectro con propósitos especiales.

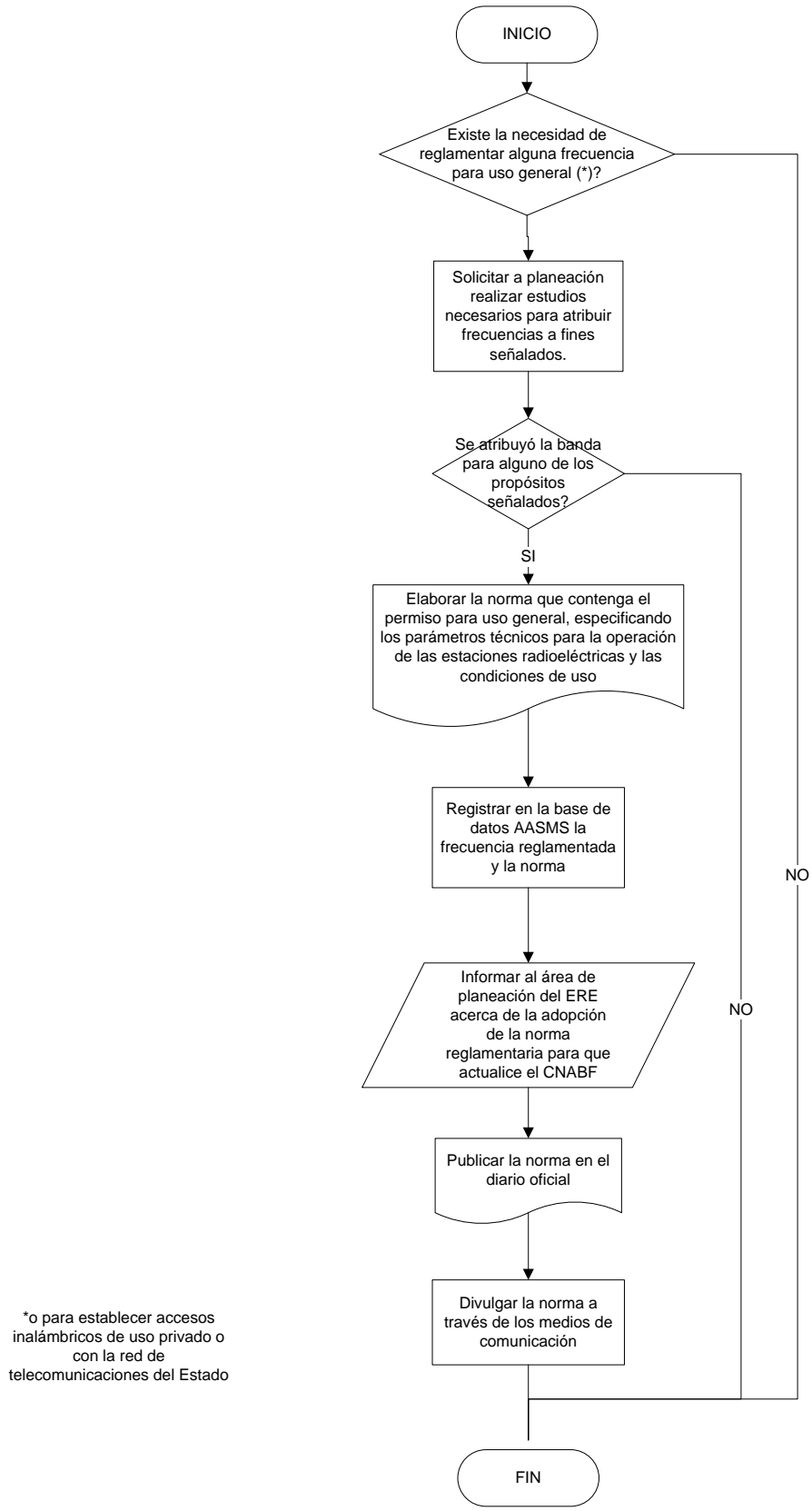


Figura 15. Permisos para el uso general del espectro.

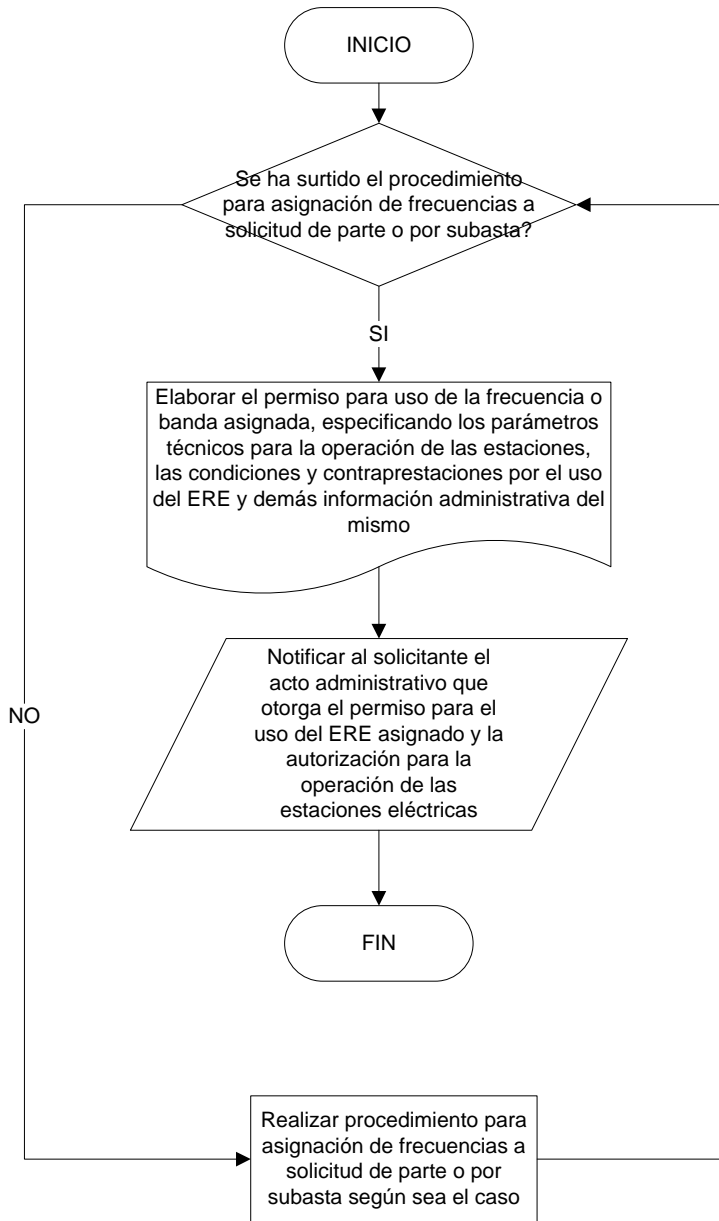


Figura 16. Permisos para el uso del espectro en la prestación de los servicios de telecomunicaciones.

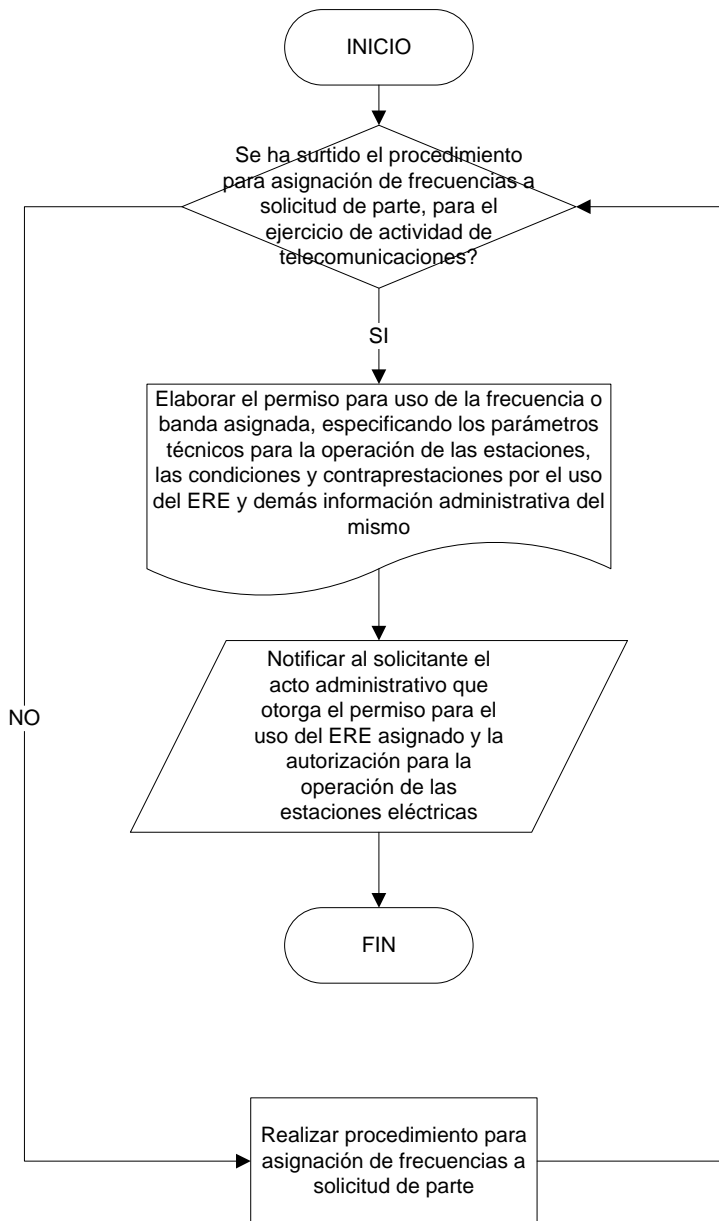


Figura 17. Permisos para el uso del espectro en el ejercicio de actividades de telecomunicaciones.

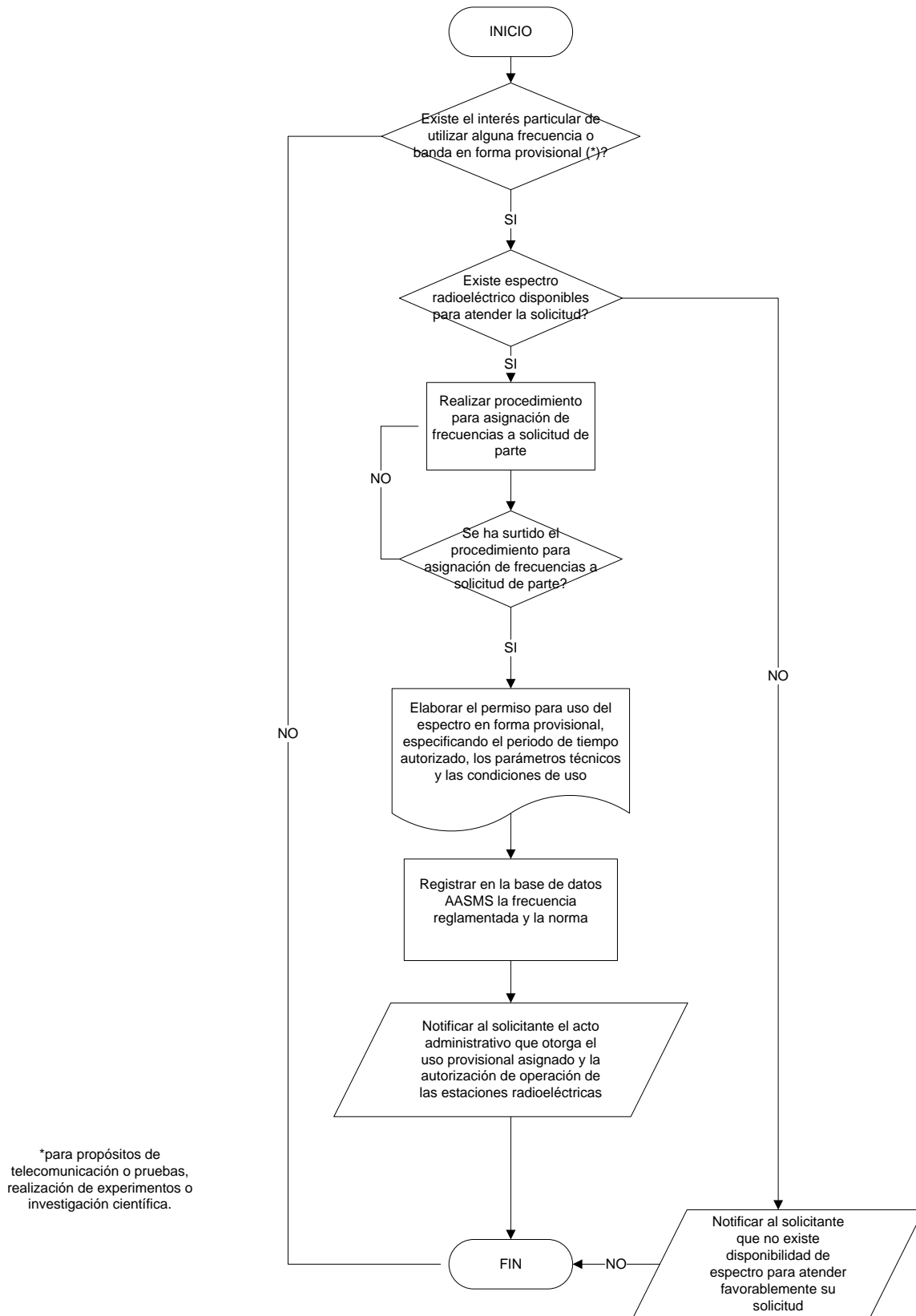


Figura 18. Permisos para el uso provisional del espectro radioeléctrico.

2.10 LA GESTIÓN BASADA EN PROCESOS ^[83]

Para hablar de procesos, se considera necesario definir el significado de esta palabra, para lo cual se cita la definición según la norma ISO 9001^[84].

Proceso: *“Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”.*

La gestión basada en procesos se encuentra enfocada en la obtención de resultados, de manera que tanto a nivel de proceso como de la organización en general, lo principal es el logro de los objetivos. Se puede entender como la iniciativa para identificar, definir y mantener los procesos en constante mejora por medio de la medición realizada y las acciones ejecutadas.

La metodología propuesta por dicho modelo, permite medir el rendimiento de cada una de las actividades realizadas en la organización a través de indicadores definidos para cada proceso, lo cual facilita la identificación oportuna de fallas y por lo tanto, la toma de acciones preventivas y correctivas, adaptando la práctica de mejora continua. Es por esto que la implementación y adaptación de este modelo en las organizaciones, se ha incluido como parte de su acción operativa, concentrándose en el entorno para conocer aspectos relacionados con la satisfacción del cliente y las necesidades del mercado y no solo en el funcionamiento interno de la empresa.

En las organizaciones donde se conserva el modelo tradicional la gestión está orientada hacia las áreas y departamentos que la componen, mientras que en la gestión basada en procesos, la orientación se dirige hacia la administración de los procesos sin importar cuantas áreas intervienen, así que la prioridad está en seguir el proceso y tomar decisiones basándose en los resultados, analizando los aspectos verdaderamente relevantes del proceso para mejorarlo constantemente.

La Tabla 12 ^[85] muestra un cuadro comparativo entre el sistema de gestión convencional y el sistema de gestión basado en procesos.

Tabla 12. Diferencias entre la gestión convencional y por procesos

| GESTIÓN CONVENCIONAL | GESTIÓN POR PROCESOS |
|---|--|
| Organización por departamentos o áreas | Organización orientada a los procesos. |
| Los departamentos condicionan la ejecución de las actividades. | Los procesos de valor añadido condicionan la ejecución de las actividades. |
| Autoridad basada en jefes departamentales. | Autoridad basada en los responsables de procesos. |
| Principio de jerarquía y control. | Principio de autonomía y de autocontrol. |
| Orientación interna de las actividades hacia el jefe o departamento. | Orientación externa hacia el cliente interno o externo. |
| Principios de burocracia, formalismo y centralización en la toma de decisiones. | Principios de eficiencia, flexibilidad y descentralización en la toma de decisiones. |
| Ejercicio del mando por control basado en la vigilancia. | Ejercicio del mando por excepción basado en el apoyo o la supervisión. |
| Principio de eficiencia: ser mas productivo. | Principio de eficiencia: ser mas competitivos. |
| Como hacer mejor lo que venimos haciendo. | Para quien lo hacemos y que debemos hacer. |
| Las mejoras tienen un ámbito limitado: El departamento. | Las mejoras tienen un ámbito transfuncional y generalizado: el proceso. |

Entre las principales ventajas que representa este modelo, se encuentra la reducción de costos asociados al tiempo y recursos desperdiciados en “re-procesos” (realizar repetidamente la misma actividad por diferentes áreas utilizando el doble de los recursos requeridos), ya que cada proceso está plenamente definido al igual que los recursos y responsables. De igual manera la flexibilidad obtenida del manejo por procesos, permite adecuar cualquiera de ellos cuando sea necesario, sin afectar todo el funcionamiento de la organización y todos los procesos, es decir, se pueden tomar decisiones orientadas a satisfacer las condiciones exigidas por el mercado.

El cambio de enfoque hacia una gestión basada en procesos, puede resultar en un mayor sentido de pertenencia entre las personas involucradas en el desarrollo del proyecto y durante el periodo de sensibilización, ya que se crea consciencia de la importancia de “su proceso” en la prestación del servicio. Debido a la gran acogida de este modelo, cada vez hay mayor cantidad de fuentes de información que facilitarán la actualización constante de las empresas que lo implementan ^[86].

En la gestión por procesos, las actividades se clasifican y analizan como parte de un proceso en el cual todas se encuentran relacionadas y no son analizadas de

manera individual, lo que permite tomar decisiones teniendo en cuenta todo un conjunto de actividades y no actividades aisladas. En la adopción de este enfoque, se documentan los procesos, se asignan unos responsables y se plantea un seguimiento frecuente para su mejora. Al encontrarse documentados los procesos, se encuentra implícita la estandarización de los mismos, lo cual se verá reflejado en la calidad del producto o servicio.

2.10.1 HACIA UN SISTEMA DE GESTIÓN BASADO EN PROCESOS ^[83]

A continuación se listan los pasos básicos que se deben tener en cuenta para la transición de un sistema convencional a un sistema de gestión basado en procesos:

1. Identificar los procesos que intervienen en el sistema de gestión, sus interrelaciones y la secuencia de los mismos:

Este puede considerarse el paso principal para la migración de un sistema de gestión tradicional a un sistema de gestión basado en procesos, el cual permitirá conocer de manera fácil y práctica la misión de la organización. Durante la ejecución de este paso se logra también la clasificación de los procesos en 4 categorías (estratégicos, operativos, de soporte y de mejora) dependiendo de su función.

- a. **Procesos Estratégicos:** Conocidos también como gerenciales. Son los relacionados con las responsabilidades de la alta dirección. Entre ellos se clasifican los procesos de definición de políticas y normas y decisiones estratégicas para la organización (principalmente en el mediano y largo plazo).
- b. **Procesos Operativos:** También llamados procesos clave o misionales. Se clasifican en esta categoría todos los procesos directamente relacionados

con la fabricación de un producto y/o la prestación de un servicio. Son los procesos del núcleo del negocio y que se realizan día tras día.

- c. **Procesos de Soporte:** Conocidos también como procesos de apoyo. Son aquellos que se encargan de brindar el soporte para que los procesos operativos se puedan ejecutar de manera regular. Están asociados principalmente a la administración y optimización de recursos (financieros, humanos, etc.).

- d. **Procesos de Medición, Análisis y Mejora:** Esta categoría abarca los procesos orientados a garantizar la satisfacción del cliente o de las necesidades del mercado. Con base en los resultados obtenidos de estos procesos, se toman las decisiones que permiten mantener el proceso de mejora continua.

Una vez definidos todos los procesos y sus interrelaciones, se procede a la elaboración del mapa de procesos, el cual es considerado como la forma gráfica de visualización de los procesos de la organización. Existen diversos modelos de mapas de procesos, sin embargo cada organización puede elaborarlo de manera tal que se facilite su comprensión al interior de la empresa (existen mapas genéricos que proveen bases para la elaboración de los mapas de procesos, pero no hay una norma unificada para elaborarlos); lo más importante es que el mapa sea claro, que permita obtener una idea bastante clara de la actividad de la organización y que sea fácilmente entendible.

La Figura 19 ^[87] muestra el modelo genérico de un mapa de procesos. En la Figura 20 ^[87] se encuentra también un modelo genérico pero alineado con la propuesta de ISO 9001, que incluye el segmento de procesos de medición, análisis y mejora, en la cual se toma como prioridad la satisfacción del cliente y la constante medición que permite implementar acciones correctivas y preventivas.

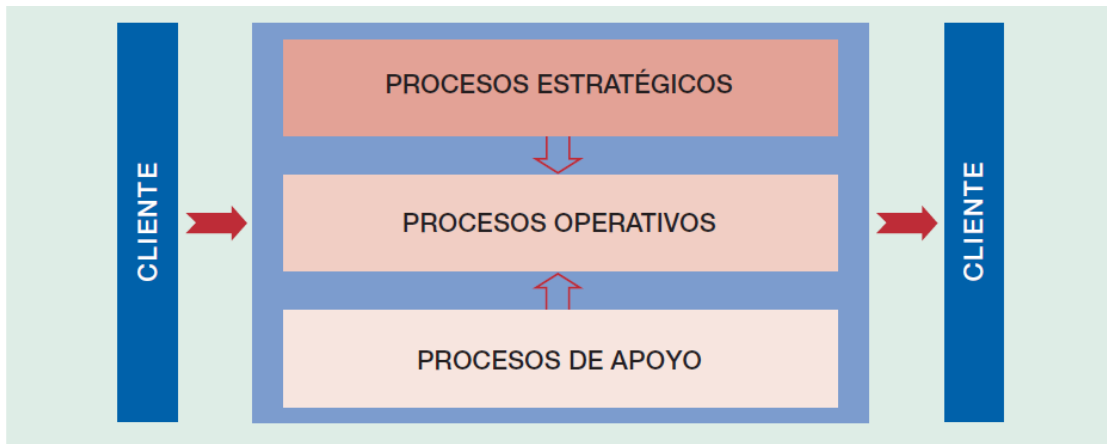


Figura 19. Mapa de Procesos genérico.

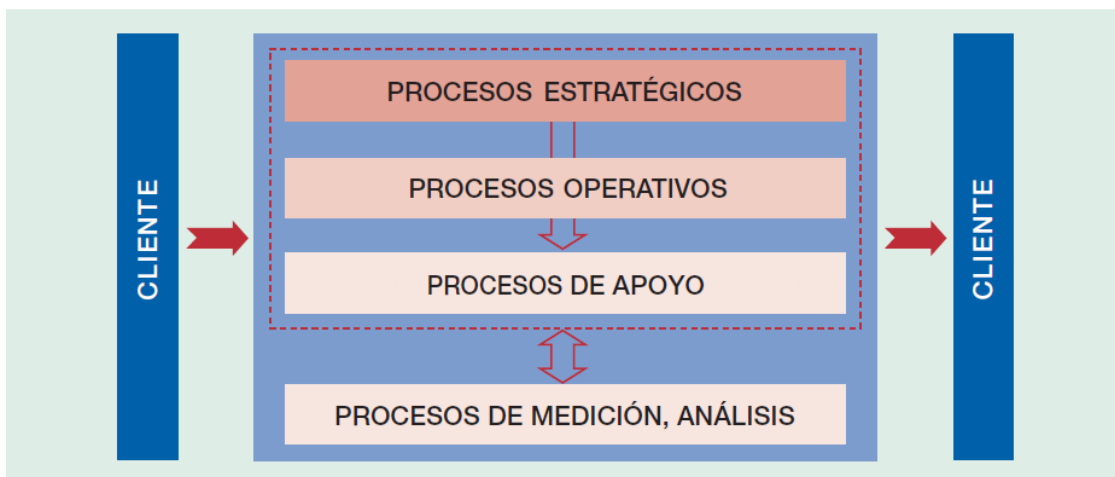


Figura 20. Mapa de procesos genérico. ISO 9001.

En ambos modelos se observa que tanto en la entrada como en la salida del proceso se indica la palabra “cliente”. Esto se debe a que todo proceso inicia por una necesidad o requerimiento de un cliente, usuario u otro proceso. En la entrada, esa necesidad o requerimiento define los objetivos o resultados que se esperan de dicho proceso y sirve como punto de referencia para analizar en cualquier momento del proceso si se está desarrollando adecuadamente para cumplir con la solicitud.

Cuando en las organizaciones están contemplados los procesos de medición, análisis y mejora, se comparan los resultados obtenidos con los esperados para determinar el nivel de cumplimiento y con base en esto tomar las medidas necesarias para garantizar la satisfacción del cliente y/o cumplimiento de los objetivos propuestos.

2. Describir y caracterizar los procesos y subprocessos.

En este paso se busca llegar al detalle de cada uno de los procesos, con el fin de tener conocimiento de sus características y así facilitar el diseño del plan de seguimiento y control. Como resultado de este paso se obtienen dos archivos relevantes por proceso que son:

- **El diagrama del proceso:** Representa de manera gráfica las actividades e interrelaciones del proceso. En este diagrama se identifican fácilmente las actividades que componen el proceso y el responsable de cada una de ellas.
- **La ficha del proceso** ^[88]: La ficha del proceso es un cuadro que contiene la información relevante del proceso, de manera que permita conocerlo rápidamente e identificar las variables de control y los aspectos a tener en cuenta para diseñar un plan de seguimiento. En ella se incluye toda la información para gestionar y definir las acciones de mejora. Dentro de la ficha del proceso se indican datos relevantes como el dueño del proceso, el alcance, las entradas y las salidas. La ficha del proceso contiene la siguiente información:
 - **Proceso:** En este espacio se indica el nombre del proceso.
 - **Propietario:** Es la persona o área responsable del correcto funcionamiento del proceso y de que se alcancen los resultados esperados. Debe tener capacidad de decisión en todos los aspectos relacionados con el proceso.
 - **Misión:** Es la razón de ser del proceso.

- **Alcance:** En este campo se define el inicio y fin del proceso, para conocer toda su extensión.
 - **Entradas:** Son todos los disparadores (acciones o situaciones) que dan inicio al proceso.
 - **Proveedores:** Son quienes dan las entradas.
 - **Salidas:** Los resultados obtenidos del proceso.
- **Clientes:** Quienes reciben las salidas.
- **Inspecciones:** Actividades realizadas para control del proceso.
- **Registros:** Son todos los documentos y/o registros vinculados al proceso.
- **Variables de control:** Son aquellos parámetros susceptibles de modificación para beneficio del proceso.
- **Indicadores:** En este campo se incluyen los indicadores definidos para el proceso, los cuales serán evaluados cada determinado tiempo para conocer el nivel de cumplimiento del proceso.

3. Realizar el seguimiento y medición de cada uno de los procesos para conocer el resultado obtenido.

Una de las principales bases del enfoque basado en procesos, es la realización del seguimiento constante para verificar que los resultados obtenidos coincidan con los esperados y con base en los indicadores, tomar decisiones para canalizar las mejoras.

Como factor clave para medir y seguir los procesos, se hace indispensable la definición de indicadores que permitan conocer si la eficiencia y capacidad de un proceso son las adecuadas y requeridas para obtener los resultados esperados.

Para definir correctamente los indicadores de un proceso, es necesario conocer en detalle la misión del proceso, al igual que los resultados que se esperan

obtener y los niveles adecuados dentro de los cuales debería encontrarse cada indicador. Para cada indicador se debe hacer una socialización en donde queden claros datos relevantes como: la forma de calcularlo, la frecuencia de aplicación del indicador y los resultados esperados. Es recomendable alimentar un archivo con el histórico de los resultados obtenidos cada vez que se aplique y analice un indicador, para conocer su comportamiento en el tiempo.

4. Ejecutar las acciones de mejora.

Cuando se adopta el enfoque de gestión por procesos en una organización, el paso definitivo para orientarse hacia la eficiencia, consiste en ejecutar acciones de mejora; llevar a cabo el paso anterior (seguimiento) y no tomar medidas para redirigir y mejorar lo que se logra identificar como una falla, es dejar inconcluso un ciclo y desperdiciar recursos en una actividad que no representará beneficio alguno.

Es en este paso donde deben definirse las acciones de mejora que se llevarán a cabo para cada proceso, con base en la información obtenida en el seguimiento.

La metodología más conocida y comúnmente utilizada para alcanzar la mejora de los procesos, es la PHVA ^[89] (planear, hacer, verificar, actuar).

Esta metodología consiste en planear las actividades, ejecutarlas según las directrices indicadas por la planeación y posteriormente hacer seguimiento para garantizar que se estén ejecutando en la forma adecuada. A pesar del tiempo dedicado a la etapa de planeación, es posible que los resultados no sean los esperados, por eso es importante con base en las oportunidades de mejora evidenciadas, tomar las medidas correspondientes para retomar el curso planteado inicialmente (actuar).

3. MODELO PROPUESTO

Con base en las definiciones anteriores y la contextualización de los procesos asociados en la gestión del espectro radioeléctrico se presenta el siguiente modelo de gestión del espectro en Colombia bajo un enfoque basado en procesos.

El modelo toma como referencia las funciones identificadas en la gestión del espectro radioeléctrico a cargo del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones con el apoyo de la Agencia Nacional del Espectro. Estas funciones son llevadas hacia un esquema basado en procesos con el que se pretende tomar las mejores prácticas de este tipo de enfoque y relacionarlas con la gestión del espectro radioeléctrico, enfatizando en el proceso de asignación de frecuencias.

3.1 ELEMENTOS CONSIDERADOS

Las organizaciones que gestionan sus actividades haciendo uso de un modelo basado en procesos, obtienen resultados eficientes y la ventaja de mantener en continua mejora sus procesos.

La presente propuesta presenta un modelo basado en procesos para realizar la gestión del espectro radioeléctrico en Colombia.

Actualmente las actividades que comprende la gestión del espectro radioeléctrico en Colombia, son realizadas por las dos entidades que comparten responsabilidades para dicha labor (MinTIC con el apoyo de la ANE); en el modelo propuesto son tenidas en cuenta todas las actividades de ambas entidades, que se encuentran relacionadas con la gestión del espectro.

La ANE es una entidad creada para apoyar al MinTIC en el desarrollo de todas las actividades relacionadas con el soporte técnico y la ingeniería del espectro. Es por esta razón que todas las funciones de la ANE están relacionadas con el espectro, mientras que el MinTIC maneja diversos temas relacionados con tecnologías de la

información y las comunicaciones más allá de la gestión del espectro radioeléctrico.

Las actividades de gestión realizadas por la ANE, están orientadas principalmente a brindar apoyo y soporte técnico para trámites del MinTIC que requieran un estudio de ingeniería, validación de parámetros técnicos, etc.

El primer paso considerado para la elaboración de este modelo, consistió en la identificación de las funciones realizadas por MinTIC y la ANE, separadas por dependencia. Esta fue la fuente principal para iniciar la identificación de los procesos de gestión del espectro radioeléctrico.

Tomando como base un mapa de procesos genérico, se agruparon las funciones de ambas entidades (MinTIC y ANE) según la relación que tuvieran con cada uno de los procesos generales y se clasificaron los procesos en gerenciales, operativos, de soporte y de medición, análisis y mejora.

Una vez agrupadas las actividades con respecto a los procesos, se procedió a la elaboración del mapa.

3.2 MAPA DE PROCESOS PARA LA GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN COLOMBIA

La Figura 21 muestra el mapa de procesos propuesto para la gestión del espectro radioeléctrico en Colombia. A continuación se detallan cada uno de los procesos relacionados en el mapa.

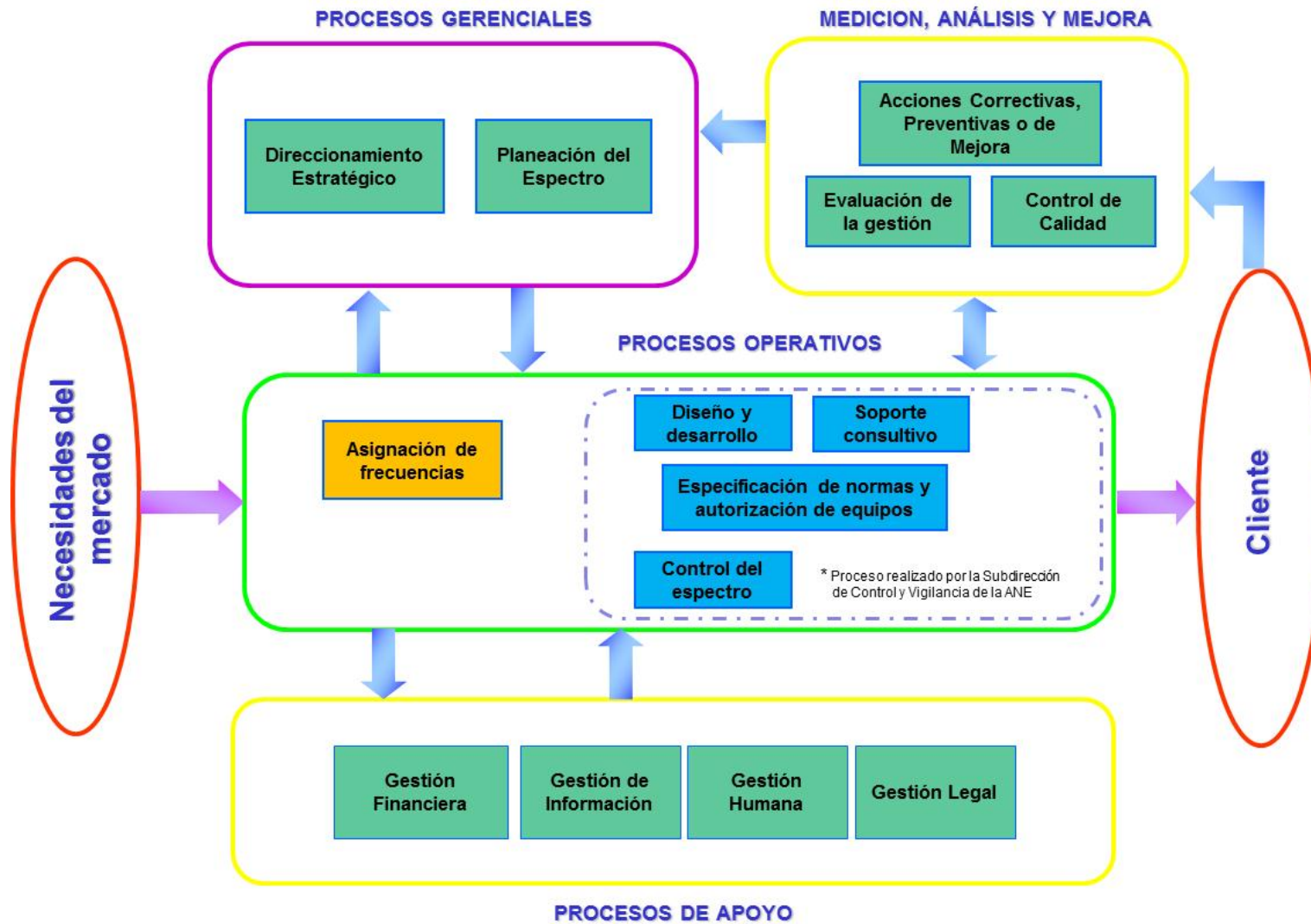


Figura 21. Mapa de procesos para la gestión del espectro radioeléctrico en Colombia

3.2.1 DETALLE DEL MAPA DE PROCESOS

a. Procesos gerenciales

- i. **Direccionamiento estratégico:** Dentro de este proceso se encuentran todas las actividades relacionadas con definición, elaboración y aprobación de políticas, planes y estrategias relacionadas con el uso del espectro radioeléctrico.
- ii. **Planeación del espectro radioeléctrico:** Este proceso podría estar incluido dentro de direccionamiento estratégico, pero por su alto impacto e importancia para el aseguramiento de disponibilidad de espectro para las necesidades futuras, se consideró como un proceso independiente.

b. Procesos operativos

- i. **Asignación:** Este es considerado el proceso más importante de la gestión del espectro por ser del que depende la disponibilidad de espectro y el aprovechamiento de manera eficiente de este recurso tan limitado.
- ii. **Control del espectro radioeléctrico:** Las actividades concernientes a este proceso, son realizadas por la Subdirección de Control y Vigilancia de la ANE. Dentro de este proceso, se consideran los siguientes dos subprocesos:
 - **Inspecciones:** En este subproceso se realizan las labores orientadas a la identificación de irregularidades en el uso de las frecuencias asignadas, de equipos no autorizados y en general la identificación del incumplimiento de normas para la operación regular por parte de los autorizados para hacer uso del espectro.
 - **Comprobación técnica:** En este subproceso se identifican las fuentes de interferencia y transmisores ilegales.
- iii. **Diseño y desarrollo:** En el proceso de diseño y desarrollo, se realizan estudios e investigaciones para proponer métodos de optimización del espectro radioeléctrico con el fin de garantizar el mayor aprovechamiento.

- iv. **Soporte consultivo:** La gestión del espectro radioeléctrico requiere de un fuerte soporte técnico para la evaluación de las opciones y capacidades de equipos, elaboración y planteamiento de normas.
- v. **Especificación de normas y autorización de equipos:** Este proceso realizado por la ANE, hace referencia a la generación de normas técnicas que deben cumplir los equipos para poder operar dentro de una banda de frecuencias.

c. Procesos de apoyo

- i. **Gestión financiera:** Dentro de este proceso se consideran todas las actividades relacionadas con los presupuestos y el velar por el cumplimiento de los mismos durante la fase de ejecución de los proyectos.
- ii. **Gestión humana:** En este proceso están contempladas todas las actividades relacionadas con la administración del personal (selección, evaluaciones de desempeño, y coordinación) y los manuales de funciones.
- iii. **Gestión de la información:** Dentro de este proceso se incluyen todas las actividades relacionadas con la seguridad, disponibilidad y fluidez de la información.
- iv. **Gestión legal:** En este proceso se consideran todas las actividades de tipo jurídico como: procedimientos legales, contratación, convocatorias y en general todas las actividades que requieran asesoría legal.

d. Procesos de medición, análisis y mejora

- i. **Acciones correctivas, preventivas o de mejora:** Este proceso está ligado directamente con el plan de seguimiento y mejora, ya que de él se derivan las acciones a tomar.
- ii. **Evaluación de la gestión:** Actividades orientadas a evaluar el desempeño de cada área o dependencia con el fin de tomar las medidas necesarias para optimizar su gestión.

- iii. **Control de calidad:** Dentro de este proceso se mide la satisfacción del cliente o de las necesidades del mercado. Todas las actividades realizadas en la empresa tienen impacto en la calidad percibida por el cliente y por lo tanto en su nivel de satisfacción.

Como entrada en el mapa de procesos propuesto para la gestión del espectro, se encuentran las “Necesidades del mercado”. Este enunciado comprende todos los aspectos relevantes que impliquen un objetivo para la gestión del espectro. La gestión del espectro radioeléctrico está orientada principalmente a garantizar la disponibilidad de este recurso para las necesidades actuales y futuras, pero también para garantizar que el recurso sea aprovechado de manera eficiente y los servicios de comunicaciones prestados sean de excelente calidad.

La gestión del espectro debe ser tal que incentive el desarrollo de nuevas tecnologías y aplicaciones, ofreciendo soluciones innovadoras e incrementando alcances y coberturas para zonas aisladas. La salida del mapa corresponde al “Cliente”, quien a través de la medición de su satisfacción y el cumplimiento de sus expectativas, contribuirá en la toma de las acciones que permitirán el ajuste de los procesos para mejorar los resultados.

3.3 FICHA DEL PROCESO DE ASIGNACIÓN

Como se mencionó anteriormente, en este trabajo se identifican los procesos de la gestión del espectro en general. Sin embargo, el interés principal está concentrado en el proceso de asignación, razón por la cual solo se presenta la ficha para dicho proceso. Cabe aclarar que regularmente se realizan las fichas para todos los procesos incluidos en el mapa.

En la Tabla 13 ^[90] se describe cada uno de los campos incluidos en la ficha.

Tabla 13. Ficha del proceso de asignación del espectro radioeléctrico

| FICHA DEL PROCESO DE ASIGNACIÓN DE ESPECTRO RADIOELÉCTRICO | |
|---|---|
| PROCESO: ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS | PROPIETARIO: Área de administración de frecuencias |
| MISIÓN: Realizar y/o coordinar los análisis necesarios para seleccionar las frecuencias más adecuadas para los sistemas de radiocomunicaciones y coordinar las asignaciones proyectadas con las existentes. Evitar la interferencia entre servicios. | |
| ALCANCE | |
| Empieza: Cuando alguien realiza una solicitud de una frecuencia o banda de frecuencias al MinTIC. Cuando alguna frecuencia o banda de frecuencias requiere ser asignada por subasta. | |
| Incluye: Solicitud, estudios de ingeniería, análisis de interferencia, asignación, licencia. | |
| Termina: Con la aprobación del uso de la frecuencia o la negación del mismo. | |
| ENTRADAS: Necesidad del solicitante. Información del área de planeación. | |
| PROVEEDORES: Solicitante, área de administración de frecuencias, área de planeación, ingeniería del espectro radioeléctrico. | |
| SALIDAS: Documento de autorización de licencia, resultado de análisis de interferencias. | |
| CLIENTES: Solicitantes. Proveedores de Redes y Servicios (PRS). | |
| INSPECCIONES: Inspección de las estaciones radioeléctricas para verificar su frecuencia de funcionamiento. | REGISTROS: Base de datos de asignaciones |
| VARIABLES DE CONTROL: | INDICADORES: |
| Capacidad Operativa | Ocupación del espectro radioeléctrico |
| Definición de Procedimientos | Espectro Asignado vs N° Usuarios Trunking |
| Política Comercial y de Precios | Espectro Asignado vs Tarifa Móvil Celular |

Algunos de los conceptos incluidos en la ficha del proceso de asignación de frecuencias, se describen a continuación ^[60]:

- Área de administración de frecuencias (Propietario). Esta es un área del MinTIC, cuyas funciones principales son:
 - Registro y clasificación de la información contenida en las solicitudes.
 - Tramitar las solicitudes de asignación.

- Asignación de frecuencias.
 - Expedición de permisos y registro de los mismos.
 - Coordinación nacional e internacional de las asignaciones.
 - Aplicación de las tasas y contraprestaciones.
 - Aplicación de los procesos administrativos para el racional y correcto uso del espectro radioeléctrico.
- Área de planeación: Tanto la ANE como el MinTIC cuentan con un área de dedicada a la planeación del espectro radioeléctrico (la ANE totalmente orientada a la parte técnica); con base en la **información** (sirve como entrada para el proceso de asignación, ya que con base en esto es posible que el MinTIC inicie el proceso en el momento que lo considere oportuno) obtenida de trabajos investigativos realizados por estas áreas, se pueden tomar decisiones acerca del espectro disponible para asignar actualmente, teniendo las consideraciones necesarias para que haya espectro disponible para las aplicaciones desarrolladas a futuro.
 - Análisis de interferencias: Es un análisis realizado por el departamento de ingeniería de la ANE, para determinar que el solicitante pueda contar con la calidad mínima del servicio requerido y que la asignación de una frecuencia no repercuta en perjuicio para los demás usuarios de aplicaciones en el espectro.
 - Inspección de las estaciones radioeléctricas: Como parte del control para garantizar el correcto uso del espectro por parte de los usuarios asignados, la ANE realiza inspecciones a las estaciones radioeléctricas (de carácter técnico), con el fin de confirmar que estén operando en las frecuencias autorizadas.
 - Base de datos de asignaciones: Es una base de datos en la que se acumula toda la información relacionada con el proceso de asignación, tal como las solicitudes (Entidad o persona que solicita, banda de frecuencia solicitada, uso de la frecuencia, etc.), estado de cartera de los solicitantes y

usuarios activos, información de los análisis realizados por el área de ingeniería, frecuencias asignadas actualmente, el cuadro de atribución de bandas de frecuencia y en general toda la información requerida y utilizada durante el proceso.

3.3.1 INDICADORES PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PROCESO DE ASIGNACIÓN

“Un indicador es un soporte de información (habitualmente expresión numérica) que representa una magnitud, de manera que a través del análisis del mismo se permite la toma de decisiones sobre los parámetros de actuación (variables de control asociados) ^[91]”.

Con base en la definición anterior, a continuación se describen tres (3) indicadores planteados para el seguimiento y control del proceso de asignación de espectro. Algunos están basados en recomendaciones de la ITU-R y otros se fundamentan en los indicadores descritos en el manual para la recopilación de datos administrativos de las telecomunicaciones y de las TIC de la ITU ^[92].

- **Ocupación del espectro radioeléctrico.** La Recomendación UIT-R SM.1880 de 2011 ^[93], describe el procedimiento para las mediciones de la ocupación del espectro radioeléctrico asignado. Tal como lo describe el documento de la ITU “La ocupación de canales de frecuencia así como la ocupación de las bandas de frecuencias debe tener un cierto nivel de precisión para que puedan compararse o fusionarse si es necesario. Utilizando la técnica y los métodos adecuados es posible lograr un empleo más eficaz de los equipos existentes” ^[94]. Se busca a través de este indicador, determinar del grado de eficacia de la utilización del espectro, por medio de la comparación de los resultados obtenidos en las mediciones versus la información obtenida de las bases de datos sobre las frecuencias asignadas.

- **Espectro Asignado vs Número de Usuarios Trunking.** El acceso troncalizado o Trunking, corresponde al proceso de compartir un número limitado de canales radioeléctricos entre los abonados del sistema, de manera que puedan acceder -de forma automática- cualquier canal que no esté en uso ^[95]. El número de canales asignados, de acuerdo al otorgamiento de permisos de uso del espectro para el servicio Trunking, deberá reflejar el aprovechamiento del recurso asignado por parte de las empresas que prestan servicios utilizando sistemas de acceso troncalizado. De acuerdo a la tendencia y proyecciones del mercado, el número de abonados debe incrementarse en la medida que se asigna más espectro.
- **Espectro Asignado vs Tarifa Móvil Celular.** El indicador relacionado con la tarifas de servicios móviles celulares (detallado en el manual de la ITU) debe evidenciar la influencia que tiene el aumento en la cantidad de abonados sobre los precios de la TMC y el servicio de banda ancha móvil. Se espera que los precios de los servicios disminuyan en la medida que se asigna más espectro.

3.4 PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL ^[96]

La Norma ISO 9001:2008 define: “La organización debe aplicar métodos apropiados para el seguimiento, y cuando sea aplicable, la medición de los procesos del sistema de gestión de la calidad. Estos métodos deben demostrar la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planificados. Cuando no se alcancen los resultados planificados, deben llevarse a cabo correcciones y acciones correctivas, según sea conveniente” ^[97].

Para conocer los resultados del proceso, se debe llevar a cabo un seguimiento y control con el fin de evaluar si se están cumpliendo los objetivos establecidos. Este seguimiento y control, debe servir para la evaluación de la capacidad y eficacia de los procesos. Lo que se busca es que la toma de decisiones esté respaldada por datos obtenidos a través de mediciones precisas y objetivas.

El análisis de los resultados del proceso obtenidos a través de los indicadores propuestos permitirá conocer si se alcanzaron los resultados esperados. En caso de no ser así, se tomarán las decisiones sobre las variables de control, con lo que se busca el cambio en las tendencias y comportamientos del proceso y por lo tanto, de los indicadores.

3.4.1 FORMALIZACIÓN DE LOS INDICADORES PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL

Con base en las descripciones anteriores, se presentan las tablas ^[46] donde se formalizan cada uno de los indicadores considerados para el proceso de asignación de espectro radioeléctrico. Cabe precisar que las cifras propuestas para la medición de los indicadores, corresponden al criterio de los autores y son planteadas como referencia para el ejercicio netamente académico de explicar los alcances de este modelo.

La información consignada en cada tabla especifica el Resultado Planificado, el cual corresponde a la meta que se desea alcanzar para garantizar la efectividad del proceso de asignación a través del indicador planteado. Dentro de la misma tabla se describe la Forma de Cálculo del indicador con la que se cuantifica el indicador con base en las Fuentes de Información de las cuales se obtendrán las cifras en consideración, que serán el insumo para la medición. Por último, se describe cual será el modelo para Seguimiento y Presentación de los resultados. En los Anexos A, B y C, se muestran los modelos para la presentación de la información clasificada y la representación gráfica que permitirá el seguimiento a los resultados obtenidos para los indicadores planteados. A partir de estos registros, se podrá analizar el proceso y tomar las decisiones que conduzcan a una mejora en el comportamiento del proceso.

En la Tabla 14 se describe el indicador **Ocupación del espectro radioeléctrico** en el cual se ha definido el valor de referencia del 80% como meta.

Tabla 14. Formalización del indicador Ocupación del espectro radioeléctrico

| Ministerio TIC | | PROCESO DE ASIGNACIÓN |
|---|---|--------------------------|
| FICHA DE INDICADOR | | REFERENCIA: INDICADOR 01 |
| RESULTADO PLANIFICADO | Garantizar la ocupación de por lo menos el 80% del espectro asignado con base en las mediciones de espectro y de acuerdo a la información obtenida de las bases de datos sobre las frecuencias asignadas. | |
| INDICADOR: Mediciones de la ocupación del espectro | | |
| FORMA DE CALCULO: (Espectro Medido / Espectro Asignado) * 100% | | |
| FUENTES DE INFORMACION: Ministerio TIC. ANE. | | |
| SEGUIMIENTO Y PRESENTACION: Informe semestral de los mediciones de espectro realizadas para determinar las ocupaciones de los canales asignados. Ver Anexo A. | | |

En la Tabla 15 se muestra el indicador **Espectro Asignado vs Número de Usuarios Trunking** en el cual se fija como meta un incremento mínimo del 1% en el número de nuevos usuarios del sistema de acceso troncalizado para un tiempo de medición de 2 años.

Tabla 15. Formalización del indicador Espectro Asignado vs N° de Usuarios Trunking

| Ministerio TIC | | PROCESO DE ASIGNACIÓN |
|--|---|--------------------------|
| FICHA DE INDICADOR | | REFERENCIA: INDICADOR 02 |
| RESULTADO PLANIFICADO | Garantizar el incremento del 1% sobre el total de abonados activos del sistema Trunking por cada 1 MHz de espectro radioeléctrico asignado en un plazo de 2 años. | |
| INDICADOR: Relación entre la cantidad de espectro asignado y el número de usuarios activos del sistema de acceso troncalizado (Trunking) | | |
| FORMA DE CÁLCULO: (Usuarios Reales en 2 años - Usuarios Actuales)/Usuarios Actuales * 100% Usuarios Proyectados = Usuarios Activos * 1.01 | | |
| FUENTES DE INFORMACIÓN: Ministerio TIC. CRC. ITU. | | |
| SEGUIMIENTO Y PRESENTACIÓN: Informe bienal (2 años) del incremento de usuarios activos de Trunking donde se especifican los valores alcanzados y el logro de las metas establecidas por el indicador. Ver Anexo B. | | |

La Tabla 16 describe el indicador **Espectro Asignado vs Tarifa Móvil Celular** cuya meta es la reducción del 8% en las tarifas de TMC en un plazo de 3 años.

Tabla 16. Formalización del indicador Espectro Asignado vs Tarifa Móvil Celular

| Ministerio TIC | | PROCESO DE ASIGNACIÓN |
|---|--|--------------------------|
| FICHA DE INDICADOR | | REFERENCIA: INDICADOR 03 |
| RESULTADO PLANIFICADO | Garantizar la reducción del 8% en las tarifas de TMC por cada 1 MHz de espectro radioeléctrico asignado en un plazo de 3 años. | |
| INDICADOR: Espectro Asignado vs Tarifa Móvil Celular | | |
| FORMA DE CALCULO: $(\text{Tarifa Real en 2 Años} - \text{Tarifa Actual}) / \text{Tarifa Actual} * 100\%$ Tarifa Proyectada = Tarifa Actual - (Tarifa Actual * 1.08) | | |
| FUENTES DE INFORMACION: Ministerio TIC. CRC. ITU. | | |
| SEGUIMIENTO Y PRESENTACION: Informe trianual (3 años) de las tarifas de TMC donde se muestran los valores alcanzados en función de las metas definidas por el indicador. Ver Anexo C. | | |

La consolidación de los resultados de los indicadores, se puede resumir como lo muestra la Tabla 17 ^[98]. En esta se muestra la meta planteada para ser comparada con el logro alcanzado en un periodo de tiempo o fecha específica en la que se realiza la medición. Es importante que se definan los lapsos de tiempos en los que se harán las observaciones para comparar la evolución de los indicadores propuestos y establecer los planes de mejora cuando las cifras obtenidas así lo determinen.

Tabla 17. Consolidación de resultados de los indicadores

| INDICADOR | | Meta | Logro Real | Fecha de Última Medición |
|-----------|--|------|------------|--------------------------|
| 01 | Mediciones de la ocupación del espectro | 80% | | |
| 02 | Espectro Asignado vs N° de Usuarios Trunking | > 1% | | |
| 03 | Espectro Asignado vs Tarifa Móvil Celular | < 8% | | |

Para ampliar la información sobre el control de los procesos el lector puede remitirse al documento Guía para una gestión basada en procesos ^[83].

3.5 PLAN DE MEJORA ^[99]

La Norma ISO 9001:2008 define “La organización debe mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad mediante el uso de la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorías, el análisis de datos, las acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección ^[100]”.

Los resultados recopilados por medio de los indicadores definidos para el proceso de asignación, serán el insumo para el análisis y la toma de decisiones que deriven en un mejor comportamiento del proceso. El análisis de la información obtenida permite identificar:

- Aquellos procesos que no alcanzan las metas establecidas
- Las situaciones donde existen oportunidades de mejora

Si los resultados muestran que no se han cumplido las metas fijadas para los indicadores, se deben tomar las medidas necesarias que garanticen el cumplimiento de dichas metas. Estas decisiones deberán ser adoptadas por el propietario del proceso mediante la manipulación de las variables de control establecidas en la ficha del proceso para la implementación del plan de mejora.

Por otra parte, aun cuando se alcanzan las metas establecidas, es posible evidenciar oportunidades de mejora para garantizar el sostenimiento y/o crecimiento continuo de los resultados de los indicadores.

Con la información obtenida de las características y tendencias del proceso, es posible evidenciar las oportunidades de mejora para el establecimiento de acciones preventivas y correctivas, que con base en el cumplimiento de los siguientes pasos clave ^[101], permita la elaboración de un plan de mejora.

- **Identificación del problema:** Consiste en identificar un problema o no conformidad (real o potencial), es decir, un problema ya existente o algo que implique una amenaza de convertirse en problema.

- **Identificación de las causas del problema:** Una vez determinado el problema, se procede con la identificación de las causas del mismo. La propuesta del plan de mejora consiste en atacar las causas de los problemas para evitar que se repitan y así contrarrestarlo totalmente, pues de no darse solución al problema, este podría presentarse de nuevo. Existen diversos y reconocidos métodos para la identificación de las causas del problema ^[102], como el diagrama causa–efecto (espina de pescado), la lluvia de ideas, el diagrama de Pareto, los 5 por qué, el análisis de barreras, entre otros. Luego de haber identificado todas las causas posibles que originan el problema, se deben priorizar teniendo en cuenta el impacto de cada una de ellas. Para ampliar información sobre otros métodos, el lector puede acudir a la referencia ^[102].
- **Crear el plan de acción a seguir:** Luego de priorizar las causas del problema, se deben proponer las acciones para atacar directamente esas causas y llegar de este modo a la resolución del problema.
- **Seguimiento del plan de acción:** Como resultado del paso anterior, se establecen tareas (acciones a tomar) para ser ejecutadas con el fin de dar solución al problema identificado. Como se plantean las tareas dentro de un “cronograma” (se indica una fecha estimada para cada una), posteriormente se debe realizar un seguimiento para garantizar el cumplimiento con base en las acciones propuestas dentro de los tiempos establecidos; el formato propuesto para consignar las acciones a tomar, también debe ser utilizado para consignar los resultados obtenidos en las fechas de seguimiento. Este paso permite valorar si las acciones tomadas fueron efectivas y/o si generaron los resultados esperados.

Bajo este esquema, se analizan dos (2) de los indicadores y se presenta el plan de mejora propuesto para cada uno. Dado el caso en el que las acciones tomadas no hayan mostrado resultados positivos, se debe iniciar de nuevo el procedimiento, identificando nuevas causas y acciones de mejora para aplicar.

3.5.1 PLAN DE MEJORA: INDICADOR OCUPACIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

Identificación del problema

La ocupación del espectro está por debajo de los valores asignados, lo que impide la utilización más eficaz del espectro de radiofrecuencias.

Detección de las principales causas del problema

- Asignaciones de espectro no ajustadas a la realidad de las necesidades de los usuarios y/o el mercado
- Obsolescencia de las bases de datos de las frecuencias asignadas
- Asignación de la misma frecuencia a más de un usuario para su utilización compartida

Selección de las acciones de mejora y planificación

Determinar las necesidades reales de las solicitudes de espectro al momento de las convocatorias y procesos de asignación, para garantizar que se entregarán los anchos de banda acordes con las tendencias en la demanda del recurso.

Establecer un plan continuo de registro y actualización de las bases de datos de frecuencias asignadas, para que los valores registrados sean lo más cercanos posibles a los obtenidos en los resultados de las mediciones.

Seguimiento

La efectividad del indicador podrá ser validada permitiendo que los valores obtenidos en las mediciones de ocupación del espectro sean el insumo para el registro de las bases de datos de frecuencias asignadas. Al realizar mediciones frecuentes se contará con información precisa y técnicamente avalada que permitirá construir el mapa de asignación de espectro para garantizar la disponibilidad del recurso ante el aumento constante de la demanda de servicios de radiocomunicaciones.

3.5.2 PLAN DE MEJORA: INDICADOR ESPECTRO ASIGNADO VS TARIFA MÓVIL CELULAR

Identificación del problema

No se logra la reducción en la tarifa de telefonía móvil celular de acuerdo a lo proyectado como consecuencia de la asignación de bloques de espectro radioeléctrico.

Detección de las principales causas del problema

- Política tarifaria para los servicios de TMC
- Bajo o nulo crecimiento de abonados de telefonía móvil celular
- Afectación del Retorno de la Inversión de los operadores de TMC

Selección de las acciones de mejora y planificación

Se deben examinar las políticas tarifarias para los servicios de TMC y revisar si están regulados por el mercado y podrían ser susceptibles a las condiciones que bajo esquemas de monopolio o duopolio afecten la libre competencia que impidan la reducción de tarifas. Estas acciones deben ir acompañadas de la supervisión de los entes competentes y autorizados para garantizar la transparencia.

El incremento de los abonados de TMC puede afectar la reducción de las tarifas, pues a medida que crece el número de clientes, los operadores pueden reducir sus costos operativos y ofrecer mejores tarifas a los usuarios. Es preciso remitirse al indicador que mide el crecimiento de abonados, para validar la relación que puede estar afectando el indicador de reducción de tarifas.

Los impuestos que el gobierno suele fijar sobre los servicios públicos y similares, afectan de manera directa las tarifas de la TMC. Se necesita que el gobierno o el ente legislador, busquen formas alternas de obtener recursos sin afectar un bien sustitutivo ^[103] como lo es la Telefonía Móvil Celular.

La asignación de espectro con el fin de ampliar la cobertura para incrementar el número de abonados y por ende apalancar la reducción de tarifas, implica como

primer paso el validar si la infraestructura con la que cuenta el operador es suficiente para sostener este crecimiento o si es necesario desplegar equipos y recursos que requieren una alta inversión de capital. El retorno de esta inversión podría convertirse en una restricción para la reducción de tarifas. En este sentido, los operadores deberán considerar todos estos factores para que sus inversiones les permitan alcanzar el retorno de la inversión en un periodo de tiempo alineado con los plazos establecidos para alcanzar las metas fijadas en el indicador.

Seguimiento

El seguimiento debe enfocarse en cada una de las acciones de mejora planteadas y en cada una de ellas intervienen diferentes actores. Para temas donde se involucran órganos legislativos y entes estatales, se requiere de la cooperación y el establecimiento de comisiones o grupos de trabajo, como es el caso de aquellas actividades relacionadas con temas de regulación del mercado e impuestos.

En aquellos casos donde se depende de capacidad operativa de los operadores celulares, se debe monitorear en un periodo de tiempo determinado, como evoluciona su cobertura, en qué proporción varía el número de abonados activos, y el impacto que estas variables tienen sobre sus tarifas.

4. VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Por medio de las opiniones de un panel de expertos, integrado por personas idóneas en el tema y conocedores de la dinámica de la gestión del espectro, se pone a consideración el modelo propuesto para que por medio de una encuesta, entreguen sus comentarios y la retroalimentación que permita hacer los ajustes y consolidar los resultados de este trabajo.

4.1 ENCUESTA PARA LA VALIDACIÓN DEL MODELO PROPUESTO

1. La gestión basada en procesos se definió como una iniciativa para identificar, definir y mantener los procesos en constante mejora por medio de la medición realizada y las acciones ejecutadas. ¿Consideran ustedes que este enfoque, tal como lo plantea el presenta trabajo, garantiza la eficiencia del proceso de asignación del espectro radioeléctrico?

2. ¿Cuáles serían las ventajas o desventajas de la aplicación de modelos como el planteado en este trabajo, para la gestión de procesos de alto impacto sobre el desarrollo económico y social de un país como Colombia, donde el despliegue de las TIC está en constante crecimiento pero donde aún queda mucho por cubrir, sobre todo en la población de bajos recursos?

3. El proceso de asignación tal como está definido en Colombia (a cargo del MinTIC con el apoyo de la ANE) sigue siendo de control exclusivo del estado, limitando al sector privado en el proceso de comentarios al momento de publicar las convocatorias de asignación. ¿Es viable delegar estas funciones, o al menos los estudios previos y planteamientos preliminares en manos de terceros que al vaivén de las necesidades del mercado y los desarrollos tecnológicos, puedan plantear opciones más enfocadas con la realidad del mercado?

4. En cuanto a la utilización de métodos de mercado: ¿Cuál sería la recomendación respecto al uso de mecanismos como subastas y el otorgamiento de permisos de compra y venta de los derechos de utilización del espectro durante el tiempo de vigencia de la licencia? ¿Cuál es la opinión frente al procedimiento de selección objetiva utilizado en la actualidad por el Ministerio TIC?

5. De los indicadores planteados, ¿Cual es el de mayor relevancia para medir la eficiencia del proceso de asignación? ¿Qué ajustes son necesarios para garantizar que el mismo refleje la realidad del sector?

5. CONCLUSIONES Y FUTURO TRABAJO

Los temas estudiados para el desarrollo del trabajo y el planteamiento de una propuesta basada en procesos para la gestión del espectro radioeléctrico, arrojan las conclusiones que se presentan a continuación:

- El desarrollo de este trabajo permitió confirmar la importancia de conocer herramientas y propuestas de modelos de gestión para identificar oportunidades de adaptación de las mismas al esquema de trabajo de una organización. Esto significa que sin importar el sistema de gestión que se esté manejando actualmente, siempre habrá la posibilidad de optimizarlo mediante la implementación de otros sistemas. La gestión basada en procesos es un enfoque cuya implementación es cada vez más común en las organizaciones; en este caso se aprovecharon las ventajas que representa para plantear la clasificación de los procesos de la gestión del espectro radioeléctrico, independientemente del número de entidades que intervengan en la misma.
- En la gestión del espectro es clave una política que incentive la entrada de nuevos participantes en el mercado de los servicios de telecomunicaciones y la competencia entre proveedores si se tiene como objetivo lograr el beneficio para el mayor número posible de usuarios. Cuando existe competencia, los proveedores se ven obligados a reducir los precios por sus servicios, logrando de esta manera que se masifique el acceso a las telecomunicaciones en general.
- Cada entidad encargada de gestionar el espectro, debe adoptar políticas flexibles que faciliten la adaptación rápida a un nuevo modelo de gestión o la realización de cambios en el actual. La gestión del espectro debe ser prioridad porque sin importar el nivel de desarrollo tecnológico, si no hay espectro disponible, se verá frenado el avance en el sector de las telecomunicaciones.

- Una inadecuada gestión del espectro, puede generar la sensación de escasez aún en condiciones donde realmente no es así; si el espectro está mal distribuido y hay exceso de “espacios en blanco” y de mayor tamaño al requerido, se pueden estar tomando decisiones con base en el escenario equivocado de indisponibilidad de espectro cuando posiblemente solo se requiera un reajuste en la distribución.
- Durante el desarrollo del presente trabajo se evidenció el riesgo que representa para un estado la indisponibilidad (real o artificial) de espectro radioeléctrico, de ahí la importancia de contar con un adecuado proceso de gestión que permita identificar a tiempo los factores de riesgo y optimizar el uso del recurso.
- Con el fin de reducir los problemas de interferencia (principalmente en las zonas fronterizas), realizar propuestas para acuerdos internacionales e incluso actualizar la información de la gestión realizada, los países dedican importantes recursos al proceso de coordinación internacional y a la participación en las convenciones programadas por la ITU.
- Se percibe un sentido de “urgencia” en el diseño de un plan que soporte el crecimiento apresurado de los desarrollos tecnológicos, incluyendo programas de reasignación y redistribución del espectro.
- Las limitaciones de tipo legal en la administración del espectro, impactan de manera radical el aprovechamiento del mismo. Si la potestad de asignación está en manos de una entidad diferente a la que realiza el estudio de factibilidad, el proceso carecerá de credibilidad por parte de los aspirantes a una frecuencia o banda de frecuencias, desincentivando la participación, por eso es de vital importancia la transparencia en los procesos de la gestión (principalmente en el de asignación) por parte del organismo regulador.
- Se reconoce que el éxito de un modelo de gestión está basado en la capacidad de integrarse con herramientas o adaptar propuestas que

permitan la introducción de cambios, facilitando la obtención de nuevos resultados, que sean más satisfactorios y un modelo orientado a la mejora.

- Con la adopción de un enfoque basado en procesos para la gestión del espectro radioeléctrico, se hace más fácil la transición a un nuevo esquema propuesto o la adaptación a los cambios cuando sea requerido, ya que no depende de una entidad (MinTIC o ANE en el caso colombiano) sino de áreas de proceso claramente definidas.
- La propuesta planteada en este trabajo es considerada un aporte a la gestión del espectro en Colombia no solo porque permitirá una identificación inmediata y clara de los procesos sino por el aporte en el seguimiento y control del proceso de asignación, lo que permitirá tomar acciones más oportunas con base en datos reales.
- Para la migración del esquema actual a un esquema de procesos, es parte fundamental la participación del factor humano que conoce el funcionamiento actual y lo que se debería mejorar; en gran parte el éxito de la implementación del modelo presentado, dependería de la participación activa en la fase de desarrollo del personal involucrado en la gestión del espectro y posteriormente de todo el personal de las entidades encargadas para una etapa de socialización del modelo.
- Se considera oportuno anotar que la propuesta realizada en este trabajo, constituye un paso inicial para el cambio de esquema en la gestión del espectro radioeléctrico en Colombia, porque el crecimiento acelerado de la tecnología exige la preparación que facilite la toma de decisiones de manera rápida y eficiente, sin embargo a partir de esta propuesta se pueden generar muchas otras que la complementen y mejoren en el desarrollo de un trabajo futuro.

Como continuación del trabajo iniciado con esta propuesta, se plantean las siguientes opciones para el desarrollo de futuras tesis en esta línea de estudio.

- Desarrollar el procedimiento planteado para el proceso de asignación (Elaboración de la ficha de proceso, diagrama de proceso, plan de seguimiento, etc.), para todos los demás procesos identificados en el MOP (Mapa de procesos), con el fin de complementar la propuesta de gestión basada en procesos para la gestión del espectro radioeléctrico.
- Desarrollar una herramienta o modelo de toma de decisiones que permita agilizar el proceso de asignación, el cual tenga en cuenta todos los criterios relevantes y realice una priorización de las solicitudes recibidas.
- Realizar una encuesta de percepción de la gestión del espectro y recomendaciones entre los entes y personas del sector (proveedores de servicios), con el fin de conocer la imagen que se está proyectando y en lo que se puede mejorar la gestión del espectro. Esto permitirá conocer en qué medida están quedando satisfechas las necesidades de los usuarios.
- Validar el esquema de asignación de espectro donde se de cabida a la participación de empresas privadas y públicas del sector de las telecomunicaciones para que a partir de sus experiencias y necesidades, planteen esquemas de gestión más eficientes.
- Abordar el tema del dividendo digital y la televisión digital terrestre para valorar su impacto y las consecuencias sobre el uso y la gestión del espectro radioeléctrico.
- Es importante fortalecer el programa de capacitación y conocimiento en temas del espectro para los ciudadanos en general. Durante el desarrollo de este trabajo, se evidenció la falta de conocimiento y apropiación por parte de personas que a pesar de estar en el mundo de la tecnología, aún no se encuentran familiarizadas con los temas del espectro. Este trabajo podría incentivar la investigación y desarrollo en nuevas tecnologías que optimicen la utilización del espectro.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] DUTTA, Soumitra. MIA, Irene. The Global Information Technology Report 2010 2011: Transformations 2.0. World Economic Forum. Geneva. 2011. 435 p. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en http://www3.weforum.org/docs/WEF_GITR_Report_2011.pdf
- [2] VIVE DIGITAL COLOMBIA. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Colombia). 111 p. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en http://vivedigital.gov.co/files/Vivo_Vive_Digital.pdf
- [3] NAVARRO, Andrés. CLAROS José. Cartillas ANE # 1 - Conceptos del espectro radioeléctrico. Convenio 050 - Universidad ICESI / Agencia Nacional del Espectro. Bogotá 2010. 28 p. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=YW5lLmdvdi5jb3xjdXJzb2VyZTF8Z3g6ODA3MTg4ZjFjMWM3ZTVl>
- [4] *Ibíd.*, p. 6,7.
- [5] MCLEAN Foster & Co. CAVE, Martin. JONES Robert W. Gestión del espectro radioeléctrico - Módulo 5 - infoDev/ITU ICT Regulatory Toolkit Conjunto de herramientas para la reglamentación de las TIC. Noviembre 2009. p. 44. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <http://www.ictregulationtoolkit.org/en/Section.1247.html>
- [6] MAYHER, Robert J. Manual de gestión nacional del espectro. Ginebra, Suiza: UIT Unión Internacional de Telecomunicaciones. Oficina de Radiocomunicaciones, 2005.
- [7] NAVARRO, Andrés. CLAROS José. Cartillas ANE # 2 - Gestión del espectro. Convenio 050 - Universidad ICESI / Agencia Nacional del Espectro. Bogotá 2010. p. 12. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=YW5lLmdvdi5jb3xjdXJzb2VyZTF8Z3g6NDJlOGZiNDljZGVmNTU1Mg>
- [8] *Ibíd.*, p. 7.
- [9] MCLEAN, Op. Cit. p. 47.
- [10] NAVARRO, Andrés. CLAROS José. Cartillas ANE # 2 - Gestión del espectro. Convenio 050 - Universidad ICESI / Agencia Nacional del Espectro. Bogotá 2010. 32 p. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=YW5lLmdvdi5jb3xjdXJzb2VyZTF8Z3g6NDJlOGZiNDljZGVmNTU1Mg>
- [11] DOCUMENTO DE CONSULTA PÚBLICA PARA DEFINIR LA POLÍTICA DEL espectro radioeléctrico. Agencia Nacional del Espectro (Colombia). Junio de 2010.

- p. 24. [Citado en Mayo 16 de 2012] . Disponible en http://www.ane.gov.co/apc-aa-files/35383137643637613966333438336638/Documento_de_consulta_publica_para_definir_la_politica_del_espectro_radioelectrico.pdf
- [12] MCLEAN, Op. Cit. p. 8.
- [13] NAVARRO, Andrés. CLAROS José. Cartillas ANE # 2 - Gestión del espectro. Convenio 050 - Universidad ICESI / Agencia Nacional del Espectro. Bogotá 2010. p. 17. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=YW5lLmdvdi5jb3xjdXJzb2VyZTF8Z3g6NDJlOGZlNDJjZGVmNTU1Mg>
- [14] ELBITTAR Alexander. Asignación y Administración del Espectro Radioeléctrico en Países de Centroamérica y su Impacto en el Desarrollo del Sector de Servicios de Telecomunicación Móvil. Lima: Diálogo regional sobre Sociedad de la Información, 2010. p. 5. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <http://dirsi.net/sites/default/files/>
- [15] Ibid. , p. 5.
- [16] Ibid. , p. 6.
- [17] Ibid. , p. 6.
- [18] MAYHER, Op. Cit. p. 3.
- [19] Ibid. , p. 4.
- [20] Ibid. , 32 p.
- [21] MCLEAN, Op. Cit. p. 10.
- [22] Ibid. , p. 11.
- [23] MOBILE TELEPHONY. World Telecommunication/ICT Indicators Database. International Telecommunication Union. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/material/excel/2011/Mobile_cellular_00-05-11.xls
- [24] COUNTRY CLASSIFICATIONS BY REGION AND DEVELOPMENT STATUS. International Telecommunication Union. [Citado en Mayo 16 de 2012] . Disponible en <http://www.itu.int/ITU-D/ict/definitions/regions/index.html>
- [25] GLOBAL ICT TRENDS. World Telecommunication/ICT Indicators Database. International Telecommunication Union. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/material/excel/2011/Global_ICT_Dev_01-11.xls
- [26] MCLEAN, Op. Cit. p. 13.

- [27] Ibid. , p. 14.
- [28] Ibid. , p. 15.
- [29] Ibid. , p. 18.
- [30] Ibid. , p. 19.
- [31] Ibid. , p. 20.
- [32] Ibid. , p. 21.
- [33] Ibid. , p. 23.
- [34] Ibid. , p. 24.
- [35] Ibid. , p. 25.
- [36] Ibid. , p. 27.
- [37] MCLEAN, Op. Cit. 122 p.
- [38] KENNARD, William. Guía regulatoria para la construcción de una comunidad global de información - VII. Asignación, gestión y aplicación del espectro radioeléctrico. 12 p. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <http://transition.fcc.gov/ib/initiative/files/cg/spanish/10.pdf>
- [39] MCLEAN, Op. Cit. 122 p.
- [40] Ibid. , p. 20.
- [41] MCLEAN, Op. Cit. p. 37.
- [42] EL CONTROL DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. Instituto Nacional de Tecnología Industrial (Argentina). [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <http://www.inti.gov.ar/sabercomo/inti-03-04/inti12.php>
- [43] Gbno. arrebató concesión de espectro a Thales Spectrum. Business News Americas. [Citado en Junio 19 de 2012]. Disponible en http://www.bnamericas.com/news/telecomunicaciones/Gbno,_arrebató_concesion_de_espectro_a_Thales_Spectrum
- [44] LAENDER, Gabriel. ARANHA, Márcio. FERNANDES, Laura y GOMES, André. Políticas de administración del espectro y acceso universal a las comunicaciones. El caso de Brasil. Lima: DIRSI (Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información). 2010. 63 p. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <http://www.dirsi.net/sites/default/files/DIRSI-10-AU-BR.pdf>
- [45] Ibid., p. 5.

- [46] *Ibíd.*, p. 33.
- [47] ELBITTAR Alexander. *Asignación y Administración del Espectro Radioeléctrico en Países de Centroamérica y su Impacto en el Desarrollo del Sector de Servicios de Telecomunicación Móvil*. Lima: Diálogo regional sobre Sociedad de la Información, 2010. p. 18. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <http://dirsi.net/sites/default/files/>
- [48] *Ibíd.*, p. 18.
- [49] *Ibíd.*, p. 20.
- [50] *Ibíd.*, p. 21.
- [51] *Ibíd.*, p. 24.
- [52] Best Practices for National Spectrum Management. The Federal Communications Commission (FCC). [Citado en Junio 19 de 2012]. Disponible en <http://transition.fcc.gov/ib/sand/irb/bestpractices.html>
- [53] NAVARRO, Andrés. CLAROS José. *Cartillas ANE # 2 - Gestión del espectro. Convenio 050 - Universidad ICESI / Agencia Nacional del Espectro*. Bogotá 2010. 32 p. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=YW5lLmdvdi5jb3xjdXJzb2VyZTF8Z3g6NDJlOGZiNDJlZGVmNTU1Mg>
- [54] Ley 1341 de 2009. Congreso de Colombia. Bogotá, 30 de Julio de 2009. p. 15. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <http://web.presidencia.gov.co/leyes/2009/julio/ley134130072009.pdf>
- [55] <http://www.ane.gov.co/>
- [56] INVESTIGACIÓN EN ADMINISTRACIÓN DEL ESPECTRO: UN TRABAJO CONJUNTO DEL GOBIERNO, LA ACADEMIA Y LA INDUSTRIA. Agencia Nacional del Espectro (Colombia). Septiembre de 2010. P. 6. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <http://www.ane.gov.co>
- [57] Decreto 093 de 2010. Presidencia de la República de Colombia. Bogotá, Enero 19 de 2010. 7 p. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <http://www.dnp.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=tndnRPHFgul%3D&tabid=406>
- [58] Decreto 4169 de 2011. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Bogotá, Noviembre 3 de 2011. 4 p. [Citado en Junio 19 de 2012]. Disponible en http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/decreto/2011/decreto_4169_2011.html

- [59] DOCUMENTO DE CONSULTA PÚBLICA PARA DEFINIR LA POLÍTICA DEL espectro radioeléctrico. Agencia Nacional del Espectro (Colombia). Junio de 2010. 80 p. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en [http://www.ane.gov.co/apc-aa-files/35383137643637613966333438336638/Documento_de_consulta_publica_para_definir_la_politica_del_espectro radioeléctrico.pdf](http://www.ane.gov.co/apc-aa-files/35383137643637613966333438336638/Documento_de_consulta_publica_para_definir_la_politica_del_espectro_radioelectrico.pdf)
- [60] TOVAR, FAJARDO & ASOCIADOS ABOGADOS LTDA. Título III – Permisos para el uso del espectro radioeléctrico y procedimientos para la asignación de frecuencias. Fondo de Comunicaciones del Ministerio de Comunicaciones (Colombia). 102 p. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en [http://www.ane.gov.co/apc-aa-files/32383933383036613231636236623336/T_tulo_III__Permisos_para_el_uso_del_espectro radioeléctrico.pdf](http://www.ane.gov.co/apc-aa-files/32383933383036613231636236623336/T_tulo_III__Permisos_para_el_uso_del_espectro_radioelectrico.pdf)
- [61] MAYHER, Op. Cit. p. 12.
- [62] Resolución 2118 de 2011. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 15 de Septiembre de 2011(Colombia). 20 p. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en http://www.MinTIC.gov.co/images/documentos/espectro_electromagnetico/Seleccion_Objativa_Final.pdf
- [63] LEY 1150 DE 2007. Congreso de Colombia. Bogotá, Julio 16 de 2007. 22 p. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en https://www.contratos.gov.co/Archivos/normas/Ley_1150_2007.pdf
- [64] Decreto 4392 de 2010. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Bogotá, Noviembre 23 de 2010. 5 p. [Citado en Junio 19 de 2012]. Disponible en <http://diario-oficial.vlex.com.co/vid/decreto-353758730>
- [65] TOVAR, Op. Cit. p. 71.72.
- [66] *Ibíd.*, p. 75,76.
- [67] *Ibíd.*, p. 77-79.
- [68] *Ibíd.*, p. 41.
- [69] *Ibíd.*, p. 43.
- [70] *Ibíd.*, p. 44.
- [71] *Ibíd.*, p. 80.
- [72] *Ibíd.*, p. 46.
- [73] *Ibíd.*, p. 81.
- [74] *Ibíd.*, p. 47.

- [75] *Ibíd.*, p. 83.
- [76] *Ibíd.*, p. 48.
- [77] *Ibíd.*, p. 49.
- [78] *Ibíd.*, p. 84.
- [79] *Ibíd.*, p. 50.
- [80] *Ibíd.*, p. 85.
- [81] *Ibíd.*, p. 51.
- [82] *Ibíd.*, p. 85.
- [83] BELTRÁN, Jaime. CARMONA, Miguel. CARRASCO, Remigio. RIVAS, Miguel. TEJEDOR, Fernando. Guía para una gestión basada en procesos – Instituto Andaluz de Tecnología (España). 141 p. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <http://www.centrosdeexcelencia.com/dotnetnuke/Portals/0/guiagestionprocesos.pdf>
- [84] *Ibíd.*, p. 13.
- [85] SERVICIO DE CALIDAD DE LA ATENCIÓN SANITARIA. Gestión por procesos. p 7. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <http://www.chospab.es/calidad/archivos/Documentos/Gestiondeprocesos.pdf>
- [86] ZARATIEGUI, JR – La Gestión por procesos: Su papel e importancia en la empresa. 8 p. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <http://www.delfos.co.cu/boletines/bsa/PDF/GBP1.pdf>
- [87] BELTRÁN, Op. Cit. p. 21.
- [88] *Ibíd.*, p. 30.
- [89] ISO 9001:2008. SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD. REQUISITOS. p ii. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <http://www.esu.com.co/esu/documentos/normatividad/Norma%20ISO9001%202008.pdf>
- [90] BELTRÁN, Op. Cit. p. 29.
- [91] *Ibíd.*, p. 35.
- [92] MANUAL PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS ADMINISTRATIVOS DE LAS TELECOMUNICACIONES Y DE LAS TIC DE LA ITU. Unión Internacional de Telecomunicaciones. Ginebra 2011. 154 p. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en http://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/ind/D-IND-ITC_IND_HBK-2011-PDF-S.pdf

- [93] "Recomendación UIT-R SM.1880. Mediciones de la ocupación del espectro. UIT Unión Internacional de Telecomunicaciones. Oficina de Radiocomunicaciones. Ginebra 2011. 10 p. [Citado en Junio 19 de 2012]. Disponible en https://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=0CFAQFjAA&url=https%3A%2F%2Fwww.itu.int%2Fmd%2Fdologin_md.asp%3Flang%3Dfr%26id%3DR00-CACE-CIR-0528!!PDF-S&ei=buvhT9vyMYbk9ASc7oyGCA&usg=AFQjCNEhUPGn2_gFUA7dB24pRHaxilMHJQ
- [94] *Ibíd.*, p. 3.
- [95] TRUNKING. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 7 de Octubre de 2009. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <http://archivo.MinTIC.gov.co/mincom/faces/index.jsp?id=2089>
- [96] BELTRÁN, Op. Cit. p. 33.
- [97] ISO 9001:2008, Op. Cit. p. 17.
- [98] BELTRÁN, Op. Cit. p. 141.
- [99] *Ibíd.*, p. 45.
- [100] ISO 9001:2008, Op. Cit. p. 19.
- [101] PLAN DE MEJORAS HERRAMIENTA DE TRABAJO. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. 18 p. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en http://webs.uvigo.es/webcalidad/area_calidad/documentos/PEI_ANECA/plan_mejoras_pei.pdf
- [102] ESPINOSA, Fernando. Análisis Causa Raíz (RCA) Pequeñas charlas para gestión del mantenimiento. p 7. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en [http://ing.utralca.cl/~fespinoso/ANALISIS%20CAUSA%20RAIZ%20\(RCA\).pdf](http://ing.utralca.cl/~fespinoso/ANALISIS%20CAUSA%20RAIZ%20(RCA).pdf)
- [103] BIENES SUSTITUTIVOS Y COMPLEMENTARIOS EN MICROECONOMÍA. [Citado en Mayo 16 de 2012]. Disponible en <http://www.gerencie.com/bienes-sustitutivos-y-complementarios-en-microeconomia.html>

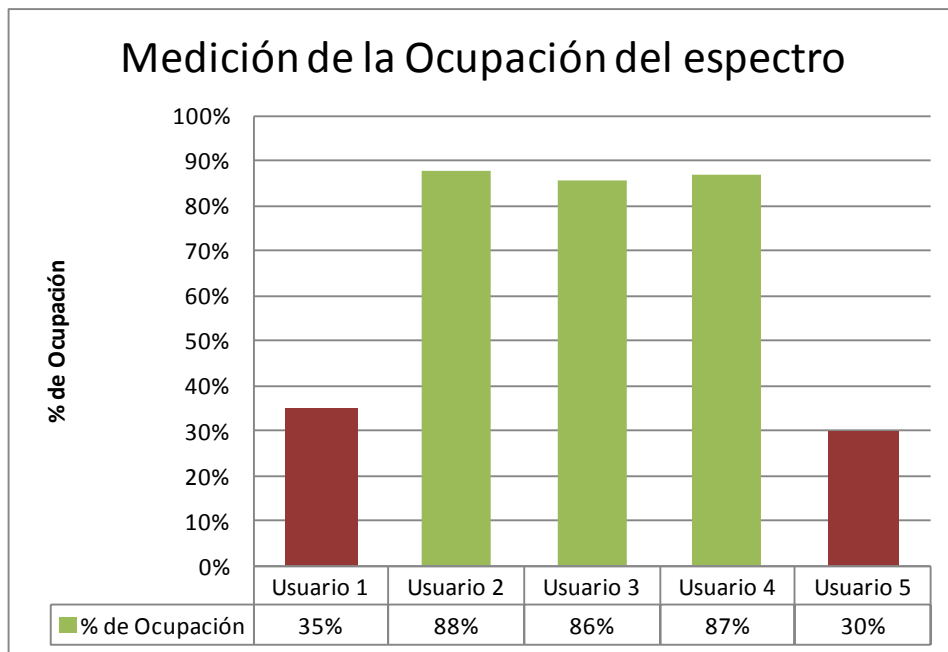
7. ANEXOS

Anexo A. Informe de seguimiento para los resultados del indicador Ocupación del espectro radioeléctrico

1. Porcentaje de Ocupación del espectro radioeléctrico asignado – 2º Semestre de 2011

| Usuarios | Espectro Asignado (MHZ) | Espectro Medido (MHZ) | % de Ocupación |
|-----------|-------------------------|-----------------------|----------------|
| Usuario 1 | 100 | 35 | 35% |
| Usuario 2 | 80 | 70 | 88% |
| Usuario 3 | 35 | 30 | 86% |
| Usuario 4 | 60 | 52 | 87% |
| Usuario 5 | 90 | 27 | 30% |

2. Porcentaje de Ocupación del espectro radioeléctrico asignado – 2º Semestre de 2011

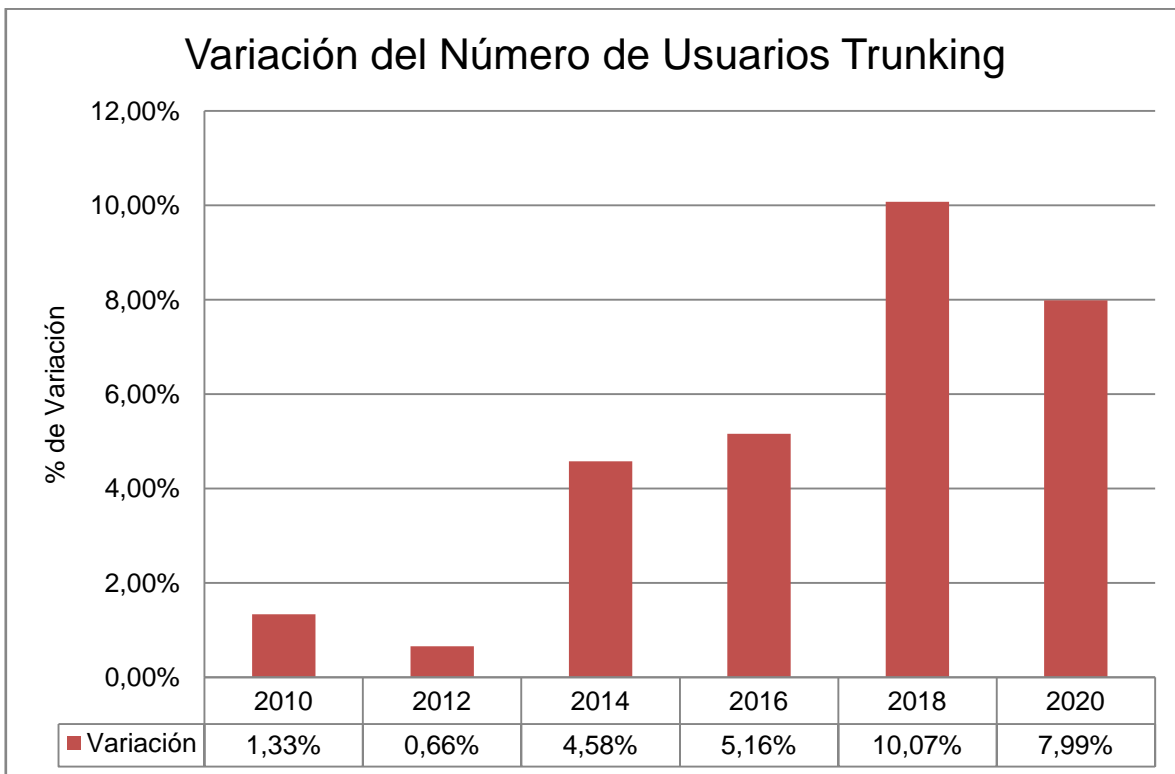


Anexo B. Informe de seguimiento para los resultados del indicador Espectro Asignado vs Número de Usuarios Trunking

1. Variación en el número de usuarios Trunking

| Año | Usuarios Actuales | Usuarios Proyectados | Usuarios Reales en 2 años | Variación |
|------|-------------------|----------------------|---------------------------|-----------|
| 2010 | 1.500.000 | 1.515.000 | 1.520.000 | 1,33% |
| 2012 | 1.520.000 | 1.535.200 | 1.530.000 | 0,66% |
| 2014 | 1.530.000 | 1.545.300 | 1.600.000 | 4,58% |
| 2016 | 1.600.000 | 1.616.000 | 1.682.600 | 5,16% |
| 2018 | 1.682.600 | 1.699.426 | 1.852.100 | 10,07% |
| 2020 | 1.852.100 | 1.870.621 | 2.000.000 | 7,99% |

2. Variación en el número de usuarios Trunking



Anexo C. Informe de seguimiento para los resultados del indicador Espectro Asignado vs Tarifa Móvil Celular

1. Variación en Tarifas de Telefonía Móvil Celular

| Año | Tarifa Actual | Tarifa Proyectada | Tarifa Real en 2 años | Variación |
|------|---------------|-------------------|-----------------------|-----------|
| 2010 | \$ 1.500 | \$ 1.380 | \$ 1.250 | -16,67% |
| 2013 | \$ 1.250 | \$ 1.150 | \$ 1.100 | -12,00% |
| 2016 | \$ 1.100 | \$ 1.012 | \$ 1.100 | 0,00% |
| 2019 | \$ 1.100 | \$ 1.012 | \$ 890 | -19,09% |
| 2022 | \$ 890 | \$ 819 | \$ 780 | -12,36% |
| 2025 | \$ 780 | \$ 718 | \$ 700 | -10,26% |

2. Variación en Tarifas de Telefonía Móvil Celular

