

Informe UIT-R SM.2012-7

(06/2025)

Serie SM: Gestión del espectro

Enfoques económicos de la gestión del espectro

Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <https://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

Series de los Informes UIT-R

(También disponible en línea en <https://www.itu.int/publ/R-REP/es>)

Series	Título
BO	Distribución por satélite
BR	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
BS	Servicio de radiodifusión (sonora)
BT	Servicio de radiodifusión (televisión)
F	Servicio fijo
M	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
P	Propagación de las ondas radioeléctricas
RA	Radioastronomía
RS	Sistemas de detección a distancia
S	Servicio fijo por satélite
SA	Aplicaciones espaciales y meteorología
SF	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
SM	Gestión del espectro
TF	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias

***Nota:** Este Informe UIT-R fue aprobado en inglés por la Comisión de Estudio conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.*

Publicación electrónica
Ginebra, 2025

© UIT 2025

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

INFORME UIT-R SM.2012-7

Enfoques económicos de la gestión del espectro

Cuestión UIT-R 240/1

(1997-2000-2004-2010-2014-2016-2018-2025)

ÍNDICE

	<i>Página</i>
CAPÍTULO 1	4
1.1 Necesidad de abordar el espectro con un enfoque económico	4
1.2 Condiciones que debe reunir la gestión del espectro	4
1.3 Metas y objetivos	5
1.4 Estructura y coordinación	5
1.5 Responsabilidades funcionales	5
1.6 Características de las funciones de gestión del espectro	7
CAPÍTULO 2	7
2.1 Antecedentes	7
2.2 Principios básicos para la financiación de la gestión nacional del espectro	7
2.3 Enfoques económicos utilizados para promover una gestión nacional eficaz del espectro	10
2.4 Factores que pueden afectar a los diversos enfoques económicos	22
2.5 Gestión de cambios en la financiación de la gestión del espectro	25
2.6 Resumen	26
CAPÍTULO 3	26
3.1 Antecedentes	26
3.2 Métodos de evaluación de los beneficios económicos del espectro	27
3.3 Aplicaciones posibles para la evaluación económica	33
3.4 Factores que influyen en los beneficios	35
3.5 Resumen	42
CAPÍTULO 4	42
4.1 Concepción de fórmulas	42
4.2 Directrices para determinar cánones administrativos (o tasas administrativas) .	42
4.3 Directrices para el establecimiento de cánones del espectro	44

4.4	Ejemplos de fórmulas para el cálculo del canon	45
4.5	Cánones del espectro relativos a las frecuencias utilizadas para ofrecer o comercializar servicios destinados a un mercado de usuarios	46
4.6	Modelo analítico para calcular cánones de licencia basándose en incentivos especificados destinados a promover el uso eficiente del espectro	48
4.7	Procedimientos y ejemplos de cálculo del espectro utilizado por diversos servicios de radiocomunicaciones	57
4.8	Coste de oportunidad y fijación de precios incentivos administrativos: ecuaciones lineales, funcionales y sencillas	85
4.9	Directrices al introducir nuevos sistemas de cánones.....	90
CAPÍTULO 5		91
5.1	Experiencia en cuanto a subastas y derechos de propiedad transferibles	91
5.2	Experiencia con los cánones de licencia.....	117
5.3	Experiencia adquirida con la utilización de recursos alternativos.....	166
5.4	Otras experiencias.....	171
Anexo 1		176

Introducción

Este Informe es una referencia para las administraciones a la hora de elaborar estrategias en relación con los aspectos económicos de la gestión nacional del espectro y a financiar esa labor. Además, el presente Informe presenta un análisis sobre las ventajas que ofrecen el desarrollo estratégico y los métodos técnicos de apoyo a la gestión nacional del espectro. Estos aspectos pueden promover la eficacia económica de esta así como su eficiencia técnica y administrativa.

NOTA 1 – Las experiencias nacionales proporcionadas en este Informe solo representan las opiniones de las respectivas administraciones. Solo tienen una función informativa y no implica que otros miembros confirmen esas experiencias.

NOTA 2 – Cuando las referencias a las Recomendaciones del UIT-R o a los Informes del UIT-R se realizan sin especificar la versión de la publicación, se entenderá que es la versión más reciente.

NOTA 3 – Los ejemplos en este Informe que se han elaborado a partir de una versión en particular de una publicación puede que tengan que estudiarse más detenidamente si se utiliza la versión más reciente de esa publicación.

El mandato para este estudio económico es responder a los siguientes asuntos que se dividen en tres categorías:

Categoría 1: Estrategias para el enfoque económico de la gestión nacional del espectro y su financiación

1. ¿Qué principios subyacentes han tomado en consideración las diferentes administraciones en sus enfoques para financiar el mantenimiento y el desarrollo de la gestión nacional del espectro?
2. ¿Qué enfoques económicos han utilizado o se tiene la intención de utilizar para promover una gestión del espectro eficaz en las diferentes bandas de frecuencias?

3. ¿Cuáles son las ventajas e inconvenientes de estos diversos enfoques económicos en relación con la gestión nacional del espectro?
4. ¿Cuáles son los factores (por ejemplo, geográficos, topográficos, infraestructurales, sociales y jurídicos) que podrían incidir en estos enfoques y de qué forma se modificarían en función de la utilización de las radiocomunicaciones en un país y del nivel de desarrollo de dicho país?

Categoría 2: Evaluación de los beneficios derivados de la utilización del espectro de frecuencias radioeléctricas a los efectos de su planificación y de la formulación de estrategias de gestión

1. ¿Cuáles son las ventajas dimanantes para una administración de la utilización de las radiocomunicaciones en su país y de qué forma pueden cuantificarse, procediendo su representación económica con el fin de hacer posible una comparación de las ventajas y los costes de determinadas opciones de gestión del espectro (por ejemplo, en términos de empleo o producto interior bruto)?
2. ¿Qué modelos pueden utilizarse al representar dichas ventajas de forma económica y de qué forma pueden validarse dichos modelos?
3. ¿Qué factores podrían incidir en las ventajas dimanantes para una administración de la utilización del espectro de radiofrecuencias, incluso por los servicios nacionales de seguridad?
4. ¿Cuáles son entre los factores del § 3 los que varían de un país a otro?

Categoría 3: Métodos alternativos de gestión nacional del espectro

1. ¿Cuáles son los enfoques alternativos con respecto a la gestión del espectro, lo que incluye la utilización del mismo por grupos de usuarios sin fines lucrativos y organizaciones privadas de gestión del espectro?
2. ¿De qué forma podrían agruparse estos enfoques?
3. ¿De dichos enfoques alternativos sobre la gestión del espectro cuáles responderían a las necesidades de los países en desarrollo, así como de los menos adelantados?
4. ¿Qué medidas de tipo técnico, de explotación y reglamentarias tendría que considerar una administración con miras a su aplicación, al adoptar uno o más de estos enfoques de gestión del espectro en el contexto de:
 - la infraestructura del país;
 - la gestión nacional del espectro;
 - los aspectos regionales e internacionales (por ejemplo, notificación, coordinación y comprobación técnica de las emisiones)?

Es probable que se presente información adicional pertinente para este Informe y que dicha información se incluya, en su caso, en futuras revisiones.

CAPÍTULO 1

Introducción a las consideraciones económicas

1.1 Necesidad de abordar el espectro con un enfoque económico

La utilización cada vez mayor de nuevas tecnologías ha creado enormes oportunidades para mejorar la infraestructura de las comunicaciones de un país, así como su economía. Además, el actual desarrollo tecnológico ha dado paso a una variedad de nuevas aplicaciones del espectro. Con frecuencia, este desarrollo ha hecho más eficaz la utilización del espectro, pero al mismo tiempo ha suscitado mayor interés y demanda en lo que respecta al recurso limitado que representa el espectro. En consecuencia, la gestión eficaz del espectro se hace cada vez más compleja, aunque es crucial para aprovechar al máximo las posibilidades que brinda este recurso. El mejoramiento de las capacidades de tratamiento de datos y de los métodos de análisis técnico es un factor esencial para responder a la gran cantidad y variedad de usuarios que intentan obtener acceso al espectro. Para utilizar eficazmente este recurso, su utilización debe coordinarse entre los usuarios con arreglo a las disposiciones de la reglamentación de cada país dentro de las fronteras nacionales, así como del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en lo que concierne a su utilización internacional. La posibilidad que tiene cada país de aprovechar plenamente el recurso del espectro dependerá en gran medida de que los servicios de gestión de éste faciliten la realización de sistemas radioeléctricos y garanticen la compatibilidad de su funcionamiento. Además, el desequilibrio entre la demanda de frecuencias radioeléctricas y la disponibilidad del espectro sigue intensificándose, especialmente en las zonas urbanas. Con arreglo a la teoría económica, habría que implementar un sistema de precios cuando la demanda exceda a la oferta. Dado que el espectro de frecuencias es un recurso escaso, en las decisiones relativas a la gestión del espectro habría que considerar también el punto de vista económico. Así, pues, habrá que recurrir a todos los métodos disponibles, incluidos los económicos, para mejorar la gestión nacional del espectro.

Este Informe se ha preparado para ayudar a las administraciones en el desarrollo de las estrategias sobre los métodos económicos relativos a la gestión nacional del espectro y su financiación sobre bases económicas. Asimismo, el Informe examina las ventajas de planificar la utilización y el desarrollo estratégico del espectro radioeléctrico y los métodos de apoyo técnico a la gestión nacional del espectro. Estos métodos no sólo promueven la eficacia económica, sino también la eficiencia técnica y administrativa.

Antes de que puedan estudiarse los enfoques económicos es necesario considerar en primer lugar qué es un sistema de gestión del espectro eficaz y qué áreas de gestión del espectro pueden soportarse adecuadamente por otros medios.

1.2 Condiciones que debe reunir la gestión del espectro

La gestión eficaz del espectro depende de unos cuantos elementos fundamentales. Aunque no hay dos administraciones que gestionen de forma idéntica el espectro y la importancia relativa de estos elementos fundamentales puede depender del uso que haga una administración del espectro, estos elementos son esenciales para todas las soluciones. Para una mayor información sobre las funciones de la gestión del espectro debe consultarse el Manual sobre Gestión nacional del espectro de la UIT.

1.3 Metas y objetivos

Por norma general, las metas y objetivos de un sistema de gestión del espectro son la de facilitar la utilización del espectro radioeléctrico que figura en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT y el interés nacional. El sistema de gestión del espectro debe asegurar que se proporciona el espectro adecuado a corto y largo plazo para que las organizaciones de servicios públicos puedan desempeñar su misión, para la correspondencia pública, para las comunicaciones comerciales del sector privado y para la radiodifusión de información al público. Asimismo muchas administraciones dan prioridad al espectro para las actividades de investigación y de aficionados.

Para lograr estos objetivos, el sistema de gestión del espectro debe suministrar un método ordenado de atribución de bandas de frecuencias, autorizando y registrando la utilización de las mismas, estableciendo reglamentos y normas para controlar el uso del espectro, resolviendo conflictos sobre el mismo y representando los intereses nacionales en el ámbito internacional.

1.3.1 El derecho de las radiocomunicaciones

La utilización y reglamentación de las radiocomunicaciones debe formar parte de la normativa de cada país. En las zonas donde no hay un uso generalizado de las radiocomunicaciones y donde la necesidad de gestión del espectro aún no es crucial, los estados deben prever el aumento de la utilización de las radiocomunicaciones y asegurar la existencia de la estructura jurídica adecuada.

1.3.2 Cuadros nacionales de atribución de frecuencias

Un Cuadro nacional de atribución de frecuencias es la base para un proceso eficaz de gestión del espectro. Proporciona un plan general para la utilización del espectro y la estructura básica para asegurar un empleo eficiente del espectro e impedir las interferencias de radiofrecuencia nacionales e internacionales entre servicios.

1.4 Estructura y coordinación

Las actividades de gestión del espectro han de llevarlas a cabo un organismo gubernamental o una combinación de organismos gubernamentales y organizaciones del sector privado. ¿Qué organismo gubernamental u organizaciones van a encargarse de la gestión del espectro? es un tema que dependerá de la estructura del propio gobierno nacional y variará de un país a otro.

1.5 Responsabilidades funcionales

La estructura de gestión del espectro se articula lógicamente en torno a las funciones que debe llevar a cabo. Las funciones básicas son:

- política de gestión del espectro y planificación/atribución del espectro;
- asignación de frecuencias y licencias;
- normas, especificaciones y autorización de equipos;
- control del espectro (inspección y comprobación técnica);
- cooperación internacional;
- coordinación y consulta;
- apoyo técnico;
- apoyo informático;
- apoyo administrativo y jurídico.

Las funciones de apoyo administrativo y jurídico deberán formar parte de la organización gestora del espectro, pero, al ser comunes a todas las organizaciones, no es necesario examinarlas en relación con la gestión del espectro.

1.5.1 Política de gestión del espectro y planificación/atribución del espectro

La organización nacional de gestión del espectro debe crear y aplicar políticas y planes de utilización del espectro radioeléctrico, teniendo en cuenta tanto los adelantos tecnológicos como la realidad social, económica y política. La política nacional de radiocomunicaciones se asocia normalmente con la elaboración de reglamentos, porque éstos suelen ser la consecuencia de la adopción de políticas y planes. En consecuencia, una de las funciones primordiales de la unidad de política y planificación suele ser el estudio de las necesidades del país, actuales y futuras, en materia de radiocomunicaciones, así como la adopción de políticas que garanticen la mejor combinación posible de sistemas de radiocomunicaciones y de comunicaciones inalámbricas para satisfacer dichas necesidades.

El principal resultado de la actividad planificadora y política es la atribución de bandas de frecuencias a los diferentes servicios de radiocomunicaciones. Asociar bandas de frecuencia a usos específicos constituye el primer paso para promover la utilización del espectro. Hay otras consideraciones que derivan de las decisiones de atribución tales como las normas, los criterios de compartición, los planes de disposición de canales, etc.

1.5.2 Asignación de frecuencias y licencias

Facilitar o asignar frecuencias representa el eje de la actividad diaria de la organización de gestión del espectro. La unidad de asignación de frecuencias lleva a cabo o coordina la ejecución de los análisis necesarios para escoger las frecuencias más adecuadas para los sistemas de radiocomunicaciones. También coordina todas las asignaciones proyectadas con relación a las existentes.

1.5.3 Cooperación internacional

La importancia de las radiocomunicaciones trasciende las fronteras nacionales. Los equipos de navegación están normalizados para permitir el desplazamiento por todo el mundo. Los sistemas por satélite facilitan las comunicaciones mundiales. Las fronteras políticas no constituyen un obstáculo para la propagación de las ondas radioeléctricas. Los fabricantes de sistemas de telecomunicaciones producen equipos para muchos mercados y, cuantos más mercados fomenten características comunes, más sencillo y económico será el proceso de producción. Por todas estas razones, es importante que el gestor nacional del espectro pueda participar en foros internacionales. Las actividades internacionales comprenden las realizadas en la UIT, en otros organismos internacionales y las discusiones bilaterales entre países vecinos relacionadas con lo dispuesto en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

1.5.4 Coordinación y consulta

Para ser eficaz, la organización gestora del espectro debe comunicarse y consultar con su entorno natural, es decir, los usuarios de las radiocomunicaciones integrados por las empresas, la industria de las comunicaciones, los usuarios gubernamentales y el público en general. Debe difundir la información sobre políticas, reglas y prácticas de la administración y facilitar mecanismos de reacción que permitan evaluar los resultados de las mismas.

1.5.5 Apoyo técnico

Puesto que la gestión del espectro comporta la adopción de decisiones en el ámbito de la tecnología, se necesita apoyo técnico para evaluar adecuadamente la información, las capacidades y las opciones involucradas. El apoyo técnico puede ayudar al gestor del espectro de muchas maneras. Por ejemplo, las situaciones de interferencia pueden a menudo evitarse o resolverse por medio del análisis técnico, pueden determinarse las especificaciones de los equipos y las normas necesarias para la compatibilidad entre los sistemas o pueden asignarse las frecuencias utilizando modelos o métodos ideados por los servicios de ingeniería. Asimismo, la resolución de muchos temas relativos a la

atribución del espectro puede facilitarse por medio del análisis de la utilización del espectro y de las necesidades futuras.

1.5.6 Apoyo informático

El grado en el que los dispositivos de apoyo informático están disponibles para su utilización y son realmente utilizados por la autoridad de gestión del espectro depende de los recursos, prioridades y requisitos particulares del país en concreto. El apoyo informático puede ir desde los registros de licencias hasta cálculos de ingeniería complejos y puede incluir el desarrollo, puesta en servicio y mantenimiento de dispositivos de apoyo para casi todas las actividades de gestión del espectro, incluyendo las propias tareas de registro, la elaboración de previsiones y la gestión financiera asociada a la concesión de licencias.

1.6 Características de las funciones de gestión del espectro

Las funciones de gestión del espectro antes descritas deben establecerse para crear un sistema eficaz de gestión del espectro. Sin embargo, no todos los aspectos de cada una de las funciones debe llevarlos a cabo la organización de gestión nacional del espectro. La autoridad política debe, sin embargo, controlar la organización de la gestión nacional del espectro. En los siguientes Capítulos se describen los medios en los que puede basarse la gestión del espectro y los métodos mediante los cuales diversos enfoques económicos pueden mejorar la eficacia en su utilización, los métodos para evaluar los beneficios de utilización del espectro y el empleo de otras organizaciones para apoyar y/o proporcionar parte o todas las funciones específicas de gestión del espectro.

CAPÍTULO 2

Estrategias relativas a los mecanismos de financiación del espectro

2.1 Antecedentes

Hay un interés creciente por los enfoques económicos de la gestión nacional del espectro. Este Capítulo del Informe examina los aspectos relativos a los principios sobre la financiación de un programa de gestión nacional del espectro y a las estrategias. El objetivo de los enfoques económicos debe ser acorde con las metas y objetivos de la gestión del espectro por una administración. Una utilización y gestión del espectro eficaz y eficiente debería ser una prioridad esencial a la hora de aplicar un enfoque económico.

2.2 Principios básicos para la financiación de la gestión nacional del espectro

En el establecimiento de un sistema de cánones, deberían seguirse los siguientes principios.

2.2.1 Principios jurídicos

- a) El espectro radioeléctrico pertenece al Estado y, por lo tanto, su ocupación para llevar a cabo actividades no gubernamentales se considera una ocupación a título privado.
- b) Dado que es de dominio público del Estado, la gestión del espectro debe responder a los intereses de la colectividad nacional en su conjunto.

- c) En su calidad de propietario del espectro, el Estado tiene legitimidad para exigir a los ocupantes a título privado del espectro el pago de *cánones del espectro* (llamados también *cánones de ocupación del espectro*, o *cánones de disponibilidad de frecuencias* o incluso *cánones de utilización de frecuencias* o simplemente *cánones* cuando no haya ambigüedad).
- d) La planificación, la gestión y el control del espectro están garantizados por el Estado o por organismos que hayan recibido del Estado una delegación de competencias al respecto. Esas actividades, así como los equipos e inversiones correspondientes, son indispensables para una utilización del espectro en condiciones satisfactorias.
- e) Por este motivo, es legítimo que los poderes públicos exijan además, a los ocupantes a título privado del espectro, el pago de *cánones administrativos* (llamados también *cánones de gestión de frecuencias* o incluso *cánones por el servicio prestado* o bien *tasas administrativas* o sencillamente *tasas* cuando no haya ambigüedad) para cubrir todos los costos derivados de las actividades de planificación, gestión y control del espectro.
- f) Los cánones del espectro y los cánones administrativos deben establecerse cumpliendo las normas de transparencia, objetividad, proporcionalidad y no discriminación. En particular, la transparencia exige ante todo que las reglas para establecer esos cánones sean simples y de comprensión fácil para todos.
- g) Las reglas aplicadas al establecimiento de cánones deben ser relativamente estables a lo largo del tiempo con miras a ofrecer a los ocupantes del espectro la visibilidad y seguridad jurídica necesarias.
- h) En contrapartida, un usuario de frecuencias asignadas o adjudicadas se beneficia de una protección, según las disposiciones de la reglamentación en vigor. En cambio, un usuario de frecuencias de acceso libre (ejemplos de utilización: equipos de corto alcance y baja potencia, Wi-Fi, Bluetooth, servicio de radioaficionados y otros) no recibe protección y, por lo tanto, no estará obligado al pago de un canon. A ese principio jurídico se suma un principio de realidad para no aplicar cánones a las frecuencias de acceso libre.

2.2.2 Principios económicos

- a) El espectro radioeléctrico es un recurso limitado y, en un cierto número de casos, escaso. El objetivo principal del administrador del espectro es obtener a la vez una ocupación óptima del espectro y una buena utilización de sus frecuencias.
- b) Dado que los fundamentos y finalidades de los cánones del espectro y de los cánones administrativos son diferentes, se deben definir dos modalidades distintas para establecer cada tipo de canon.
- c) Los cánones administrativos deberían aplicarse exclusivamente al pago del servicio prestado por los poderes públicos.
- d) En cambio, la finalidad de los cánones del espectro tiene varios factores ya que deberían a la vez:
 - permitir el cumplimiento del objetivo presupuestario fijado por los poderes públicos;
 - no perjudicar los objetivos económicos de los poderes públicos relativos al desarrollo del país y de nuevos servicios;
 - tener en cuenta todas las ventajas que los ocupantes del espectro obtienen de su utilización;
 - constituir una herramienta de gestión del espectro.
- e) Los cánones constituyen recursos financieros para el Estado y para el administrador del espectro, y sus importes deben adaptarse automáticamente a la inflación o a la evolución del presupuesto del administrador.

2.2.3 Principios de realidad

- a) Habría que evitar la creación de cánones en los que sea difícil identificar a quienes deben pagarlos, como ocurre con los usuarios de frecuencias de acceso libre, dado que su cobro será incierto y probablemente muy parcial.
- b) Con respecto a los parámetros que intervienen en el cálculo de los cánones, convendría no tener en cuenta parámetros para los cuales es difícil o imposible, en la práctica, verificar los valores declarados en comparación con el conjunto de usuarios sujetos a dichos cánones (por ejemplo, la altura de la antena de una estación o el número de estaciones móviles de una red privada). De esta forma, se evitarán declaraciones inexactas que disminuirán el importe de los cánones que deben pagarse.
- c) El establecimiento de un sistema de cánones debe lograr el consenso de todos los actores interesados, lo que permitirá obtener un buen nivel de percepción de los cánones fijados.

2.2.4 Enfoques de diferentes administraciones

2.2.4.1 Financiación tradicional mediante el presupuesto nacional

Hasta hace poco, prácticamente todos los países financiaban sus programas de gestión del espectro mediante un proceso centralizado en el presupuesto nacional. Este enfoque implica sencillamente la atribución de una parte del presupuesto anual de la administración a la gestión del espectro. Por lo general, las sumas previstas dependen de las prioridades del gobierno nacional. En muchos casos, la gestión nacional del espectro ofrece estimaciones de sus necesidades de financiación. Empero, la respuesta del gobierno viene limitada por sus recursos fiscales totales.

2.2.4.2 Cánones por utilización del espectro

Este método consiste en tasar a algunos o a todos los beneficiarios de licencias por su utilización del espectro. Algunos países financian actualmente sus programas de gestión del espectro total o parcialmente mediante cánones. En algunos casos esto incluye la financiación de una implementación por fases de un programa de gestión nacional del espectro. Estos cánones se basan directamente en la utilización del espectro o indirectamente mediante tasas de tipo general administrativo o reglamentario. Los cánones pueden establecerse sobre diversas bases y fórmulas de cálculo que pueden ir desde las más simples hasta las más complejas.

2.2.4.3 Subastas

Otra forma de financiar la gestión del espectro consiste en utilizar una parte de los fondos obtenidos mediante subastas. Aunque no hay ningún país que financie directamente la gestión del espectro exclusivamente mediante los ingresos de las subastas, en algunos países dichos ingresos han superado ampliamente los costes de la gestión del espectro.

2.2.5 Ventajas e inconvenientes de estos enfoques

El método de financiación mediante el presupuesto nacional se ha utilizado satisfactoriamente en algunos países en desarrollo durante una serie de años. No obstante, el método depende básicamente del reconocimiento por la administración de la importancia de las radiocomunicaciones y de la gestión del espectro. Las entidades gubernamentales nacionales que tratan todo un abanico de problemas nacionales no suelen estar familiarizadas con los temas del espectro o con la repercusión de la red de comunicaciones en la economía nacional. Además, el método de financiación mediante el presupuesto nacional no imputa ningún coste inmediato a los que aprovechan directamente la utilización del espectro, sino que grava con un impuesto indirecto a todos los ciudadanos. La financiación de la gestión del espectro según este enfoque ha planteado frecuentemente dificultades a los países desarrollados, pero puede constituir un problema particular para los países en desarrollo.

que cuentan con recursos presupuestarios limitados y en los que la importancia de los servicios que consumen espectro para la economía puede no ser tan patente como en los países industrializados.

También se ha utilizado satisfactoriamente el enfoque de los cánones en una serie de países, con las ventajas de permitir determinar previamente los ingresos que han de dedicarse a la gestión del espectro y de poder imputar los costes a cierto número de entidades que aprovechan la utilización del espectro. No obstante, como los importes de los cánones pueden basarse en diversas consideraciones, tales como las de la dirección política o las del pago de los costes administrativos, la determinación de los importes de cada tipo de utilización radioeléctrica puede representar un ejercicio complejo. Además, la utilización de cánones para cubrir los costes del proceso administrativo puede resultar insuficiente por sí misma para compensar el coste de un programa adecuado de gestión del espectro. Sin embargo, pueden desarrollarse métodos basados en los cánones que satisfagan los costes adicionales de reglamentación del espectro para poder financiar plenamente la gestión del espectro. Debe señalarse que además de los cánones cargados a los usuarios del espectro, pueden recaudarse cánones de solicitud por el derecho a participar en procesos comparativos, sorteos o subastas.

Las ventajas del método de la subasta son que refleja de la forma más precisa el valor del espectro y de que imputa los costes a los que se benefician directamente de su utilización. No obstante, la organización de subastas puede ser considerada como una desviación significativa de las prácticas habituales. Además, un inconveniente de este enfoque es que los ingresos son inciertos y que pueden exceder o no alcanzar lo necesario para financiar adecuadamente la gestión del espectro. Si los ingresos rebasan lo necesario, un porcentaje de éstos puede devolverse a la hacienda pública que tendría que determinar su distribución; mientras que si los ingresos se quedan cortos, habría que utilizar un suplemento del presupuesto nacional o una financiación mediante cánones de licencia para mantener todas las funciones necesarias de la gestión del espectro. Los gestores del espectro pueden tratar de asegurarse de que los ingresos sean suficientes estableciendo unas pujas mínimas; no obstante, si se establece que estas cantidades sean demasiado altas, puede no recibirse ofertas. Las subastas pueden no ser adecuadas en ciertas circunstancias y puede ser necesario complementarlas con otros medios. Por ejemplo, las subastas no serán apropiadas si no hay competencia entre solicitantes, si no puede definirse adecuadamente un derecho al espectro o si los costes previstos de la subasta exceden de los ingresos que se espera obtener.

2.3 Enfoques económicos utilizados para promover una gestión nacional eficaz del espectro

Pueden utilizarse principios económicos basados en el mercado para mejorar de diversas maneras la gestión nacional del espectro. Como indica el enunciado, estos principios fomentan la eficacia económica y promueven también la eficiencia técnica y administrativa.

En todo recurso, incluido el espectro, el objetivo económico primario es el de maximizar los beneficios netos para la sociedad que pueden obtenerse de dicho recurso; esto es lo que los economistas denominan una distribución económicamente eficaz del recurso. Se dice que los recursos se distribuyen eficazmente y que sus beneficios totales para la sociedad se hacen máximos cuando es imposible redistribuirlos de forma que mejore al menos un individuo sin que otro empeore. Se dice que dicha distribución de los recursos obedece al «Criterio del Óptimo de Pareto» en honor de su descubridor, el economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923). No obstante, el cumplimiento estricto de este criterio en la adopción de decisiones limita considerablemente las alternativas disponibles para los gestores del espectro, porque siempre habrá al menos una persona que empeora por cualquier decisión, de ahí que resulte más factible el «Criterio del Óptimo Potencial de Pareto» que es menos restrictivo. Según este criterio, una redistribución de los recursos conduce a un aumento del bienestar social general y por tanto debe tener lugar, si los que han mejorado como consecuencia de dicha redistribución, podrían, en principio, compensar plenamente los que han empeorado y continuar obteniendo beneficios superiores a los del caso anterior a la redistribución.

Un segundo objetivo económico que atañe a la gestión del espectro es la apropiación de la renta del recurso. Los economistas consideran el valor de un recurso – ya sea el espectro, el petróleo o la madera-como «renta». Los derechos o privilegios para la extracción de crudo de la tierra tienen un valor para las compañías que pueden venderlo a los consumidores o utilizarlo como carburante de sus vehículos, al igual que lo tiene el derecho o el privilegio de utilización del espectro radioeléctrico para el usuario de dicho espectro que puede venderlo en forma de servicios inalámbricos (por ejemplo, una compañía de radiobúsqueda) o utilizar tecnologías de radiocomunicación para la provisión de otros bienes o servicios (por ejemplo una compañía de taxis). La renta devengada por un recurso, incluyendo una licencia de espectro, puede cuantificarse mediante el precio que dicho recurso alcanzaría en un mercado abierto. Si un beneficiario de licencia de espectro recibe gratuitamente una licencia que conlleva un valor económico, el beneficiario se apropia de la renta devengada por dicha licencia.

El valor del espectro queda reflejado en dos rentas inherentes, a saber, la renta de escasez y la renta diferencial. La renta de escasez se produce cuando la demanda de espectro, al menos en ciertas bandas y en determinados momentos, supera a la oferta a un precio cero. La renta diferencial se registra cuando cada banda de frecuencias posee características específicas de propagación que la hacen idónea para determinados servicios. La posibilidad de tener acceso a la banda de frecuencias más adecuada podría reducir a un mínimo el coste de implementación y optimizar la calidad de funcionamiento de un sistema de radiocomunicación. Las bandas que se adecuan a un gran número de distintos servicios que utilizan equipo poco oneroso son más valiosas que las bandas que se ajustan a un solo tipo de servicio que utiliza equipo costoso. No obstante, incluso en el caso de las primeras de estas bandas, su utilización exclusiva en una determinada zona geográfica puede reducir radicalmente su valor. Aunque cierto uso compartido del espectro puede ser eficaz, cuando los transmisores se explotan al mismo tiempo y en la misma zona pueden ocasionarse mutua interferencia perjudicial, lo que reduce el valor de la banda en dicha zona y momento.

En teoría, puede apuntarse a los objetivos del Óptimo de Pareto y de la apropiación de la renta del recurso creando un mercado libre en cuanto al espectro. En un mercado de este tipo, todas las asignaciones de espectro consistirían en derechos legales de posesión claramente definidos que podrían transferirse, acumularse y dividirse, y ser utilizados para cualquier fin que el propietario juzgue conveniente, en tanto que su utilización no interfiera con los derechos de posesión de otros usuarios del espectro. No obstante, la prevención de la interferencia entre servicios técnicamente distintos (por ejemplo, la radiodifusión, los móviles, los fijos y los de satélite) en un mercado de espectro exigiría análisis de ingeniería extremadamente complejos y podría desembocar en litigios entre usuarios del espectro. Además, la mayoría de los gestores del espectro consideran que hay otras razones para imponer ciertas limitaciones en un mercado de espectro, entre las que cabe citar:

- Puede no atenderse adecuadamente tanto a la investigación científica gubernamental como a otros requisitos socialmente deseables.
- Puede ser conveniente establecer límites a una acumulación del espectro en usuarios individuales para evitar un dominio anticompetencia del mercado por parte de los usuarios ricos.
- Puede facilitarse la creación de economías de escala en la producción de equipos, atribuyendo ciertas bandas a determinados usuarios sobre una base unilateral y nacional o multilateral e internacional.
- La atribución a nivel internacional de bandas para usuarios del espectro con movilidad mundial, tales como los usuarios móviles a bordo de embarcaciones y de aeronaves contribuye a evitar la necesidad de montar a bordo transmisores y receptores múltiples para la misma función de comunicaciones.

En consecuencia, los gestores nacionales del espectro de todo el mundo han optado generalmente por renunciar a un mercado de espectro plenamente liberalizado y han atribuido bandas de frecuencias a usuarios particulares con restricciones técnicas diversas. Sin embargo, en ausencia de un sistema de derechos de propiedad, los gestores del espectro tal vez, traten de considerar las valoraciones que otorgan al espectro los grupos antagónicos de usuarios – por ejemplo, entidades de radiodifusión y proveedores del servicio de telecomunicaciones móviles. A falta de un mercado del espectro, dichas valoraciones podrán solamente obtenerse de forma imperfecta, aunque el empleo de representaciones del mercado tales como la estimación de los ingresos del servicio y la repercusión del servicio en el producto interior bruto y en el empleo pueden ser útiles para obtener datos acerca de la utilización al adoptar decisiones sobre la atribución y sobre otros aspectos de la gestión del espectro.

2.3.1 Métodos de asignación del espectro

Tras atribuir el espectro a una aplicación particular, debe asignarse a usuarios individuales. Si la demanda de una banda precisa de frecuencias en una zona geográfica particular es limitada, no habrá necesidad de resolver decisiones mutuamente excluyentes (en competencia) para dicha banda. En consecuencia, pueden asignarse simplemente las licencias a los postulantes que lo soliciten, siempre que éstos respeten ciertas normas y reglamentos técnicos. Sin embargo, si existen peticiones de espectro mutuamente excluyentes, debe utilizarse un método de asignación para elegir entre los solicitantes en competencia. Tres formas de hacerlo son los procesos comparativos (tales como las audiencias comparativas), los sorteos y las subastas.

2.3.1.1 Métodos de asignación no basados en el mercado: procesos comparativos y sorteos

En un proceso comparativo, se comparan formalmente las calificaciones de cada solicitante de espectro en competencia sobre una base de criterios establecidos y publicados a nivel nacional. (Generalmente, estos criterios pueden incluir la población a la que se atenderá, la calidad del servicio y la celeridad en la implantación de éste.) La autoridad de gestión del espectro determina el solicitante más calificado para utilizar el espectro y concede la licencia. No obstante, los procesos comparativos pueden ser muy arduos y consumir grandes recursos, pueden no asignar el espectro a aquellos que más lo valoran y pueden no generar ingreso alguno a menos que se cobren cánones de licencia y/o de solicitud. Además, los procesos comparativos suelen decidirse sobre la base de diferencias mínimas entre solicitantes y puede ocurrir que los solicitantes perdedores impugnen las decisiones.

En un sorteo, se selecciona a los beneficiarios de licencia de forma aleatoria entre todos los solicitantes en competencia del espectro. Los sorteos pueden reducir algunos aspectos de la carga administrativa que conllevan las audiencias comparativas, tales como los gastos jurídicos, pero pueden crear un tipo distinto de fardo administrativo, alentando la presentación de más solicitudes. Además, los sorteos no asignan el espectro a los que más lo valoran, excepto por casualidad, conducen a costes de transacción significativos y tampoco en este caso generan ingresos, a menos que se asocien cánones a la licencia asignada por sorteo o se cobre un canon de acceso por participar en el sorteo. Por otra parte, los ganadores del sorteo transfieren en muchos casos sus derechos al espectro a terceras partes, guardando para ellos mismos las rentas del espectro. Los sorteos que no conlleven cánones de solicitud significativos u otras medidas que garanticen la intención de los solicitantes de la prestación de los servicios radioeléctricos tienden a fomentar la especulación.

Aunque los procesos comparativos y los sorteos no son métodos de asignación basados en el mercado, pueden hacer actuar las fuerzas de la competencia tras la asignación del espectro mediante la creación de un mercado secundario (véase el § 2.3.2).

2.3.1.2 Enfoque basado en el mercado: subastas

En una subasta, las licencias se conceden con arreglo a las ofertas de los competidores solicitantes de espectro. En las subastas se conceden las licencias a los que les otorgan el valor más alto, generando simultáneamente ingresos para la autoridad del espectro. No obstante, como ocurre en un mercado de

espectro no restringido, las subastas pueden suscitar inquietudes de tipo competitivo si no se combinan con una política de competencia activa y se fijan límites en cuanto al tramo máximo de espectro que una entidad puede adquirir. Las fuerzas del mercado no garantizan la eficacia económica o el máximo del bienestar del consumidor en mercados que no sean competitivos, porque un proveedor del servicio o grupo de ellos dominante puede detentar el poder del mercado. Además, las subastas pueden no servir para ofrecer adecuadamente ciertos servicios deseables socialmente o para distribuir las licencias entre ciertos grupos, tales como pequeñas empresas (si es ello el objetivo). Sin embargo, mediante las «ofertas con crédito» (descuentos) y los pagos aplazados para determinadas entidades se pueden paliar estos problemas. De hecho, las entidades que tengan pocas probabilidades de ganar en un proceso comparativo o en un sorteo pueden tener éxito en una subasta si las ofertas con crédito son significativas y si el aplazamiento de los pagos permite pagar los costes de la licencia a lo largo de una serie de años.

Las subastas y los sorteos pueden disminuir significativamente los costes administrativos y el tiempo asociado al proceso de asignación del espectro, con lo que mejoran la eficacia administrativa total, al contrario de lo que ocurre en el proceso comparativo.

2.3.2 Derechos de espectro transferibles y flexibles

Mientras que las subastas son el mecanismo de asignación más adaptado para conseguir una distribución inicial económicamente eficiente del recurso del espectro, no aseguran que dicho espectro continuará utilizándose de manera económicamente eficiente en el futuro. Al igual que con otros recursos, los economistas recomiendan que se permita a los usuarios del espectro transferir sus derechos a éste (tanto si se ha asignado mediante subasta como por otros mecanismos de asignación) y que los usuarios del espectro cuenten con un alto grado de flexibilidad en la elección de los servicios que ofrecerán al consumidor con su espectro.

La modalidad menos restrictiva de derechos de propiedad transferibles ofrece una flexibilidad técnica ilimitada, independiente de la estructura de una atribución, siempre que no se cause interferencia perjudicial fuera de la banda asignada. Este sistema, si se aplica a todas las bandas de frecuencias, dará lugar a un mercado de espectro liberalizado. No obstante, tal como se examina en el § 2.3, ningún país ha aplicado un enfoque de mercado de espectro totalmente libre.

La modalidad más restrictiva de derechos de propiedad permite la transferencia únicamente dentro de los confines de una atribución determinada y solamente ajustándose a parámetros técnicos estrictamente definidos. Este sistema ofrece la ventaja de asegurar que la entidad de un servicio atribuido que da más valor a una asignación particular de frecuencia estará en condiciones de usar dicha asignación, minimizando al tiempo la posibilidad de interferencias. Sin embargo, restringiendo la flexibilidad técnica para asegurar el control de la interferencia, puede reducirse también de forma significativa la eficacia económica. Además, si los derechos de propiedad se ceden sin más a los beneficiarios de licencias, toda renta del recurso que surja de una asignación de frecuencia particular será apropiada por el interesado, en vez de por la autoridad de gestión del espectro, a menos que las rentas hayan sido apropiadas inicialmente a través de una subasta o mediante cánones de licencia.

El punto medio en relación con los derechos de propiedad y el enfoque utilizado en algunas bandas por Nueva Zelandia, Estados Unidos de América y Australia consiste en especificar derechos de emisión dentro de una atribución determinada, que puede definirse ampliamente, por ejemplo, la radiodifusión o las radiocomunicaciones móviles. Este enfoque puede dar lugar a un incremento de la eficacia económica porque se permite a los beneficiarios de licencias ajustar la utilización de los componentes conforme a los costes y a las consideraciones sobre la demanda, por ejemplo, en el caso de un suministrador de radiocomunicaciones móviles que pueda atender al aumento de la demanda utilizando una técnica de modulación distinta, y porque los beneficiarios de licencias pueden transferir libremente sus derechos de frecuencia total o parcialmente a entidades que valoren más los mencionados derechos. Así pues, un sistema de derechos de espectro comercializables ofrece a los

beneficiarios de licencias todos los incentivos para utilizar su espectro en una forma técnicamente eficaz. Sin embargo, un inconveniente de este enfoque es que puede hacer aumentar el potencial de interferencia perjudicial entre beneficiarios, porque no se especifican los componentes técnicos. La especificación de los derechos de emisión de los beneficiarios de licencias en lugar de la especificación de los componentes que deben utilizar les plantea un mayor problema de control de la interferencia. No obstante, se puede permitir a los beneficiarios de licencias que negocien sus derechos de emisión; por ejemplo, un beneficiario puede estar de acuerdo en aceptar interferencia adicional a cambio de una compensación monetaria. Dependiendo de la frecuencia con que puedan surgir disputas que exijan la resolución por la autoridad de la gestión del espectro o de los tribunales, la autorización de dichas negociaciones puede resultar ventajosa o plantear inconvenientes.

2.3.3 Ventajas e inconvenientes de las subastas y de los derechos de espectro transferibles

Las subastas ofrecen las ventajas de conceder la licencia a aquellos que más la valoran y generar simultáneamente ingresos. Cuando se utilizan las subastas para asignar las licencias en una estructura de atribución determinada, dichas licencias se concederán a los que más las valoran, únicamente en los confines de la estructura de atribución. Por ejemplo, si las entidades de radiodifusión son las que más valoran un bloque particular de espectro en una zona determinada, pero éste se atribuye a las radiocomunicaciones móviles, los ingresos y beneficios generados por dicho espectro serán inferiores a los del caso en que se permitiese a las entidades de radiodifusión participar en la subasta. La ampliación de la gama de utilizaciones que se autorice en una concesión por subasta permite también utilizar el espectro para los servicios que más se demandan. Sin embargo, la definición amplia de servicios tiene el posible inconveniente de aumentar los costes de la coordinación de la interferencia entre los beneficiarios de licencias de tramos de espectro y zonas adyacentes. Estos argumentos respecto a la estructura de atribución se aplican igualmente a un sistema de derechos de espectro transferibles tras la asignación inicial del espectro.

Otras ventajas previstas asociadas a las subastas son la equidad, la transparencia, la objetividad y la celeridad con que se otorgan las licencias. Con las subastas se puede reducir las oportunidades de favoritismos y de corrupción en la competencia por el espectro, promover la inversión y fomentar el avance tecnológico.

No obstante, para promover la competencia, puede ser necesario imponer salvaguardias adicionales en los servicios subastados. Por ejemplo, en ciertas situaciones, todos los ofertantes potenciales o parte de ellos pueden ser suministradores dominantes del servicio que tratan de reforzar sus posiciones monopolistas u oligopolistas (número limitado de competidores). Las restricciones en las condiciones de participación o los límites en el ancho de espectro que una entidad puede obtener aliviarían este problema, aunque así se puede limitar el número de participantes.

Por último, las subastas pueden ser ineficaces nada prácticas en determinados servicios o situaciones. Un caso es el de la ausencia de competencia en el espectro. Ello puede ocurrir con los sistemas de microondas fijos en los que existen múltiples enlaces individuales con anchuras de haz muy estrechas y emplazamientos muy precisos. Un segundo caso es el de los proveedores de servicios de espectro socialmente deseables, tales como el de la defensa nacional o el de la investigación científica que pueden tropezar con dificultades para otorgar un valor financiero al espectro, lo que podría conducir a una subprestación de dichos servicios a la sociedad, si todos los proveedores de los servicios que utilizan el espectro tuviesen que acudir a subastas. Aunque teóricamente estos servicios podrían reunirse para participar en subastas de espectro, parecen muy lejanas las perspectivas de que esto suceda en país alguno en un próximo futuro. Por último, si las subastas para la concesión de licencias de sistemas de satélites mundiales o regionales, se celebrasen en muchos países, probablemente los proveedores potenciales del servicio tendrían que gastar recursos significativos solamente por participar en dichas subastas y un proceso costoso de este tipo podría dar lugar a demoras en la implantación de los servicios nuevos y avanzados. Además, las subastas sucesivas crearían una incertidumbre significativa entre los posibles proveedores del servicio porque no tendrían la

seguridad de ganar las subastas en todos los países en los que desearan dar el servicio. Si dicha incertidumbre fuese suficientemente grave, podría impedir la prestación del servicio y el desarrollo sistemas internacionales por satélite conforme a lo dispuesto en el actual Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

2.3.4 Cánones de licencia

Los cánones de licencia representan otro instrumento que puede utilizarse para lograr algunas de las metas y objetivos de los gestores del espectro.

Pueden generarse ingresos y recuperarse al menos parte de las posibles rentas por recursos existentes por la utilización de una determinada banda de frecuencias en una zona concreta estableciendo cánones de licencias. (En algunas administraciones los cánones pueden aplicarse a concesiones, autorizaciones o permisos.) Además, una estructura de canon sencilla, como el cobro de los costes directos del procesamiento de las solicitudes de licencias o por el volumen de espectro utilizado, puede recibir el apoyo del público en general, ya que parece una solución equitativa. Aparte de las subastas, los cánones de licencia pueden también alentar a los usuarios de radiocomunicaciones a hacer elecciones racionales desde el punto de vista económico en relación con el uso del espectro.

La complejidad de los cánones de licencia va desde un cuadro simple por servicio a una tasa por frecuencia y por estación para cada servicio, o incluso a fórmulas complejas en las que interviene una serie de variables. La mayoría de los países no cobran a las entidades estatales por la utilización del espectro y muchos tampoco cobran otras utilidades de interés público, tales como las de las organizaciones sin fines de lucro; no obstante, Australia, Canadá y Reino Unido, entre otros países, cobran a las entidades estatales.

Los cánones de licencia pueden aplicarse eficazmente con arreglo a los siguientes principios:

- Habría que tomar decisiones e introducir cambios en materia de recaudación de cánones, de forma democrática o recurriendo a la consulta con los usuarios y la industria.
- En la fijación de cánones habría que tener en cuenta en la mayor medida posible el valor del espectro.
- Los mecanismos de imposición de cánones deberían ser fáciles de entender y aplicar.
- Los cánones no deberían ser un obstáculo contra la innovación y la utilización de las nuevas tecnologías de radiocomunicaciones, o con respecto a la competencia.
- Los cánones deberían contribuir a la consecución de las metas y objetivos nacionales de los gestores del espectro.

Los tipos básicos de cánones son los que se basan en los costes del procesamiento de las solicitudes de licencia, en los ingresos derivados de la utilización del espectro de frecuencias y en fórmulas de canon con incentivo. Los cánones aplicables a la gestión del espectro se basan en los costes directos que han de cubrir los gestores del espectro al tramitar aplicaciones y pueden reflejar también los costes indirectos de gestión del espectro; por ejemplo, costes generales. A los efectos de la gestión nacional del espectro se requieren recursos para desempeñar todas las funciones de gestión del espectro (véase el Capítulo 1). Como se señaló en el § 2.2.4.2, los cánones pueden ser la fuente de esta financiación. Con esto en mente, podrían vincularse los cánones a la actividad de la gestión del espectro realizada, las necesidades anuales de financiación u otros objetivos de gestión del espectro. Estos cánones pueden imponerse cuando se trate de una solicitud inicial o de volver a presentarla con miras a su renovación. También pueden imponerse anualmente para mantener las actividades de gestión del espectro, ya que los usuarios del espectro seguirán beneficiando de dichas actividades, ya sean de comprobación técnica, mantenimiento de bases de datos, representación en la UIT, o de otro tipo incluso después de que se hayan aprobado sus solicitudes. Los diferentes titulares de la licencia se agrupan generalmente en una serie de categorías de licencias a los efectos de fijar los correspondientes cánones. Los cánones basados en los ingresos brutos son proporcionales a los que

obtienen los beneficiarios de la licencia por la utilización del espectro. En las fórmulas de canon con incentivo se tiene en cuenta el valor del espectro.

Otra opción consiste en cobrar cánones basados en el «coste de oportunidad» de la utilización del espectro. En una subasta, ganará el ofertante que demuestre la máxima disponibilidad a pagar, con una oferta que sea inmediatamente superior a la valoración del ofertante situado en segunda posición en cuanto a disponibilidad de pago. Esta segunda valoración máxima representa la utilización alternativa óptima, o coste de oportunidad, del elemento subastado. Por tanto, en una situación en la que la autoridad de gestión del espectro deba establecer administrativamente cánones de espectro, puede asegurarse una distribución económicamente eficiente si se equipara el canon a este coste de oportunidad o valor del mercado. No obstante, para calcular de forma precisa el coste de oportunidad, debe simularse un mercado en que se determine la disponibilidad de los usuarios del espectro a pagar. Realizar dicha simulación con absoluta precisión es sumamente difícil, pero puede obtenerse un modelo aproximado que pueda hacer de dicha simulación una opción práctica.

También debe señalarse que en algunos casos las administraciones pueden cobrar cánones sobre la base de equipos o frecuencias individuales, mientras que en otros casos se cobrará un canon único por la utilización de un bloque de frecuencias. Este último método puede aportar mejoras en cuanto a eficacia administrativa.

2.3.4.1 Cánones basados en los costes de gestión del espectro

Los cánones basados en los costes de gestión del espectro dependen de dos elementos independientes, a saber, la medida en que las funciones de la autoridad gestora del espectro se incluyen en los costes globales y del método utilizado para determinar los cánones aplicables a cada titular de licencia. Los costes de la autoridad gestora del espectro pueden dividirse en sentido lato en gastos directos e indirectos. Las funciones específicas de gestión del espectro relacionadas con cada uno de estos tipos de costes pueden variar según sea la administración considerada.

2.3.4.1.1 Costes directos

Se trata los costes inmediatos e identificables que deben cubrirse por la concesión de licencias en favor de aplicaciones específicas, e incluyen, por ejemplo, el coste del tiempo del personal asignado al proceso de asignación de frecuencia, la autorización de ubicaciones, el análisis de interferencia, cuando éste esté directamente relacionado con una determinada clase de servicio, el mantenimiento sin interferencias de los canales de noticias y entretenimiento, y la consultas a nivel regional, internacional y con la UIT que correspondan a grupos identificables de usuarios. En ciertas bandas de frecuencias y para ciertos servicios, por ejemplo, en el caso de que el equipo se encuentre ubicado a proximidad de países vecinos, los costes directos incluirán los gastos inherentes a la correspondiente consulta internacional.

2.3.4.1.2 Costes indirectos

Se trata los costes de las funciones (véase la Nota 1) de gestión del espectro ejecutadas para apoyar el proceso de asignación de frecuencias de una administración y de los gastos generales inherentes a la aplicación de los procedimientos de gestión del espectro de dicha administración. Estos costes representan gastos que no pueden definirse como atribuibles a servicios o a titulares de licencia específicos, por ejemplo, los dimanantes de las consultas internacionales generales, entre otras entidades, con la UIT y los grupos regionales, la investigación sobre propagación en lo que concierne a un gran número de bandas de frecuencias y servicios, la comprobación técnica general del espectro, las investigaciones sobre la interferencia resultantes de las peticiones de usuarios autorizados, así como los costes del personal de apoyo y el equipo.

Algunas administraciones definen los costes directos de manera muy restrictiva, ya que los circunscriben a los gastos en que se incurre para tramitar las peticiones de licencia. Puede darse el caso de que algunas administraciones no impongan suma alguna en concepto de costes indirectos.

Los métodos utilizados para determinar los cánones basándose en los costes de gestión del espectro van al enfoque simplista consistente en dividir los costes totales por el número de titulares de licencias al más complejo de «recuperación de los costes». La recuperación de costes se utiliza para asignar los gastos derivados de las funciones de gestión del espectro a los titulares de licencias con arreglo a los costes que se han debido cubrir para conceder las licencias y los correspondientes al procedimiento conexo de asignación de frecuencias (por ejemplo: asignación de frecuencias, autorización de ubicaciones, coordinación), lo que incluye cualquier otra función o gestión del espectro que resulte necesaria. Normalmente, los cánones de licencia se determinan a partir del principio de la recuperación de los costes directa e indirectamente atribuibles a una determinada categoría de licencias. En ciertos países un auditor nacional interviene las cuentas para cerciorarse que los costes en que se basan los cánones de las licencias sean adecuados y justificables.

La definición exacta y la aplicación del concepto de «recuperación de costes» varía con arreglo a la gestión nacional del espectro y a los requisitos legislativos y constitucionales de cada país. Estos requisitos pueden incidir en la recuperación de los costes en los diferentes países y a afectar la forma de justificar los costes y los cánones. Estas diferencias obedecen a diversas razones:

- a) En algunos países se distingue entre el hecho de que los costes de la administración sean iguales a sus ingresos totales o de que constituyan simplemente una suma aproximada. En el primero de estos casos no se permite a la administración subvencionar o imponer cánones excesivos a los titulares de las licencias, de modo tal que cualquier diferencia deberá devolverse a éstos. En el segundo caso se reconoce que los cánones se basan en una estimación de los costes previstos y, en consecuencia, los ingresos de una administración pueden superar o no los gastos en que haya incurrido. Hay que señalar que en los países que han optado por este último sistema, también pueden intervenir las cuentas de forma estricta.
- b) Los cánones fijados para recuperar los costes pueden basarse en el trabajo a que da lugar cada licencia o en la media del trabajo que genera una categoría de licencias.
- c) La complejidad del proceso de asignación de frecuencias y el número de funciones de gestión del espectro que requieren realizarse para conceder una licencia puede variar debido a:
 - las características nacionales – por ejemplo, el número de usuarios y el hecho de que las condiciones geográficas requieran utilizar una base de datos topográfica detallada;
 - los requisitos internacionales – por ejemplo, tratados bilaterales o multilaterales y notas en el Reglamento de Radiocomunicaciones.
- d) La forma en que los costes correspondientes a cada una de las funciones de gestión del espectro se atribuyan a una determinada categoría de licencias puede ser distinta debido a:
 - el hecho de que el gobierno entienda que dichos costes deben correr a cargo de los titulares de las licencias, cubrirse con cánones fijos o ser responsabilidad del Estado (presupuesto nacional) – por ejemplo, ciertas administraciones consideran que la comprobación técnica de emisiones es una función pública;
 - su división entre costes directos e indirectos.

Todos estos factores repercutirán en la estructura de los cánones de licencia y los mecanismos creados por las administraciones para supervisar sus ingresos y costes.

NOTA 1 – Existen actividades asociadas con la gestión del espectro que ciertas administraciones consideran independientes de sus costes de concesión de licencias. Estas actividades guardan normalmente relación con los procedimientos de aprobación no directamente relacionados con la asignación de frecuencias. En estos casos, las administraciones suelen fijar una tasa separada, basándose por regla general en un canon simple que no permite recuperar el coste de la correspondiente función. Estos cánones misceláneos de gestión del espectro

pueden incluir una homologación, acreditación de prueba de laboratorio, cánones y tasas de comprobaciones de compatibilidad electromagnética, inspección de las instalaciones y examen de los certificados (radioaficionados, exámenes marítimos, etc.).

2.3.4.2 Cánones basados en el ingreso bruto de los usuarios

Cabe la posibilidad de fijar un canon basándose en un determinado porcentaje del ingreso bruto de una empresa. El valor del ingreso bruto utilizado para calcular el correspondiente canon puede guardar relación indirecta con la utilización del espectro por parte de la compañía, lo que permite soslayar las dificultades que suscitan los procedimientos de contabilidad y auditoría de cuentas.

2.3.4.3 Cánones con incentivo

La idea es utilizar este tipo de cánones para lograr los objetivos de gestión del espectro, por lo cual habrá que conceder ciertos incentivos para utilizar éste de forma eficaz. Pueden tomarse en consideración varios elementos de la utilización del espectro para establecer un método o una fórmula (basada por ejemplo en la densidad demográfica, la anchura de banda, la banda de frecuencias, la zona de cobertura, la exclusividad o la potencia) y cabe la posibilidad de que deban aplicarse distintas fórmulas para diferentes bandas de frecuencias y servicios. Definir una fórmula con respecto a los cánones con incentivo puede no ser una tarea fácil, si el objetivo es que refleje las variaciones en la utilización del espectro en todo un país. Los cánones con incentivo pueden no ajustarse a todos los servicios.

2.3.4.4 Cánones basados en el coste de oportunidad

Se define como coste de oportunidad el valor de algo cuando se usa en la alternativa más favorable. En el caso del espectro, implica el valor alternativo al que se renuncia cuando se asigna una porción del espectro radioeléctrico a un determinado uso. El objetivo de estos cánones es simular el valor de mercado del espectro, lo que puede exigir la realización de análisis financieros, estimaciones de la demanda y estudios de mercado para obtener dicho valor, así como un nivel apreciable de conocimientos técnicos.

2.3.4.5 Ejemplos de cálculo de canon

Los cánones basados en los costes de gestión del espectro pueden representarse por la función general:

$$F = Di \quad (1)$$

$$F = f(Di, LiI) \quad (2)$$

siendo:

F : canon de licencia

Di : costes administrativos directos por el tratamiento de la solicitud

Li : proporción correspondiente a la licencia de los costes administrativos indirectos

I : costes indirectos administrativos totales.

Los cánones basados en los ingresos del usuario pueden representarse por la función general:

$$F = f(a, G) \quad (3)$$

siendo:

F : canon cobrado al usuario

a : factor de proporcionalidad que establece la entidad reguladora

G : ingreso bruto del usuario.

Las fórmulas de canon con incentivo pueden representarse por la función general:

$$F = f(B, C, S, E, F_R, F_C) \quad (4)$$

siendo:

- F : canon cobrado al beneficiario
- B : anchura de banda
- C : zona de cobertura
- S : ubicación
- E : exclusividad de utilización
- F_R : frecuencia
- F_C : coeficiente financiero de la administración.

También pueden utilizarse fórmulas basadas en el coste de oportunidad que se asemejan a las de los cánones con incentivo. No obstante, en este caso se fijará el coeficiente financiero de la administración (F_C) para aproximar el canon al valor de mercado del espectro.

Algunas de las fórmulas anteriores y las que figuran en otros textos de la UIT llevan un factor arbitrario que establece la administración. La utilización de dicho factor significa que el canon resultante es de por sí arbitrario. Algunos países han aplicado o están considerando la aplicación de modelos de cánones basados en las diversas funciones generales descritas. En los países que se elaboran modelos de cánones con incentivo o de cánones sobre el coste de oportunidad, se ha reconocido que se trata de una tarea compleja y algunas administraciones efectúan encuestas públicas antes de la implantación.

2.3.5 Ventajas e inconvenientes de los métodos de canon

En términos de sus efectos en la eficacia económica, los cánones de espectro constituyen una mejora respecto a la concesión de licencias sin cargo, siempre que los cánones no se fijen por encima del valor del mercado. Si son superiores, el espectro no se utilizará plenamente. De hecho, si se establecen cánones superiores a la disponibilidad a pagar de todos los usuarios potenciales, el espectro no será utilizado y no dará beneficios a la sociedad. Por otro lado, si los cánones se fijan por debajo del valor del mercado, la eficacia económica mejorará aun cuando siga habiendo un exceso de demanda del espectro, y los ingresos para la autoridad de gestión del espectro serán inferiores a los que determine el mercado. Las consecuencias adversas del establecimiento de cánones demasiado bajos son que el espectro podría potencialmente desperdiciarse y que la congestión del espectro podría aumentar.

Por ejemplo, supóngase que hay un proveedor del servicio que utiliza dos bloques de espectro y paga un canon con valor inferior al del mercado de 100 \$ por bloque o 200 \$ en total. Supóngase también que adquiriendo un equipo más eficaz espectralmente por 150 \$, podría darse el mismo servicio utilizando únicamente un bloque de espectro. El proveedor de servicio racional comprobará que la segunda alternativa tiene un coste total superior, de 250 \$ (150 \$ por el nuevo equipo y 100 \$ por el bloque único de espectro) y, por tanto, no optará por ella. No obstante, si se cobra el valor real del mercado del espectro de, por ejemplo, 175 \$ por bloque, el proveedor del servicio preferirá comprar el nuevo equipo y retener un bloque de espectro por un coste total de 325 \$, en lugar de un coste total de 350 \$ si mantiene el equipo antiguo y ambos bloques de espectro. Una vez que este bloque de espectro haya quedado libre, puede ser utilizado por otro, lo que significa que el público recibe entonces los beneficios de dos servicios a través del mismo tramo de espectro que se utilizaría para dar únicamente un servicio.

Un problema similar creado por los cánones inferiores al valor del mercado es la posibilidad de que los servicios desperdicien el espectro. Por ejemplo, algunos servicios, tales como el de distribución de programación de televisión, pueden darse por medios alámbricos o inalámbricos. Otros servicios,

tales como el de telefonía móvil, pueden darse únicamente por medio del espectro radioeléctrico. Cuando se fijan los precios de todos los recursos (espectro, cable de fibra óptica, hilo de cobre, etc.) a las tasas del mercado, los proveedores del servicio optarán por la combinación de estos componentes que sea congruente con una distribución eficaz desde el punto de vista económico. Sin embargo, si el precio del espectro se fija a un nivel inferior a su valor de mercado, los proveedores del servicio (tales como los distribuidores de programación de televisión) que tengan la opción de utilizar infraestructuras alámbricas o inalámbricas en sus actividades, estarán inclinados a utilizar más espectro y menos de las diversas alternativas a éste disponibles. Cuando más espectro se utilice en la televisión menos quedará para otros servicios, tales como el de telefonía móvil, lo que significa que el número total de servicios disponibles para el público habrá disminuido – obviamente, dando un resultado ineficaz.

Aunque la determinación de fórmulas puede ser útil para establecer cánones de licencia, dichas fórmulas deberían ajustarse concretamente a las circunstancias prevalecientes en cada país. La definición de fórmulas requiere un considerable esfuerzo por parte de la administración y los usuarios del espectro. Para poder aplicarse correctamente, una fórmula debe diseñarse con el fin de lograr un objetivo concreto en el marco de un conjunto explícito de condiciones de explotación. Estas condiciones dependerán de una serie de aspectos del país considerado, incluida su estructura geográfica (por ejemplo, orografía, tamaño, latitud), infraestructura de radiocomunicaciones, y demanda potencial de servicios, así como el grado de coordinación requerido con los países vecinos. De ahí que la aplicabilidad de cualquier fórmula, salvo de las más básicas, suele circunscribirse a una determinada administración, o servicio específico o incluso a un número limitado de bandas de frecuencias. Las fórmulas existentes podrían volverse a utilizar, pero requerirán necesariamente modificaciones. Este proceso exige comprender el propósito y las condiciones que inspiraron la determinación de la fórmula de que se trate, así como los detalles de su aplicación propuesta.

2.3.5.1 Cánones basados en los costes de gestión del espectro

Este enfoque presenta las ventajas de producir ingresos para la autoridad de gestión del espectro y asegurar que los beneficiarios pagarán al menos alguna cantidad nominal por su utilización del espectro, eliminando al tiempo los posibles beneficiarios que otorguen un valor insuficiente a su utilización y no deseen pagar incluso estos cánones nominales. No obstante, un inconveniente importante de este enfoque es que hay una desconexión entre el nivel del canon y el valor del espectro utilizado. Por ejemplo, un beneficiario puede utilizar una banda de espectro en una zona relativamente poco poblada y pagar el mismo canon que un segundo usuario que utilice una banda idéntica en una zona muy poblada, aun cuando esta última banda tenga un valor muy superior. Debido a esta desconexión entre los cánones administrativos y el valor del espectro, dichos cánones no contribuyen a mejorar la eficacia de utilización del espectro. En algunas zonas y bandas de frecuencias en las que el espectro tiene poco valor, los cánones pueden impedir toda utilización del espectro, produciendo un resultado ineficaz. No obstante, lo que suele suceder es que los cánones basados en los costes son muy inferiores al valor del espectro, y de esta manera sólo contribuyen a la utilización eficaz del espectro en mínima medida. Si los cánones son reducidos, pueden constituir un problema particular en los países que tengan una gran tasa de inflación porque los cánones se suelen actualizar únicamente en periodos de varios años y pueden por tanto quedar a la zaga del nivel general de precios. No obstante, este problema puede aliviarse si la autoridad política confiere a los gestores del espectro la capacidad de actualizar los cánones con la periodicidad necesaria para reflejar las tendencias generales de los precios de la economía.

Este enfoque se podría utilizar a largo plazo si se reduce progresivamente la escasez de espectro. En ese caso, se pueden usar los cánones para cubrir los gastos de administración de la gestión del espectro y garantizar la protección ante interferencias¹.

2.3.5.2 Cánones basados en el ingreso bruto de los usuarios

El establecimiento de un canon basado en un cierto porcentaje de los ingresos brutos correspondientes a la utilización del espectro puede reportar ingresos significativos a la autoridad de gestión del espectro, en ciertos servicios. Por ejemplo, una entidad de radiodifusión de televisión con ingresos anuales de 500 millones de dólares pagaría un canon anual de 500 000 \$ si el canon fuera sólo del 0,1% de los ingresos. Además, este tipo de canon produce más ingresos para la autoridad de gestión del espectro a medida que aumentan el ingreso bruto del beneficiario de la licencia, lo que puede ser considerado como eficaz y equitativo. No obstante, hay tres problemas principales con este tipo de canon.

En primer lugar, puede aplicarse únicamente a usuarios que obtengan un ingreso bruto vinculado directamente a la utilización del espectro y no a los usuarios cuyos ingresos brutos proceden sólo indirectamente de la explotación del espectro, ya que calcular los ingresos brutos puede ser difícil debido a la complejidad de la contabilidad de las empresas y, por otra parte, es prácticamente imposible determinar qué parte de tales ingresos guarda relación directa con la utilización del espectro, por ejemplo, qué proporción del ingreso bruto en las empresas de servicio público o las compañías telefónicas puede atribuirse a su utilización de enlaces de microondas en ciertas partes de sus redes fijas.

En segundo lugar, este tipo de canon no fomenta necesariamente la utilización eficaz del espectro, cuando el ingreso bruto del usuario esté directamente relacionado con el valor del espectro. Por ejemplo, dos entidades de radiodifusión pueden tener ingresos brutos idénticos, pero una puede obtener beneficios sustanciales, mientras que la segunda puede no obtenerlos, e incluso puede funcionar con pérdidas.

En tercer lugar, estos cánones pueden suprimir la utilización del espectro, reducir el crecimiento de los servicios, menoscabar la innovación y la eficiencia del aprovechamiento del espectro y afectar adversamente la capacidad para competir en el plano internacional.

2.3.5.3 Fórmulas de canon con incentivo

Las fórmulas de canon con incentivo ofrecen la ventaja de representar en cierta medida la escasez del espectro y las rentas diferenciales a que da lugar. Teniendo en cuenta factores tales como la población, la zona, la anchura de banda utilizada y la banda de frecuencias utilizada, dichas fórmulas pueden reflejar aproximadamente los valores de mercado. Sin embargo, el inconveniente de dichos cánones es que no hay ninguna fórmula, aunque sea compleja, que pueda tener en cuenta todas las variaciones del mercado. Esto requiere adjudicar una atención considerable al establecimiento de los cánones de licencia para evitar una gran discrepancia entre el canon y el valor de mercado. Por esta razón, para utilizar eficazmente una fórmula de canon con incentivo podría plantearse la necesidad de vincularla a la valoración del mercado.

Para algunos servicios, los factores técnicos impiden una reducción de la anchura de banda y por tanto, los cánones con incentivo basados en la anchura de banda serían inadecuados, por ejemplo, en el caso de los servicios de radar.

¹ Origen: A. M. YOUSSEF, E. KALMAN, L. BENZONI, «Technico-Economic Methods For Radio Spectrum Assignment», en IEEE Communications Magazine, junio de 1995.

2.3.5.4 Fórmulas de canon sobre el coste de oportunidad

Las fórmulas de canon sobre el coste de oportunidad tienen la ventaja de apuntar directamente al objetivo deseable de simulación del valor de mercado, lo que alentaría el examen de los medios alternativos de comunicación y la devolución de excedente de espectro por parte de los actuales usuarios. No obstante, al igual que es extremadamente difícil establecer una fórmula de canon con incentivo que tenga en cuenta todas las variables pertinentes que influyen en el precio del espectro en un emplazamiento particular, también es extremadamente difícil simular de forma precisa una subasta y el esfuerzo requerido para realizar el análisis puede sobrepasar los costes de una subasta. Dicha simulación depende de la evaluación de las decisiones del consumidor individual y de la integración en alguna manera de dicha información en un modelo utilizable. Los estudios financieros o las extrapolaciones basadas en transacciones anteriores del mercado secundario pueden ser útiles en cierta medida, pero la simulación del mercado seguirá siempre siendo un ejercicio muy imperfecto; por ejemplo, las tres subastas de PCS de banda ancha de Estados Unidos de América produjeron resultados notablemente distintos de los que se había previsto en casi todos los análisis. Sin embargo dichos métodos pueden ser más útiles que las alternativas basadas en costes en cuanto a la gestión del espectro, para equilibrar la oferta y la demanda y maximizar el bienestar económico, en los casos en que resulte poco práctico o ilegal organizar una subasta.

2.4 Factores que pueden afectar a los diversos enfoques económicos

Hay una serie de factores que pueden afectar a la necesidad de las distintas administraciones de los enfoques económicos de la gestión del espectro examinados anteriormente, y a su capacidad para aplicarlos. Las diversas consideraciones de tipo jurídico, socioeconómico y de infraestructura técnica repercutirán en las subastas de espectro, en los derechos de propiedad transferibles y en los regímenes de canon de licencia.

2.4.1 Subastas

2.4.1.1 Aplicabilidad de las subastas

Tal como se indicó anteriormente, la utilización de subastas como método de asignación del espectro ofrece diversas ventajas posibles. No obstante, es probable que los distintos países persigan también una serie de objetivos en cuanto a gestión del espectro que las subastas por sí mismas no puedan alcanzar adecuadamente. A menudo, dichos objetivos pueden cumplirse utilizando otros instrumentos de política (reglamentos, condiciones de licencia, normas, etc.) que sean plenamente compatibles con las subastas de espectro, pero cada administración tendrá que considerar sus prioridades y decidir la idoneidad total de las subastas, a la luz de los diversos objetivos que desea lograr. Si una administración desea utilizar subastas, debe ser consciente de que, por lo general, cuanto mayor sea el número de reglamentos, condiciones o restricciones aplicables a la utilización del espectro que se subaste, menores serán los ingresos de las subastas, por lo que las administraciones pueden preferir considerar las ventajas e inconvenientes inherentes, dependiendo de sus prioridades. Por razones similares, las administraciones pueden optar por restringir la oferta de espectro, lo que generalmente daría lugar a mayores ingresos de las subastas. No obstante, hay que establecer también en este caso un compromiso, porque una oferta restringida de espectro dará lugar a una gama inferior de servicios de consumo, unos precios superiores para el consumidor y una disminución general de la eficacia económica.

Aunque pueda parecer obvio, también conviene señalar que las subastas son aplicables por definición únicamente en las circunstancias en que la demanda de espectro rebasa la oferta disponible. Dependiendo del nivel de avance económico del país en particular, del nivel de desarrollo de su infraestructura de telecomunicaciones, de su clima de inversión y de cualquier restricción a la propiedad extranjera o comercial que pueda imponer respecto a la prestación de servicios basados en

el espectro (entre otros factores), existe la posibilidad de que una administración no tenga suficiente interés en organizar una subasta que se necesita para cierto espectro.

En términos generales, cuanto mayor sea el nivel de desarrollo de la infraestructura económica y de comunicaciones, más favorable será el clima de inversión y menores las barreras a la propiedad extranjera y comerciales, así como mayor la demanda de acceso al espectro, lo que lleva a una competencia más intensa en una subasta y posiblemente a ingresos superiores para el Gobierno.

Las subastas son un mecanismo basado en el mercado, y un requisito fundamental para el funcionamiento adecuado de todo mercado es el de unos cimientos jurídicos sólidos. Ello significa, en primer lugar, que la autoridad política debe permitir la autorización de subastas para servicios específicos. En segundo lugar, para que una subasta funcione en forma óptima, debe especificarse de la manera más precisa posible el carácter del derecho que se subasta (cobertura geográfica, anchura de banda disponible, derecho de licencia, etc.), así como las responsabilidades correspondientes (condiciones de la licencia, restricciones del servicio, normas del equipo, etc.). Asimismo, debe haber certeza de que el gobierno tiene la disponibilidad y la capacidad para actuar en la forma necesaria que asegure a los beneficiarios de la licencia el ejercicio de los derechos o privilegios que se les concede, al tiempo que cumplen las responsabilidades que se les exige. Toda incertidumbre respecto a dichos factores como en cuanto a la duración de la validez de la licencia que se subasta creará confusión y puede traducirse en ofertas inferiores.

Antes de acudir a una subasta de espectro, los ofertantes desearán, por ejemplo, conocer el grado de protección contra interferencias perjudiciales que pueden esperar con el espectro que se subasta, así como las medidas que deberán previsiblemente adoptar para no causar interferencia perjudicial a terceros. También desearán contar con la seguridad de que el gobierno hará cumplir este régimen de protección contra una interferencia.

La amplitud de la base de datos sobre licencias y beneficiarios de una administración, su capacidad de comprobación técnica del espectro y sus posibilidades para imponer penalizaciones significativas a los que causen interferencias perjudiciales a terceros repercutirán en la capacidad del gobierno para proteger los derechos o privilegios de los usuarios del espectro y de esta manera, repercutirán en la capacidad para efectuar subastas de espectro fructíferas.

2.4.1.2 Requisitos previos a la subasta

Conviene que todos los derechos y responsabilidades asociados al espectro que se subasta se especifiquen antes de la subasta, pues de otra manera, los ofertantes harán frente a un alto grado de incertidumbre que comprometerá significativamente su capacidad de ofertar de manera racional, aumentando considerablemente las posibilidades de que la subasta fracase. Esto significa, evidentemente, que las administraciones que deseen utilizar las subastas deben estar en condiciones, jurídica y políticamente, de establecer definiciones, términos, condiciones y políticas de las licencias, antes de saber quiénes serán los beneficiarios.

De forma similar, todos los participantes deben conocer y comprender claramente las reglas y procedimientos de una subasta antes de que comience ésta. Durante los últimos años se han producido grandes avances en la teoría de las subastas y en su aplicación práctica. Toda administración que planifique la organización de subastas de espectro debe asesorarse consultando la masa creciente de textos sobre este particular y pasando revista a las experiencias de los «pioneros» de las subastas de espectro tales como Nueva Zelandia, Estados Unidos de América y Australia, a fin de aprender de sus éxitos y de algunos de los problemas con los que han tropezado en relación con la concepción y la realización de la subasta.

Dependiendo de la complejidad de la subasta en cuestión, puede ser conveniente establecer un sistema de subasta automatizado. Por tanto, puede ser preciso contar con una cierta infraestructura técnica para celebrar una subasta. De la misma manera, puede ser necesario enseñar y capacitar a los gestores

del espectro y a los ofertantes potenciales para asegurar un nivel suficiente de «conocimientos de subasta».

2.4.1.3 Política de competencia

Dependiendo de la posición de una administración determinada respecto a la competencia en los servicios que utilizan espectro, puede ser especialmente importante que se considere la posibilidad de que se produzca un predominio del mercado. Deben reexaminarse las actuales políticas de competencia, así como las condiciones propuestas de la licencia y las reglas de procedimiento de la subasta para evitar que de ella salga un resultado inaceptable.

2.4.2 Derechos de propiedad transferibles

Al igual que con las subastas de espectro, el marco jurídico que subyace a la capacidad de los mercados para funcionar de forma eficaz, la especificación clara por los gestores del espectro de las reglas y políticas y la posición jurídica y política respecto a la competencia son cruciales para el funcionamiento de un régimen de derechos transferibles de propiedad del espectro.

Una administración que considere la implantación de un régimen de este tipo deseará verificar que cuenta con los medios para continuar sosteniendo las condiciones, normas y reglamentos aplicables a la licencia, una vez que el espectro se haya transferido de un beneficiario de licencia original a un tercero. A este respecto, es importante la capacidad de una administración para mantener un banco de datos preciso sobre licencias y sus beneficiarios, como será necesario contar con un cierto grado de infraestructura administrativa y/o técnica para la implementación satisfactoria de un régimen de derechos de propiedad transferibles. Todo ello tendrá que ampliarse si la administración pretende autorizar a los beneficiarios a transferir sus licencias, no sólo en la totalidad sino también parcialmente, lo que significa la divisibilidad de las licencias.

2.4.3 Cánones de licencia

La aplicabilidad en los diversos regímenes de cánones de licencia puede variar entre los distintos países. Los países con economías e infraestructuras de comunicaciones más desarrolladas, pueden, por ejemplo, sentirse más inclinados hacia la consecución de objetivos tales como:

- garantizar que los pagos totales efectuados por los usuarios del espectro mediante cánones y/o recaudación de subastas, sean superiores o iguales a los costes totales de la gestión del espectro, a fin de evitar las subvenciones a los usuarios del espectro procedentes de la hacienda pública;
- aproximar los cánones al valor de mercado del recurso de espectro para promover la utilización eficaz de éste; y/o,
- recaudar todas las rentas económicas que el recurso espectro pueda generar.

Los países con economías menos desarrolladas pueden optar por la consecución de los mismos objetivos o por el contrario, pueden considerar adecuado subvencionar implícitamente a los usuarios del espectro mediante cánones de licencia reducidos, si piensan que con ello se favorecen otros objetivos políticos.

Con relación a los distintos tipos de regímenes de canon de licencia examinados anteriormente, los cánones basados en incentivos y/o el coste de oportunidad plantean ciertas exigencias para una realización fructífera. Estos tipos de cánones suelen basarse en nociones tales como «espectro consumido» o «valor económico del espectro», que no son siempre fáciles de definir o estimar prácticamente. Para realizar los cálculos que conlleva el modelo de canon puede ser necesario contar con bancos de datos fiables automatizados sobre licencias y sus beneficiarios, así como con otros instrumentos informáticos tales como programas sobre información geográfica. Las administraciones que deseen reflejar los valores del mercado en sus cánones de licencia tendrán que considerar la medida en que las licencias que otorgan se asemejan a «propiedades del mercado». Toda tentativa de

recaudar cánones que en su momento superen el valor del espectro correspondiente puede tener consecuencias económicas negativas tales como la contracción de la inversión, la limitación de la penetración del servicio o el aumento de los precios al consumidor.

Por último, en los países que anteriormente no cobraban cánones, es fundamental que los gestores del espectro cuenten con la autoridad jurídica según su ley de comunicaciones para cobrar por la utilización del espectro.

2.5 Gestión de cambios en la financiación de la gestión del espectro

Se ha visto que la utilización de las radiocomunicaciones redundaba en una serie de ventajas (véase el Capítulo 3). El hecho de que el nivel de los beneficios económicos derivados de la utilización de las radiocomunicaciones aumente o disminuya dependerá de que el espectro se utilice eficazmente y sea objeto de gestión. Como la fijación de un sistema de precios o el establecimiento de derechos en relación con el espectro, puede afectar de manera significativa el proceso de su gestión, convendría administrar los correspondientes cambios, habida cuenta de sus posibles repercusiones para la economía, el proceso de concesión de licencias, la industria y los usuarios de radiocomunicaciones.

Es probable que los aspectos que deba considerar una autoridad reguladora del espectro en relación con dichos cambios varíen de una administración a otra y los procedimientos para establecer sistema de precios al espectro diferirán seguramente, pero pueden agruparse en un pequeño número de categorías.

2.5.1 Aspectos jurídicos

Con independencia de que una administración deba formular nueva legislación para implantar un sistema de precios para el espectro, es esencial que dicha administración garantice la traducción a la práctica de su legislación vigente. Si la administración tiene previsto introducir subastas, derechos de espectro transferibles o un mercado secundario, es también fundamental que la administración disponga de una legislación apropiada en materia de competencia. La ausencia de legislación sobre competencia o de organizaciones competentes para darle aplicación en el momento de establecer un sistema de precios en relación con el espectro, podría dificultar sus actuaciones.

2.5.2 Obligaciones internacionales

Cuando una administración desee establecer un sistema de precios para el espectro e implementar derechos de espectro particularmente transferibles, resulta importante que siga asumiendo las obligaciones internacionales del país. No obstante, es posible que dicha administración no deba considerar la posibilidad de establecer un mecanismo para representar las opiniones de los usuarios en los correspondientes foros internacionales, en particular, si se permite que el usuario adquiera en relación con su espectro cualesquiera de las funciones de gestión que normalmente corresponden a la administración (véase el Capítulo 4). Es posible que en la mayoría de los países existan ya estos mecanismos, aunque la necesidad de modificarlos para reflejar los diferentes niveles de responsabilidad en cuanto a la gestión del espectro por parte de los usuarios pueda depender de la estructura y organización del proceso de gestión nacional del espectro.

2.5.3 Repercusiones financieras

Las administraciones que hayan administrado anteriormente un sistema de «recuperación de costes» o recurrido a cánones para financiar sus actividades de gestión del espectro deberán considerar las repercusiones que entrañan para los ingresos totales los cambios en los mecanismos de financiación de la gestión del espectro, por ejemplo:

- que las subastas se celebren sólo periódicamente, debido que en ciertas ocasiones pueda no ser conveniente subastar el espectro;

- que se fijen precios con incentivo para atenuar la congestión y no así para aumentar los fondos de la administración.

A corto plazo, los niveles de financiación pueden aumentar, pero una vez que se apliquen los mecanismos de fijación de precios para el espectro, esos niveles fluctuarían con el tiempo y habría que ajustar la oferta y la demanda.

2.6 Resumen

Dada la demanda creciente a nivel mundial de servicios radioeléctricos, los enfoques económicos de la gestión nacional del espectro resultan fundamentales. Estos enfoques promueven la eficacia económica, técnica y administrativa y también pueden contribuir a consolidar los programas de gestión nacional del espectro que aseguren el funcionamiento de los servicios radioeléctricos sin interferencias. Aunque un sistema de libre mercado en el espectro no parece factible debido a consideraciones de índole técnica, económica y social, mediante subastas, derechos de espectro transferibles y flexibles y cánones bien concebidos se puede obtener una serie de ventajas del enfoque de mercado. Las subastas parecen las más adecuadas para fomentar la utilización eficaz del espectro cuando haya solicitantes en competencia de la misma asignación de frecuencia, y los derechos de espectro transferibles y flexibles aseguran que una asignación continuará utilizándose de forma eficaz después de la subasta. No obstante, las subastas pueden no ser adecuadas para servicios en los que hay una competencia limitada por las asignaciones del espectro, en los servicios socialmente convenientes, tales como el de la defensa nacional y en los servicios internacionales tales como los de satélite. Para algunos de estos servicios, los cánones pueden ser adecuados. Los cánones pueden fomentar la utilización eficaz del espectro, siempre que incorporen los incentivos económicos adecuados y que no se establezcan a un nivel tan bajo que resulte despreciable a ojos de los usuarios del espectro o tan elevado que rebase lo que el mercado establecería, en cuyo caso el espectro permanecerá inutilizado y no generará beneficios.

Mediante la fijación de precios para el espectro los gestores nacionales del espectro pueden idear con una serie de instrumentos económicos para promover una utilización más eficaz del espectro. Si se aplican adecuadamente, estos instrumentos pueden contribuir a fomentar la inversión en servicios radioeléctricos, lo que dará lugar a un crecimiento del sector de telecomunicaciones, en beneficio de toda la economía.

CAPÍTULO 3

Evaluación de los beneficios de la utilización del espectro radioeléctrico

3.1 Antecedentes

Es preciso gestionar eficazmente el espectro radioeléctrico a fin de asegurar el acceso a éste de nuevos servicios (véase la Nota 1) y tecnologías, el crecimiento de los servicios actuales y la ausencia de interferencia entre usuarios. La financiación de esta tarea estará en función de las peticiones respectivas de cada una de las actividades públicas. El ámbito de utilización de las radiocomunicaciones dentro de un país influirá en las funciones específicas efectuadas por el organismo de gestión del espectro. A medida que aumenta la utilización de las radiocomunicaciones, también es más necesaria la gestión del espectro. La evaluación de los beneficios económicos (véase la Nota 2) resultantes de la utilización del espectro resulta útil para adoptar decisiones de planificación del espectro. Si se necesita una cuantificación de esos beneficios para la planificación del espectro y

el desarrollo estratégico, deberán establecerse metodologías adecuadas. En el presente Capítulo, basado en un Informe del Reino Unido, se hace un análisis comparativo de dos métodos a fin de evaluar los beneficios económicos y examinar los factores que pueden afectar a este valor.

NOTA 1 – En este Informe, la utilización de la palabra «servicio» con «s» minúscula se refiere a un servicio de usuario final (por ejemplo, la radiotelefonía celular) y no a un Servicio de Radiocomunicaciones.

NOTA 2 – En este caso, el término «beneficios» no se utiliza en el sentido económico habitual.

3.2 Métodos de evaluación de los beneficios económicos del espectro

Es un hecho generalmente reconocido que la expansión de la capacidad de fabricación, o la creación de nuevas industrias y servicios de radiocomunicaciones, generan beneficios económicos. Éstos proceden asimismo del efecto que los servicios de radiocomunicaciones tengan en la introducción de mejoras en la explotación de una empresa. Entre esas mejoras cabe citar: el aumento de la productividad, el incremento de las exportaciones, el descenso de los costes de funcionamiento y el aumento del empleo. La mejora de las prestaciones de una empresa no se registra únicamente en los casos en que las radiocomunicaciones forman parte de su actividad principal (por ejemplo, un proveedor de servicios de telecomunicaciones, un fabricante de equipo de radiocomunicaciones), sino también cuando se utilizan como un instrumento de apoyo de la actividad principal (por ejemplo, una empresa de abastecimiento de agua que utiliza la telemedida y el telemando para depósitos situados en lugares distantes, una empresa de taxis que utiliza las radiotelecomunicaciones móviles para transmitir datos sobre pasajeros a los taxis).

En el Informe «Las repercusiones económicas de la utilización de las radiocomunicaciones en el Reino Unido»² publicado en 1995 y actualizado en varias ocasiones hasta su última versión de marzo de 2006, se exponen los dos métodos utilizados para cuantificar los beneficios económicos. Los métodos permiten calcular la contribución de la utilización de las radiocomunicaciones a la economía mediante:

- el producto interior bruto (PIB) y el empleo;
- el excedente del consumidor y el del productor.

Estos métodos pueden utilizarse para calcular los beneficios económicos derivados del suministro de un único servicio para el usuario final, o pueden sumarse los beneficios económicos de cada servicio a fin de obtener los beneficios totales económicos producidos por las radiotelecomunicaciones en un determinado país. Ambos métodos, así como sus ventajas relativas, se exponen en los apartados siguientes. Si bien en el presente Informe el cálculo del empleo está vinculado al del PIB, se trata en realidad de una medición complementaria que podría aplicarse por igual a la medición del excedente del consumidor.

3.2.1 PIB y empleo

El uso de métodos relacionados con el PIB para evaluar los beneficios económicos se basa en la contribución que las radiocomunicaciones efectúan a todas las actividades comerciales en un país. La contribución al PIB equivaldrá al producto del precio de un bien o servicio por el número de unidades vendidas. Los gastos en concepto de sueldos y los beneficios constituyen un nuevo incremento (efectos multiplicadores, véase el § 2.1.1) en el PIB y el empleo, que puede añadirse a esas cifras.

En la práctica, las contribuciones al PIB y al empleo pueden formar parte de la economía en diversos puntos determinados por el funcionamiento del servicio específico. Por lo general, cuando se trata de

² SMITH-NERA (1996) – Estudio sobre la utilización de la fijación de precios del espectro, elaborado por Smith Group y NERA para la Radio Agencia del Reino Unido. Véase también el Informe preparado por Europe Economics para OFCOM para el año que finaliza el 31 de marzo de 2006.

un servicio vendido a un usuario final (por ejemplo, la radiodifusión), las contribuciones tienen lugar en:

- la empresa que proporciona el servicio de radiocomunicaciones (empresa A). Esta contribución a la economía se dice que es el efecto directo de la utilización de las radiocomunicaciones. Cuando toda la actividad comercial de la «empresa A» se basa en el servicio de radiocomunicaciones (por ejemplo, la radiodifusión), la determinación de la información necesaria es relativamente simple. En los casos en que el servicio de radiocomunicaciones proporciona sólo parte de la actividad comercial (por ejemplo, las radiocomunicaciones móviles privadas (PMR)) esto puede resultar más difícil;
- las empresas que fabrican equipo adquirido por la «empresa A», o que proporcionan otros servicios (por ejemplo, servicios de limpieza, servicios de contratación, ayuda en tecnología de la información, investigación de mercado) en apoyo de las actividades de la «empresa A»; esas contribuciones indirectas a la economía se denominan vínculos en sentido inverso;
- las empresas que fabrican equipos para usuarios de los servicios de la «empresa A», o que se utilizan para la distribución y venta al por menor de servicios de la «empresa A»; estas contribuciones indirectas a la economía se denominan vínculos en sentido directo. Esos servicios no están relacionados necesariamente con las radiocomunicaciones, por ejemplo, las líneas aéreas utilizan servicios aeronáuticos móviles pero sus servicios al por menor hacen relación al tráfico de pasajeros y de carga.

En el caso de un servicio de radiocomunicaciones proporcionado por el usuario final, como es el caso de las PMR, el efecto directo y el vínculo inverso serían el mismo. Sin embargo, no existe vínculo directo porque los elementos integrantes están incorporados en el efecto directo.

La contribución del servicio o los servicios prestados al PIB y al empleo será equivalente a la suma del efecto directo, de los vínculos directos y de los inversos. Este valor dependerá del volumen de bienes de capital y de materiales generados en un país, y del nivel de beneficios obtenidos en éste. En la práctica, todos los países importarán parte de los bienes de equipo y materiales utilizados, reduciéndose así la contribución al PIB. No obstante, aun en el peor escenario posible, en el cual se importen todos los bienes de equipo y materiales (algo poco probable por la dificultad de importar todas las materias primas y el incremento de los gastos generales), todavía existirá una contribución positiva al PIB y al empleo en concepto de salarios, suministros a los usuarios del equipo, distribución y ventas al por menor.

3.2.1.1 Factores que modifican los valores conjuntos del PIB y el empleo

En todos los casos, las cifras combinadas de PIB y empleo resultantes de la contribución de las radiocomunicaciones a la economía deben revisarse a la baja debido a la repercusión de los «efectos de desplazamiento». Éstos se basan en el principio de que siempre existirá una alternativa a la utilización existente, a saber, si no existen aeronaves, se producirá una expansión de las industrias navieras y de ferrocarriles. Esos efectos permiten trazar los escenarios siguientes:

- las radiocomunicaciones pueden ser un sustituto de otro servicio distinto de éstas, tal como el cable;
- si las radiocomunicaciones no existiesen, los recursos utilizados en su desarrollo se emplearían en otros sectores de la economía.

En los cálculos puede contemplarse el efecto de los cambios relativos en el PIB y el empleo que produciría un servicio sustitutivo. No obstante, el último caso de un desplazamiento económico más amplio es más problemático. Si bien tiene cierta validez la teoría de que todos los recursos son completamente móviles, existe desacuerdo en cuanto a los límites de esta teoría y la validación se enfrenta a la dificultad de una falta de información pertinente.

Una vez que se hayan ajustado las cifras correspondientes al PIB y al empleo a fin de tomar en consideración los efectos del desplazamiento, podrá estudiarse la repercusión de los «efectos multiplicadores». Estos tienen su origen en el efecto de los salarios y de los beneficios, generados en todas las empresas relacionadas con la utilización de las radiocomunicaciones, puesto que éstos se expanden a través del resto de la economía de un país y, en el proceso, generan nueva renta y empleo. Estos son una función de la estructura económica del país y pueden tener diferentes valores para la evaluación del PIB y el empleo. En el Reino Unido, el informe – Las repercusiones económicas de la utilización de las radiocomunicaciones en el Reino Unido, estimaba que el «efecto multiplicador» de las importaciones era de aproximadamente 1,4 veces para la renta y ligeramente superior para el empleo.

De aquí que la contribución total al PIB y al empleo para un servicio sea la siguiente:

$$(DE + FL + BL - DPE) \times MPE \quad (5)$$

donde: DE = efecto directo; FL = vínculo directo; BL = vínculo inverso; DPE = efectos de desplazamiento; MPE = efectos multiplicadores.

El informe del Reino Unido de 2006 utiliza datos del volumen de negocios de la empresa para calcular los efectos directos y, a continuación, las tablas de insumo-producto para calcular los efectos multiplicadores. Otra alternativa podría ser calcular el valor añadido por esas empresas en lugar de utilizar sus volúmenes de negocios. Sin embargo, es preferible usar el volumen de negocios, puesto que se adapta mejor al cálculo de los efectos multiplicadores y es coherente con el estudio anterior (1995) que estimaba el efecto de la utilización del espectro radioeléctrico en el PIB. En el cálculo de los efectos directos en el PIB y el empleo es preciso identificar las empresas en las que el espectro radioeléctrico contribuye de forma importante en el volumen de negocios, ya que no se incluyen aquellas empresas que son usuarios minoritarios del espectro. Ello se debe a que resulta muy difícil determinar para cada empresa qué parte del volumen de negocios y del empleo se debe al uso del espectro frente a otros factores. Los beneficios económicos totales provenientes del espectro radioeléctrico en un país serán iguales a la suma de todas las contribuciones totales provenientes de cada servicio.

El empleo directo y el volumen de negocios generan dos tipos de efectos en el PIB y el empleo: efectos vinculantes y efectos inducidos. Los efectos vinculantes se refieren a los puestos de trabajo generados en la cadena de suministros o de distribución. Un ejemplo pueden ser los empleos generados en una empresa de fabricación de teléfonos móviles que suministra equipos a proveedores de telefonía celular. Los puestos de trabajo de los empleados en la empresa de fabricación se verán directamente afectados si se produce un cambio en la demanda del proveedor de teléfonos celulares. El segundo efecto es el empleo inducido o el efecto multiplicador sobre los ingresos debido a los gastos salariales de los empleados en el sector que utiliza el espectro radioeléctrico. Estos gastos adicionales generan más puestos de trabajo ya que el dinero se gasta en bienes y servicios. El método que se considera más adecuado para evaluar el grado de cambio del sector consiste en utilizar multiplicadores derivados de las tablas de insumo-producto. Estas tablas proporcionan una visión completa de los flujos de productos y servicios de una economía para *todos* sus sectores. En particular, las tablas especifican los flujos entre diversas industrias, así como entre industrias y el sector final de la demanda. Estos vínculos se pueden utilizar posteriormente para evaluar hasta qué punto cada industria contribuye a los sectores finales de la demanda. El principal concepto que subyace en el multiplicador es el reconocimiento de que los diversos sectores que constituyen una economía son independientes. Se pueden manipular las tablas de insumo-producto para evaluar diferentes tipos de multiplicadores en función de si el interés está en los efectos del producto, del empleo o de los ingresos. El componente constitutivo de los multiplicadores es la matriz inversa de Leontief que se deriva de la matriz simétrica de uso por industrias y muestra cuántos productos se requieren para cada industria, en términos de necesidades, para generar una unidad de un determinado producto. El producto *efectos en el PIB* se puede obtener de las tablas inversas de Leontief y luego se pueden usar

tasas de producto/empleo finales para determinar los efectos en el empleo. Las estimaciones relativas al empleo y a los ingresos obtenidas de esta manera son para empleo bruto en lugar de nuevo empleo, es decir, estas cifras están sobredimensionadas puesto que no se ajustan para factores de producción que podrían verse sustituidas por otros usos productivos. Existen diversas opiniones sobre los efectos de desplazamiento, siendo la opinión del Tesoro que no existen efectos netos para el empleo en la economía ni para los productos de una única empresa o proyecto. Esta opinión surge de la idea de que, si una determinada empresa no existía, a largo plazo habrán surgido otras empresas en su lugar. A pesar de todo, otros estudios han intentado medir efectos de desplazamiento específicos a corto plazo que se pueden utilizar para obtener cifras de referencia.

3.2.2 Excedente del consumidor y del productor

Se entiende por excedente del consumidor la diferencia entre lo que el consumidor está dispuesto a pagar y el precio real del producto. El excedente del consumidor fue explicado formalmente por Alfred Marshall en sus Principios de Economía. Se puede definir como el excedente sobre el precio pagado realmente. Según Marshall: «el precio que una persona paga por una cosa nunca puede exceder y rara vez alcanza al precio que estaría dispuesta a pagar antes que quedarse sin ella: de esta forma la satisfacción que obtiene de esa compra normalmente supera a la que pierde al pagar por ella y logra una mayor satisfacción de esa compra. El excedente del precio que estaría dispuesta a pagar antes que renunciar a esa cosa, respecto del precio que en realidad ha pagado, es la medida económica de su excedente de satisfacción».

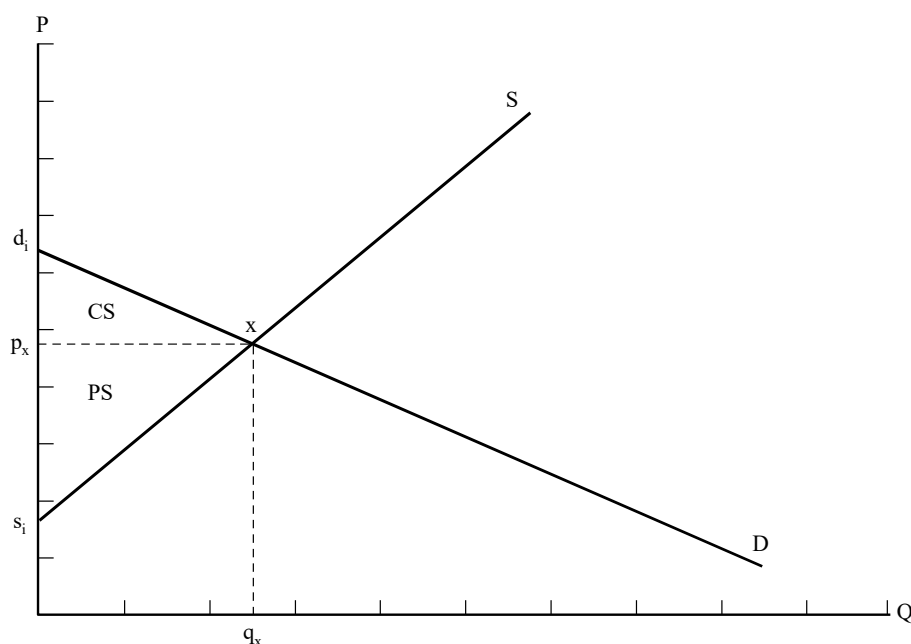
A fin de determinar el excedente del consumidor por un servicio es necesario estimar su curva de demanda – representación del precio del producto (eje y) respecto a la cantidad vendida (eje x). El excedente del consumidor equivaldrá pues a la zona entre una línea horizontal del precio del artículo desde cero hasta la cantidad adquirida y la curva de demanda. Para calcular la curva de demanda es importante disponer de información sobre antecedentes del servicio, que abarque varios años, información que no siempre está disponible. Si el servicio es nuevo, no existirá información de antecedentes. Si no se dispone de datos suficientes, será extremadamente difícil estimar la curva de demanda y si ésta no puede estimarse, tampoco se podrá calcular el excedente del consumidor.

Se entiende por excedente del productor la diferencia entre lo que un productor gana realmente y la cantidad que necesita ganar para continuar su actividad comercial. El excedente del productor está relacionado con el excedente del consumidor. Se puede definir como la relación entre los ingresos recibidos por un suministrador de cualquier bien o servicio y la cantidad que estaba dispuesto a aceptar para mantener el mismo nivel de oferta. A fin de determinar el valor adecuado del excedente del productor, deberá supervisarse el comportamiento de la empresa durante una parte importante de su periodo de vida. En la práctica, ello es difícil de lograr puesto que se ha de disponer de registros de datos coherentes en el caso de empresas establecidas y de estimaciones exactas sobre su comportamiento futuro en el caso de nuevas empresas.

Los excedentes totales procedentes de la utilización de las radiocomunicaciones equivaldrán a la suma de los excedentes del consumidor y del productor para cada servicio.

En la Fig. 1 se representan gráficamente los excedentes del consumidor y del productor. El precio del producto (p_x) y la cantidad (q_x) del producto vendida al precio p_x figuran en sus ejes respectivos. El excedente del consumidor (CS) es la superficie situada entre la curva de demanda y el nivel de precio (triángulo p_x -x- d_i). El excedente del productor (PS) es la superficie situada entre la curva de oferta y el nivel de precio (triángulo p_x -x- s_i).

FIGURA 1
Excedente del consumidor y del productor



- P: Eje del precio
 Q: Eje de cantidad
 D: Curva de demanda
 S: Curva de oferta
 d_i : Origen de la curva de demanda
 s_i : Origen de la curva de oferta
 x: Punto de intersección entre las curvas de oferta y demanda
 p_x : Precio del producto
 q_x : Cantidad vendida al precio p_x
 CS: Excedente del consumidor (triángulo p_x -x- d_i)
 PS: Excedente del producto (triángulo p_x -x- s_i)

I. SM 2012-01

3.2.3 Vínculo entre los beneficios económicos y sociales

Determinadas utilizaciones del espectro de radiocomunicaciones generan beneficios económicos pero no generan directamente ingresos. Por otra parte, los beneficios económicos que genera la utilización del espectro en esas actividades no son por lo general manifiestos. No existen por lo general valores financieros claros o fácilmente mensurables que permitan cuantificar directamente la magnitud de esos beneficios. Por ello, puede suponerse que el análisis económico no es capaz de dar cuenta de esos beneficios sociales y puede reflejar únicamente a factores tales como los ingresos y los beneficios obtenidos por las empresas, lo que no es el caso. Un análisis económico adecuado considerará los beneficios que no generan directamente ingresos.

Entre los ejemplos de servicios que proporcionan beneficios sociales cabe citar:

- la radiodifusión, que proporciona instrucción, capacitación, noticias y esparcimiento;
- los servicios de emergencia, que permiten establecer una conexión con la policía, con servicios para casos de accidente y de rescate, especialmente los medios de control de catástrofes;
- los servicios personales, a saber, la asistencia sanitaria y cuidados a domicilios, la seguridad en el hogar para las personas de edad;
- la investigación, es decir, la meteorología, la radioastronomía.

3.2.4 Comparación de los métodos para cuantificar los beneficios económicos

Ambos métodos constituyen una estimación de la contribución de las radiocomunicaciones a la economía de un país, pero se basan en diferentes hipótesis para abordar el desplazamiento económico general. El PIB y el empleo no toman en consideración ese desplazamiento económico general. Los excedentes del consumidor y del productor sí toman plenamente en cuenta el mencionado desplazamiento. Además, los dos métodos permiten evaluar diferentes aspectos del efecto de la utilización de las radiocomunicaciones en la economía de un país. El PIB permite cuantificar lo que se ha pagado y el excedente del consumidor sirve para calcular lo que los consumidores estarían dispuestos a pagar. Ambos métodos incluyen el excedente del productor, por lo que los resultados no pueden sumarse.

Si bien es posible utilizar ambos métodos, como es el caso del Reino Unido, a fin de mostrar el valor general del espectro para un país, tal vez sea adecuado seleccionar un método que esté basado en la aplicación. El PIB constituye un baremo más adecuado para calcular el valor de las utilidades múltiples de las radiocomunicaciones en un país, o para comparar los usos/servicios individuales, mientras que el excedente del consumidor proporciona información más detallada que puede utilizarse, por ejemplo, para determinar los cánones de licencia o los precios de reserva en subasta. La comparación de los métodos se centra habitualmente en la validez teórica de los argumentos e hipótesis en los que se fundamenta la metodología específica. No obstante, tal vez sea más realista examinar los métodos basándose en la dificultad de la obtención de los datos para su análisis y en la facilidad de comparación de los resultados con otros datos económicos.

3.2.4.1 Ventajas e inconvenientes del método del PIB

La ventaja del método del PIB es que muestra la repercusión acumulada de los integrantes del sector usuario de las radiocomunicaciones y el suministro de bienes intermedios a ese sector. La información necesaria para efectuar los cálculos puede obtenerse en los Informes financieros de las empresas y resulta de fácil comprensión y comparación con otras esferas de la economía, que están representadas de la misma forma. Ello permite comparar las decisiones sobre financiación (o inversiones) utilizando los mismos parámetros.

La desventaja del método del PIB es que no toma debidamente en cuenta los efectos de desplazamiento general y éstos pueden ser considerables en una economía diversificada y flexible. En último extremo, si se toman en cuenta todos los efectos del desplazamiento, el beneficio neto para la economía de la utilización de las radiocomunicaciones equivaldrá meramente a la mejora de la eficacia que éstas proporcionan. Sin embargo, este enfoque supone que los recursos actualmente asignados a las radiocomunicaciones pueden ser fácilmente desviados hacia otras esferas de la economía. Esto no es necesariamente cierto. Además, la contribución estimada en concepto de PIB y empleo tal vez no incluye las mejoras consiguientes operadas en empresas conexas como resultado de su mayor eficacia (por ejemplo, la mejora en el acceso a sus empresas y clientes de los usuarios de teléfonos celulares) y ello puede dar lugar en consecuencia a una estimación más prudente del PIB. El grado en que esto ocurra dependerá de la relación entre la utilización de las radiocomunicaciones y la empresa original (a saber, si se trata de un fabricante de equipo de radiocomunicaciones, un proveedor de servicios, una empresa usuaria de radiocomunicaciones) y del tipo de servicio (por ejemplo, radiodifusión, enlaces fijos, PMR).

3.2.4.2 Ventajas e inconvenientes del método de los excedentes del consumidor y del productor

La ventaja del método de los excedentes del consumidor y del productor es que tiene en cuenta las repercusiones de los efectos del desplazamiento general, lo que permite comparar los beneficios que produce la prestación de un servicio por radiocomunicaciones en relación con la solución óptima de un servicio por otros medios distintos de las radiocomunicaciones. Además, las curvas de la demanda

y de la oferta pueden ser útiles para percibir los costes y beneficios de una aplicación específica de las radiocomunicaciones.

Los inconvenientes del método de los excedentes del consumidor y del productor residen en que la determinación de la curva de la demanda puede ser difícil y ardua. En ese caso, se debería elaborar una curva de demanda por separado para cada servicio estudiado, lo que resultaría oneroso si el objetivo es medir los excedentes del consumidor y del productor respecto a todos los servicios de radiocomunicaciones en el conjunto de la economía. Si no se puede elaborar una curva de demanda, se deberán utilizar otros métodos basados en diferentes hipótesis, lo que puede distorsionar los resultados. Por último, el excedente del consumidor no es fácilmente comparable con el PIB.

3.3 Aplicaciones posibles para la evaluación económica

En los últimos años, la evolución de la tecnología de radiocomunicaciones y la tendencia creciente hacia una reducción de los ciclos de desarrollo, han empujado cada vez más a órganos de gestión del espectro para que aceleren sus decisiones sobre quién debe tener acceso al espectro, y utilizando qué tecnología. Además de la evolución de la tecnología de las radiocomunicaciones, la liberalización de éstas se ha unido a la presión, lo que se ha reflejado en un incremento de la demanda de acceso al espectro radioeléctrico. El aumento de la demanda de acceso al espectro, junto a la dificultad de los órganos de gestión del espectro para predecir cuál de las diversas tecnologías y aplicaciones concurrentes dará buenos resultados y debe tener por ende acceso al espectro son factores que hacen de la gestión del espectro un proceso cada vez más complicado y arduo. Ello puede desalentar las inversiones, lo cual es especialmente grave en los casos en que la demora en la obtención de acceso al espectro es determinante para el éxito o el fracaso de un nuevo servicio. Por otra parte, puesto que la demanda se ha incrementado, cada vez son más difíciles de resolver en diversos países las cuestiones recurrentes de gestión del espectro, a saber, una utilización eficaz de éste y la disponibilidad de espectro para los nuevos servicios que necesita la sociedad. Al mismo tiempo, la sensibilización de los gobiernos sobre la carga general en la economía que representa el aumento del gasto público, ha reforzado el control sobre la financiación de todas las actividades públicas.

La gestión del espectro radioeléctrico ha estado basada tradicionalmente en la reglamentación de este recurso finito. No obstante, debido a las presiones a que está sujeta la gestión del espectro, y en particular cuando la dificultad para ofrecer suficiente espectro limita o distorsiona la competencia, o frena el desarrollo de los recursos del espectro radioeléctrico, varias administraciones han substituido el enfoque reglamentario estricto y están utilizando, o considerando la posibilidad de utilizar, factores económicos en su enfoque de la gestión del espectro.

3.3.1 Solicitudes de financiación de actividades de gestión del espectro

La evaluación de los beneficios económicos procedentes de la utilización de las radiocomunicaciones permite a los gestores del espectro demostrar al gobierno que las radiocomunicaciones no constituyen una industria compartimentada, sino entrelazada con otras esferas de la economía del país. La representación en términos económicos permite situar la contribución de las radiocomunicaciones a la economía en el contexto de otras esferas de ésta. Contribuye asimismo a mostrar la conexión existente entre la gestión del espectro y los beneficios de las radiocomunicaciones para la economía.

3.3.2 Decisiones nacionales relativas a la asignación de frecuencias

El conocimiento de los beneficios económicos y sociales que ofrecen las aplicaciones competitivas, así como la manera en que se ofrecen, proporciona a los gestores del espectro, además de las evaluaciones operacionales y técnicas normalizadas, información que puede ser utilizada para adoptar decisiones de asignación y maximizar los beneficios económicos derivados de la utilización del espectro radioeléctrico.

El análisis de los beneficios económicos puede utilizarse de diversas formas; puede poner de manifiesto la repercusión de las demoras en la introducción de un nuevo servicio, los beneficios relativos de diferentes tipos de servicio, los beneficios económicos de la introducción de tecnología más eficaz desde el punto de vista espectral, así como los beneficios derivados de la reasignación de una banda de frecuencias a un nuevo servicio o tecnología.

Los factores técnicos y operacionales son obviamente fundamentales en toda decisión sobre asignación, porque si no se hace una aplicación eficiente del espectro, no podrán mejorarse los beneficios económicos. En determinadas decisiones de asignación, los aspectos culturales y sociales pueden representar otro factor. Sin embargo, el análisis de los beneficios económicos también tiene un cometido que desempeñar en la determinación de las decisiones sobre la asignación, puesto que si no se ponderan debidamente los beneficios económicos en las decisiones sobre la gestión del espectro, pueden producirse costes considerables en la economía.

Por tanto, la principal ventaja de la aplicación de un análisis de beneficios económicos a las decisiones sobre asignación, bien a escala nacional o tal vez internacional, es que proporciona un instrumento analítico para optimizar la contribución económica aportada por las radiocomunicaciones. Actualmente, las percepciones de las dificultades metodológicas tal vez han inducido a hacer menos hincapié del que merece en el análisis de beneficios. Como se muestra en este Informe, en la actualidad se dispone de técnicas para calcular los beneficios económicos, de forma que éstos puedan ser tomados en consideración.

3.3.3 Cambios en la legislación nacional de gestión del espectro

En la mayoría de las administraciones, la gestión del espectro se define en la legislación, lo que puede limitar los cambios en la forma de gestionar el espectro, la manera en que se otorgan las licencias y el tipo de ayuda que el organismo de gestión del espectro puede recibir de organizaciones no gubernamentales. Para justificar ante los gobiernos un cambio en la legislación hay que efectuar frecuentemente una evaluación del coste de la ejecución y de los beneficios que obtendrán los usuarios y el gobierno.

El análisis económico permite situar en contexto con otras esferas de la economía los beneficios derivados de la utilización de las radiocomunicaciones e incluso estimar los cambios consiguientes que la modificación propuesta de la legislación producirá en los beneficios económicos. Esta información puede aportar a los gobiernos más datos sobre los efectos de la legislación propuesta y sobre la importancia de los cambios legislativos en relación con la gestión del espectro y con las condiciones económicas generales. Así pues, el análisis puede utilizarse para determinar las etapas de la introducción de los cambios propuestos en la legislatura.

3.3.4 Apoyo al órgano de gestión del espectro en la realización de subastas

Es bien sabido que las subastas son el mejor método de determinar el valor del espectro para la explicación completa de las subastas (véase el Capítulo 2). No obstante, el éxito de éstas puede verse afectado por una serie de parámetros distintos, pudiendo citarse entre ellos las limitaciones administrativas a las subastas, las limitaciones administrativas al funcionamiento del nuevo servicio o asignación de frecuencia y las limitaciones técnicas impuestas a uno o a otra. En este último caso, puede haber aspectos de interferencia procedente de otras fuentes radioeléctricas nacionales o internacionales, de zona de cobertura, etc.

El análisis económico puede utilizarse para proporcionar una evaluación inicial del valor de la asignación de frecuencia. Se puede utilizar a fin de determinar si habrá suficiente competencia por la asignación del espectro, para apoyar a los órganos gestores del espectro en su evaluación de los planes comerciales de los licitadores, o para establecer un precio de reserva de la subasta.

El precio de reserva es un valor mínimo asignado a un bien que, si no se sobrepasa durante la subasta, impide que el licitador que haya ofrecido el precio más alto se adjudique la mercancía sin el

consentimiento del propietario. El precio de reserva se basa habitualmente en un porcentaje de la valoración del producto y lo asigna la casa subastadora o un experto en la materia. Los precios de reserva se utilizan habitualmente en muchos tipos de subastas, especialmente en las de antigüedades y de arte.

3.3.5 Utilización de la evaluación económica para vigilar los resultados económicos a lo largo del tiempo

La evaluación a intervalos periódicos de los beneficios económicos de la aplicación de las radiocomunicaciones puede servir para obtener información sobre los resultados económicos de la utilización de las radiocomunicaciones durante un tiempo. Supervisando estos resultados se obtiene un mejor panorama de la condición del espectro de radiofrecuencia que por la evaluación simple y junto con datos sobre licencias se muestran las tendencias y la evolución de la utilización del espectro. Esta información puede asociarse a las decisiones sobre la gestión del espectro (tales como las de asignaciones de frecuencia, de cambios en las condiciones de las licencias, de introducción de nuevos servicios) de forma que pueda evaluarse el efecto de dichas decisiones y modificarse su aplicación en la medida necesaria. Así se puede rectificar todo efecto perjudicial para los usuarios, y revisar o anular las decisiones ineficaces.

Por ejemplo, en el Reino Unido, un estudio posterior al Informe económico realizado en 1993-1994 ha mostrado que la contribución de las radiocomunicaciones al PIB se ha incrementado en el 11% anual, comparado con el 3%, para el resto de los sectores económicos y que el empleo aumentó durante ese periodo de dos años en 1 000 puestos de trabajo semanales. La creación de empleo (véase la Nota 1) por la utilización de las radiocomunicaciones aumentó en 110 000 personas, alcanzando las 410 000, lo que significa un aumento aproximado del 36%. Si bien este aumento tal vez es exagerado al estimarse a la baja las cifras de empleo del estudio anterior, comparativamente su saldo es favorable, al registrarse un incremento de 485 000 puestos de trabajo en la economía total durante el mismo periodo. Este estudio de los resultados económicos se repetirá en el futuro de forma semestral.

NOTA 1 – La creación de empleo debido a la utilización de las radiocomunicaciones incluye las industrias o servicios que emplean las radiocomunicaciones pero en las que dichas radiocomunicaciones no son el producto primario; por ejemplo, las compañías de taxis.

3.4 Factores que influyen en los beneficios

En este apartado se examinan una serie de factores que afectan a los beneficios económicos derivados de la aplicación de las radiocomunicaciones. No se trata de cuantificar su efecto, sino de explicar la forma en que esos factores inciden en la infraestructura nacional de radiocomunicaciones, lo que a su vez afecta al valor de los beneficios económicos.

La infraestructura de radiocomunicaciones es la combinación de todos los sistemas de radiocomunicaciones que actúan en un país, las asignaciones de frecuencia, las asignaciones individuales de frecuencia, todo acuerdo de coordinación necesario y la capacidad no utilizada del espectro que pueda ser utilizada por la tecnología actual de radiocomunicaciones.

Los beneficios derivados de la utilización de las radiocomunicaciones aumentan a medida que lo hace el nivel de inversión, se incrementa su utilización y se introducen nuevos servicios y tecnologías. No obstante, a medida que aumentan las inversiones y se desarrolla el espectro, disminuye la flexibilidad para la introducción de nuevos servicios en la misma banda. El establecimiento de un equilibrio entre los requisitos contradictorios de aumento de la utilización del espectro y conservación de espectro suficiente para atender la demanda futura constituye un problema cada vez más difícil de resolver, especialmente en las bandas de frecuencias más bajas, y dicha dificultad aumenta con la demanda de acceso al espectro. En los apartados siguientes se examina parte de la información que caracteriza a

la infraestructura. Conviene señalar que todo ello se aplica por igual al conjunto del país y a sus regiones.

3.4.1 Disponibilidad de frecuencias

La capacidad de las administraciones para dejar frecuencias disponibles para su utilización, es un factor fundamental a la hora de determinar los beneficios económicos que pueden lograr. La disponibilidad de frecuencias o de bandas de frecuencias específicas puede afectar los costes de implantación de nuevos sistemas de radiocomunicaciones, la viabilidad de dichos sistemas y el número de usuarios al que pueden dar servicios. Cuantos más usuarios pueda acomodar una frecuencia dentro de los límites de calidad de funcionamiento acordados, mayor serán los posibles beneficios económicos.

La disponibilidad de frecuencias está estrechamente vinculada a la zona de cobertura y a la anchura de banda necesaria. Cuanto mayor sea la zona de cobertura, menor será la reutilización de la frecuencia en una zona determinada y cuanto mayor sea la anchura de banda de canal necesaria, menor será el número de canales que puedan adaptarse a una banda de frecuencias específica, y menor será el espectro disponible para otros usuarios o aplicaciones. La zona de cobertura está determinada por muchos factores, tales como la potencia del transmisor y la altura y el diagrama de radiación de la antena. Si se reduce la zona de cobertura, mejorando los diagramas de radiación de la antena o aprovechando mejor el efecto de pantalla del terreno, se podrá aumentar la disponibilidad de frecuencia. Al reducirse la zona de cobertura, se reduce asimismo la superficie que otros usuarios no pueden utilizar con esas transmisiones.

NOTA 1 – Conviene señalar que la superficie no disponible para otros usuarios es habitualmente mayor que la zona de cobertura.

3.4.1.1 Idoneidad

La atribución de espectro a un nuevo servicio no se limita necesariamente a la búsqueda de un bloque vacante de frecuencias. Además de las diferencias en el coste del equipo entre diferentes bandas de frecuencias, y a la influencia de las consideraciones de propagación que entre ambas pueden determinar si es viable económicamente la explotación de un determinado servicio, existen ciertos servicios y aplicaciones que necesitan una banda de frecuencias específica. Por ejemplo, la determinación de perfiles de temperatura y las observaciones climáticas, necesitan específicamente comprobar las rayas de absorción del oxígeno próximas a 60 GHz, mientras que la radiodifusión internacional requiere las ondas decamétricas; ninguno de esos servicios podría utilizar las frecuencias utilizadas por otros. Además, la banda de frecuencias seleccionada para un servicio puede afectar a la estructura del sistema, al coste de puesta en servicio y a su explotación. La selección de la banda adecuada de frecuencias determinará en consecuencia la viabilidad del nuevo servicio y los beneficios que pueden derivarse de éste.

3.4.2 Demanda

La población y la industria de un país crean la demanda de servicios de radiocomunicaciones. La viabilidad de la introducción de servicios sobre una base comercial (es decir, no financiados por el Estado) en todo un país estará en función del nivel de esa demanda, a menos que el proveedor de servicios deba satisfacer requisitos específicos (por ejemplo, en el Reino Unido, algunos órganos de radiodifusión y suministradores del servicio telefónico deben dar cobertura universal en el caso de determinados servicios). El nivel de la demanda en un país es pues posiblemente el elemento más importante para determinar la utilización de las radiocomunicaciones y, junto con la geografía del país, para determinar la configuración de la infraestructura de radiocomunicaciones.

Una población numerosa creará normalmente una demanda para la introducción de una gran variedad de servicios de radiocomunicaciones pero no asegurará su viabilidad. Si bien el grueso de la demanda de comunicaciones se sitúa en aglomeraciones de población, o en zonas de empleo, esa demanda

puede también existir en zonas relativamente deshabitadas; por ejemplo, las principales rutas de transporte no están situadas necesariamente en importantes centros de población. No obstante, puede suponerse por lo general que la mayor demanda se producirá en zonas con una gran densidad de población o con un elevado nivel de actividad económica. A la inversa, cuanto menor sea la densidad de población, menor será el nivel de la demanda, y menor será la competencia que se establezca en el mercado. Ello puede dar lugar a una menor variedad y, por consiguiente a un aumento de los costes de un determinado servicio.

3.4.3 La geografía del país

La geografía del país comprende diversos factores distintos que pueden afectar a los beneficios derivados de la utilización de las radiocomunicaciones. Entre éstos cabe citar el tamaño del país, su configuración geográfica, la estructura del terreno, el número de países dentro de una distancia de coordinación y su infraestructura de radiocomunicaciones.

En términos generales, ello se traduce en que los países con muchos vecinos próximos tendrán más probablemente que coordinar la mayoría de sus sistemas de radiocomunicaciones y, por consiguiente, que adaptar su infraestructura de radiocomunicaciones a la de los países vecinos. Cuanto más desarrollada sea la infraestructura de esos países vecinos, mayor será probablemente su dificultad para introducir nuevos servicios. Ello tal vez no constituya un problema de envergadura puesto que los países con baja densidad de población por lo general tienen poblaciones menores y, por ende, piden menos asignaciones de espectro. En el otro extremo de la escala, los grandes países tienen más libertad para planificar los servicios por encima de determinadas bandas de frecuencias sin necesidad de recurrir a la coordinación. Esta libertad es mayor si tienen pocos países vecinos. Los países que no tengan vecinos dentro de la distancia de coordinación de una frecuencia específica se benefician del hecho de que tienen un acceso ilimitado a esta frecuencia en cualquier punto dentro de sus fronteras.

A los efectos del presente Informe, la estructura del terreno comprende las regiones montañosas, los bosques densos y las zonas desérticas. En combinación con los otros elementos de la geografía del país y con las características de la población, la estructura del terreno ayuda a determinar qué bandas de frecuencias pueden ser las más adecuadas para un servicio específico.

3.4.3.1 Variaciones regionales y congestión del espectro

La geografía de un país y la distribución de la demanda pueden combinarse para obtener una variación del nivel de disponibilidad de las frecuencias a lo largo de dicho país. La distribución por igual de la población en todo el país es altamente improbable y existe una tendencia a la concentración de la población en diversos centros de población de distintos tamaños. En la práctica, esta agrupación conviene a la prestación de servicios de radiocomunicaciones, si bien llega un momento en que el nivel de la demanda puede ser desproporcionado con respecto a la zona en la que ésta tiene su origen y ello puede dar lugar a problemas de disponibilidad de frecuencia y, finalmente, de congestión del espectro. Esta congestión plantea un grave problema para los órganos de gestión del espectro y muchas administraciones la consideran como uno de los principales factores al considerar la adopción de una estructura de fijación de precios del espectro. El ejemplo siguiente muestra el efecto de las variaciones regionales en la demanda de espectro.

En el Reino Unido, cerca del 25% de la población vive en, aproximadamente, el 7% de la superficie terrestre total, superficie que abarca dos de los aeropuertos de mayor tráfico mundial y que está rodeada por la ruta marítima de mayor tráfico del mundo. Esta concentración de población e industria origina una gran demanda de todos los tipos de servicios (a saber, móviles, fijos, de radiodifusión, por satélite, de radionavegación), al tiempo que limita considerablemente la reutilización de frecuencias debido a la corta separación existente. Además, a pesar de ser una isla, la proximidad del Reino Unido a países vecinos requiere la coordinación en muchas bandas de frecuencias y representa otra limitación a la disponibilidad de frecuencias. Los servicios de telefonía pública móvil han experimentado un espectacular aumento, registrándose una competencia cada vez mayor entre los

nuevos operadores de telecomunicaciones, pero el despliegue de los servicios se basa en los principales centros de población y en los principales enlaces por carretera y ferrocarril que permiten su conexión. En consecuencia, existe una escasez de espectro en determinadas partes del Reino Unido, mientras que en otras zonas ello no constituye un problema. En el Sudeste de Inglaterra, por ejemplo, existe congestión en muchas bandas así como una escasez general de espectro disponible por debajo de 25 GHz. En especial, por debajo de 3 GHz hay un problema de disponibilidad de espectro para los servicios móviles. El Reino Unido está realizando pues una labor considerable para abrir las bandas de frecuencias por encima de 30 GHz.

3.4.4 Variaciones entre países

La variación entre países es similar a la variación dentro de un país excepto en que se produce por lo general a mayor escala pero con ciertas modificaciones y factores adicionales.

3.4.4.1 Atribución de frecuencias

Probablemente, la diferencia más importante entre países se refiere a la asignación de frecuencias a los servicios. Ello puede obedecer a las diferentes atribuciones a países entre Regiones de la UIT, a las notas al Artículo 5 del RR y a las diferencias individuales respecto a dicho Artículo 5 del RR en la coordinación entre los países. Esas diferencias entre países pueden afectar a las atribuciones a título primario y secundario. Esos cambios afectarán principalmente a la disponibilidad de frecuencias y estarán sujetos a acuerdos de coordinación entre países específicos.

3.4.4.2 Enfoque reglamentario y criterios de planificación

Las autoridades de gestión del espectro pueden verse sujetas a diferentes requisitos legislativos y, como consecuencia, adoptar un enfoque reglamentario distinto. Además, que cabe esperar normalmente que ciertos factores varíen entre países. Estos factores son los objetivos de gestión del espectro, los fines perseguidos, los criterios de planificación de frecuencia y los requisitos de explotación.

3.4.5 Elementos que pueden tenerse en cuenta para efectuar una comparación internacional de los importes de los cánones

En la base de datos *Spectrum Fees* se encuentran los importes de los cánones aplicados en varios países y, por lo tanto, se plantea la pregunta siguiente: ¿qué importes se han de adoptar, y pueden utilizarse directamente sin modificarlos o se ha de efectuar, sin modificar los demás parámetros, una adaptación de esos importes antes de aplicarlos?

Para responder a esta pregunta, se propone demostrar que se han de analizar las condiciones económicas de explotación de las licencias y, a partir de ese análisis, establecer una lista (no exhaustiva) de elementos que podrían tenerse en cuenta al adaptar los importes de los cánones aplicados por uno de los países indicados en la base de datos a otro país.

Sólo se examinará el caso de los cánones fijados administrativamente y aplicables a los operadores de telecomunicaciones que han recibido una autorización de utilización de las frecuencias (licencias).

Algunos de los elementos mencionados podrán conservarse como criterios para comparar las condiciones económicas de explotación de las licencias en los países en cuestión. Esa comparación debería permitir a las administraciones interesadas definir modalidades de adaptación sobre una base económica.

3.4.5.1 Fundamento e impacto económico de los cánones

En la mayoría de los países, el espectro radioeléctrico pertenece al dominio público del Estado y su utilización para fines comerciales constituye una utilización privada de ese dominio.

Esta ocupación está, pues, normalmente sujeta al pago:

- por una parte, de un canon de gestión, que debe permitir cubrir los costes administrativos de gestión del espectro (en el sentido amplio de la expresión, es decir, planificación, gestión nacional y control);
- por otra, de un canon de utilización de las frecuencias que debe ser proporcional a todas las ventajas que obtiene el beneficiario.

Las ventajas que obtiene un operador de telecomunicaciones por la ocupación del espectro pueden evaluarse considerando en particular el beneficio neto de explotación. Por lo tanto, los cánones relacionados con la utilización de las frecuencias y aplicados a un operador deberían guardar relación con el beneficio neto de explotación.

Desde un punto de vista económico y contable, los cánones de utilización de las frecuencias constituyen una inmovilización y/o una carga de explotación para los operadores y reducen proporcionalmente su beneficio neto de explotación.

Por este motivo, si bien la aplicación de los cánones de utilización de las frecuencias es legítima, los importes no deben ser demasiado elevados a fin de propiciar las iniciativas y no frenar el desarrollo de nuevos servicios. En cualquier caso, el importe de los cánones no puede rebasar la propensión de los operadores a pagar.

3.4.5.2 Condiciones económicas de explotación de las licencias

El beneficio neto de explotación de un operador está constituido por la diferencia entre el precio de venta total de los bienes y servicios comercializados (volumen de negocios) y el costo total de la adquisición de esos bienes y servicios (gastos de explotación).

Por supuesto, las condiciones económicas de explotación de las licencias repercuten en el volumen de negocios y en los gastos de explotación de los operadores, y de ellas depende, por consiguiente, el beneficio neto de explotación.

Así pues, cuanto más favorables son las condiciones de explotación para los operadores, más propensos son a pagar cánones, y viceversa.

Por consiguiente, se han de analizar y comparar las condiciones económicas de explotación de las licencias relativas a los países estudiados.

Estas condiciones se determinan, en particular, por medio de los elementos siguientes:

a) Elementos socioeconómicos de los países estudiados

Los elementos que se han de tener en cuenta en el análisis pueden ser:

- el PIB o el PIB/habitante;
- la población total o la densidad de población;
- la distribución geográfica de la población (concentrada en algunas zonas, dispersa ...);
- las dimensiones, el relieve (llanos, montañas ...) y el carácter insular de los países.

b) Características de las autorizaciones o licencias atribuidas

Puede considerarse en particular:

- la duración de las licencias;
- la estabilidad de las condiciones de explotación;
- el carácter renovable de las licencias.

c) Contenido de los pliegos de condiciones de los operadores autorizados

Las obligaciones impuestas a los operadores en los pliegos de condiciones y que aumentan sus gastos de explotación pueden ser:

- la cobertura del territorio;
- la calidad de servicio;
- la participación en el servicio universal;
- la participación en las actividades de investigación y desarrollo en el ámbito de las telecomunicaciones;
- obligaciones adicionales (llamada gratuita hacia determinados números, portabilidad de los números).

d) Comparación/adaptación de los importes de los cánones

En el cuadro siguiente se describe la influencia de las condiciones económicas de explotación de las licencias en la propensión de los operadores a pagar cánones.

Lógicamente, los elementos que contribuyen al volumen de negocios entrañan un aumento de esa propensión. Por el contrario, las condiciones que tienden a generar gastos de explotación entrañan una disminución de esa propensión.

CUADRO 1

Elementos que pueden tenerse en cuenta para comparar o adaptar los importes de los cánones

Elementos socioeconómicos de los países estudiados	Comentarios
PIB o PIB/habitante	La propensión de los operadores a pagar cánones aumenta con el PIB porque el volumen de negocios potencial aumenta con el PIB. Observación: La existencia de un sistema de trueque puede conducir a un PIB calculado inferior al PIB real.
Población total; densidad de población	La propensión de los operadores a pagar cánones aumenta con la población porque, en general, el volumen de negocios potencial aumenta con la población.
Distribución geográfica de la población (concentrada en algunas zonas, dispersa ...)	La propensión de los operadores a pagar cánones aumenta con la concentración porque, en general, el costo de instalación de las redes disminuye con la concentración.
Dimensiones, relieve y carácter insular del país	La propensión de los operadores a pagar cánones disminuye con las dimensiones y el relieve del país porque, en general, el coste de instalación de las redes aumenta con esos parámetros.
Características de las autorizaciones o licencias	
Duración de las autorizaciones	La propensión de los operadores a pagar cánones aumenta con la duración porque la amortización de los equipos es más fácil y los últimos años de explotación suelen ser mucho más rentables que los primeros.
Estabilidad de las condiciones de explotación	La propensión de los operadores a pagar cánones aumenta con la estabilidad porque la inestabilidad conduce a los operadores a asegurarse contra los riesgos correspondientes.
Carácter renovable de las autorizaciones	La influencia de ese elemento es similar a la de la duración de las autorizaciones.
Contenido de los pliegos de condiciones de los operadores autorizados	
Cobertura del territorio	La presencia de esas obligaciones en el pliego de condiciones aumenta los gastos de explotación proporcionalmente a su grado de exigencia y reduce en la misma proporción la propensión a pagar de los operadores. Para efectuar una comparación pormenorizada, convendría analizar el grado de exigencia relativo a cada una de esas obligaciones teniendo en cuenta en particular: – las condiciones de acceso al servicio internacional que pueden influir en la calidad del servicio; – la existencia de prácticas o costumbres locales tales como la gratuidad para ciertos usuarios, que disminuye el beneficio de explotación.
Calidad de servicio	
Participación en el servicio universal	
Participación en las actividades de investigación y desarrollo en el ámbito de las telecomunicaciones	
Otras obligaciones (llamada gratuita hacia determinados números, portabilidad de los números ...)	

3.5 Resumen

El valor que la utilización de las telecomunicaciones y el desarrollo de nuevos servicios puede proporcionar a la economía de un país que se expresa mediante los beneficios económicos expuestos en los dos estudios del Reino Unido. En el pasado, la falta de reconocimiento de la contribución económica de las radiocomunicaciones a un país, unido tal vez a la incertidumbre sobre la metodología, ha podido explicar que el análisis de los beneficios no se considerase como una información pertinente para la gestión del espectro. Como este Informe muestra, actualmente se dispone de métodos para cuantificar los beneficios económicos, y que dichos métodos permiten obtener información, a la que antes no tenían acceso los órganos de gestión del espectro, información que puede tenerse en cuenta para adoptar decisiones sobre asignaciones de frecuencia y evaluar la eficacia de las decisiones sobre gestión del espectro. Además, el análisis de los beneficios económicos puede utilizarse para justificar la financiación de la gestión del espectro. Una gestión eficaz del espectro es fundamental para el mantenimiento del acceso al espectro radioeléctrico, y, de ahí, de los beneficios que las radiocomunicaciones pueden proporcionar a un país.

CAPÍTULO 4

Directrices sobre metodologías para determinar las fórmulas y el sistema de cánones del espectro

4.1 Concepción de fórmulas

Una fijación de precios eficaz requiere idear las correspondientes fórmulas. Para ello, convendría que la administración consultase a la industria de radiocomunicaciones acerca de los correspondientes parámetros técnicos y la definición de los criterios que deban utilizarse; por ejemplo, zonas geográficas y bandas de frecuencias muy congestionadas. Es preciso que las fórmulas para fijar precios de espectro sean equitativas, objetivas, transparentes y simples. La simplicidad es importante, ya que de otro modo podría resultar difícil aplicar y mantener las fórmulas. Por otra parte, celebrar consultas podría contribuir a garantizar que los parámetros se adecuen a los servicios y resolver cualquier divergencia que suscite la definición de zonas de elevada utilización. Asimismo, el proceso de consulta es importante para los usuarios ya que da transparencia a los procedimientos de fijación de precios para el espectro.

La introducción de un sistema de precios para el espectro exige desarrollar nuevos programas informáticos que puede ser necesario probar, así como contar con personal capacitado para utilizarlos. Esto reviste particular importancia, si la administración no ha impuesto hasta el momento ningún canon para la concesión de licencias de espectro. El establecimiento de la cuantía de los cánones es fundamental para el funcionamiento de un sistema de precios de espectro y es necesario establecer una graduación entre tales cánones, atendiendo al hecho de que en la zona considerada los niveles de utilización del espectro sean elevados o bajos.

4.2 Directrices para determinar cánones administrativos (o tasas administrativas)

4.2.1 Observaciones y planteamiento general

Los cánones administrativos pretenden incluir todos los costes de las actividades:

- relativas a la planificación, la gestión y el control del espectro;
- realizadas por los poderes públicos u organismos delegados en relación con el espectro;
- relativas exclusivamente a la ocupación del espectro a título privado.

En lo sucesivo, estos costes se denominarán «costes administrativos». La gestión comprende en especial las actividades vinculadas a la entrega de licencias y autorizaciones de utilización de frecuencias así como al establecimiento y a la percepción de cánones. Los gastos administrativos comprenden los gastos de personal, los gastos de funcionamiento y los gastos (amortización) de los edificios y equipos correspondientes a las actividades citadas. A título de ejemplo, los organismos que se mencionan a continuación pueden desempeñar una parte más o menos importante de sus actividades en relación con el espectro, situación que habría que tener en cuenta en la determinación de los gastos administrativos: administrador del espectro, regulador del mercado de las telecomunicaciones, organismo encargado de las telecomunicaciones, ministerio o secretaría de estado de telecomunicaciones y ministerio de asuntos exteriores. Habitualmente, el importe de los cánones se establece durante un año. Cuando el periodo de utilización de las frecuencias es inferior a un año, los importes correspondientes se determinan *prorata temporis*. Si esos importes son inferiores al mínimo de percepción, se aplica ese mínimo (el importe mínimo de percepción corresponde a un umbral por debajo del cual el costo del cobro de un canon será superior al propio canon). El importe total anual de los cánones administrativos impuestos debe ser el más próximo posible al importe total anual de los gastos administrativos. Por lo tanto, es conveniente evaluar los gastos administrativos anuales con el fin de distribuirlos entre todos los usuarios de frecuencias asignadas o adjudicadas. La aplicación de un sistema de contabilidad analítica adaptado permite determinar con relativa exactitud los gastos administrativos. Al final del año civil o fiscal y si se constata realmente una diferencia considerable entre el importe de los cánones impuestos y el importe de los gastos administrativos, se recomienda proceder a una regularización con objeto de reabsorber esa diferencia. Para distribuir el importe de los gastos administrativos entre los contribuyentes del canon administrativo, se recomienda aplicar una regla de distribución simple que, en la medida de lo posible, sea representativa del trabajo administrativo consagrado respectivamente a cada uno de los contribuyentes.

4.2.2 Regla de distribución de los gastos administrativos – Ejemplo 1

Los gastos administrativos anuales se distribuyen entre todos los contribuyentes del canon de gestión y proporcionalmente a su respectivo volumen de negocios.

De esta forma, para un contribuyente cuyo volumen de negocios es igual a CA , el importe anual del canon administrativo Ra para el año considerado será igual al producto entre los costes administrativos para el año en cuestión y la suma de los volúmenes de negocios de cada uno de los contribuyentes a los cánones de ese año.

Esta regla, pese a la ventaja de ser sencilla, puede penalizar particularmente a los contribuyentes que explotan solo una red de radio privada y cuya actividad industrial o comercial es importante pero no guarda relación con el dominio de las frecuencias, ya que podrían estar obligados a pagar un canon muy superior al costo del servicio prestado.

Esta regla se podría utilizar en aquellos casos en los que no es posible implantar la regla descrita en el § 4.3.

4.2.3 Regla de distribución de los gastos administrativos – Ejemplo 2

Los gastos administrativos se distribuyen tras efectuar un prorrateo con el número de asignaciones y adjudicaciones atribuidas respectivamente a cada uno de los contribuyentes del canon de gestión. En la práctica, se determinan dos valores monetarios de referencia que corresponden respectivamente al importe del canon administrativo para una frecuencia asignada (G) y al importe del canon administrativo para una banda de frecuencias atribuidas de 1 MHz (G'). La determinación de los valores G y G' debería permitir realizar de la mejor manera posible el siguiente cálculo para el año considerado:

$$\begin{aligned} \text{Gastos administrativos} = & \text{número total de frecuencias asignadas en el conjunto del territorio} * G \\ & + \text{número total de MHz atribuidos en el conjunto del territorio} * G' \end{aligned} \quad (5bis)$$

A título de ejemplo, un contribuyente, que se beneficia de 50 frecuencias asignadas y de 20 MHz atribuidos, paga un canon administrativo anual Ra igual a:

$$Ra = 50 * G + 20 * G' \quad (6)$$

Con frecuencia, el trabajo administrativo relativo a una adjudicación es superior al de una asignación. Por lo tanto, se recomienda tenerlo en cuenta atribuyendo mayor peso a las adjudicaciones en el desglose de los gastos administrativos, es decir, cuando se determinan los valores de G y G' .

Un sistema de contabilidad analítica adaptada permite determinar con facilidad los valores de G y G' . Esta regla de distribución de los gastos administrativos tiene la ventaja de reflejar de manera adecuada el servicio prestado dado que el trabajo administrativo realizado aumenta con el número de frecuencias asignadas y el número de MHz adjudicados que se atribuyen a un mismo contribuyente.

4.3 Directrices para el establecimiento de cánones del espectro

Para calcular los cánones del espectro³ conviene seguir cinco etapas generales.

4.3.1 Definición de los fines de los cánones del espectro

4.3.1.1 Observaciones y planteamiento general

El sistema de cánones del espectro debe respetar, entre otras cosas, los principios económicos descritos anteriormente. Debe, además, tener en cuenta también los principios de realidad cuando se identifica el conjunto de parámetros que han de utilizarse para calcular el canon.

4.3.1.2 Objetivo presupuestario de los poderes públicos

En general, el objetivo presupuestario se expresa mediante un importe global de los ingresos que los cánones deben representar para el Estado. Ateniéndose al importe global de ingresos fijado por los poderes públicos, se recomienda adaptar el importe de los cánones según las aplicaciones con objeto de respetar mejor las otras tres funciones de los cánones del espectro.

4.3.1.3 Cánones del espectro relativos a frecuencias destinadas a necesidades propias de los usuarios

Observaciones y planteamiento general

La determinación de las modalidades de establecimiento de cánones debería tener principalmente en cuenta los elementos expresados anteriormente. Para establecer la base del cálculo de los cánones, se recomienda tomar sólo en consideración el mínimo de elementos necesarios para alcanzar los objetivos de buena gestión del espectro y correcta utilización de sus frecuencias. Se recomienda el uso de una fórmula de cálculo sencilla. La multiplicación resulta una fórmula muy bien adaptada para determinar el importe de los cánones a partir de elementos elegidos para constituir la base del cálculo. Para ajustar los importes de los cánones según las aplicaciones, se recomienda determinar, para cada aplicación considerada, un valor monetario de referencia « k » expresado en la moneda en uso. « k » será uno de los factores de la multiplicación indicada.

4.3.2 Estimación de la demanda de espectro

En esta etapa, se comprueba la demanda para cada servicio con el fin de determinar si existe un exceso de demanda de espectro en algún servicio.

³ NOZDRIN, V. [2003] Spectrum pricing. Seminario Regional de Radiocomunicaciones, Lasaka 2003.

4.3.3 Estimación del coste del espectro

El coste del espectro se podría considerar como el coste de la gestión el espectro que podría incluir la asignación de frecuencias, la preparación del emplazamiento, la coordinación y otros asuntos relativos al tipo de servicio.

4.3.4 Elección del enfoque de los cánones

El enfoque para calcular los cánones se puede adoptar a partir del § 2.3.4.

4.3.5 Determinación de los cánones

Las administraciones deberían considerar esta fase caso por caso en función de los diferentes factores económicos y políticos.

4.4 Ejemplos de fórmulas para el cálculo del canon

4.4.1 Notaciones y definiciones de coeficientes

Los coeficientes definidos a continuación se utilizan en los ejemplos de fórmulas para el cálculo de los importes de los cánones.

- El coeficiente «L» representa la anchura de banda atribuida.
- El coeficiente «bf» indica la posición en el espectro radioeléctrico de la frecuencia o de la banda de frecuencias atribuida. En la práctica, para cada bloque de frecuencias considerado, se prepara un cuadro en el que figura el valor del coeficiente «bf» correspondiente.
- El coeficiente «a» expresa las autorizaciones de uso de frecuencias mediante atribución.
- El coeficiente «c» expresa el área de la superficie que abarca la autorización de utilización de frecuencias. En términos generales, la superficie sobre la cual se atribuye una asignación está limitada por un círculo con la estación en cuestión en el centro y cuyo radio es igual a la distancia máxima en la que se puede utilizar la frecuencia asignada cuando la antena de la estación sea omnidireccional, o un sector de dicho círculo que corresponde a la anchura angular de la antena cuando sea directiva. En la práctica se prepara un cuadro en el que figure el valor del coeficiente «c» correspondiente a los valores de las superficies consideradas. Este tipo de cuadro tiene la ventaja de corregir la gran dispersión de los importes de los cánones que se habrían obtenido si se hubiera considerado directamente el área de la superficie de atribución.
- Los coeficientes «k1», «k2», «k3» y «k4» son valores monetarios de referencia específicos de las aplicaciones consideradas. Cuando se determinan estos valores, se deben fijar prioridades para lograr el objetivo presupuestario establecido por los poderes públicos y se deben evitar conflictos con los objetivos económicos de las autoridades en lo que respecta al desarrollo nacional y a la implantación de nuevos servicios.

4.4.2 Canon aplicado a una asignación del servicio fijo punto a punto

La determinación del importe anual R_s del canon del espectro podría utilizar la siguiente fórmula:

$$R_s = L * bf * k1 \quad (7)$$

4.4.3 Canon aplicado a una atribución del servicio fijo punto a punto

La determinación del importe anual R_s del canon del espectro podría utilizar la siguiente fórmula:

$$R_s = L * bf * a * c * k1 \quad (8)$$

siendo «c» la relación entre el área de la superficie que abarca la atribución y el área total del territorio nacional.

4.4.4 Canon aplicado a una adjudicación del servicio fijo del bucle local radioeléctrico

La determinación del importe anual R_s del canon del espectro podría utilizar la siguiente fórmula:

$$R_s = L * b_f * a * c * k_2 \quad (9)$$

siendo «c» la relación entre el área de la superficie que abarca la atribución y el área total del territorio nacional.

4.4.5 Canon aplicado a una asignación a estaciones terrenas del servicio fijo o móvil por satélite

La determinación del importe anual R_s del canon del espectro podría utilizar la siguiente fórmula:

$$R_s = L * b_f * k_3 \quad (10)$$

4.4.6 Canon aplicado a una adjudicación del servicio fijo o móvil por satélite

La determinación del importe anual R_s del canon del espectro podría utilizar la siguiente fórmula:

$$R_s = L * b_f * k_3 * a \quad (11)$$

4.4.7 Canon aplicado a una asignación del servicio móvil de redes privadas

La determinación del importe anual R_s del canon del espectro podría utilizar la siguiente fórmula:

$$R_s = L * b_f * c * k_4 \quad (12)$$

4.4.8 Ejemplo práctico de fórmula para calcular el canon de la República de Colombia

Véase el § 5.2.13.

4.5 Cánones del espectro relativos a las frecuencias utilizadas para ofrecer o comercializar servicios destinados a un mercado de usuarios

4.5.1 Observaciones y planteamiento general

En general, los cánones aplicados a esas frecuencias representan la parte más importante de los ingresos presupuestarios del Estado que provienen de los cánones relativos al espectro radioeléctrico. Para reflejar los beneficios de la renta de situación pueden tenerse en cuenta diversos elementos como, por ejemplo, la población a la que da cobertura la licencia, la parte del territorio que abarca la licencia o el volumen de negocios logrado por la oferta o la comercialización de los servicios. El volumen de negocios aparece habitualmente como el elemento más representativo de la renta de situación. Si el volumen de negocios se tiene en cuenta para establecer la base de los cánones, se recomienda definir con precisión sus límites y su contenido.

4.5.2 Ejemplo de canon aplicado al servicio móvil 2G

La determinación del importe anual R_s del canon del espectro podría utilizar la siguiente fórmula:

$$R_s = F + t\% * CA \quad (13)$$

en la cual:

F: representa un importe fijo que debe pagarse cada año. Ese importe puede ser proporcional a la anchura de la banda total atribuida para el servicio 2G al operador de que se trate

CA: representa el volumen de negocios del operador relativo a las frecuencias del servicio móvil 2G para el año correspondiente

t%: representa el porcentaje que se quiere deducir del volumen de negocios del operador. En general, el valor de t% aplicado por las administraciones es del 1% aproximadamente.

4.5.3 Ejemplo de canon aplicado al servicio móvil 3G

La determinación del importe anual R_s del canon del espectro podría utilizar la siguiente fórmula:

$$R_s = t\% * CA \quad (14)$$

en la cual:

CA: representa el volumen de negocios del operador relativo a las frecuencias del servicio móvil 3G para el año correspondiente

t%: representa el porcentaje que se quiere deducir del volumen de negocios del operador.

Este canon anual se completa con un «derecho de entrada», que se paga en el momento de la atribución de la licencia. El importe del derecho de entrada, que puede ser proporcional a la anchura de banda adjudicada, se debería fijar teniendo en cuenta especialmente el § [23] para que, llegado el caso, no obstaculice la implantación de las redes de los nuevos operadores.

4.5.4 Otro ejemplo de canon aplicado al servicio fijo del bucle local radioeléctrico

La determinación del importe anual R_s del canon del espectro podría utilizar la siguiente fórmula:

$$R_s = t\% * CA \quad (15)$$

en la cual:

CA: representa el volumen de negocios del operador relativo a las frecuencias del servicio fijo del bucle local radioeléctrico para el año correspondiente

t%: representa el porcentaje que se quiere deducir del volumen de negocios del operador.

Este canon anual se completa con un «derecho de entrada», que se paga en el momento de la atribución de la licencia. El importe del derecho de entrada, que puede ser proporcional a la anchura de banda adjudicada, se debería fijar teniendo en cuenta especialmente el § [23] para que, llegado el caso, no obstaculice la implantación de las redes de los nuevos operadores.

4.5.5 Ejemplo de canon aplicado a un productor de programas de televisión

La determinación del importe anual R_s del canon del espectro podría utilizar la siguiente fórmula:

$$R_s = F + t\% * CA \quad (16)$$

en la cual:

F: representa un importe fijo que debe pagarse cada año. Este importe puede ser proporcional a la anchura de la banda total atribuida para el servicio de radiodifusión al operador de que se trate

CA: representa el volumen de negocios del operador para el año correspondiente que proviene de los ingresos obtenidos por la publicidad, a los que se añaden, llegado el caso, los ingresos provenientes de los abonos y los pagos por visión

t%: representa el porcentaje que se quiere deducir del volumen de negocios del operador.

4.6 Modelo analítico para calcular cánones de licencia basándose en incentivos especificados destinados a promover el uso eficiente del espectro

Este modelo fue elaborado en el marco del proyecto Asia-Pacífico de la BDT sobre validación y concesión de licencias para la utilización del espectro, Bangkok, 2000. El estudio se centra en un método específico de cálculo de canon del espectro. El modelo se obtuvo a partir de la base conceptual de que hay una clara necesidad de establecer unos precios para el espectro y de que el sistema de fijación de precios para el recurso espectro radioeléctrico debe reflejar algo más que las conveniencias administrativas. Esto se ha visto reforzado por las opiniones de las administraciones que han participado en la recopilación de datos y examen de políticas de los países del Sureste asiático bajo el anterior proyecto. En la siguiente dirección web de la UIT aparece información más detallada al respecto: http://www.itu.int/ITU-D/tech/spectrum_management/docs/MODEL_FULLL.pdf.

La importancia del modelo radica en que proporciona a las administraciones una herramienta funcional que puede emplearse para calcular los cánones del espectro a partir de criterios tangibles. De hecho, entra en la categoría de los sistemas de fijación de precios administrativos con incentivo. Al igual que sucede en los métodos con incentivos administrativos más usuales, permite variaciones no sólo en los criterios utilizados como datos de partida para el establecimiento de precios, sino que permite una ponderación de los criterios para reflejar la importancia de ciertas variables en la utilización del espectro. Esto puede utilizarse también para variar el sistema de fijación de precios entre los distintos usuarios del espectro siempre que deba considerarse la escasez permanente de este recurso.

El modelo, aunque es bastante complicado a la hora de efectuar cálculos manuales, es muy eficaz para su aplicación en los sistemas nacionales de gestión del espectro automatizados. El soporte lógico pertinente puede personalizarse de conformidad con el modelo y el resto de cálculos se realizarán en forma automática sin que intervengan los operadores del sistema. La Administración de la República Kirguisa describe una experiencia similar en el § 5.2.6.

4.6.1 Propósito general del modelo

El objetivo de este modelo es aumentar la eficacia en la utilización del espectro. Está diseñado para facilitar un acceso no discriminatorio al espectro a diversas categorías de usuarios, estimular el empleo de las bandas de frecuencias menos congestionadas (especialmente las más elevadas), estimular igualmente el desarrollo armonizado de los servicios de radiocomunicación en todo el país y cubrir los costes de la gestión del espectro. Incluye la consideración del desarrollo paulatino y el mantenimiento de las instalaciones de comprobación técnica y de gestión del espectro y el reembolso de los gastos de una administración nacional de telecomunicaciones, incluidas sus actividades internacionales en el seno de la UIT.

El modelo determina el valor de los pagos anuales que deben realizarse por la utilización que hacen del espectro cada una de las estaciones radioeléctricas transmisoras utilizando una fórmula para fijación de precios basada en los siguientes elementos fundamentales:

- Recurso tridimensional de radiofrecuencias-espacial-temporal, (ver Nota 1) denominado *recurso espectral*, utilizado en el país y que representa el valor espectral común aplicable a todas las asignaciones de frecuencias almacenadas en la base de datos nacional de gestión del espectro y que se calcula anualmente.
- Para cada asignación de frecuencia el valor espectral se determina mediante la banda de frecuencias ocupada por la emisión, multiplicada por una superficie, ocupada por la emisión (que se determina mediante la potencia del transmisor, la altura y dirección de la antena, etc.) y multiplicada por la fracción de tiempo durante la cual el transmisor funciona con dicha emisión, de conformidad con lo dispuesto en la licencia pertinente. En el § 4.6.5 se presentan las hipótesis y criterios correspondientes.

- El coste de la administración anual de la gestión del espectro, incluidos el desarrollo paulatino y el mantenimiento de las instalaciones de comprobación técnica y de gestión del espectro y el reembolso de los gastos de una administración nacional de telecomunicaciones.
- El precio medio de la unidad de recurso espectral determinado a partir de los valores anteriores.
- El pago anual realizado por un usuario específico determinado a partir del valor real del recurso espectral utilizado.

NOTA 1 – Para mayor sencillez y teniendo en cuenta que habitualmente las condiciones de compartición del espectro se basan únicamente en la separación territorial de las estaciones, a efectos de este modelo un recurso espacial (tridimensional) se representa mediante uno territorial (bidimensional).

En la fórmula intervienen cierto número de factores de ponderación de incentivo. De esa forma, el precio o canon del espectro dependerá no sólo de la anchura de banda ocupada pertinente y de la zona de cobertura sino también de las condiciones de compartición en el tiempo, del emplazamiento geográfico de la estación, del nivel de desarrollo económico o de la densidad de población en la zona de cobertura, de factores sociales, de la exclusividad, del tipo de servicio radioeléctrico y de la utilización del espectro así como de algunos factores operativos tales como la complejidad de la comprobación técnica de las emisiones radioeléctricas, la imposición de sanciones, etc.

El modelo propuesto permite al usuario determinar en todo momento el valor de su pago anual por el espectro y por ello lo hace transparente y accesible a todos los usuarios. Por consiguiente, si el usuario utiliza una mayor anchura de banda y zona de servicio, actúa en una zona geográfica más poblada o la zona está más desarrollada económicamente y funciona a tiempo completo en bandas de frecuencias más congestionadas, mayor será el pago que deba efectuar.

El método fomenta de esta manera una utilización más eficiente del espectro y constituye un incentivo para que el usuario emplee los equipos más modernos y explote las nuevas bandas de frecuencias más elevadas. También debe alentar la utilización si es posible del régimen de tiempo compartido con otros usuarios evitando utilizar márgenes redundantes para la potencia de un transmisor y altura de antena etc., y considerar la expansión de su cobertura a zonas rurales y distantes.

4.6.2 Etapas en la formulación del modelo

El algoritmo de pago del espectro propuesto incluye las siguientes etapas:

- Determinación de los gastos anuales en que incurre el Estado por la gestión del recurso espectral realmente utilizado y determinación del valor total de los pagos anuales correspondientes a todo el espectro utilizado.
- Determinación del valor del espectro utilizado por cada estación radioeléctrica y, mediante suma, por todas las estaciones inscritas en una base nacional de gestión del espectro.
- Determinación del precio por unidad de espectro.
- Determinación del pago anual que debe realizar un usuario específico de forma diferencial y no discriminatoria, pago que se basa en el valor real del espectro utilizado.

Cada una de estas etapas se describe con detalle a continuación.

4.6.3 Principios generales para el desarrollo del modelo

Es necesario destacar que el número y valores de todos los coeficientes en particular que aparecen más adelante se indican sólo a título ilustrativo. Se basan en los datos disponibles y en las estimaciones realizadas por los expertos aplicándolas a los países del Sureste asiático. Cada administración nacional de telecomunicaciones puede elegir otros valores y añadir otros coeficientes que reflejen sus necesidades y experiencias particulares. Todos los valores de los coeficientes, a menos que se indique específicamente otra cosa, pueden ser números enteros o números fraccionarios.

El modelo tiene por objeto cubrir los casos (que son la gran mayoría de las asignaciones de frecuencia) en los cuales pueden utilizarse métodos de cálculo simplificados de algunos parámetros importantes (principalmente zonas de servicio o zonas ocupadas).

Este método se ha elegido también en el entendido de que, a efectos de determinar los cánones, es mucho más importante establecer procedimientos universales para garantizar la igualdad de condiciones a todos los usuarios pertenecientes a un grupo (según el servicio de radiocomunicaciones o su aplicación particular) que obtener una alta precisión en los cálculos de los parámetros técnicos.

Basándose en el principio general de que no sólo los transmisores sino también los receptores ocupan parte del espectro, impidiendo así el funcionamiento a otros transmisores (distintos a aquel con el que se está comunicando) en una banda de frecuencias en particular dentro de los límites de un territorio concreto (Recomendación UIT-R SM.1046-2), el modelo puede utilizarse a fin de calcular los cánones para los receptores, también en el caso en que un usuario requiere protección de un receptor contra interferencias estando inscrito en una base de datos nacional de asignación de frecuencias.

El Anexo 1 a la Recomendación UIT-R SM.1046-2 también presenta algunas opciones a las administraciones sobre la simplificación de los procedimientos de cálculo, que suponen una disminución en la precisión del cálculo o cierta complicación para aumentar la precisión del cálculo.

En algunos nuevos sistemas de radiocomunicaciones en los que los cálculos de la zona de servicio o de la banda de frecuencias ocupada son muy complicados y no han sido definitivamente estipulados (sistemas de espectro ensanchado, comunicaciones móviles por satélite que utilizan órbitas medias o bajas, etc.) pueden posponerse los cálculos y seguir utilizándose cánones de licencia fijos.

4.6.4 Gastos e ingresos del Estado derivados de la gestión del espectro

Este punto presenta el marco bajo el que pueden considerarse los costes en que incurre el Estado o la administración relativos a la gestión del espectro.

El total de los pagos anuales por utilización del espectro C_{an} , recaudados de todos los usuarios, puede calcularse de la forma siguiente:

$$C_{an} = C_1 + C_2 - I_{an} \quad (\text{unidades de una divisa nacional}) \quad (17)$$

donde:

C_1 : parte de la suma necesaria para cubrir los gastos del Estado relativos a todas las actividades de gestión del espectro nacional e internacional

C_2 : ingresos netos del Estado, si ha lugar

I_{an} : cantidad total de las tasas de inspección de las radiocomunicaciones, si ha lugar.

El último término se aplica si una administración utiliza tarifas adicionales por separado para las actividades de inspección y tramitación (tramitación del formulario de solicitud de asignaciones de frecuencias, inspección de las estaciones radioeléctricas tras su instalación antes de que entren en funcionamiento, inspección sistemática de las instalaciones radioeléctricas para verificar su conformidad con los términos de la licencia, etc.). Este valor se puede valorar para cada año basándose en los datos obtenidos en años anteriores.

Los términos C_1 y C_2 se pueden desglosar en distintos componentes:

$$C_1 = C_{11} + C_{12} + C_{13} + C_{14} \quad (18)$$

donde:

- C_{11} : son los fondos necesarios para la adquisición y la explotación eficaz, utilizando instalaciones y equipos del sistema de gestión del espectro, incluidos los equipos de las estaciones de comprobación técnica radioeléctrica, los radiogoniómetros, los ordenadores y los programas informáticos para las estaciones de comprobación técnica y, en el caso de una base de datos nacional de gestión del espectro, equipos de inspección, materiales, amortización de edificios, construcciones, vehículos de transporte, etc.
- C_{12} : son los fondos necesarios para la investigación científica y para adquirir publicaciones científicas y relativas a la explotación, normas y recomendaciones internacionales, para llevar a cabo estudios de compatibilidad electromagnética para ejecutar los procesos de asignación de frecuencias, etc.
- C_{13} : son los fondos necesarios para que una administración nacional de telecomunicaciones desempeñe actividades eficaces en el seno del UIT-R y para satisfacer las obligaciones de coordinación de frecuencias bilaterales y multilaterales relativas a los servicios de radiocomunicaciones terrenales y por satélite, etc.
- C_{14} : representa los sueldos del personal asignado a la gestión del espectro.

En $C_{11} - C_{14}$ no se incluyen los impuestos.

El coeficiente C_2 se puede desglosar en los siguientes componentes:

$$C_2 = C_{21} + C_{22} \quad (19)$$

donde:

- C_{21} : representa los impuestos sobre los ingresos del organismo de gestión nacional del espectro y los impuestos incluidos en el coste de los equipos, programas informáticos, materiales, etc., adquiridos por este organismo en el mercado
- C_{22} : corresponde a los pagos adicionales efectuados por la utilización del espectro, destinados directamente a los presupuestos del Estado.

Para fomentar un rápido desarrollo de los servicios de radiocomunicaciones e impulsar el desarrollo económico, algunos países no aplican tales tasas adicionales. En las ecuaciones (17) y (19) no se tienen en cuenta los ingresos indirectos obtenidos por el Estado procedentes de la utilización del espectro en forma de impuestos sobre los ingresos de los operadores de telecomunicaciones cuya actividad está relacionada con el empleo del espectro (por ejemplo, los impuestos sobre los ingresos de los operadores de comunicaciones celulares). Normalmente se recauda esta componente de los ingresos del Estado y frecuentemente rebasa los valores razonables de C_{22} . Al mismo tiempo, estos impuestos suponen ingresos del Estado, aunque indirectos, procedentes de la utilización del espectro.

En resumen, C_{22} es una especie de pago por anticipado al Estado por el espectro que va a utilizarse y muchos operadores de telecomunicaciones, especialmente en los países en desarrollo, no podrán realizar inmediatamente estos pagos considerables y ello constituiría un obstáculo al desarrollo.

Una buena medida para crear un incentivo económico al respecto consiste en reducir al mínimo la componente C_{22} de manera que el operador de telecomunicaciones pueda comenzar a proporcionar servicio lo más rápidamente posible. El Estado puede compensar fácilmente la pérdida de C_{22} mediante los impuestos aplicados a las actividades del operador de telecomunicaciones.

Por consiguiente, a fin de lograr un rápido desarrollo de los servicios de telecomunicaciones y de la información en un país y crear incentivos económicos para los operadores de telecomunicaciones, es fundamental mantener los pagos por la utilización del espectro al mínimo necesario para cubrir los

costes de un sistema nacional de gestión del espectro. Las administraciones pueden obtener ingresos adicionales de las licencias para aplicaciones de utilización del espectro y además los impuestos sobre los ingresos del operador compensarán los ingresos no obtenidos. Éste será el caso especialmente cuando los cánones del espectro y la concesión de licencias se consideran por separado.

4.6.5 Determinación del valor del espectro radioeléctrico utilizado

A partir de las ecuaciones (17)-(19) es posible determinar C_{an} , que representa los gastos anuales acumulativos y los ingresos por pago de todo el espectro utilizados en el país. El segundo paso consiste en determinar el valor del espectro utilizado por cada usuario y, a continuación, por todos los usuarios. Estos parámetros se calculan basándose en los datos relativos a cada asignación de frecuencia contenida en una base de datos nacional de gestión del espectro.

El método propuesto es el siguiente.

Para la i -ésima asignación de frecuencia (de la cantidad total n incorporada en la base de datos nacional) debe determinarse el valor tridimensional del espectro, denominado W_i , de la forma siguiente:

$$W_i = \alpha \cdot \beta \cdot (F_i \cdot S_i \cdot T_i) \quad (20)$$

donde para la i -ésima asignación de frecuencia:

F_i : recurso de frecuencia

S_i : recurso territorial

T_i : recurso de tiempo

α_i : coeficiente combinado que tiene en cuenta un cierto número de factores de ponderación, tales como los de carácter comercial, social y operativo indicados más adelante

β_i : coeficiente de ponderación que determina la exclusividad de la asignación de frecuencia como se indica más adelante.

Consideremos los términos de la ecuación (20) en orden inverso.

4.6.6 Determinación de un recurso de tiempo utilizado por una emisión

Un recurso de tiempo T_i utilizado por la i -ésima emisión se determina de la forma siguiente:

$$T_i \leq 1 \text{ (año)} \quad (21)$$

y para cada asignación de frecuencia representa una fracción del tiempo relativa a un año, determinada de esa o de otra forma, durante la cual el transmisor radioeléctrico funciona de conformidad con los términos establecidos en una licencia correspondiente. Puede ser una fracción de un día, en el caso del servicio de radiodifusión o PMR, o una fracción de un año, en el caso de operaciones estacionales tales como expediciones científicas, actividades agrícolas, etc.

Por ejemplo, si un transmisor de TV en particular de conformidad con los términos de su licencia funciona únicamente 16 horas al día durante todo el año, entonces: $T_i = 16/24 = 0,67$ años. Si otro transmisor (por ejemplo un transmisor de ondas decamétricas utilizado en una expedición geológica), de conformidad con los términos de su licencia puede funcionar plenamente sólo 3 meses al año, entonces: $T_i = 3/12 = 0,25$ años.

Es evidente que en el caso de un transmisor que funcione permanentemente, por ejemplo un transmisor de microondas (RRL) (las breves interrupciones para realizar el mantenimiento no se tienen normalmente en cuenta si no se indica específicamente en la licencia), $T_i = 1$ año. Esta última

situación generalmente es la típica para la mayoría de las asignaciones de frecuencias indicadas en la base de datos nacional de gestión del espectro. Este régimen es el que se solicita más a menudo y para el que se conceden más licencias.

4.6.7 Determinación de un recurso territorial utilizado por una emisión

Un recurso territorial S_i utilizado por la i -ésima emisión se determina de la forma siguiente:

$$S_i = b_{ij} \cdot s_i \quad (\text{km}^2) \quad 1 \leq j \leq m \quad (22)$$

siendo:

S_i : territorio realmente ocupado (cubierto) por la emisión de conformidad con ciertos criterios (km^2)

b_{ij} : coeficiente de ponderación que depende de la j -ésima categoría del territorio realmente ocupado por la emisión

m : número de categorías.

El número de categorías m y los valores pertinentes de los coeficientes de ponderación b_j debe establecerlos la administración nacional de telecomunicaciones. Estas categorías pueden tener en cuenta la densidad de población y el nivel de desarrollo económico (industrial y/o agrícola) de varias regiones de un país. Representa una medida del interés que puede tener la zona para los operadores de radiocomunicaciones y de radiodifusión. Las categorías también pueden dividirse en zonas urbanas y rurales, zonas de interior y costeras y zonas continentales e islas. Adicionalmente también puede incluirse el tipo de asentamiento y el número de habitantes permanentes o circunstanciales.

En el Cuadro 2 figuran algunos ejemplos ilustrativos.

CUADRO 2

Ejemplos de coeficientes de ponderación teniendo en cuenta una densidad de población (nivel de desarrollo económico) en varias regiones de un país

	Denominación	b_j
1	Regiones menos pobladas y/o menos desarrolladas económicamente (desiertos, zonas de montañas elevadas, selva, etc.) que normalmente son menos interesantes para los operadores de radiocomunicaciones y de radiodifusión	0,1
$2 - j - \dots$	Regiones con varios niveles intermedios y crecientes en densidad de población y/o indicadores de desarrollo económico	0,2-0,9
...	Regiones más pobladas y/o más desarrolladas económicamente (región de la capital, principales zonas industriales y/o agrícolas, etc.) que son las más atractivas para los operadores de radiocomunicaciones y de radiodifusión	1

Ciudades y asentamientos de tipo urbano		
...	Con una población entre 10 000 y 50 000 habitantes	1,2
...	Con una población entre 50 000 y 100 000 habitantes	1,5
$m - 2$	Con una población entre 100 000 y 500 000 habitantes	2,0
$m - 1$	Con una población entre 500 000 y 1 000 000 de habitantes	3,0
m	Con una población superior al 1 000 000 de habitantes	4,0

El territorio realmente ocupado por la emisión s_i se calcula individualmente para cada i -ésima emisión basándose en el concepto de zona de servicio pertinente (y su equivalente para comunicaciones punto a punto) por el criterio de la intensidad de campo nominal utilizable E_n sus fronteras. Si el territorio realmente ocupado por la i -ésima emisión incluye K regiones pertenecientes a las distintas categorías antes indicadas, el recurso territorial correspondiente ΣS_i puede determinarse de la forma siguiente:

$$\Sigma S_i = \sum_{k=1}^K b_{ik} \cdot \Delta s_{ik} \quad (23)$$

siendo:

- b_{ik} : coeficiente de ponderación pertinente para la q -ésima categoría de zona
 s_{ik} : proporción pertinente de toda la región ocupada s_i ;

es decir:

$$s_i = \sum_{k=1}^K \Delta s_{ik} \quad 1 \leq k \leq 3 \text{ (normalmente)}$$

También se presentan ejemplos de cálculo de los valores proporcionales s_{ik} para distintos casos. Si una administración cuenta con una base de datos digital del terreno administrativo relacionada con el programa informático correspondiente de asignación de frecuencias, los cálculos de ΣS_i pueden realizarse automáticamente.

4.6.8 Determinación de un recurso de frecuencia utilizado por una emisión

Un recurso de frecuencia F_i utilizado por la i -ésima emisión se determina de la forma siguiente:

$$F_i = \chi B_{ni} \quad \text{MHz} \quad (24)$$

siendo:

- B_{ni} : anchura de banda necesaria de la emisión (MHz) calculada de conformidad con la Recomendación UIT-R SM.1138-2, teniendo en cuenta que una anchura de banda ocupada de una emisión debe ser igual a su anchura de banda necesaria (Recomendación UIT-R SM.328-11)
 χ : factor de ajuste ($0 \leq \chi \leq 1$) que puede utilizarse en algunos casos, por ejemplo, para disminuir en cierta medida una diferencia demasiado elevada en los cánones entre la radiodifusión sonora y de televisión para la misma potencia del transmisor, debido a la importante diferencia en las anchuras de banda necesarias. También puede utilizarse en casos de aplicaciones de radar (véase el ejemplo de cálculo más adelante), etc.

4.6.9 Determinación de los coeficientes de ponderación

El coeficiente de ponderación general α_i en la ecuación (20) puede presentarse como un producto de los siguientes coeficientes fraccionarios:

$$\alpha_i = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \quad (25)$$

donde:

- α_1 : tiene en cuenta el valor comercial del tramo de espectro utilizado
 α_2 : tiene en cuenta el factor social
 α_3 : tiene en cuenta las características del emplazamiento del transmisor

α_4 : tiene en cuenta la complejidad de las funciones de gestión del espectro

α_5 : otro coeficiente (o coeficientes) que puede introducir una administración para que refleje sus necesidades específicas.

En el Cuadro 3 aparecen ejemplos ilustrativos de estos valores de los coeficientes.

CUADRO 3

Cuadro de coeficientes dependientes del servicio

Servicio\ α_1	α_1	α_2	α_3		α_4
			Ciudad	Población	
Radioenlace en una gama superior a 1 GHz	0,1	0,1	1	0,1	0,2
Radioenlace en una gama inferior a 1 GHz	0,4	0,2	1	0,1	0,2
Televisión en la gama de ondas métricas	1	0,1	1	0,1	1
Televisión en la gama de ondas decimétricas	1	0,2	1	0,1	1
Radiodifusión sonora en la banda de ondas métricas	2,4	1	1	0,1	1
Radiodifusión en la banda de ondas hectométricas – decamétricas	1	1	1	0,1	0,8
Radiocomunicaciones en ondas decamétricas	2,6	1,2	1	0,1	0,8
Comunicaciones interurbanas	2,4	1,2	1	0,1	1
Comunicaciones celulares	3	1,2	1	0,1	1
Radiobúsqueda	3,5	1,2	1	0,1	1
Comunicaciones PMR	2	1,2	1	0,1	1
Radiocomunicaciones en la banda ciudadana	0,1	0,2	1	0,1	0,2
Radiolocalización	0,1	0,02	1	0,1	0,2
Radiocomunicaciones aeronáuticas y navegación	0,1	0,2	1	0,1	0,8
Radiocomunicaciones marítimas	1	0,2	1	0,1	1
Estaciones terrenas del SFS	4	0,2	1	0,1	0,2
Estaciones terrenas para otros servicios por satélite, incluidos los enlaces de conexión	1,4	0,1	1	0,1	0,2

El coeficiente α_1 se determina básicamente mediante dos factores:

- El valor comercial de los servicios de radiocomunicaciones. Este factor está ligado al deseo de usuarios y operadores de pagar por el derecho de proporcionar servicios o usar los servicios ofrecidos en una frecuencia específica.
- La necesidad de utilizar bandas de frecuencias menos congestionadas (normalmente las bandas de frecuencias más elevadas). Algunos servicios de radiocomunicaciones pueden desplazarse a frecuencias más altas a medida que se obtiene experiencia en ese sentido o se producen cambios tecnológicos, reduciendo de esa forma la sobrecarga en bandas de frecuencias más bajas. Este es el incentivo económico que debe alentar la utilización de las bandas más elevadas.

El coeficiente α_2 representa un factor social. En el caso de los servicios de radiocomunicaciones cuya existencia es fundamental para todos los grupos de población, incluidos los más necesitados, el valor de este coeficiente es bajo lo que refleja un verdadero valor u obligación social en nombre de la administración.

Por ejemplo, para estaciones por encima de 1 GHz, a través de las cuales se proporcionan comunicaciones de larga distancia, así como para la radiodifusión de televisión, el coeficiente α_2 tiene un valor bajo y para las comunicaciones celulares el coeficiente α_2 presenta un valor más elevado.

El coeficiente α_3 tiene en cuenta las características de los emplazamientos en zonas urbanas y poblaciones. En el caso de poblaciones en que la densidad demográfica es baja y el nivel de ingresos son bajos, el valor comercial de los servicios de comunicaciones también será reducido y al mismo tiempo el coste tecnológico para proporcionar dichos servicios será elevado. Por consiguiente, a fin de apoyar a los operadores de telecomunicaciones y soportar estos servicios, así como fomentar el desarrollo de los servicios de radiocomunicaciones, este coeficiente α_3 debe tomar un valor bajo si bien en zonas urbanas puede ser considerablemente superior.

El coeficiente α_4 viene determinado por la complejidad de las funciones de gestión del espectro ejecutadas. Este coeficiente normalmente es el más elevado en el caso de los servicios móviles, puesto que en estos servicios es necesario realizar la función de radiodeterminación de objetos móviles. Al igual que en la radiodifusión de televisión, es necesario determinar con un alto grado de precisión un cierto número de parámetros pertinentes.

Otro coeficiente de ponderación en la ecuación (20) es β_i . Este coeficiente determina la exclusividad de la asignación de frecuencia. Si la parte de espectro determinada se utiliza de forma exclusiva, $\beta_i = 1$. En el caso de compartición, β_i varía entre 0 y 1 dependiendo de las condiciones de dicha compartición, que puede basarse en una separación territorial lo que daría lugar a una disminución de la zona de servicio real.

4.6.10 Determinación del valor total del espectro utilizado

Por consiguiente, con la ayuda de los coeficientes de ponderación b_j , α_i y β_i , y de conformidad con la ecuación (20), es posible determinar (a la vista de los diversos factores), el recurso de espectro W_i realmente utilizado por cada asignación de frecuencia W . A continuación, se puede calcular el valor total del espectro W utilizado en el país, mediante la siguiente ecuación:

$$W = \sum_{j=1}^n W_j \quad \text{MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot 1 \text{ año} \quad (26)$$

siendo:

W_i : espectro utilizado por la i -ésima asignación de frecuencia

n : número total de asignaciones de frecuencia registradas en la base de datos nacional de gestión del espectro.

4.6.11 Precio por unidad cualificada de espectro utilizado

Basándose en las ecuaciones (17)-(19) se puede determinar el total de los pagos anuales que se deben recibir de todos los usuarios que utilizan todo el espectro o parte del mismo. Esto debe realizarse para todos los usuarios combinados o para los distintos servicios tales como los servicios celulares móviles o la radiodifusión. Basándose en las ecuaciones (20)-(26) puede obtenerse el valor total del espectro utilizado anualmente en el país.

A continuación, es posible determinar el precio de ΔC_{an} para una unidad cualificada de espectro:

$$\Delta C_{an} = L(C_{an}/W) \quad (\text{unidades de una divisa nacional/MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot 1 \text{ año}) \quad (27)$$

siendo:

L : factor de ajuste que tiene en cuenta los posibles cambios de costes en el país durante el siguiente año fiscal.

4.6.12 Cánones anuales para una asignación de frecuencia dada

El precio del ΔC_{an} para la unidad cualificada de espectro se calcula utilizando la ecuación (27). La ecuación (20) proporciona el valor del espectro W_i utilizado para una i -ésima asignación de frecuencia en particular. Basándose en ello, la cantidad de pago anual C_i que debe realizar un usuario específico del espectro para esta asignación de frecuencia se determinará de la forma siguiente:

$$C_i = \Delta C_{an} \cdot W_i \quad (28)$$

Si ese operador de radiocomunicaciones cuenta con varias asignaciones de frecuencia, el pago por cada asignación se determina como se ha indicado anteriormente y a continuación se suman las cantidades obtenidas en relación con todas las asignaciones de frecuencia del operador.

4.7 Procedimientos y ejemplos de cálculo del espectro utilizado por diversos servicios de radiocomunicaciones

Las fórmulas utilizadas para calcular las tasas de espectro suelen reflejar ciertas características relacionadas directamente con el servicio. Por ejemplo, hay algunos parámetros básicos como el tipo de servicio, el ancho de banda y la banda de frecuencias. Además, sería posible incorporar otros parámetros, por ejemplo sería útil un factor de distancia para promover el uso adecuado de las bandas de conformidad con las consideraciones de propagación. Otro parámetro conveniente sería un factor de congestión para reflejar el costo de oportunidad del recurso.

Además, para calcular los cánones es mucho más importante establecer procedimientos universales con objeto de garantizar las mismas condiciones a todos los usuarios que pertenezcan a un grupo (servicio de radiocomunicaciones o aplicación particular) en vez de lograr una elevada precisión en los cálculos de los parámetros técnicos.

Con todo, dependiendo de la disponibilidad de los sistemas automáticos de gestión del espectro (véase la Recomendación UIT-R SM.1370), las administraciones, en su objetivo de promover el uso eficiente del espectro y de conocer el costo de oportunidad, pueden incorporar factores en las fórmulas para calcular los cánones de espectro. Por ejemplo, con el objeto de reducir la congestión de algunos servicios o bandas de frecuencias, las administraciones pueden incorporar un factor en las fórmulas de canon del espectro para reducir la demanda de los usuarios. Esto puede promover un uso mejor de otras ubicaciones de bandas de frecuencias menos congestionadas. Otra opción podría ser tener en cuenta la distancia de los enlaces. De modo similar, este tipo de parámetro en las fórmulas tiene por objeto promover un uso adecuado de una banda en concreto mediante el precio.

A pesar de esas posibles incorporaciones en las fórmulas de canon del espectro para el modelo de cálculo de los cánones de licencia indicado, se proponen unos métodos de cálculo considerablemente simplificados. Se hace hincapié en la utilización de gráficos y cuadros previamente determinados en vez de emplear ecuaciones complicadas. Para los casos más difíciles (radiodifusión en ondas decamétricas, comunicaciones por satélite, etc.) determinados cálculos de zonas de servicio, longitudes de radioenlaces fijos, etc., pueden sustituirse por valores tomados directamente de los formularios de solicitud de las licencias pertinentes o comunicados por los operadores por petición especial.

Otro enfoque común es realizar una estimación de las zonas de servicio o zonas ocupadas únicamente dentro de las fronteras nacionales de un país. Para los servicios marítimos puede utilizarse el concepto de frontera económica marítima nacional (normalmente de 200 millas, es decir 360 km).

Para los sistemas de radiocomunicaciones móviles celulares, que pueden contener numerosas estaciones de base, incluidas microcélulas y picocélulas para funcionamiento en las proximidades y en interiores, puede llevar demasiado tiempo realizar cálculos basados en la determinación de las zonas de servicio de las estaciones de base individuales. Por consiguiente, para calcular el espectro utilizado por toda la red puede utilizarse en este caso la zona de servicio global de la red celular pertinente y todas las bandas de frecuencias asignadas para las comunicaciones base-móvil y móvil-base.

Se propone determinar las zonas ocupadas de las estaciones terrenas de los sistemas de comunicaciones por satélite basándose en las distancias de coordinación acordadas durante el proceso de coordinación y notificación de las asignaciones de frecuencia y de órbitas en el UIT-R. Si no están disponibles, se propone utilizar una distancia de coordinación universal de 350 km para terminales VSAT y de 750 km para otras estaciones. En algunos casos, pueden utilizarse también los valores acordados entre la administración y el operador.

Anteriormente se indicó que el modelo también es aplicable a receptores para los cuales los usuarios solicitan sobre todo protección contra interferencias. Para calcular los cánones pertinentes, de conformidad con el principio de reciprocidad entre un receptor y un transmisor, el receptor se sustituye por un transmisor de potencia típica (o una potencia acordada con el usuario) y una antena cuya altura efectiva, ganancia y directividad correspondan a la del receptor. Para este conjunto de parámetros se calcula el espectro pertinente y, a continuación, los cánones de licencia radioeléctrica de conformidad con los procedimientos indicados más adelante para los servicios de radiocomunicaciones correspondientes y sus aplicaciones.

Es necesario indicar que una administración, dependiendo de las condiciones y capacidades particulares, puede decidir la simplificación de algunos de los procedimientos de cálculo propuestos. En particular ello se refiere a la eliminación de las subdivisiones de zonas de servicio/ ocupadas en distintas zonas pertenecientes a diferentes categorías de cánones de licencia pudiéndose utilizar una sola categoría correspondiente a la zona de servicio/ocupada más amplia. También se refiere a la supresión de la determinación de la altura efectiva de la antena, etc.

4.7.1 Procedimientos de cálculo para la radiodifusión sonora y de televisión en ondas métricas/decimétricas

a) Cálculo del radio de la zona de servicio

Cuando no se disponga de mapas digitales del terreno ni de modelos de planificación de frecuencias y de propagación informatizados, que pueden proporcionar unos cálculos automáticos exactos, se propone emplear el siguiente método simplificado para determinar la zona de servicio. El procedimiento se basa fundamentalmente en las disposiciones de la Recomendación UIT-R P.1546-4 que presenta curvas de propagación y procedimientos para su utilización en la determinación de distancias para las cuales la intensidad de campo toma valores específicos considerados como los mínimos utilizables por la Recomendación UIT-R BT.417-5.

Las curvas de propagación indicadas en la Recomendación UIT-R P.1546-4 representan los valores de intensidad de campo en las bandas de ondas métricas y decimétricas en dB(μ V/m) en función de varios parámetros y se refieren a trayectos terrestres. Las curvas de propagación se han trazado para una potencia del transmisor de 1 kW radiada por un dipolo de media longitud de onda y representan los valores de intensidad de campo rebasados en el 50% de emplazamientos durante el 50% del tiempo. Estos valores de intensidad de campo se utilizan normalmente para determinar las zonas de servicio. También corresponden a distintas alturas de la antena transmisora y a una altura de la antena de recepción de 10 m. Para distintos valores de altura efectiva puede realizarse una interpolación lineal entre las dos curvas que correspondan a las alturas efectivas inmediatamente inferior y superior al valor deseado.

La altura efectiva de la antena transmisora h_{ef} se determina como su altura sobre el nivel medio del suelo para distancias comprendidas entre 3 km y 15 km del transmisor en dirección del receptor. En b) figuran los procedimientos de cálculo de h_{ef} que deben utilizarse para determinar el radio de la zona de servicio.

Las zonas de servicio se calculan para valores de las intensidades de campo mínimas utilizables, E_{mu} , en sus fronteras, que normalmente se emplean a efectos de planificación de frecuencias. Estos valores figuran en el Cuadro 3.

En los Cuadros 5-10 aparecen valores del radio R de la zona de servicio tomados de las curvas de las Figs. 2 y 3 para distintos valores de potencia radiada aparente (p.r.a.) P_{ef} , y de altura efectiva de la antena transmisora, h_{ef} , para los mínimos valores de intensidad de campo utilizables, E_{mu} , indicados en el Cuadro 4. La interpolación y extrapolación de la intensidad de campo en función de la frecuencia se efectúa de conformidad con el Anexo 5 a la Recomendación UIT-R P.1546-4. Las frecuencias concretas, f_c , para volver a realizar los cálculos aparecen en los encabezamientos del Cuadro. Los cálculos se han realizado para alturas de antena efectivas típicas en la radiodifusión.

CUADRO 4

Mínimos valores de las intensidades de campo utilizables, E_{mu}

Banda de frecuencias	Por debajo de 76 MHz (TV)	76-108 MHz (TV)	108-230 MHz (TV)	230-582 MHz (TV)	Por encima de 528 MHz (TV)	Por debajo de 108 MHz (sonido)
E_{mu} (dB(μ V/m))	48	52	55	65	70	54

La p.r.a. se expresa como:

$$P_{ef} = P + G_t + \eta \quad \text{dBW} \quad (29)$$

siendo:

P : potencia del transmisor (dBW)

G_t : ganancia de antena relativa al dipolo de media onda (dB)

η : pérdidas en el alimentador (dB).

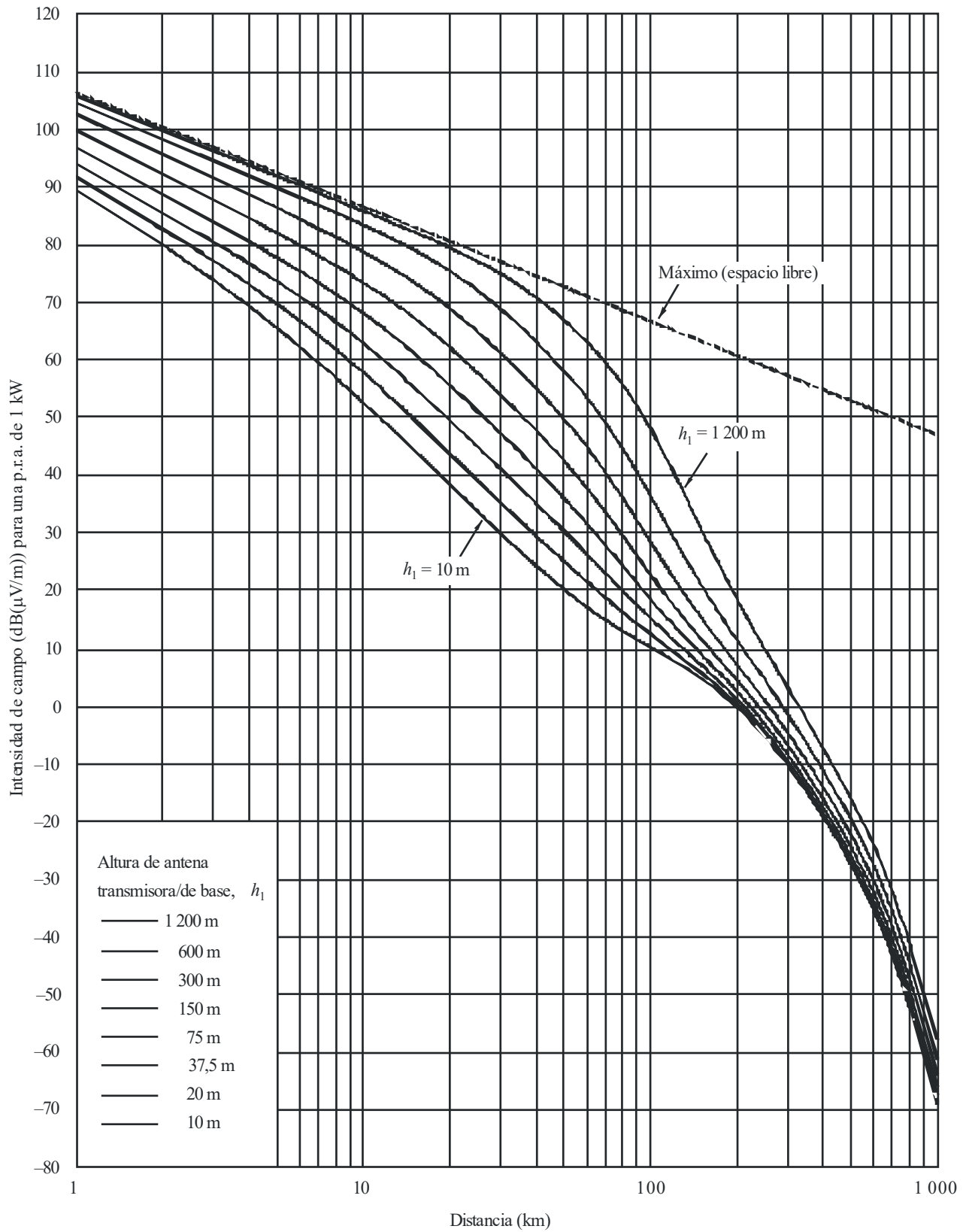
Para el modelo de cálculo de cánones de licencia indicado se propone considerar un valor de $\eta = 0$ en todos los casos.

Es necesario observar que en condiciones de alta potencia y baja altura de la antena, y especialmente para las frecuencias más bajas, el radio de la zona de servicio calculado rebasa la distancia del horizonte radioeléctrico. Si la calidad de servicio más allá del horizonte radioeléctrico disminuye significativamente, ello significa que no se está utilizando eficazmente la excesiva potencia del transmisor. Las segundas cifras de algunos de los recuadros de los Cuadros 5 a 7 indican las distancias correspondientes al horizonte radioeléctrico cuando son inferiores a los radios de las zonas de servicio.

Cabe señalar que los datos de las Figs. 2 y 3 sin someterlos a ninguna extrapolación corresponden a los datos de los Cuadros 6 y 7 para las filas relativas a 30 dBW (puesto que 1 kW equivale a 30 dBW). Por ejemplo, las distancias que corresponden a los puntos indicados en las curvas de estas figuras y que pueden leerse a lo largo del eje de abscisas, aparecen destacadas en las filas correspondientes de los Cuadros 6 a 9.

FIGURA 2

Curvas de propagación para la banda de frecuencias 30-300 MHz

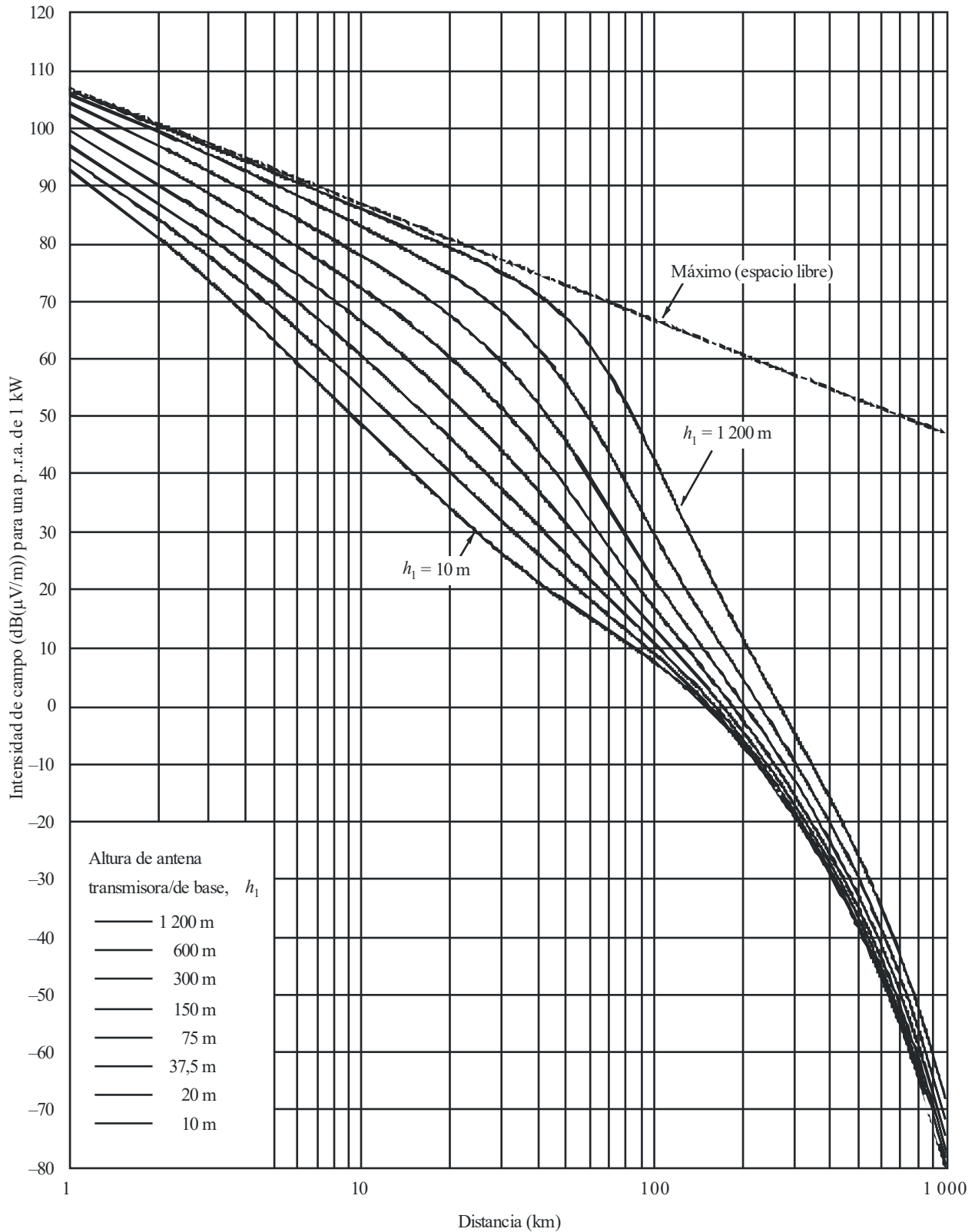


50% de los emplazamientos

 h_2 : altura representativa de los obstáculos

FIGURA 3

Curvas de propagación para la banda de frecuencias 300-1 000 MHz



50% de los emplazamientos

 h_2 : altura representativa de los obstáculos

CUADRO 5

**Radio de la zona de servicio (km) para el servicio
de televisión por debajo de 76 MHz,
 $E_{mu} = 48 \text{ dB}(\mu\text{V/m}), f_c = 70 \text{ MHz}$**

$h_{ef} \text{ (m)}$ $P_{ef} \text{ (dBW)}$	30	50	75	100	150	200	250	300	350	400	500
15,0	9	12	14	16	20	23	26	28	31	33	37
20,0	12	15	18	21	25	29	33	36	39	42	47
25,0	16	20	24	27	33	37	42	45	49	53	58
30,0	20	25	30	34	41	47	52	56	60	64	70
35,0	26	32	38	43	51	58	63	68	72	76	82
40,0	33	41	48	54	63	70	75	79	84	88	95
43,0	38/36	47/42	55/49	61/54	70/63	77/71	83/78	87/84	92/90	96/95	103
46,0	44/36	54/42	63/49	69/54	78/63	85/71	91/78	95/84	100/90	104/95	112/105
50,0	54/36	65/42	73/49	80/54	89/63	97/71	102/78	107/84	112/90	117/95	124/105
55,0	69/36	80/42	89/49	96/54	105/63	113/71	119/78	124/84	130/90	135/95	143/105
60,0	88/36	100/42	108/49	115/54	125/63	134/71	140/78	145/84	152/90	157/95	166/105

CUADRO 6

**Radio de la zona de servicio (km) para el servicio
de televisión en la banda 76-108 MHz,
 $E_{mu} = 52 \text{ dB}(\mu\text{V/m}), f_c = 100 \text{ MHz}$**

$h_{ef} \text{ (m)}$ $P_{ef} \text{ (dBW)}$	30	50	75	100	150	200	250	300	350	400	500
15,0	7	9	11	13	15	18	20	23	25	26	30
20,0	9	12	14	17	20	24	27	29	32	34	39
25,0	13	16	19	22	26	30	34	37	40	43	48
30,0	16	20	24	28	33	38	42	46	50	53	59
35,0	21	26	31	35	42	47	52	56	60	64	70
40,0	26,3	32,8	38,7	43,8	51,4	57,8	62,9	67,0	71,4	75,2	81,7
43,0	30	38	44	50	58	65	70	74	78	82	89
46,0	37/36	43/42	51/49	56/54	65/63	72/71	77	81	86	90	97
50,0	43/36	52/42	60/49	66/54	75/63	82/71	87/78	91/84	96/90	101/95	108/105
55,0	54/36	65/42	73/49	80/54	88/63	96/71	101/78	106/84	111/90	116/95	123/105
60,0	69/36	80/42	89/49	95/54	104/63	112/71	118/78	123/84	129/90	133/95	141/105

CUADRO 7

**Radio de la zona de servicio (km) para el servicio
de televisión en la banda 108-230 MHz,
 $E_{mu} = 55 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$, $f_c = 150 \text{ MHz}$**

$h_{ef} \text{ (m)}$ $P_{ef} \text{ (dBW)}$	30	50	75	100	150	200	250	300	350	400	500
15,0	6	7	9	10	13	15	17	19	20	22	25
20,0	8	10	12	14	17	20	22	25	27	29	33
25,0	10	13	16	18	22	25	29	31	34	37	41
30,0	13	17	20	23	28	32	36	39	43	45	51
35,0	17	21	26	29	35	40	45	48	52	55	61
40,0	22	27	32	37	44	49	54	58	62	65	72
43,0	25	31	37	42	49	55	60	64	68	72	78
46,0	29	36	42	48	55	62	67	71	75	79	85
50,0	36/36	43/42	50/49	56/54	64/63	71	76	80	85	89	95
55,0	50/36	54/42	62/49	68/54	76/63	83/71	88/78	93/84	97/90	102/95	109/105
60,0	57/36	67/42	75/49	81/54	90/63	97/71	103/78	107/84	113/90	117/95	125/105

CUADRO 8

**Radio de la zona de servicio (km) para el servicio
de televisión en la banda 230-528 MHz,
 $E_{mu} = 65 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$, $f_c = 250 \text{ MHz}$**

$h_{ef} \text{ (m)}$ $P_{ef} \text{ (dBW)}$	30	50	75	100	150	200	250	300	350	400	500
15,0	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20,0	4	5	6	7	9	10	12	13	14	15	18
25,0	6	7	9	10	12	14	16	18	20	21	25
30,0	7	9	11	13	16	19	22	24	26	28	32
35,0	10	12	15	17	21	25	28	31	33	36	41
40,0	13	16	19	22	27	31	35	38	41	44	49
43,0	15	19	22	26	31	36	40	43	46	49	55
46,0	17	22	26	30	35	40	45	48	51	55	60
50,0	21	26	31	35	42	47	51	55	59	62	68
55,0	27	33	39	43	50	56	61	65	69	73	79
60,0	34	41	48	53	60	67	71	75	80	84	90

CUADRO 9

**Radio de la zona de servicio (km) para el servicio
de televisión por encima de 528 MHz,
 $E_{mu} = 70 \text{ dB}(\mu\text{V/m}), f_c = 550 \text{ MHz}$**

$\begin{matrix} h_{ef} \text{ (m)} \\ P_{ef} \text{ (dBW)} \end{matrix}$	30	50	75	100	150	200	250	300	350	400	500
15,0	2	3	3	3	4	5	5	6	6	7	7
20,0	3	4	4	5	6	7	8	9	9	10	11
25,0	4	5	6	7	8	10	11	12	14	15	17
30,0	5	7	8	9	12	14	15	17	19	21	24
35,0	7	9	11	13	16	18	21	23	25	27	31
40,0	9	12	14	17	20	24	27	30	32	35	39
43,0	11	14	17	19	23	27	31	34	37	39	44
46,0	13	16	19	22	27	31	35	38	41	44	49
50,0	15	19	23	27	32	37	41	44	47	50	55
55,0	19	24	29	33	39	44	48	51	55	58	64
60,0	25	31	36	41	47	52	57	60	64	67	73

CUADRO 10

**Radio de la zona de servicio (km) para el servicio de
radiodifusión sonora por debajo de 108 MHz,
 $E_{mu} = 54 \text{ dB}(\mu\text{V/m}), f_c = 550 \text{ MHz}$**

$\begin{matrix} h_{ef} \text{ (m)} \\ P_{ef} \text{ (dBW)} \end{matrix}$	30	50	75	100	150	200	250	300	350	400	500
15,0	6	8	9	11	14	16	18	20	22	24	27
20,0	9	11	13	15	18	21	24	26	29	31	35
25,0	11	14	17	19	24	27	31	34	37	39	44
30,0	15	18	22	25	30	35	39	42	46	49	54
35,0	19	23	28	32	38	43	48	52	56	59	65
40,0	24	30	35	40	47	53	59	63	67	71	77
43,0	28	34	41	46	53	60	65	69	74	78	84
46,0	33	39	46	52	60	67	72	76	81	85	92

b) Cálculo de la altura efectiva de la antena

Ya se ha mencionado que la altura efectiva de la antena transmisora h_{ef} se determina como su altura sobre el nivel medio del suelo entre las distancias de 3 km y 15 km desde el transmisor en dirección del receptor (véase la Fig. 4); es decir:

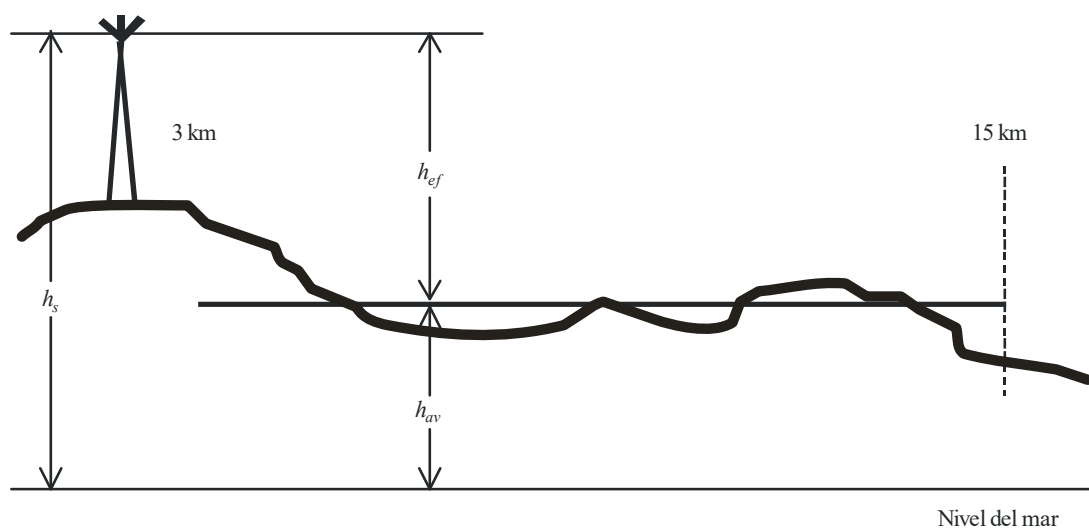
$$h_{ef} = h_s - h_{av} \quad (30)$$

siendo:

- h_s : altura de la antena sobre el nivel del mar (es decir, la altura del mástil de antena más la altura del suelo sobre el nivel del mar en el lugar de la instalación)
- h_{av} : nivel medio del suelo entre las distancias de 3 km y 15 km desde el transmisor.

Es fundamental tener en cuenta la altura efectiva de la antena y no la altura física (altura del mástil) debido a que las antenas se instalan frecuentemente en la cima de colinas cuyas alturas pueden ser comparables, o incluso superiores, a la del mástil (véase la Fig. 4). El nivel medio del suelo entre las distancias de 3 km y 15 km desde el transmisor se calcula con los mapas del terreno correspondientes (preferentemente con escalas 1:200 000 a 1:500 000). Utilizando el mapa deben realizarse lecturas de la altura del terreno a lo largo de una dirección cada 1 ó 2 km entre las distancias de 3 km y 15 km desde el transmisor y el nivel medio se calcula sumando todas las lecturas y dividiendo esa cantidad por el número de lecturas.

FIGURA 4
Determinación de la altura efectiva de la antena



I. SM.2012-04

Es evidente que incluso para las antenas transmisoras no directivas utilizadas, una zona de servicio real normalmente no será circular y los niveles medios del suelo entre las distancias de 3 km y 15 km desde el transmisor en varias direcciones serán distintos, por lo que las alturas efectivas de antena pertinentes también serán diferentes. No obstante, a efectos del modelo de cálculo de los cánones de licencia se supone que la zona de servicio es circular basándose en el cálculo de la altura efectiva de antena en una dirección.

Si una administración desea aumentar la precisión de los cálculos en los casos de perfiles de terreno variables en diferentes direcciones desde la antena, puede calcularse un valor medio de la altura efectiva de la antena de acuerdo con sus cuatro valores en las direcciones Norte, Sur, Este y Oeste desde la antena. En el Cuadro 11 se presentan ejemplos de cálculo.

CUADRO 11

Ejemplo de cálculo de altura efectiva de la antena en el caso de un terreno no regular

N.º	Distancia desde la antena (km)	Alturas del suelo (m)			
		Norte	Sur	Este	Oeste
1	3	250	240	300	240
2	4	240	220	300	220
3	5	220	180	290	200
4	6	230	180	280	170
5	7	240	160	270	160
6	8	260	140	260	180
7	9	260	120	250	200
8	10	280	120	230	250
9	11	280	110	220	250
10	12	280	100	210	240
11	13	290	100	200	200
12	14	300	80	200	180
13	15	320	60	200	140
	Sumas de las lecturas, S_d (m)	3 450	1 810	3 210	2 630
	Alturas efectivas, $S_d/13$ (m)	265	139	245	202
	Altura efectiva promediada, h_{ef} (m)	213			

c) Cálculo de la zona de servicio

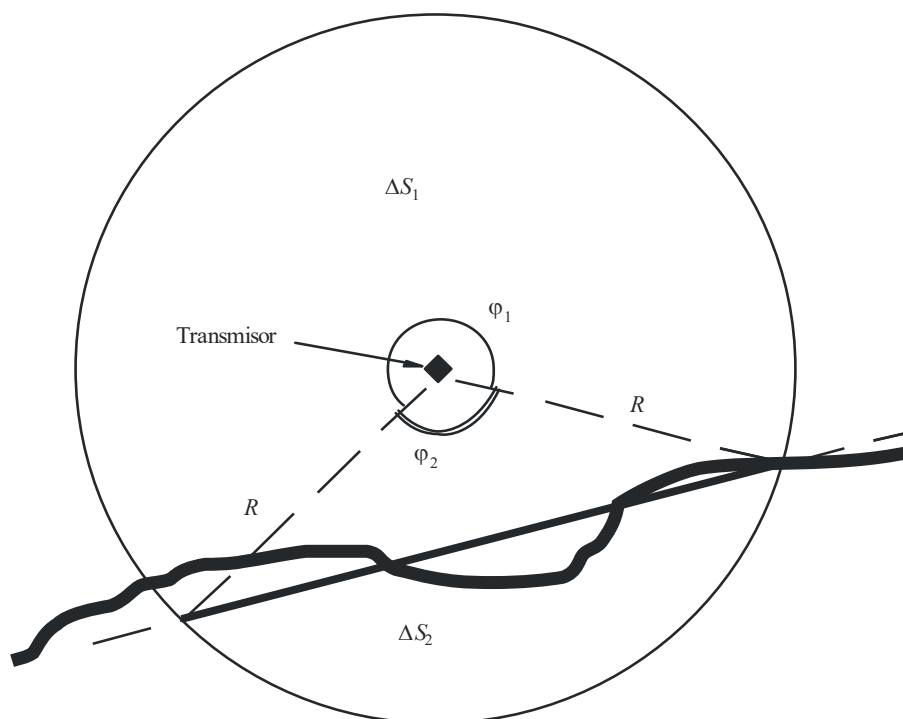
Una vez calculado el radio de la zona de servicio, R , (km) de conformidad con los procedimientos indicados en a) y b), la zona de servicio, s , se calcula evidentemente como sigue:

$$s = \pi R^2 \quad \text{km}^2 \quad (31)$$

Puede suceder que una zona de servicio contenga dos (véase el ejemplo en la Fig. 5) o incluso tres (véase el ejemplo de la Fig. 6) zonas pertenecientes a distintas categorías de cánones de licencia, como se mencionó en el § 5.2 del modelo. También puede aparecer esta circunstancia en la frontera de un país con otros. En estos casos, y cuando una administración no dispone de una base de datos digital del terreno administrativo interrelacionada con el soporte lógico de las asignaciones de frecuencias pertinentes, se aplican los siguientes procedimientos simplificados para calcular las partes de la zona de servicio que pertenecen a distintas zonas.

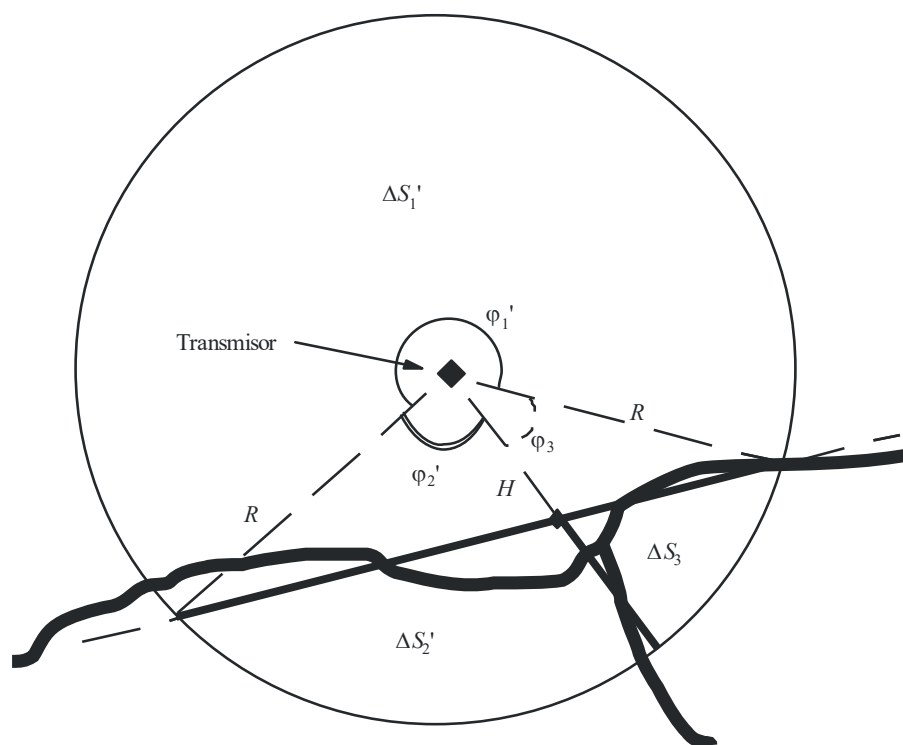
Las curvas de la frontera real se aproximan mediante líneas rectas situadas de tal forma que las zonas entre las curvas de la frontera real y las líneas de aproximación pertinentes, a cada lado de estas líneas, deben ser aproximadamente iguales (véanse las Figs. 5 y 6). La línea de aproximación entre las zonas S_2' y S_3 de la Fig. 6 debe también coincidir con un radio de una zona de servicio, como se indica en dicha figura.

FIGURA 5
Ejemplo con cobertura de dos zonas distintas



I. SM.2012-05

FIGURA 6
Ejemplo con cobertura de tres zonas distintas



I. SM.2012-06

El área ΔS_2 del segmento S_2 para el caso de dos zonas (Fig. 5) se calcula como sigue:

$$\Delta S_2 = \frac{R^2}{2} \left(\frac{\pi \varphi_2}{180} - \text{sen } \varphi_2 \right) \quad (32)$$

siendo:

φ_2 : ángulo del sector correspondiente (véase la Fig. 5),

el área ΔS_1 del segmento S_1 se determina como sigue:

$$\Delta S_1 = \pi R^2 - S_2 \quad (33)$$

En el caso de tres zonas (Fig. 6) las partes S'_2 y S_3 del sector común ($S'_2 + S_3$) tienen las siguientes áreas:

$$\Delta S'_2 = \frac{R^2}{2} \left(\frac{\pi \varphi'_2}{180} - \psi \text{sen } \varphi'_2 \right) \quad (34)$$

$$\Delta S_3 = \frac{R^2}{2} \left(\frac{\pi \varphi_3}{180} - \Psi \text{sen } \varphi_3 \right) \quad (35)$$

$$\Psi = \frac{H}{R}$$

siendo:

H : distancia desde un transmisor al punto de unión de las líneas de aproximación (véase la Fig. 6) (km)

φ'_2 y φ_3 : ángulos del sector correspondientes (véase la Fig. 6) (grados).

Por consiguiente:

$$\Delta S'_1 = \pi R^2 - \Delta S'_2 - \Delta S_3 \quad (36)$$

Como ejemplo, pueden calcularse las áreas relativas para el caso de las tres zonas representado en la Fig. 6. A partir de la figura se obtiene $\varphi'_2 = 88^\circ$, $\varphi_3 = 39^\circ$ y $\psi = 0,51$.

Aplicando las ecuaciones (34), (35) y (36) se obtiene:

$$\Delta S'_2 = \frac{R^2}{2} \left(\frac{\pi \cdot 88}{180} - 0,51 \cdot 0,999 \right) = 0,51 R^2$$

$$\Delta S_3 = \frac{R^2}{2} \left(\frac{\pi \cdot 39}{180} - 0,51 \cdot 0,63 \right) = 0,18 R^2$$

$$\Delta S'_1 = (3,14 - 0,51 - 0,18) R^2 = 2,45 R^2$$

4.7.2 Ejemplo de cálculo

a) Parámetros de partida

Vamos a calcular el espectro utilizado por una estación de radiodifusión sonora en FM que funcione en un entorno urbano 20 horas al día con una potencia de 1,5 kW en régimen exclusivo (sin compartición). La antena, que tiene un mástil de 100 m de altura, está situada en la cima de una colina que se encuentra a una altura de 360 m sobre el nivel del mar. La situación del terreno en torno al transmisor corresponde al ejemplo presentado en el b); es decir, el nivel medio del terreno entre las distancia de 3 km y 15 km desde el transmisor, h_{av} , de conformidad con el Cuadro 11 es de 213 m. La ganancia de la antena con respecto al dipolo de media onda es de 3 dB. Las condiciones de modulación son las normalizadas: la desviación de cresta es 75 kHz y la máxima frecuencia de modulación de 15 kHz.

b) Recursos de tiempo y frecuencia utilizados

De conformidad con la ecuación (21), el recurso de tiempo utilizado es:

$$T = 20/24 \text{ (cada día)} = 0,83 \text{ año}$$

De conformidad con la Recomendación UIT-R SM.1138-2 «Radiodifusión sonora» (clase de emisión F3E) la anchura de banda necesaria es de 180 kHz; es decir, suponiendo $\chi = 1$ el recurso de frecuencia utilizado de conformidad con la ecuación (24) es:

$$F = 0,18 \text{ MHz}$$

c) Recurso territorial utilizado

En primer lugar, deben calcularse la p.r.a. del transmisor, la altura efectiva de la antena y, a continuación, el radio de la zona de servicio.

De conformidad con los datos indicados en el § 4.7.1 a) y la ecuación (29), la p.r.a. del transmisor es:

$$P_{ef} = 10 \log 1\,500 + 3 = 31,8 + 3 = 34,8 \cong 35 \text{ dBW}$$

De conformidad con los datos que aparecen en el § 4.7.1 a) y la ecuación (30), puede determinarse que:

$$h_s = 100 + 360 = 460 \text{ m}$$

$$h_{ef} = 460 - 213 = 247 \text{ m} \cong 250 \text{ m}$$

Conviene señalar que en este caso en particular la altura efectiva de la antena es 2,5 veces mayor que la altura del mástil y ello repercute muy significativamente en los resultados del cálculo.

Del Cuadro 10, para $P_{ef} = 35 \text{ dBW}$ y $h_{ef} = 250 \text{ m}$, se obtiene:

$$R = 47,8 \text{ km}; \quad R^2 = 2\,285 \text{ km}^2$$

Supóngase que la zona de servicio considerada se subdivide en tres zonas de distintas categorías en la proporción indicada en el § 4.7.1 c); es decir: $\Delta S'_1 = 2,45 R^2$, $\Delta S'_2 = 0,51 R^2$ y $\Delta S_3 = 0,18 R^2$. Supóngase, además, que los coeficientes pertinentes de b_j del Cuadro 2 toman los valores: $b_1 = 1$, $b_2 = 0,8$ y $b_3 = 0,6$. En ese caso, de conformidad con la ecuación (23) se obtiene:

$$\sum S = 2\,285 \cdot (1 \cdot 2,45 + 0,8 \cdot 0,51 + 0,6 \cdot 0,18) = 6\,777 \text{ km}^2$$

Valor distinto al de $7\,179 \text{ km}^2$ cuando toda la zona de servicio se encuentra dentro de una zona con $b = 1$.

d) Espectro utilizado

Sustituyendo los valores calculados en b) y c) en la ecuación (20), utilizando los valores de los coeficientes de ponderación indicados en el Cuadro 3 y teniendo en cuenta que las frecuencias no se comparten ($\beta = 1$), se obtiene:

$$W = 2,4 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,18 \times 6\,777 \times 0,83 = 2\,430 \quad \text{MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot 1 \text{ año}$$

4.7.3 Radiodifusión sonora en ondas kilométricas-decamétricas

Para las estaciones de radiodifusión sonora en ondas kilométricas-decamétricas los recursos de tiempo y frecuencia utilizados se determinan de forma similar a lo indicado en el § 4.7.1 b). Las anchuras de banda necesarias se determinan de conformidad con la Recomendación UIT-R SM.1138-2 «Radiodifusión sonora», fila «Radiodifusión sonora de doble banda lateral» (clase de emisión A3E). Cabe señalar que para este tipo de radiodifusión las administraciones normalmente utilizan transmisores con distintas clases de calidad dependiendo de la frecuencia de modulación más elevada que determina el valor de anchura de banda necesaria. Los datos pertinentes deben extraerse de una base de datos nacional de asignación de frecuencias.

Por lo que se refiere al recurso territorial utilizado, el cálculo en este caso tropieza con algunas dificultades debido a su complejidad, especialmente en el caso de la radiodifusión en ondas decamétricas que no puede simplificarse sin perder una mínima precisión necesaria. Para los transmisores en ondas hectométricas, la zona de servicio difiere enormemente según se trate de funcionamiento diurno o nocturno. Teniendo en cuenta el escaso número de estaciones de radiodifusión en ondas kilométricas-decamétricas en muchos países, se propone que en vez de realizar cálculos complicados se utilicen los datos pertinentes sobre la zona de servicio extraídos de la base de datos nacional de asignación de frecuencias. Si no se dispone de estos datos pueden ser solicitados a los operadores que normalmente tienen información sobre sus zonas de servicio obtenida mediante cálculos y/o comprobación técnica.

Con estos datos puede calcularse el espectro correspondiente utilizado de forma similar al procedimiento indicado en c). Por lo que se refiere a los transmisores de ondas hectométricas, existen principalmente dos valores muy distintos de la zona de servicio según el funcionamiento sea diurno o nocturno y el espectro total utilizado puede determinarse como una suma de dos recursos espectrales parciales correspondientes a los distintos valores de la zona de servicio.

Cabe señalar igualmente que las zonas de servicio de los transmisores de radiodifusión en ondas kilométricas, hectométricas (funcionamiento nocturno) y decamétricas pueden ser muy amplias y extenderse más allá de las fronteras de países cuyos tamaños sean relativamente pequeños. En este caso (determinado en cooperación con los operadores correspondientes) la zona de servicio puede considerarse como todo el territorio del país o su mayor parte. Las áreas de las zonas pertenecientes a distintas categorías se determinan a partir de la documentación administrativa pertinente o se estiman mediante mapas.

Si se utilizan antenas transmisoras directivas, puede emplearse el concepto de «sector de servicio» que aparece en la Recomendación UIT-R F.162-3.

4.7.4 Servicios de radiocomunicaciones móviles**4.7.4.1 Servicio de radiocomunicaciones móviles terrestres****a) Fundamentos de los procedimientos de cálculo**

El procedimiento sigue normalmente el modelo de propagación de ondas radioeléctricas conocido con el nombre de Okamura-Hata modificado, del que aparece alguna información en el Anexo 8 a la Recomendación UIT-R P.1546-4. El modelo supone la existencia de un desarrollo urbano homogéneo

en los límites de la zona de servicio, ausencia de visibilidad directa entre el transmisor de la estación de base y el receptor personal móvil y unas alturas de las antenas del transmisor y receptor comprendidas, respectivamente, entre 20-200 m (pero en la mayoría de los casos entre 40-100 m) y entre 1,5-10 m.

Considerando, a efectos del modelo indicado, que las pérdidas en el alimentador de antena en los extremos transmisor y receptor son cero, la potencia de una señal P_r (dBW) a la entrada del receptor puede calcularse como sigue:

$$P_r = P_t + G_t + G_r - L(R) \quad \text{dBW} \quad (37)$$

donde:

P_t : potencia del transmisor (dBW)

G_t : ganancia de la antena del transmisor (dB)

G_r : ganancia de la antena del receptor (dB)

$L(R)$: pérdidas de transmisión entre el transmisor y el receptor (dB).

Para proporcionar la calidad necesaria de la señal recibida en el borde de la zona de servicio debe satisfacerse generalmente la siguiente condición:

$$P_r = P_{min} + k_f \sigma$$

siendo:

P_{min} : mínima potencia de una señal recibida que es igual a la sensibilidad del receptor (dBW)

k_f : margen de desvanecimiento de una señal durante un tiempo determinado de degradación de la calidad de la señal

σ : valor cuadrático medio de las fluctuaciones de la señal (dB).

Para el 50% del tiempo $k_f = 0$, para el 95% del tiempo $k_f = 1,65$. En zonas urbanas convencionales σ varía entre 6 y 8 dB. Aceptando, de forma similar a la radiodifusión, que una zona de servicio viene determinada por el criterio del 50% del tiempo (es decir, $k_f = 0$), el coeficiente global $k_f \sigma$ toma el valor cero y:

$$P_r = P_{min} \quad (38)$$

Igualando los términos de la derecha de las ecuaciones (37) y (38) para satisfacer la condición en el borde de la zona de servicio, se obtiene:

$$P_t + G_t + G_r - L(R) = P_{min}$$

siendo:

$$L(R) = P_t + G_t + G_r - P_{min} \quad (39)$$

De conformidad con el modelo de propagación de ondas radioeléctricas Okamura-Hata modificado, que es bastante preciso para un valor mediano de la señal (es decir, para el 50% del tiempo):

$$L(R) = 9 + \xi \log R \quad (40)$$

donde 9 y ξ son coeficientes, en dB, cuyos valores dependen de la frecuencia y de las alturas del transmisor y el receptor. Para zonas urbanas convencionales:

$$\xi = 44,9 - 6,55 \log h_t \quad (41)$$

$$9 = 65,55 - 6,16 \log f + 13,82 \log h_t + a_r(h_r) \quad \text{para } f \leq 1 \text{ GHz} \quad (42)$$

$$9 = 46,3 - 33,9 \log f + 13,82 \log h_t + a_r(h_r) \quad \text{para } f \geq 1,5 \text{ GHz} \quad (43)$$

donde:

f : frecuencia de trabajo (MHz)

h_t : altura efectiva de la antena de transmisión (m)

h_r : altura efectiva de la antena de recepción (m)

$$a_r(h_r) = (1,1 \log f - 0,7) h_r - (1,56 \log f - 0,8) \text{ (dB)}.$$

La altura efectiva de la antena de transmisión debe determinarse como se indica en la Recomendación UIT-R P.1546-4; es decir, por el procedimiento señalado en los § 4.7.1 b) y 4.7.1 c). Sin embargo, teniendo en cuenta que las actuales potencias de las estaciones de base no son demasiado elevadas y, por consiguiente, las zonas de servicio son relativamente reducidas, en la gran mayoría de zonas urbanas situadas en terrenos llanos, el valor de la altura efectiva de la antena de transmisión puede aproximarse por el valor de su altura sobre el suelo en el lugar de su instalación. Se considera que la altura de antena de una estación móvil o portátil es su altura sobre el suelo. Estas hipótesis se realizan para el modelo de cálculo de cánones de licencia indicado.

Con arreglo a las ecuaciones (39)-(43), el radio de la zona de servicio puede calcularse como sigue:

$$R = 10^{\left(\frac{z - 9}{\zeta} \right)} \quad (44)$$

siendo:

R : radio de la zona de servicio (km)

z : parámetro de potencia generalizado (dB) que se determina fácilmente, como:

$$z = P_t + G_t + G_r - P_{min} \quad (45)$$

En las Figs. 7-8 y 9-10 se representan los gráficos de las relaciones $R = \varphi(z)$ calculados de conformidad con las ecuaciones (44) y (45) para frecuencias por debajo de 1 GHz y por encima de 1,5 GHz, respectivamente. Las Figs. 7 y 9 corresponden a una altura de antena del transmisor, h_t , de 40 m y las Figs. 8 y 10 a una altura de 100 m. En todas las figuras la línea 1 corresponde a una altura de la antena del receptor, h_r , de 1,5 m y la línea 2 a una altura de 10 m. Esto último permite utilizar los gráficos para cálculos asociados con las comunicaciones del servicio fijo en ondas métricas/decimétricas y sistemas de distribución de programa «punto-multipunto», cuando las antenas de recepción colectivas están situadas en los techos de los edificios. En la línea 3 se indica las dependencias para las condiciones de propagación en espacio libre. Pueden utilizarse para los cálculos asociados con las comunicaciones fijas en ondas métricas/decimétricas de corta distancia y condiciones de propagación con visibilidad directa. Para otras alturas de antena que se sitúan entre los límites indicados, los radios de la zona de servicio pueden obtenerse mediante interpolación de los valores que aparecen en las Figs. 7-10.

En el Cuadro 12 aparecen algunos valores típicos de los parámetros indicados en la ecuación (45) para un cierto número de sistemas de radiocomunicaciones móviles terrestres, incluidas las telecomunicaciones inalámbricas digitales mejoradas (DECT) y las PMR.

CUADRO 12

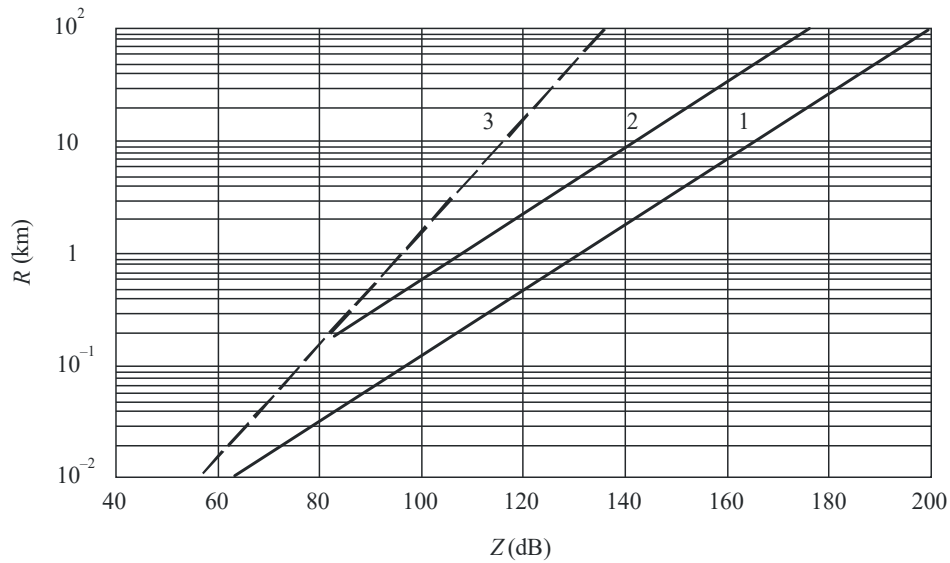
Valores de los parámetros de los equipos

Parámetro \ Sistema	AMDC	GSM	AMPS	NMT	DECT	PMR
Ganancia de la antena de transmisión G_t (dB)	13	18	17	10-17	3	6-15
Ganancia de la antena de recepción G_r (dB)	0	0	0	6	3	3-6
Sensibilidad del receptor P_{min} (dBW)	-147	-138	-146	-115	-112	-110

Este Cuadro puede modificarse en el futuro cuando aparezcan nuevos sistemas de radiocomunicaciones móviles terrestres más eficaces.

FIGURA 7

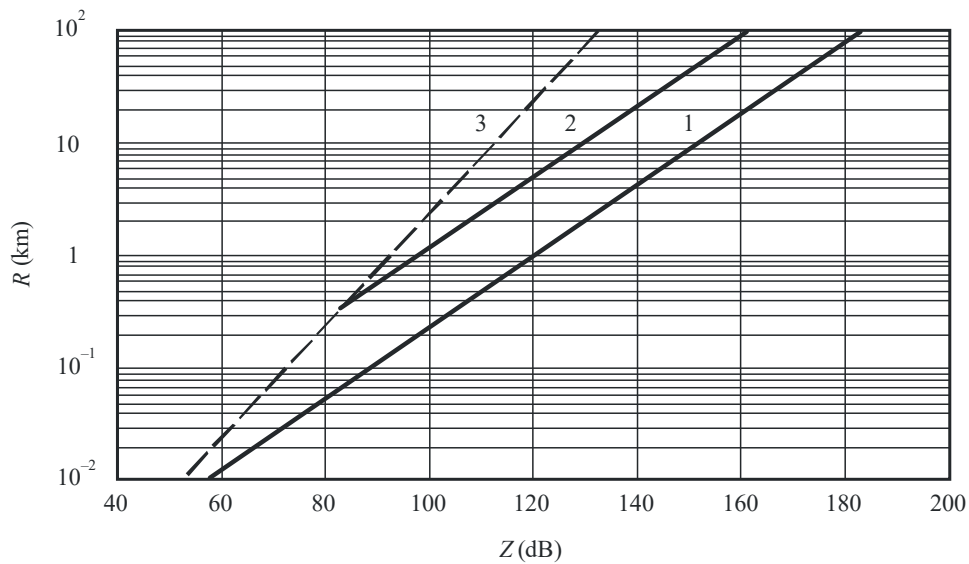
Cálculo del radio de la zona de servicio para frecuencias por debajo de 1 000 MHz, $h_t = 40$ m
1: $h_r = 1,5$ m, 2: $h_r = 10$ m, 3: propagación en el espacio libre



I. SM.2012-07

FIGURA 8

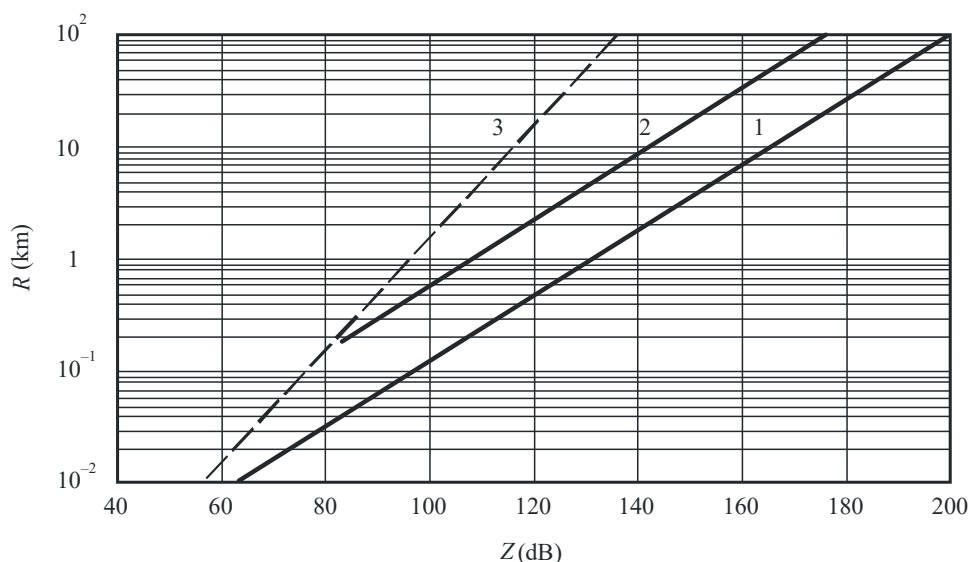
Cálculo del radio de la zona de servicio para frecuencias por debajo de 1 000 MHz, $h_t = 100$ m
1: $h_r = 1,5$ m, 2: $h_r = 10$ m, 3: Propagación en el espacio libre



I. SM.2012-08

FIGURA 9

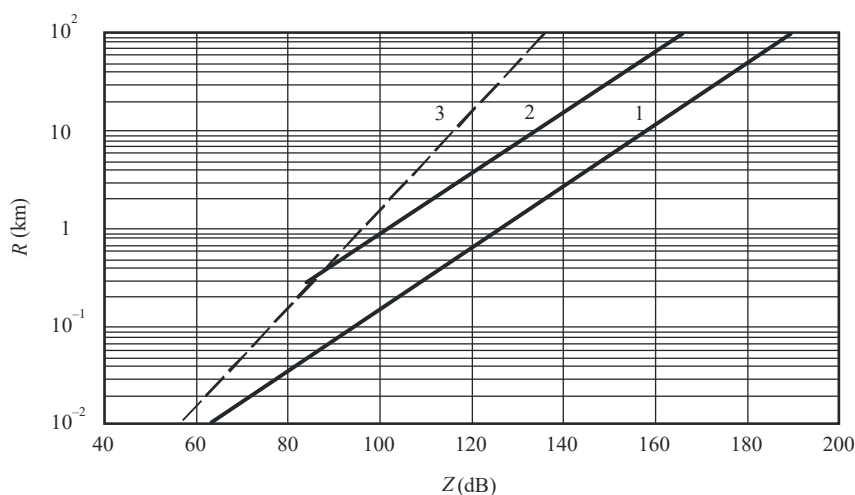
Cálculo del radio de la zona de servicio para frecuencias por debajo de 1 500 MHz, $h_t = 100$ m
1: $h_r = 1,5$ m, 2: $h_r = 10$ m, 3: propagación en el espacio libre



I. SM.2012-09

FIGURA 10

Cálculo del radio de la zona de servicio para frecuencias por debajo de 1 500 MHz, $h_t = 100$ m
1: $h_r = 1,5$ m, 2: $h_r = 10$ m, 3: propagación en el espacio libre



I. SM.2012-10

b) Procedimientos de cálculo

Con los gráficos presentados en las Figs. 7 a 10, el procedimiento de cálculo es bastante sencillo. Sólo es necesario introducir en la ecuación (45) los parámetros requeridos obtenidos de la base de datos nacional de asignación de frecuencias (o, en su ausencia, el Cuadro 12) y leer directamente en las Figs. 7 y 8, dependiendo de la frecuencia de trabajo y de las alturas de las antenas, el radio de la zona de servicio correspondiente R para el valor calculado del parámetro z . Debido al hecho de que para el servicio móvil terrestre, y especialmente para los sistemas celulares, las zonas de servicio de las estaciones de base individuales son bastante pequeñas, normalmente se encontrarán dentro de una sola categoría de cánones de licencia. Por consiguiente, las zonas de servicio pueden calcularse generalmente mediante la sencilla ecuación (31).

Tras determinar el valor de la zona de servicio, el procedimiento de cálculo del espectro utilizado es el mismo que figura en el § 4.7.1 b).

4.7.4.2 Ejemplo de cálculos

a) Parámetros de partida

Se pretende calcular el espectro utilizado por una estación de base de un sistema celular GSM de 900 MHz funcionando con una potencia de 2,5 W sin interrupción 24 horas al día, sin compartición, en una ciudad con una población de 40 000 habitantes (es decir, de acuerdo con el Cuadro 2 $b_j = 1,2$). Las bandas de frecuencias utilizadas para las transmisiones base-móvil y móvil-base son de 0,8 MHz cada una de ellas. Las alturas de la antena de transmisión y recepción son 40 m y 1,5 m respectivamente. Supóngase que el resto de parámetros corresponden a los indicados en el Cuadro 12.

b) Recursos de tiempo y frecuencia utilizados

De acuerdo con la ecuación (21), el recurso de tiempo es:

$$T = 24/24 \text{ (cada día)} = 1 \text{ año}$$

Puesto que el sistema utiliza dos conjuntos de bandas de frecuencias dentro de la misma zona de servicio, uno para las transmisiones base-móvil y otro para las transmisiones móvil-base, el recurso de frecuencia total utilizado, considerando que en la ecuación (25) $\chi = 1$, puede determinarse como sigue:

$$F = 2 \times 0,8 = 1,6 \text{ MHz}$$

c) Recurso territorial utilizado

Sustituyendo los datos pertinentes del § 4.7.1 y del Cuadro 12 en la ecuación (45) se obtiene:

$$z = 10 \log 2,5 + 18 + 0 - (-138) = 160 \text{ dB}$$

Para este valor de z , de la línea 1 de la Fig. 7 y de la ecuación (31) se obtienen los valores:

$$R = 10 \text{ km}, \quad S = 314 \text{ km}^2$$

A partir de la ecuación (22), y teniendo en cuenta los datos pertinentes del Cuadro 2, se obtiene el valor:

$$S_i = 1,2 \times 314 = 377 \text{ km}^2$$

d) Espectro utilizado

Introduciendo los valores calculados en b) y c) en la ecuación (20), utilizando los valores de los coeficientes de ponderación indicados en el Cuadro 2 y teniendo en cuenta que no se comparten las frecuencias ($\beta = 1$) se obtiene finalmente:

$$W = 3 \times 1,2 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1,6 \times 377 \times 1 = 2 \, 172 \quad \text{MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot 1 \text{ año}$$

4.7.5 Servicio de radiocomunicaciones móviles marítimas

a) Fundamentos de los procedimientos de cálculo

Para las estaciones costeras y de barco del servicio móvil marítimo que funcionan en las bandas de frecuencias de ondas miriámétricas-decamétricas, pueden utilizarse las disposiciones propuestas para las estaciones de radiodifusión en las bandas de ondas kilométricas y decamétricas teniendo en cuenta las limitaciones impuestas por la frontera económica marítima nacional (normalmente 200 millas, es decir, 360 km). En caso de aplicaciones con antenas transmisoras directivas, puede utilizarse el concepto de «sector de servicio» que figura en la Recomendación UIT-R F.162-3.

Las zonas de servicio de las estaciones costeras y de barco en ondas métricas que funcionan en la banda de frecuencias 156-174 MHz (Apéndice 18 del RR) vienen determinadas por las curvas de propagación que figuran en el Anexo 2 a la Recomendación UIT-R P.1546-4; es decir, de la misma forma que en el caso de la radiodifusión. Las características técnicas de los equipos se describen en la Recomendación UIT-R M.489-2.

Para las estaciones de barco con antenas omnidireccionales, las zonas de servicio, S , se calculan de la forma siguiente:

$$S = \pi R_s^2 \quad \text{km}^2 \quad (46)$$

donde:

R_s : radio de la zona de servicio circular calculada a partir de las curvas de propagación de la Recomendación UIT-R P.1546-4 para la banda de frecuencias 30-300 MHz, en el mar, para el 50% del tiempo y en el 50% del emplazamiento (véase la Fig. 4 de la Recomendación UIT-R P.1546-4).

Es necesario señalar que para este caso particular las curvas son las mismas en el caso de mares fríos y cálidos. Las antenas de la antena de transmisión son las alturas reales de la antena sobre el nivel del mar. Para mayor sencillez, se ha aceptado un valor de 10 m en todos los casos para las alturas de la antena receptora en este modelo de cálculo en particular. Sin embargo, es necesario indicar que en realidad para proporcionar las mismas condiciones de comunicación entre las estaciones costeras y de barco en ambos sentidos, las antenas de recepción de las estaciones costeras tienen normalmente las mismas alturas que sus antenas de transmisión.

Para las estaciones costeras se acepta que una mitad de la zona ocupada, que es una zona de servicio, con un radio de R_s se encuentra en la superficie del mar y la segunda mitad con un radio R_l en la superficie de tierra, es decir:

$$S = 0,5 \pi (R_s^2 + R_l^2) \quad \text{km}^2 \quad (47)$$

siendo:

R_l : radio de la zona de servicio semicircular calculada a partir de las curvas de propagación de la Recomendación UIT-R P.1546-4 para la banda de frecuencias 30-300 MHz, trayecto terrestre, 50% del tiempo y 50% de emplazamientos (véase la Fig. 1 de la Recomendación UIT-R P.1546-4, véase la Fig. 2).

Los cálculos de la altura efectiva de la antena para la zona de servicio terrestre son similares a los del servicio de radiodifusión. Teniendo en cuenta que el servicio móvil marítimo pertenece a los servicios de seguridad, su fiabilidad debe ser lo suficientemente elevada. Por ello se acepta que la mínima intensidad de campo utilizable en el borde de la zona de servicio sea de 30 dB por encima de la sensibilidad de referencia del receptor ($2,0 \mu\text{V}$ de conformidad con la Recomendación UIT-R M.489-2), es decir, $E_{mu} = 36 \text{ dB}(\mu\text{V/m})$.

Basándose en estos parámetros e hipótesis y aceptando en todas las antenas una ganancia igual a 6 dB, se calcularon los radios de las zonas de servicio/ocupadas para distintas potencias del transmisor comprendidas entre 10 W y 50 W (máxima potencia portadora de las estaciones costeras de conformidad con la Recomendación UIT-R M.489-2) y para varias alturas efectivas de la antena indicadas en la Recomendación UIT-R P.1546-4. Los resultados de los cálculos aparecen en el Cuadro 13.

CUADRO 13

**Radios de las zonas ocupadas para trayectos marítimos y terrestres (km),
en el caso de radiocomunicaciones marítimas en la banda
de frecuencias 156-174 MHz**

		Hef (m)					
P(W)	Trayecto	10	20	37,5	75	150	300
10	Tierra	11	14	19	25	35	48
	Mar	24	28	35	43	53	68
20	Tierra	13	16	22	29	40	53
	Mar	27	31	39	47	59	74
30	Tierra	14	17	24	32	43	57
	Mar	29	34	42	51	62	77
40	Tierra	14	19	25	34	45	59
	Mar	30	36	44	53	64	80
50	Tierra	15	19	27	35	47	61
	Mar	32	37	45	55	66	82

Es necesario señalar que una zona semicircular terrestre de una estación costera sólo es ocupada pero no se da servicio a la misma puesto que no hay estaciones de barco en ella. Por consiguiente, su subdivisión en distintas zonas pertenecientes a diferentes categorías de cánones de licencia (como se indica en el § 4.7.1 c)) puede eliminarse y utilizarse la única categoría correspondiente a la mayor zona ocupada. Además, una administración puede decidir no incluir esta zona semicircular terrestre en el recurso territorial utilizado. En este caso, el radio R_l en la ecuación (47) debe ser igual a cero.

Para las estaciones costeras situadas a lo largo de ríos o en lagos estrechos toda la zona de servicio/ocupada circular se calcula a partir del radio de los trayectos de propagación terrestre, es decir:

$$S = \pi R_l^2 \quad \text{km}^2 \quad (48)$$

b) Procedimientos de cálculo

Utilizando la potencia conocida del transmisor y su altura de antena sobre el nivel del mar, el radio de la zona de servicio pertinente puede determinarse directamente a partir del Cuadro 13. El procedimiento habitual de interpolación lineal puede utilizarse en el caso de valores de potencia y altura intermedios. Basándose en esto puede calcularse el radio de la zona de servicio para una estación de barco o la zona de servicio semicircular marítima para una estación costera mediante las ecuaciones (46) o (47). Para determinar el radio de la zona semicircular terrestre de la estación costera, debe calcularse en primer lugar la altura efectiva de la antena sobre el terreno de conformidad con el método presentado en a). Para esta aplicación en particular el procedimiento puede simplificarse determinando la altura efectiva del terreno sólo en una dirección perpendicular a una línea costera generalizada (véase el ejemplo más adelante). Tras determinar a partir del Cuadro 13 el radio de la zona semicircular terrestre pertinente, puede calcularse toda la zona de servicio/ocupada utilizando la ecuación (47).

4.7.5.1 Ejemplo de cálculos

a) Parámetros de partida

Vamos a calcular el espectro utilizado por una estación costera en la banda de ondas métricas situada en una zona rural pero altamente desarrollada (el coeficiente $b_f = 1$ en el Cuadro 2), cerca de la línea costera a lo largo de la dirección Este-Oeste estando el mar hacia el Sur. Supóngase que la antena de transmisión tiene un mástil de 30 m de altura y está situada en la cima de una colina a 270 m sobre el nivel del mar. La situación del terreno en torno al transmisor corresponde al ejemplo indicado en b); es decir, la altura efectiva del suelo entre las distancias de 3 km y 15 km en sentido norte desde el transmisor, calculado mediante la columna «Norte» del Cuadro 11, es igual a 265 m. De acuerdo con el § 4.7.1 b) para esta aplicación representa el nivel medio del suelo, h_{av} , en la ecuación (30).

Supongamos además que la potencia del transmisor es de 50 W y funciona las 24 horas al día. Las condiciones de modulación corresponden a las indicadas en la Recomendación UIT-R M.489-2: clase de emisión F3E, desviación de ± 5 kHz, anchura de banda necesaria de 16 kHz, que también corresponden a las de la Recomendación UIT-R SM.1138-2, Sección III-A «Modulación de frecuencia», punto 2 «Telefonía (calidad comercial)» (clase de emisión F3E).

b) Recursos de tiempo y frecuencia utilizados

De acuerdo con la ecuación (21), el recurso de tiempo utilizado es:

$$T = 24/24 \text{ (cada día)} = 1 \text{ año}$$

El recurso de frecuencia utilizado que se obtiene introduciendo en la ecuación (24) un valor de $\chi = 1$, es:

$$F = 0,016 \text{ MHz}$$

c) Recurso territorial utilizado

Siguiendo el método y los datos presentados para la altura efectiva de la antena para trayectos de propagación marítimos es igual a la suma de las alturas del mástil de la antena y del terreno del emplazamiento; es decir (véase también b):

$$h_{ef} = h_s = 30 + 270 = 300 \text{ m}$$

En el Cuadro 13 para un transmisor con una potencia de 50 W y una altura de antena de 300 m, trayectos de propagación marítimos, se deduce que: $R_s = 82 \text{ km}$.

Para trayectos de propagación terrestres y de acuerdo con la ecuación (30):

$$h_{ef} = 300 \text{ m} - 265 \text{ m} = 35 \text{ m} \approx 37,5 \text{ m}$$

En el Cuadro 13 y para un transmisor con una potencia de 50 W, una altura de antena de 37,5 m y trayectos de propagación terrestres, se obtiene un valor de: $R_l = 27 \text{ km}$.

Sustituyendo los radios calculados en la ecuación (47) se obtiene:

$$S = 0,5 \pi (82^2 + 27^2) = 11\,701 \text{ km}^2$$

y, teniendo en cuenta $b_f = 1$, a partir de la ecuación (22) se obtiene:

$$S = s = 11\,701 \text{ km}^2$$

d) Espectro utilizado

Introduciendo los valores calculados en la ecuación (20), utilizando los valores de los coeficientes de ponderación del Cuadro 3 y teniendo en cuenta que no se comparten las frecuencias ($\beta = 1$), se obtiene:

$$W = 1 \times 0,2 \times 0,1 \times 1 \times 1 \times 0,016 \times 11\,701 \times 1 = 3,7 \quad \text{MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot 1 \text{ año}$$

4.7.6 Servicios móvil aeronáutico, de radionavegación y de radiolocalización**a) Procedimientos de cálculo**

Una característica común de estos servicios es el hecho de que proporcionan radiocomunicaciones (o radiolocalizaciones) mediante aeronaves volando a gran altura. Las zonas de servicio son muy amplias y sus límites vienen determinados por las distancias al horizonte radioeléctrico. Si se tiene en cuenta la refracción de las ondas radioeléctricas en la atmósfera terrestre, la distancia hasta el horizonte radioeléctrico, R_g , puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$R_g = 4,14 \left(\sqrt{h_t} + \sqrt{h_r} \right) \quad \text{km} \quad (49)$$

siendo:

h_t : altura de la antena de transmisión sobre la superficie media del suelo (en el suelo o en la aeronave) (m)

h_r : altura de la antena de recepción sobre el nivel medio del suelo (en el suelo o en la aeronave) (m).

Si la aeronave vuela a 10 000 m y la altura de la antena terrenal es de 15 m, la ecuación (48) da una distancia del horizonte radioeléctrico de 429 km. Más allá del horizonte radioeléctrico la intensidad de campo disminuye abruptamente como muestran claramente las curvas de la Recomendación UIT-R P.528-2. Por lo tanto, en el caso particular indicado se acepta que el radio de la zona de servicio es igual a la distancia hasta el horizonte radioeléctrico independientemente de la potencia del transmisor y la sensibilidad del receptor. Los últimos parámetros sólo determinan fundamentalmente la fiabilidad de las comunicaciones radioeléctricas en las proximidades de los límites de la zona de servicio en un entorno de influencia real, lo cual es muy importante para estos servicios al tratarse de servicios de seguridad. Las antenas omnidireccionales son ampliamente utilizadas. En el caso de aplicaciones de antenas transmisoras directivas (principalmente en la radionavegación y en la radiolocalización sectorial), puede utilizarse el concepto de «sector de servicio» que aparece en la Recomendación UIT-R F.162-3.

Teniendo en cuenta que el espectro utilizado por estos servicios, que son de seguridad, no será demasiado amplio, para mayor sencillez puede suprimirse la subdivisión de la zona de servicio en distintas zonas pertenecientes a diferentes categorías de cánones de licencias y se puede utilizar una sola categoría, correspondiente a la zona ocupada de mayor extensión.

A efectos de este modelo de cálculo se propone utilizar el método indicado para determinar las zonas de servicio de los servicios móvil aeronáutico, de radionavegación y de radiolocalización. Puede aceptarse el mismo método para las aplicaciones de radiolocalización y radionavegación marítima utilizando en la ecuación (49) una altura objetivo de unos 10 m.

4.7.7 Ejemplos de cálculos

4.7.7.1 Radiocomunicaciones aeronáuticas

a) Parámetros de partida

Vamos a calcular el espectro utilizado por una estación de radiocomunicaciones aeronáuticas que funciona las 24 horas al día en la banda 118-136 MHz. La altura de la antena transmisora omnidireccional es de 15 m y las comunicaciones se establecen mediante aeronaves volando a alturas de 10 000 m y superiores; es decir, $R_g = 429$ km. La zona ocupada más amplia es una zona rural cuya categoría según el Cuadro 2 es 0,8. Se utiliza la habitual MA con doble banda lateral (clase de emisión A3E) y calidad comercial.

b) Recursos de tiempo y frecuencia utilizados

De conformidad con la ecuación (21), el recurso de tiempo utilizado es:

$$T = 24/24 \text{ (cada día)} = 1 \text{ año}$$

Según la Recomendación UIT-R SM.1138-2 «Modulación de amplitud», punto 2, «Telefonía (calidad comercial)», doble banda lateral (clase de emisión A3E), la anchura de banda necesaria correspondiente es de 6 kHz. Por lo tanto, el recurso de frecuencia utilizado, aplicando en la ecuación (24) un valor de $\chi = 1$, es de:

$$F = 0,006 \text{ MHz}$$

c) Recurso territorial utilizado

Introduciendo $R_g = 429$ km en la ecuación (31) se obtiene:

$$s = \pi \cdot 429^2 = 578\,182 \text{ km}^2$$

y, teniendo en cuenta que $b_f = 0,8$, a partir de la ecuación (22) se obtiene:

$$S = 0,8 \times 578\,182 = 462\,546 \text{ km}^2$$

d) Espectro utilizado

Introduciendo los valores calculados en b) y c) anteriores en la ecuación (20), utilizando los valores de los coeficientes de ponderación indicados en el Cuadro 3 y teniendo en cuenta que no se comparten las frecuencias ($\beta = 1$), se obtiene:

$$W = 0,1 \times 0,2 \times 0,1 \times 0,8 \times 1 \times 0,006 \times 462\,546 \times 1 = 4,4 \text{ MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot 1 \text{ año}$$

4.7.7.2 Radares primarios

a) Parámetros de partida

Vamos a calcular el espectro utilizado por un radar primario aeronáutico que funciona las 24 horas del día con una antena giratoria circular a 15 m de altura y dedicado a la localización de aeronaves que vuelan a una altitud de 10 000 m o superior. Esto implica que se obtiene un valor de $R_g = 429$ km. La zona ocupada más amplia es una zona rural clasificada en el Cuadro 2 con un valor de 0,5. El radar utiliza impulsos radioeléctricos conformados con una duración de semiamplitud de 1 μ s.

b) Recursos de tiempo y frecuencia utilizados

De conformidad con la ecuación (21), el recurso de tiempo utilizado es:

$$T = 24/24 \text{ (cada día)} = 1 \text{ año}$$

Según la Recomendación UIT-R SM.1138-2 «Modulación por impulsos», punto 1 «Radar», radar primario (clase de emisión P0N), la anchura de banda necesaria correspondiente es de 3 MHz. Por lo tanto, el recurso de frecuencia utilizado, introduciendo en la ecuación (24) un valor de $\chi = 0,1$, es:

$$F = 0,1 \times 3 = 0,3 \text{ MHz}$$

c) Recurso territorial utilizado

Introduciendo $R_g = 429 \text{ km}$ en la ecuación (31) se obtiene:

$$s = \pi \cdot 429^2 = 578\,182 \text{ km}^2$$

y, teniendo en cuenta que $b_j = 0,5$, de la ecuación (22) se deduce que:

$$S = 0,5 \times 578\,182 = 289\,091 \text{ km}^2$$

d) Espectro utilizado

Sustituyendo los valores calculados en b) y c) anteriores en la ecuación (20), utilizando los valores de los coeficientes de ponderación indicados en el Cuadro 3 (§ 5.4) y teniendo en cuenta que no se comparten las frecuencias ($\beta = 1$) se obtiene:

$$W = 0,1 \times 0,02 \times 0,1 \times 0,2 \times 1 \times 0,3 \times 289\,091 \times 1 = 3,5 \quad \text{MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot 1 \text{ año}$$

4.7.7.3 Servicios de radiocomunicaciones fijos

a) Procedimientos de cálculo

Todas las radiocomunicaciones fijas, los radioenlaces en ondas decamétricas y los radioenlaces en ondas decimétricas/centimétricas utilizan actualmente antenas directivas y muy directivas. Teniendo esto en cuenta, para calcular la zona ocupada por una emisión puede utilizarse el concepto de «sector de servicio», presentado en la Recomendación UIT-R F.162-3. Esta Recomendación indica que para los enlaces fijos en ondas decamétricas el sector de servicio es casi el doble de la apertura angular del haz principal medido en puntos de potencia mitad (-3 dB). Teniendo en cuenta el mismo fundamento físico, a efectos del modelo de cálculo de canon de licencias, este concepto se acepta para radioenlaces en ondas decimétricas/centimétricas y para el resto de aplicaciones radioeléctricas cuando se utilizan antenas directivas.

Por consiguiente, si se conoce la anchura de haz de la antena pertinente (a partir de la base de datos nacional de asignación de frecuencias o, a petición especial, a partir de los datos proporcionados por el operador o el usuario) puede determinarse la zona ocupada de la emisión correspondiente de la forma siguiente:

$$S_o = \frac{2\theta}{360} \cdot \pi \cdot L_c^2 = \frac{\theta}{180} \cdot \pi \cdot L_c^2 \quad (50)$$

donde:

S_o : zona ocupada por una emisión (km^2)

θ : anchura de haz de la antena (grados)

L_c : longitud del radioenlace (km).

Los radioenlaces fijos, especialmente los de ondas decimétricas/centimétricas, normalmente han sido diseñados muy cuidadosamente y generalmente se han empleado métodos de planificación sofisticados y márgenes de desvanecimiento significativos. Teniendo esto en cuenta, y a fin de evitar cálculos complicados, a efectos del modelo indicado se propone considerar que la distancia exacta entre el transmisor correspondiente y el receptor es la longitud del radioenlace L_c . Para los enlaces en ondas decimétricas/centimétricas habrá un único vano entre dos estaciones de radioenlaces.

Para determinar S_o , puede calcularse el recurso territorial correspondiente de conformidad con la ecuación (22). Las disposiciones relativas a la cobertura de varias zonas pertenecientes a diferentes categorías de cánones de licencia son las mismas, aunque aquí la influencia de este factor es considerablemente más pequeña, especialmente en el caso de los radioenlaces, debido a los valores notablemente más pequeños de las anchuras de haz. No obstante, si una administración desea aumentar la precisión de los cálculos, puede aplicar la siguiente fórmula en caso de que un sector del servicio cruce dos zonas en direcciones aproximadamente perpendiculares a una distancia, L_b , del transmisor:

$$s_1 = \frac{\theta}{180} \cdot \pi \cdot L_b^2$$

$$s_2 = \frac{\theta}{180} \cdot \pi \cdot (L_c^2 - L_b^2)$$

De conformidad con el concepto presentado en el § 4.7.1, para comunicaciones marítimas en ondas decimétricas, L_c , se determina como la distancia entre el transmisor y la frontera del país en dirección de la transmisión.

Los recursos de frecuencia y tiempo y, por consiguiente, el espectro utilizado se calculan de forma similar a los casos antes indicados. Como los radioenlaces en ondas decimétricas/centimétricas multiestación pueden cursar distinto número de canales para diferentes saltos, debido a que la ramificación y las longitudes de los vanos son diferentes, el espectro se calcula separadamente para cada salto y a continuación se suman todos los valores.

4.7.7.4 Ejemplo de cálculos

a) Parámetros de partida

Vamos a calcular el espectro utilizado por un tramo de un radioenlace en ondas decimétricas/centimétricas en la banda de frecuencias de 2 GHz. La longitud del tramo es de 45 km, las anchuras de haz de la antena de ambas estaciones son de 1,5° cada una (lo que corresponde a una $G \approx 40$ dB). Este tramo se encuentra en una zona clasificada en el Cuadro 2 con un valor de 0,4 y cursa 960 canales de telefonía en ambos sentidos con los parámetros correspondientes a los indicados en la Recomendación UIT-R SM.1138-2 «Modulación de frecuencia», punto 5 «Emisiones complejas», radioenlaces con 960 canales.

b) Recursos de tiempo y frecuencia utilizados

Teniendo en cuenta principalmente el modo continuo de funcionamiento de los radioenlaces, de la ecuación (21) se deduce que:

$$T = 24/24 \text{ (cada día)} = 1 \text{ año}$$

De acuerdo con los datos, presentados en el mencionado punto de la Recomendación UIT-R SM.1138-2, $B_n = 16,32$ MHz (en ambos sentidos de transmisión). Por consiguiente, el recurso de frecuencia global utilizado, introduciendo en la ecuación (24) un valor de $\chi = 1$, puede determinarse como sigue:

$$F = 2 \times 16,3 = 32,6 \text{ MHz}$$

c) Recurso territorial utilizado

Introduciendo los datos pertinentes del a) anterior en la ecuación (50) se obtiene:

$$s_o = (1,5/180) \times 3,14 \times 45^2 = 53 \text{ km}^2$$

A partir de la ecuación (22), teniendo en cuenta la categoría de la zona, se deduce que:

$$S = 0,4 \times 53 = 21 \text{ km}^2$$

d) Espectro utilizado

Introduciendo los valores calculados en b) y c) anteriores en la ecuación (20), utilizando los valores de los coeficientes de ponderación indicados en el Cuadro 3 y teniendo en cuenta que no se comparten las frecuencias ($\beta = 1$), se obtiene finalmente:

$$W = 0,1 \times 0,1 \times 1 \times 0,2 \times 1 \times 32,6 \times 21 \times 1 = 1,4 \quad \text{MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot 1 \text{ año}$$

4.7.8 Estaciones terrenas de comunicaciones por satélite

4.7.8.1 Procedimientos de cálculo

De forma similar al caso de los servicios de radiocomunicaciones fijas del § 4.7.7.3 para el cálculo de zonas ocupadas se propone utilizar el concepto de «sector de servicio» presentado por la Recomendación UIT-R F.162-3.

Como ya se indicó anteriormente, debido a las grandes dificultades que supone realizar un cálculo exacto de las zonas ocupadas por las estaciones terrenas de los sistemas de comunicaciones por satélite, se propone determinarlas basándose en las distancias de coordinación acordadas durante el proceso de coordinación y notificación de asignaciones de frecuencias y asignaciones orbitales en el UIT-R. Si no se dispone de estas distancias, se propone utilizar una distancia de coordinación universal de 350 km para las VSAT y de 750 km para otras estaciones. En algunos casos también pueden utilizarse valores acordados entre la administración y el operador.

La anchura de banda ocupada (necesaria) de una emisión, o la anchura de banda de una señal recibida, puesto que no figuran en la Recomendación UIT-R SM.1138-2, deben deducirse a partir de los datos de la asignación de frecuencia correspondiente, almacenados en una base de datos nacional de gestión del espectro, o debe comunicárselas el operador a petición especial.

4.7.8.2 Ejemplos de cálculos

4.7.8.2.1 Estación terrena transmisora

a) Parámetros de partida

Vamos a calcular el espectro utilizado por una estación terrena que proporciona enlaces de conexión a satélites no OSG del servicio móvil por satélite. Al no disponer de datos más detallados, se acepta una distancia de coordinación de 750 km. La estación se encuentra situada en una zona rural y la anchura de haz de la antena es de $0,5^\circ$. La zona ocupada de la emisión se encuentra dentro de una zona clasificada por el Cuadro 2 con un valor de 0,2. Supóngase además que de conformidad con la asignación de frecuencia pertinente inscrita en la base de datos nacional de gestión del espectro, la anchura de banda de la emisión es 200 MHz.

b) Recursos de tiempo y frecuencia utilizados

Teniendo en cuenta el modo continuo de funcionamiento del enlace de conexión, de la ecuación (21) se obtiene:

$$T = 24/24 \text{ (cada día)} = 1 \text{ año}$$

De conformidad con los datos que figuran en a) anterior el recurso de frecuencia utilizado, introduciendo en la ecuación (24) el valor $\chi = 1$, es:

$$F = 200 \text{ MHz}$$

c) Recurso territorial utilizado

Introduciendo los datos correspondientes de a) en la ecuación (50), donde L_c representa la distancia de coordinación, se obtiene:

$$s_o = (0,5/180) \times \pi \times 750^2 = 4\,909 \text{ km}^2$$

De la ecuación (22), y teniendo en cuenta la categoría de la zona, se obtiene:

$$S = 0,2 \times 4\,909 = 982 \text{ km}^2$$

d) Espectro utilizado

Introduciendo los valores calculados en la ecuación (20), utilizando los valores de los coeficientes de ponderación presentados en el Cuadro 3 y teniendo en cuenta que no se comparten las frecuencias ($\beta = 1$), se obtiene finalmente:

$$W = 1,4 \times 0,1 \times 0,1 \times 0,2 \times 1 \times 200 \times 982 \times 1 = 550 \quad \text{MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot 1 \text{ año}$$

4.7.8.2.2 Estación terrena de recepción**a) Parámetros de partida**

Vamos a calcular el espectro utilizado por una estación terrena VSAT receptora que funciona las 24 horas del día. Debido a la ausencia de datos más precisos, se considera una distancia de coordinación de 350 km. La estación se encuentra situada en zona rural y la anchura de haz de la antena es 1° . La zona ocupada de la emisión se encuentra en una zona clasificada por el Cuadro 2 con un valor 0,3. Supóngase además que, de conformidad con la asignación de frecuencia pertinente inscrita en la base de datos nacional de gestión del espectro, la anchura de banda de la señal recibida es 30 MHz.

b) Recursos de tiempo y frecuencia utilizados

Suponiendo un modo de funcionamiento continuo en la estación, de la ecuación (21) se deduce:

$$T = 24/24 \text{ (cada día)} = 1 \text{ año}$$

De conformidad con el recurso de frecuencia utilizado, introduciendo en la ecuación (24) un valor $\chi = 1$, se obtiene:

$$F = 30 \text{ MHz}$$

c) Recurso territorial utilizado

Introduciendo los datos correspondientes en la ecuación (50), donde L_c representa la distancia de coordinación, se obtiene:

$$s_o = (1/180) \times \pi \times 350^2 = 2\,138 \text{ km}^2$$

A partir de la ecuación (22) y teniendo en cuenta la categoría de la zona se deduce que:

$$S = 0,3 \times 2\,138 = 641 \text{ km}^2$$

d) Espectro utilizado

Introduciendo los valores calculados en la ecuación (20), utilizando los valores de coeficiente de ponderación del Cuadro 3 y teniendo en cuenta que no se comparten las frecuencias ($\beta = 1$), se obtiene finalmente:

$$W = 1,4 \times 0,1 \times 0,1 \times 0,2 \times 1 \times 30 \times 641 \times 1 = 54 \text{ MHz} \cdot \text{km}^2 \cdot 1 \text{ año}$$

e) Resumen de los resultados de los cálculos

En el Cuadro 14 figura un resumen del resultado de los cálculos a efectos de comparación y para dar una orientación general.

CUADRO 14
Resumen de los resultados de los cálculos

Punto	Servicio de radiocomunicaciones, potencia del transmisor o característica del radioenlace	Espectro utilizado (MHz – km ² – 1 año)
4.7.2	Radiodifusión sonora con MF, 1,5 kW	2 430
4.7.4.2	Servicio móvil terrestre, estación de base del GSM, 2,5 W	2 172
4.7.5.1	Servicio móvil marítimo, estación costera, 50 W	3,7
4.7.7.1	Radiocomunicaciones aeronáuticas, altura de la aeronave 10 000 m	4,4
4.7.7.2	Radar primario, altura de la aeronave 10 000 m	3,5
4.7.7.4	Servicio fijo, enlace por microondas, longitud del vano 45 km	1,4
4.7.8.3	Estación terrena transmisora, enlace de conexión del SMS	550
4.7.8.4	Estación terrena VSAT receptora	54

4.8 Coste de oportunidad y fijación de precios incentivos administrativos⁴: ecuaciones lineales, funcionales y sencillas

Como se explica en el § 2.3.4.4, el coste de oportunidad en el contexto del espectro significa el valor adicional que se pierde cuando una parte del espectro de frecuencia se asigna a un usuario concreto. Este modelo promueve la utilización eficiente de la RF y favorece la cobertura y capacidad de banda ancha en las zonas rurales. Este modelo lógico integra únicamente los cánones por utilización del espectro y detalla la aplicación y los cánones por acceso al espectro de los distintos servicios

⁴ El término de fijación de precios utilizado en esta sección debe interpretarse en consonancia con el número 155 de la Constitución y el Convenio de la UIT (edición 2015).

radioeléctricos. Los cánones por acceso al espectro se recaudan una sola vez durante el proceso de solicitud inicial y luego se abonan anualmente. Como se especifica en el § 5.2.8, el modelo comprende también la fijación de precios de incentivo administrativo (AIP) para ayudar a los usuarios del espectro (y a sus proveedores) a tomar decisiones más eficientes en relación con su utilización del mismo. El modelo es general y proporciona valores específicos. Las administraciones pueden elegir diferentes modificadores.

4.8.1 Fórmula y parámetros de fijación de precios

Para todos los servicios, la fórmula del coste de oportunidad y de los cánones AIP, se expresa mediante la siguiente ecuación lineal y funcional, que es general y sencilla (con ancho de banda):

$$\text{Cost} = \alpha \times F \times B \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} \quad (51)$$

Dividiendo las dos partes de la ecuación por el ancho de banda B , se obtiene la siguiente fórmula de canon por MHz:

$$\frac{\text{Cost}}{B} = \alpha \times F \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} \quad (52)$$

Todos los parámetros, salvo el coste unitario en moneda nacional (cur), α (cur/MHz) y B (MHz) sirven de modificadores.⁵ El modelo permite determinar los cánones para transmisores únicamente; es decir, los operadores de estaciones terrenas VSAT solo pagarán por el ancho de banda que consuman sus transmisores; los receptores de FM y TV no pagan el canon por utilización del espectro (SUF).

A continuación se definen todos estos parámetros:

- Cost (cur): coste del espectro en la moneda nacional
- B (MHz): ancho de banda total asignado
- α (cur/MHz): unidad de precio básica. Basada en la dinámica del mercado, la perspectiva del país del sector de las TIC y las prácticas idóneas internacionales. α es el valor de 1 MHz para el servicio celular por debajo de 6 000 MHz
- F : depende exclusivamente de la frecuencia central; F es igual a 1 para frecuencias inferiores a 6 000 MHz y $6\,000/f$ para frecuencia superiores. F no está correlacionada con el servicio
- ρ : factor regional; su valor es 1 para licencias nacionales y proporcional (menor que 1) al número de zonas administrativas (regiones, provincias) abarcadas por licencias no nacionales
- σ : factor de compartición del operador; es igual a uno para RF exclusiva. Dado que varios operadores pueden compartir la misma RF, especialmente en enlaces punto a punto (PtP), σ puede ser inferior a 1; 1/2 para dos usuarios que compartan la misma RF, 1/3 para tres, etc.⁶

⁵ El modificador del canon corresponde a las circunstancias particulares del espectro cuyo precio se trata de determinar.

⁶ Este factor puede excluirse en el caso de acuerdos de compartición de espectro entre operadores, en virtud de lo dispuesto en la normativa nacional; véase el Informe UIT-R SM.2404 – Instrumentos reglamentarios para mejorar la utilización compartida del espectro.

- l : emplazamiento: urbano o rural (fuera de zonas urbanas). Define el desarrollo socioeconómico dentro de diferentes distritos y se clasifican con cánones diferentes. l puede tomar dos valores, por ejemplo precio íntegro en zonas urbanas; 25% del precio íntegro en zonas rurales. Las Administraciones pueden adoptar otros valores o definir más clases, como zonas remotas, etc.
- M_{pub} : Ponderador público que tiene en cuenta una diferenciación entre los servicios. M_{pub} define en realidad los cánones. M_{pub} vale 1 para el servicio celular. Para otros servicios, M_{pub} su valor es diferente y predetermina el coste anual del servicio. Por ejemplo, para la televisión en abierto M_{pub} puede ser considerablemente reducido. M_{pub} sirve de marco para definir los valores de los diferentes servicios.

Los valores concretos de α , l y M_{pub} son subjetivos⁷ y los define el regulador.

4.8.2 Mayores RF – menores cánones, para todos los servicios

La Recomendación UIT-R P.2040 – Efectos de los materiales y estructuras de construcción en la propagación de las ondas radioeléctricas por encima de unos 100 MHz, la Recomendación UIT-R P.2109 – Predicción de las pérdidas debidas a la penetración en edificios, y el Informe UIT-R P.2346 – Recopilación de datos experimentales de pérdidas de entrada en edificios, explican por qué por encima de 6 000 MHz los materiales de construcción atenúan la señal y pueden obligar a que haya visibilidad directa entre el transmisor y el receptor. La publicación *Radio Spectrum Management: Policies, Regulations and Techniques* [9], párrafo 5.6.8, explica que prácticamente antes de la quinta generación las redes celulares móviles terrestres funcionan por debajo de 6 000 MHz⁸.

A frecuencias inferiores a 6 000 MHz, las propiedades de propagación proporcionan una cobertura y una penetración ventajosas. Sin embargo, por debajo de 6 000 MHz, hay menos frecuencias disponibles, en comparación con las frecuencias más altas. Por consiguiente, se considera que estas bandas son objeto de mayor demanda. El modelo no distingue entre las distintas bandas celulares por debajo de 6 000 MHz: la ventaja de una menor RF (cobertura) se compensa con una mayor anchura de banda (capacidad). Desde el punto de vista técnico, todas las bandas de frecuencias son adecuadas (tanto las de baja frecuencia como las de alta frecuencia) para enlaces cortos. Se trata de un incentivo de gestión del espectro introducido en la estructura de tarifas para garantizar la disponibilidad permanente de estas bandas de frecuencias inferiores, principalmente para la telefonía móvil y la radiodifusión (audio y vídeo) y los enlaces PtP de mayor duración, que sólo pueden acomodarse en estas frecuencias más bajas. Los incentivos en materia de precios tienen por objeto fomentar la selección eficaz de las necesidades de frecuencias. Por lo tanto, las bandas de frecuencias más bajas pueden servir para distancias mayores y «evitar» obstáculos topográficos. Para distancias relativamente cortas se puede recurrir a bandas de frecuencias más altas. Por lo tanto, a fin de garantizar la disponibilidad permanente de estas bandas de frecuencias inferiores, se alienta a los operadores a que, mediante el factor F de la fórmula de tasas, seleccionen la banda de frecuencias más alta disponible para la distancia física que deben cubrir. El factor F ofrece incentivos para que los usuarios potenciales utilicen bandas de frecuencias más altas al contemplar nuevas licencias, a fin de optimizar el uso del espectro.

⁷ Al emplear parámetros subjetivos y objetivos, la fórmula se convierte en subjetiva, reduciendo así la objetividad que se espera al determinar el coste de oportunidad.

⁸ [Memorando Presidencia de EEUU de 2013](#) «...abarcando un mayor número de bandas espectrales que pueden ser candidatas para el acceso compartido, en particular las que se encuentran en la gama por debajo de 6 GHz». Véase también el Informe UIT-D, Cuadro 3, factores de congestión según la banda [10].

4.8.3 Valores de F para todo tipo de servicios

F depende exclusivamente de la frecuencia:

- F es igual a 1 para frecuencias inferiores a 6 000 MHz para todos los servicios
- $F = 6\,000/f$ (MHz) para frecuencias (f) superiores a 6 000 MHz.

En las siguientes secciones se detallan los cánones.

4.8.3.1 Cánones para todas las aplicaciones por debajo de 6 000 MHz

F depende de la frecuencia, mientras que M_{pub} tienen en cuenta el servicio. Por consiguiente, las administraciones pueden establecer diferencias, por ejemplo entre el servicio de radiodifusión y el celular, estableciendo diferentes valores de M_{pub} .

$$\frac{\text{Cost}}{B} = \alpha \times F \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} = \alpha \times 1 \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} = \alpha \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} \quad (53)$$

4.8.3.2 Cánones para todas las aplicaciones por encima de 6 000 MHz

El factor $F(f)$ es:

$$F(f_{\text{MHz}}) = \frac{6,000}{f_{\text{MHz}}} \quad (54)$$

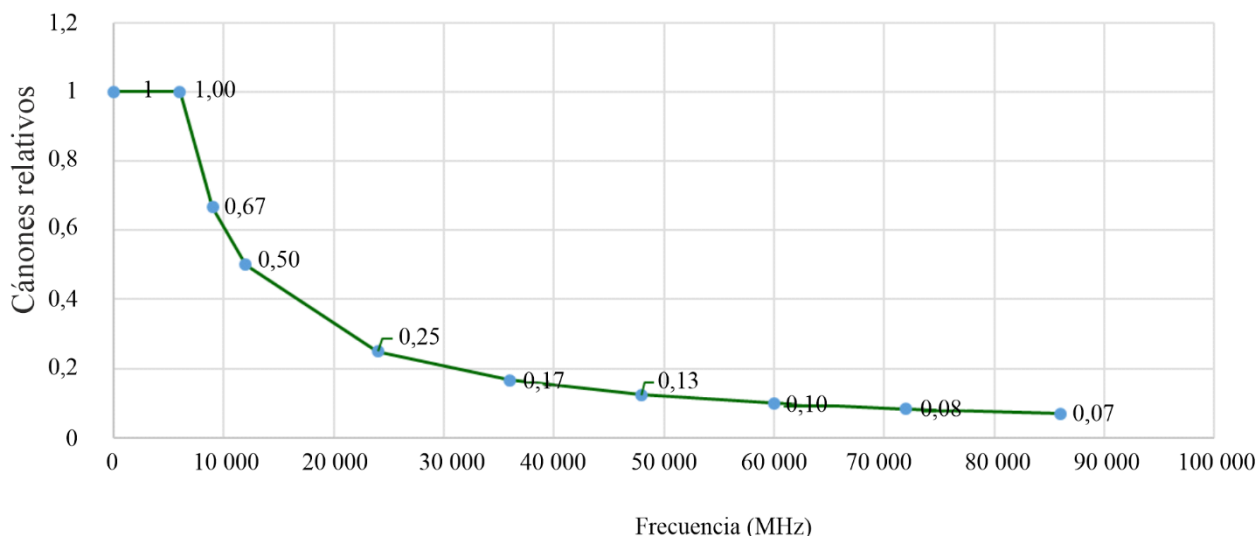
La ecuación (52) puede reescribirse para los cánones anuales por 1 MHz, F superior a 6 000 MHz.

$$\frac{\text{Cost}}{B} = \alpha \times F \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} = \alpha \frac{6,000}{f_{\text{MHz}}} \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} \quad (55)$$

La Fig. 11 representa el coeficiente F a 6 000–23 000 MHz: cánones en función de la frecuencia.

FIGURA 11

Cánones relativos (coeficiente F) en función de la frecuencia: $F=1$ para $f < 6\,000$ MHz $F=1/f$ para $f \geq 6\,000$ MHz



Informe SM.2012-11

Ejemplo: Un enlace PtP funciona a RF hasta 86 GHz e incluso a frecuencias superiores, la ecuación (54) también puede servir de ayuda; por ejemplo F igual a $(6/80 =) 0,075$ para 80 GHz. Cabe señalar que: a estas frecuencias, el ancho de banda (BW) es relativamente muy alto, del orden de 1 000 MHz. El precio total (no por MHz) para un enlace PtP que funciona a 6 000 MHz (ancho de

banda de 28 MHz) y a 60 GHz (ancho de banda de 280 MHz) es idéntico, ya que el canon por MHz se multiplica por el BW.

4.8.4 Ejemplos de cálculo de cánones por MHz

4.8.4.1 Cánones por MHz para proveedores de servicios Internet que funcionan a 2 600 MHz

Como la frecuencia es inferior a 6 000 MHz el canon anual por 1 MHz a 2 600 MHz es:

$$\frac{\text{Cost}}{B} = \alpha \times F \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} = \alpha \times 1 \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} = \alpha \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub}$$

- la zona de cobertura incluye zonas urbanas $l=1$;
- ρ vale 0,05, ya que el ISP da servicio a una de las 20 provincias del año pertinente;
- $\sigma=1/3$ ya que tres operadores utilizan el mismo espectro;
- $M_{ISP}=0,3$, opción nacional.

El coste por MHz I es igual a: $\frac{\text{Cost}}{B} = \alpha \times 0.05 \times \frac{1}{3} \times 1 \times 0.3 = 0.005 \times \alpha$.

4.8.4.2 Cálculo de cánones PtP que dan servicio a escala nacional

Se recurre a la ecuación (55) para calcular los cánones anuales PtP propuestos por 1 MHz en el ejemplo de 15 GHz:

$$\frac{\text{Cost}}{B} = \alpha \frac{6}{15} \rho \times \sigma \times l \times M_{pub} = 0.4 \times \alpha \times \rho \times \sigma \times l \times M_{pub}$$

El costo por MHz de un operador que comparte a escala nacional el espectro con tres operadores ($\sigma = 1/4$) PtP ($M_{PtP} = 0.1$) utilizando 1 MHz a escala nacional es:

$$\frac{\text{Cost}}{B} = \alpha \times 0.4 \times 0.25 \times 0.1 = 0,01\alpha.$$

4.8.5 Factores no incluidos en la fórmula

Las ecuaciones (51) y (52) incluyen parámetros obvios que guardan relación directa con la utilización, y el «precio virtual» de negar a otros operadores la utilización del mismo espectro RF. Las ecuaciones (51) y (52) no tienen en cuenta otros parámetros como:

- Número de estaciones base, a fin de promover las instalaciones de más estaciones y mejorar así la calidad del servicio, y para obtener mayor cobertura y capacidad.
- Superficie de cobertura o radio de la célula, ya que es difícil de definir; además, los reguladores prefieren mayor cobertura (superficie y radio). La superficie de cobertura no tienen sentido en el caso de enlaces de microondas. La superficie se incluye en el ponderador ρ , que representa el número de distritos.
- Potencia, ya que la p.i.r.e. total de las estaciones celulares cambio constantemente (debido al control de potencia) y es difícil de controlar la potencia o la p.i.r.e.
- Altitud efectiva, ya que complica el método y requeriría utilizar mapas digitales del terreno (DTM).
- Alcance temporal y ciclo de trabajo, ya que la mayoría de las emisiones (enlaces celulares y de microondas) funcionan a lo largo de todo el día. Para recordar que una frecuencia no utilizada es un desperdicio para la economía.

4.9 Directrices al introducir nuevos sistemas de cánones

Para evitar introducir perturbaciones en el mercado, el nuevo sistema de cánones no debería imponer a los usuarios un aumento brusco en los importes. Por lo tanto, el organismo encargado del espectro debería diseñar una estrategia de transición que tuviera en cuenta muchos factores, incluidos, aunque no limitados a, el estado del mercado, el número de usuarios para cada servicio, el sistema vigente de cánones y servicios alternativos.

Al introducir un nuevo sistema de cánones se podrían seguir las etapas siguientes:

- 1) Estudio del empleo vigente del espectro:
 - dividiendo a los usuarios en diferentes grupos;
 - aplicando la fórmula antigua;
 - analizando los resultados.
- 2) Aplicación de la nueva fórmula a los grupos actuales de usuarios:
 - analizando los resultados;
 - modificando la fórmula para los diferentes grupos;
 - aplicando políticas de reducción con el fin de no perturbar al mercado.
- 3) Diseño de una estrategia de transición basada en la etapa 2.

Existen algunos principios que podrían utilizarse al diseñar la estrategia de transición con el fin de trasladar los cánones actuales a los cánones finales basados en el mercado⁹.

- Debe haber un equilibrio entre aumentar paulatinamente los precios, que podría no ser suficiente para reducir la congestión, y fijar precios altos, lo que podría causar una reacción política adversa.
- Los precios deben aumentar paulatinamente hasta alcanzar el objetivo final y, si los precios iniciales fueran demasiado bajos, habría que duplicarlos o triplicarlos.
- Si el incremento inicial reduce la congestión, no sería necesario aumentar más los precios.
- Los usuarios deben conocer de antemano la tendencia de los cambios de precios con el fin de ajustar sus decisiones de inversión.
- Los precios deben estar relacionados con los precios de mercado a largo plazo.
- Se considera razonable un periodo de transición de 5 años.
- La legislación existente debe ser efectiva y compatible con el nuevo plan de fijación de precios.
- Es fundamental un proceso de consulta con el fin de alcanzar un consenso con todas las partes implicadas.
- Se deberán desarrollar y probar nuevos programas informáticos para calcular los precios. Además, el personal del regulador debe estar entrenado con los nuevos programas informáticos.
- El regulador no debe utilizar el nuevo sistema de cánones para mejorar su financiación puesto que las cantidades recaudadas pueden fluctuar con el tiempo, así como con la oferta y la demanda.

⁹ Informe ERC (1998) sobre la Introducción de criterios económicos en la gestión del espectro y los principios de cánones y tasas en la CEPT, Informe ERC 53, marzo, Manchester.

CAPÍTULO 5

Experiencia adquirida por las administraciones en lo que concierne a los enfoques económicos de la gestión del espectro¹⁰

5.1 Experiencia en cuanto a subastas y derechos de propiedad transferibles

Durante los años noventa algunos países han organizado subastas para la asignación de licencias [5] [6]. Además, algunos de estos países han introducido recientemente sistemas de derechos de propiedad transferibles, según los cuales pueden venderse las licencias de utilización del espectro a terceros.

5.1.1 Australia

En Australia, la Australian Communications and Media Authority (ACMA), como entidad de gestión del espectro, persigue ciertos objetivos entre los que se encuentra la promoción de la eficiencia económica, el fomento de la evolución tecnológica y la ampliación de la libertad de elección. Se pretende desarrollar un sistema eficiente, equitativo y transparente de tasación por la utilización del espectro y de garantizar un rendimiento aceptable para la comunidad. Con el fin de equilibrar estos objetivos potencialmente opuestos, la ACMA tuvo que adoptar una serie de enfoques innovadores de gestión del espectro. A continuación se describen sus enfoques en cuanto a subastas y derechos de propiedad transferibles.

5.1.1.1 Utilización del precio como instrumento en la asignación de licencias

Generalmente, cuando la oferta de una determinada banda de frecuencias supera a la demanda, la ACMA adjudica el espectro directamente, cuando se solicita, por una tasa de emisión y un canon anual. Pero cuando es probable que la demanda de una determinada banda de frecuencias supere a la oferta, la ACMA concederá las licencias mediante subasta.

La ACMA puede subastar el espectro ya sea en forma de licencias de espectro o, lo que es menos común, como licencias de equipos.

Debido a la amplitud de las tareas de planificación, consulta y preparación implicadas, las subastas de espectro son acontecimientos poco corrientes y se utilizan más a menudo cuando existe una fuerte competencia en bandas de frecuencias escasas y con alto valor comercial. Las subastas se consideran como un método transparente, basado en el precio, en una determinada banda por tramos discretos que se denominan lotes de espectro, definidos por su zona geográfica y su anchura de banda. La combinación de anchura de banda y zona geográfica se denomina espacio espectral.

Un licitador que ha obtenido una licencia puede adquirir un cierto número de lotes en la subasta. El comprador puede combinar o agregar cualquier lote contiguo para construir espacios espectrales más amplios y de mayor utilidad. Estos lotes agregados se pueden utilizar de conformidad con las condiciones de las licencias de acceso de forma que pueda utilizarse cualquier tecnología o servicio en ese espacio espectral, en función de su tamaño y forma, sin interferir a servicios adyacentes.

De los muchos tipos de subastas que existen, la ACMA sólo ha utilizado dos para subastar el espectro, a saber la puja al alza abierta y la puja simultánea con múltiples vueltas.

5.1.1.2 Introducción de una nueva forma de licencia: la licencia de espectro

El sistema del mercado se basa en el principio de que la comercialización directa del espectro se traducirá en una utilización más eficiente de este. Según el sistema de mercado, los usuarios del

¹⁰ Las experiencias de países solo representan la opinión de las respectivas administraciones.

espectro adoptarán decisiones sobre su acceso a él en función de las presiones de la demanda y la oferta. Para facilitar un enfoque más orientado al mercado en la atribución y gestión del espectro, la ACMA introdujo un nuevo tipo de licencia, análoga a un derecho de propiedad, denominada licencia de espectro. La concesión de una licencia de espectro, en lugar de centrarse en el equipamiento y sus utilidades (que a su vez definen la zona de cobertura y la anchura de banda utilizadas), autoriza la utilización de espectro dentro de unos límites especificados de anchura de banda y de zona de cobertura. Según la concesión de licencias de espectro, los beneficiarios contarán con flexibilidad para modificar su equipo, antenas, emplazamientos y, de hecho, cualquier aspecto de su utilización del espectro, siempre que cumplan con el núcleo de condiciones técnicas de la licencia y todo requisito de coordinación.

De conformidad con los Artículos 85-88 de la *Ley de Radiocomunicaciones de 1992*, se pretende que las licencias de espectro se comercialicen en lugar de ser transferidas. Incorporan condiciones básicas que definen un bien espectral o un conjunto de derechos de propiedad expresados en una licencia de espectro. Los beneficiarios tienen libertad para negociar en el libre mercado con las personas interesadas en comprar o vender espacio espectral para cualquier fin legal.

Las licencias de espectro se pueden considerar como bienes financieros debido a los espacios espectrales definidos y al largo periodo de adjudicación que es de 15 años. Estas licencias se pueden combinar o subdividir para formar nuevas licencias, aunque no se pueden subdividir por debajo de una unidad de mercado normalizada. Una vez que se alcanza un acuerdo comercial sobre una determinada mercancía, la transacción se debe notificar a la ACMA. El acuerdo es efectivo sólo después de que aparezcan los detalles de la nueva licencia.

5.1.2 Canadá

La Ley de Radiocomunicaciones canadiense se modificó en junio de 1996 para autorizar explícitamente la organización de subastas de asignación de espectro en circunstancias adecuadas. Las subastas ofrecen ventajas tales como la capacidad de promover un uso eficiente desde el punto de vista económico, su libertad y objetividad como mecanismo de asignación, su eficacia de procedimiento y su capacidad de retornar una compensación adecuada a los contribuyentes canadienses por el uso de un recurso público.

Industry Canada realizó la primera subasta de espectro en 1999 utilizando una puja al alza simultánea con múltiples vueltas para otorgar espectro en las bandas de 24 y 38 GHz. En un periodo de 10 años, Industry Canada ha realizado siete subastas de espectro, cinco de las cuales se realizaron por Internet, utilizando el formato de puja simultánea de múltiples vueltas y dos utilizaron el formato de puja en oferta cerrada. Mientras los aspectos teóricos y prácticos de las subastas siguen avanzando, Industry Canada examinará nuevos desarrollos en el diseño de las subastas y las adoptará cuando sea preciso.

El Cuadro siguiente proporciona detalles de todas las subastas realizadas hasta la fecha por Industry Canada. Las subastas 1 a 5 se llevaron a cabo utilizando la puja simultánea ascendente de múltiples vueltas mientras que las subastas 6 y 7 se llevaron a cabo utilizando una puja en oferta cerrada, segundo precio.

CUADRO 15

Subasta N.º	Año	Banda de frecuencias/ámbito	N.º de licencias otorgadas/disponibles	N.º de ganadores
1	1999	24 y 38 GHz	260/354	12
2	2001	2 GHz – para servicios de comunicaciones personales (PCS)	52/62	5
3	2004	2,3 y 3,5 GHz	392/848	22
4	2004/05	2,3 y 3,5 GHz (Fase 2 – residual)	450/457	15
5	2008	2 GHz – para servicios inalámbricos avanzados (AWS)	282/292	15
6	2009	849-851 MHz y 894-896 MHz para servicios tierra-aire	2/2	1
7	2009	2,3 y 3,5 GHz (Fase 3 – residual)	10/10	5

Las licencias obtenidas mediante una subasta se pueden transferir en su totalidad o en parte (divisibilidad) tanto en su dimensión de anchura de banda como en la geográfica a un receptor cualificado. Las licencias subastadas generalmente son válidas durante 10 años con gran probabilidad de renovación al final de ese periodo.

5.1.3 Experiencia de la Federación de Rusia con las subastas

Descripción general del sistema para realizar procesos de licitación (concursos, subastas) en la Federación de Rusia

En la Federación de Rusia, las cuestiones de formulación y ejecución de políticas y reglamentación estatales en el campo de las comunicaciones (incluido el uso y conversión de espectro radioeléctrico) corresponden al Ministerio de Comunicaciones y Medios de Masas de la Federación de Rusia (*Minkomsvyaz*).

El marco jurídico para toda actividad en el campo de las comunicaciones en la Federación de Rusia se define en la Ley Federal N.º 126-FZ «De comunicaciones», adoptada en julio de 2003.

De conformidad con lo dispuesto en el Artículo 29 de esa Ley, las actividades comerciales relativas a la prestación de servicios de comunicación requieren una licencia adecuada emitida por una autoridad ejecutiva federal competente sobre la base de los resultados de un examen de las solicitudes recibidas.

En el Artículo 31 figuran disposiciones para los casos en los que se concede una licencia para prestar servicios de telecomunicaciones sobre la base de procesos de licitación. Uno de esos casos se caracteriza por las siguientes condiciones:

- los servicios de comunicación deben prestarse utilizando el espectro de frecuencias radioeléctricas;
- la Comisión de Radiofrecuencia Estatal determina que el espectro disponible para servicios de comunicación restringe el número posible de operadores en un territorio concreto.

En el mismo Artículo se dispone que el procedimiento para realizar el proceso de licitación lo determina el Gobierno de la Federación de Rusia. La Orden Gubernamental N.º 8 del 12 de enero de 2006 sobre «Reglamentación de procesos de licitación (subastas, concursos) para la adquisición de licencias para la prestación de servicios de comunicación» se promulgó para aplicar esa

disposición. El instrumento en cuestión proporciona dos tipos de procesos de licitación: subastas y concursos (Cuadro 2). Las licitaciones por licencias para prestar servicios de comunicación utilizando el espectro de frecuencias radioeléctricas se realizan mediante subastas si el espectro que se utilizará para prestar servicios de comunicación no se atribuye a los servicios radioeléctricos y/o no se utiliza por sistemas radioeléctricos de ningún propósito designado. En otros casos, las licitaciones para licencias de servicio de comunicación se realizan en forma de concurso.

El organizador del proceso de licitación es el Servicio Federal de Supervisión de Comunicaciones, Tecnología de la Información y Medios de Comunicación, que:

- determina el procedimiento, lugar, fecha y hora para iniciar y finalizar el proceso de recepción de solicitudes para participar en la licitación;
- organiza la preparación y publicación de anuncios del proceso de licitación, licitaciones repetidas si es necesario, anulación de licitación, conclusión de licitación y cancelación;
- proporciona aclaraciones relativas a documentos que deben remitirse en el plazo permitido;
- concluye acuerdos sobre depósitos;
- vela por la custodia de las solicitudes registradas y la documentación adjunta y por la confidencialidad de los datos que figuran en ellas;
- crea una comisión para llevar a cabo la licitación que opera en el plazo del proceso de licitación y aprueba su membresía;
- vela por las condiciones técnicas y organizativas necesarias para que opere la comisión;
- adopta otras medidas necesarias relativas a la organización de la licitación.

La Comisión previamente mencionada es la encargada de:

- decidir sobre las solicitudes recibidas;
- examinar y evaluar propuestas de los licitadores;
- determinar el licitador ganador y presentar los resultados del proceso de licitación;
- adoptar otras medidas necesarias en relación con el proceso de licitación.

La participación en las licitaciones está abierta a las personas físicas y jurídicas que cumplen los requisitos establecidos en el anuncio publicado. Algunos de esos requisitos son: una fecha límite para la presentación de solicitudes, una lista de documentos que debe remitir el solicitante y una suma de dinero que el licitador tiene que pagar en el plazo definido.

En el caso de un proceso de licitación mediante concurso, los sobres sellados con propuestas a concurso de los licitadores se abren en una reunión pública de la Comisión el día y a la hora indicadas en el anuncio público. Una vez abiertos los sobres y leídas las propuestas, la Comisión se retira a deliberar y a valorar las propuestas. El ganador es el licitador que ofrece a la Comisión las mejores condiciones.

En el caso de un proceso de licitación mediante subasta, en el anuncio inicial se indica el precio de reserva para el objeto de licitación, el incremento en la puja y las condiciones del acuerdo de depósito. El precio de reserva se basa en una estimación del evaluador. El organizador del proceso de licitación celebra un acuerdo con el evaluador. La cantidad del depósito no puede exceder el 25 del precio de reserva. Esa suma se retiene como parte del pago de lote para el licitador ganador, y se devuelve a los demás licitadores a los diez días laborales de la fecha en que se firma el informe oficial sobre los resultados de la subasta. Se invita a un subastador a realizar la subasta y para ello se celebra un contrato con él. El ganador es la persona que ofrece el precio más alto por el lote, a condición de que el precio propuesto no sea inferior al precio de reserva establecido en el anuncio original.

De conformidad con lo dispuesto en el Artículo 31 de la Ley, al licitador ganador, independientemente de la forma del proceso de licitación, se le otorga una licencia y se le atribuyen las frecuencias radioeléctricas correspondientes.

La Orden Gubernamental N.º 8 del 12 de enero de 2006 ha sido sustituida por la Orden Gubernamental N.º 480 del 24 de mayo de 2014 «Sobre procesos de licitación (subastas, concursos) para la concesión de licencias para la prestación de servicios de comunicación», en la que se aprobó el reglamento vigente de realización de licitaciones. En comparación con la versión previa se realizaron las modificaciones siguientes al reglamento:

- Los procesos de licitación para licencias en áreas donde el número de operadores está limitado por la disponibilidad del espectro para su uso en servicios de comunicaciones se realizarán exclusivamente en forma de subasta (Cuadro 16).
- El precio de reserva para el objeto de subasta puede determinarse sobre la base de las conclusiones del evaluador invitado para tal fin o en virtud de una metodología establecida para tal fin.
- Se puede celebrar una subasta electrónica. En esos casos, el Servicio Federal de Supervisión de Comunicaciones, Tecnología de la Información y Medios de Comunicaciones establece y gestiona una plataforma electrónica de licitación o celebra un acuerdo sobre el proceso de licitación con el operador de plataforma electrónica (mercado electrónico).

CUADRO 16

Tipo de proceso de licitación	Cuando se utiliza	
	2006-2014	2014 – presente
Concurso	Todos los casos diferentes para los que se requiere una subasta de conformidad con la reglamentación vigente	No hay disposición
Subasta	Cuando el espectro que se va a utilizar para prestar servicios de comunicación no se atribuye a servicios radioeléctricos y/o no se utiliza mediante sistemas radioeléctricos de ningún propósito	Subasta únicamente; cuando el número de operadores en el territorio donde están previstos los servicios está limitado por la disponibilidad del espectro radioeléctrico a utilizar en servicios de comunicación

La experiencia de la Federación de Rusia en la realización de concursos de licencias para la prestación de servicios de comunicación utilizando el espectro de radiofrecuencias

Los primeros concursos celebrados para la obtención de licencias para la prestación de servicios de comunicaciones utilizando espectro de frecuencias radioeléctricas, de conformidad con el reglamento aprobado por la Orden Gubernamental N.º 8 del 12 de enero de 2006, se celebraron en 2007. Se licitaron tres lotes en la banda de 2 GHz. Cada lote permitió el uso de 15 MHz de espectro para proporcionar los servicios de comunicación IMT-2000/UMTS en todo el territorio de la Federación de Rusia. El canon de licencia¹¹ para cada lote fue de 2,64 millones de rublos. En el mismo año se organizaron concursos de frecuencias GSM. En ese caso se licitaron cuatro licencias regionales en la banda 900 MHz y 99 licencias regionales en la banda 1 800 MHz. El canon de licencia para cada lote fue de 45 000 rublos. También se celebraron concursos para frecuencias en la banda 1 800 MHz en 2011. En ese caso no hubo canon de licencia pero se establecieron los siguientes requisitos:

¹¹ Canon de licencia – Pago exento al licitador ganador.

- Cobertura de población: se concedieron puntos adicionales a los licitadores que ofreciesen servicios móviles a todas las poblaciones con 2 000-100 000 habitantes y, por lo menos, a un 10% de las poblaciones con 200-2 000 habitantes en el territorio del lote en dos a tres años.
- Inversión en red: se concedieron puntos adicionales a los licitadores con fondos, propios o prestados, suficientes para invertir al menos 1,25 veces el valor mínimo establecido para un lote concreto para cumplir los compromisos de despliegue de red móvil GSM en la banda de 1 800.
- Fecha límite para el lanzamiento del servicio: no más de dos años a partir de la fecha de la concesión de la licencia.

Experiencia de realizar subastas de licencias para prestar servicios de comunicación utilizando espectro radioeléctrico en la Federación de Rusia

La primera subasta de licencias para prestar servicios de comunicación utilizando espectro radioeléctrico tuvo lugar en otoño de 2015, cuando se subastaron diez lotes regionales. El costo total de licencias calculado a partir de los resultados de la subasta fue de 6 300 millones de rublos. En el Cuadro 17 se muestra información detallada sobre los precios de reserva.

CUADRO 17

N.º lote	Territorio	Tamaño de bloque	Precio de reserva (millones de rublos)	Precio de lote basado en licitación
1	La República de Dagestán	2×15 MHz	240,4	1 060,164
2	La República de Karacháyevo-Cherkesia	2×13,8 MHz	31,6	200,344
3	La República de Osetia del Norte-Alania	2×6,8 MHz 2×5,2 MHz	47,0	275,890
4	Krai de Stávropol	2×13,7 MHz	210,3	1 701,327
5	Óblast de Oremburgo	2×2,8 MHz 2×6,6 MHz	66,7	587,627
6	Krai de Perm excepto Komi-Permyatski Okrug	2×8 MHz 2×1,8 MHz 2×1 MHz	183,4	744,604
7	Óblast de Samara	2×7,6 MHz	101,2	1 082,840
8	Komi-Permyatski Okrug, Krai de Perm	2×1 MHz	0,5	0,545
9	La República de Buriata	2×3,6 MHz 2×0,4 MHz	83,4	326,094
10	Óblast de Amur	2×4,6 MHz 2×8,6 MHz	69,1	303,349

El licitador ganador, de conformidad con lo estipulado en la documentación pertinente de la subasta, está obligado a:

- prestar servicios a aquellos que vivan en ciudades y poblaciones con al menos 2 000 personas, de conformidad con un calendario establecido por Decisión Gubernamental en el que se establecen las condiciones para el uso de bandas de frecuencias por sistemas radioeléctricos

de servicio móvil terrestre para fines civiles para la prestación de servicios de comunicación en poblaciones de la Federación de Rusia (Cuadro 18) aprobados en diciembre de 2013;

- utilizar sistemas radioeléctricos con características especificadas en el Anexo 2 a la Decisión Gubernamental del 13 de octubre de 2014 sobre la adjudicación de las bandas de frecuencias 1 710-1 785 MHz y 1 805-1 880 MHz para sistemas radioeléctricos en redes de comunicación de normas GSM, LTE y modificaciones subsiguientes en sujetos federales de la Federación de Rusia.

CUADRO 18

Banda de frecuencias utilizada	Número de habitantes de poblaciones	Condición de prestación de servicio por un operador	Calendario
Inferior a 1 GHz	1 000 o más habitantes	Los servicios móviles deben prestarse en todas las poblaciones donde existe la posibilidad de conectar la red móvil de un operador a una red central mediante enlaces existentes con capacidad relevante	En un año: al menos 10% de poblaciones En dos años: 25% En tres años: 40% En cuatro años: 65% En cinco años: 85% En seis años: 95% En siete años: 99,9%
1-2,2 GHz	2 000 o más habitantes		
2,2-3 GHz	10 000 o más habitantes	—	
Cualquiera	10 000 o más habitantes	Uso de bandas de frecuencias con tecnologías modernas a las que no se hace referencia en decisiones anteriores sobre adjudicación de bandas de frecuencias	

En febrero de 2016 se celebró la segunda subasta de frecuencias en la Federación de Rusia. Se subastaron un total de 82 licencias para servicios de radiotelefonía móvil, transmisión de datos y servicios telemáticos que utilizan sistemas de radiocomunicaciones basados en LTE y sus modificaciones subsiguientes, y que utilizan espectro en la banda 2 500-2 690 MHz. Entre las licencias se subastó una federal y 81 regionales. En el Cuadro 19 se muestran los precios de reserva y los precios de lote basados en el resultado de las licitaciones.

CUADRO 19

N.º lote	Territorio de la Federación de Rusia	Tamaño de bloque (MHz)	Precio de reserva (millones de rublos)	Precio de lote basado en resultados de licitación (millones de rublos)
1	Territorio de la Federación de Rusia	1×25 MHz	2 939,4	3 968,19
2	Krai de Altái	1×25 MHz	49,7	57,155
3	Óblast de Amur	1×25 MHz	19,6	20,58
4	Óblast de Arcángel	1×25 MHz	28,3	32,545
5	Óblast de Astracán	1×25 MHz	22,3	25,645
6	Óblast de Bélgorod	1×25 MHz	34,6	38,06
7	Óblast de Briansk	1×25 MHz	27,1	36,585

CUADRO 19 (continuación)

N.º lote	Territorio de la Federación de Rusia	Tamaño de bloque (MHz)	Precio de reserva (millones de rublos)	Precio de lote basado en resultados de licitación (millones de rublos)
8	Óblast de Vladimir	1×25 MHz	31,3	35,995
9	Óblast de Volgogrado	1×25 MHz	58,1	69,72
10	Óblast de Vólogda	1×25 MHz	26,5	27,825
11	Óblast de Vorónezh	1×25 MHz	51,4	69,39
12	San Petersburgo	1×25 MHz	134,3	456,62
13	Óblast Autónomo Hebreo	1×25 MHz	3,8	-
14	Krai de Zabaikalie	1×25 MHz	24,9	26,145
15	Óblast de Ivánovo	1×25 MHz	23,2	25,52
16	Óblast de Irkutsk	1×25 MHz	56,4	64,86
17	La República de Kabardia-Balkaria	1×25 MHz	16,5	18,975
18	Óblast de Kaliningrado	1×25 MHz	22,1	25,415
19	Óblast de Kaluga	1×25 MHz	23,2	26,680
20	Krai de Kamchatka	1×25 MHz	9,6	10,08
21	La República de Karacháyevo-Cherkesia	1×25 MHz	8,5	9,35
22	Óblast de Kémerovo	1×25 MHz	68,0	81,6
23	Óblast de Kírov	1×25 MHz	29,6	38,48
24	Óblast de Kostromá	1×25 MHz	13,8	15,87
25	Krai de Krasnodar	1×25 MHz	126,2	170,37
26	Krai de Krasnoyarsk	1×25 MHz	70,5	84,6
27	Óblast de Kurgán	1×25 MHz	20,4	43,86
28	Óblast de Kursk	1×25 MHz	24,3	31,59
29	Óblast de Leningrado	1×25 MHz	46,1	53,015
30	Óblast de Lípetsk	1×25 MHz	25,2	32,76
31	Óblast de Magadán	1×25 MHz	5,2	-
32	Óblast de Múrmansk	1×25 MHz	20,9	21,945
33	Distrito Autónomo de Nenetsia	1×25 MHz	1,1	1,155
34	Óblast de Nizhni Nóvgorod	1×25 MHz	83,6	112,86
35	Óblast de Nóvgorod	1×25 MHz	13,9	14,595
36	Óblast de Novosibirsk	1×25 MHz	66,7	93,38
37	Óblast de Omsk	1×25 MHz	45,6	61,56
38	Óblast de Oremburgo	1×25 MHz	43,4	56,42
39	Óblast de Oriol	1×25 MHz	16,2	17,82
40	Óblast de Penza	1×25 MHz	30,9	33,99
41	Krai de Perm	1×25 MHz	66,3	89,505
42	Krai de Primorie	1×25 MHz	50,1	55,11

CUADRO 19 (continuación)

N.º lote	Territorio de la Federación de Rusia	Tamaño de bloque (MHz)	Precio de reserva (millones de rublos)	Precio de lote basado en resultados de licitación (millones de rublos)
43	Óblast de Pskov	1×25 MHz	13,8	15,87
44	La República de Adigueya (Adigueya)	1×25 MHz	9,0	9,9
45	La República de Altái	1×25 MHz	3,4	3,74
46	La República de Baskortostán	1×25 MHz	90,1	121,635
47	La República de Buriata	1×25 MHz	22,0	23,1
48	La República de Dagestán	1×25 MHz	59,9	74,875
49	La República de Ingusetia	1×25 MHz	8,1	8,91
50	La República de Kalmukia	1×25 MHz	5,1	5,61
51	La República de Carelia	1×25 MHz	14,6	16,06
52	La República de Komi	1×25 MHz	22,8	23,94
53	La República de Mari-El	1×25 MHz	14,9	15,645
54	La República de Mordovia	1×25 MHz	17,2	18,92
55	La República de Sajá (Yakutia)	1×25 MHz	26,9	29,59
56	La República de Osetia del Norte-Alania	1×25 MHz	14,6	16,06
57	La República de Tartaristán (Tartaristán)	1×25 MHz	100,0	155
58	La República de Tuvá	1×25 MHz	6,2	6,51
59	La República de Jakasia	1×25 MHz	11,9	12,495
60	Óblast de Rostov	1×25 MHz	95,8	134,12
61	Óblast de Riazán	1×25 MHz	25,0	27,5
62	Óblast de Samara	1×25 MHz	81,5	110,025
63	Óblast de Sarátov	1×25 MHz	57,2	68,64
64	Óblast de Sajalín	1×25 MHz	15,9	17,49
65	Óblast de Sverdlovsk	1×25 MHz	122,9	356,41
66	Óblast de Smolensk	1×25 MHz	21,1	24,265
67	Krai de Stávropol	1×25 MHz	57,4	66,01
68	Óblast de Tambov	1×25 MHz	23,7	26,07
69	Óblast de Tver	1×25 MHz	28,9	31,79
70	Óblast de Tomsk	1×25 MHz	24,4	28,06
71	Óblast de Tula	1×25 MHz	34,4	39,56
72	Óblast de Tiumén	1×25 MHz	34,2	97,47
73	La República de Udmurtia	1×25 MHz	32,1	38,52
74	Óblast de Uliánovsk	1×25 MHz	29,7	32,67
75	Krai de Jabárovsk	1×25 MHz	35,1	36,855
76	Distrito autónomo de Janty-Mansi Yugrá	1×25 MHz	51,8	119,14
77	Óblast de Cheliábinsk	1×25 MHz	87,2	117,72

CUADRO 19 (*fin*)

N.º lote	Territorio de la Federación de Rusia	Tamaño de bloque (MHz)	Precio de reserva (millones de rublos)	Precio de lote basado en resultados de licitación (millones de rublos)
78	La República de Chechenia	1×25 MHz	24,5	50,225
79	La República de Chuvasia (Chuvasia)	1×25 MHz	26,0	29,9
80	Distrito Autónomo de Chukotka	1×25 MHz	1,7	1,785
81	Distrito Autónomo de Yamalia-Nenetsia	1×25 MHz	19,6	47,04
82	Óblast de Yaroslavl	1×25 MHz	29,4	33,81

Los licitadores ganadores de la segunda subasta tienen que pagar una compensación a los operadores MMDS con licencias en la banda de frecuencias subastada. Análisis de los resultados de concursos y subastas

En el Cuadro 20 se comparan las condiciones de concesión de licencias de servicios de comunicación móvil en la banda de 1 800 MHz en Óblast de Amur basándose en los resultados de una subasta y un concurso.

CUADRO 20

Parámetro de comparación	Concurso	Subasta
Banda de frecuencias	1 800 MHz	1 800 MHz
Tecnología	GSM	GSM, LTE y modificaciones subsiguientes
Región	Óblast de Amur	Óblast de Amur
Canon de licencia (× 1 000 rublos)	45	303 349 ¹²
Pago único para uso de frecuencias	Sí	No
Pago anual para uso de frecuencias ¹³	Sí	Sí
Obligaciones del ganador:		
Inversión en red	Sí ¹⁴	No
Servicios para ciudades y poblaciones con un cierto número de habitantes	Sí ¹⁵	Sí ¹⁶

Al analizar los datos del Cuadro 20, deberá recordarse que de conformidad con la legislación vigente, los procesos de licitación de licencias para prestar servicios de comunicación utilizando espectro de frecuencias radioeléctricas se llevan a cabo únicamente en forma de subastas. Como resultado, el análisis se basó en datos de un concurso celebrado en 2007.

Los datos en el Cuadro 20 muestran que cuando el proceso de licitación es una subasta, los ingresos para el presupuesto del Estado son considerablemente superiores a los de un concurso.

Método para determinar la oferta mínima, basándose en una evaluación del «precio sombra» del espectro de radiofrecuencias

Aunque la Federación de Rusia no ha realizado hasta el momento subastas, la administración ha preparado un método para determinar la oferta mínima [7]. El método propuesto se basa en una evaluación del índice de ingresos de la red de telecomunicaciones móviles considerada como función de la anchura de banda del sistema utilizado. Este índice de ingresos es un factor para determinar el efecto anual de la inversión en el correspondiente proyecto, expresado en una determinada unidad monetaria, en este caso, 1 dólar de los Estados Unidos de América.

Los datos básicos requeridos para efectuar el análisis pueden dividirse en tres categorías:

- los datos que corresponden al plan de frecuencias de la red;
- los parámetros que definen la cantidad requerida de inversión para establecer la red;

¹² Cantidad de canon de licencia basada en resultados de proceso de licitación.

¹³ La cantidad del pago no depende del modo en que se atribuyen las frecuencias. Los métodos para determinar el pago único y el pago anual para el uso de frecuencias se establece en el § 5.2.7.

¹⁴ Se concedieron puntos adicionales a un licitador capaz de invertir al menos 243,75 millones de rublos, de fondos propios o prestados, para cumplir las obligaciones relativas al despliegue de una red móvil GSM en la banda de 1 800 MHz.

¹⁵ Se concedieron puntos adicionales al licitador que se comprometía a prestar servicios de radiotelefonía móvil en el territorio del concurso del lote en todas las poblaciones de 2 000-100 000 habitantes, y en al menos un 10% de las poblaciones con 200-2 000 habitantes, en un periodo de dos a tres años.

¹⁶ En un año, al menos un 10% de poblaciones con al menos 2 000 habitantes; en dos años – 25%; en tres años – 40%; en cuatro años – 65%; en cinco años – 85%; en seis años – 95%; en siete años – 99,9%.

- los parámetros que definen los ingresos necesarios para explotar la red.

En el siguiente ejemplo se utilizan los parámetros técnicos de una red celular GSM. Sin embargo, este método puede aplicarse a otras normas de redes celulares e interurbanas.

a) *Número de estaciones de base (EB) en la red móvil como función de la anchura de banda*

El primer grupo de datos básicos incluye los parámetros indicados en el Cuadro 21, que se utilizan para determinar los siguientes parámetros clave de la red de comunicaciones móviles considerada:

N : tamaño de la agrupación de haces

C : número de EB que deben instalarse en una ciudad

n_c : número de canales telefónicos.

CUADRO 21

Símbolo	Parámetros	Valor calculado
F	Anchura de banda para la red móvil en la zona de servicio	2-25 MHz
F_k	Anchura de banda de canal del sistema de la red móvil (para los sistemas de NMT, AMPS-D, GSM, $F_k = 25, 300$ y 200 kHz, respectivamente)	0,2 MHz
M	Número de sectores atendido en una célula ($M = 1$ para $\theta = 360^\circ$; $M = 3$ para $\theta = 120^\circ$; $M = 6$ para $\theta = 60^\circ$, donde θ es la anchura del diagrama de radiación de antena de la EB)	1-6
n_α	Número de abonados que pueden utilizar simultáneamente un canal de frecuencias (para sistemas NMT, AMPS-D y GSM, $n_\alpha = 1, 3$ y 8 , respectivamente)	8
N_α	Número de abonados que debe atender la red móvil celular en una ciudad	10 000-150 000 personas
β	Actividades de un abonado en horas punta de tráfico	0,025 E
P_α	Probabilidad permisible del bloqueo de llamada en la red móvil	0,1
ρ_0	Relación de protección requerida para los receptores de la red móvil (para sistemas NMT, AMPS-D y GSM, $\rho_0 = 18,9$ y 9 dB, respectivamente)	9 dB
P_t	Porcentaje del tiempo durante el cual se permite que la relación señal/interferencia en la entrada del transmisor de la red móvil sea inferior a la relación de protección, ρ_0	10%
σ	Parámetro que determina la gama de las variaciones aleatorias del nivel de la señal recibida en el emplazamiento de recepción (para sistemas de redes móviles, $\sigma = 4-10$ dB)	6 dB

Uno de los procedimientos [8] para determinar los parámetros básicos en una red móvil celular es el siguiente:

- Número total de canales de frecuencias en una red móvil celular de una ciudad:

$$n_k = \text{int}(F/F_k)$$

donde $\text{int}(x)$ es la parte íntegra del número x .

- Tamaño requerido de la agrupación de haces para valores dados de ρ_0 y P_T :

$$p(N) = 100 \frac{\int_{\frac{(10 \log(1/\beta_e) - \rho_0)}{\sigma_p}}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} \frac{dt}{\sqrt{2\pi}}}{\sigma_p}$$

donde $p(N)$ es el porcentaje del tiempo durante el cual la relación señal/interferencia en la entrada al receptor de la estación móvil está por debajo de la relación de protección ρ_0 . Los valores β_e y σ_p dependen de los parámetros $q = \sqrt{3N}$, σ y M . El valor de $p(N)$ disminuye a medida que N aumenta. Dados los valores de ρ_0 , σ y $M = 1, 3$ y 6 , se calculan los valores de $p(N)$ para un número de valores de N (esto es: q). El valor de N para el cual se cumple la condición $p(N) \leq P_t$ se considera como el tamaño de la agrupación de haces para la red móvil.

Los parámetros β_e y σ_p utilizados en la ecuación para $p(N)$ se determinan utilizando las siguientes expresiones:

$$\sigma_p^2 = \sigma^2 + \sigma_e^2$$

$$\sigma_e^2 = \frac{1}{\lambda^2} \ln \left[1 + (e^{\lambda^2 \sigma^2} - 1) \frac{\sum_{i=1}^{\lambda} \beta_i^2}{\left(\sum_{i=1}^{\lambda} \beta_i \right)^2} \right]$$

$$\beta_e = \left(\sum_{i=1}^{\lambda} \beta_i \right) \exp \left[\frac{\lambda^2}{2} (\sigma^2 - \sigma_e^2) \right]$$

Siendo $\lambda = (0,1 \ln(10))$, y los valores λ y β_i dependen de M y pueden calcularse utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\left. \begin{array}{l} \text{si } M = 1, \text{ entonces } \lambda = 6 \quad \beta_1 = \beta_2 = (q-1)^{-4}; \beta_3 = \beta_4 = q^{-4}; \beta_5 = \beta_6 = (q+1)^{-4} \\ \text{si } M = 3, \text{ entonces } \lambda = 2 \quad \beta_1 = (q+0,7)^{-4}; \beta_2 = q^{-4} \\ \text{si } M = 6, \text{ entonces } \lambda = 1 \quad \beta_1 = (q+1)^{-4} \end{array} \right\}$$

donde:

$$q = \sqrt{3N}$$

- El número de canales de frecuencias, n_s , y telefónicos, n_c , utilizados para atender a los abonados en un sector de una célula es el siguiente:

$$N_{BS} = M \cdot \text{int}(A/\beta)$$

$$n_c = n_s \cdot n_\alpha$$

- El tráfico telefónico admisible en un sector de una célula (E):

$$A = \begin{cases} n_c \left[1 - \sqrt{1 - (p_a \sqrt{\pi n_c / 2})^{1/n_c}} \right] & \text{para } p_a \leq \sqrt{2/\pi n_c} \\ n_c + \sqrt{p/2 + 2n_c \ln(p_a \sqrt{\pi n_c / 2})} - \sqrt{p/2} & \text{para } p_a > \sqrt{2/\pi n_c} \end{cases}$$

- El número de abonados atendidos por una EB para un determinado valor de la probabilidad de bloqueo:

$$N_{BS} = M \cdot \text{int}(A/\beta)$$

- El número de EB en la red celular se determina como sigue:

$$C = \text{int}(N_\alpha / N_{BS}) + 1$$

Por consiguiente, el método propuesto permite calcular el número requerido de estaciones de base y el número de canales para una serie dada de parámetros de calidad de funcionamiento de la red y un número previsto de abonados.

b) *Determinación de los gastos dimanantes del establecimiento de una red móvil*

Los datos básicos de la segunda categoría se indican en el Cuadro 22.

CUADRO 22

Símbolo	Parámetro	Valor de cálculo
K_h	Tarifa horaria media de un instalador	3 (dólares de los Estados Unidos de América/h)
K_{EB}	Precio de la instalación de un canal único típico en una EB	230 000 (dólares de los Estados Unidos de América)
K_E	Coste de una unidad receptora/transmisora	11 000 (dólares de los Estados Unidos de América)
A_1	Parte fija del coste de los enlaces de conexión, independiente de la longitud de los enlaces	Para radioenlaces digitales
A_2		351 (dólares de los Estados Unidos de América/canal) 176 (dólares de los Estados Unidos de América/canal)
B_1	Parte variable del coste de los enlaces de conexión, dependiente de la longitud de los enlaces	Para radioenlaces digitales
B_2		23 (dólares de los Estados Unidos de América/km canal) 12 (dólares de los Estados Unidos de América/km canal)

Los gastos constan de cinco componentes y se determinan como sigue:

$$K_\Sigma = K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5$$

donde:

K_1 : coste del trabajo de construcción y ensamblaje

K_2 : coste del equipo EB

K_3 : coste del establecimiento de un centro conmutación (SC)

K_4 : gastos incurridos para adquirir programas informáticos y facilidades técnicas con destino a los sistemas de facturación

K_5 : coste del establecimiento de enlaces de comunicación entre la EB y el SC.

Los costes de construcción y ensamblaje, K_1 , se basan en datos estadísticos [Boucher, 1992 y 1995] sobre el consumo de trabajo en las diferentes fases de actividad. Estos costes son proporcionales a C , que es el número de EB en la red móvil y puede calcularse mediante la ecuación:

$$K_1 = K_h \begin{cases} 4\,900 + 1\,040\,C & \text{para } 1 < C < 5 \\ 3\,900 + 1\,640\,C & \text{para } 5 < C < 15 \\ 3\,900 + 1\,740\,C & \text{para } 15 < C \end{cases}$$

Los costes de capital para el equipo de la EB vienen determinados por la ecuación:

$$K_2 = C [K_{BS} + (M \times n_s) \times K_E]$$

donde $(M \times n_s)$ es el número de canales de frecuencias en una célula.

El coste, K_3 , de establecer un centro de conmutación en una red móvil viene determinado por los datos que figuran en el Cuadro 23 sobre el número de abonados de la red.

CUADRO 23

Número requerido de canales telefónicos en la red	Costes del centro de conmutación K3 (dólares de los Estados Unidos de América)	
	Analógico	Digital
$N_a \leq 500$	300 000	3 500 000
$N_a \leq 2\,000$	500 000	3 600 000
$N_a \leq 10\,000$	1 300 000	4 000 000
$N_a \leq 50\,000$	3 000 000	5 000 000

El coste K_4 viene determinado por los datos consignados en el Cuadro 24. Los cálculos se han efectuado para el caso en que la red móvil utilice un sistema muy simple de facturación para 10 000 abonados, que puede ampliarse a medida en que se aumente el número de abonados.

CUADRO 24

Tipo de sistema	Coste K4 (dólares de los Estados Unidos de América)
Sistema de facturación simple para 5 000 abonados	130 000
Sistema de facturación simple para 10 000 abonados	240 000
Sistema con capacidades adicionales para hasta 10 000 abonados	750 000
Sistema con capacidades adicionales para hasta 100 000 abonados	1 400 000

Con el fin de calcular los costes de establecimiento de enlaces de comunicación entre la EB y el SC, puede determinarse el número requerido de enlaces de comunicación, N_{ck} , para conectar una EB al SC. En las redes móviles celulares pueden utilizarse dos tipos de enlaces de comunicación, con

capacidades de 60 ó 30 canales telefónicos, respectivamente (y velocidades de transmisión de 2 a 4 Mbit/s). El número necesario de enlaces de comunicación con capacidad de 30 canales telefónicos es el siguiente:

$$N_2 = \text{int}((M \times n_c)/30) + 1$$

Para reducir los gastos de capital correspondientes a las conexiones EB-SC, deberían utilizarse en la mayor medida posible enlaces de comunicación del tipo 1. El número de dichos enlaces será:

$$N_1 = \text{int}(N_{30}/2)$$

Si N_{30} es un número par, el número dado de enlaces de comunicación del tipo 1 es suficiente para las conexiones EB-SC. Si se trata de un número impar, se requerirá un enlace de conexión más con una capacidad de 30 canales telefónicos. En consecuencia, para las conexiones EB-SC, es necesario contar con N_1 enlaces de comunicación del tipo 1 y N_2 enlaces de comunicación del tipo 2.

Los costes medios por canal telefónico con enlaces del tipo 1 o el tipo 2 de longitud L_i vienen determinados por la siguiente ecuación:

$$T_{1i} = A_1 + B_1 \times L_i$$

$$T_{2i} = A_2 + B_2 \times L_i$$

donde A_1 , B_1 , A_2 y B_2 para los enlaces de cable y ópticos y los radioenlaces pueden determinarse basándose en datos estadísticos.

El coste del establecimiento de enlaces de comunicaciones entre EB i -ésima y el SC viene dado por:

$$K_{5i} = 60 \times N_1 \times T_{1i} + 30 \times N_2 \times T_{2i} = A + B \times L_i$$

siendo:

$$A = 60 \times N_1 \times A_1 + 30 \times N_2 \times A_2 \quad B = 60 \times N_1 \times B_1 + 30 \times N_2 \times B_2$$

El coste total del establecimiento de enlaces de comunicación para conectar todas las estaciones de base al centro de conmutación puede calcularse utilizando la siguiente ecuación:

$$K_5 = \sum_1^c K_{5i} = C [A + B \times L_m]$$

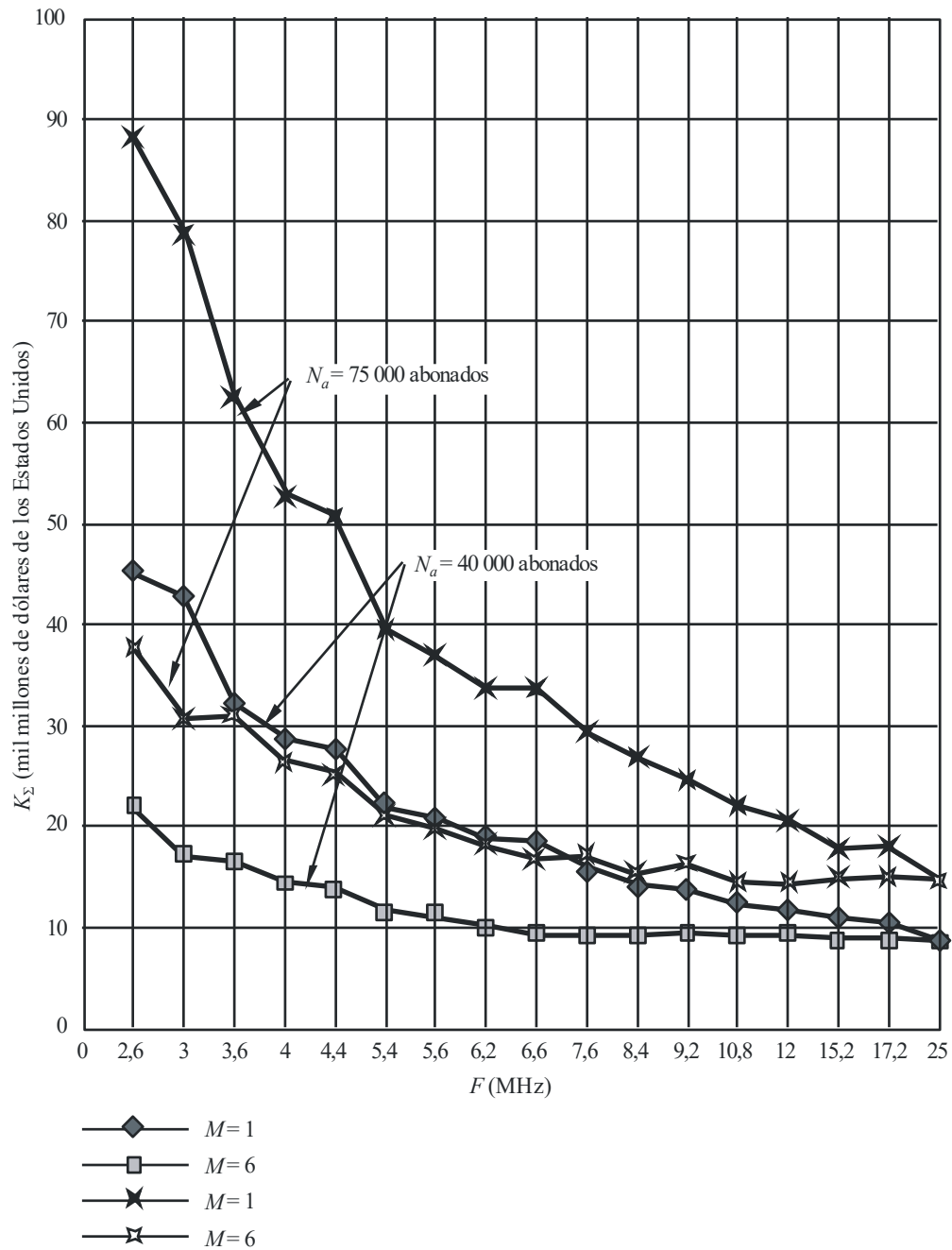
donde: $L_m = \left[\sum_1^c L_i \right] / C$ es la longitud media de todos los enlaces de conexión EB-SC. La longitud de estos enlaces puede ir de 5 a 25 km. Si supone que la zona de cobertura de la red móvil es un círculo y que las estaciones de base se distribuyen uniformemente en dicha zona:

$$L_m = 2 [25^3 - 5^3] / 3 \times 25^2 \cong 16,6 \text{ km}$$

En la Fig. 12 se indica el gasto de capital K_Σ en función de la anchura de banda F y el número de abonados que deben ser atendidos N_a . En esta figura puede verse que el operador está en condiciones de reducir muy significativamente los gastos necesarios para establecer una red, utilizando una anchura de banda mayor, esto es, haciendo un uso menos eficaz del espectro.

FIGURA 12

Inversión de capital en función de la anchura de banda



c) *Determinación del índice de ingresos descontados de un proyecto de red móvil*

En el Cuadro 25 figura un conjunto de parámetros de cálculo basados en los datos estadísticos y las normas utilizadas en la Federación de Rusia:

CUADRO 25

Símbolo	Parámetro	Valor de cálculo
N_0	Número inicial de abonados en la red móvil	300 abonados
T_1	Tarifa por minuto del arrendamiento de un canal en la red pública	0,05 (dólares de los Estados Unidos de América/min)
X	Coefficiente que caracteriza la proporción de llamadas entrantes a la red pública	0,7
K_{PH}	Coefficiente de concentración de tráfico, que caracteriza la proporción del tráfico diario medio durante la hora punta; se trata de la relación tiempo de llamada en hora punta/tiempo de llamada medio diario	0,18
β	Actividad del abonado durante la hora punta	0,025
P_1	Pago puntual medio de conexión a la red	200 (dólares de los Estados Unidos de América)
P_2	Tasa de abono medio mensual	50 (dólares de los Estados Unidos de América/mes)
P_3	Tasa media de llamada	0,35 (dólares de los Estados Unidos de América/min)
n	Periodo de la licencia	10 años
δ	Tasa de imposición nacional sobre los beneficios	0,38
E_n	Tasa de descuento, igual al tipo bancario anual medio	0,1

Para determinar los ingresos de los operadores y sus gastos anuales, hay que tener presente que el número de abonados de la red varía constantemente en el tiempo con arreglo a una ecuación específica $N_a(t)$, que puede calcularse basándose en los datos estadísticos sobre el desarrollo de redes móviles. Tratándose de las redes móviles celulares que se están desarrollando en la Federación de Rusia, esto puede expresarse de la forma siguiente:

$$N_a(t) = \max \{N_0 \times \exp(v_k \times t)\} \quad \text{donde } (k-1) < t < k; N_a$$

En el Cuadro 26 se proporciona los datos sobre la evolución del número de abonados a redes normalizadas GSM en la Federación de Rusia, junto con los correspondientes valores calculados para v_k .

CUADRO 26

Año	1994	1995	1996	1997	1998-2005
k	0	1	2	3	4-11
$N_{ak} = N_a(k)$	2×10^3	13×10^3	53×10^3	132×10^3	$N_{a11} = 2 \times 10^6$
v_k	0	1,87	1,48	0,92	0,34

El gasto corriente anual, $Z_{\Sigma k}$, está integrado por tres componentes:

$$Z_{\Sigma k} = Z_{1k} + Z_{2k} + Z_{3k}$$

donde:

Z_{1k} : gastos anuales de explotación, amortización y mantenimiento de equipos, los costes administrativos, los sueldos, los dividendos de las acciones o los intereses de préstamos, los pagos en concepto de servicios públicos y el arrendamiento de terrenos. Basándose en los datos estadísticos, puede recurrirse a la siguiente aproximación:

$$Z_{1k} = 805 \times N_{aki}$$

Z_{2k} : gasto anual del mantenimiento del sistema de facturación, que puede suponerse:

$$Z_2 = 30\,000 \text{ USD}$$

Z_{3k} : gasto anual a que da lugar el arrendamiento de canales de la red pública durante un año (12 meses):

$$Z_{3k} = 12 \times N_{ak} \times Y_M \times X \times T_1$$

El valor de Y_M , tráfico mensual para un abonado, es el número de minutos por mes durante los cuales un abonado ocupa un canal de comunicación y viene determinado por la ecuación:

$$Y_M = 30,4 \times \beta / K_{PH}$$

Los ingresos dimanantes de la explotación de una red móvil varían en función del número de abonados que utilizan los servicios de la red y se calculan mediante la siguiente ecuación para k años de explotación:

$$D_{\Sigma k} = D_{1k} + D_{2k} + D_{3k}$$

donde:

D_{1k} : ingresos derivados de los pagos puntuales de conexión a la red móvil durante k años de explotación, lo que incluye directamente: la tasa de conexión, el depósito de garantía, el número de acceso, la utilización de línea en la red pública local del operador y un margen de ventas en relación con el equipo del abonado. D_{1k} se calcula como sigue:

$$D_{1k} = N_{ak} \times P_1$$

Hay que señalar que el operador recibe en un solo pago los ingresos D_{1k} de los abonados a la red.

D_{2k} : ingreso que corresponden a las tasas de abono mensuales

D_{3k} : ingreso que corresponden a las tasas de llamada mensuales.

Mediante la relación precitada $N_a(t)$, calculamos D_{2k} y D_{3k} como sigue:

$$D_{2k} = 12 \times P_2 \times \int_0^k N_{ak}(t) dt = 12 \times P_2 \times \{N_0 + \sum_1^k N_{ak} \times [1 - \exp(-v_k)] / v_k\}$$

$$D_{3k} = 12 \times P_3 \times Y_m \times \{N_0 + \sum_1^k N_{ak} [1 - \exp(-v_k)] / v_k\}$$

Para evaluar la eficacia económica de la explotación de una red móvil, el índice de ingresos descontados I_D , se calcula como la relación existente entre la cuantía de los beneficios netos descontados del proyecto y los gastos totales de capital.

El valor actual de los ingresos futuros se calcula mediante un índice de descuento $(1 + E_n)$, donde E_n es el tipo medio bancario anual, por lo cual:

$$I_D = \frac{1}{K_\Sigma} \sum_{k=0}^n [(1 - \delta)(D_{\Sigma K} - Z_{\Sigma K})] \frac{1}{(1 + E_n)^k}$$

En base a los resultados obtenidos, puede calcularse la tasa descontada para el proyecto:

$$E_p = p\sqrt{I_D}$$

Los ingresos descontados se calculan como una cantidad anual relativa a la inversión de un dólar en el proyecto.

En la Fig. 13 se indica la relación entre los ingresos normales descontados del operador de una red móvil celular y la anchura de banda F , el número de abonados atendidos, N_a , y el número de sectores a que da servicio M . El gráfico revela que el operador puede tener más beneficios utilizando anchura de banda adicional. Para determinar la oferta mínima, un principio fundamental será dar a los operadores un incentivo para utilizar más eficazmente el espectro de radiofrecuencias.

d) *Cálculo de la oferta mínima*

En el Cuadro 27 se indican los valores de las ofertas mínimas para los operadores de redes móviles celulares GSM, valores que se calculan con arreglo al método descrito. Hay que señalar que este ejemplo se proporciona con propósitos de ilustración. En nuestros cálculos el beneficio normalizado de un operador que fija el Estado para las empresas comunicaciones móviles es $E_r = 1,25$; y cada red utiliza antenas de seis sectores. Se supone que se ha atribuido a los operadores una anchura de banda de 5 a 10 MHz.

La oferta mínima se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$T = (E_n - E_r) \times D_{pr}/n$$

donde D_{pr} es el beneficio neto del operador durante el plazo de duración de la licencia.

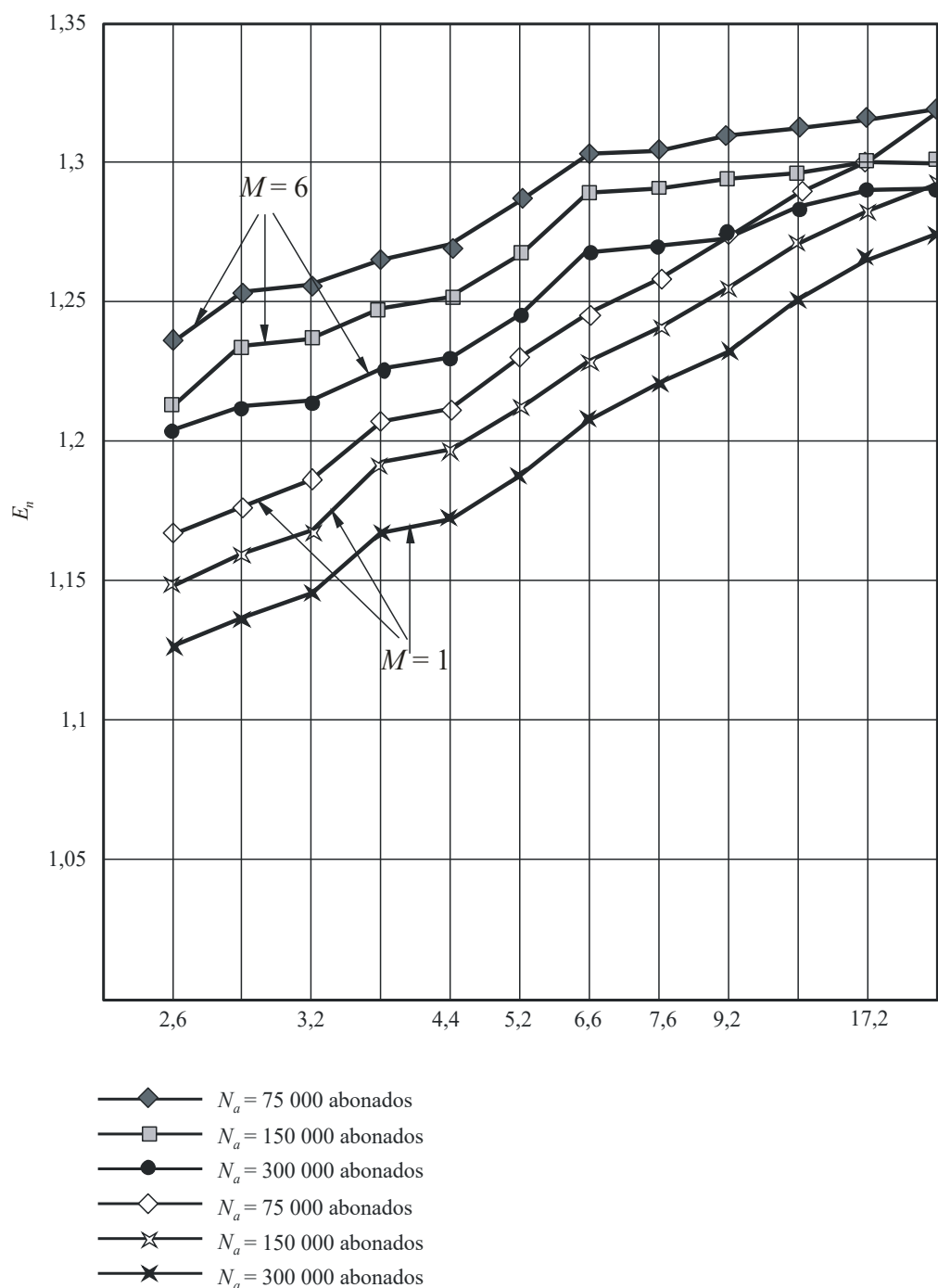
CUADRO 27

Números de abonados a la red, N_a (particulares)	75 000		150 000		300 000	
Anchura de banda (MHz)	5	10	5	10	5	10
T (millones de dólares de los Estados Unidos de América)	1,08	1,68	0,93	2,1	0	1,73

NOTA 1 – Los valores de las ofertas mínimas deben perfeccionarse basándose en un análisis de mercado de cada caso concreto.

FIGURA 13

Índice de rentabilidad en función de la anchura de banda



I. SM.2012-12

5.1.4 Nueva Zelandia

La mayoría de las administraciones que han empezado a aplicar enfoques de mercado continúan atribuyendo el espectro en base a consideraciones de prioridad nacional y sólo han aplicado enfoques de mercado a la concesión de licencias en una atribución convenida. Nueva Zelandia, por el contrario, ha aplicado un enfoque más amplio basado en el mercado para la utilización de ciertas bandas de frecuencias en las que las repercusiones se limitan a una escala nacional, más que internacional.

La Ley de Radiocomunicaciones de 1989 inició una nueva era para la gestión del espectro radioeléctrico en Nueva Zelandia. Esta Ley permitió la creación de derechos de propiedad sobre el

espectro y también el uso de mecanismos de atribución dependientes del mercado para la distribución de los recién creados derechos. La Ley no especifica ningún mecanismo de atribución en particular. El espectro radioeléctrico se vendió inicialmente utilizando sistemas de ofertas de segundo precio y posteriormente de primer precio; pero en 1996 se desarrolló un sistema informático basado en Internet para la venta de espectro mediante subastas.

El proceso de subasta utilizado actualmente por el Ministerio es una subasta simultánea al alza. Este tipo de subasta implica disponer de todas las pujas al mismo tiempo. La subasta tiene lugar en varias rondas de duración determinada (por ejemplo, 30 minutos) hasta que se deje de pujar a los lotes que se están ofreciendo. Este tipo de subasta permite participar en la subasta a los que desean adquirir una determinada combinación de lotes. Las ventajas de este tipo de subasta son que los ofertantes obtienen información completa del mercado y pueden determinar en todo momento durante la subasta sus posibilidades de éxito sobre cualquier combinación de lotes. Para desarrollar el mecanismo de subasta, el Ministerio contrató a una empresa privada que contribuyó a desarrollar un programa informático que permitiera la realización de subastas de espectro radioeléctrico por Internet. El uso de Internet permite a los ofertantes adquirir espectro radioeléctrico desde sus propias oficinas utilizando la actual tecnología de búsqueda de la red. El Ministerio ha elaborado un informe sobre el diseño de las subastas de espectro en Nueva Zelanda. El informe destaca cómo Nueva Zelanda ha atribuido el espectro radioeléctrico de forma competitiva, los factores pertinentes al diseño de la subasta y las opciones alternativas para atribuciones competitivas. El Ministerio tendrá en cuenta los resultados del informe cuando plantee futuras subastas.

5.1.5 Estados Unidos de América

5.1.5.1 Autoridad

En Estados Unidos de América, las funciones de gestión del espectro se reparten entre la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) y la Administración Nacional de Telecomunicaciones e Información (NTIA). La FCC se ocupa de la gestión de la utilización del espectro a nivel distinto del Gobierno Federal, incluyendo la utilización por el sector privado y las autoridades locales y de los estados. El NTIA está autorizado a gestionar la utilización del espectro por las instituciones del Gobierno Federal, incluyendo la militar. El Congreso de Estados Unidos de América dio en 1993 a la FCC la autoridad para la concesión de licencias a través de subasta. Esta autoridad se limita a la organización de procesos de oferta competitiva en casos en que se hayan recibido solicitudes mutuamente excluyentes y en las que la utilización principal del espectro implique con probabilidad razonable la recaudación por el beneficiario de cánones de los abonados en compensación por habilitarles para recibir o transmitir señales de comunicaciones. Al conceder a la FCC la autoridad sobre las subastas, el Congreso de Estados Unidos de América pretendía fomentar la consecución de los objetivos siguientes:

- «1) el desarrollo y despliegue rápidos de nuevas tecnologías, productos y servicios en beneficio del público, incluyendo el que reside en zonas rurales, sin demoras administrativas o judiciales;
- 2) la promoción de la igualdad de oportunidades económicas y de la competencia y la garantía de que lleguen rápidamente al pueblo americano tecnologías nuevas e innovadoras, evitando una concentración excesiva de licencias y diseminando éstas entre un amplio abanico de solicitantes, que incluya pequeñas empresas, compañías de telefonía rural y empresas propiedad de miembros de grupos minoritarios y de mujeres;
- 3) la recuperación para el público de una parte del valor del recurso público del espectro disponible para utilización comercial, impidiendo el enriquecimiento injusto, mediante los métodos empleados para la concesión de utilización de dichos recursos; y
- 4) la utilización eficaz e intensiva del espectro electromagnético.»

Al conceder la autoridad para el proceso de ofertas competitivas, el Congreso de Estados Unidos de América especificaba también que la organización de éstas:

- «1) no alterará los criterios y procedimientos de atribución del espectro;
- 2) no se realizará para liberar a la FCC de la obligación, de interés público, de continuar utilizando soluciones de ingeniería, negociaciones, mínimas de calificación, reglamentos del servicio y otros medios destinados a evitar la exclusividad mutua en los procedimientos de solicitud y de concesión de licencias.»

El Congreso de Estados Unidos de América especificaba además que la FCC no puede efectuar atribuciones o adoptar decisiones en cuanto al servicio basadas en expectativas de ingresos públicos procedentes de subastas.

La mayor parte de la recaudación procedente de las subastas efectuadas por la FCC se deposita en la hacienda general del país. Se permite a la FCC retener únicamente la proporción de los ingresos de la subasta necesaria para pagar los costes de su celebración. Esta proporción es muy inferior al 1% de los ingresos que producen las subastas. Generalmente, las licencias que se han concedido en una subasta se refieren a un periodo de diez años y se pretende que tras dicho periodo se renueve la licencia si el beneficiario se ha ajustado a las reglas aplicables de la FCC y ha prestado un servicio sustancial.

A continuación figuran servicios cuya licencia se ha concedido en Estados Unidos de América mediante subasta. La lista completa de las mencionadas subastas puede consultarse en:

<https://www.fcc.gov/auctions>.

5.1.5.2 Servicios de comunicaciones personales

Se espera que los proveedores de servicios de comunicaciones personales (PCS), pongan a disposición del público nuevas capacidades de comunicación mediante la prestación de diversos servicios móviles que compitan con los actuales servicios de telefonía celular, de radiobúsqueda y otros de tipo móvil terrestre. Estos servicios se prestarán mediante una nueva generación de dispositivos de comunicaciones con capacidad telefónica bidireccional, de datos y/o de mensajes. Estos dispositivos son los pequeños teléfonos ligeros inalámbricos multifunción, los aparatos portátiles de facsímil y otros equipos. Los PCS se componen de varias categorías distintas, entre las que están los PCS de banda estrecha y los PCS de banda ancha.

La FCC celebró su primera subasta en julio de 1994, sacando 11 licencias a nivel nacional relativas a los PCS de banda estrecha en la banda de 900 MHz. Estos PCS de banda estrecha pueden utilizarse para la prestación de nuevos servicios tales como los de radiobúsqueda con mensajes vocales, mensajería con acuse bidireccional en el que un abonado puede recibir un mensaje y retransmitir una respuesta al remitente, y otros servicios de datos. Las licencias de PCS de banda estrecha pueden abarcar todo el país (licencia de nivel nacional), grandes regiones (licencia regional), o zonas más pequeñas. De las licencias nacionales, cinco son con aparejamiento 50/50 kHz, tres son con aparejamiento 50/12,5 kHz y tres son en 50 kHz, sin aparejamiento.

Entre el 26 de octubre y el 8 de noviembre de 1994, la FCC sacó a subasta 30 licencias de PCS de banda estrecha regionales: seis licencias en cada una de las cinco regiones de Estados Unidos de América. Dos licencias en cada región son con aparejamiento 50/50 kHz y las cuatro restantes con aparejamiento 50/12,5 kHz.

En diciembre de 1994, la FCC celebró su primera subasta de licencias para la prestación de los PCS de banda ancha en la banda de 2 GHz (1 850-1 990 MHz). Los PCS de banda ancha abarcan una serie de servicios radioeléctricos móviles y/o portátiles utilizando dispositivos tales como los pequeños teléfonos ligeros portátiles multifunción, los equipos de facsímil portátiles y los dispositivos avanzados con capacidad de datos bidireccional, que esperan competir con los servicios actuales de telefonía celular, de radiobúsqueda y otros servicios móviles terrestres.

La banda 1 850-1 990 MHz se dividió en seis bloques de licencia. Cada uno de los bloques de licencia A, B y C tiene 30 MHz de espectro (dos segmentos con apareamiento de 15 MHz de ancho). Cada uno de los bloques de licencia D, E y F tiene 10 MHz de espectro (dos segmentos con apareamiento de 5 MHz de ancho). (Véase que la combinación de los seis bloques representa 120 MHz de espectro. Los otros 20 MHz (1 910-1 930 MHz) de la banda 1 850-1 990 MHz se utilizan para servicios PCS que no son objeto de licencia.)

Las licencias para los bloques A y B atañan a Zonas de Comercio Importantes (MTA) regionales. Hay 51 MTA que combinadas abarcan todo Estados Unidos de América y sus territorios. Las licencias para los bloques C, D, E y F atañan a las Zonas de Comercio Básicas (BTA). Las BTA son componentes de las MTA y hay 493 BTA que combinadas abarcan todo Estados Unidos de América y sus territorios. Las MTA y BTA son zonas de comercio económicas basadas en las designaciones que figuran en la Rand McNally Commercial Atlas and Marketing Guide.

En la subasta que se inició en diciembre de 1994, la FCC sacó licencias de los bloques de frecuencia A y B para 48 MTA. En las otras tres MTA sólo se sacó a subasta la licencia del bloque B. En estas tres MTA (Nueva York, Los Ángeles y Washington-Baltimore), la licencia del bloque A se otorgó previamente siguiendo las primeras reglas de preferencia de la FCC. De esta manera, se sacó a subasta un total de 99 licencias. Hubo 30 ofertantes que satisfacían las condiciones de participación en la subasta y ésta se desarrolló en más de 112 rondas antes de concluir, en marzo de 1995.

La FCC empezó en diciembre de 1995 a subastar licencias del bloque C para PCS de banda ancha en las 493 BTA. A diferencia de las subastas para las MTA, las entidades pequeñas podían proponer ofertas con crédito y planes de pagos a plazos para el bloque C. La subasta concluyó en mayo de 1996, tras 184 rondas. Las subastas de los bloques D, E y F para PCS de banda ancha se iniciaron en agosto de 1996, participando 153 ofertantes que cumplían las condiciones para participar en la subasta de 1 479 licencias diferentes. Sólo podían proponerse ofertas con crédito y planes de pagos a plazos para el bloque F. La subasta concluyó en enero de 1997 tras 276 rondas.

Aunque el PCS es un nuevo servicio, el espectro que ocupa era anteriormente objeto de licencia y estaba atribuido a diversos usuarios del servicio fijo (punto a punto) por microondas, incluyendo los de los servicios de seguridad pública. Sin embargo, será necesario desplazar los sistemas de microondas en cuestión a otra banda de frecuencias o prever la satisfacción de sus necesidades de comunicaciones mediante algunos medios alternativos, tales como el cable. Al establecerse el servicio PCS, la FCC determinó que la forma más rápida y equilibrada de efectuar esta transición era hacer pagar a los nuevos beneficiarios de licencias PCS por sacar a los usuarios de microondas de la banda. La FCC estableció por tanto un procedimiento mediante el que se da a los nuevos beneficiarios de licencias PCS y a los usuarios de microondas en cuestión un cierto periodo para negociar las condiciones de la reubicación. No obstante y en cualquier caso, los usuarios de microondas deben liberar la banda en una cierta fecha y por tanto, no pueden impedir la implantación de los nuevos servicios.

5.1.5.3 Servicio de datos de vídeo interactivo

La FCC celebró su segunda subasta de 594 licencias de servicios de datos de vídeo interactivo (IVDS), en julio de 1994. El IVDS es un servicio de comunicaciones bidireccional en la banda 218-219 MHz. Las licencias se conceden para un periodo de diez años y se componen de dos licencias de 500 kHz en cada una de las 297 zonas estadísticas metropolitanas (MSA) que son básicamente las zonas urbanizadas de Estados Unidos de América. En cada mercado, se sacaban a subasta ambas licencias al mismo tiempo, dando al ofertante máximo la elección entre las dos licencias disponibles y ganando el segundo máximo ofertante la licencia que quedaba. La FCC subastó todas las 594 licencias en dos días.

5.1.5.4 Servicio radioeléctrico móvil especializado

El servicio radioeléctrico móvil especializado (SMR) es un servicio móvil terrestre que ofrece comunicaciones de despacho, telefónicas y de datos a empresas comerciales y usuarios especializados, aunque se permite también a los beneficiarios de licencia dar servicio al público general. El servicio SMR funciona en las bandas de 800 MHz y 900 MHz.

La FCC estableció en 1974 el servicio SMR en la banda de 800 MHz como servicio radioeléctrico móvil terrestre privado, concibiéndolo como método eficaz desde un punto de vista espectral para la prestación del servicio radioeléctrico de despacho a empresas y otros usuarios que cumplieran las condiciones de usuarios radioeléctricos privados. Originalmente, las solicitudes se limitaban a un número relativamente pequeño de canales situados en una única estación de base. La cobertura y las opciones de servicio eran por tanto limitadas. Estas licencias se concedieron sobre la base del orden de solicitud, empleando el sorteo para resolver casos de exclusión mutua. No obstante, a lo largo de los años, la demanda de este servicio aumentó y las reglas que limitaban las condiciones de acceso y de concesión de licencia se fueron reduciendo gradualmente. Los proveedores de SMR ofrecen hoy en día una gama de servicios que van desde el despacho radioeléctrico tradicional para clientes locales, a las transmisiones telefónicas y de datos más sofisticadas dirigidas a clientes de zonas geográficas amplias. En los últimos años, se ha autorizado a los beneficiarios de licencias SMR a ampliar el alcance geográfico de sus servicios y a añadir un gran número de canales a fin de dar un servicio comparable más directamente al de las radiocomunicaciones celulares y al PCS. En octubre de 1994, la FCC propuso sacar licencias de SMR en 800 MHz sobre la base de zonas de servicio definidas por ella misma y mediante ofertas competitivas. La banda 800 MHz será objeto de subastas futuras.

El servicio SMR en 900 MHz se basa en tramos de 5 MHz de espectro divididos en 20 bloques de 10 canales para cada MTA. Las asignaciones del servicio SMR en 900 MHz ofrecen la posibilidad de prestación de servicios competitivos tales como los de datos inalámbricos, despacho especializado, radiobúsqueda direccional y transmisión telefónica interconectada. Las licencias para este servicio se concedían inicialmente a emplazamientos transmisores únicos de las 50 ciudades más grandes de Estados Unidos de América, seleccionando los beneficiarios mediante sorteo. No obstante, la concesión de licencias se suspendió durante una serie de años y la FCC reestructuró recientemente el servicio, sacando licencias de zona amplia mediante ofertas competitivas. Se protege a los beneficiarios de licencia originales contra la interferencia de los nuevos beneficiarios, aunque sólo pueden ampliar sus operaciones obteniendo una nueva licencia.

5.1.5.5 Sistema de distribución multipunto multicanal

Al sistema de distribución multipunto multicanal (MMDS) se le denomina a menudo «cable inalámbrico». Permite la distribución de programación de vídeo a los abonados, utilizando canales de MMDS y/o del servicio fijo de televisión de instrucción (ITFS). Sólo se han subastado los canales MMDS de 2 150-2 160 MHz y 2 596-2 680 MHz. El MMDS se parece a la televisión por cable, pero en vez del cable coaxial, el «cable inalámbrico» utiliza transmisión y señales de microondas. Anteriormente, se concedían las licencias MMDS para coordenadas específicas en las que estaba situado el transmisor central. No obstante, la FCC revisó recientemente los procedimientos de concesión de licencia MMDS, de forma que se autorizará a los beneficiarios la explotación en BTA particulares. Se exigirá a los nuevos beneficiarios que eviten la interferencia en la zona protegida de las actuales operaciones MMDS (35 millas de radio). La FCC señaló que las solicitudes mutuamente excluyentes cumplimentadas para una BTA particular se procesaron utilizando las ofertas competitivas.

5.1.5.6 Satélites de radiodifusión directa

El servicio de radiodifusión directa por satélite (DBS, *direct broadcast satellite*) es un servicio de radiocomunicaciones en el que las señales transmitidas o retransmitidas por estaciones espaciales se

destinan a la recepción directa por el público general. Se incluye en ello la recepción directa por las personas y la comunidad. La FCC celebró en enero de 1996 una subasta de DBS muy limitada de dos tramos orbitales. Al adoptar los procedimientos de la subasta, la FCC señaló que ciertas características de un servicio de radiodifusión por satélite nacional, tales como la huella del satélite que cae dentro de Estados Unidos de América, hace que el DBS sea distinto de otros muchos servicios por satélite. Un ganador obtuvo un permiso para montar un sistema de 28 canales y el segundo ofertante un permiso para un sistema de 24 canales.

5.1.5.7 Servicio radioeléctrico de audio digital por satélite

El servicio radioeléctrico de audio digital por satélite (DAR, *digital audio radio*) es un servicio de radiodifusión sonora por satélite en la banda 2 320-2 345 MHz en el que se transmiten a la Tierra por satélites señales de audio de gran calidad, directamente a los abonados y al público general. La FCC celebró en abril de 1997 una subasta de DAR para dos licencias en 12,5 MHz. Ambos ganadores prevén ofrecer servicios por abono. Las licencias tienen una validez de ocho años.

5.1.5.8 Comunicaciones inalámbricas

El servicio de comunicaciones inalámbricas (WCS, *wireless communications service*) es un servicio de radiocomunicaciones en las bandas de 2 305-2 320 MHz y 2 345-2 360 MHz. Los beneficiarios de licencias WCS tienen la flexibilidad de ofrecer una serie de servicios fijos, móviles, de radiolocalización y de radiodifusión (sonora) por satélite con la salvedad de que los servicios de radiodifusión (sonora) por satélite y móvil aeronáutico no pueden darse en la banda 2 305-2 310 MHz. La FCC celebró en abril de 1997 una subasta de WCS relativa a dos licencias en 10 MHz para cada una de las 52 zonas económicas principales (MEA) y dos licencias en 5 MHz para cada una de las 12 Agrupaciones de Zona Económica Regional (REAG). Las MEA y REAG consisten en agrupaciones de zonas económicas más pequeñas, tal como las define el Ministerio de Comercio de Estados Unidos de América. Hay 176 áreas económicas que abarcan Estados Unidos de América y sus territorios. En la subasta de WCS se otorgó licencia a una gran variedad de compañías. Las licencias salen para un periodo de diez años.

5.1.6 India

La Administración de la India (el «Gobierno»), a través del Departamento de Telecomunicaciones (DoT), asigna mediante subasta el derecho de utilizar determinadas frecuencias del espectro radioeléctrico en diversas bandas. El Gobierno se ha fijado los siguientes objetivos para la subasta:

- obtener un precio de mercado determinado para el espectro a través de un proceso transparente;
- garantizar la utilización eficaz del espectro y evitar el acaparamiento;
- estimular la competencia en el sector;
- promover el despliegue de los servicios respectivos;
- fijar el precio óptimo del espectro para garantizar un acceso sostenible y asequible a las comunicaciones digitales.

La Administración de la India realiza subastas de espectro mediante subastas electrónicas simultáneas al alza con múltiples rondas (SMRA). En una SMRA, se subastan simultáneamente varias bandas de espectro en varias rondas. Los licitadores tienen acceso al sistema de subastas electrónicas (EAS) para participar en las subastas. Los licitadores hacen sus ofertas iniciales al precio de reserva en la primera ronda. La subasta se realiza en varias rondas, y los precios aumentan en cada ronda en función de la demanda. Los licitadores pueden pujar por el número de combinaciones de bandas de zona de servicio de licencia (LSA) en cada ronda, y la subasta continúa hasta que no se presenten nuevas pujas. A medida que avanza la subasta, el proceso de licitación permite la determinación dinámica de

precios, en la que los precios suben en función de la demanda de bloques de espectro específicos. Estas subastas ofrecen flexibilidad a los licitadores para cambiar su enfoque de una banda a otra en función de la competencia. Para garantizar una participación coherente en la subasta, se establecen reglas de actividad que requieren que los licitadores permanezcan activos durante toda la subasta. La subasta incluye disposiciones tales como los «topes de espectro», que limitan la cantidad máxima de espectro que puede poseer cada adjudicatario tras la finalización de la subasta. Esto evita el acaparamiento de espectro por parte de unos pocos operadores y garantiza una competencia sana en el mercado de las telecomunicaciones. ;

El derecho de uso del espectro en diversas bandas se concede por un periodo de veinte años. El titular de licencia al que se asigna el espectro debe cumplir las obligaciones de despliegue de la red. La obligación refleja tanto la necesidad de garantizar la utilización eficaz del espectro como la prestación de un nivel razonable de servicio a los clientes.

La Administración de la India ha permitido la compartición, negociación, cesión y arrendamiento de espectro para mejorar la eficiencia y el valor económico del espectro. Los detalles sobre la compartición, comercialización, cesión y arrendamiento del espectro se mencionan en las secciones 5,6, 5,7, 5,8 y 5,10 del Notice Invitation Applications 2024 disponible en <https://dot.gov.in/sites/default/files/Notice%20Inviting%20Applications%202023-24.pdf>.

La Administración de la India ha realizado subastas de espectro en diversas bandas en los años 2010, 2012, 2013, 2015, 2016, 2021 y 2022.

5.2 Experiencia con los cánones de licencia

5.2.1 Experiencia de Australia con los cánones de licencia

Además de sacar subastas de espectro y aplicar un sistema limitado de derechos de propiedad, la Australian Communications and Media Authority (ACMA) ha tratado de mejorar la eficiencia del sistema tradicional de concesión de licencias. El asentamiento del enfoque de la ACMA ha consistido en una reestructuración fundamental de los cánones de licencia de la técnica de radiocomunicaciones. En abril de 1995, la ACMA, consultando con la industria, pasó de una metodología tradicional de tasas de utilización del espectro basadas en el servicio, a un sistema de tasación sobre la base del volumen de espectro que un servicio particular arrebató a otros usuarios. De esta manera, los cánones de licencia se calculan de una forma más conveniente y transparente, y no con el enfoque algo más arbitrario que se centraba predominantemente en las características del servicio de radiocomunicaciones objeto de la licencia.

Según la nueva estructura de canon de licencia, cada canon suele constar de tres componentes identificables:

- un componente de concesión o renovación que refleja el coste de la concesión o renovación de la licencia;
- un componente de mantenimiento del espectro que refleja los costes corrientes de gestión del espectro, incluyendo la protección contra la interferencia (porcentaje fijo de la tasa de acceso al espectro (SAT, *spectrum access tax*) que se describe a continuación); y
- una SAT que representa un rendimiento para el estado por la utilización de un recurso de la comunidad y que se basa en una fórmula en la que intervienen el tramo del espectro, el emplazamiento geográfico, la anchura de banda del canal y la zona de cobertura de las comunicaciones.

El cálculo de la SAT responde a una estrategia de fijación de precios basada en la demanda de mercado, en tanto que los servicios que funcionan en tramos del espectro de demanda superior (es decir, el de ondas métricas/decimétricas) o en zonas geográficas más densamente pobladas (es decir, las capitales importantes) dan lugar a un canon de licencia superior al de los que funcionan en tramos

del espectro menos solicitadas o en zonas geográficas de demanda inferior. Además, conforme a la metodología de arrebatación del espectro, los servicios con anchuras de banda de funcionamiento superiores dan lugar a cánones de licencia mayores que los servicios más eficientes espectralmente, con lo que se incita a los usuarios a investigar equipos técnicamente más avanzados que utilicen anchuras de banda de funcionamiento más estrechas o, alternativamente, se empuja a los usuarios a funcionar en segmentos del espectro que tengan oferta superior.

La ACMA introdujo también medidas que dan mayor flexibilidad y certidumbre a los usuarios en el mercado de radiocomunicaciones. La flexibilidad se ha conseguido permitiendo a los beneficiarios de licencia transferir sus licencias a terceras partes, y la mayor certidumbre se ha obtenido permitiendo a los beneficiarios adquirir licencias para periodos de hasta cinco años.

5.2.2 Experiencia de Canadá con los cánones de licencia

Como se refleja en el *Marco de políticas del espectro para Canadá*, el objetivo de la estrategia de Industry Canada en la gestión del espectro consiste en maximizar los beneficios económicos y sociales que los canadienses obtienen del uso de ese recurso. El Marco de políticas también incluye directrices de habilitación que proponen una mayor dependencia de las fuerzas del mercado, más flexibilidad en la gestión del espectro y menos trámites administrativos.

De conformidad con estas directrices, el departamento ha tendido hacia una mayor dependencia de las fuerzas del mercado con el fin de alcanzar sus objetivos estratégicos. Entre ellos se incluye basarse en la tecnología y las licencias independientes del servicio, en subastas y cánones que promuevan el uso eficiente del recurso espectral y logren buenos resultados económicos para los canadienses. Durante algunos años, Industry Canada ha concedido licencias de espectro para nuevos servicios que no dependen de la tecnología, se pueden comercializar y tienen un plazo de vigencia de 10 años.

Actualmente, Industry Canada está estudiando la elaboración de un modelo de cánones basado en el consumo del espectro en tres dimensiones: anchura de banda, cobertura geográfica y uso exclusivo. Aunque este modelo todavía no se ha implantado, su metodología y recomendaciones seguirán considerándose para futuras modificaciones del sistema de licencias.

5.2.3 Experiencia de China con los cánones de licencia

En 1989 el Departamento de Reglamentación de las Radiocomunicaciones (antigua Oficina de la Comisión Estatal de Reglamentación de Radiocomunicaciones) de China empezó a recaudar cánones de licencia, cuyo importe se gastó en su mayor parte en servicios de gestión del espectro. Este gasto mejoró la gestión del espectro y ha contribuido al despliegue de servicios de radiocomunicaciones. En 1998 el sistema de cánones se ajustó para simplificar sus métodos de recaudación, con el fin de evitar ambigüedades y reducir el coste de dicha recaudación. En el periodo 2009-2012 el Departamento de Reglamentación de las Radiocomunicaciones promulgó leyes continuamente, como las siguientes: «Medidas para la administración de canon por ocupación de frecuencias radioeléctricas», «Atribución de frecuencias radioeléctricas de la República Popular de China (2010)». La política de gestión del espectro y cánones del espectro se promueven continuamente para llevar a buen término la convergencia.

En China se considera que la recaudación de cánones no es sólo una fuente de ingresos sino también un medio eficaz de aumentar la eficiencia de la gestión del espectro. Hoy en día, la política de tasación de China sobre tasas y gastos se gestiona en diferentes departamentos gubernamentales. Los siguientes factores se tomaron en consideración para fijar los niveles de los cánones:

- *Anchura de banda utilizada*: Fijar el importe del canon en función de la cantidad de espectro que recibe un usuario alienta al solicitante a pedir únicamente la cantidad de espectro que requiere, por lo cual se reduce el atesoramiento de espectro.
- *Zona de cobertura*: La zona de cobertura puede ser una ciudad, una provincia o más de una provincia. Para cada zona de cobertura, el canon se fija con un importe distinto.

- *Frecuencias*: Para el mismo servicio se imponen diferentes cánones, dependiendo de la banda de frecuencias. Por ejemplo, el canon por MHz correspondiente a una estación de microondas que funcione por encima de 10 GHz es sólo la mitad del aplicado a una estación que funcione por debajo de 10 GHz. En consecuencia, esta estructura tarifaria alienta a los operadores de servicios a introducir nuevos servicios en partes menos congestionadas del espectro.

Los siguientes factores se tomaron en consideración para fijar los niveles de gastos:

- *Factor básico*: Calculado con arreglo al valor de las casas y edificios, equipos específicos de gestión de radiocomunicaciones.
- *Factor dinámico*: Consideración del número de zonas de gestión, estaciones de radiocomunicaciones, plan e inversión de gestión de la construcción de instalaciones.
- *Otros factores*: Consideración de otros eventos importantes, investigación y desarrollo en tecnología y equipos de radiocomunicaciones, ayuda a las comunicaciones y otros factores.

Partiendo de los factores mencionados anteriormente, las políticas de cánones de licencias de China se implantan de dos formas. La primera consiste en que los cánones se recaudan en función de la anchura de banda asignada. Por ejemplo, los operadores de comunicaciones móviles solicitan muchas bandas de frecuencias para construir sus redes. Con el fin de fomentar que los operadores utilicen al máximo el espectro y para prestar un servicio más conveniente al público, los cánones de licencia para las redes de comunicaciones móviles se fijan en función de la anchura de banda total asignada a la red, en lugar de para cada una de las estaciones de la red. Entretanto, puesto que las ondas radioeléctricas de las diferentes bandas de frecuencias tienen características diferentes, la política de cánones de licencia (precio por el espectro) varía según las diferentes bandas utilizadas por las comunicaciones móviles. Por ejemplo, las bandas en 900 MHz tienen mejores características de propagación y mayores coberturas que las de 1 800 MHz. Por lo tanto, el precio del espectro en la banda de 900 MHz supera al de la banda de 1 800 MHz en un 13,3%. La segunda forma de fijación de cánones de licencia es que los operadores de los servicios paguen por cada estación a la que se ha asignado frecuencias, tales como estaciones terrenas o estaciones de microondas.

Además, existen políticas favorables. Por ejemplo, pueden estar exentas de los cánones de licencia las estaciones con las siguientes características:

- 1) Estaciones propiedad del gobierno para asuntos oficiales.
- 2) Estaciones especiales para la defensa nacional.
- 3) Estaciones oficiales propiedad de la policía, el departamento de seguridad, los organismos de justicia, penitenciaría, administración de pesquerías.
- 4) Estaciones para rescate en emergencias y actuaciones ante desastres, estaciones marítimas de socorro de guardia, estaciones de difusión de información de seguridad, estaciones para la seguridad marítima.
- 5) Estaciones experimentales instaladas por las autoridades de radiodifusión, estaciones para la radiodifusión de radio y televisión en el extranjero.
- 6) Estaciones de aficionado.
- 7) Estaciones subvencionadas de retransmisión de televisión instaladas por campesinos.

La política de exención de cánones de licencia mencionada anteriormente se puso en marcha en aplicación de la primera ley de recaudación de cánones de licencia de 1998. En 2006, se estableció otra política favorable sobre los cánones de licencia que fundamentalmente facilita los servicios de comunicaciones y de radiodifusión a los granjeros en zonas rurales. En muchas zonas rurales, la economía se desarrolla con relativa lentitud. Con el fin de facilitar los servicios de radiocomunicaciones y de radiodifusión de servicios universales, el gobierno lanzó un proyecto especial para instaurar comunicaciones y radiodifusión en zonas rurales, que permitieran a los granjeros en todos los pueblos de China comunicarse entre ellos y recibir programas de radiodifusión

sonora y de televisión. Para apoyar este proyecto, el gobierno ha establecido una política favorable que reduce o suprime los cánones de licencia de las estaciones. En esta política, el operador de cualquier estación de sistemas de acceso inalámbrico analógico, MMDS y SCDMA puede pagar un canon de licencia un 50% inferior al normal y están totalmente exentas del canon las estaciones terrenas y las estaciones de retransmisión de radio y televisión. El objetivo de esta política es garantizar que la población rural obtiene los servicios radioeléctricos necesarios e imprescindibles a bajo coste.

En 2018, se introdujeron de nuevo políticas preferenciales en China para intensificar los esfuerzos por reducir los cánones de licencia. Una de ellas consiste en aplicar una política preferencial consistente en reducir el canon de licencia para las frecuencias del sistema público de comunicaciones móviles IMT-2020 (5G) en los tres primeros años y aumentarlo gradualmente hasta el nivel de canon de licencia especificado en los tres años siguientes. La segunda consiste en reducir los criterios de los cánones de licencia para las frecuencias superiores a 3 000 MHz, reduciendo aún más el coste de utilización de los recursos de frecuencias de las IMT-2020 (5G), promoviendo el desarrollo y la aplicación de las IMT-2020 (5G) en diversas industrias.

5.2.4 Experiencia de Alemania con los cánones por el uso del espectro

El sector de telecomunicaciones de Alemania está sujeto a la Ley de telecomunicaciones de 22 de junio de 2004. La finalidad de dicha Ley es, mediante una reglamentación independiente de la tecnología, promover la competencia y las infraestructuras eficientes de las telecomunicaciones y garantizar servicios adecuados en toda la República Federal de Alemania.

La Agencia Federal de Redes para electricidad, gas, telecomunicaciones, correos y ferrocarriles es una autoridad federal diferenciada de alto nivel, dependiente del Ministerio de Economía y Tecnología alemán, que tiene su sede en Bonn. El 13 de julio de 2005 la Autoridad de Regulación de las Telecomunicaciones y Correos, que sustituyó al Ministerio Federal de Correos y Telecomunicaciones (BMPT) y a la Oficina Federal de Correos y Telecomunicaciones (BAPT), tomó el nombre de Agencia Federal de Redes. El cometido de la Agencia es facilitar, mediante la liberalización y la desregularización un mayor desarrollo de los mercados eléctricos, de gas, de telecomunicaciones y postales y, desde el 1 de enero de 2006, también del mercado de infraestructuras ferroviarias.

La reglamentación de frecuencias se basa en un Cuadro nacional de atribución de frecuencias, en planes de uso de las frecuencias y en procedimientos de asignación de frecuencias.

Los cánones por asignación de frecuencias y las tasas de contribución al uso de las frecuencias se regulan mediante la Ley de Telecomunicaciones y reglamentos con rango de ley.

5.2.4.1 Asignación de frecuencias y cánones de asignación de frecuencias

Cada utilización de frecuencias requiere la correspondiente asignación previa por parte de la Agencia Federal de Redes. Las frecuencias se asignan para un determinado propósito con arreglo al plan de frecuencias de forma no discriminatoria y basándose en procedimientos transparentes y objetivos.

Normalmente las frecuencias se asignan de oficio por la Agencia Federal de Redes como asignaciones generales para el uso de determinadas frecuencias por el público en general o por un grupo de personas definido o que puede definirse mediante características generales. Cuando no es posible una asignación general, las frecuencias para utilizaciones particulares las asigna la Autoridad Regulatoria tras su solicitud por escrito, como asignaciones individuales.

La Agencia Federal de Redes cobrará cánones por las decisiones relativas a la obtención de derechos de uso para las frecuencias. Las cuantías de los cánones se calculan de forma que se recuperen los costes incurridos por las actuaciones oficiales. Además, los cánones con cargo a esas decisiones se pueden determinar de forma que sirvan como un mecanismo que impulse un uso óptimo y eficiente.

5.2.4.2 Tasas para contribuciones por la utilización de frecuencias

La Agencia Federal de Redes recaudará contribuciones anuales con el fin de recuperar los costes en los que incurre por la gestión, control y aplicación de las asignaciones generales y de los derechos de uso del espectro, en los que, en particular, se incluyen los costes incurridos por la Agencia Federal de Redes por las actividades siguientes:

- 1) la planificación y desarrollo posterior del uso de las frecuencias, incluidos las mediciones, las pruebas y los estudios de compatibilidad necesarios para garantizar un uso de las frecuencias eficiente y sin interferencias;
- 2) la cooperación internacional, armonización y normalización.

Deben aportar estas contribuciones todos aquellos que tienen asignadas frecuencias. El importe de los costes se atribuirá a diferentes grupos de usuarios distribuidos por atribuciones de frecuencia, compensando los gastos siempre que sea posible. En el seno de estos grupos, los costes se dividen atendiendo al uso de las frecuencias.

5.2.4.3 Procedimiento vigente para el cálculo de cánones de asignación de frecuencias y contribuciones por la utilización de frecuencias

En 1996 la Reg. TP introdujo un sistema de desempeño y contabilidad (conocido con las siglas KLR) con el fin de contar con un sistema de registro y un instrumento de control para calcular los costos correspondientes a los cánones de asignación de frecuencias y contribuciones (costos de personal y otros gastos). De acuerdo con la nueva legislación de telecomunicaciones de Alemania, la idea era elaborar un instrumento que ofreciera la posibilidad de efectuar cálculos reales, en lugar de estimaciones de los cánones y contribuciones. La introducción del KLR representó un paso para promover la eficacia y la transparencia de costos en la Agencia Federal de Redes. La definición de las unidades de costo (por ejemplo, grupos de usuarios) como la unidad más pequeña en la estructura basada en la eficacia de la Agencia Federal de Redes es el elemento fundamental del concepto KLR. Se preparó un módulo denominado «registro de gastos» que permite la distribución directa de los costos futuros entre las categorías fundamentales de costos como los de personal, del equipo de medición así como los de los automóviles para el transporte individual y de las camionetas necesarias para el servicio de supervisión. El registro de gastos se efectúa utilizando una hoja de trabajo que deben rellenar los empleados que realizan actividades en el ámbito correspondiente. En el registro de gastos queda consignada con exactitud diariamente (el límite de exactitud en el tiempo corresponde a media hora) la duración del periodo necesario para el desempeño de las tareas fijadas en el marco de una evaluación mensual.

5.2.4.4 Cálculo de cánones de asignación de frecuencias

Los cánones de asignación de frecuencias se calculan, en primer lugar, sobre la base de los costos de acuerdo con los datos de contabilidad de costos y, en segundo lugar, de los datos estadísticos (por ejemplo, número de nuevas solicitudes de asignación de frecuencias, cambios de las asignaciones de frecuencias). Según el método de contabilidad de costos, todos los costos relacionados con los cánones (costos de personal y otros gastos) se registran y atribuyen diariamente con arreglo al servicio y al grupo de usuarios de que se trate.

Algunas de las funciones de la gestión del espectro llevadas a cabo por la Agencia Federal de Redes no generan ingresos. Por esta razón, los costos no se pueden cubrir íntegramente. No obstante, el registro y la evaluación de las funciones de la gestión del espectro sin costo (especificadas en la orden sobre contribuciones por utilización de frecuencias) y de otras entidades públicas (por ejemplo, el Ministerio de Defensa) garantizan la transparencia necesaria de los cánones y permite informar sobre los motivos por los que no se ha logrado una recuperación íntegra de los costos.

5.2.4.5 Cálculo de las tasas para contribuciones relativas a la utilización de frecuencias

Las contribuciones relativas a la utilización de frecuencias se calculan también sobre la base de todos los costos relacionados con las contribuciones, de acuerdo con los datos de la contabilidad de costos. Como ocurre con los costos relacionados con los cánones, todos los costos relacionados con las contribuciones (costos de personal y otros gastos) se registran y atribuyen diariamente de acuerdo con el servicio y grupo de usuarios de que se trate. La contribución por grupo de usuarios se calcula teniendo en cuenta el número de frecuencias asignadas a cada grupo de usuarios. Se aplica el principio de solidaridad dentro de cada grupo de usuarios, es decir, todos los grupos de usuarios en un mismo tipo de servicio pagan, aunque un determinado grupo de usuarios pueda tener ventajas financieras.

La contribución anual de cada grupo de usuarios se debe calcular de nuevo cada año basándose en la recuperación de los costos. El principio subyacente para el cálculo de los cánones de asignación de frecuencias y las contribuciones de utilización de frecuencias es que los cánones y las contribuciones deben cubrir los costos de personal y otros gastos asociados con la actividad en cuestión, aunque el método de contabilidad de costos aplicado en Alemania es la base esencial del cálculo.

5.2.5 Experiencia de Israel con los cánones de licencia

El Ministerio de Telecomunicaciones del Estado de Israel ha establecido unos cuantos mecanismos de concesión de licencias:

- un pago puntual por la presentación de solicitudes para el suministro de servicios de telecomunicaciones;
- un canon anual por la utilización del espectro de frecuencias;
- regalías anuales, que debe abonar el proveedor del servicio de telecomunicaciones de que se trate como un porcentaje de sus ingresos;
- un pago puntual abonable por el ganador de una subasta.

Cánones anuales de espectro

Tras la correspondiente modificación de la Orden sobre la telegrafía inalámbrica, Israel comenzó a introducir cánones anuales de espectro en enero de 1995, para persuadir a los operadores y a los empresarios privados de que utilizaran el espectro de forma más eficaz. El Ministerio de Comunicaciones puede modificar, una vez al año, la estructura o el valor de un determinado canon. Esto se hace a través de la Comisión de Finanzas de la Kneset (El Parlamento de Israel) y cualquier proveedor del servicio o usuario privado del espectro que pueda quedar afectado por dichas modificaciones tiene derecho a presentar su caso ante la Comisión.

Debido a que estos cánones se reducen a frecuencias superiores a 960 MHz, se fomenta la utilización de dichas frecuencias. Por debajo de 960 MHz, el canon del espectro asciende a aproximadamente a 170 000 dólares de los Estados Unidos de América por 1 MHz. Este método se ha adoptado para fomentar la utilización de bandas menos ocupadas y alentar a los usuarios de espectro a aprovechar la reutilización de frecuencias asociada con una atenuación mayor y lóbulos laterales de antena reducidos a frecuencias más elevadas.

Los cánones de espectro se agrupan atendiendo a diferentes servicios, por ejemplo:

- Radiocomunicaciones móviles privadas.
- Radiocomunicaciones móviles interurbanas.
- Servicios celulares.
- Radiodifusión sonora y de televisión.
- Enlaces de microondas punto a punto.
- Acceso inalámbrico fijo.
- Comunicación por satélite (usuarios privados y comerciales).
- Radioaficionados.
- Servicios aeronáuticos y marítimos.
- Licencias temporales para pruebas o demostraciones.

En el sistema de cánones se han previsto ciertas medidas para alentar una mejor y mayor reutilización de las frecuencias. En este sentido, podemos citar algunos ejemplos:

- Un canon inferior para potencias de transmisión más bajas en el caso de entidades de radiodifusión sonora y de televisión.
- Descuentos concedidos a las entidades de radiodifusión de televisión que reutilizan las mismas frecuencias en diferentes lugares.
- La exoneración del pago de cánones en favor de entidades de radiodifusión sonora que reutilizan la misma frecuencia en lugares adicionales.
- Descuentos otorgados a proveedores de servicios de telecomunicaciones que reutilizan la misma frecuencia para enlaces de microondas multipunto a punto.

A continuación citamos ciertos ejemplos de la breve experiencia adquirida por Israel en los últimos años en materia de cánones con incentivo:

- En un plazo de dos años todos los enlaces punto a punto en frecuencias superiores a 960 MHz (100 aproximadamente), se reubicaron en frecuencias más elevadas.
- Se concertó un acuerdo con las entidades de radiodifusión de televisión para modificar sus frecuencias, con el fin de lograr un uso más eficaz del espectro.
- Se autorizó la migración de diferentes sistemas de frecuencias inferiores a 1 GHz, para liberar anchura de banda en favor de un tercer operador celular en la banda GSM.
- Se pagó a ciertos operadores para desplazar sus sistemas y el coste de esta migración fue financiado mediante el pago por adelantado que hizo al Estado el nuevo competidor (y no así directamente al usuario existente de dicha parte del espectro).

5.2.6 Experiencia de la República Kirguisa con la aplicación de cánones de licencia

En 1997 se estableció en la República Kirguisa una autoridad reguladora independiente en materia de comunicaciones, nos referimos al Organismo Nacional de Comunicaciones (NCA), y de conformidad con la Ley de correos y telecomunicaciones de la República Kirguisa, promulgada en 1998, se inició la gestión del espectro en el país.

En 1998 el NCA estableció un modelo de cánones de licencia, cuyo propósito era acrecentar la eficacia del espectro, aplicar un método no discriminatorio a varias categorías de usuarios, estimular la utilización de gamas de frecuencias no utilizadas, desarrollar servicios de radiocomunicaciones en toda la República Kirguisa y cubrir los costes de la gestión del espectro.

Este modelo, que permite calcular el valor de los pagos anuales por utilización del espectro, contiene los siguientes elementos básicos:

- las frecuencias radioeléctricas utilizadas en la República Kirguisa, que representan todas las asignaciones de frecuencia almacenadas en la base de datos nacional y se determinan anualmente. Para cada asignación la correspondiente frecuencia se calcula a la vista de las bandas utilizadas y la zona de coordinación de que se trate;
- el coste anual de la gestión del espectro;
- el precio medio por unidad de frecuencia utilizada se calcula a partir los valores precitados;
- el pago anual que ha de abonar un determinado usuario se fija basándose en el valor de las frecuencias utilizadas.

Como este método incluye diferentes factores de incentivo, el pago depende no sólo de la anchura de banda utilizada y la zona de cobertura, sino también del emplazamiento geográfico de la estación, la densidad demográfica de la zona de cobertura, los factores sociales, la exclusividad, el tipo de servicio de radiocomunicación que se suministra, la utilización del espectro y la complejidad de la comprobación técnica del espectro.

El soporte lógico desarrollado permite determinar en cualquier momento al usuario el valor del pago anual que debe realizar por el espectro que utiliza y hace posible que nuestro modelo sea transparente y accesible a todos los usuarios.

Por consiguiente, mientras mayor sea la anchura de banda y más poblada la zona geográfica de que se trate, mayor será el pago que deba realizar el usuario. Esto fomenta la utilización de equipo más moderno y de nuevas gamas de frecuencias, así como la ampliación de la cobertura a zonas rurales y remotas.

El NCA ha aprobado plazos desde hasta 7 años para las licencias. Para calcular el algoritmo correspondiente al pago del espectro hay que determinar, entre otras cosas:

- los gastos anuales en que incurre el Estado por la gestión de la utilización de las frecuencias radioeléctricas y, basándose en esto, el valor total de los pagos anuales correspondientes a las radiofrecuencias utilizadas;
- el valor de las radiofrecuencias;
- el precio por unidad de las radiofrecuencias;
- el pago anual que debe realizar un determinado usuario de forma diferencial y no discriminatoria, pago que se basa en el valor de las frecuencias utilizadas y el precio medio de este recurso.

5.2.6.1 Gastos e ingresos del Estado derivados de la gestión del espectro

El total de los pagos anuales por la utilización del espectro, C_{ann} , recaudados de todos los usuarios, puede calcularse de la forma siguiente:

$$C_{ann} = C_1 + C_2 \quad (56)$$

donde:

- C_{ann} : coste total anual correspondiente a los usuarios por la utilización del espectro
- C_1 : porcentaje de los recursos necesarios para cubrir los costes que debe cubrir el Estado por encargarse de la gestión del uso del espectro
- C_2 : ingresos netos del Estado.

Cabe la posibilidad de dividir los términos C_1 y C_2 en los siguientes componentes:

$$C_1 = C_{11} + C_{12} + C_{13} \quad (57)$$

donde:

- C_{11} : representa los medios necesarios para adquirir y explotar un sistema de gestión del espectro, incluidos el equipo para la estación de comprobación técnica de las emisiones de radiocomunicación, los dispositivos de determinación del sentido de las emisiones, así como computadores, programas informáticos, materiales, amortización de edificios, etc.
- C_{12} : corresponde a los medios necesarios para realizar investigaciones científicas, adquirir publicaciones y recomendaciones científicas, realizar estudios de compatibilidad electromagnética, proceder a la coordinación de asignaciones de frecuencia, etc.
- C_{13} : representa los sueldos del personal asignado a la gestión del espectro.

En C_{11} , C_{12} , C_{13} no se incluyen impuestos.

C_2 puede dividirse en los siguientes componentes:

$$C_2 = C_{21} + C_{22} \quad (58)$$

donde:

- C_{21} : representa los impuestos fijados por la autoridad gestora del espectro, el equipo de telecomunicaciones, los programas informáticos, los materiales, etc.
- C_{22} : corresponde a los pagos efectuados por la utilización del espectro. Actualmente en Kirguistán el valor de C_{22} es nulo debido a la intención de alentar el desarrollo de los servicios de telecomunicaciones.

En las ecuaciones (56) y (58) no se toman en consideración los ingresos indirectos derivados de los impuestos estatales sobre los ingresos de los operadores de telecomunicaciones cuya actividad tiene que ver con la utilización de radiofrecuencias (por ejemplo, los impuestos sobre los ingresos de los operadores de comunicaciones celulares). Este componente de los ingresos del Estado es esencial y sobrepasa el componente C_{22} .

El C_{22} representa, en esencia, un pago inicial por el espectro utilizado. Sin embargo, ningún operador de telecomunicaciones, especialmente en los países en desarrollo, podría realizar inmediatamente un pago considerable, lo que constituye un obstáculo contra el desarrollo. Un incentivo económico adecuado a este respecto consiste en reducir a un mínimo el componente C_{22} , para que el operador de telecomunicaciones pueda empezar a suministrar servicios sin tener que realizar pago alguno inicial por la utilización del espectro. El Estado podría compensar la pérdida de C_{22} con cargo a los impuestos aplicables a las actividades de los operadores de telecomunicaciones.

En consecuencia y para fomentar el rápido desarrollo de los servicios de telecomunicación e información en el país y la prestación de incentivos económicos a los operadores de telecomunicaciones, resulta esencial mantener los pagos por la utilización del espectro al mínimo necesario para cubrir los costes de la gestión del espectro.

5.2.6.2 Determinación del valor del espectro radioeléctrico

A partir de las ecuaciones (56), (57) y (58) puede determinarse C_{ann} , que representa el pago anual por todas las radiofrecuencias utilizadas en el país. Esta suma debe recaudarse en forma equitativa y no discriminatoria de todos los operadores de telecomunicaciones que utilizan el espectro radioeléctrico. Para llevar a cabo dicha tarea, y de conformidad con el presente Informe y lo dispuesto por la Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT (La Valetta, 1998), habrá que determinar el valor del espectro utilizado por cada operador.

El NCA estipula ciertas limitaciones que los usuarios deben observar en relación con la utilización de asignaciones de frecuencia. Estas limitaciones tienen que ver con la instalación y explotación de sus equipos radioeléctricos. En la base de datos nacional se almacena la información necesaria sobre las asignaciones de frecuencia (bandas de frecuencias, capacidad del transmisor, coordenadas geográficas, tipo de antena y altura de las antenas instaladas, etc.). El total de asignaciones de frecuencia se designa con la letra «*n*».

El método utilizado es el siguiente:

Para el usuario *i*-ésimo y en base a las características de su asignación de frecuencia incorporadas a la base de datos nacional, es posible calcular un valor tridimensional del espectro utilizado de la manera siguiente:

$$Z_i = F_i \cdot S_i \cdot t \quad (59)$$

donde:

Z_i : frecuencia utilizada para la asignación de frecuencia *i*-ésima

F_i : banda de frecuencias radioeléctricas utilizada para la asignación de frecuencia *i*-ésima

S_i : zona del territorio utilizado para la asignación de frecuencia *i*-ésima

t : representa el tiempo.

Cada componente puede considerarse más detalladamente:

- El tiempo t para todos los usuarios es un año ($t = 1$).
- La densidad demográfica de los territorios considerados no es uniforme. Las zonas con densidad demográfica elevada son más interesantes para los operadores de servicios de telecomunicaciones. En consecuencia, el territorio de la República Kirguisa se ha dividido en m territorios con arreglo a la estructura administrativa nacional y para cada territorio j -ésimo ($1 \leq j \leq m$) el coeficiente de densidad demográfica (con arreglo a los datos del censo) es K_j (véase el Cuadro 28). $K_j = 1$ para la zona de menor densidad demográfica.

CUADRO 28

Coeficiente de densidad demográfica para los diferentes territorios de la República Kirguisa

Nombre – Provincia (óblast)	B_j
Naryn	1
Talas	3,7
Issyk-Kul	3,5
Jalal-Abad	5,6
Osh	5
Chuy	8
Ciudades y asentamientos tipo urbano	
Con una población comprendida entre 10 000 y 50 000 habitantes	16
Con una población comprendida entre 50 000 y 100 000 habitantes	32
Con una población comprendida entre 100 000 y 500 000 habitantes	64
Con una población superior a 500 000 habitantes	128

El coeficiente de densidad demográfica permite asignar un pago anual equitativo a los usuarios. Por consiguiente, la zona de coordinación de la asignación de frecuencia i -ésima abarca q lugares en diferentes territorios, dicha zona vendrá determinada por:

$$S_i = \sum_{j=1}^q K_j \lambda_j \quad \text{km}^2 \quad (60)$$

donde:

- S_i : zona del territorio utilizado para la asignación de frecuencia i -ésima
- q : número total de territorios abarcados por la zona de coordinación de la asignación de frecuencia i -ésima, ($q \leq m$)
- K_j : coeficiente de densidad demográfica en el territorio j -ésimo (véase Cuadro 28)
- λ_j : lugar de la zona de coordinación situado en el territorio j -ésimo.

- c) Para cada asignación de frecuencia i -ésima, se utiliza la banda de frecuencias Δf_i . Ahora bien, los servicios de radiocomunicaciones utilizan diferentes gamas de frecuencias. Por tal motivo, es necesario tomar en consideración un cierto número de coeficientes, ya que influyen en el precio de la banda de frecuencias utilizada. En general, es posible determinar el valor de la banda de frecuencias utilizada para la asignación de frecuencia i -ésima como sigue:

$$F_i = \alpha_i \cdot \beta_i \cdot \Delta f_i \quad \text{kHz} \quad (61)$$

donde:

- F_i : banda de frecuencias teórica utilizada por la asignación de frecuencia i -ésima
- Δf_i : banda de frecuencias utilizada realmente por la asignación de frecuencia i -ésima
- α_i : coeficiente que corresponde a los factores indicados en la ecuación (62)
- β_i : coeficiente que determina la exclusividad de la utilización. Si en un determinado lugar el espectro se utiliza con exclusividad, $\beta_i = 1$. Si existe compartición del espectro, β varía entre $0 < \beta_i < 1$, dependiendo de las condiciones de compartición.

Cabe la posibilidad de examinar el coeficiente α_i con mayor detalle. Existe una serie de factores que afectan el valor de α_i , que pueden representarse mediante el siguiente producto:

$$\alpha_i = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \quad (62)$$

donde:

- α_i : coeficiente general en el que se tienen en cuenta diferentes factores de utilización del espectro
- α_1 : valor comercial de la gama de frecuencia utilizada
- α_2 : factor social
- α_3 : representa otras características del emplazamiento del transmisor
- α_4 : refleja la complejidad de las funciones de gestión del espectro.

En el Cuadro 29 se indican los valores de los coeficientes α_1 , α_2 , α_3 y α_4 .

El coeficiente α_1 , está comprendido entre 0 y 100 y viene determinado básicamente por dos factores:

- el valor comercial de los servicios de radiocomunicación; por lo cual este factor aumenta con el valor de dichos servicios;
- el hecho de que gran número de servicios podrá desplazarse a frecuencias más elevadas una vez que se adquiriera experiencia en ese sentido, lo que permitirá reducir la sobrecarga en bandas de frecuencias más bajas. Aquí se trata de consideraciones económicas, en base a alentar la utilización de bandas de frecuencias más elevadas. Por ejemplo, para fomentar la transición de las estaciones que funcionan a frecuencias inferiores a 1 GHz a frecuencias superiores a 1 GHz, el valor del coeficiente α_1 para la gama por encima de 1 GHz es inferior al valor correspondiente a las estaciones que funcionan por debajo de 1 GHz. Actualmente, varios servicios de radiocomunicaciones utilizan frecuencias por debajo de 1 GHz en el mismo lugar y, en consecuencia, se plantea la cuestión de su compatibilidad electromagnética. Actualmente la utilización de la gama por encima de 1 GHz se domina muy insuficientemente en la República Kirguisa, pero podría recurrirse las tecnologías más recientes con el fin de utilizar más eficazmente esa parte del espectro.

El coeficiente α_2 que varía entre 0 y 10, representa un factor social. En el caso de los servicios de radiocomunicaciones cuya existencia es vital para los grupos de población, incluidos los más necesitados, el valor de este coeficiente es bajo. Por ejemplo, el valor del coeficiente α_2 es reducido para las estaciones de comunicaciones a larga distancia que utilizan frecuencias por encima de 1 GHz, y la radiodifusión de televisión. En cambio, el valor de dicho coeficiente α_2 es más elevado para las comunicaciones celulares.

El coeficiente α_3 permite tener en cuenta las características de los emplazamientos en las zonas urbanas y rurales. En las zonas rurales en que la densidad demográfica y el nivel de ingresos son bajos, el valor comercial de los servicios de comunicación es también reducido y el coste tecnológico del suministro de dichos servicios resulta elevado. En consecuencia se ha reducido el valor del coeficiente α_3 a 0,1 (en los distritos urbanos $\alpha_3 = 1$) para apoyar a estos operadores de telecomunicaciones y soportar dichos servicios, así como para alentar el desarrollo de servicios de radiocomunicaciones.

El coeficiente α_4 varía entre 0 y 10 y viene determinado por la complejidad de las funciones de gestión del espectro ejecutadas. Este coeficiente es el más elevado tratándose de los servicios móviles, ya que en este caso es necesario realizar la función de radiodeterminación de objetos móviles, así como en el caso de radiodifusión de televisión, que exige calcular con mucha exactitud varios parámetros.

CUADRO 29

Valores de los coeficientes $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$

Servicio	α	α_1	α_2	α_3		α_4
				Ciudad	Aldea	
Línea de radioenlace en la gama superior a 1 GHz		0,5	0,30	1	0,1	1
Línea de radioenlace en la gama inferior a 1 GHz		1	4,00	1	0,1	1
Televisión en la gama de ondas métricas		5	0,30	1	0,1	5
Televisión en la gama de ondas decamétricas		5	0,40	1	0,1	5
Radiodifusión en onda ultra corta		12	5,00	1	0,1	5
Radiodifusión en onda corta		5	5,00	1	0,1	4
Radiocomunicaciones en onda corta		13	6,00	1	0,1	4
Comunicaciones interurbanas		12	6,00	1	0,1	5
Comunicaciones celulares		13	6,00	1	0,1	5
Radiobúsqueda		60	6,00	1	0,1	5
Comunicaciones móviles		10	6,00	1	0,1	5
Radiocomunicaciones en la banda ciudadana		0,12	1,00	1	0,1	1
Radiolocalización		0,15	0,10	1	0,1	1
Sistemas de señales radioeléctricas de seguridad		6	1,0	1	0,1	2
Estaciones terrenas para el servicio fijo por satélite		40	1,00 0,30*	1	0,1	1
Enlace de conexión para el servicio de radiodifusión por satélite		7	0,30	1	0,1	1

NOTA 1 – El coeficiente α_2^* , que refleja un factor social, ha sido adoptado por las organizaciones internacionales que no representan servicios de comunicaciones comerciales en el territorio de la República de Kirguisa y cuyas actividades tienen por objeto garantizar la estabilidad de la economía o el desarrollo de la ciencia y la cultura en el país.

Así, pues, con ayuda de los coeficientes de ponderación K_j , α_i , y β_i que figuran en las ecuaciones (60) y (61), según la ecuación (59) y a la vista de varios factores es posible determinar la frecuencia de Z_i para cada asignación de frecuencia. A continuación, pueden calcularse los recursos generales de radiofrecuencias utilizados en la República Kirguisa, utilizando la fórmula (63):

$$Z = L \sum_{i=1}^n Z_i \quad \text{kHz} \cdot \text{km}^2 \cdot 1 \text{ año} \quad (63)$$

donde:

- Z : recurso general de radiofrecuencias utilizado en el país
- Z_i : frecuencia utilizada para la asignación de frecuencia i -ésima
- n : número total de asignaciones de frecuencia registradas en la base nacional de datos
- L : coeficiente de expansión estimada para la utilización de espectro. La introducción de este coeficiente permite fijar precios para el espectro con anterioridad al siguiente año fiscal.

5.2.6.3 Precio por unidad de frecuencia utilizada

Basándose en la ecuación (56) y habida cuenta de las ecuaciones (57) y (58), se calcula el total de los pagos anuales.

Sobre la base de la ecuación (63) se determina el valor del espectro utilizado anualmente en el país.

Puede calcularse el precio de ΔC_{ann} para una unidad convencional de frecuencia:

$$\Delta C_{ann} = \frac{C_{ann}}{Z} \left(\frac{Som^*}{\text{kHz} \cdot \text{km}^2 \cdot \text{año}} \right) \quad (64)$$

donde:

Som^* : moneda nacional.

5.2.6.4 Cánones anuales para una asignación de frecuencia dada

El precio de ΔC_{ann} para la unidad convencional de frecuencias se calcula utilizando la ecuación (64).

La frecuencia Z_i utilizada en el marco de una determinada asignación de frecuencia se estima con arreglo a la ecuación (59). A continuación, puede calcularse la cantidad del pago anual C_i que debe realizar un usuario dado del espectro para la asignación de frecuencia i -ésima de que se trate, mediante la ecuación (65):

$$C_i = \Delta C_{ann} \cdot Z_i \quad (65)$$

Si cualquiera de los operadores de telecomunicaciones cuenta con más de una asignación de frecuencia, se calculará el pago para cada asignación y se sumarán las cantidades obtenidas.

5.2.6.5 Aplicación del método

El NCA autorizó el método que acabamos de describir en un texto sobre el cálculo de los pagos anuales por la utilización total del espectro en el país. Este método se aplica en colaboración con la Comisión Nacional de Protección y Fomento de la Competencia de la República Kirguisa.

El país dispone de programas informáticos para la base nacional de datos sobre asignaciones de frecuencia y el cálculo del pago correspondiente a un usuario no presenta dificultades.

Se han organizado seminarios para explicar este método a los operadores de telecomunicaciones y el hecho de que lo conozcan prácticamente todos los usuarios garantiza su transparencia.

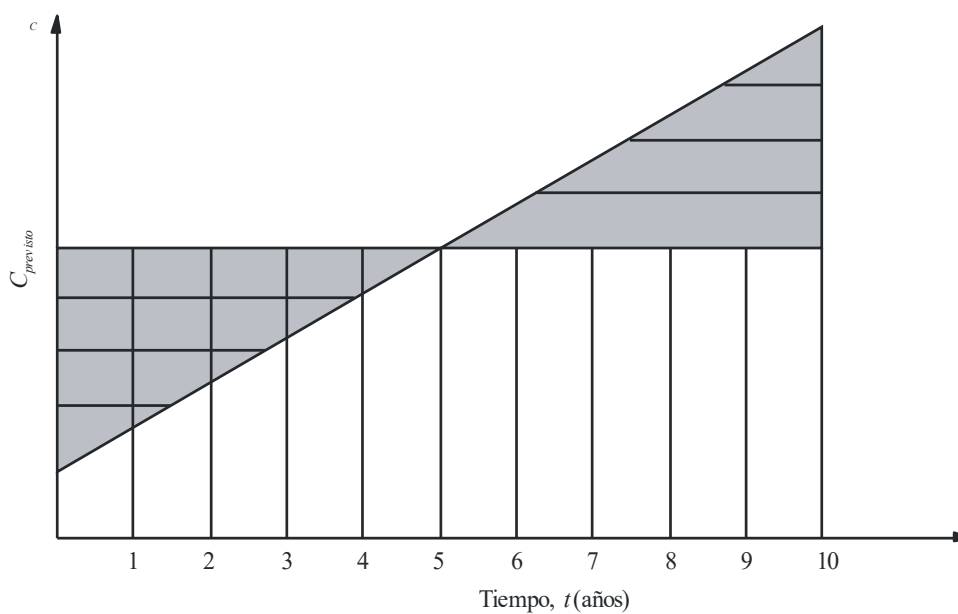
5.2.6.6 Financiación del sistema de comprobación técnica

Como la mayoría de los países nuevos y en desarrollo, la República Kirguisa experimenta dificultades para financiar un moderno sistema de gestión del espectro. El principal obstáculo está constituido por la financiación del sistema nacional de comprobación técnica automatizada del espectro radioeléctrico que permite garantizar su gestión eficaz. Dicho sistema es necesario pero su coste resulta elevado y el presupuesto del Estado limitado.

La forma de financiar dicho sistema sería recurrir a las organizaciones de financiación internacionales o a otros países para conseguir un préstamo en condiciones preferenciales. El principal del préstamo podría ser objeto de pagos anuales y devolverse gradualmente al acreedor, por ejemplo, en cantidades anuales. No obstante, el pago total (principal más intereses) sería muy elevado en los primeros años de amortización. En la Fig. 14 puede verse el mecanismo de devolución del principal.

Los pagos mencionados redundarían en un aumento sustancial de los gastos de los operadores de telecomunicaciones y en un incremento de los precios de sus servicios. Esto menoscabaría el desarrollo del país y en ciertos casos la viabilidad de los operadores. El retraso concomitante en la expansión de los servicios de telecomunicaciones no sólo reduciría los ingresos fiscales, sino también ocasionaría una recesión, como ya ha ocurrido en el pasado.

FIGURA 14
Mecanismo de devolución del principal



I. SM.2012-13

En este contexto es posible aplicar otro enfoque. Basándose en la experiencia adquirida por otros países, habría que suponer que el número de usuarios del espectro aumentará y que, por tanto, sería posible aumentar dentro de límites razonables el precio por unidad del espectro y apoyarlo en moneda fuerte hasta que el total de los cánones anuales alcancen el nivel previsto, $C_{previsto}$, a mitad del periodo de amortización (por ejemplo, cinco años después de la instalación del equipo, suponiendo que el préstamo se concediese por un plazo de diez años).

El total de los impuestos para el periodo de diez años (teniendo presente también el principal, que sería necesario devolver dentro de dicho plazo) es equivalente a la parte con rayas verticales de la figura. Durante los primeros cinco años se registraría un déficit, representado por la parte con líneas verticales y horizontales, mientras que en los cinco años siguientes se dispondría de un superávit (parte con líneas horizontales). La principal ventaja de dicha política, sería la estabilidad de los precios, lo que permitiría a los operadores de telecomunicaciones planificar sus ingresos y gastos, así como a desarrollar sus servicios.

Es evidente que lo antedicho constituye sólo la primera etapa de una política de precios. Si fuera posible establecer precios más exactos y formular de forma más precisa la política de precios, basándose en condiciones reales, los pagos podrían realizarse más rápidamente.

El método antes expuesto haría posible formular la política tarifaria de la República Kirguisa en relación con el uso del espectro, teniendo en cuenta de la devolución del préstamo, y tratar de forma no discriminatoria a los diferentes usuarios del espectro.

5.2.7 Experiencia de la Federación de Rusia con los cánones del espectro

Introducción

La metodología para el cálculo del pago único y el canon anual por utilización del espectro radioeléctrico en la Federación de Rusia se adoptó por el Decreto del Ministerio de Comunicaciones y Medios de Masas de la Federación de Rusia N.º 164 del 30.06.2011.

En el Cuadro 30 se muestra la cantidad del canon del espectro por tecnología radioeléctrica pagado al Presupuesto Federal en 2012.

CUADRO 30

Tecnologías radioeléctricas	Tasa anual de autorizaciones, millones de rublos	Pago único de autorizaciones, millones de rublos	Total, por tecnología, millones de rublos
Tecnologías radioeléctricas celulares	12 965,61	870,08	13 835,69
Otras tecnologías	1 326,65	217,52	1 544,17
Total	14 292,26	1 087,60	15 379,86

La revisión de la aplicación de la metodología práctica en 2011-2014 mostró que el procedimiento vigente de establecimiento del canon para cada autorización de uso de frecuencia tenía un efecto negativo en la tasa de desarrollo de red para operadores de radiocomunicaciones que prestan servicios en el territorio de los sujetos de la Federación de Rusia en las bandas de frecuencias atribuidas. Eso significa que el incremento en el número de estaciones de base y, en consecuencia, la ampliación de la cobertura de servicio para usuarios tuvo como resultado un aumento exagerado del canon mientras que la cantidad de espectro atribuido efectivamente a un operador se mantuvo constante.

Ese fue el motivo por el que se propuso aplicar un sistema basado en los recursos con el que determinar el valor del canon del espectro. Esas propuestas se aplicaron estableciendo el pago único y el canon anual de tecnologías radioeléctricas de normas GSM (excluido GSM-R), IMT-MC-450, UMTS y LTE, y sus futuras modificaciones, en el contexto de la banda de frecuencias atribuida por la decisión de la Comisión Estatal de Frecuencias Radioeléctricas (CEFR) o especificada en la licencia de prestación de servicios de telecomunicaciones basadas en espectro (en adelante, la licencia) para cada sujeto (parte de sujeto) de la Federación de Rusia especificado en la decisión de la CEFR. Ahora bien, se propone mantener la posibilidad actual de aplicar coeficientes calculados junto con cambios en los procedimientos para calcular el número de frecuencias radioeléctricas utilizadas (canales radioeléctricos) e introducir un coeficiente calculado a partir de la intensidad de uso de las correspondientes bandas de frecuencias atribuidas en un sujeto (parte de un sujeto) de la Federación de Rusia.

Al aplicar el sistema propuesto, los operadores que prestan servicios de comunicación utilizando tecnologías radioeléctricas de normas GSM (excluido GSM-R), IMT-MC-450, UMTS y LTE, y sus futuras modificaciones, tendrán aseguradas condiciones de pago iguales para las bandas de frecuencias atribuidas.

Para otras tecnologías radioeléctricas, se asignarán frecuencias radioeléctricas en las bandas de frecuencias atribuidas por decisión de la CEFR a un número ilimitado de usuarios de espectro. Teniendo eso presente, el procedimiento vigente de establecimiento del pago único y el canon anual se mantiene para cada autorización que se concede al decidir sobre la asignación (atribución) de una frecuencia radioeléctrica o un canal radioeléctrico.

En la metodología también se incorporó un incremento de pago para los sistemas no utilizados durante un año desde la autorización. Se trata de un pago que se incrementa diez veces durante el periodo desde la fecha de finalización del periodo de un año hasta la fecha del registro de sistema.

El pago por sistemas radioeléctricos no utilizados en redes tecnológicas y previstas a tal fin, por sistemas de radiodifusión por radio y televisión, y por sistemas radioeléctricos en las regiones muy al norte y equivalentes, que no se registraron en los dos años desde la fecha de la autorización del sistema radioeléctrico, aumenta diez veces desde la fecha en la que expira el periodo de dos años hasta la fecha de registro del sistema.

En el caso de tecnologías en fase de investigación, desarrollo o experimentación, el pago se reduce aplicando $K_{adv} = 0,001$ de conformidad con la decisión de la CEFR.

Así, para aumentar la eficiencia del pago único y del canon anual para el uso del espectro en la Federación de Rusia, se introdujeron las modificaciones anteriormente mencionadas en la metodología mediante el Decreto del Ministerio de Comunicaciones y Medios de Masas de la Federación de Rusia N.º 279 del 4 de septiembre. Las modificaciones entraron en vigor el 31 de diciembre de 2014.

En las Figs. 15-17 se muestra el espectro ocupado, el canon anual promedio por sistema radioeléctrico (estación de base, BS) para ciertas tecnologías radioeléctricas, modos de comunicación, tipos de sistema y canon anual promedio por 1 MHz calculado de conformidad con la metodología modificada.

FIGURA 15

Espectro ocupado por sistema radioeléctrico (BS) de ciertas tecnologías radioeléctricas, modos de comunicación, tipos de sistema, MHz

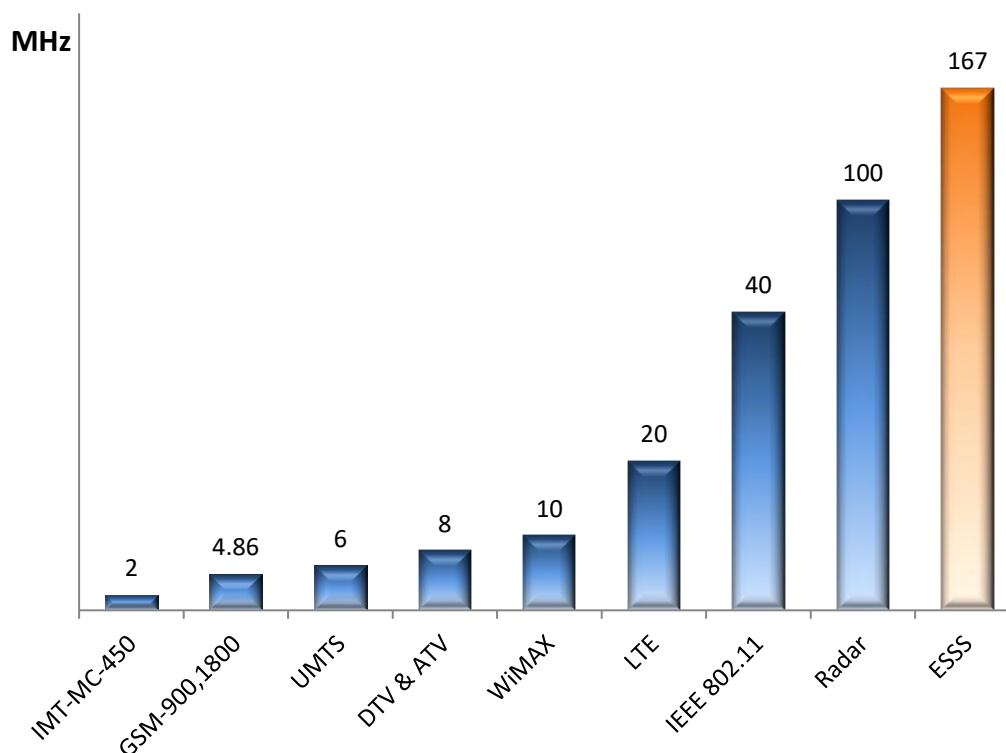


FIGURA 16

Canon anual promedio por sistema radioeléctrico (BS) para ciertas tecnologías radioeléctricas, modos de comunicación, tipos de sistema, rublos

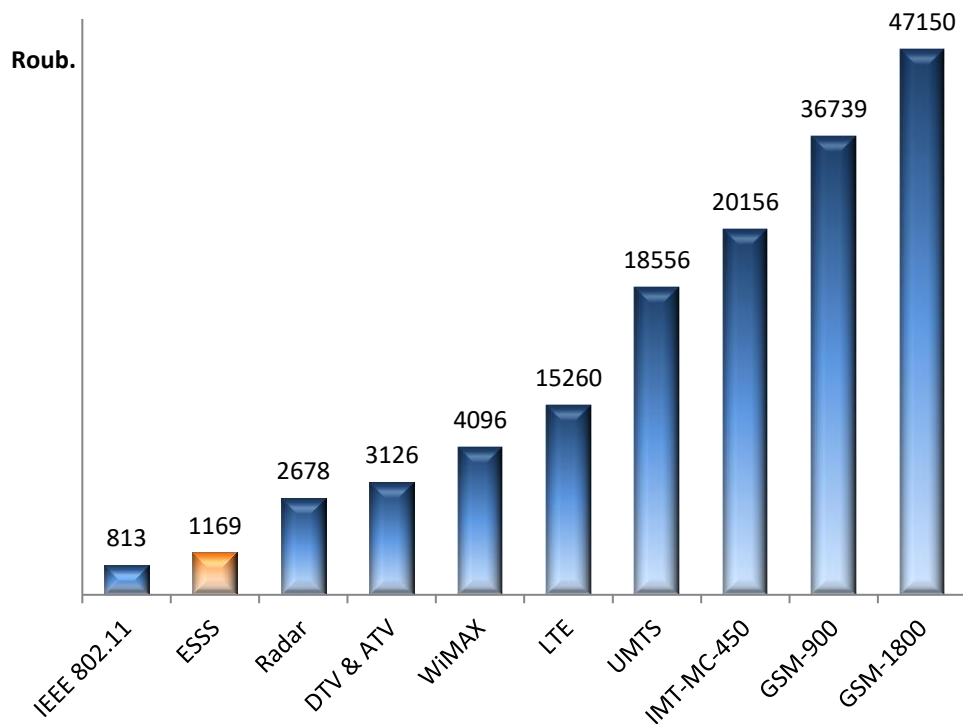
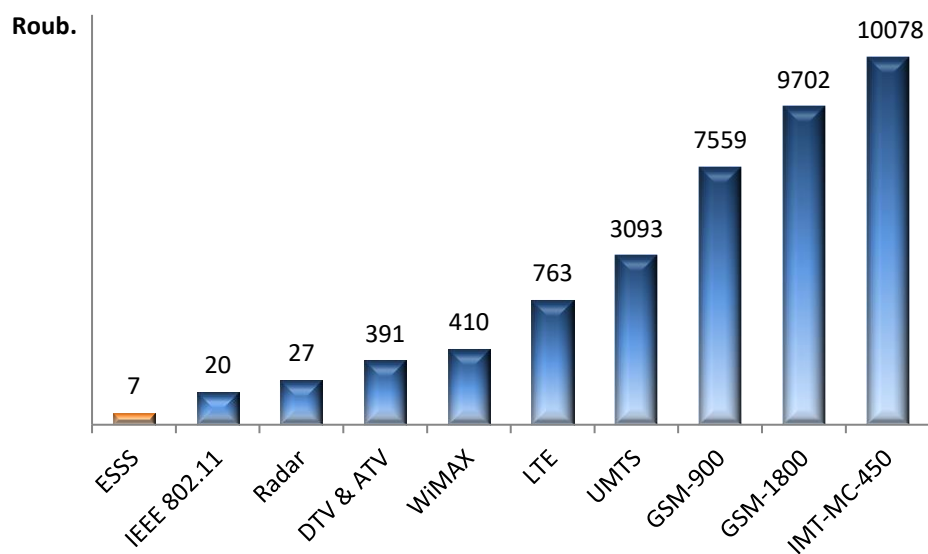


FIGURA 17

Canon anual promedio por 1 MHz para ciertas tecnologías radioeléctricas, modos de comunicación, tipos de sistema, rublos



A continuación se describen las disposiciones generales de la metodología modificada para el cálculo del pago único y el canon anual para el uso de espectro radioeléctrico en la Federación de Rusia y el cálculo de coeficientes.

5.2.7.1 Disposiciones generales

La metodología para el cálculo del pago único y el canon anual para el uso de espectro radioeléctrico (en adelante, la Metodología) se elaboró de conformidad con la Ley Federal de la Federación de Rusia del 7 de julio de 2003, N.º 126-FZ «De comunicaciones» y la Resolución Gubernamental del 16 de marzo de 2011, N.º 171, «Reglamento de cálculo y recaudación de pagos único y anual para el uso de bandas del espectro radioeléctrico» (Recopilación de textos legislativos de la Federación de Rusia, 2011, N.º 12, Artículo 1648).

En la Metodología figuran cánones y coeficientes diferenciados que dependen de las bandas de frecuencias utilizadas, el número de frecuencias radioeléctricas (o canales radioeléctricos) utilizadas y tecnologías radioeléctricas aplicadas.

El número de frecuencias radioeléctricas utilizadas (canales radioeléctricos) se calcula de conformidad con la Metodología vigente para cada autorización de uso de frecuencias radioeléctricas o canales radioeléctricos (en adelante, la autorización) y de tecnologías radioeléctricas de normas GSM (excluido GSM-R), UMTS, IMT-MC-450 y LTE, y sus modificaciones futuras, (en adelante, tecnologías radioeléctricas celulares), para cada decisión adoptada por la Comisión Estatal de Frecuencias Radioeléctricas (en adelante, CEFR) y/o licencia de prestación de servicios de telecomunicaciones utilizando espectro (en adelante, la licencia) en lo relativo a cada banda de frecuencias y cada sujeto (parte de sujeto) de la Federación de Rusia especificado en la licencia o la decisión de la CEFR.

El pago único y el canon anual para el uso del espectro radioeléctrico por trimestre y los valores de los coeficientes calculados y la relación entre el número de días efectivos de la autorización en el trimestre pagable y el número de días en el trimestre pagable se redondeará hasta dos decimales.

5.2.7.2 Cálculo del pago único

El pago único para uso de espectro radioeléctrico para tecnologías radioeléctricas celulares se establece para cada banda de frecuencias asignada por la decisión de la CEFR y/o especificada en la licencia para cada sujeto (parte de sujeto) de la Federación Rusia especificado en la licencia o decisión de la CEFR; para otras tecnologías se establece para cada autorización otorgada y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P_{ot} = R_{ot} \times K_{band} \times K_{Nf} \times K_{tech} \quad (61)$$

siendo:

- P_{ot} : pago único total, rublos
- R_{ot} : tasa de tarifa por pago único, rublos
- K_{band} : coeficiente dependiente de la banda de frecuencias utilizada
- K_{Nf} : coeficiente dependiente del número de frecuencias radioeléctricas empleadas (radiocanales)
- K_{tech} : coeficiente dependiente de la tecnología aplicable.

Los coeficientes se aplican para cada frecuencia radioeléctrica (radiocanal) y/o ancho de banda de frecuencias.

En caso de ampliar la vigencia, volver a emitir y/o modificar las decisiones de la CEFR no relacionadas con cambios en el uso de frecuencias radioeléctricas, no se cobrará el pago único.

5.2.7.3 Cálculo de la tasa anual

Se establece el canon anual para tecnologías radioeléctricas celulares para cada banda de frecuencias atribuida por la decisión de la CEFR y/o especificada en la licencia para cada sujeto (parte de sujeto) de la Federación de Rusia especificado en la licencia o decisión de la CEFR; para otras tecnologías se establece para cada autorización concedida y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P_a = \sum_{i=1}^4 P_{a(q)}^i \quad (62)$$

donde:

$$P_{a(q)} = (R_a / 4) \times K_{band} \times K_{Nf} \times K_{tech} \times (N_{auth(q)} / N_q)$$

siendo:

- P_a : canon anual, rublos
- $P_{a(q)}$: canon anual por trimestre, rublos
- R_a : tasa del canon anual, rublos
- K_{band} : coeficiente dependiente de la banda de frecuencias utilizada
- K_{Nf} : coeficiente dependiente del número de frecuencias radioeléctricas empleadas (radiocanales)
- K_{tech} : coeficiente dependiente de la tecnología aplicable
- $N_{auth(q)}$: número de autorización de días efectivos en el trimestre de pago
- N_q : número de días en el trimestre de pago.

Los coeficientes se aplican para cada frecuencia radioeléctrica (radiocanal) y/o banda de frecuencias.

Cuando un usuario de espectro (en adelante, el usuario) utiliza diversas tecnologías radioeléctricas celulares en una banda de frecuencias, el canon anual por banda de frecuencias se calcula utilizando el máximo K_{tech} para la tecnología radioeléctrica utilizada en la banda de frecuencia.

La cantidad de canon anual establecida para las autorizaciones de uso de frecuencias radioeléctricas o canales radioeléctricos por sistemas radioeléctricos en redes públicas que no se han registrado en un año desde la fecha de la autorización del sistema radioeléctrico se multiplica por diez desde el día en que finaliza ese año y hasta que se registra el sistema.

La cantidad de canon anual establecida para las autorizaciones de uso de frecuencias radioeléctricas o canales radioeléctricos por sistemas radioeléctricos en redes tecnológicas y previstas para tal fin, sistemas de radiodifusión por radio y televisión, y sistemas radioeléctricos utilizados en las regiones muy al norte y equivalentes, que no se han registrado en dos años desde la fecha de la autorización del sistema radioeléctrico, se multiplica por diez desde el día en que finaliza ese año y hasta que se registra el sistema.

5.2.7.4 Cálculo del coeficiente dependiente del número de frecuencias radioeléctricas utilizada (canales radioeléctricos)

El coeficiente dependiente del número de frecuencias radioeléctricas (radiocanales) utilizadas por sistemas radioeléctricos, incluidos sistemas y tecnologías radioeléctricos celulares que han especificado banda de frecuencia en la autorización, excluidos los sistemas radioeléctricos MMDS, las estaciones terrenas de sistemas de satélites (ETSS) y las estaciones centrales (Hub) del VSAT, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$K_{Nf} = \sum N$$

donde:

K_{Nf} : coeficiente dependiente del número de frecuencias radioeléctricas empleadas (radiocanales)

N : número de frecuencias radioeléctricas utilizadas (canales radioeléctricos).

NOTA 1 – Un número N para transmisores de TV (excluidos sistemas radioeléctricos MMDS) se calcula con arreglo al número de radiocanales utilizado, mientras que para las estaciones de retransmisión, excluidas las estaciones de radiodifusión periodística y las estaciones de base (abonado) de repetidores telefónicos, se calcula con arreglo al número de frecuencias radioeléctricas utilizadas por los transmisores.

El número N de frecuencias radioeléctricas utilizadas (canales radioeléctricos) para tecnologías radioeléctricas celulares se calcula para cada banda de frecuencias asignada por la decisión de la CEFR o especificada por la licencia en relación con cada sujeto (parte de sujeto) de la Federación de Rusia especificado en la licencia o decisión de la CEFR.

Si en la licencia o decisión de la CEFR se asigna una banda de frecuencias a un usuario no aplicable a todo el territorio del sujeto sino a una parte de su territorio, el número de frecuencias radioeléctricas utilizadas (canales radioeléctricos) se calcula únicamente en relación con la parte del sujeto de la Federación de Rusia.

Cuando se asignan bandas de frecuencias repetidas a usuarios para que apliquen tecnologías radioeléctricas celulares basándose en decisiones de la CEFR adoptadas con respecto de un rango indeterminado de gente, se calcula un número de frecuencias radioeléctricas utilizadas (canales radioeléctricos) basándose en el ancho de banda total de los canales radioeléctricos no repetidos asignados a un usuario con respecto de los sujetos (parte del sujeto) de la Federación de Rusia.

El número de frecuencias radioeléctricas utilizadas (canales radioeléctricos) para otras tecnologías se calcula según las autorizaciones concedidas por cada estación radioeléctrica teniendo en cuenta sus coordenadas geográficas y sumando el número de frecuencias radioeléctricas (canales radioeléctricos) utilizadas para transmitir y/o recibir señales radioeléctricas.

Si la frecuencia de recepción es la misma que la de transmisión, se considerará que el N de esa frecuencia es igual a 1 al calcular el coeficiente, dependiendo del número de frecuencias utilizadas (canales radioeléctricos).

Las frecuencias radioeléctricas (radiocanales) recomendadas para la reasignación no se tomen en consideración al calcular el canon de autorización.

Al calcular el canon para la autorización donde se han recomendado frecuencias radioeléctricas (radiocanales) para la reasignación, se calcula el coeficiente K_{Nf} como el número de todas las frecuencias nominales (incluidas las repetidas) especificadas en el cuadro de frecuencias/plan territorial de la autorización.

Si el cuadro del plan territorial de frecuencias de la autorización especifica las estaciones de abonado móviles terrestres (portátiles) en el área de operación de las estaciones de base, no se calcula K_{Nf} para esos abonados.

Utilizando la siguiente fórmula se calcula un número N para tecnologías radioeléctricas celulares y otras tecnologías, las cuales han especificado el ancho de banda de frecuencia en la autorización:

$$N = \Delta F \text{ (MHz)} / 1 \text{ MHz}$$

donde:

ΔF : ancho de banda de frecuencia asignada a usuario de espectro (ancho de banda total de canales radioeléctricos no repetidos) o ancho de banda de frecuencia especificada en la autorización.

El número de frecuencias radioeléctricas de sistemas inalámbricos digitales (DECT) se calcula según la banda de frecuencias asignada.

K_{Nf} para estaciones de radiocomunicaciones de MMDS, ESSS y VSAT Hub (Central) se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$K_{Nf} = [\sum_{i=1}^S (f_{\max} - f_{\min}) + \sum_{i=1}^M B_{req_fi}] / 1 \text{ MHz}$$

donde:

- f_{\max} : frecuencia máxima en transpondedor (MHz), especificado en la autorización
- f_{\min} : frecuencia mínima en transpondedor (MHz), especificado en la autorización
- S : número de transpondedores en la autorización
- B_{req_fi} : ancho de banda máximo requerido y especificado para esa frecuencia en la clase de emisión (en adelante, B_{req_fi})
- M : número de frecuencias nominales operacionales.

Si las frecuencias de transmisión (recepción) operacionales se especifican en la autorización únicamente por la fórmula o gama de frecuencias, M y B_{req_fi} no se tienen en cuenta en el cálculo.

Si en la autorización solo se especifican las frecuencias de transmisión (recepción) nominal, S , f_{\max} , f_{\min} no se tienen en cuenta en los cálculos.

Si para las frecuencias nominales operacionales se especifican diversas clases de emisión, los cálculos se realizarán para la clase de emisión con máxima B_{req_fi} para esa frecuencia operacional.

Si las frecuencias de transmisión (recepción) operacionales en la autorización para ESSS y VSAT Hub (Central) y/o estaciones de abonado están representadas por diversas fórmulas con una frecuencia central, el cálculo se realizará de conformidad con la suma de las gamas de frecuencias de recepción (transmisión) definidas por esas fórmulas, al tiempo que se tienen en cuenta las partes repetidas de las gamas solo una vez.

5.2.7.5 Cálculo de coeficiente dependiendo de la tecnología utilizada en el espectro radioeléctrico

El coeficiente K_{tech} que depende de la tecnología radioeléctrica utilizada en el espectro radioeléctrico se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$K_{tech} = K_{adv} \cdot K_{reg} \cdot K_{soc}$$

donde:

- K_{adv} : coeficiente dependiente de la utilización de tecnologías avanzadas. Los coeficientes correspondientes a las tecnologías para las que la Comisión SRFC ha tomado la decisión de eliminar su futura utilización y/o desplazarlas a otras bandas de frecuencias, comienzan a aplicarse desde la fecha en que la SRFC tomó esta decisión respecto del sistema de radiocomunicaciones civiles
- K_{reg} : coeficiente que depende del uso intensivo de las bandas de frecuencias asignadas en el sujeto (parte del sujeto) de la Federación de Rusia. Se basa en la densidad de población en el territorio del sujeto (parte del sujeto) de la Federación de Rusia, el grado de desarrollo de las redes de telefonía por radio móvil y el grado de desarrollo económico del sujeto (parte del sujeto) de la Federación de Rusia (el valor del coeficiente varía entre 0,05 y 3)
- K_{soc} : coeficiente en el que se tiene en cuenta un factor social de la implementación de la tecnología.

Para otras tecnologías se calcula K_{tech} con arreglo a la siguiente fórmula con respecto a cada autorización concedida:

$$K_{tech} = K_{adv} \cdot K_{Breq} \cdot K_{pop} \cdot K_{soc}$$

K_{Breq} : coeficiente dependiente del ancho de banda de la señal requerida para la transmisión de información con la calidad especificada en el canal radioeléctrico utilizado

K_{pop} : coeficiente dependiente de la población donde está situado el sistema de radiocomunicaciones y de las fronteras administrativas de la comunidad

K_{adv} y K_{soc} : como en la fórmula anterior.

Tasas y coeficientes utilizados para calcular el pago único y el canon anual de uso del espectro radioeléctrico

CUADRO 31

Tasas utilizadas para calcular el pago único y el canon anual

Pago	Tasa, rublos
Pago único de tecnologías radioeléctricas celulares	70 000
Pago único de otras tecnologías	300
Canon anual para tecnologías radioeléctricas celulares	264 000
Canon anual para otras tecnologías	1 400

CUADRO 32

Coeficientes dependientes sobre bandas de frecuencias

Banda de frecuencias	K_{band}
Superior a 3 kHz hasta 30 kHz inclusive	0,1
Superior a 30 kHz hasta 300 kHz inclusive	0,1
Superior a 300 kHz hasta 3 000 kHz inclusive	0,1
Superior a 3 MHz hasta 30 MHz inclusive	0,5
Superior a 30 MHz hasta 300 MHz inclusive	2
Superior a 300 MHz hasta 3 000 MHz inclusive	2
Superior a 3 GHz hasta 30 GHz inclusive	1
Superior a 30 GHz hasta 300 GHz inclusive	0,1

CUADRO 33

Coefficiente dependiente del uso de tecnología radioeléctrica avanzada

N.º	Grupo de tecnologías radioeléctricas	K_{adv}
1	Tecnologías radioeléctricas para las que se realizan estudios experimentales y/o actividades de investigación y desarrollo con arreglo a la decisión de la CEFR	0,001
2	Tecnologías radioeléctricas civiles para las que la CEFR toma la decisión de cancelar su uso y/o trasladar sistemas radioeléctricos basados en esa tecnología a otras bandas de frecuencias	3
3	Otras tecnologías radioeléctricas civiles sobre procesamiento digital, no cubiertas por el N.º 1 en este Cuadro*	1
4	Otras tecnologías radioeléctricas civiles basadas en procesamiento analógico, no cubiertas por el N.º 1 y N.º 2 de este Cuadro y también para otros casos**	1,5
5	Las tecnologías radioeléctricas al servicio de la administración estatal, incluidas comunicaciones presidenciales y gubernamentales, defensa nacional, seguridad estatal y control de la aplicación de la ley, no cubiertas por N.º 1 en este Cuadro*	1

NOTA – $K_{adv} = 0,5$ cuando se utilizan tecnologías radioeléctricas DVB-T2 y WiMAX, y cuando se utilizan estaciones terrenas de abonado Ka VSAT en la banda de frecuencias de 29,5-30 GHz y cuando se utilizan estaciones terrenas centrales Ka VSAT en la banda 27,5-29,5 GHz;

K_{adv} : 0,1 cuando se utilizan las tecnologías radioeléctricas de norma LTE y sus futuras modificaciones

* K_{adv} : 1 para emisión de impulsos (secuencia de pulsos) cuando la portadora principal no se modula directamente por la forma de onda de impulso que es cuantificada

** K_{adv} : se aplica 1,5 para tecnología avanzada (excluido acceso de banda ancha inalámbrico) si:

- el segundo símbolo en la clase de emisión especificado en la autorización, con el que se designa la naturaleza de la(s) señal(es) que modula la portadora principal, es 9 (sistema compuesto por uno o más canales con información cuantificada o digital junto con uno o más canales con información analógica) o X (clase de emisión no cubierta de otro modo)
- se especifican diversas clases de emisión con diferentes métodos de procesamiento de la información (analógica y digital) para frecuencias radioeléctricas (canales radioeléctricos) en el plan territorial de frecuencias de la autorización.

CUADRO 34

Coefficiente que depende del ancho de banda de la señal necesario para transmitir información con la calidad especificada en el canal radioeléctrico utilizado

Ancho de banda necesario	K_{Breq}
Menos de 100 kHz	1
De 100 kHz a 1 MHz, inclusive	2
De 1 MHz a 10 MHz, inclusive	2,5
Más de 10 MHz	3

NOTA – Si la autorización de utilizar frecuencias radioeléctricas o radiocanales indican varios anchos de banda, se utiliza el valor máximo de B_{req} .

Para calcular $K_{Nf}(N)$ de arreglo a 9 y 10 de la metodología, $K_{Breq} = 1$.

Para dispositivos que generan ruido radioeléctrico y para receptores de radioastronomía (para recibir únicamente señales de radioastronomía), $K_{Breq} = 0$.

CUADRO 35

Coefficiente dependiente de la población en el lugar donde se encuentra el sistema de radiocomunicaciones, teniendo en cuenta las fronteras administrativas de la comunidad

Población (miles)	K_{pop}
Regiones muy al norte y equivalentes	0,5*
Menos de 200 y fuera de las comunidades	0,9*
200-1 000	1
1 000-3 000	1,1
Más de 3 000	1,2

NOTA – En el caso de usuarios autorizados a utilizar el espectro radioeléctrico para la administración del Estado, en particular las comunicaciones presidenciales y gubernamentales, de defensa nacional, de seguridad del Estado y de las fuerzas de seguridad, $K_{pop} = 0,5$.

Si no se especifican coordenadas geográficas en el plan territorial de frecuencias, se aplica K_{pop} con arreglo a la población máxima del territorio en el que se utiliza el sistema.

* Al distribuir canales de radiodifusión de sonido y televisión obligatorios públicos para toda Rusia, $K_{pop} = 0,3$.

CUADRO 36

Coefficientes dependientes de factores sociales para la tecnología empleada

Factores sociales	K_{soc}
Tecnología utilizada para garantizar la seguridad pública, situaciones de emergencia inclusive*	0,3
Tecnología utilizada por sistemas civiles para radiocomunicaciones de vía férrea (incluidas radiocomunicaciones para vía férrea de acceso) en las bandas 2 124-2 136 kHz (frecuencia nominal 2 130 kHz); 2 144-2 156 kHz (frecuencia nominal 2 150 kHz); 151,7125-154,0125 MHz; 154,9875-156,0125 MHz; 307,0-307,4 625 MHz; 343,0-343,4625 MHz	0,5
Tecnología utilizada por repetidores radioeléctricos de canales telefónicos y sistemas de radiotelefonía «Altai» y «Actionet»	0,3
Tecnología utilizada por la radiodifusión sonora y de TV terrenal y por satélite para distribuir los programas públicos de TV y sonido obligatorios	0,5
Tecnología de acceso inalámbrico de serie IEEE 802.11	0,1
Estaciones terrenas de sistema de satélite (ESSS) y estaciones Hub VSAT (centrales)	0,1
Sistemas de servicio de aficionado (repetidor y radiobaliza de aficionado)	0,01
Tecnología utilizada para radiodifusión en ondas kilométricas, hectométricas y decamétricas en el territorio de otros estados con arreglo a horario estacional	0,01
Estaciones de radiocomunicaciones de sistemas inalámbricos digitales (DECT)	0,01
Radares	0,01

NOTA – Para otros casos, $K_{soc} = 1$.

Si la tecnología aplicada guarda relación con varios grupos de este Cuadro, se toma como valor del coeficiente dependiente de factores sociales su valor mínimo.

* Las tecnologías radioeléctricas utilizadas para la seguridad pública en la Federación de Rusia, incluidas para situaciones de emergencia, son las siguientes:

- radionavegación;
- meteorológicas, incluidos radares meteorológicos;
- radiodeterminación;
- servicios que utilizan frecuencias de llamada y socorro definidos en el Reglamento de Radiocomunicaciones.

Si el sistema radioeléctrico utiliza otras frecuencias nominales entre las frecuencias de llamada y socorro definidas en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, el coeficiente que depende de los factores sociales para la tecnología implementada $K_{soc} = 0,3$ se utiliza únicamente para frecuencias de llamada y socorro.

$$P_{ot} = R_{ot} \times K_{band} \times K_{Nf} \times K_{tech} \quad P_a = \sum_{i=1}^4 P_{a(q)}^i$$

$$P_{a(q)} = (R_a / 4) \times K_{band} \times K_{Nf} \times K_{tech} \times (N_{auth(q)} / N_q) \quad K_{band} = K_{FB} \times K_{categ} \quad K_{Nf} = \sum N$$

$$N = \Delta F(\text{MHz}) / 1 \text{ MHz} \quad N = \Delta F(\text{MHz}) / 100 \text{ MHz} \quad K_{Nf_ES} = \sum_{i=1}^S (f_{\max} - f_{\min}) / 100 \text{ MHz}$$

$$K_{Nf_ES} = \sum_{i=1}^M B_{reg_fi} / 100 \text{ MHz} \quad K_{Nf_ES} = \left[\sum_{i=1}^M (f_{\max} - f_{\min}) + \sum_{i=1}^M B_{reg_fi} \right] / 100 \text{ MHz}$$

$$K_{tech} = K_{adv} \times K_{Breq} \times K_{pop} \times K_{soc}$$

5.2.8 Experiencia del Reino Unido con los cánones de licencia

La fijación de precios administrativos con incentivo (AIP) se introdujo por primera vez en el Reino Unido en 1998. La AIP fija cánones de licencia para reflejar costes de oportunidad del espectro denegado a otros usos y usuarios, en lugar de únicamente los costes de gestión del espectro radioeléctrico. Al ser un enfoque fundamentalmente diferente para la fijación de cánones, hasta la fecha se ha aplicado de forma moderada: se ha ido introduciendo a diferentes usuarios del espectro de forma paulatina y las cuantías de los cánones se han fijado generalmente como mucho en torno al 50% de su coste de oportunidad estimado total. Asimismo, las subidas de los cánones se han dilatado durante un cierto número de años.

La AIP está diseñada para facilitar a los usuarios indicaciones a largo plazo del valor del espectro. Estas indicaciones del valor a largo plazo pretenden ayudar a los usuarios (y a sus suministradores) a tomar decisiones más eficientes en lo relativo al uso del espectro y a las inversiones en tecnologías radioeléctricas. Al mismo tiempo, dada la importante inversión que muchos usuarios han realizado en equipos radioeléctricos que, en la mayoría de los casos, no se pueden modificar con facilidad ni rapidez para diferentes frecuencias y tienen una vida de muchos años, no es probable que la AIP aplique cambios importantes en el uso del espectro a corto plazo. La AIP no pretende conseguir ningún objetivo de reestructuración del espectro a corto plazo.

El Reino Unido ha llevado a cabo una evaluación de la política de recaudación de cánones del espectro basada en la AIP. La información completa sobre esa política está disponible en: http://www.ofcom.org.uk/research/radiocomms/reports/policy_report/evaluation_report_AIP.pdf

Las conclusiones globales de este informe son:

- En conjunto, la AIP ha cumplido su objetivo principal al contribuir a incentivar a los usuarios para que consideren con más atención el valor del espectro que utilizan junto con otras consideraciones, y a tomar decisiones que puedan lograr una utilización óptima del espectro disponible. Puesto que las decisiones de cada usuario reflejan sus propias circunstancias y objetivos, resulta difícil atribuir las mejoras en la atribución del espectro únicamente a la influencia de la AIP. Sin embargo, mientras se implantó la AIP, cuando se realizó esa evaluación, los usuarios identificaron algunas actuaciones importantes en las que se consideraba que la AIP podría haber contribuido a promover un uso más eficiente del espectro.
- En particular:
 - la supresión de enlaces fijos existente en la banda de 4 GHz, considerados por lo general como ineficientes desde el punto de vista técnico debido a la edad de los equipos desplegados;
 - la supresión de limitaciones en servicios activos que funcionan en bandas de frecuencias utilizadas por el servicio de radioastronomía tras la introducción de los cánones AIP mediante derechos reconocidos de acceso al espectro (RSA);
 - la recuperación de parte del espectro UHF2 utilizado por la policía en Escocia;
 - no se ha podido demostrar que la instauración de la AIP haya generado consecuencias materiales adversas para la eficiencia del espectro. En particular no se ha producido una caída importante de la demanda de espectro donde se ha aplicado la AIP.

5.2.9 Experiencia de Estados Unidos de América con los cánones de licencia

La FCC regula el espectro y los servicios de cable para el sector civil e impone cánones de solicitud (también conocidos con el nombre de tasas de notificación) y cánones reglamentarios (los detalles relativos a estos cánones en el caso de los servicios de cable se proporcionan aquí sólo como información general y para dar una visión de conjunto). La imposición y recaudación de cánones por parte de la FCC es una función que le ha asignado el Congreso de Estados Unidos de América exclusivamente con el objetivo de cubrir los gastos de la concesión de licencias y de los servicios reglamentarios conexos.

En 1987, la FCC empezó a cobrar cánones de solicitud a todos los servicios radioeléctricos para los que concedía licencia y cuyo fin es cubrir los costes administrativos directos del tratamiento de una solicitud de licencia. El pago de estos cánones quedó a cargo de los interesados en obtener o renovar una licencia. Los gobiernos locales y estatales y las entidades no lucrativas suelen estar exentos de los cánones de solicitud. Dichos cánones varían de un servicio a otro.

La potestad de imposición y recaudación de los cánones de solicitud no fue asumida de forma independiente por la FCC, ya que le fue atribuida por el Congreso de Estados Unidos de América como se señala en el Título III, Sección 3001 de la Ley General de conciliación de cuentas presupuestarias de 1989 (Ley pública 101-239), Sección 8, por la que se revisa la Norma 47 U.S.C. 158, estipulando que la FCC suprimirá los cánones correspondientes a ciertos tipos de tramitación de solicitudes o autorización de servicios en favor de las entidades de comunicaciones dentro de su jurisdicción. Las cantidades ingresadas en concepto de cánones de solicitud o notificación con arreglo a la Sección 8 de la Ley se depositan en el Fondo General del Tesoro de Estados Unidos de América, en calidad de reembolsos al Gobierno Federal de Estados Unidos de América. Estas sumas no van en detracción de los fondos asignados a la FCC (47 U.S.C. 158(a)). En la Sección 8(b) de la Ley de comunicaciones modificada se señala que la FCC deberá examinar y ajustar sus cánones de solicitud cada dos años a partir del 1 de octubre de 1991 (47 U.S.C. 158(b)). Además, el ajuste del incremento de los cánones reflejará el cambio neto del índice de precios de consumo aplicado a los consumidores urbanos (CPI-U).

Desde 1990 la FCC viene recaudando cánones de solicitud por un valor medio de 39 millones de dólares de Estados Unidos de América al año. Esta recaudación atañe a más de 300 diferentes cánones, que en su gran mayoría se cobran en el momento de solicitarse una licencia o renovarla, o cuando se pide a la FCC que modifique las condiciones de una licencia.

La mayor parte de los cánones se calculan como una tasa de pago puntual solicitud por solicitud, aunque hay ciertas excepciones en este sentido. Las administraciones locales (estatales, departamentales, metropolitanas, etc.), las organizaciones sin fines lucrativos, las entidades de radiodifusión no comerciales y los solicitantes de licencias para aficionados quedan exonerados del pago de cánones.

El Congreso de Estados Unidos de América examina y aprueba la lista de estos cánones, que representan la estimación más exacta de los gastos administrativos directos en que incurre realmente la FCC para tramitar las solicitudes de licencia.

Los avisos públicos, órdenes y directrices para la aplicación de cánones de tramitación pueden consultarse en: <https://www.fcc.gov/licensing-databases/fees/application-processing-fees>.

Además de los cánones reglamentarios y de aplicación, la FCC tiene la facultad de imponer multas por infringir la ley o incumplimiento de las autorizaciones. Las reglas de los procedimientos mencionados figuran en: <https://www.ecfr.gov/current/title-47/chapter-I/subchapter-A/part-1/subpart-A/subject-group-ECFR23796df9028e47/section-1.80>.

En 1993, el Congreso de Estados Unidos de América encargó a la FCC la recaudación de cánones reglamentarios para sufragar sus actividades de aplicación de la legislación, las de política y reglamentación, los servicios de información al usuario y las actividades internacionales. En esta línea, se implantaron cánones asociados a la reglamentación en 1994.

La recaudación de los cánones reglamentarios anuales está contemplada en la Ley General de «Conciliación de cuentas presupuestarias de 1993» (Ley pública 103-66). Estos cánones reglamentarios, que pueden modificarse de un año a otro, se utilizan para cubrir los gastos en que incurre la FCC al desempeñar sus funciones de fiscalización, servicio público, internacionales, de política y adopción de normas. Estos cánones se añaden a cualquier tasa de tramitación de solicitudes que tenga que ver con la obtención de la licencia u otra autorización de la FCC.

Sin cánones reglamentarios para cubrir los costes de la FCC, ésta hubiera debido solicitar al Congreso una asignación de 189 millones de dólares para el año fiscal 1997 (1 de octubre de 1996 al 30 de septiembre de 1998). Ahora bien, los ingresos obtenidos (152 millones de dólares de los Estados Unidos de América) hicieron que el Tesoro de Estados Unidos de América sólo tuviera que asignar 37 millones de dólares de los Estados Unidos de América para financiar la FCC.

Reglamentariamente, el total de cánones recaudados debería sufragar, pero no puede rebasar, el volumen monetario atribuido por el Congreso a la FCC para estas actividades. Los cánones reglamentarios recaudados se depositan en una cuenta que recoge las asignaciones a la FCC.

A continuación, se examinan algunas de las actividades relacionadas con los cánones reglamentarios.

5.2.9.1 Política y formulación de normativa

Solicitudes oficiales de información, actuaciones legislativas para establecer o enmendar las reglas y la normativa reglamentaria de la FCC, tramitación de peticiones relativas a la formulación de normas y solicitudes de interpretación de normas o de exoneración; estudios y análisis económicos; planificación del espectro, modelado, análisis de propagación e interferencia, y atribución; y preparación de normas de equipo. En este contexto, cabe citar también la dirección de políticas, la preparación de programas, los servicios jurídicos y la dirección ejecutiva, así como los servicios de apoyo relacionados con la política y las actividades de formulación de reglas.

5.2.9.2 Fiscalización

La fiscalización de las reglas, normativa reglamentaria y autorizaciones de la FCC, incluidas las investigaciones, las inspecciones, la supervisión del cumplimiento de los requisitos jurídicos y las sanciones de todo tipo. Hay que citar, igualmente, la recepción y tramitación de reclamaciones formales e informales en lo que concierne a los cánones y los servicios de los operadores comunes, el examen y aceptación/rechazo de las tarifas de los operadores y el análisis, estipulación y auditoria de las prácticas de contabilidad de los operadores. Por último, la dirección de políticas, la preparación de programas, los servicios jurídicos y la dirección ejecutiva, así como los servicios de apoyo relacionados con las actividades de fiscalización.

5.2.9.3 Servicios de información pública

Publicación y difusión de las decisiones y actuaciones de la FCC, así como de las actividades conexas; servicios de referencia pública y de biblioteca; copia y difusión de los registros y bases de datos de la FCC; recepción y tramitación de solicitudes del público; consumidores, pequeñas empresas y asistencia pública; y asuntos públicos y relaciones con los medios de comunicación. Hay que citar asimismo la dirección de políticas, la preparación de programas, los servicios jurídicos y la dirección ejecutiva, así como los servicios de apoyo relacionados con las actividades de información pública.

Los siguientes titulares de licencia y otras entidades reglamentadas por la FCC deben pagar cánones reglamentarios:

Operadores comunes sujetos a la reglamentación: Operadores de larga distancia, operadores telefónicos locales, proveedores de acceso en condiciones de competencia (empresas distintas de las empresas telefónicas locales tradicionales que proporcionan servicios de acceso interestatal a los operadores de larga distancia y a otras compañías), proveedores de servicios de operador (operadores que permiten a los clientes efectuar llamadas fuera de sus hogares, así como realizar llamadas en el marco de acuerdos de facturación alternativos), operadores de telefonía de pago (propietarios de teléfonos de pago), revendedores (compañías que obtienen líneas de operadores con infraestructura propia y venden el servicio a terceros, pero no se incluyen aquí a los revendedores móviles que suministran servicios de radiocomunicaciones inalámbricas comerciales), y otros proveedores interestatales (por ejemplo, proveedores de telefonía con tarjeta).

Servicios de radiocomunicaciones móviles comerciales (CMRS) sujetos a reglamentación: Servicios de radiocomunicaciones móviles especializados (Parte 90); estaciones costeras públicas (Parte 80); radiocomunicaciones móviles públicas, servicios celulares, radiotelefonía aire-tierra a 800 MHz y servicios de radiocomunicaciones marítimas (Parte 22); y servicios PCS de banda ancha (Parte 24). La categoría de servicios de mensajería CMRS incluye la radiobúsqueda en un solo sentido (Parte 22 y 90) y en dos sentidos, las compañías que ofrecen servicios de radiocomunicaciones con interconexión a las empresas y reúnen los requisitos para prestar tales servicios, los sistemas móviles terrestres en 220-222 MHz (Parte 90), y los servicios PCS de banda estrecha (Parte 24). Todos los demás cánones reglamentarios aplicables a las comunicaciones inalámbricas privadas se pagan por adelantado y para el plazo de duración de la licencia, junto con los correspondientes cánones de solicitud.

Titulares de licencias para medios de comunicación: Estaciones de radio comerciales con modulación de amplitud y modulación de frecuencia, estaciones comerciales de televisión, titulares de licencias para televisión de potencia baja y dispositivos de traducción y aumento de potencia para televisión, titulares de licencias para servicios auxiliares de radiodifusión y dispositivos de traducción aumento de la potencia de las transmisiones con modulación de frecuencia, y titulares de licencias para servicios de distribución multipunto (lo que incluye los servicios de distribución multicanal). Los titulares de licencias para prestar servicios educativos sin fines lucrativos quedan exentos del pago de cánones reglamentarios, así como también los titulares de licencias para el suministro de servicios auxiliares de radiodifusión, por ejemplo, las estaciones auxiliares de baja potencia, las estaciones de servicios auxiliares de televisión, las estaciones remotas de retransmisión y las estaciones auxiliares de radiodifusión sonora, cuando se utilizan conjuntamente con estaciones de transmisión educativa no comerciales en régimen de propiedad colectiva. Las licencias para el sistema de alarma de emergencia (EAS) con miras al suministro de servicios auxiliares y los titulares de licencias para el servicio fijo de televisión de instrucción (ITFS) quedan exonerados también del pago de estos cánones. En el caso que se haya producido un cambio en el régimen de propiedad de un sistema después de la fecha de entrada en vigor del correspondiente canon reglamentario pero antes de la fecha en que deba abonarse, la responsabilidad del pago incumbe al propietario que figure en el registro en dicha fecha de entrada en vigor.

Sistemas de televisión por cable: Los sistemas de televisión por cable que empezaron a entrar en funcionamiento el 31 de diciembre de 1996 debieron abonar cánones reglamentarios por abonado en el año fiscal 1997. Se obligó a todos los sistemas de televisión por cable al pago de un canon reglamentario de 0,54 dólares de los Estados Unidos de América por abonado para cada unidad comunitaria en que prestaban sus servicios. Por otra parte, cada uno de los sistemas que entró en funcionamiento el 1 de octubre de 1996 venía obligado a pagar un canon de 65 dólares de los Estados Unidos de América por cada licencia de servicio de relevador de antena comunitario y, de ser necesario, una tasa de 25 dólares de los Estados Unidos de América por cada licencia de servicio auxiliar de radiodifusión. En el caso que se haya producido un cambio en el régimen de propiedad de

un sistema después de la fecha de entrada en vigor del correspondiente canon reglamentario pero antes de la fecha en que deba abonarse, la responsabilidad del pago incumbe al propietario que figure en el registro en dicha fecha de entrada en vigor.

Titulares de licencias para los servicios fijos públicos internacionales (Parte 23), titulares de licencias para la radiodifusión internacional en ondas decamétricas (Parte 73), proveedores de circuitos internacionales de portadora, estaciones terrenas reglamentadas (Parte 25), estaciones espaciales geosíncronas reglamentadas (Parte 25), titulares de licencia para el servicio directo de radiodifusión por satélite (Parte 100), y titulares de licencia para sistemas de transmisión por satélite en órbita baja (Parte 25).

No se exige el pago de cánones reglamentarios a las administraciones locales y a las entidades que realizan sus actividades sin fines lucrativos. Sin embargo, la FCC se encuentra examinando una propuesta según la cual se exigirá a las entidades que benefician de exoneraciones que presenten a la FCC, cuando no conste así en los registros de esta entidad, una carta de determinación del (IRS, *internal revenue service*) con fecha reciente en que se demuestre su situación jurídica de entidad no lucrativo y un certificado de la administración local en que se señale que había quedado exoneradas del pago de estos cánones. Con arreglo a la propuesta mencionada, se exonerará del pago de cánones reglamentarios a las entidades cuyas tasas asciendan en total a menos de 10 dólares de los Estados Unidos de América.

Basándose en los cánones correspondientes al año fiscal de 1997, la FCC ajustó en el año fiscal 1996 las unidades estimadas para los pagos reglamentarios en cada servicio. La FCC calculó dichas unidades recurriendo, entre otras cosas, a sus bases de datos sobre titulares de licencias, registros de pagos del año anterior y previsiones sobre grupos industriales y comerciales. Cuando ello fue posible, la FCC verificó dichas estimaciones acudiendo a una gran variedad de fuentes para garantizar su exactitud.

La FCC multiplicó las unidades de pago revisadas para cada servicio por la cuantía de los cánones incluidos en cada categoría de tasación durante el año fiscal 1996, con el fin de calcular los ingresos que la FCC debería recaudar en el año fiscal 1997 sin introducir ningún cambio en su Lista de cánones reglamentarios vigente. Los ingresos recaudados por la FCC ascendieron a cerca de 137,3 millones de dólares de los Estados Unidos de América. Esta cantidad fue inferior en aproximadamente 15,2 millones de dólares de los Estados Unidos de América a la obtenida por la FCC en el año fiscal 1997. En consecuencia, la FCC ajustó proporcionalmente sus necesidades de ingreso para cada categoría de tasación, de conformidad con la Sección 9(b)(2) de la Ley mencionada, con el fin de recaudar los 152 millones de dólares de los Estados Unidos de América exigidos por el Congreso durante el año fiscal 1997.

El 1 de octubre de 1995 y de conformidad con el § 159(i) de la Norma 47 U.S.C., la FCC aplicó un sistema de contabilidad encaminado, en parte, a proporcionar a la FCC datos útiles, así como otras informaciones, para garantizar que los cánones reflejaran los costes reales de las actividades reglamentarias de la FCC.

Para utilizar los costes reales obtenidos a partir del sistema de contabilidad de costes de la FCC con propósitos de fijación de cánones, la FCC debió añadir a los costes directos los costes complementarios indirectos contenidos en su contabilidad (véase la Nota 1), y los resultados se ajustaron una vez más para aproximarse a la cantidad exigida por el Congreso para el año fiscal 1997 (152 millones de dólares de los Estados Unidos de América) (véase la Nota 2). Por consiguiente, la FCC ajustó proporcionalmente los datos sobre los costes de las actividades realizadas en relación con los cánones reglamentarios durante el periodo comprendido entre el 1 de octubre de 1995 y el 30 de septiembre de 1996, basándose en las diferentes categorías de tasación, con el fin de que el total de dichos costes ascendiera a una cifra aproximada a 152 millones de dólares de los Estados Unidos de América.

La siguiente medida de la FCC fue determinar si los costes reales correspondientes a la fijación de cánones reglamentarios para el año fiscal de 1997 redundaría en tasas muy distintas a las correspondientes al año fiscal de 1996. Como resultado de este análisis, la FCC propuso establecer un tope del 25% con respecto al aumento de los ingresos recaudables de cualquier servicio y por encima del incremento global estipulado por el Congreso en materia de recaudación, después de tomar en consideración los cambios introducidos en las unidades de pago (véase la Nota 3).

Dado que el Congreso aumentó el nivel de recaudación de cánones de la FCC para el año fiscal 1997, la FCC se vio obligada a percibir por este concepto una suma muy superior a la obtenida en el año fiscal de 1996. Sin embargo, el hecho de limitar el incremento de los ingresos recaudables de los servicios a un 25% como máximo permitió a la FCC iniciar el proceso de reestructuración de sus cánones reglamentarios para responder a la diferencia registrada en los costes que éstos suponen para la FCC. Este tope fijado al aumento de los ingresos recaudables superó con creces las necesidades estimadas de ingresos de la FCC, tras ajustar las unidades de pago previstas para el año fiscal 1997, así como la parte correspondiente a los cánones reglamentarios en el aumento del 21% de la recaudación que el Congreso exigió a la FCC. Por esta razón, los cánones para el año fiscal 1997 aumentaron en más del 25% en relación con los correspondientes al año fiscal 1996. La aplicación de la medida mencionada hizo aumentar realmente los cánones en un 40%.

Un importante factor que se tuvo en cuenta para fijar el tope de ingresos recaudables fue la forma en que dicho límite repercutiría en otras entidades que pagan cánones. Como se pidió a la FCC que recaudase 152 millones de dólares de los Estados Unidos de América en concepto de cánones reglamentarios durante el año fiscal 1997, los ingresos adicionales que hubieran debido obtenerse de diferentes categorías de titulares de licencia sometidos a un tope de ingresos recaudables, debió obtenerse de los titulares de licencia no sujetos a dicho tope. Esto dio lugar a una cierta subvención cruzada entre diversas categorías de pagadores de cánones (véase la Nota 4). Sin embargo, la FCC afirmó que la adopción de un tope de ingresos recaudables atendería mejor al interés público, ya que de otro modo algunos titulares de licencias se verían afectados adversamente por aumentos sustanciales inesperados en sus pagos.

La reglamentación de los proveedores de servicios telefónicos interestatales representa cerca del 36% de todos los costes de la FCC. Por consiguiente, cualquier metodología que entrañe un elemento de subvención, como el tope de ingresos recaudables propuesto por la FCC, afectaría a estos proveedores mucho más que a otros, al menos a corto plazo. A medida que los cánones aplicables a otras entidades reglamentadas hagan que sus ingresos empiecen a aproximarse a sus costes reales, como sucedería aplicando el tope de ingresos recaudables por fases de la FCC, el monto de la subvención que deberían efectuar quienes pagan cánones por debajo de los topes de ingresos recaudables que les corresponden, por ejemplo los proveedores comunes que suministran servicios telefónicos interestatales) disminuiría considerablemente. Por tal razón, a largo plazo la subvención cruzada se reduciría y los ingresos de todos los servicios se aproximarían a los costes reales (suponiendo que otros factores, por ejemplo la cantidad total estipulada por el Congreso para su recaudación por la FCC, sigan constantes).

La FCC adoptó el tope de ingresos recaudables del 25% propuesto. Dicho tope se aplicó fijando un «nivel» para los ingresos dimanantes de los cánones correspondientes a cada categoría de tasación. Este «nivel» correspondía a las necesidades estimadas de ingresos de la FCC (para dichas categorías y por un monto equivalente o inferior al tope del 25%) o en los casos en que los ingresos calculados superaban dicho tope, a una cantidad igual al tope. La pérdida de ingresos para la FCC ocasionada por la reducción de nivel de ingresos recaudables de aquellos cuyos pagos excedían el tope ingresos recaudables se repartió proporcionalmente entre las diferentes categorías de titulares de licencias cuyos pagos eran inferiores a dicho tope. Este cálculo hizo necesario proceder a más de un ajuste, ya que el reparto mencionado hizo que en ciertos casos los nuevos niveles de ingresos recaudables superasen el tope del 25%. Se efectuó un segundo ajuste que situó todos estos niveles en una cantidad equivalente o inferior al tope.

Tras determinar la cantidad de ingresos en concepto de cánones que debía recaudar de cada categoría de titulares de licencias, la FCC dividió cada nivel de ingresos recaudables por el número de unidades de pago conexas (y, en su caso, por la duración de la licencia, tratándose de cánones «reducidos») con el fin de obtener las cantidades correspondientes a cada categoría de tasación, cantidades que se redondearon para obtener cifras sin decimales.

NOTA 1 – Una característica del sistema de contabilidad de la FCC es que permite identificar separadamente los costes directos y los indirectos. Los costes directos incluyen los sueldos y los gastos:

- a) del personal directamente asignado a las Oficinas de las FCC que desempeñan actividades reglamentarias y
- b) del personal asignado a actividades reglamentarias que se efectúan fuera de las Oficinas pero guardan relación con las funciones de éstas.

Dichos costes incluyen los arriendos y los costes de servicios y contratos atribuibles a dicho personal. Entre los costes indirectos, cabe citar los gastos del personal de apoyo asignado al desempeño de las funciones generales, por ejemplo, las actividades de los equipos que trabajan en el terreno y en los laboratorios, así como las tareas del personal asignado a la Oficina del Director Gerente. Los costes directos e indirectos se combinan proporcionalmente, basándose en todas las categorías de tasación.

NOTA 2 – Por lo que hace a los costes deben recuperarse a través de los cánones reglamentarios, el Congreso los calcula con una anterioridad mínima de doce meses al término del año fiscal al que se aplican. Estos costes no equivalen exactamente a la cantidad estipulada por el Congreso con miras a su recaudación durante un determinado año fiscal.

NOTA 3 – Por ejemplo, los costes reglamentarios relacionados con el servicio de aviación (aeronaves) ascienden a 934 905 dólares de los Estados Unidos de América. Si no se hubiera introducido ningún cambio en relación con el canon reglamentario para este servicio durante el año fiscal 1996 (3 dólares de los Estados Unidos de América al año), los ingresos totales recaudados en concepto de licencias otorgadas a este servicio hubiera representado únicamente 70 634 dólares de los Estados Unidos de América en el año fiscal 1997, lo que hubiera supuesto una pérdida de ingresos de 864 271 dólares de los Estados Unidos de América. La aplicación del tope propuesto del 25% a este servicio representó un límite de ingresos de 88 293 dólares de los Estados Unidos de América (70 634 dólares de los Estados Unidos de América \times 125%).

NOTA 4 – Los ingresos de los pagadores de cánones compensan ya los importantes costes atribuibles a las entidades exoneradas del pago de cánones reglamentarios o no sujetas de otro modo al pago de los mismos de conformidad con la Sección 9(h) de la Ley o con la normativa de la Comisión. Por ejemplo, se exige el pago de un canon a los usuarios de estaciones de radiodifusión y radiocomunicación marítima, los radioaficionados titulares de licencias, las entidades gubernamentales, los titulares de licencia para los servicios de radiocomunicaciones públicas de seguridad y todas las agrupaciones que realizan sus actividades con fines no lucrativos. El coste de la reglamentación de dichas personas y entidades son soportados por aquellas reglamentadas sujetas al pago de cánones reglamentarios.

5.2.10 Experiencia de Brasil con los cánones del espectro

La Ley General de Telecomunicaciones de Brasil, la Ley 9472, promulgada el 16 de julio de 1997, establece como regla el pago del uso de radiofrecuencias para servicios de radiocomunicaciones. El valor de la tasa deberá ser alternativamente:

- determinada por los reglamentos o el documento de licitación, o
- establecida según la propuesta ganadora, cuando se convierta en un elemento de juicio o establecida en el contrato de concesión o acta de licencia, cuando no se requiere licitación.

En 2018, la Agencia Nacional de Telecomunicaciones, Anatel, actualizó la reglamentación sobre el cobro de cánones públicos por el derecho a la utilización de frecuencias radioeléctricas. El reglamento fue aprobado por la Resolución 695, de 20 de julio de 2018, que exime de tasas en cuatro casos:

- la utilización de frecuencias radioeléctricas por medio de dispositivos de corto alcance definidos por Anatel;

- la utilización por las Fuerzas Armadas de radiofrecuencias en las bandas destinadas exclusivamente a fines militares;
- la utilización temporal de radiofrecuencias por misiones diplomáticas, representaciones de organizaciones internacionales y oficinas consulares, incluidos los buques y aeronaves militares extranjeros;
- la transferencia de la autorización de utilización de frecuencias radioeléctricas concedida a otra entidad.

El precio se debía basar en cómo impedir a otros usuarios la utilización de una frecuencia específica. De este modo, se consideraban los siguientes aspectos: tiempo, espacio (espacio geométrico/geográfico), anchura de banda, población de la zona del servicio y banda de frecuencias.

El precio público por el derecho a utilizar radiofrecuencias (PPDUR) es un canon definido por la siguiente función:

$$PPDUR = L \times C \times (P + A) \times T \times S$$

donde:

Variable	Descripción	Valores
L	Capacidad de frecuencia	$3 \times b$ para frecuencias iguales o inferiores a 100 MHz 300 para frecuencias superiores a 100 MHz
	b : anchura de banda, en MHz	
C	Cobertura de frecuencia	$101 - f^2$ para frecuencias iguales o inferiores a 10 GHz 1 para frecuencias superiores a 10 GHz
	f : frecuencia central, en GHz	
P	Población de la zona	$\frac{pop_{auth}}{pop_{Brazil}} \times 100$
	pop_{auth} : número de habitantes de la zona de la autorización, o número de habitantes de las ciudades en las que se desplegarán los enlaces punto a punto. pop_{Brazil} : población de Brasil.	
A	Espacio geométrico/geográfico	$\frac{area_{auth}}{area_{Brazil}} \times 100$
	$area_{auth}$: área geográfica en km ² indicada como solicitada, si no se proporciona la información, se calculará como $area_{auth} = \pi d^2 \times \frac{\alpha}{360^\circ}$ donde: para sistemas punto a punto, «d» es la distancia entre las estaciones implicadas, en km, y «α» es el ángulo de potencia mitad del sistema radiante, en grados; para los sistemas punto a zona, «d» es la distancia que ha de considerarse, la mayor distancia en km recorrida por la estación de base o nodo o la mayor distancia al contorno de servicio de una estación de radiodifusión, en km; en cualquier circunstancia, la superficie que se ha de considerar en el cálculo de la zona estará limitada al territorio nacional, incluidas las aguas territoriales del país. $area_{Brazil}$: área geográfica del Brasil en km ² .	
T	Tiempo de concesión	Tiempo de la concesión solicitada, en años
S	Servicio	1 para servicios punto a zona 0,1 para servicios de radiodifusión 0,00056478 para otros servicios

El monto a pagar por la concesión no debe ser inferior a T×R\$ 28,07.

La fórmula no se aplica a los radioaficionados, radiocomunicaciones ciudadanas, servicio móvil aeronáutico, servicio móvil marítimo, radiocomunicaciones comunitarias y la utilización temporal del espectro. Para esos casos, existe una tabla fija de valores.

El precio a pagar por las entidades gubernamentales se reducirá en un 90 % (noventa por ciento).

En los casos en que no se requiera licitación, el valor de la ampliación del derecho de utilización de frecuencias radioeléctricas es el mismo que el indicado anteriormente. De lo contrario, el valor de la extensión (V_e) se calcula mediante la fórmula:

$$V_e = R \times F \times \frac{T_e}{100}$$

donde:

Variable	Descripción	Valores
R	Ingreso operativo neto	Corresponde a los ingresos netos de explotación del proveedor de servicio en el año anterior a la decisión de extensión, calculados proporcionalmente al número de usuarios del proveedor servido por las bandas de radiofrecuencia de la concesión objeto de la extensión.
F	Proporcionalidad de frecuencia	$\frac{\frac{\Delta f_i}{f c_i}}{\sum_{k=1}^n \frac{\Delta f_k}{f c_k}}$ <p> Δf_i: es la anchura de banda de la frecuencia objeto de la petición de ampliación, en MHz; $f c_i$: es la frecuencia central de la banda de frecuencias objeto de la ampliación, en MHz; Δf_k: es la anchura de banda de cada banda de frecuencias que utiliza el proveedor de los servicios de telecomunicaciones de interés colectivo en la región de autorización de la banda objeto de la ampliación; $f c_k$: es la frecuencia central de cada banda de frecuencias utilizada por el proveedor de los servicios de telecomunicaciones de interés colectivo en la región de autorización de la banda objeto de la ampliación; n: es el número total de bandas de frecuencias diferentes que utiliza el proveedor de los servicios de telecomunicaciones de interés colectivo en la región de autorización de la banda objeto de la ampliación. </p>
T_e	Tiempo de ampliación	corresponde al periodo de ampliación, en años

Si el valor calculado que se ha de pagar por la ampliación es inferior al valor calculado mediante la fórmula PPDUR, se evaluará la eficiencia de la utilización de la banda de frecuencias. La solicitud de la ampliación será denegada en caso de que no se verifique la eficiencia.

Cuando proceda, para la emisión o renovación de una autorización para la utilización de una radiofrecuencia se cobrará esa autorización.

5.2.11 Experiencia con los cánones por utilización del espectro – República de Corea

El espectro radioeléctrico no es de propiedad privada sino un bien de carácter público y sus usuarios obtienen beneficios económicos utilizándolo. Esto implica que los usuarios al explotar estaciones radioeléctricas aprovechan bienes públicos. Por lo tanto, los usuarios del espectro han de pagar una cantidad adecuada en cánones por utilización del espectro, equivalente al valor económico del mismo.

Los cánones por utilización del espectro facilitan al gobierno información práctica como por ejemplo sobre las preferencias de espectro en el mercado o la calidad del servicio radioeléctrico y un valor

cuantitativo del volumen de la demanda de espectro. Esta demanda ha aumentado rápidamente con el crecimiento de los servicios de telecomunicaciones. Además, los cánones por utilización del espectro pueden reducir la sobreutilización del espectro radioeléctrico y alentar a los usuarios a liberar para el gobierno espectro radioeléctrico no utilizado.

La Administración de la República de Corea implantó cánones por utilización del espectro en 1993 de conformidad con la Ley General de Radiocomunicaciones de la República de Corea con objeto de aplicar la recuperación de costes para llevar a cabo una gestión eficaz del espectro radioeléctrico y establecer programas de desarrollo de las tecnologías de radiocomunicaciones. La evaluación y recaudación de los cánones por utilización del espectro se recogen en el Decreto Presidencial de la Ley General de Radiocomunicaciones.

Están exentas del pago de los cánones las estaciones de radiocomunicaciones:

- utilizadas para comunicaciones gubernamentales;
- utilizadas para radiodifusión sin ánimo de lucro o para fondos de promoción de radiodifusión de pago;
- utilizadas por abonados a servicios de los operadores comunes;
- utilizadas para el servicio de frecuencias patrón y señales horarias;
- utilizadas para comunicaciones de emergencia, experimentales y de radioaficionados;
- utilizadas por la Asociación de la Cruz Roja de Corea;
- instaladas en túneles y otras zonas subterráneas y empleadas para la retransmisión de comunicaciones de abonados y servicios de radiodifusión;
- utilizadas para la prevención de catástrofes (tales como avisos de inundaciones);
- utilizadas por operadores comunes para fines públicos.

Los cánones por utilización del espectro se calculan usando parámetros tales como banda de frecuencias, anchura de banda, potencia y número de abonados y pertenecen a una de las cuatro categorías de cánones por utilización del espectro siguientes:

Categoría 1: Según el operador común;

Categoría 2: Según la estación de radiocomunicaciones;

Categoría 3: Según la frecuencia asignada del transmisor de estaciones radioeléctrica;

Categoría 4: Según las estaciones terrenas instaladas en vehículos y las estaciones terrenas de operador común para arrendamiento.

NOTA – Todos los cánones se pagan trimestralmente.

Criterios de evaluación de los cánones por utilización del espectro

Cánones de categoría 1: Según el operador común

Los cánones por utilización del espectro (SF) los fija el operador común basándose en la siguiente ecuación:

$$(SF) = N_s \times U_p \times \{1 - (F_s + E_{ff} + R_f + E_f) \times C\} \quad (66)$$

siendo:

N_s : número de abonados

U_p : precio unitario

F_f : factor de exención de cánones por compartición de instalaciones

E_{ff} : factor de exención del canon por motivos ecológicos

- R_f : factor de exención por itinerancia
 E_f : factor de exención por utilización eficiente de frecuencias
 C : factor de características radioeléctricas.

Descripción de los parámetros:

- a) Número de abonados: Número medio de abonados el primer día de un trimestre y el último día del trimestre.
b) Precio unitario:

CUADRO 37

Servicios	Precio unitario (KRW ¹⁷ /abonado/trimestre)
Servicio de telefonía móvil (celular, PCS, IMT)	2 000
Internet inalámbrica de banda ancha	1 200
Servicio de radiobúsqueda/troncal	150
Servicio de localización	50
Servicio inalámbrico de datos	30
Comunicación por satélite (portable):	
– voz y datos	500
– sólo datos	80

- c) Factores de exención del canon por compartición de instalaciones, motivos ecológicos y de itinerancia:

CUADRO 38

Tasa de compartición de instalaciones, motivos ecológicos y tasa de itinerancia	<10	10~20	20~30	30~40	40~45	45~50	50~55	55~60	60~70	>70
Factor de exención por compartición de instalaciones	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
Factor de exención por motivos ecológicos	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
Factor de exención por itinerancia	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25		0,30			

NOTA 1 – *Tasa de compartición de instalación*: Relación entre el número de estaciones de radiocomunicaciones servidas por un operador común que comparten instalaciones de radiocomunicaciones y el número total de estaciones de radiocomunicaciones servidas por dicho operador.

NOTA 2 – *Coeficiente ecológico*: Relación entre el número de estaciones de radiocomunicaciones a las que se da servicio con instalaciones ecológicas respecto del número total de estaciones que reciben servicio del operador común.

NOTA 3 – *Tasa de itinerancia*: Relación entre el número de estaciones de radiocomunicaciones servidas por un operador común que utilizan tecnología de itinerancia y el número total de estaciones de radiocomunicaciones servidas por el operador común.

¹⁷ Al mes de junio de 2018, 1 won surcoreano (KRW) equivalía a 0,00093 dólares de los Estados Unidos de América.

d) Factor de exención por utilización eficiente de frecuencias:

CUADRO 39

Eficiencia en la utilización de frecuencias (%)	< 100	100~150	150~200	200~250	> 250
Factor de exención por utilización eficiente de frecuencias	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05

NOTA 1 – *Eficiencia en la utilización de frecuencias*: Relación entre el número medio de abonados por asignación de frecuencia y la capacidad básica del número de abonados.

NOTA 2 – El factor de exención por utilización eficiente de frecuencias no se aplica a los servicios de radiobúsqueda, sistemas radioeléctricos troncales, radiocomunicaciones locales y transmisión inalámbrica de datos.

e) Factor radioeléctrico característico:

CUADRO 40

Banda de frecuencias	Factor radioeléctrico característico
< 1 GHz	1,16
1 GHz~3 GHz	0,81

NOTA – El factor de características radioeléctricas no se aplica para los servicios de radiobúsqueda, TRS, LBS, de datos inalámbricos y de estaciones con licencia.

Cánones de categoría 2: Según la estación de radiocomunicaciones

Los cánones por utilización del espectro (SF) se determinan en la estación de radiocomunicaciones de acuerdo con la ecuación:

$$(SF)_{estación} = B_p \times U_f \times S_f \times (1 - F_s - E_{ff}) \quad (67)$$

donde:

C_B : precio básico

U_f : factor por utilización de espectro

S_f : factor de servicio

F_s : factor de exención por compartición de instalaciones

E_{ff} : factor de exención por motivos ecológicos.

Descritos de la forma siguiente:

Precio básico, B_p : 250 000 KRW/estación.

Factor de utilización del espectro, U_f : Valor que aparece en la célula situada en la intersección entre la columna «utilización del espectro» y la fila «bandas de frecuencias» del Cuadro 41.

CUADRO 41

Utilización del espectro (MHz) \ Bandas de frecuencia	< 0.1	0.1 ~ 0.3	0.3 ~ 1.5	1.5 ~ 4	4 ~ 7	7 ~ 10	10 ~ 15	15 ~ 20	20 ~ 30	30 ~ 40	40 ~ 60	60 ~ 80	80 ~ 110	110 ~ 150	> 150
< 1 GHz	1	2	3	5	7	9	12	15	19	23	28	33	28	44	50
1~3 GHz	0,7	1,4	2,1	3,5	4,9	6,3	8,4	10,5	13,3	16,1	19,6	23,1	26,6	30,8	35
3~10 GHz	0,23	0,47	0,70	1,17	1,64	2,11	2,81	3,51	4,45	5,38	6,55	7,72	8,89	10,3	11,7
10~30 GHz	0,03	0,07	0,10	0,17	0,24	0,31	0,41	0,51	0,65	0,78	0,95	1,12	1,29	1,50	1,7
> 30 GHz	0,004	0,008	0,012	0,02	0,028	0,036	0,048	0,06	0,076	0,092	0,112	0,132	0,152	0,176	0,2

NOTA 1 – Si se utiliza tecnología analógica, el canon se triplica por el factor de utilización del espectro para el servicio móvil marítimo.

Factor de servicio, S_f :

CUADRO 42

Estaciones de radiocomunicaciones	Factor
Estaciones fijas:	
– para enlaces de microondas	0,5
– para bucle local	0,25
– para comunicaciones con islas	0,05
– para otras aplicaciones	1
Estación de retransmisión para la radiodifusión por satélite	0,03
Estaciones que utilizan frecuencias de red pública integradas, exclusivamente	0,012
Otras estaciones	1

Los factores de exención por compartición de instalaciones y motivos ecológicos:

CUADRO 43

Tasa de itinerancia y compartición de instalaciones (%)	<10	10~20	20~30	30~40	40~45	45~50	50~55	55~60	60~70	>70
Factor de exención por compartición de instalaciones	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
Factor de exención por motivos ecológicos	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10

Categoría 3: Según la frecuencia asignada del transmisor de las estaciones de radiocomunicaciones

Los cánones por utilización del espectro (SF) se determinan para cada transmisor, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$(SF)_{estación} = B_p \times \left(\sqrt{P + B_w} \right) \times P_f \times U_f \times O_f \times (1 - F_s - E_{ff}) \quad (68)$$

siendo:

- B : precio básico
- P : potencia de la antena
- B_W : anchura de banda
- P_f : factor de preferencia
- U_f : factor de pautas de utilización de frecuencias
- O_f : factor a efectos de funcionamiento
- F_S : factor de exención por compartición de instalaciones
- E_{ff} : factor de exención por motivos ecológicos.

Descritos como sigue:

Precio básico, B_P : 2 000 Won/frecuencia designada.

Potencia de antena, $P(W)$: la unidad de potencia es el vatio (w).

Anchura de banda, $B_W(\text{kHz})$. La unidad es el kHz para frecuencias inferiores a 960 MHz y el MHz para frecuencias superiores a 960 MHz.

Factor de preferencia P_f :

CUADRO 44

Bandas de frecuencias		Factor
Bandas de ondas hectométricas/decamétricas	< 28 MHz	1
Bandas de ondas métricas	28~300 MHz	1,3
Bandas de ondas decimétricas	300~960 MHz	1,5
Ondas decimétricas	960 MHz~3 GHz	0,1
Ondas centimétricas	3~10 GHz	0,0234
	10~30 GHz	0,0034
Ondas milimétricas	> 30 GHz	0,0004

Factor de pautas de utilización de frecuencia U_f :

CUADRO 45

Pauta de utilización de frecuencia	Factor
Utilización exclusiva	1
Utilización común	0,1

NOTA – La *utilización exclusiva* se produce cuando un operador emplea una frecuencia exclusivamente en un país o región y la *utilización común* se produce cuando un operador emplea una frecuencia de manera no exclusiva en un país o región.

Factor a efectos de funcionamiento O_f :

CUADRO 46

Objetivo de funcionamiento	Factor
Servicios de radionavegación (radar, transpondedor, estimador de distancia, radioaltímetro)	0,5
Servicios de radiotelemedida (incluida la detección y las radiobalizas)	0,1
Otros servicios	1

Factores de exención por compartición de instalaciones y motivos ecológicos:

CUADRO 47

Tasa de itinerancia y compartición de instalaciones (%)	<10	10~20	20~30	30~40	40~45	45~50	50~55	55~60	60~70	>70
Factor de exención por compartición de instalaciones	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
Factor de exención por motivos ecológicos	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10

Categoría 4: Según las estaciones terrenas instaladas sobre vehículos y estaciones terrenas de operador común para arriendo

Los cánones SF se determinarán en cada categoría de la forma siguiente:

CUADRO 48

Tipo de estaciones	SF (KRW)
Estaciones instaladas en vehículos (tales como barcos y aeronaves)	20 000
Estaciones terrenas de operadores comunes para arriendo	20 000
Otras estaciones	3 000

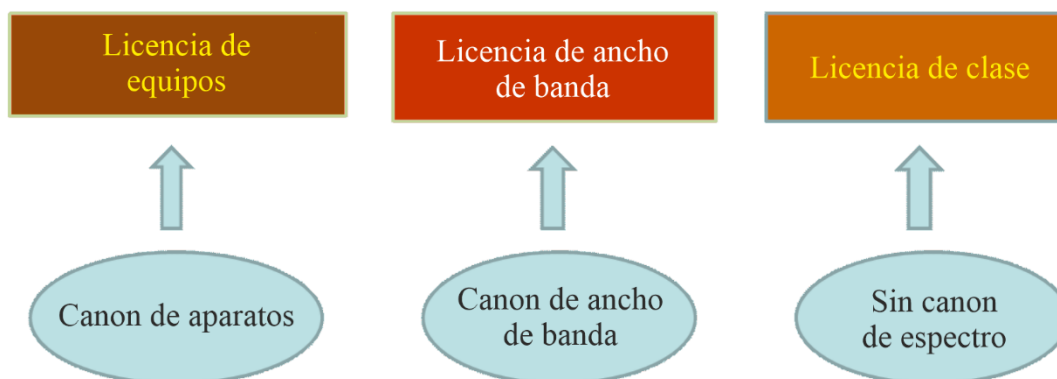
5.2.12 La experiencia de Indonesia con el canon del espectro

Antecedentes

El espectro es uno de los recursos escasos con muchas ventajas para el usuario. Es decir, tiene un valor. Para que el uso del espectro sea eficiente y eficaz, la UIT recomienda a las administraciones realizar una gestión nacional del espectro. Esa gestión supone unos costes que pueden sufragarse imponiendo un canon del espectro al usuario del espectro. Todo usuario del espectro en Indonesia debe tener una licencia. La licencia se utiliza como base para determinar la cantidad del canon del espectro.

FIGURA 18

Tipos actuales de licencias que se utilizan en Indonesia



Informe SM.2012-18

Los cánones del espectro que paga el usuario del espectro suponen **unos ingresos no tributarios para el Estado**. Igual que la función de los impuestos, los ingresos no tributarios tienen la función de financiar el desarrollo nacional y servicios públicos, como sanidad, justicia, educación y tecnología.

LICENCIAS DE ESPECTRO EN INDONESIA

Licencia de equipos

El Gobierno de Indonesia concede la licencia de equipos al usuario para un periodo de 5 años. Una vez concedida la licencia a los usuarios del espectro, esos tienen que pagar un canon del espectro cada año hasta la fecha de expiración.

El canon del espectro que deben pagar los usuarios del espectro se calcula utilizando una fórmula con los siguientes componentes:

- Precio básico de potencia de espectro (HDDP).
- Precio básico de ancho de banda de espectro (HDLP).
- Potencia de espectro (p).
- Ancho de banda (b).
- Índice de ancho de banda (Ib).
- Índice de potencia (Ip).
- Zona de servicio de telecomunicaciones.

La fórmula del canon del espectro para una licencia de equipos es:

$$\text{Canon del espectro} = \frac{(Ib \times HDLP \times b) + (Ip \times HDDP \times p)}{2}$$

donde:

- Ib: índice de ancho de banda
- HDLP: precio básico de ancho de banda de espectro, ancho de banda ancho por 1 kHz
- b: ancho de banda ocupado, kHz

- Ip: índice de potencia de transmisión
- HDDP: precio básico de la potencia espectral, cada potencia espectral por 1 dBm en un canal de frecuencias
- p: potencia de espectro de p.i.r.e. (dBmWatt).

El precio básico de potencia de espectro (HDDP) y el precio básico de ancho de banda de espectro (HDLP) lo fija el Gobierno de Indonesia y figura en el reglamento.

Los números dependen del tipo de frecuencia radioeléctrica utilizada, por ejemplo ondas decamétricas, ondas métricas y ondas decimétricas, y de la zona (área) que abarca la licencia.

Hay 5 (cinco) zonas de frecuencia en Indonesia que el usuario del espectro puede ocupar. El administrador dividió el área de Indonesia en 5 (cinco) zonas basándose en los enfoques de población y economía utilizados en una región. La determinación de las zonas dentro de la zona de tarifas se revisa periódicamente, al menos cada cinco años.

El Ib (índice de ancho de banda ocupado) y el Ip (índice de potencia de transmisión) se establecen mediante la evaluación técnica de la Dirección General de Gestión de Recursos y Normas de Equipos de Correos y Tecnología de la Información, teniendo en cuenta la tecnología, la utilidad, los beneficios, el estado de la industria y también el programa estratégico nacional. Se evalúan cada dos años.

En la evaluación de esos índices se tienen en cuenta algunos componentes como:

- El tipo de frecuencia de espectro radioeléctrico.
- El ancho de banda o canal de espectro.
- Área cubierta.
- Interés del mercado.
- La tecnología aplicada.

La fórmula muestra que el canon del espectro que se basa en la licencia de estación de radiocomunicaciones depende de la cantidad de transmisores de estaciones de radiocomunicaciones. Cuantos más transmisores de estación de radiocomunicaciones hay, más tienen que pagar los operadores por el canon del espectro.

A continuación figuran algunos servicios que utilizan frecuencias que tenían una licencia de estación de radiocomunicaciones:

- Enlace de microondas.
- Radiodifusión de televisión (analógica).
- Concentración de enlaces de radiocomunicaciones.
- Satélite.

Licencia de ancho de banda

Hoy en día, el canon del espectro basado en una licencia de equipos ya no es eficaz ni para el operador como usuario del espectro ni para el administrador que vigila el uso del espectro. Por ese motivo, Indonesia comenzó a aplicar una licencia de ancho de banda en 2010 para algunas frecuencias, como las bandas de frecuencias para 2G, 3G y BWA 2,3 GHz. Una vez aplicada la licencia de ancho de banda de espectro, el Gobierno de Indonesia tuvo que evaluar la fórmula del canon del espectro anterior. La licencia de equipos no es apta para atenderse al desarrollo de tecnologías avanzadas. La nueva fórmula debería poder ser válida ante los cambios en el sector de las telecomunicaciones, que es muy dinámico.

El canon del espectro basado en el ancho de banda de espectro

1 Subasta

2 Fórmula

En 2006, Indonesia celebró una subasta para 3G en la gama de frecuencias 1 940-1 955 MHz / 2 130-2 145 MHz. La subasta fue una subasta de oferta sellada en dos fases. Al ganador de la subasta se le concedió la licencia de espectro para que la utilizara durante 10 años. El precio de la subasta se convirtió en una referencia para calcular el canon del espectro.

Fórmula del canon del espectro

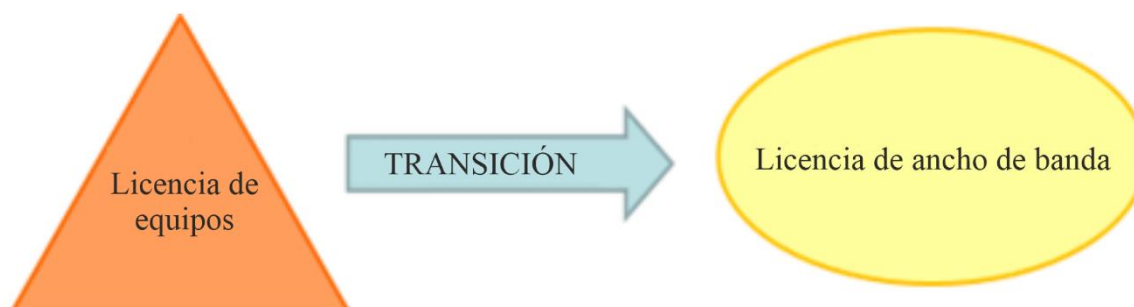
Para simplificar la fórmula con la que calcular el canon del espectro y ofrecer más ventajas al operador como usuario del espectro y al gobierno como órgano de reglamentación, Indonesia aplicó en 2010 una nueva fórmula para el uso del espectro en la banda de frecuencias de 800 MHz, 900 MHz y 1 800 MHz (el canon del espectro tenía que pagarse antes de que el usuario pudiese utilizar el espectro).

Canon del espectro basado en la licencia de ancho de banda = $(N \times K) \times I \times C \times B$

- N*: es un factor de normalización para estabilizar los ingresos no tributarios del Gobierno
- K*: es un factor de ajuste para la banda de frecuencia teniendo en cuenta el valor económico del espectro utilizado en función del servicio y los beneficios
- I*: es el índice de precio básico que puede ajustarse a la propagación del espectro (Rp/MHz). El índice lo fija el gobierno
- C*: es la última población total en un área de servicio según la licencia de ancho de banda del espectro (kilopoblación)
- B*: es el ancho de banda ocupado por el usuario del espectro, incluida la banda de guardia (MHz).

Para mantener la sostenibilidad del sector de las telecomunicaciones tras la implementación de la licencia de ancho de banda en lugar de la licencia de estación de radiocomunicaciones, el Gobierno de Indonesia adoptó una directiva para conceder al usuario del espectro un periodo de transición. El periodo de transición es el periodo que se concede al usuario de espectro del servicio FWA para que pague el canon del espectro que se calcula a partir de la licencia de ancho de banda de espectro utilizando la fórmula en cuestión. El periodo de transición se concede por 5 años.

Ese periodo (5 años) es suficiente para evitar la fluctuación del cambio del canon del espectro.



En esos cinco años, el usuario del espectro pagará el canon del espectro calculado mediante la siguiente fórmula:

CUADRO 49

Año 1	$Y_1 = X + ((20\% \times \Delta) - Z)$
Año 2	$Y_2 = X + (40\% \times \Delta)$
Año 3	$Y_3 = X + (60\% \times \Delta)$
Año 4	$Y_4 = X + (80\% \times \Delta)$
Año 5	$Y_5 = X + (100\% \times \Delta)$

- En el periodo de transición (de 2010 a 2015) la constante ($N \times K$) se ciñe a una unidad y se ajustará cada año utilizando el índice de precios al consumo (IPC).
- La constante ($N \times K$) se fija mediante el precio resultante de la subasta de servicio 3G adicional en la banda de frecuencias de 2,1 GHz para el periodo 2009-2010.

El precio resultante es 160 000 millones de rupias.

- En el periodo de 2011 a 2015, el valor de ($N \times K$) se ajusta anualmente multiplicando el valor de ($N \times K$) para el año 2010 por la relación entre los índices de precios al consumo en diciembre del año anterior y de hace dos años.

Por ejemplo, queremos calcular el valor de ($N \times K$) para el año 2012:

IPC en diciembre del año 2010 = 125,17

IPC en diciembre del año 2011 = 129,91

La tasa del IPC que se utiliza para ajustar el valor de ($N \times K$) para el año 2012 es:

$$\frac{\text{CPI 2011}}{\text{CPI 2010}} = \frac{129,91}{125,17} = 1,03787$$

Así, el ($N \times K$) ajustado para el año 2012 = $1,03787 \times (N \times K)$ para el año 2011.

Sin canon del espectro

En Indonesia hay diversos servicios de espectro a los que no se aplica un canon del espectro. A los usuarios se les concede una licencia de espectro sin tener que pagar un canon del espectro. Esos espectros se utilizan para servicios como:

- Telecomunicaciones especiales para defensa nacional.
- Telecomunicaciones especiales para servicio especial.
- Telecomunicaciones especiales para servicios gubernamentales que utiliza la embajada extranjera en Indonesia.
- Dispositivos de baja potencia: inferior a 10 mWatt.
- Servicios de datos inalámbricos en la banda de frecuencias de 2 400-2 483 MHz.

- La banda de frecuencias utilizada para industria, ciencia y atención sanitaria.

5.2.13 Procedimiento de Colombia para establecer el nivel de ocupación en un área geográfica concreta para enlaces punto a punto

El Gobierno de Colombia da a conocer los siguientes resultados de un estudio sobre el establecimiento de parámetros que deben figurar en el plan de cánones del espectro. En el siguiente texto se explica la incorporación de un parámetro que refleja la demanda de espectro y el coste de oportunidad de enlaces de microondas para determinadas bandas de frecuencias.

Antecedentes

En la Ley de Tecnologías de la Información y la Comunicación promulgada en 2009 en Colombia (Ley # 1341) se decretó promover el uso óptimo del espectro dada su importancia estratégica para el país y para mejorar la competitividad, servicios de calidad y eficiencia para los consumidores. En este sentido, todas las entidades gubernamentales nacionales y territoriales que participaban en la gestión del espectro debían adoptar las medidas necesarias para alcanzar esos objetivos.

En la Ley 1341 también se estipula la creación de la Agencia Nacional del Espectro, ANE. Esa entidad se encarga de prestar apoyo técnico en asuntos de gestión del espectro, en particular sobre planificación, monitorización y control del espectro, y de asesorar al Ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación sobre la asignación de frecuencias y la definición y ajuste del plan de cánones del espectro.

En este sentido, la ANE ha elaborado diversos estudios en los que se definen varias cuestiones para su introducción en el plan del canon del espectro. Entre ellas un coeficiente llamado «factor de eficiencia» (Fe) que se aplica en la fórmula de enlaces punto a punto y que tendrá un papel importante en la mejora hacia una distribución más eficiente del espectro y su uso.

El factor de eficiencia para enlaces punto a punto

El plan nacional de cánones del espectro en Colombia se organiza en función del tipo de enlaces y se aplica a frecuencias distintas a las bandas IMT. En el último caso, los cánones se fijan mediante mecanismos de mercado: la mayoría de las veces los procesos de asignación de frecuencias se realizan en subastas.

De este modo, el plan de cánones del espectro contiene fórmulas diferentes relativas a:

- a) los enlaces en las bandas de ondas decamétricas;
- b) los enlaces punto a punto, y
- c) los enlaces punto a multipunto.

Como resultado de la aplicación de las diferentes fórmulas y el crecimiento de la demanda del espectro, el espectro se congestionó en algunas áreas y ubicaciones geográficas concretas. Por lo tanto, fue necesario diseñar, e incorporar en las correspondientes fórmulas, un factor que reflejase la escasez del recurso y promoviese decisiones basadas en el coste de oportunidad, entre otros criterios.

En este sentido, la ANE elaboró un estudio para determinar los cambios necesarios. Entre otros factores y modificaciones requeridos, el factor de eficiencia se incorporó en la fórmula de enlaces punto a punto.

Ese factor comprende criterios técnicos y económicos para promover la eficiencia en la asignación del espectro y su uso. Está relacionado con los permisos de espectro vigentes en áreas geográficas concretas (la demanda de recurso).

CUADRO 50

Nivel de ocupación de banda (NOB) Porcentaje	Nivel de congestión	Factor de eficiencia (Fe)
$0\% < \text{NOB} \leq 75\%$	Bajo	1
$75\% < \text{NOB} \leq 90\%$	Medio	1,1
$\text{NOB} > 90\%$	Banda saturada	1,3
O la prueba de la existencia de un canal con reutilización de frecuencia, únicamente para enlaces punto a punto		

El factor de eficiencia se aplicará a esos enlaces punto a punto en lugares concretos determinados por el gobierno con un nivel de ocupación superior al 75% en una banda en particular y con un nivel de congestión correspondiente de medio a saturado, como puede observarse en el cuadro. Ese factor se aplica cuando se ha comprobado que habrá al menos un canal con reutilización de frecuencias.

Para la fórmula se necesitaron conocer los niveles de ocupación del espectro en los que se había detectado congestión y sus respectivos factores de eficiencia.

Procedimiento para establecer el nivel de ocupación en un área geográfica concreta para enlaces punto a punto

El procedimiento para establecer los niveles de ocupación se definió del siguiente modo:

- 1) Solucionar los problemas de bases de datos de radioenlaces (enlaces punto a punto), para eliminar los permisos legales expirados y corregir alguna información imprecisa.
- 2) Organizar la base de datos ya limpia de frecuencias asignadas por banda de frecuencias según el cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias.
- 3) Definir ubicaciones geográficas para que la base de datos limpia de frecuencias asignadas pueda agruparse según su ubicación. A tal fin cada ubicación geográfica se refiere a infraestructuras instaladas en un área específica conocida por un nombre y coordenadas comunes. Significa que las infraestructuras instaladas están lo suficientemente cerca como para generar interferencias si sus permisos les permiten operar en el mismo canal o en un canal adyacente.
- 4) Determinar las ubicaciones congestionadas, agrupadas por banda de frecuencias.
 - a) Esa actividad comienza con la definición de un parámetro de referencia que permite definir los límites de congestión de una ubicación geográfica concreta en las diferentes bandas. El parámetro elegido es la cantidad de espectro utilizable en una banda de frecuencias particular en cada ubicación geográfica.
 - b) La cantidad de espectro utilizable se calcula basándose en el Cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias y en sus disposiciones de canales concretas, todo lo cual se basa en las Recomendaciones de la UIT.
 - c) Así, la cantidad de espectro asignado se mide añadiendo las cantidades de espectro asignado en la base de datos.
 - d) Los niveles de ocupación en las diferentes ubicaciones geográficas de las diferentes frecuencias se definen aplicando la relación entre la cantidad del espectro asignado y la cantidad del espectro utilizable.

- e) El concepto de ubicaciones geográficas congestionadas, donde se aplican los factores de eficiencia, se define como el área circular cuyo radio parte de un punto central determinado. Los puntos centrales se fijan mediante las coordenadas mencionadas anteriormente (véase el punto número 3)).
 - f) Es necesario determinar un radio a partir de la experiencia e información obtenida en la base de datos y mediante la herramienta de simulación. En el caso de Colombia, el radio es de 600 metros porque esa distancia era la máxima para incorporar todas las estaciones de base existentes en las ubicaciones geográficas congestionadas.
- 5) En paralelo, la ANE fija los rangos de ocupación con sus respectivos niveles de congestión y establece los correspondientes factores. Esos factores se llaman factores de eficiencia y modificarán la fórmula de enlaces punto a punto para mejorar la eficiencia en la asignación y uso del espectro.

Los niveles de ocupación y congestión se muestran en el cuadro anterior. Serán válidos dos años y deberán elaborarse estudios para determinar los nuevos niveles de ocupación de las diferentes ubicaciones y áreas de los dos años posteriores. Los resultados debe publicarlos oportunamente el Gobierno para que los operadores puedan calcular y pagar los cánones del espectro anuales sin incurrir en multas o sanciones.

En el caso de enlaces punto a multipunto y para determinar la congestión de una banda, el procedimiento es similar al establecido anteriormente con unos pocos ajustes. En particular porque el área congestionada será una ubicación más grande, como una ciudad o incluso un país.

Ejemplo de cálculos para un enlace punto a multipunto

El primer paso para calcular los cánones es sustituir en la fórmula los parámetros por los valores concretos para cada parámetro:

$$VAC = AB * F_v * F_e * SMMLV$$

donde:

VAC: valor de canon anual

AB: ancho de banda

F_v: factor de ponderación de banda

F_e: factor de eficiencia (nuevo elemento que se incorpora a la fórmula)

SMMLV salario mínimo mensual, emitido legalmente cada año (salario mínimo de todo un mes).

Así, para el enlace punto a multipunto en la banda 23 GHz cuyo F_v es 0,38 con 28 MHz de ancho de banda y un SMMLV de 250 dólares estadounidenses para un año en concreto, VAC sería 2 660 dólares.

Por otra parte, si la ubicación donde se sitúa el enlace tiene un nivel de congestión entre 75% y 90%, o un «nivel medio», el factor de eficiencia sería 1,1. En ese caso VAC sería 2 926 dólares estadounidenses.

Si el enlace está situado en un área o ubicación con un nivel de «banda saturada», el factor de eficiencia es 1,3 y su VAC alcanzaría los 3 458 dólares.

Colombia publicó una lista con las 82 ubicaciones geográficas congestionadas.

5.2.14 Experiencia de la India con los pagos por subasta de espectro

Los precios de las subastas de espectro en la India se determinan mediante un proceso de varias etapas que comprende el cálculo de los precios de reserva, el mecanismo de subasta y la dinámica del mercado. El precio de reserva, que es el precio mínimo al que se puede vender el espectro, es un punto de partida crucial para las subastas de espectro. La Autoridad de Reglamentación de las Telecomunicaciones de la India (TRAI), el organismo regulador, desempeña un papel fundamental en la recomendación de precios de reserva. La TRAI lleva a cabo consultas detalladas con las partes interesadas, analiza los precios de subastas anteriores, los patrones de demanda, el panorama competitivo, los avances tecnológicos y revisa los puntos de referencia internacionales para establecer un precio de reserva realista que refleje las condiciones del mercado. Las diferentes bandas de espectro tienen diferentes características de propagación y casos de uso (por ejemplo, espectro de banda baja para cobertura, espectro de banda alta para capacidad). Estas características también influyen en su valoración. Los objetivos del Gobierno, como la generación de ingresos, la inclusión digital y la promoción de la penetración de la banda ancha, también influyen en la fijación de precios de reserva.

En una subasta de espectro realizada en 2010, se obligó a los adjudicatarios a pagar la totalidad de la puja una vez terminada la subasta. Habida cuenta de la salud financiera del sector de las telecomunicaciones, la Administración de la India introdujo condiciones de pago más flexibles, con plazos más largos para los pagos aplazados y tipos de interés más bajos para los pagos fraccionados. A partir de 2012, los licitadores seleccionados tuvieron la opción de pagar la totalidad del pago por adelantado o el pago anticipado de uno o más plazos anuales o el pago parcial por adelantado y el importe restante en diez plazos anuales iguales. Posteriormente, el número de cuotas anuales iguales se incrementó a dieciséis. Actualmente, los adjudicatarios tienen la opción de efectuar el pago total o parcial por adelantado de la puja o de realizar 20 cuotas anuales iguales de la puja, protegiendo debidamente el valor actual neto (VAN) de la puja al tipo de interés aplicable.

A continuación se resumen brevemente las diversas subastas de espectro realizadas en la India:

CUADRO 51

Año	Bandas de espectro subastadas	Ingresos procedentes (en USD)
2010	3G (2 100 MHz) y conexión inalámbrica de banda ancha (2 300 MHz)	Aprox. 12 730 millones de dólares
2012	Resubasta 2G (1 800 MHz, 900 MHz, 800 MHz)	Aprox. 1 130 millones de dólares
2013	2G (1 800 MHz, 800 MHz)	Aprox. 440 millones de dólares
2014	2G (1 800 MHz, 900 MHz, 800 MHz)	Aprox. 7 270 millones de dólares
2015	2G (1 800 MHz, 900 MHz, 800 MHz), 3G (2 100 MHz)	Aprox. 13 080 millones de dólares
2016	2G (700 MHz, 1 800 MHz, 900 MHz, 800 MHz), 3G (2 100 MHz), 4G (2 300 MHz, 2 500 MHz)	Aprox. 7 880 millones de dólares
2021	4G (700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1 800 MHz, 2 100 MHz, 2 300 MHz, 2 500 MHz)	Aprox. 9 320 millones de dólares
2022	5G (600 MHz, 700 MHz, 800 MHz, 900 MHz, 1 800 MHz, 2 100 MHz, 2 300 MHz, 2 500 MHz, 3 300 MHz, 26 GHz)	Aprox. 17 980 millones de dólares

NOTA: El tipo de cambio considerado para la conversión es 1 dólar estadounidense = 83,48 rupias indias (tipo de cambio al 15/05/2024)

5.3 Experiencia adquirida con la utilización de recursos alternativos

Desde hace varios años muchas administraciones recurren a servicios auxiliares para apoyar la gestión nacional del espectro. A continuación, se pasa revista a la experiencia adquirida.

5.3.1 Canadá

5.3.1.1 Proceso de consulta

De conformidad con la legislación y reglamentación estatales sobre instrumentos, los ministerios y las agencias federales deben demostrar que se ha consultado a los canadienses y que han tenido la oportunidad de participar en el desarrollo y en las enmiendas a la reglamentación o los programas jurídicos. En Canadá, la *Canada Gazette* incluye noticias formales públicas, nombramientos oficiales, reglamentación propuesta, regulaciones y leyes del parlamento provenientes de ministerios y agencias gubernamentales. Todas las consultas y noticias se presentan en el sitio web de Industry Canada, proporcionando una oportunidad para que el público aporte comentarios y responda a ellos.

El gobierno de Canadá también consulta a miembros de la industria mediante la Junta Asesora de Radiocomunicaciones de Canadá (*Radio Advisory Board of Canada (RABC)*). La RABC es el organismo principal del sector privado que proporciona asesoramiento de carácter técnico al gobierno de Canadá en materia de gestión y utilización del espectro radioeléctrico. La RABC representa a la mayoría de los sectores de las radiocomunicaciones en Canadá, incluidos los fabricantes, los operadores de sistemas inalámbricos y los proveedores de servicio, los operadores de redes, radiodifusores, operadores de redes de seguridad pública y de seguridad nacional y los usuarios. La RABC consta de un cierto número de comités, relativos a comunicaciones móviles y personales, comunicaciones fijas inalámbricas, radiodifusión y compatibilidad electromagnética. La Administración de Canadá participa en sus reuniones como observador. La RABC asesora a la Administración sobre los asuntos relacionados con la política, normas técnicas y procedimientos. A menudo la RABC ha llevado a cabo estudios de ingeniería sobre planes de canalización, cálculos de interferencias o escenarios de compartición y ha proporcionado información importante para el proceso de gestión del espectro en Canadá.

5.3.1.2 Proceso de coordinación de frecuencias

La organización encargada de la gestión nacional del espectro en Canadá recurre a coordinadores de frecuencias en ciertos casos.

En lo que respecta a los servicios fijo y fijo por satélite, hay que señalar que, si bien incumbe al Ministerio de Industria la tramitación de las solicitudes de licencias, incluido el examen de la interferencia potencial y la coordinación internacional, la coordinación nacional es responsabilidad del solicitante. Los usuarios del servicio fijo mantienen sus propias bases de datos para efectuar sus coordinaciones recíprocas. La mayor parte de las actividades de coordinación se efectúa en el marco de la Asociación de Sistemas de Coordinación de Frecuencias que es una entidad canadiense sin fines lucrativos que tiene por miembros a las principales compañías telefónicas del país. La Asociación explota y administra un sistema informatizado de información y coordinación por microondas.

5.3.1.3 Difusión de información

Para facilitar la difusión de información, los registros de frecuencias asignadas se ponen a disposición del público en general por medio de Internet o en formato CD-ROM.

5.3.2 Alemania

En Alemania, las asociaciones de usuarios desempeñan funciones limitadas de gestión del espectro en lo que atañe a los sistemas de radiocomunicaciones móviles privadas (PMR). Se ha atribuido espectro a ciertas asociaciones de usuarios. Estas asociaciones han participado con éxito durante más

de 25 años en la asignación de frecuencias y hoy en día siguen invitadas a apoyar a sus miembros en esos procedimientos de asignación.

Los expertos de dichas asociaciones asesoran a sus miembros en todos los aspectos de la utilización de las radiocomunicaciones móviles privadas, les explican las disposiciones de la reglamentación nacional y apoyan la planificación de las redes de radiocomunicaciones móviles privadas por parte de los usuarios. La Asociación recomienda a la autoridad reguladora las características de dichas redes, por ejemplo, zonas de cobertura, altura de las antenas y distintivos de llamada. Normalmente, todas las normas técnicas, reglas de planificación de frecuencias y otras condiciones de licencia pertinentes se toman en consideración en las recomendaciones de la asociación de usuarios. La autoridad de reglamentación aprueba en prácticamente todos los casos estas recomendaciones y expide la correspondiente licencia. No obstante, la autoridad reguladora se encarga en todos los casos de la coordinación internacional.

Las asociaciones de usuarios son financiadas por las contribuciones de sus miembros y trabajan en favor de los usuarios de las radiocomunicaciones móviles privadas. Contribuyen al proceso de planificación del espectro de radiofrecuencias a mediano y largo plazo, representando los intereses de sus miembros en materia de espectro ante la autoridad reguladora. Estas asociaciones son un puente valioso entre la autoridad reguladora y los usuarios.

5.3.3 Israel

Israel recurre al sector privado para algunas funciones de gestión del espectro.

Aunque en el pasado algunos operadores ayudaban a la administración a asignar sus propias frecuencias en una determinada banda, en la actualidad esto se hace únicamente cuando se trata de operadores interurbanos, operadores celulares y, en ciertos casos, enlaces de microondas punto a punto.

La administración sigue recibiendo el apoyo de los operadores y la industria, ya que participan en actividades de la UIT, como las que se realizan en la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones y las Comisiones de Estudio de Radiocomunicaciones (por ejemplo, TADIRAN en la Comisión de Estudio 1 de Radiocomunicaciones y Motorola Israel en la Comisión de Estudio 8 de Radiocomunicaciones).

5.3.4 Federación de Rusia

En la Federación de Rusia, un gran apoyo a las actividades gubernamentales de gestión del espectro lo proporcionan diversas organizaciones científicas, de desarrollo y de diseño que desempeñan el cometido de coordinadores de frecuencias y consultores en materia de gestión del espectro. Si bien administrativamente estas organizaciones pueden pertenecer a distintos ministerios y otros organismos del Estado, proporcionan realmente conocimientos técnicos independientes en muchas áreas de las radiocomunicaciones, y especialmente en la gestión del espectro, a la Administración de telecomunicaciones de la Federación de Rusia así como a operadores de radiocomunicaciones privados y a diversas organizaciones comerciales que apoyan sus actividades. Debido a la estrecha colaboración con la Administración de telecomunicaciones de la Federación de Rusia, por un lado, y con los operadores de radiocomunicaciones, por otro lado, y gracias a una activa participación en las actividades regionales e internacionales pertinentes, están muy familiarizadas con las necesidades para el desarrollo y la mejora de los distintos servicios de radiocomunicaciones así como sobre los temas de gestión del espectro a escala nacional, regional e internacional.

Tales organizaciones de gestión del espectro incluyen institutos de investigación, especialmente el Instituto de Investigación y Desarrollo de las Radiocomunicaciones (NIIR) junto con sus anexos, laboratorios de pruebas de homologación, asociaciones de operadores privados y firmas consultoras que trabajan sobre una base comercial.

Las ayudas principales que ofrecen estas organizaciones a la Administración de telecomunicaciones son:

- la realización, a petición de la Administración, de análisis de interferencia sistemática para aplicaciones de frecuencias del servicio fijo (microondas) y del servicio fijo por satélite, incluyendo temas de coordinación nacional e internacional;
- la realización de la coordinación de frecuencias de las transmisiones radioeléctricas para los servicios de radiodifusión sonora y de televisión;
- la realización de investigaciones experimentales sobre la posible atribución adicional de canales de radiodifusión sonora y de televisión en zonas con problemas en el terreno específicos. Basándose en las conclusiones a que se llegue, la administración concede las licencias y los permisos de utilización de frecuencias pertinentes para las actividades de explotación;
- el desarrollo de diversos proyectos de normas, especificaciones, recomendaciones, etc. relativos a las redes de radiocomunicaciones y al desarrollo de equipos, análisis de compatibilidad electromagnética y planificación de frecuencias, criterios y condiciones de compartición de frecuencias que debe aprobar la Administración; últimamente estas actividades se relacionan cada vez más con los asuntos reglamentarios y jurídicos correspondientes.

Por lo que se refiere a las ayudas a los operadores de radiocomunicaciones, los temas principales son los siguientes:

- explicación de la reglamentación nacional, regional e internacional para su aplicación a los diversos servicios de radiocomunicaciones;
- asistencia en la planificación de usuario de las redes de radiocomunicaciones pertinentes, especialmente las celulares, de entronque, etc., haciendo uso de todas las normas técnicas pertinentes, de la reglamentación para la planificación de frecuencias y de otras condiciones para la concesión de licencias;
- análisis preliminar de los canales de radiodifusión sin interferencia para los organismos de radiodifusión sonora y de TV, cálculo de las zonas de servicios, etc.;
- asistencia en la preparación de las solicitudes de licencia pertinentes y documentación de la oferta;
- asistencia a diversas empresas estatales y comerciales en el campo de la limitación de la interferencia industrial.

5.3.5 Estados Unidos de América

Estados Unidos de América recurre en gran medida a los servicios de coordinación de frecuencias, a los grupos de comunicaciones interesados y a consultores en gestión del espectro del sector privado.

5.3.5.1 Utilización de grupos de comunicaciones interesados

Las organizaciones estadounidenses de gestión del espectro recurren también en gran medida a comités consultivos. Por ejemplo, la FCC prepara sus propuestas a las conferencias de radiocomunicaciones, basándose en un proceso abierto con intervención de comités consultivos. Además, en su calidad de administrador de la utilización de sistemas de radiocomunicaciones por parte del Gobierno de Estados Unidos de América, la Administración Nacional de Telecomunicaciones e Información (NTIA) depende en gran medida del Comité Consultivo Interdepartamental de Radiocomunicaciones (IRAC), sus subcomités (planificación, gestión técnica y conferencias de radiocomunicaciones) y varios comités ad hoc que asesoran sobre reglamentación y elaboración de políticas. El IRAC es el comité consultivo permanente más antiguo de la administración estadounidense. Aunque no se trata de un órgano privado, constituye un excelente

ejemplo de la utilización de órganos asesores o grupos de expertos. La NTIA solicita también asesoramiento sobre la política de gestión del espectro al Comité Consultivo de Gestión de Frecuencias (FMAC), que es un grupo mixto público/privado.

La FCC ha aplicado con éxito también una técnica conocida como la creación negociada de normas, en cuyo marco los diseñadores de sistemas y grupos interesados en la utilización del espectro preparan conjuntamente las disposiciones reglamentarias y normas que regirán sus actividades.

La lista de comités asesores de la FCC figura en <https://www.fcc.gov/about-fcc/advisory-committees-fcc>.

5.3.5.2 Utilización de los servicios de coordinación de frecuencias en Estados Unidos de América

Con arreglo a las normas de la FCC y antes de solicitar una licencia para el suministro de ciertos servicios, el aspirante debe proporcionar información de coordinación técnica o prueba de coordinación previa de la estación proyectada con las estaciones existentes. Los grupos privados suelen desempeñar esta función de coordinación previa.

En cuanto a los servicios privados de radiocomunicaciones móviles terrestres, la FCC ha autorizado a una serie de grupos para realizar subatribuciones específicas (por ejemplo, en el caso de los servicios de seguridad pública, industriales y de transporte terrestre) para coordinar las asignaciones de frecuencias con anterioridad a la presentación de solicitudes para obtener la oportuna licencia. Con arreglo a este sistema, los solicitantes que proyecten establecer nuevas estaciones o la modificación de licencias vigentes envían sus solicitudes al servicio de coordinación autorizado, el cual verifica la integridad, exactitud y cumplimiento de las normas de la FCC, recomienda la frecuencia más idónea para el solicitante y transmite la solicitud a la FCC, que expide la licencia directamente al solicitante. La FCC supervisa el nivel de eficacia de estos comités de coordinación. Un funcionamiento constantemente inferior a las normas de la FCC puede llevar a investigar al servicio de coordinación y, en su caso, a su inhabilitación. En caso de desacuerdo entre el solicitante y el servicio de coordinación, incumbe a la FCC zanjar las divergencias.

La coordinación previa se efectúa en el caso de otros servicios, por ejemplo el servicio de radiocomunicaciones en microondas punto a punto de la FCC y el servicio privado de operaciones fijas por microondas. Antes de obtener una licencia, los solicitantes deben diseñar los sistemas proyectados con el fin de evitar interferencias y coordinar con los solicitantes y titulares de licencias existentes a los que los sistemas propuestos podrían ocasionar interferencia. La coordinación en estas bandas es efectuada normalmente por el solicitante o el consultor privado en materia de coordinación de frecuencias y depende en gran medida de la cooperación de la industria. No hay servicios de coordinación autorizados para estas bandas. El solicitante debe certificar que el proceso de coordinación se ha concluido antes de que se acepte la solicitud para su tramitación. Los servicios privados de coordinación de frecuencias perciben un canon por sus servicios.

Al exigir la coordinación previa, la FCC intenta que los conflictos suscitados por las interferencias se resuelvan mediante negociación privada antes de que se tramiten las solicitudes. Llevar a cabo con éxito la coordinación que entraña este método atenúa la necesidad de que el Gobierno Federal intervenga por vía administrativa para resolver conflictos privados de acceso al espectro. Desde que la FCC hiciera obligatoria en 1975 la coordinación de frecuencias en las bandas de microondas y llevase a la práctica en 1986 el programa de coordinadores de frecuencias habilitados para las bandas del servicio de radiocomunicaciones móviles terrestres privadas, ha aumentado la rapidez del servicio y se ha reducido la carga que supone la concesión de licencias para la FCC. Asimismo, el primer recurso para los titulares de licencias que tienen problemas de interferencia es pedir la asistencia del correspondiente servicio de coordinación. En la mayoría de los casos, dicho servicio puede solucionar el problema sin que tenga que intervenir la FCC.

Los coordinadores de frecuencias para seguridad pública figuran en: <https://www.fcc.gov/general/public-safety-frequency-coordinators>.

5.3.5.3 Utilización en Estados Unidos de América de consultores en gestión del espectro

Si bien en la actualidad la NTIA y la FCC recurren de forma limitada a consultores en gestión del espectro, organismos federales con grandes intereses en materia de comunicaciones, pero con plantillas limitadas, hacen gran uso de los servicios de consultores técnicos y de contratistas auxiliares. Estos grupos desempeñan un activo papel en una gran variedad de comités consultivos y ad hoc, en los que se analizan problemas técnicos y se prepara documentación. En muchos casos, estos órganos representan los intereses de los organismos gubernamentales en delegaciones ante instituciones internacionales.

5.3.6 Experiencia de China con recursos alternativos

En China, la Comisión Asesora de Expertos para la planificación de las frecuencias radioeléctricas asesora a la Administración china sobre diferentes asuntos relacionados con las políticas, las normas y el desarrollo técnico de la gestión del espectro. La Comisión Asesora, que se creó en el año 2000, está formada principalmente por expertos reconocidos y experimentados en el ámbito de las comunicaciones móviles y de las comunicaciones por satélite.

La principal ayuda proporcionada por el Comisión Asesora de Expertos para la planificación de las frecuencias radioeléctricas es:

- Seguimiento de las propuestas de revisión del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, resultados de los estudios de compartición de frecuencias, tendencias y avances en la planificación del espectro radioeléctrico en otros países, asesoramiento sobre la asignación, atribución y adjudicación de frecuencias radioeléctricas en China.
- Estudios sobre las tendencias y desarrollos internacionales de nuevas aplicaciones y tecnologías radioeléctricas para llevar a cabo la planificación estratégica del espectro para nuevas aplicaciones y tecnologías en China.
- Asesoramiento sobre la utilización y explotación del espectro y de las órbitas de satélites;
- Deliberación sobre los proyectos de reglamentos nacionales sobre atribuciones de frecuencias radioeléctricas.
- Deliberación sobre los proyectos de investigación científica relativos a la planificación de frecuencias radioeléctricas, así como los métodos y criterios de compartición de frecuencias.

En China, cada cinco años se invita a diferentes expertos a que se incorporen a la Comisión, con una carta formal de empleo. A los cinco años, puede haber algún ajuste en la lista de miembros. Normalmente, la Comisión Asesora de Expertos para la planificación de las frecuencias radioeléctricas, que dispone de una secretaría para tratar los asuntos diarios, está constituida por expertos de institutos de investigación, universidades, empresas chinas y comisiones tecnológicas que pertenecen a diversos ministerios y a otros organismos gubernamentales. Los miembros de la Comisión, que trabajan por correspondencia o correo electrónico en horario habitual, proporcionan realmente una experiencia técnica con fundamento, independiente, objetiva e imparcial en diferentes ámbitos. Cuando se estima necesario, se convoca una reunión con asuntos particulares para su debate.

Desde el año 2000 hasta ahora, la Comisión Asesora de Expertos para la planificación de las frecuencias radioeléctricas ha tratado muchos asuntos relativos a la planificación nacional de frecuencias, ha proporcionado algunos consejos importantes y significativos para la gestión nacional del espectro y juega un papel importante al estudiar a fondo la planificación nacional de frecuencias y de órbitas satelitales y su gestión, promoviendo la aplicación de nuevas tecnologías de radiocomunicaciones y siguiendo las tendencias y la evolución nacionales en materia de gestión del espectro. El asesoramiento de la Comisión de Expertos resulta importante y la administración lo tiene

en consideración cuando establece políticas, en particular en la revisión de la reglamentación nacional sobre atribución de frecuencias radioeléctricas, en la elaboración de planificación de frecuencias para los sistemas de comunicaciones móviles 3G, en el estudio de los puntos del orden del día de la CMR, etc.

5.4 Otras experiencias

5.4.1 Servicio de aficionados

En general, las estaciones de aficionados son libres de seleccionar frecuencias en función de la ocupación de la banda y de las condiciones de propagación, ya que los servicios gubernamentales de gestión del espectro no les asignan frecuencias específicas. Los planes de frecuencias de alcance nacional, regional y local se establecen mediante acuerdo oficioso para conciliar aplicaciones compatibles dentro de un servicio, principalmente por clase de emisión, por ejemplo, telegrafía, datos y señales vocales.

Las principales excepciones en el caso de estaciones que seleccionan frecuencias en tiempo real están constituidas por los repetidores vocales en ondas métricas y decimétricas, las estaciones de radioenlaces para la transmisión en modo paquetes y las radiobalizas de investigación de las condiciones de propagación, que utilizan frecuencias específicas a largo plazo. Algunas administraciones cuentan con disposiciones reglamentarias que favorecen el establecimiento de servicios privados de coordinación de frecuencias, especialmente con el fin de mantener bases de datos sobre los usuarios y, mediante recomendación en lugar de asignación, coordinan la selección de las frecuencias de los repetidores vocales para reducir al mínimo la interferencia dentro de sus zonas geográficas.

Las frecuencias del servicio de aficionados por satélite tienen carácter internacional y son coordinadas por las organizaciones encargadas de dicho servicio, conocidas con el nombre de Radio Amateur Satellite Corporation (USA) (AMSAT).

Las tres organizaciones regionales de la Unión Internacional de Radioaficionados (IARU) establecen también una planificación oficiosa de las bandas. Las organizaciones de la IARU y las AMSAT cooperan en asuntos relacionados con la utilización de frecuencias.

5.4.2 Sistemas de zona y de alta densidad

Muchas administraciones han experimentado con la autorización de sistemas de zona a una gama de frecuencias. Se ha hecho fundamentalmente para sistemas celulares, de comunicaciones personales y de alta densidad.

5.4.3 Servicios espaciales, uso orbital y cánones del espectro

El acceso permanente al espectro para aplicaciones espaciales requiere un enfoque equilibrado en las políticas impositivas de las administraciones que no afecte a la viabilidad a largo plazo de los servicios espaciales y del sector en su conjunto. Los efectos de los cánones, subastas y otros planes que generan ingresos, tomados en su conjunto para todos los países donde existan recursos espaciales, pueden hacer imposible desde el punto de vista económico la ejecución de esas infraestructuras críticas. Por ejemplo, la falta de planteamientos nacionales armonizados sobre las estructuras de los cánones de un sistema SMS integrado y planificado y de sus sistemas terrenos complementarios para lograr un uso más eficiente del espectro podría impedir al desarrollo de este tipo de sistemas integrados. Serían preferibles opciones económicas que mejoren el uso eficiente de la órbita y de los recursos espectrales. Estas opciones podrían limitar las solicitudes de coordinación a las más importantes y a las que estén mejor adaptadas, y podrían aumentar los recursos de la Oficina de Radiocomunicaciones. Por otra parte, podrían considerarse como una ampliación de la competencia reglamentaria de la UIT y, por tanto, una reducción de la soberanía nacional, sin mencionar la

dificultad de acordar los importes de los cánones y el posible perjuicio a las entidades de países en desarrollo. Los cánones pueden no ser disuasivos para los participantes más importantes y podrían reducir la competencia.

Este asunto no es competencia de la UIT, puesto que las estructuras de los cánones dependen de las administraciones nacionales. Sin embargo, la cuestión podría servir para liderar y atraer la atención sobre un tema importante que está afectando a la comunidad espacial y que puede ser uno de los posibles instrumentos que garanticen el uso eficiente del espectro para los servicios espaciales.

Un enfoque coordinado en materia de modelos para cánones de sistemas espaciales podría dar lugar a un uso más eficiente del espectro en todo el mundo y facilitar las valoraciones de los costes a los operadores de satélites. A este respecto, la UIT puede facilitar una plataforma de debate excelente sobre modelos para estos cánones, puede estudiar y sugerir métodos de cálculo y criterios y podría hacer comparaciones técnicas, contrastando los modelos de espectro aplicados por las administraciones para servicios espaciales comparables.

Referencias

- [1] YOUSSEF M., KALMAN E., BENZONI, L. [June, 1995], Technico-Economic Methods For Radio Spectrum Assignment. IEEE Communications Magazine.
- [2] NERA and Smith System Engineering (1995), «The Economic impact of the Use of Radio in the UK» for the Radiocommunications Agency (RA) and the Office of Telecommunications (Ofel) and now replaced by the report by Europe Economics for OFCOM for the year ending 31 March 2006.
- [3] NOZDRIN, V. [2003], Spectrum pricing. Regional Radiocommunication Seminar, Lusaka 2003.
- [4] ERC Report 76 (1999) «The role of spectrum pricing as a means of supporting spectrum management».
- [5] MCMILLAN [1994], Why auction the spectrum? University of California.
- [6] MCMILLAN, J. [Summer 1994], Selling Spectrum Rights. *J. Economic Perspectives*, Vol. 8, 3, p. 145-162.
- [7] BYKHOVSKY, M.A., KUSHTUEV, A.I., NOZDRIN, V.V. and PAVLIOUK, A.P. [1998], Auctions as an effective contemporary method of spectrum management. *Elektrosvyaz*.
- [8] BYKHOVSKY, M.A. [1993], Frequency planning of cellular mobile networks. *Elektrosvyaz*.
- [9] Mazar H. (2016) «Radio Spectrum Management: Policies, Regulations and Techniques» [Wiley](#).
- [10] Informe UIT-D (2016), Directrices para la revisión de las metodologías de fijación de precios del espectro y la elaboración de baremos de cánones de espectro.

GLOSARIO

Los términos que se definen en el presente glosario figuran en *italicas*.

Por motivos de claridad, en este documento se han utilizado las siguientes definiciones propias del presente documento. Las definiciones de los términos «adjudicación» y «asignación» son ligeramente diferentes a las que figuran respectivamente en los Artículos 1.17 y 1.18 del Reglamento de Radiocomunicaciones.

- 1) Se entiende por *asignación* la autorización acordada para la autorización de una frecuencia en un emplazamiento determinado y según condiciones identificadas. Una frecuencia de este tipo se conoce como *frecuencia asignada*.
- 2) Se entiende por *superficie de atribución* de una asignación, la parte del territorio en la que puede utilizarse la frecuencia asignada.
- 3) Se entiende por *adjudicación* la autorización acordada para la utilización de un bloque de frecuencias en una zona geográfica determinada. Ese tipo de frecuencias recibe el nombre de *frecuencias adjudicadas*.

Fijación administrativa de precios (*administrative pricing*): Procedimiento de *establecimiento de precios por utilización del espectro* en virtud del cual las autoridades encargadas de la gestión del espectro establecen cánones por la licencia de equipos o tasas aplicables a los *derechos sobre el espectro*. La fijación administrativa de precios puede adoptar distintas formas, como por ejemplo:

- *fijación de precios sombra* (véase más arriba);
- *fijación de precios incentivadores*, que tratan de promover la utilización eficaz del espectro;
- *fijación reglamentaria de precios*, en que los cánones se establecen sin atender a consideraciones comerciales, por ejemplo, cubrir los costes de gestión del espectro.

Licencia de equipos (*apparatus licence*): Permiso para instalar o utilizar equipo radioeléctrico, especificando la frecuencia o banda de frecuencias que habrá que utilizarse, pueden imponerse también condiciones que restrinjan aspectos tales como el tipo de aparato que debe usarse, la potencia, la zona de cobertura, la ubicación geográfica o el servicio que debe suministrarse. El alcance y especificidad de las restricciones dependerán de las circunstancias de cada caso y las características del servicio de que se trate.

Subasta (*auction*): Se trata de un procedimiento de *fijación de precios por utilización del espectro*, así como de un mecanismo de asignación de espectro, mediante el cual se asignan *licencias de aparatos* o se aplican *derechos sobre el espectro* al ganador o ganadores de un proceso competitivo, seleccionados en base a los precios ofrecidos. (En ciertos países, pueden tomarse también en consideración en la evaluación de las ofertas o como criterios de admisión otros factores objetivos, por ejemplo, la calidad de servicio, la rapidez de expansión y la viabilidad financiera.) Las *subastas* pueden adoptar, entre otras, las siguientes modalidades:

- *puja al alza*, cuando el subastador sube el precio hasta que queda un solo ofertante;
- *puja en oferta cerrada, primer precio*, cuando los licitadores presentan ofertas cerradas y la más elevada de ellas es la ganadora;
- *puja en oferta cerrada, segundo precio*, cuando los licitadores presentan ofertas cerradas y la más elevada de éstas es la ganadora, pero el licitador ganador abona el monto de la segunda oferta más elevada;
- *puja a la baja*, cuando el subastador anuncia un precio elevado y va reduciéndolo hasta que un ofertante declara en voz alta que «ésa es su oferta»;

- *puja simultánea con múltiples vueltas*, se trata de un método que preconizó en primer lugar la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) de Estados Unidos de América y que entraña varias vueltas de licitación en relación con un número de lotes que se ofrecen simultáneamente. La oferta más elevada en cada lote se da a conocer a todos los licitadores antes de la próxima vuelta en que se aceptan una vez más ofertas con respecto a todos los lotes. La identidad de quien ha hecho la oferta más elevada se revela en el momento de cerrar la subasta, aunque puede o no ser revelada después de cada vuelta. Este procedimiento continúa hasta que en una vuelta no se presenten nuevas ofertas con respecto a ninguno de los lotes. Aunque esta modalidad es más compleja que las subastas a una sola vuelta, da una mayor flexibilidad para que los ofertantes combinen lotes de diferentes formas y, por ser más abierta que un proceso de ofertas cerradas, reduce la *maldición del ganador*, lo cual hace que los ofertantes participen con mayor confianza.

Por regla general, se considera que la *subasta* ofrece eficiencia económica, transparencia y rapidez mayores que otros métodos de asignación y permiten revertir íntegramente a la administración subastadora el valor que tienen en el mercado los derechos sobre el espectro. Por otra parte, las subastas pueden tener resultados contrarios a la competencia si dan lugar a que los grandes operadores adquieran una concentración excesiva del espectro disponible. Ahora bien, para impedir que esto ocurra, pueden establecerse diferentes salvaguardias, por ejemplo, restricciones al volumen de espectro que un determinado ofertante puede «obtener o subordinar» la existencia del derecho a su ejercicio a fin de combatir el acaparamiento.

Oferta con crédito (*bidding credit*): Se trata de un descuento concedido a ciertos ofertantes. En ciertas subastas de la FCC, se conceden créditos a las ofertas de pequeñas empresas. Por ejemplo un crédito del 25% significa que una empresa que presente una oferta ganadora por valor de 1 000 000 de dólares de los Estados Unidos de América, abonará únicamente 750 000 dólares de los Estados Unidos de América. En un principio, se propusieron también créditos a las ofertas en favor de las mujeres y las minorías étnicas; no obstante, la FCC eliminó esta práctica tras el fallo *Adarand* del Tribunal Supremo de Estados Unidos de América, que declaró que dichas preferencias eran discriminatorias, y, por tanto, ilegales.

Renta diferencial (*differential rent*): Renta atribuible a las diferentes características de un recurso, por ejemplo, características de propagación más deseables en una banda de frecuencias que en otra.

Principio de la prioridad en el tiempo (*first-come, first served*): Se trata de un procedimiento en el que se asigna una cierta cantidad de espectro a todos los solicitantes hasta que el espectro se agota, a reserva únicamente del cumplimiento de ciertos criterios mínimos de carácter técnico o financiero. Este procedimiento es el que se ha aplicado normalmente para efectuar asignaciones de alcance modesto, por ejemplo en la concesión de licencias individuales para radiocomunicaciones comerciales privadas y enlaces fijos. Este método es más eficaz cuando el espectro que ha de asignarse no es escaso.

Producto interior bruto (PIB) (*gross domestic product (GDP)*): La suma del valor de todos los bienes y servicios finales vendidos en el territorio de un país en un año.

Lotería (*lottery*): Se trata de un procedimiento para asignar *licencias de aparatos o derechos sobre el espectro* a solicitantes seleccionados al azar. La *Lotería* es interesante por la rapidez y simplicidad, pero es poco probable que produzca resultados óptimos desde un punto de vista económico y puede prestarse a que una serie de especuladores presenten solicitudes por puro afán de lucro.

Exclusividad mutua (*mutual exclusivity*): Este caso ocurre cuando dos o más solicitantes compiten por la misma asignación de espectro.

Oligopolio (*oligopoly*): Se trata de una situación en que sólo un reducido número de empresas suministra un producto o servicio. Esta situación contrasta con una situación de monopolio, en que sólo una compañía suministra un producto o servicio.

Coste de oportunidad (*opportunity cost*): Los beneficios a que se renuncia por no asignar un recurso a su mejor utilización alternativa. Por ejemplo, la mejor utilización alternativa de una banda de frecuencias utilizada por un servicio de radiodifusión puede ser un servicio móvil. En una subasta, el ofertante dispuesto a pagar más será el ganador, ya que presentará una oferta superior en valor a la del ofertante cuya disposición a pagar venga en segundo lugar. Esta segunda evaluación más elevada representa el coste de oportunidad.

Rentas de recursos (*resource rents*): Término que utilizan los economistas para definir el valor de un recurso. La renta de un derecho sobre un recurso, por ejemplo, un derecho sobre el espectro, puede cuantificarse, basándose en el precio que se pagaría por dicho derecho en un mercado abierto.

Renta de escasez (*scarcity rent*): Renta atribuible a la demanda de un recurso cuando ésta excede su oferta a un precio nulo.

Mercado secundario (*secondary trading*): Se trata de la compra y venta de *licencias de aparatos* o de *derechos sobre el espectro* tras su asignación inicial por la autoridad encargada de la gestión del espectro. Este tipo de operaciones puede tener lugar directamente entre las partes o a través de un intermediario.

Fijación de precios sombra (*shadow pricing*): Método administrativo en el cual el precio se fija con arreglo a una serie de criterios predefinidos con la idea de imitar el efecto de las fuerzas del mercado. Los parámetros normalmente utilizados incluyen la anchura de banda, la ubicación de las frecuencias, la ubicación geográfica y la zona de cobertura.

Establecimiento de precios por la utilización del espectro (*spectrum pricing*): Este término genérico se utiliza para referirse al recurso a la remuneración como instrumento de gestión del espectro y abarca la *fijación administrativa de precios con incentivo* y la *subasta de licencias de aparatos* o de *derechos sobre el espectro*. Los precios por la *utilización del espectro* no están referidos a los costes plenamente atribuidos de la gestión del espectro, imputables a una determinada categoría de usuarios, ya que la idea es equilibrar la oferta y la demanda de espectro o alcanzar otros objetivos de política de gestión del espectro, por ejemplo, promover la introducción de nuevos servicios o fomentar la competencia.

Derechos sobre el espectro (*spectrum rights*): El derecho, análogo al derecho de propiedad, a utilizar una frecuencia o gama de frecuencias en una ubicación dada o en todo el país o región considerados durante un cierto periodo con arreglo a lo que dictamina el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT. Aparte de las condiciones técnicas contra la interferencia que pueda ocasionarse a *derechos sobre el espectro* adyacente, las restricciones sobre el tipo de equipo que deba utilizarse o el servicio que haya de suministrarse pueden ser mínimas. Cabe la posibilidad de acumular *derechos sobre el espectro* para aumentar la anchura de banda o la zona de cobertura.

Condiciones habilitadoras (*threshold qualifications*): Se trata de los requisitos indispensables para participar en ciertos procedimientos, por ejemplo una lotería o subasta. Las condiciones habilitadoras pueden incluir factores tales como la viabilidad financiera y técnica y un plan de servicio que satisfaga una serie de objetivos sociales.

Enriquecimiento sin causa (*unjust enrichment*): Asignación de frecuencia de especial valor en favor de una persona o compañía, que sobrepasa los derechos de dicho particular o empresa a la asignación.

La «maldición del ganador» (*winner's curse*): Efecto que puede derivarse de una subasta, normalmente del tipo con puja en oferta cerrada. Suponiendo que algunos ofertantes sobrestimarán el valor del lote subastado, el ganador puede ser más optimista que hábil, a la hora de evaluar el lote subastado. En una puja en oferta cerrada, el producto de la subasta puede reducirse en la medida en que los ofertantes intenten reducir al mínimo este efecto, que pueden reducirse o eliminarse organizando debidamente la subasta y recurriendo, en particular, a la subasta con varias vueltas (véase la *puja simultánea a varias vueltas*).

Anexo 1

1 Reglamento sobre cánones del espectro de los Emiratos Árabes Unidos

ARTÍCULO (1)

Objeto

- 1.1 De conformidad con el Decreto Ley Federal número 3 de 2003 enmendado y su Orden Ejecutiva, este Reglamento establece la planificación de cánones del espectro para autorizaciones de utilización del espectro radioeléctrico y de los equipos inalámbricos. Los cánones del espectro se recaudarán por adelantado para la presentación, registro, autorización, expedición y renovación de autorizaciones, salvo si se determina una exención en el presente Reglamento.

ARTÍCULO (2)

Definiciones

- 2.1 Al aplicar este Reglamento, los siguientes términos tendrán los significados presentados a menos que el contexto indique lo contrario. Cualquier término definido en la lista siguiente será conforme al Decreto Ley Federal número 3 de 2003 enmendado y su Orden Ejecutiva:
- 2.1.1 «**Solicitante**»: Cualquier persona que ha solicitado una licencia o una autorización de conformidad con la Ley de Telecomunicaciones y otros instrumentos reglamentarios establecidos por la TRA.
- 2.1.2 «**Solicitud**»: Petición de expedición de una licencia o una autorización, recibida en la TRA mediante los formularios pertinentes, siguiendo el procedimiento en vigor.
- 2.1.3 «**Frecuencia asignada**»: Centro de la banda de frecuencias asignada a una estación por la TRA.
- 2.1.4 «**TRA**»: Autoridad general para la regulación del sector de las telecomunicaciones conocida como Autoridad de Regulación de las Telecomunicaciones (TRA) creada en el Artículo 6 del Decreto Ley Federal número 3 de 2003 de los EAU.
- 2.1.5 «**Autorización**»: Autorización para el uso del espectro de las frecuencias otorgada por la TRA.
- 2.1.6 «**Usuario autorizado**»: Persona que ha obtenido una autorización de la TRA.
- 2.1.7 «**Autorización de clase**»: Autorización que permite la explotación de equipos inalámbricos por una persona en las bandas de frecuencias asignadas sujeta a los términos y condiciones estipuladas por la TRA.
- 2.1.8 «**Plan nacional del espectro**»: Plan de atribución de frecuencias radioeléctricas para los EAU y cualquiera de sus modificaciones.
- 2.1.9 «**Persona**» incluye «entidades jurídicas» así como «personas físicas».
- 2.1.10 «**Servicio de radiocomunicaciones**»: Transmisión o recepción de frecuencias radio eléctricas que se pueden utilizar para el transporte de datos, mensajes, voz o imágenes visuales, o para la operación o control de equipos o aparatos.
- 2.1.11 «**Frecuencia radioeléctrica**»: Energía electromagnética radiada medida en Hz o en ciclos por segundo.

- 2.1.12 «**Autorización de espectro de frecuencias**»: Autorización que permite el uso de frecuencias radioeléctricas sujetas a los términos y condiciones estipulados por la TRA.
- 2.1.13 «**Instrumentos reglamentarios**»: Cualquier instrumento adoptado por la autoridad dentro de sus competencias, incluidos entre otros la reglamentación, decisiones sobre vulneración, directrices, instrucciones, directivas y recomendaciones y políticas reglamentarias.
- 2.1.14 «**Estación**»: Instalación explotada por un usuario autorizado para prestar un servicio de radiocomunicaciones.
- 2.1.15 «**Autorización temporal**»: Autorización expedida por la TRA que permite el uso de frecuencias asignadas durante un periodo de hasta 90 días.
- 2.1.16 «**EAU**»: Emiratos Árabes Unidos incluidos su espacio aéreo y sus aguas territoriales.
- 2.1.17 «**Equipo inalámbrico**»: Categoría de aparatos de telecomunicaciones utilizada para el servicio de radiocomunicaciones.

ARTÍCULO (3)

Cánones por tramitación de solicitudes

- 3.1 Cada solicitud de autorización para el uso del espectro radioeléctrico requiere el pago por adelantado no restituible de 500 Dirhams para su tramitación, independientemente del resultado final de la citada solicitud. La TRA puede aconsejar a ciertas entidades gubernamentales, operadores con licencia o cualquier usuario importante que realice el pago de los cánones por tramitación de solicitudes junto con el de los cánones del espectro. La factura y recibo de los cánones por tramitación de solicitudes sólo se deben presentar si lo solicita el peticionario. Sólo se considerarán para su tramitación las solicitudes que hayan realizado el pago y así lo demuestre el solicitante. El canon por tramitación de solicitudes para la modificación de una autorización se presentará junto con la factura anual del canon del espectro.

ARTÍCULO (4)

Exención de cánones por tramitación de solicitudes

- 4.1 Las solicitudes siguientes estarán exentas de los cánones por tramitación de solicitudes:
 - a) solicitudes para pequeños barcos pesqueros de arrastre;
 - b) solicitudes para autorizaciones de radioaficionados;
 - c) solicitudes para el uso personal de radios móviles privadas para jockeys de camellos y para cazadores;
 - d) solicitudes realizadas por clubes no comerciales para aficiones tales como el aeromodelismo;
 - e) solicitudes realizadas por instituciones de investigación y educación para uso privativo;
 - f) solicitudes realizadas por misiones extranjeras, consulados y embajadas para correspondencia oficial o visitas de dignatarios cuando se presenten a través del Ministerio de Asuntos Exteriores de los EAU.

ARTÍCULO (5)

Cánones del espectro para nuevas solicitudes

- 5.1 Los cánones del espectro se deben pagar por adelantado. Una vez tramitada la nueva solicitud, la TRA informará al solicitante sobre el canon, calculado para el periodo de validez de la autorización, empezando a partir de la fecha de expedición. El solicitante debe presentar a la TRA la prueba de pago de inmediato y no más tarde de treinta (30) días a partir de la fecha de expedición de la factura. La recepción de la factura en la TRA, una vez verificada, se considerará como prueba del pago para el otorgamiento de la autorización. Si no se recibe el pago, la TRA cancelará la solicitud y, si el solicitante desea reiterar esa solicitud, deberá volver a presentarla con un nuevo canon de tramitación de solicitud.

ARTÍCULO (6)

Cánones del espectro para renovaciones de solicitudes

- 6.1 El usuario autorizado es el responsable de solicitar a la TRA la renovación de la autorización, durante el periodo correspondiente, treinta (30) días antes de que expire la autorización. La TRA puede otorgar al usuario autorizado un periodo de gracia de quince (15) días tras el vencimiento para pagar los cánones del espectro de renovación sin tasas adicionales.

ARTÍCULO (7)

Tasas adicionales para la renovación de autorizaciones fuera de plazo

- 7.1 La TRA emitirá una nueva factura (suprimiendo la factura impagada) con una tasa adicional del 10% de la cantidad debida por el canon del espectro 15 días después del vencimiento de la autorización y hasta un máximo de 45 días de dicho vencimiento tras lo cual la TRA puede cancelar la autorización.

ARTÍCULO (8)

Cánones por reproducción de autorizaciones

- 8.1 En el caso de que se dañe o pierda una autorización, el usuario autorizado debe solicitar a la TRA la reproducción de la autorización. Se cobrará un pago sin devolución de cien (100) Dirhams por adelantado para la reproducción de cada autorización solicitada.

ARTÍCULO (9)

Cánones por modificación de autorizaciones

- 9.1 El usuario autorizado puede solicitar la modificación de una autorización. Se cobrará una cantidad no recuperable de cien (100) Dirhams por la modificación de la autorización solicitada. Las modificaciones relativas a los datos de la persona de contacto en las autorizaciones suponen el pago del canon por reproducción mencionado en el Artículo (8) previo a la expedición de la autorización. La petición de modificación de cualquier dato del emplazamiento o la adición de equipos inalámbricos o el cambio de datos técnicos precisa el pago de los cánones de tramitación de solicitudes mencionados en el Artículo (3) anterior. En el caso de que la TRA apruebe la modificación, se calcularán los cánones anuales del espectro mediante prorrateo. El usuario autorizado deberá pagar la diferencia por adelantado a la TRA. Si la diferencia es a favor del usuario autorizado, la TRA no la devolverá y los cánones anuales para el año siguiente se calcularán a partir de los cánones revisados. El canon por tramitación de solicitudes para la modificación o reproducción de una autorización se emitirá junto con la factura de los cánones del espectro anuales.

ARTÍCULO (10)

Cánones por cancelación de autorizaciones

- 10.1 El usuario autorizado puede solicitar la cancelación de una autorización. No existe ningún canon por cancelación y la TRA no realizará ninguna devolución en cualquier liquidación.

ARTÍCULO (11)

Cánones del espectro para el servicio público móvil terrestre (celular)

- 11.1 El canon anual del espectro para los servicios móviles públicos terrestres (celular) (incluidos el GSM, UMTS e IMT) se calcularán de la forma siguiente:

$$\text{Precio del espectro} = [\text{FF} \times \text{CF} \times \text{P} \times \text{BW}] / 4\,000$$

donde:

FF = Factor de frecuencia que se determinará de la forma siguiente:

Gama de frecuencias	Factor de frecuencia (FF)
900 MHz o menos	1,00
1 800 MHz	0,75
2,1 GHz	0,60
2,5 GHz	0,50

NOTA 1 – La TRA es la única con potestad para determinar el factor de frecuencia (FF) en cualquier otra gama de frecuencias no mencionada anteriormente que se solicite para servicios públicos móviles terrestres o similares.

CF = Factor de cobertura que depende de la zona geográfica y se determinará de la forma siguiente:

Zona	Zona rural o en su sede	Zona urbana en un Emirato	Todo el Emirato	Más de tres Emiratos
CF	100	500	2 000 para Abu Dhabi o Dubái 1 000 para otros Emiratos	4 000

P = Precio por MHz, actualmente fijado en 978 560 (novecientos setenta y ocho mil quinientos sesenta) Dirhams al año. La TRA puede llevar a cabo un estudio en cualquier momento para revisar este precio.

BW = Anchura de banda asignada en MHz. Para las asignaciones dúplex de 2×20 MHz se considerará de 40 MHz.

NOTA 1 – La TRA es la única con potestad para determinar el factor de cobertura para una solicitud.

ARTÍCULO (12)

Cánones del espectro para radiocomunicaciones móviles privadas, de radiobúsqueda, interurbanas y móviles de acceso público

- 12.1 Los cánones anuales del espectro para radiocomunicaciones móviles privadas (en la gama de frecuencia de 30 MHz a 700 MHz) se calcularán de la forma siguiente:

$$\text{Canon del espectro} = \text{NC} \times \text{CF} + \text{SUM} (\text{WE} \times 500 \times \text{PF})$$

donde:

NC = Número de canales (de una anchura de banda de 6,25 kHz equivalente cada uno) que se asignarán al solicitante.

WE = Equipos inalámbricos (incluidos los portátiles) que se incluirán en el cálculo.

SUM (WE × 500 × PF) = Suma total de cada equipo inalámbrico multiplicado por 500 y multiplicado por el factor de potencia.

PF = Factor de potencia que depende de la potencia radiada autorizada (p.i.r.e.) para el equipo que se determinará de la forma siguiente:

Potencia	Inferior a 1 W	1 – 5 W	> 5 – 10 W	> 10 – 20 W	> 20 W
PF	0,25	1	2	3	4

CF = Factor de cobertura que depende de la zona geográfica y se determinará de la forma siguiente:

Zona	Zona rural o en su sede	Zona urbana en un Emirato	Todo el Emirato	Más de tres Emiratos
CF	100	500	2 000 para Abu Dhabi o Dubái 1 000 para otros Emiratos	4 000

NOTA 1 – La TRA es la única con potestad para determinar el factor de cobertura para una solicitud.

NOTA 2 – El canon para las radiocomunicaciones móviles privadas a bordo de barcos será de **CF** = 100.

- 12.2 Los cánones anuales del espectro para radiocomunicaciones móviles privadas (sólo vehículos) que no estén localizados (es decir, no conectados a una estación base) se calcularán de la forma siguiente:

$$\text{Cánones del espectro} = \text{NC} \times \text{CF}$$

donde:

NC = Número de canales (de una anchura de banda de 12,5 kHz equivalente cada uno) que se asignarán al solicitante.

CF = Factor de cobertura que depende de la zona geográfica y se determinará de la forma siguiente:

Zona	Zona rural o en su sede	Zona urbana en un Emirato	Todo el Emirato	Más de tres Emiratos
CF	100	500	2 000 para Abu Dhabi o Dubái 1 000 para otros Emiratos	4 000

NOTA 1 – La TRA es la única con potestad para determinar el factor de cobertura para una solicitud.

- 12.3 Los cánones anuales del espectro para radiocomunicaciones móviles privadas utilizadas por empresas de taxi se calcularán para la estación base de conformidad con el Artículo 12.2 y se establecen cánones diferenciados de 300 Dirhams para cada taxi equipado con una radio.
- 12.4 Los cánones anuales del espectro para radiocomunicaciones móviles privadas utilizadas en los circuitos de carreras de camellos se calcularán de la forma siguiente:

$$\text{Canon del espectro} = \text{NC} \times 50 + \text{WE} \times 100$$

donde:

NC = Número de canales (de una anchura de banda de 6,25 kHz equivalente cada uno) que se asignarán al solicitante.

WE = Equipo inalámbrico (incluidos los equipos portátiles) que se incluirán en el cálculo.

- 12.5 Los cánones anuales del espectro para la radiobúsqueda pública se calcularán para la estación de base de conformidad con el Artículo 12.1 sin cánones adicionales para los equipos portátiles.
- 12.6 Los cánones anuales del espectro para enlaces analógicos (como MPT 1327) se calcularán de conformidad con el Artículo 12.1 anterior.
- 12.7 Los cánones anuales del espectro para radioenlaces digitales (como TETRA, TETRAPOL, EDACS, APCO, etc.) se calcularán de la forma siguiente:

$$\text{Canon del espectro} = \text{NC} \times \text{CF}$$

donde:

NC = Número de canales (de una anchura de banda de 25 kHz equivalentes cada uno) que se asignarán al solicitante.

CF = Factor de cobertura que depende de la zona geográfica y que se determinará de la forma siguiente:

Zona	Zona rural o en su sede	Zona urbana en un Emirato	Todo el Emirato	Más de tres Emiratos
CF	100	500	2 000 para Abu Dhabi o Dubái 1 000 para otros Emiratos	4 000

NOTA 1 – La TRA es la única con potestad para determinar el factor de cobertura para una solicitud.

ARTÍCULO (13)

Cánones del espectro para enlaces fijos (punto a punto)

- 13.1 El canon anual del espectro para cada enlace fijo punto a punto por encima de 2 GHz se calculará de la forma siguiente:

$$\text{Canon del espectro} = F \times 2\,000 + BW \times 1\,000$$

donde:

F = Factor de la gama de frecuencias según lo siguiente:

Gama de frecuencias	Factor F
2 GHz – 3 GHz	4
> 3 GHz – 14 GHz	3
> 14 GHz – 40 GHz	2
Por encima de 40 GHz	1

BW = Factor de anchura de banda según lo siguiente:

Anchura de banda	Factor BW
7 MHz o menos	1
> 7 MHz – 28 MHz	2
> 28 MHz – 56 MHz	3
Más de 56 MHz	4

- 13.2 La anchura de banda para cada enlace fijo punto a punto por encima de 2 GHz se calculará a partir de la anchura de banda del canal (por ejemplo, para cada par de frecuencias de 3,5 MHz + 3,5 MHz = 7 MHz tendrá un factor BW de 1). La diversidad de frecuencias se cobrará como enlace separado pero la diversidad espacial y la explotación con redundancia caliente no aumentará el canon.
- 13.3 Para enlaces en un único sentido y enlaces que utilizan la misma frecuencia portadora para transmisión y recepción, el factor de anchura de banda será la anchura de banda asignada.
- 13.4 En casos excepcionales, cuando así lo decida la TRA, en los que se asignan pares de frecuencias para todos los enlaces punto a punto de los EAU por encima de 2 GHz, los cánones anuales del espectro serán diez veces el canon anual del espectro para un enlace (con los mismos parámetros) basado en un factor de reutilización de 10.
- 13.5 El canon anual del espectro para cada enlace fijo punto a punto por debajo de 2 GHz con capacidad inferior a 64 kbit/s, se calculará de la forma siguiente:

$$\text{Canon del espectro} = BW \times 1\,000$$

donde:

BW es la anchura de banda total en kHz para todos los canales de ese enlace.

- 13.6 El canon anual del espectro para cada enlace fijo punto a punto por debajo de 2 GHz con alta capacidad o superior a 64 kbit/s, se calculará de la forma siguiente:

$$\text{Canon del espectro} = BW \times 2\,000$$

donde:

BW es la anchura de banda total en MHz para todos los canales de ese enlace.

ARTÍCULO (14)

**Cánones del espectro para redes FWA (PMP, WLL),
SCADA, telemetría, Mesh**

- 14.1 El canon anual del espectro para redes de acceso fijo inalámbrico (incluido el bucle local inalámbrico y punto a multipunto), SCADA, de telemetría y Mesh por debajo de 2 GHz, se calculará de la forma siguiente:

$$\text{Canon del espectro} = \text{BW} \times \text{CF} \times 10$$

donde:

BW = Anchura de banda total en kHz.

CF = Factor de cobertura que depende de la zona geográfica y que se determinará de la forma siguiente:

Zona	Zona rural o en su sede	Zona urbana en un Emirato	Todo el Emirato	Más de tres Emiratos
CF	100	500	2 000 para Abu Dhabi o Dubái 1 000 para otros Emiratos	4 000

NOTA 1 – La TRA es la única con potestad para determinar el factor de cobertura para una solicitud.

- 14.2 El canon anual del espectro para redes de acceso fijo inalámbrico (incluido el bucle local inalámbrico y punto a multipunto), SCADA, fijo de banda ancha y redes Mesh por encima de 2 GHz, se calculará de la forma siguiente:

$$\text{Canon del espectro} = \text{BW} \times \text{CF} \times \text{FF}$$

donde:

BW = Anchura de banda total en MHz.

NOTA 1 – Para redes (incluidos vehículos) que utilizan 2,4 y 5,8 GHz se añadirá la anchura de banda total de ambas bandas.

CF = Factor de cobertura que depende de la zona geográfica y que se determinará de la forma siguiente:

Zona	Zona rural o en su sede	Zona urbana en un Emirato	Todo el Emirato	Más de tres Emiratos
CF	100	500	2 000 para Abu Dhabi o Dubái 1 000 para otros Emiratos	4 000

FF = Factor de frecuencia que se determinará de la forma siguiente:

Gama de frecuencias	Factor de frecuencia (FF)
$2 \text{ GHz} < f \leq 6 \text{ GHz}$	5
$6 \text{ GHz} < f \leq 11 \text{ GHz}$	4
$11 \text{ GHz} < f \leq 14 \text{ GHz}$	3
$14 \text{ GHz} < f \leq 40 \text{ GHz}$	2
$40 \text{ GHz} < f$	1

f = frecuencia asignada.

NOTA 1 – La TRA es la única con potestad para determinar el factor de cobertura para una solicitud.

ARTÍCULO (15)

Cánones del espectro para enlaces ópticos y láser

- 15.1 El canon anual del espectro para enlaces ópticos y láser en espacio libre será de cincuenta (50) Dirhams.

ARTÍCULO (16)

Cánones del espectro para WLAN y telefonía sin hilos

- 16.1 El uso en el interior de los edificios de redes WLAN y de telefonía sin hilos basadas en DECT, cuando se realice siguiendo la reglamentación de la TRA, estará exenta del canon del espectro.

ARTÍCULO (17)

Cánones del espectro para GMPCS

- 17.1 El canon anual del espectro para las comunicaciones personales móviles mundiales por satélite (GMPCS) (incluido su uso terrestre, aeronáutico y marítimo) se calculará de la forma siguiente:

$$\text{Canon del espectro} = \text{BW} \times 5\,000$$

donde:

BW = Factor de anchura de banda basado en la anchura de banda 2×1 MHz utilizada que se determinará de la forma siguiente:

Anchura de banda	Factor BW
Menos de 2×1 MHz	3
2×1 MHz – Menos de 4×1 MHz	6
4×1 MHz – Menos de 6×1 MHz	9
6×1 MHz – Menos de 8×1 MHz	12
8×1 MHz – Menos de 10×1 MHz	15
10×1 MHz	18
Por cada 2×1 MHz adicional	3

ARTÍCULO (18)

Cánones del espectro para aficionados

- 18.1 El canon anual del espectro para licencias de aficionados será de doscientos (200) Dirhams pagados por adelantado.

ARTÍCULO (19)

Cánones del espectro para estaciones radioeléctricas aeronáuticas

- 19.1 El canon anual para cada licencia de avión y helicóptero será de mil (1 000) Dirhams que incluye todos los equipos inalámbricos de a bordo.
- 19.2 El canon anual para planeadores y globos será de trescientos (300) Dirhams.
- 19.3 El canon anual para enlaces entre tierra y aire será conforme al Artículo (12).
- 19.4 Los enlaces de ondas decamétricas entre tierra y aire pagarán de conformidad con el Artículo (13).

ARTÍCULO (20)

Cánones del espectro para servicios radioeléctricos marítimos

- 20.1 El canon anual del espectro para cada licencia de barcos pequeños de pesca será de doscientos (200) Dirhams para dos años.
- 20.2 El canon anual del espectro para cada licencia de barco de recreo será de quinientos (500) Dirhams.
- 20.3 El canon anual del espectro para cada licencia de barco de litoral (dentro de las aguas territoriales y sin MMSI) será de quinientos (500) Dirhams.
- 20.4 El canon anual del espectro para cada barco (fuera de las aguas territoriales y sin MMSI) será de mil (1 000) Dirhams.

NOTA 1 – Los Artículos 21.3 y 21.4 estarán sujetos a la utilización del canal de frecuencias marítimas internacionales de conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, en otro caso, la solicitud se considerará como de radiocomunicación móvil privada.

ARTÍCULO (21)

Cánones del espectro para servicios espaciales y servicios auxiliares

- 21.1 El canon anual del espectro para cada VSAT privada será de cinco mil (5 000) Dirhams.
- 21.2 El canon anual del espectro para cada antena de estación terrena será de cincuenta mil (50 000) Dirhams.
- 21.3 Las estaciones de televisión de recepción solamente estarán exentas de pago.
- 21.4 El canon anual del espectro para cada DSNG será de cinco mil (5 000) Dirhams.
- 21.5 El canon anual del espectro para prestar servicios aeronáuticos móviles por satélite será de diez mil (10 000) Dirhams.
- 21.6 El canon anual del espectro para prestar servicios marítimos móviles por satélite será de diez mil (10 000) Dirhams.
- 21.7 El canon anual del espectro para prestar servicios de exploración de la Tierra por satélite será de diez mil (10 000) Dirhams.
- 21.8 El canon anual del espectro para HAPS lo determinará la TRA en función del objeto de la utilización.

ARTÍCULO (22)

Cánones del espectro para estaciones de radionavegación

- 22.1 El canon anual del espectro para cada estación de radionavegación será de mil (1 000) Dirhams.

ARTÍCULO (23)

Cánones del espectro para estaciones de radioastronomía

- 23.1 El canon anual del espectro para cada estación de radioastronomía será de quinientos (500) Dirhams.

ARTÍCULO (24)

Cánones del espectro para estaciones de radiolocalización

- 24.1 El canon anual del espectro para cada radar costero marítimo, radar meteorológico, radar basado en tierra, vigilancia aeronáutica, control de aproximación, movimientos oceánicos y de superficie y de seguimiento será de cinco mil (5 000) Dirhams.

ARTÍCULO (25)

Cánones del espectro para el servicio de radiodifusión

25.1 Radiodifusión terrenal, sonora y de televisión.

El canon anual del espectro para una estación individual de radiodifusión se calculará de la forma siguiente:

$$\text{Canon del espectro (por estación)} = B + (P \times ST \times SZ \times H \times C)$$

donde:

B = Canon básico = 40 000 (cuarenta mil) Dirhams

P = Factor de potencia será la potencia, expresada en kilovatios [KW] a la salida del transmisor de potencia (en el caso de transmisiones de ondas largas, medias o cortas) y la potencia radiada efectiva (p.r.e.) en los demás casos.

ST = Factor del tipo de servicio que se calculará como sigue:

NOTA 1 – Cuando se utilice una red de una única frecuencia (SFN) se tratará toda la red como un único transmisor y se cobrará el canon básico para esa SFN mientras que el resto de los cánones del espectro se cobrarán por estación.

CUADRO 1

**Definición de los factores del tipo de servicio para servicios
de radiodifusión sonora**

Servicio de radiodifusión sonora			
Tipo de servicio	Gama de frecuencias	Anchura de banda	Factor del tipo de servicio
Radiodifusión sonora en ondas kilométricas y decamétricas	148,5-283,5 kHz	9 kHz	4,5
	526,5-1 606,5 kHz	9 kHz	
Radiodifusión sonora en ondas métricas	87,5-108 MHz	200 kHz	11
	174-230 MHz	1,536 MHz	21

CUADRO 2

**Definición de los factores del tipo de servicio para servicios
de radiodifusión de televisión**

Servicio de radiodifusión de televisión			
Tipo de servicio	Gama de frecuencias	Anchura de banda	Factor del tipo de servicio
Televisión analógica terrenal	47-68 MHz	7 MHz	12
	174-230 MHz		
	470-862 MHz	8 MHz	14
Radiodifusión de televisión digital terrenal	174-230 MHz	7 MHz	60
	470-862 MHz	8 MHz	68
Radiodifusión de televisión móvil terrenal	174-230 MHz	7 MHz	119
	470-862 MHz	8 MHz	136

NOTA 1 – El factor del tipo de servicio para la televisión analógica terrenal será aplicable hasta diciembre de 2015. A partir de esa fecha, el factor del tipo de servicio para la radiodifusión de televisión digital terrenal se aplicará para la televisión analógica terrenal.

NOTA 2 – El factor del tipo de servicio se puede calcular prorrateando con respecto a la anchura de banda mencionada anteriormente y a la gama de frecuencias más próxima cuando se requiera la autorización para un servicio de radiodifusión similar en una banda de frecuencias no mencionada anteriormente.

SZ = Factor de zona de servicio que se calcula de la forma siguiente:

CUADRO 3

Definición de los factores de zona de servicio

Factor de zona de servicio (SZ)	Zona de servicio	Vértices del polígono
1,00 (alto)	Ciudad de Abu Dhabi y alrededores	54° 30' E – 24° 45' N 55° 15' E – 24° 40' N 55° 00' E – 24° 05' N 54° 00' E – 24° 20' N
	Ciudades y alrededores de Dubái, Sharjah, Ajman y Umm Al Quwein	55° 30' E – 25° 40' N 55° 55' E – 25° 20' N 55° 15' E – 24° 40' N 54° 30' E – 24° 45' N

CUADRO 3 (*fin*)

Factor de zona de servicio (SZ)	Zona de servicio	Vértices del polígono
0,75 (medio)	Zona entre Abu Dhabi y Al Ain	55° 00' E – 24° 20' N 55° 30' E – 24° 20' N 55° 30' E – 24° 00' N 55° 00' E – 24° 05' N
	Ciudades y alrededores de Al Ain	55° 30' E – 24° 20' N 55° 50' E – 24° 20' N 55° 50' E – 24° 00' N 55° 30' E – 24° 00' N
	Ciudades y alrededores de Fujairah	56° 15' E – 25° 15' N 56° 25' E – 25° 15' N 56° 25' E – 25° 00' N 56° 15' E – 25° 00' N
	Ciudades y alrededores de Ras Al Khaimah	55° 50' E – 25° 55' N 56° 05' E – 25° 55' N 56° 05' E – 25° 40' N 55° 50' E – 25° 40' N
	Zona entre Umm Al Quwein y Ras Al Khaimah	55° 30' E – 25° 40' N 56° 05' E – 25° 40' N 55° 55' E – 25° 20' N
0,50 (bajo)	Todas las zonas restantes	

NOTA 1 – Cualquier transmisión desde una cierta ubicación que tenga un factor de zona de servicio medio o bajo (en parte o en su totalidad) en el interior de una zona de servicio con un factor mayor, aumentará el factor de esa estación en particular a un nivel superior que podría aumentar dos pasos según lo decida la TRA. La TRA es la única con potestad para determinar la zona de servicio para una solicitud.

NOTA 2 – Para los servicios de radiodifusión en ondas decamétricas y en bandas de frecuencias inferiores, el factor de zona de servicio **SZ** = 1.

H = Factor de altura de antena es la altura de antena sobre el suelo en metros, incluidas las alturas de edificios, torres o colinas.

C = Factor de corrección siguiente:

- Para estaciones de radiodifusión gubernamentales, que funcionan sin ánimo de lucro, se deberá aplicar el factor de corrección **C** = 0,5.
- Para promover las estaciones digitales, los transmisores de radiodifusión sonora y de televisión terrenales digitales (salvo la radiodifusión de televisión móvil terrenal – en portátiles) gozarán de una reducción del 50% durante el periodo anterior al 30 de diciembre de 2015 (es decir, factor de corrección **C** = 0,5). Esta reducción se limita al periodo de tiempo especificado anteriormente y puede dar lugar a otras condiciones según lo determine la TRA.
- Para las restantes asignaciones, el factor de corrección **C** = 1.

25.2 Radiodifusión sonora estacional en ondas decamétricas:

Para los servicios de radiodifusión sonora estacional en ondas decamétricas, el canon del espectro se cobrará por transmisor y para cada transmisor, el canon anual del espectro será:

Canon anual del espectro para cada transmisor en ondas decamétricas = 20 000 Dirhams

25.3 Radiodifusión sonora y de televisión por satélite:

El enlace ascendente para DAB, DVB-S y DVB-SH deberá pagar 200 000 Dirhams por unidad multiplex y DVB-RCS 400 000 Dirhams por unidad multiplex.

NOTA 1 – Una unidad multiplex se define como un canal (señal) con la anchura de banda adecuada que incluye varios programas combinados mediante multiplexación digital. La TRA es la única con potestad para determinar la unidad multiplex para una solicitud.

ARTÍCULO (26)

Dispositivos de corto alcance

26.1 Todos los equipos de transmisión inalámbricos que cumplen los criterios de los dispositivos de corto alcance determinados por la TRA estarán exentos de cánones anuales del espectro.

26.2 Dispositivos de transmisión de baja potencia que cumple los criterios de este tipo de dispositivos determinados por la TRA deberán pagar como sigue:

CUADRO 4

Canon anual para equipos de baja potencia

Potencia radiada	Canon anual
$\leq 10 \text{ mW}$	100 Dirhams
$10 \text{ mW} \leq 100 \text{ mW}$	200 Dirhams
$100 \text{ mW} \leq 1 \text{ W}$	400 Dirhams

ARTÍCULO (27)

Frecuencias de emergencia y ante desastres

27.1 Todas las frecuencias de emergencia, socorro y seguridad de la vida identificadas en el Plan nacional del espectro y en el Cuadro nacional de atribución de frecuencias están exentas de pago. Todos los equipos de transmisión inalámbricos construidos exclusivamente para la seguridad de la vida y aceptados por la TRA como pertenecientes a esa categoría estarán exentos de los cánones del espectro.

ARTÍCULO (28)

Autorizaciones temporales

- 28.1 El canon anual del espectro para autorizaciones temporales se calculará prorrateando los cánones anuales del espectro de conformidad con el servicio de radiocomunicaciones correspondiente. Sin embargo, se cobrará un mínimo de 100 Dirhams como canon del espectro en el caso de el canon resulte inferior a esa cantidad sea inferior. El canon del espectro para autorizaciones temporales se considera aparte del canon de tramitación de solicitudes.

ARTÍCULO (29)

Otros servicios radioeléctricos

- 29.1 Los cánones anuales del espectro para una autorización que no esté incluida en los artículos anteriores serán determinados por la TRA y se aprobarán con el visto bueno del Director General de la TRA, incluso antes de que figuren en la edición revisada de este Reglamento.

ARTÍCULO (30)

Cánones por tramitación y comprobación de reclamaciones de interferencias

- 30.1 La TRA no cobrará por atender las reclamaciones ni la comprobación de interferencias.

ARTÍCULO (31)

Canon para embajadas, consulados y misiones diplomáticas extranjeras

- 31.1 Las embajadas, consulados, misiones diplomáticas extranjeras y visitas de estado de dignatarios estarán exentos de los cánones del espectro siempre que la embajada, consulado y misión de los EAU en el país de origen disponga de la misma exención. Esta exención será aplicable para la correspondencia oficial incluida en el Convenio de Viena para correspondencia diplomática y para las solicitudes dirigidas a la TRA a través del Ministerio de Asuntos Exteriores de los EAU.

ARTÍCULO (32)

Cánones por peritajes de emplazamientos

- 32.1 Se cobrarán los siguientes cánones para los peritajes de emplazamientos llevados a cabo por la TRA a petición del solicitante o del usuario autorizado como asistencia técnica:
- Canon por peritajes de emplazamientos = 2 500 Dirhams por día para cada visita.**

ARTÍCULO (33)

Obligación de pago

- 33.1 Todos los solicitantes sin excepción salvo en los casos fijados en este Reglamento deben pagar los cánones del espectro por adelantado. Los cánones del espectro no se consideran impuestos federales o tasas o impuestos locales y se deben considerar una tasa por el uso de un recurso nacional escaso como es el espectro radioeléctrico. Los usuarios autorizados tendrán que pagar las cantidades debidas dentro de los plazos estipulados, incluso en los casos en los que el usuario autorizado discrepe sobre la totalidad o parte de su importe.

ARTÍCULO (34)

Métodos de pago

- 34.1 La TRA acepta el pago de los cánones del espectro y de otras tasas asociadas de la forma siguiente:
- E-Dirham.
 - Cheque o depósito en metálico en una cuenta bancaria de la TRA.
 - En metálico.
 - Por transferencia.
 - Por pago electrónico (cuando esté disponible).

ARTÍCULO (35)

Sanciones

- 35.1 Por cualquier violación de este Reglamento se aplicarán las sanciones que figuran en el Decreto Ley Federal N.º 3 de 2003.

2 Política de cánones en la República de Côte D'Ivoire**REPÚBLICA DE CÔTE D'IVOIRE****UNIDAD-DISCIPLINA-TRABAJO**

Ministerio de Infraestructuras Económicas

Ministerio de Economía y Hacienda

ORDEN N.º DE QUE FIJA LAS CUANTÍAS DE LOS CÁNONES, IMPUESTOS Y TASAS SOBRE LAS RADIOCOMUNICACIONES

EL MINISTRO DE INFRAESTRUCTURAS ECONÓMICAS

EL MINISTRO DE ECONOMÍA Y HACIENDA

Considerando la Ley N.º 95-526 de 7 de julio de 1995 sobre Telecomunicaciones.

Considerando el Decreto N.º 95-554 de 19 de julio de 1995 que organiza y fija el funcionamiento de una entidad pública denominada Agence des Télécommunications de Côte d'Ivoire (ATCI).

Considerando el Decreto N.º 96-PR/002 de 26 de enero de 1996 que nombra a los miembros del Gobierno y que fue modificado por el Decreto N.º 96-PR/10 de 10 de agosto de 1996.

Considerando el Decreto N.º ... que define los cánones, impuestos y tasas sobre las radiocomunicaciones.

Considerando la necesidad del servicio.

ORDENA**Artículo 1**

La cuantía para los cánones, impuestos y tasas sobre redes radioeléctricas que deben pagarse de conformidad con las normas y reglamentos en vigor se fijan en el anexo a esta Orden.

Artículo 2

La Agence des Télécommunications de Côte d'Ivoire tiene la responsabilidad de poner en práctica esta Orden que entrará en vigor en la fecha de su firma y su publicación en el Boletín Oficial de la República de Côte d'Ivoire.

Hecho en Abidján en

El Ministro de Infraestructuras Económicas

AKELE Ezan

El Ministro de Economía y Hacienda

N'Goran NIAMIEN

CUANTÍA DE LOS CÁNONES, IMPUESTOS Y TASAS SOBRE REDES RADIOELÉCTRICAS

A. SERVICIO DE RADIOCOMUNICACIONES TERRENALES

REDES O ESTACIONES	Canon por tramitación de expedientes	Cánones por visitas o control de las estaciones en CFA	Contribución a los costes de gestión	Tasas por el uso de frecuencias o de canales radioeléctricos
I REDES FIJAS Y REDES TERRENALES MÓVILES INDEPENDIENTES PARA USO PRIVADO (servicios sin ánimo de lucro)				
I.1 – Red radioeléctrica en ondas métricas y decimétricas (Anchura de banda = 12,5 KHz)	11 600			
a1. Potencia transmitida igual o inferior a 10 W a2. Potencia transmitida entre 10 y 25 W a3. Potencia transmitida superior a 25 W		87 000 14 500 58 000		
b1. Enlaces locales sin relevador (menos de 10 km) b2. Enlaces locales con relevador (menos de 25 km) b3. Enlaces locales en Abidján				1 450 000 362 500 El doble de los impuestos
c1. Red con menos de 10 equipos en Abidján c2. Red con entre 10 a 50 equipos en Abidján c3. Red con más de 50 equipos en Abidján c4. Red fuera de Abidján			290 000 145 000 58 000 58 000	
I.2 – Red radioeléctrica en ondas decamétricas y kilométrica (con anchura de banda igual a 3 KHz)	11 600			
a1. Transmisor de menos de 50 W a2. Transmisor entre 50 y 150 W a3. Transmisor de más de 150 W		14 500 17 400 58 000		
b1. Enlaces regionales (promedio de 100 km) b2. Enlaces intrarregionales (promedio de 250 km) b3. Enlaces nacionales (promedio de 500 km)				348 000 870 000 1 740 000
c1. Red con menos de 5 estaciones c2. Red con entre 5 a 10 estaciones c3. Red con más de 10 estaciones			58 000 87 000 145 000	
I.3 – Redes radioeléctricas de investigación/ Mensajes (radiobúsqueda) (anchura de banda de 12,5 KHz)		34 800		
a1. Red local (urbana) a2. Red regional (interurbana) a3. Red nacional	116 000 290 000 580 000			
b1. Estación de base		34 800		
c1. Frecuencia disponible localmente c2. Frecuencia disponible regional c3. Frecuencia disponible en todo el territorio nacional				1 044 000 3 480 000 5 800 000
I.4 – Red de recursos compartidos (troncal) (con una anchura de banda de 12,5 KHz)				
a1. Red local a2. Red regional a3. Red nacional	16 000 290 000 580 000			
b1. Estación de base		34 800		
c1. Canal dúplex disponible localmente c2. Canal dúplex disponible en el plan regional c3. Canal dúplex disponible en todo el territorio nacional				1 740 000 5 800 000 8 700 000
I.5 – Enlaces de microondas por encima de 1 GHz				
a1. Red troncal o local a2. Red troncal o regional a3. Red troncal o nacional	116 000 290 000 580 000			

REDES O ESTACIONES	Canon por tramitación de expedientes	Cánones por visitas o control de las estaciones en CFA	Contribución a los costes de gestión	Tasas por el uso de frecuencias o de canales radioeléctricos
b1. Estación terminal b2. Estación de retransmisión		34 800 29 000		
c1. Enlaces de entre 1 a 24 canales telefónicos o superiores a 2,1 Mbit/s c2. Enlaces de entre 25 a 120 canales telefónicos o entre 2,1 a 8 Mbit/s c3. Enlaces de entre 121 a 600 canales telefónicos o entre 8 a 34 Mbit/s c4. Enlaces con más de 600 canales telefónicos o más de 34 Mbit/s				1 160 000 1 450 000 1 740 000 2 900 000
II. REDES FIJAS Y MÓVILES TERRENALES ABIERTAS AL PÚBLICO (con ánimo de lucro)				
II.1. Redes de investigación y mensajería (radiobúsqueda) (con una anchura de banda de 12,5 KHz)				
a1. Red local (urbana) a2. Red regional (interurbana) a3. Red nacional	1 160 000 1 740 000 3 770 000		5 800 000 14 500 000 29 000 000	
b1. Estación de base		34 800		
c1. Frecuencia disponible localmente c2. Frecuencia disponible regional c3. Frecuencia disponible en todo el territorio nacional				3 480 000 5 800 000 8 700 000
II.2. Redes de recursos compartidos (troncal) (con canales de 12,5 KHz)				
a1. Red local (urbana) a2. Red regional (interurbana) a3. Red nacional	1 160 000 1 740 000 3 770 000			
b1. Estación de base		34 800		
c1. Frecuencia disponible localmente c2. Frecuencia disponible regional c3. Frecuencia disponible en todo el territorio nacional				5 800 000 8 700 000 10 440 000
II.3. Red celular				
a1. Estación de base		34 800	29 000 000	
b1. Para canal dúplex disponible en todo el territorio nacional (con una anchura de banda = 200 KHz)			10 440 000	10 440 000
II.4. Enlaces de microondas por encima de 1 GHz				
a1. Enlaces locales a2. Enlaces regionales a3. Enlaces nacionales	1 160 000 1 740 000 3 770 000		5 800 000 14 500 000 29 000 000	
b1. Estación terminal b2. Estación terminal		34 800 29 000		
c1. Enlaces de 120 canales telefónicos o 8 Mbit/s c2. Enlaces con entre 121 y 600 canales telefónicos o entre 2,1-8 Mbit/s c3. Enlaces con más de 1 200 canales telefónicos o más de 70 Mbit/s				5 800 000 10 440 000 14 500 000 17 400 000
III. SERVICIO RADIOELÉCTRICO MARÍTIMO TERRENAL				
III.1. Estación costera privada (sin ánimo de lucro)	580 000	87 000	3 480 000	
a1. Enlaces radioeléctricos en ondas métricas (25KHz) a2. Enlaces radioeléctricos en ondas decamétricas y kilométricas (inferiores a 1 KHz) a3. Enlaces radioeléctricos en ondas decamétricas y kilométricas (3KHz)				174 000 139 200 417 600
III.2. Estación costera abierta al público (servicio comercial)	1 450 000	580 000	8 700 000	

REDES O ESTACIONES	Canon por tramitación de expedientes	Cánones por visitas o control de las estaciones en CFA	Contribución a los costes de gestión	Tasas por el uso de frecuencias o de canales radioeléctricos
a1. Enlaces radioeléctricos en ondas métricas (25KHz) a2. Enlaces radioeléctricos en ondas decamétricas y kilométricas (inferiores a 1 KHz) a3. Enlaces radioeléctricos en ondas decamétricas y kilométricas (3KHz)				
III.3. Estaciones comerciales de barco				
a1. Operaciones portuarias				174 000
III.4. Estaciones de pesquero				
a1. De menos de 150 toneladas a2. De más de 150 toneladas	11 600 11 600	34 800 34 800	116 000 174 000	174 000
b1. Operaciones portuarias				174 000
III.5. Barcos de turismo / recreo	11 600	34 800	58 000	Nada
III.6. Transmisor marítimo (receptores de 55 canales)	11 600	11 600	58 000	
IV. Estaciones móviles aeronáuticas				
IV.1 Estación aeronáutica privada (no oficial)	116 000	87 000	580 000	
a1. Enlace tierra-aire a2. Enlace tierra-tierra				116 000 145 000
IV.2 Sistema público de transporte de aviación civil	17 400	58 000	290 000	Nada
IV.3 Transporte privado de aviación civil	11 600	34 800	58 000	Nada
V. ESTACIONES DE AFICIONADO				
a1. Estación de radioteléfono en ondas métricas a2. Estación de radioteléfono ondas decamétricas y kilométricas	5 800 5 800	8 700 17 400	Nada Nada	Nada Nada

B. RADIOCOMUNICACIONES POR SATÉLITE

REDES O ESTACIONES	Tasa de tramitación de solicitud	Tasas de control o visita	Contribuciones a los costes de gestión	Tasas por el uso de frecuencias y canales radioeléctricos
I REDES PRIVADAS Y ESTACIONES TERRENAS (servicios no comerciales)				
I.1. Red nacional (fija o móvil)	1 044 000		8 700 000	
a1. Estación maestra a2. Estación secundaria		87 000 34 000		
b1. Enlaces de entre 1 y 24 canales telefónicos o menos de 2,1 Mbit/s b2. Enlaces de entre 25 y 120 canales telefónicos o entre 2,1 y 8 Mbit/s b3. Enlaces de entre 121 y 600 canales telefónicos o entre 8 y 34 Mbit/se b4. Enlaces con más de 600 canales telefónicos o más de 34 Mbit/s				1 160 000 1 450 000 1 740 000 2 900 000
I.2. Estación terrena internacional independiente	116 000	34 800	580 000	348 000
I.3. Pequeñas estaciones terrenas secundarias internacionales (VSAT)	58 000	34 800	174 000	145 000
I.4. Estación terrena transportable o móvil	58 000	29 000	145 000	116 000
I.5. Estación terrena de recepción individual	11 600	14 500	Nada	Nada

REDES O ESTACIONES	Tasa de tramitación de solicitud	Tasas de control o visita	Contribuciones a los costes de gestión	Tasas por el uso de frecuencias y canales radioeléctricos
II. ESTACIONES Y REDES TERRENALES ABIERTAS AL PÚBLICO (servicios comerciales)				
II.1. Red nacional abierta al público	3 770 000		29 000 000	
a1. Estación terrenal aeronáutica o costera a2. Estación terrenal aeronáutica-marítima o terrenal		87 000 58 000		
b1. Enlaces de entre 1 y 120 canales telefónicos o de entre 2 y 8 Mbit/s b2. Enlaces de entre 121 y 600 canales telefónicos o de entre 8 y 34 Mbit/s b3. Enlaces de entre 601 y 1200 canales telefónicos o de entre 34 y 70 Mbit/s b4. Enlaces con más de 1200 canales telefónicos o más de 70 Mbit/s				5 800 000 10 440 000 14 500 000 17 400 000
II.2. Estaciones terrenales terrestres vinculadas a redes públicas internacionales	1 740 000	87 000	11 600 000	3 480 000
II.3. Estaciones terrenales vinculadas a redes internacionales independientes	870 000	34 800	5 800 000	1 740 000
II.4. Estaciones terrenales de recepción comunitaria	580 000	34 800	29 900 000	580 000
a1. Recepción de menos de 5 programas a2. Recepción de entre 5 a 10 programas a3. Recepción de más de 10 programas	29 000 58 000 145 000	14 500 29 000 58 000	1 450 000 5 800 000 1 160 000	1 450 000 5 800 000 11 600 000

C. UTILIZACIÓN TEMPORAL DE ESTACIONES RADIOELÉCTRICAS

REDES O ESTACIONES	Tasa de tramitación de solicitud	Tasas de control o visita	Contribuciones a los costes de gestión	Tasas por el uso de frecuencias y canales radioeléctricos
Servicios terrenales				
a1. Estación fija o de base a2. Estación móvil a3. Estación transportable	Nada Nada Nada	11 600 8 700 5 800	Calculado para todo el mes prorrateando en función de la utilización	Calculado para todo el mes prorrateando en función de la utilización
Servicios espaciales				
a1. Estaciones aeronáuticas, costeras o terrenales a2. Estación terrenal móvil a3. Estaciones terrenales transportables o móviles	Nada Nada Nada	29 000 17 400 11 600		

D. OTROS CÁNONES Y TASAS

I. EQUIPOS ESPECIALES

1. Transmisores y receptores de baja potencia o equipos CB

– Tasa anual

23 200 F

2. Instalación de radiomando reducido
 – Tasa especial para 5 años 23 200 F

II. CÁNONES DE LICENCIA/CERTIFICADO

	Expedición	Renovación	Duplicación
1. Estación de aficionado, aeronáutica o naval	5 800	5 800	11 600
2. Estación terrena de aficionado aeronáutica/naval	11 600	11 600	23 200
3. Certificado de operador	5 800	–	11 600

III. TASAS DE EXAMEN PARA LA EXPEDICIÓN DE CERTIFICADOS DE OPERADOR

1	Operador radiotelegráfico para estación de barco	
a)	Certificado general para operador de radiocomunicaciones	58 000F
b)	Operador radiotelegráfico de primera clase	29 000F
c)	Operador radiotelegráfico de segunda clase	29 000F
d)	Certificado de operador radiotelegráfico especial	29 000F
2	Radiotelegrafista para estaciones aeronáuticas o navales	
a)	Certificado general	14 500F
b)	Certificado restringido	14 500F
3	Certificado de operador para estación de radioaficionado	
a)	Radiotelegrafista	14 500F
b)	Operador radiotelefónico	14 500F

IV. TASAS POR LA EXPEDICIÓN DE AUTORIZACIONES

	Tasa por tramitación de expediente	Tasa de autorización
1. Instalador privado	58 000F	348 000F
2. Reventa	58 000F	145 000F
3. Equipo terminal simple	5 800F	58 000F
4. Equipo terminal complejo	11 600F	116 000F

V. TASAS POR INTERVENCIÓN EN LAS REDES

1.	Interferencia	116 000F
2.	No conformidad de las instalaciones	145 000F
3.	Otros	58 000F

VI. ETIQUETADO

1.	Equipo fijo	2 900F
2.	Equipo móvil	1 740F
3.	Equipo portátil	1 160F

REPÚBLICA DE COTE D'IVOIRE
CONVENIO DE CONCESIÓN

Anexo 15

**Proyecto de decreto que fija los cánones, impuestos y tasas
sobre los servicios de radiocomunicaciones**

REPÚBLICA DE COTE D'IVOIRE
Unidad-Disciplina-Trabajo

Ministerio de Infraestructuras Económicas

Ministerio de Economía y Hacienda

ORDEN N.º 97/173/ de 19/03/97 QUE DEFINE LOS CÁNONES, IMPUESTOS
Y TASAS EN LOS SERVICIOS DE RADIOCOMUNICACIONES

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

Considerando el informe conjunto del Ministro de Economía y Hacienda y del Ministro de Infraestructuras Económicas.

Considerando la Constitución.

Considerando la Ley N.º 95-526 de 7 de julio de 1995 sobre Telecomunicaciones.

Considerando el Decreto N.º 85-1089 de 16 de octubre de 1985 que fija el Reglamento de radiocomunicaciones privadas en Côte d'Ivoire.

Considerando el Decreto N.º 95-554 de 19 de julio de 1995 que determina la organización y funcionamiento de una entidad pública especial denominada en lo que sigue Agence des Télécommunications de Côte d'Ivoire.

Considerando el Decreto N.º 96-PR/002 de 26 de enero de 1996 que nombra a los miembros del Gobierno; modificado por el Decreto N.º 96-PR/10 de 10 de agosto de 1996.

Considerando el Decreto N.º 96-179 de uno de marzo de 1996 que fija las atribuciones de los miembros del Gobierno.

TRAS LA CONSIDERACIÓN DEL CONSEJO DE MINISTROS:
DECRETA

CAPÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES: ÁMBITO DE APLICACIÓN

Artículo 1: A tenor de las aplicaciones de los Artículos 6, 8, 20, 24 y 51 de la Ley N.º 95-526 de 7 de julio de 1995 de Telecomunicaciones, este decreto define los cánones, impuestos, tasas y contribuciones que hay que devengar a la Agence des Télécommunications de Côte d'Ivoire (ATCI) por los solicitantes o los que tienen autorizaciones en materia de radiocomunicaciones.

CAPÍTULO II

CÁNONES, TASAS Y CONTRIBUCIONES APLICABLES
A LAS REDES Y ESTACIONES RADIOELÉCTRICAS

Sección I: Redes radioeléctricas de los servicios fijo y móvil, redes y estaciones terrenas de los servicios fijo por satélite y móvil por satélite.

Artículo 2: Los solicitantes o adjudicatarios de autorizaciones relativas a las redes radioeléctricas para los servicios fijo y móvil terrenal, así como de redes y estaciones terrenas para los servicios fijo por satélite y móvil por satélite deben satisfacer los cánones, tasas y contribuciones siguientes:

- cánones por tramitación de expedientes;
- cánones por la verificación de las estaciones radioeléctricas;
- contribución a los costes de gestión;
- tasas por la utilización de las frecuencias radioeléctricas.

Sección II: Estaciones terrenas comunitarias sólo de recepción.

Artículo 3: Los solicitantes o adjudicatarios de autorizaciones relativas a la instalación de estaciones de radiodifusión para la recepción colectiva o la recepción para su redistribución de conformidad con las disposiciones del Artículo 20 de la Ley N.º 95-526 de 07 de julio de 1995 General de Telecomunicaciones deberán pagar los cánones, tasas y contribuciones estipulados en el Artículo 2 anterior.

Sección III: Estaciones de radioaficionado.

Artículo 4: Los solicitantes o adjudicatarios de autorizaciones para estaciones de aficionado deberán pagar los cánones siguientes:

- canon por tramitación de expedientes;
- tasa por la verificación de las estaciones;

Sección IV: Utilización temporal de redes radioeléctricas.

Artículo 5: Las estaciones radioeléctricas terrenales y terrenas que se utilizan temporalmente deberán pagar las tasas y cánones siguientes:

- tasa de control;
- canon de contribución a los costes de gestión y tasas por el uso de las frecuencias radioeléctricas calculadas mensualmente.

Sección V: Transmisores y receptores de baja potencia o equipos CB.

Artículo 6: El uso de transmisores y receptores que funcionan en canales simples denominados CB, están sometidos al pago de una tasa, sin devolución, en el momento de obtener la autorización.

Los equipos CB con un máximo de 40 canales que funcionan exclusivamente en modulación angular y que tienen una potencia máxima de 4 W no están sujetos a cánones.

Sección VI: Instalación de radiomando reducido.

Artículo 7: El uso de equipos transmisores y receptores reducidos con menos de cinco (5) vatios destinados a radiomando, salvo aquellos autorizados con todos sus derechos, están sujetos al pago de impuestos durante un periodo de cinco (5) años, que se recaudan con antelación y sin devolución.

Sección VII: Porcentajes y modalidad de pago de los cánones y tasas radioeléctricos.

Artículo 8: Las modalidades de pago de los cánones, tasas y contribuciones estipulados en las Secciones I a IV anteriores son las siguientes:

- los cánones por tramitación de expedientes, las tasas mensuales y sin devolución se pagan con anterioridad a que se expidan las autorizaciones;
- la tasa de verificación de estaciones y las contribuciones por costes de gestión se pagan con antelación y anualmente sin devolución;
- las tasas por la utilización de las frecuencias radioeléctricas son anuales y la primera anualidad corresponde a la fecha de puesta en servicio de las estaciones, mientras que para los años siguientes se aplican desde el uno de enero.

Artículo 9: El pago de los cánones y tasas se certifica mediante una etiqueta adherida al equipo, vehículo o barco para estaciones móviles.

CAPÍTULO III

CÁNONES Y OTRAS TASAS

Sección I: Cánones de examen.

Artículo 10: Para la obtención de certificados de operador radiotelegráfico, operador radiotelefónico o de un certificado para ambos, los cánones de examen se pagarán antes de que se inicien los exámenes. Los mismos cánones se pagarán al expedir el certificado o certificados para aquellos que tengan titulación militar como operadores.

Artículo 11: Cuando se expida o renueve o se otorgue un duplicado de licencia de radioaficionado, de licencia aeronáutica o de barco y un certificado de operador se pagarán cánones fijos y sin devolución.

Sección II: Tasas de intervención.

Artículo 12: Se pagan tasas fijas excepcionales por interferencias radioeléctricas sobre frecuencias con uso autorizado o por instalaciones que no han respetado las normas según estipula el Capítulo II anterior dando lugar al pago de una tasa fija por cada intervención. Esta tasa la pagará el propietario de la estación que esté interfiriendo a otras estaciones o el propietario de una instalación no conforme.

Sección III: Tasas de instalación.

Artículo 13: La puesta en marcha de equipos terminales y la autorización de instaladores de radiocomunicaciones privados deberán pagar tasas no reembolsables de la forma siguiente:

- 1) **Para equipos:** Un canon por tramitación del expediente y un canon por el control técnico del equipo.

- 2) **Para instaladores privados:** Un canon por tramitación del expediente y una tasa por la puesta en servicio que se paga durante la expedición o renovación de la autorización.

CAPÍTULO IV

DISPOSICIONES PENALES

Artículo 14: Cualquier infracción a las disposiciones de este Decreto estarán sancionadas por los Artículos 14 y 35 de la Ley N.º 95-526 de 7 de julio de 1995 sobre Telecomunicaciones.

Artículo 15: Asimismo, el impago de los cánones, tasas o contribuciones requeridos dará lugar a la suspensión de la autorización y al embargo del equipo radioeléctrico.

CAPÍTULO V

DISPOSICIONES FINALES

Artículo 16: Los importes de los cánones, tasas y contribuciones a devengar de conformidad con las disposiciones de este decreto, se fijan mediante Orden Ministerial conjunta del Ministerio de Economía y Hacienda y del Ministerio responsable de las telecomunicaciones.

Artículo 17: Se suprimen todas las disposiciones contrarias a este decreto, en particular los Artículos 16, 17, 18, 19, 20, 21 y 22 del Decreto N.º 85-1089 de 16 de octubre de 1985 que determina la regulación sobre las radiocomunicaciones privadas.

Artículo 18: El presente decreto entrará en vigor en la fecha de su firma y se publicará en el Boletín Oficial de la República de Côte d'Ivoire.

Artículo 19: El Ministro de Telecomunicaciones y el Ministro de Economía y Hacienda han elaborado este decreto.

Hecho en Abidján
Henri KONAN BEDIE
