

**Resolution 9:
Participación de los países,
en particular de los países en
desarrollo, en la gestión del
espectro de frecuencias**

Evolución de las herramientas de gestión del espectro para abordar las necesidades de desarrollo

**6º Periodo de Estudios
2014-2017**

COMUNICARSE CON NOSOTROS

Sitio web: www.itu.int/ITU-D/study-groups

Librería electrónica: www.itu.int/pub/D-STG/

Correo-e: devsg@itu.int

Teléfono: +41 22 730 5999

Resolución 9: Participación de los países, en particular de los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias

Informe Final

Evolución de las herramientas de gestión del espectro para abordar las necesidades de desarrollo

Prefacio

Las Comisiones de Estudio del Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-D) constituyen una plataforma basada en contribuciones en la que expertos de gobiernos, de la industria y de instituciones académicas producen herramientas prácticas, directrices de utilización y recursos para resolver problemas de desarrollo. Mediante los trabajos de las Comisiones de Estudio del UIT-D, los Miembros del UIT-D estudian y analizan cuestiones de telecomunicaciones/TIC orientadas a tareas específicas con el fin de acelerar el progreso de las prioridades nacionales en materia de desarrollo.

Las Comisiones de Estudio del UIT-D ofrecen a todos los Miembros del UIT-D la oportunidad de compartir experiencias, presentar ideas, intercambiar opiniones y llegar a un consenso sobre las estrategias adecuadas para atender las prioridades de telecomunicaciones/TIC. Las Comisiones de Estudio del UIT-D se encargan de preparar informes, directrices y recomendaciones basándose en los insumos o contribuciones recibidos de los miembros. La información se recopila mediante encuestas, contribuciones y estudios de casos, y se divulga para que los miembros la puedan consultar fácilmente con instrumentos de gestión de contenidos y de publicación en la web. Su trabajo está vinculado a los diversos programas e iniciativas del UIT-D con el fin de crear sinergias que redunden en beneficio de los miembros en cuanto a recursos y experiencia. A tal efecto, es fundamental la colaboración con otros grupos y organizaciones que estudian temas afines.

Los temas de estudio de las Comisiones de Estudio del UIT-D se deciden cada cuatro años en las Conferencias Mundiales de Desarrollo de las Telecomunicaciones (CMDT), donde se establecen los programas de trabajo y las directrices para definir las cuestiones y prioridades de desarrollo de las telecomunicaciones/TIC para los siguientes cuatro años.

El alcance de los trabajos de la **Comisión de Estudio 1 del UIT-D** es estudiar “**Entorno propicio para el desarrollo de las telecomunicaciones/TIC**”, y el de la **Comisión de Estudio 2 del UIT-D** es estudiar “**Aplicaciones TIC, ciberseguridad, telecomunicaciones de emergencia y adaptación al cambio climático**”.

Durante el periodo de estudios 2014-2017 la **Comisión de Estudio 1 del UIT-D** estuvo presidida por la Sra. Roxanne McElvane Webber (Estados Unidos de América) y los Vicepresidentes representantes de las seis regiones: Regina Fleur Assoumou-Bessou (Côte d’Ivoire), Peter Ngwan Mbengie (Camerún), Claymir Carozza Rodríguez (Venezuela), Víctor Martínez (Paraguay), Wesam Al-Ramadeen (Jordania), Ahmed Abdel Aziz Gad (Egipto), Yasuhiko Kawasumi (Japón), Nguyen Quy Quyen (Viet Nam), Vadym Kaptur (Ucrania), Almaz Tilenbaev (República Kirguisa) y Blanca González (España).

Informe Final

El Informe Final de la **Resolución 9 de la CMDT: “Participación de los países, en particular los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias”** ha sido preparado bajo la dirección de sus dos Copresidentes: Fadel Digham (Egipto) y Sergey Pastukh (Federación de Rusia); y cuatro Vicepresidentes: Amer Hassan (Microsoft Corporation, Estados Unidos de América), Richard Kimasi (Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications du Congo (A.R.P.T.C.), R.D. del Congo), Scott Kotler (Lockheed Martin Corporation (LMC), Estados Unidos de América), LiChing Sung (Estados Unidos de América). También contaron con la asistencia de los coordinadores de la UIT y la Secretaría de las Comisiones de Estudio del UIT-D.

ISBN

978-92-61-22873-6 (versión papel)

978-92-61-22883-5 (versión electrónica)

978-92-61-22893-4 (versión EPUB)

978-92-61-22903-0 (versión Mobi)

El presente informe ha sido preparado por muchos expertos de administraciones y empresas diferentes. Cualquier mención de empresas o productos concretos no implica en ningún caso un apoyo o recomendación por parte de la UIT.



Antes de imprimir este informe, piense en el medio ambiente.

© ITU 2017

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

| | |
|--|-----------|
| Prefacio | ii |
| Informe Final | iii |
| Resumen | ix |
| 1 CAPÍTULO 1 – Métodos de gestión del espectro | 1 |
| 1.1 Introducción | 1 |
| 1.2 Marco normativo de la UIT para la banda ancha inalámbrica | 4 |
| 1.2.1 Telecomunicaciones móviles internacionales (IMT) | 4 |
| 1.2.2 Sistemas de acceso inalámbricos/Redes radioeléctricas de área local (WAS/ RLAN) | 5 |
| 1.2.3 Estaciones en plataformas a gran altitud (HAPS) | 5 |
| 1.2.4 Sistemas de satélites | 7 |
| 1.3 Gestión del espectro con arreglo a un sistema de licencias | 10 |
| 1.3.1 Gestión del espectro para la banda ancha móvil | 10 |
| 1.3.2 Transición a la radiodifusión de televisión terrenal digital | 11 |
| 1.3.3 Estrategias y métodos de transición de la radiodifusión terrenal analógica a la digital e implantación de nuevos servicios | 12 |
| 1.3.4 Tendencias recientes | 15 |
| 1.4 Compartición de espectro | 15 |
| 1.4.1 Compartición del espectro con arreglo a un sistema exento de licencias | 16 |
| 1.4.2 Compartición dinámica del espectro | 17 |
| 1.4.3 Marco normativo de la UIT para la compartición del espectro | 18 |
| 1.4.4 Acceso compartido con licencia (LSA) | 20 |
| 1.4.5 Acceso jerarquizado al espectro | 21 |
| 1.4.6 Espacios en blanco de televisión | 22 |
| 1.4.7 Estudios de caso de acceso a banda ancha en los espacios en blanco de televisión | 23 |
| 1.4.8 Ventajas y desafíos asociados a la utilización de los espacios en blanco de televisión | 24 |
| 1.5 Estudios y trabajos de investigación actuales del UIT-R | 25 |
| 2 CAPÍTULO 2 – Aspectos económicos del espectro | 26 |
| 2.1 Introducción | 26 |
| 2.2 Tarificación, cánones de licencia y subastas de espectro | 26 |
| 2.3 Aspectos económicos relacionados con la mejora del acceso a la banda ancha | 27 |
| 2.4 Evaluación de los beneficios económicos de la utilización del espectro | 28 |
| 2.4.1 Beneficios económicos de la utilización del espectro con licencia | 28 |
| 2.4.2 Beneficios económicos de la utilización del espectro exento de licencia | 28 |
| 2.4.3 Posibles costes y beneficios económicos asociados a la utilización compartida del espectro | 29 |
| 3 CAPÍTULO 3 – Actividades y recursos de gestión del espectro | 30 |
| 3.1 Directrices relativas a los cuadros nacionales de atribución de bandas de frecuencias | 30 |
| 3.1.1 Cuadros nacionales de atribución de bandas de frecuencias | 30 |
| 3.1.2 Evaluación de las necesidades de los países en materia de gestión del espectro y de herramientas y/o sistemas informáticos | 30 |
| 3.2 Resultados y preparativos de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones | 31 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.2.1 | Ciclo y proceso de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones | 31 |
| 3.2.2 | Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2015 | 31 |
| 3.2.3 | Preparación de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones de 2019 y 2023 | 33 |
| 4 | CAPÍTULO 4 – Comprobación técnica del espectro | 35 |
| 4.1 | Definición de metodologías relativas a la creación de una red de comprobación técnica del espectro | 36 |
| 4.1.1 | Preparación de licitaciones | 36 |
| 4.1.2 | Planificación de una red de comprobación técnica del espectro | 37 |
| 4.2 | Dificultades en la detección de señales débiles y soluciones al respecto | 38 |
| | Glosario | 40 |
| | Siglas y acrónimos | 41 |
| | Referencias del UIT-R | 44 |
| | Otras referencias | 48 |
| | Annexes | 50 |
| | Annex 1: Existing regulations on TV White Space | 50 |
| | Annex 2: Case studies and countries experiences | 51 |
| A2-1. | Digital Dividend | 51 |
| A2-2. | National regulations | 61 |
| A2-3. | Case studies of broadband access in the TVWS | 62 |
| A2-3.1 | Bhutan | 62 |
| A2-3.2 | Botswana | 62 |
| A2-3.3 | Republic of Korea | 62 |
| A2-3.4 | Malawi | 63 |
| A2-3.5 | The Philippines | 63 |
| A2-3.6 | United States of America | 64 |
| A2-3.7 | Ghana | 65 |
| A2-4. | Countries experiences in relation to spectrum pricing, licensing fees and auctions | 65 |
| A2-4.1 | Côte d'Ivoire – Estimating costs of licenses and frequencies | 65 |
| A2-4.2 | Republic of Niger – Method to determine the frequency fees | 66 |
| A2-4.3 | Russian Federation – Experience of Russian Federation in the field of spectrum fees | 67 |
| A2-4.4 | Republic of Korea –Beauty contest and auction in spectrum management | 69 |
| A2-5. | Countries experiences in relation to Spectrum Management Systems | 69 |
| A2-5.1 | Hungary – Spectrum Management IT System (STIR) | 69 |
| A2-6. | Countries experiences in relation to Spectrum Management | 70 |
| A2-6.1 | People's Republic of China – The improvement of spectral efficiency based on LTE technology | 70 |
| A2-6.2 | Tanzania – The legal framework on Spectrum Management in Tanzania | 70 |
| | Annex 3: Contributions received for WTDC Resolution 9 | 72 |
| | Annex 4: Relevant decisions of the RA-15 and the WRC-15 which are especially important for developing countries | 78 |

Lista de cuadros, figuras y recuadros

Cuadros

| | |
|---|----|
| Cuadro 1: La brecha digital en 2016 | 27 |
| Table 1A: Interference protection experiences | 61 |
| Table 2A: Interference avoidance methods | 61 |

Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1: Factores de tarificación del espectro | 27 |
| Figura 2: Preparación de licitaciones | 38 |
| Figure 1A: Talibon, Tubigon and Ubay TV White Space area coverage | 65 |

En el presente Informe a la CMDT-17, elaborado en respuesta a la Resolución 9 (Rev. Dubái 2014) sobre la participación de los países, en particular de los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias, se abordan enfoques y obstáculos técnicos, económicos y financieros nacionales en materia de gestión y comprobación técnica del espectro, habida cuenta de una serie de tendencias de desarrollo en la gestión del espectro, estudios de casos sobre la reorganización del espectro, procesos de concesión de licencias y prácticas óptimas de comprobación técnica del espectro en todo el mundo, incluidas nuevas modalidades de compartición del espectro. El Sector de Radiocomunicaciones (UIT-R) y el Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones (UIT-D) de la UIT han elaborado este informe en estrecha cooperación. En ese marco de colaboración intersectorial se ha logrado el objetivo de crear conciencia y establecer vínculos entre las actividades y los estudios técnicos que se están llevando a cabo en el ámbito de las radiocomunicaciones y las crecientes necesidades especiales de los países en desarrollo. Las contribuciones al presente informe comprenden estudios de casos y descripciones de nivel de sistema sometidas por Estados Miembros y miembros del sector privado, así como actividades y publicaciones del UIT-R y el UIT-D.

En el **Capítulo 1** se abordan planteamientos actuales y futuros en materia de gestión del espectro. Hoy en día, el enfoque predominante, especialmente respecto de la banda ancha móvil, consiste en asignar el espectro en virtud de licencias exclusivas y otorgar a los operadores plena flexibilidad para implantar sus redes en todo el territorio nacional, con sujeción a las condiciones previstas en las licencias. Dada la asimetría entre el aumento de la demanda para distintos servicios y la disponibilidad de recursos de espectro, la compartición del espectro supone un método eficaz para mejorar su utilización y afrontar el aumento de la demanda con el espectro disponible. En consecuencia, el **Capítulo 1** contiene información de referencia sobre distintos sistemas de compartición del espectro.

En el **Capítulo 2** se estudian varios aspectos económicos de la gestión del espectro. En este capítulo también se consideran algunos de los beneficios económicos vinculados a la utilización del espectro, ya sea con arreglo a un modelo basado en licencias o exento de ellas, así como los costes normativos inherentes a la compartición del espectro.

En el **Capítulo 3** se detallan actividades de gestión del espectro y se presentan herramientas y directrices de evaluación destinadas a ayudar a los países en desarrollo a elaborar o poner al día sus cuadros nacionales de atribución de bandas de frecuencias. Por otra parte, se examinan los resultados y los preparativos de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (CMR).

La comprobación técnica del espectro es esencial para garantizar una aplicación cabal de las políticas de gestión del espectro. En el **Capítulo 4** se describen varios aspectos de la comprobación técnica del espectro que pueden ser útiles para los países en desarrollo, incluidos métodos para crear un sistema de comprobación técnica.

1 CAPÍTULO 1 – Métodos de gestión del espectro

1.1 Introducción

El acceso a la banda ancha incentiva el crecimiento económico, genera oportunidades y mejora la calidad de vida de todo el mundo.¹ Con todo, estos beneficios aún han de llegar a muchas comunidades que carecen de acceso a Internet o se hallan gravemente subatendidas debido a una serie de limitaciones en el acceso. Se calcula que sólo el 35 por ciento de la población de los países en desarrollo tiene actualmente acceso a Internet.² La situación en los 48 países menos adelantados (PMA) – según la terminología de las Naciones Unidas – es particularmente crítica, pues menos de un 10% de la población goza de algún tipo de acceso a Internet.³ Si se dotase a las comunidades de los PMA, a las economías en desarrollo y emergentes, y a las regiones menos adelantadas de las economías desarrolladas de una conectividad de banda ancha ubicua, asequible, fiable y robusta, se facilitaría la consecución de varios de los objetivos y metas que contempla la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.⁴

A menudo, estas comunidades deben superar obstáculos geográficos, carencias en materia de infraestructuras adecuadas y circunstancias económicas aparentemente desfavorables para poder acceder a los servicios de Internet de banda ancha. La ampliación de la fibra de línea fija hasta las poblaciones que carecen de conexión supone todo un desafío, dada la dificultad de financiar y ejecutar proyectos de esa índole, así como de dotar al servicio resultante de un carácter rentable para la población interesada. El objetivo de las redes inalámbricas móviles, fijas y de satélites es ofrecer cobertura de banda ancha a una zona geográfica definida. Habida cuenta de que sus requisitos de infraestructura son relativamente menos estrictos, estas tecnologías inalámbricas pueden utilizarse para proporcionar funciones de red de retorno y acceso de última milla (*last mile*) a Internet en zonas con menor densidad de población a un coste inferior al que revisten las redes alámbricas fijas. Aun así, cabe señalar que, independientemente de la tecnología radioeléctrica utilizada para proporcionar la conectividad de última milla, el punto extremo local debe poder volver a conectar sin interrupciones con la red central de Internet para garantizar una cobertura de banda ancha.

Cabe la posibilidad de que las redes inalámbricas existentes en los países en desarrollo adolezcan tanto de deficiencias en términos de cobertura como de nodos congestionados, lo que entraña un aumento de los costes y una reducción de la calidad del servicio. Incluso las economías más desarrolladas presentan deficiencias en términos de cobertura inalámbrica, sobrecargas en puntos de acceso y estaciones base de zonas con tráfico elevado, y tarifas que suponen una barrera económica para muchos.

En consecuencia, los gestores del espectro de los países en desarrollo se enfrentan a los retos de la puesta a disposición de espectro en bandas de frecuencias que suelen ser más bajas para proporcionar, a un coste menor, cobertura de banda ancha de área extensa a zonas sin servicio o subatendidas, y la provisión de espectro adicional en bandas de frecuencias medias y altas para añadir capacidad de banda ancha allí donde ya existe un acceso de banda ancha inalámbrico.

Al tomar decisiones relativas a la gestión del espectro, las administraciones deberían tratar, ante todo, de introducir servicios acordes a las Recomendaciones UIT-R en las asignaciones definidas en el Reglamento de Radiocomunicaciones, lo que podría reportar mayores beneficios en términos de

¹ Véase, en general, “Internet Matters: The Net’s Sweeping Impact on Growth, Jobs and Prosperity”, *McKinsey*, 2011, http://www.mckinsey.com/insights/high_tech_telecoms_internet/internet_matters; “Online and Upcoming: The Internet’s Impact on Aspiring Countries”, *McKinsey*, 2012, http://www.mckinsey.com/client_service/high_tech/latest_thinking/impact_of_the_internet_on_aspiring_countries.

² “El estado de la banda ancha 2015: Informe de la Comisión de la Banda Ancha para el Desarrollo Digital”, 2015, págs. 41-42, <http://www.broadbandcommission.org/Documents/reports/bb-annualreport2015.pdf>.

³ “El estado de la banda ancha 2015: Informe de la Comisión de la Banda Ancha para el Desarrollo Digital”, 2015, págs. 41-42, <http://www.broadbandcommission.org/Documents/reports/bb-annualreport2015.pdf>.

⁴ “Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible”: Resolución de la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptada el 25 de septiembre de 2015. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E.

economías de escala, itinerancia, interoperabilidad y selección de equipos. Las administraciones deberían tener en cuenta que pueden transcurrir varios años entre la adopción de una norma y la puesta a disposición de equipos y dispositivos a un costo asequible para los consumidores y los ciudadanos de los países en desarrollo.

En los casos en que no se aplica el planteamiento anterior, suelen requerirse equipos especiales que podrían aumentar los costes vinculados a las redes y los equipos, entrañar dificultades relacionadas con la disponibilidad de productos y plantear retos atinentes al soporte a largo plazo.

De cara a estos desafíos, cabe la posibilidad de reorganizar el espectro para los servicios móviles con licencia que puede utilizarse para la banda ancha.⁵ Actualmente, el método de gestión del espectro más utilizado para la banda ancha móvil se basa en la concesión de licencias y garantiza la disponibilidad de espectro específico para dar soporte a más de 8 100 millones de conexiones y casi 5 000 millones de suscriptores únicos.⁶

La sumisión del espectro a un régimen de licencias exclusivas permite mejorar las garantías en cuanto a la protección contra interferencias e incrementar la salida de potencia, lo que ayuda a optimizar la cobertura e incentivar la inversión en redes. La cantidad de espectro concedida en el marco de licencias a operadores móviles – incluido el tipo de bandas objeto de las licencias – puede tener repercusiones importantes en el costo, la calidad y la cobertura de los servicios de banda ancha móvil.

La cantidad de espectro concedida en el marco de licencias exclusivas para operadores móviles varía ampliamente en todo el mundo, pudiendo oscilar entre 150 MHz en numerosos países en desarrollo y más de 700 MHz en mercados móviles más avanzados.⁷ Los países que conceden menos espectro bajo licencia pueden afrontar dificultades a la hora de dar soporte a las rápidas velocidades de la banda ancha móvil y las crecientes cantidades de tráfico de datos.

El tipo de espectro objeto de las licencias también puede repercutir de manera significativa en el coste y el alcance de los servicios de banda ancha móvil. Las bandas de cobertura (es decir, por debajo de 1 GHz) pueden cubrir zonas amplias con menos infraestructura que el espectro en bandas más altas, por lo que pueden desempeñar un papel importante en la conexión de las poblaciones rurales de forma rentable y, al mismo tiempo, reforzar la calidad de servicio mediante la mejora de la penetración en edificios.

Un ejemplo de la eficacia de este enfoque es la reasignación del espectro del “Dividendo Digital” al servicio móvil, como resultado de las eficiencias espectrales fruto de la transición de los servicios de televisión analógica a los de televisión terrenal digital. Gracias a la reordenación de dicho espectro, se ha evitado la imposición de requisitos onerosos a equipos radioeléctricos y los servicios móviles pueden implantarse sin restricciones de potencia o cobertura. Estos factores revisten una importancia crucial en las zonas económicas desfavorecidas, donde la viabilidad de un servicio o el costo que este entraña para los abonados suele depender de la población atendida por cada punto de presencia del paisaje.

La capacidad de las bandas de frecuencias (por encima de 1 GHz) es importante para la prestación de esos servicios ricos y profusos en datos que los consumidores utilizan cada vez más.

Actualmente, la exención de licencias de bandas de espectro constituye una importante herramienta de gestión del espectro. Las administraciones han constatado que dicho método puede reportar beneficios a ciudadanos y consumidores. La exención de licencias suele aplicarse en los casos en que los equipos tienen una escasa capacidad para causar interferencia perjudicial. A menudo, se dispone de una amplia gama de equipos económicos en bandas exentas de licencia, que pueden implantarse

⁵ La mayor parte del espectro que se utiliza hoy en día, tanto en los países en desarrollo como en los países desarrollados, ha sido atribuido para fines determinados, incluido el espectro atribuido a servicios móviles IMT-2000 e IMT-Avanzadas en la banda de ondas decimétricas.

⁶ GSMA Intelligence – véase www.gsmainelligence.com.

⁷ GSMA Intelligence – véase www.gsmainelligence.com.

rápidamente sin necesidad de obtener una licencia de la administración y abonar los costes asociados. Por ejemplo, la exención de licencias en las bandas ISM de 2,4 GHz y de 5 GHz ha brindado notables beneficios y ha permitido la puesta a disposición de un amplio abanico de equipos, incluido el Wi-Fi, como extensión de la red fija.

Otra metodología complementaria consiste en hacer un uso más eficaz de los recursos espectrales existentes mediante la aplicación de diversas técnicas de compartición de espectro entre servicios, así como entre usuarios primarios y secundarios, cuando sea factible. Con arreglo al [Manual del UIT-R sobre gestión nacional del espectro](#), la compartición de frecuencias es “un medio eficaz para mejorar la utilización del espectro. Antes de asignar una nueva frecuencia debe considerarse siempre la posibilidad de compartir frecuencias ya asignadas”.⁸

La compartición de espectro entre servicios es una práctica común, que las administraciones pueden adoptar a través de la aprobación de normativas acordes al Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT y a las Recomendaciones UIT-R, así como de la definición de soluciones técnicas elaboradas en colaboración con miembros de la industria y organizaciones internacionales de normalización. Dicha práctica puede ejercerse en distintos planos:

- entre servicios o aplicaciones de radiocomunicaciones diferentes, de conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT o con el marco normativo nacional;
- entre entidades o tipos de usuarios diferentes (por ejemplo, con fines gubernamentales o comerciales);
- entre distintos usuarios titulares de licencias de la misma aplicación (por ejemplo, servicios PMR, enlaces punto a punto);
- entre usuarios primarios protegidos y usuarios exentos de licencia (por ejemplo, radares y estaciones del servicio de exploración de la Tierra por satélite (SETS) o redes radioeléctricas de área local (RLAN) de 5 GHz); y
- entre usuarios exentos de licencia diferentes (por ejemplo, dispositivos de corto alcance y Wi-Fi).

El concepto de compartición de espectro se fundamenta en la existencia de diversas entidades interesadas en utilizar las mismas bandas de espectro, lo que puede resultar frecuente en zonas con una alta densidad de población.

La elección de la política aplicable a una banda de frecuencias propuesta depende de las expectativas atinentes a la calidad de los servicios ofrecidos en dicha banda. Por ejemplo, las asignaciones con licencia resultan útiles para las bandas en que la reordenación reviste un valor económico patente y la comercialización de una nueva generación de servicios exige una certeza básica respecto de los derechos de utilización del espectro. Por otro lado, la compartición con bandas militares o de seguridad pública resulta más adecuada para las asignaciones compartidas con licencia. La utilización de bandas sin licencia está especialmente indicada para las aplicaciones donde la calidad de servicio es menos importante y los servicios primarios pueden protegerse.

Para calificar adecuadamente la “compartición del espectro” desde un punto de vista normativo, cabe dissociar las dos etapas fundamentales del proceso de reglamentación nacional encaminado a permitir el acceso al espectro a nivel nacional, a saber: 1) atribución de frecuencias; y 2) autorización de utilización de frecuencias.

En sentido lato, la “atribución de frecuencias” se refiere en este caso a la definición a escala nacional de los servicios y/o aplicaciones que tienen acceso a una banda de frecuencias, mientras que la “autorización de utilización de frecuencias” alude a los procedimientos de asignación de frecuencias a los usuarios para las aplicaciones y/o los servicios asignados, así como a la reglamentación del mercado.

⁸ Véase el Manual sobre gestión nacional del espectro (Edición de 2015), UIT, página 139.

Los gestores del espectro de las organizaciones de reglamentación nacional (NRA) pueden aplicar toda una serie de planes de compartición de espectro mediante la incorporación de diversas técnicas de reducción de la interferencia, capaces de permitir el acceso al espectro compartido, siempre que la normativa nacional se ajuste al Reglamento de Radiocomunicaciones. La compartición de espectro puede llevarse a cabo de acuerdo con distintos marcos normativos.

No todas las bandas de frecuencias son igual de aptas para la compartición de espectro, debido al carácter de los servicios que las ocupan y a la dificultad técnica que entraña proteger esos servicios contra interferencias mediante las normas técnicas necesarias. Los gestores del espectro deben evaluar las posibilidades de compartir espectro que brindan las bandas una por una.

Con el tiempo, la noción de gestión del espectro en las NRA de los países desarrollados y en desarrollo ha pasado de limitarse a la prevención de la interferencia perjudicial a los usuarios primarios, a incluir la optimización de la eficacia en la utilización del espectro de una banda determinada y la maximización de la eficiencia socioeconómica para incrementar la conectividad, de conformidad con los objetivos establecidos en las políticas públicas.⁹ Al elevar al máximo exponente la eficiencia económica de una banda de espectro, se garantiza la atribución y asignación del espectro a los fines que procuran el mayor rendimiento económico. La optimización de la eficacia en la utilización del espectro de una banda permite al gestor del espectro obtener el máximo provecho dentro de los límites de interferencia para la protección de los servicios con licencia en el país interesado y en los países vecinos. A fin de garantizar que los niveles de rentabilidad económica de una banda de espectro y de eficacia en la utilización de este último se mantengan elevados a lo largo del tiempo, se insta a las NRA a que examinen periódicamente las medidas reglamentarias adoptadas e introduzcan las modificaciones necesarias en el marco normativo aplicable.

1.2 Marco normativo de la UIT para la banda ancha inalámbrica

1.2.1 Telecomunicaciones móviles internacionales (IMT)

En 1992, los participantes en la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones de la UIT (CAMR-92) establecieron el marco para el desarrollo de la tercera generación de sistemas móviles (3G) y estipularon diversas disposiciones normativas, entre ellas, las que identificaban a escala mundial las bandas del espectro de frecuencias radioeléctricas que utilizarían los distintos países cuando instalasen sistemas de telecomunicaciones móviles internacionales (IMT).

Los participantes en la CMR-2000 y la CMR-07 definieron el marco para la tecnología 4G al abrir las bandas de 1,8 GHz y 2,6 GHz, y las bandas del “primer dividendo digital” (700 MHz en las Regiones 2 y 3 y 800 MHz en la Región 1), respectivamente.

La CMR-15 abrió las bandas del “segundo dividendo digital” (700 MHz) en la Región 1 y la banda 3,4-3,6 GHz a nivel mundial al servicio móvil (IMT), para su utilización por sistemas móviles 4G y 5G¹⁰ (IMT-2020). Cabe esperar que la CMR-19 identifique más recursos de espectro en las bandas por encima de 24 GHz para los servicios móviles 5G. También se prevé que la tecnología 5G acelere la transformación digital, proporcionando una mayor capacidad en términos de banda ancha móvil e integrando la Internet de las cosas (IoT) y actividades verticales tales como la salud, el transporte y la venta al por menor (véase la Recomendación UIT-R **M.2083**: “Concepción de las IMT – Marco y objetivos generales del futuro desarrollo de las IMT para 2020 y en adelante”).

Del mismo modo, se han emprendido labores encaminadas a la puesta a disposición de la banda de frecuencias de 600 MHz para la banda ancha móvil en los países incluidos en las notas al pie del

⁹ “Documento de referencia: Gestión del espectro radioeléctrico para un mundo convergente”, Unión Internacional de Telecomunicaciones, Documento RSM/07, presentado en el taller sobre la gestión del espectro para un mundo convergente, 16-18 de febrero de 2004.

¹⁰ Por IMT-2020 se entiende el trabajo de normalización de la 5G en la UIT.

Artículo 5 del Reglamento de Radiocomunicaciones, relativo a dicha banda, con arreglo a una disposición de frecuencias propuesta en el marco de la Comisión de Estudio 5 del UIT-R.

A continuación se citan ejemplos de resoluciones de la CMR en las que se destacan aspectos importantes de las IMT.

La **Resolución 223 (Rev.CMR-15)** establece que los sistemas IMT proporcionan servicios de telecomunicaciones a escala mundial, con independencia de la ubicación, la red o el terminal utilizados. También señala que, desde la CAMR-92, se ha producido un enorme crecimiento de las comunicaciones móviles, incluida una demanda progresiva de capacidad multimedios en banda ancha, y que es conveniente definir a nivel mundial bandas armonizadas para las IMT a fin de lograr la itinerancia mundial y aprovechar las economías de escala.

La **Resolución 224 (Rev.CMR-15)** establece que las bandas de frecuencias por debajo de 1 GHz son importantes, especialmente para algunos países en desarrollo y países con grandes territorios en que se requieren soluciones económicas para atender zonas de escasa densidad demográfica. También reconoce que en muchos países en desarrollo y países con grandes zonas escasamente pobladas es necesaria la implantación económica de las IMT y que las características de propagación de las bandas de frecuencias por debajo de 1 GHz permiten obtener células más grandes.

1.2.2 Sistemas de acceso inalámbricos/Redes radioeléctricas de área local (WAS/RLAN)

La CMR-03 abrió partes de la banda de frecuencias de 5 GHz para las RLAN, a condición de que los dispositivos RLAN aplicasen la selección dinámica de frecuencias (SDF) para proteger a los radares. La SDF es una técnica de reducción de la interferencia basada en tecnologías de detección.

A diferencia de la utilización de la banda de frecuencia ISM de 2,4 GHz para el Wi-Fi, el uso de una parte de la banda de 5 GHz por sistemas de acceso inalámbricos/redes radioeléctricas de área local (WAS/RLAN) requiere el empleo de técnicas de reducción de la interferencia con miras a la compartición del espectro entre los servicios objeto de licencias y exentos de ellas. Si bien la demanda de aplicaciones WAS/RLAN ha aumentado considerablemente durante los últimos años, la aplicación de las normas y técnicas de mitigación y las interferencias perjudiciales a los radares (en particular, los radares meteorológicos) constituyen todo un reto.

La CMR-03 atribuyó el espectro entre 5 150 y 5 350 MHz y entre 5 470 y 5 725 MHz a título primario con igualdad de derechos a los “sistemas de acceso inalámbrico, incluidas las redes radioeléctricas de área local”. En la **Resolución 229 (Rev.CMR-12)** se especifica la condición de que las RLAN no causen interferencias a otros usuarios a título primario de dichas frecuencias, es decir, a los sistemas de radar instalados en plataformas de satélite, terrenales y marítimas. Las RLAN que deseen acceder a estas frecuencias deben emplear un mecanismo denominado SDF, para detectar las emisiones de estos radares y evitar causarles interferencia en el mismo canal (véase asimismo la **Sección 1.4.3.1**).

En virtud de la **Resolución 239 (CMR-15)**, la CMR-15 invitó al UIT-R a realizar estudios relativos a los sistemas de acceso inalámbricos, incluidas las redes radioeléctricas de área local (WAS/RLAN), en las bandas de frecuencias entre 5 150 MHz y 5 925 MHz, habida cuenta de la contribución de las aplicaciones WAS/RLAN al desarrollo socioeconómico mundial, de los requisitos de espectro adicional y de la necesidad de aprovechar constantemente los avances tecnológicos con miras a reforzar la eficacia en la utilización del espectro y facilitar el acceso al mismo.

1.2.3 Estaciones en plataformas a gran altitud (HAPS)

Las estaciones en plataformas a gran altitud (HAPS) vienen definidas en el número **1.66A** del Reglamento de Radiocomunicaciones como “estaciones situadas sobre un objeto a una altitud de 20 a 50 km y en un punto nominal, fijo y especificado con respecto a la Tierra”. Una HAPS es un tipo de estación de radiocomunicaciones que funciona con arreglo a una atribución al servicio fijo, no un

tipo de servicio. El Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT contempla atribuciones al servicio fijo para las HAPS en varias bandas de frecuencias:

Bandas 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz

Actualmente, sólo existe una identificación de servicio fijo armonizada a escala mundial para las HAPS, en una banda que plantea desafíos con miras a la provisión de banda ancha en las zonas tropicales lluviosas donde vive gran parte de los 4 000 millones de personas que carecen de conexión en el mundo. En el número **5.552A** del Reglamento de Radiocomunicaciones se estipula que la atribución al servicio fijo en las bandas 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz está destinada para las estaciones en plataformas a gran altitud. Las bandas 47,2-47,5 GHz y 47,9-48,2 GHz se utilizarán con arreglo a lo dispuesto en la **Resolución 122 (Rev.CMR-07)**, en la que se establecen niveles máximos de p.i.r.e. de transmisión, diagramas de haz de antena y niveles de densidad de flujo de potencia (dfp) para el funcionamiento de las HAPS.

Bandas 27,9-28,2 GHz y 31,0-31,3 GHz

En virtud del número **5.537A** del Reglamento de Radiocomunicaciones, la atribución al servicio fijo en la banda 27,9-28,2 GHz puede ser utilizada por las HAPS en el territorio de varios países. Dicha utilización se limita al funcionamiento en el sentido HAPS-tierra y requiere que los sistemas HAPS se abstengan de causar interferencia perjudicial a otros sistemas del servicio fijo u otros servicios coprimarios, así como de reclamar protección contra los mismos. De conformidad con el número **5.543A** del Reglamento de Radiocomunicaciones, los países antes mencionados pueden utilizar la atribución al servicio fijo en la banda 31,0-31,3 GHz para sistemas HAPS en el sentido tierra-HAPS. A tal efecto, deben abstenerse de causar interferencia perjudicial a otros sistemas del servicio fijo o móvil, así como de reclamar protección con respecto a los mismos. La **Resolución 145 (Rev.CMR-12)** garantiza la protección del servicio de radioastronomía adyacente mediante la aplicación de un límite de dfp a las antenas de las estaciones terrenas HAPS, y la definición de requisitos de coordinación y concertación de acuerdos con las administraciones vecinas afectadas.

6 440-6 520 MHz (HAPS-tierra) y 6 560-6 640 MHz (tierra-HAPS)

Las bandas 6 440-6 520 MHz y 6 560-6 640 MHz están atribuidas a los servicios fijo, fijo por satélite (Tierra-espacio) y móvil a título primario. El número **5.457** del Reglamento de Radiocomunicaciones prevé que, en Australia, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Malí y Nigeria, la atribución al servicio fijo en las bandas antes mencionadas puede ser utilizada por las HAPS en su territorio. Dicha utilización está limitada al funcionamiento de los enlaces de pasarela con las HAPS, sin causar interferencia perjudicial a los servicios existentes ni reclamar protección contra los mismos, y debe ser conforme a la **Resolución 150 (CMR-12)**.

Además de las citadas atribuciones al servicio fijo, los participantes en la CMR-2000 identificaron las bandas **1 885-1 980 MHz**, **2 010-2 025 MHz** y **2 110-2 170 MHz** para las HAPS que funcionan en el servicio móvil como estaciones base IMT.

En el número **4.23** del Reglamento de Radiocomunicaciones se estipula que las "transmisiones a y desde estaciones en plataformas a gran altitud deberán limitarse a las bandas identificadas específicamente en el Artículo **5 (CMR-12)**".

Las innovaciones tecnológicas y la creciente necesidad de ampliar la disponibilidad de banda ancha han conllevado un examen del entorno normativo vigente en materia de HAPS. Las estaciones que funcionan en la estratosfera se hallan a una altura suficiente como para proporcionar servicios a una zona amplia. Las pruebas llevadas a cabo recientemente en estaciones que ofrecen banda ancha a unos 20 km sobre el nivel del suelo han demostrado el potencial de estas últimas para proporcionar conectividad a comunidades subatendidas con unos niveles mínimos de infraestructura y mantenimiento en el suelo.

Las HAPS son plataformas flexibles que podrían llegar a implantarse en el ámbito rural, utilizando una flota de HAPS para conectar datos a un punto de presencia de Internet en aquellos lugares donde no se disponga de una red de retorno en tierra.

Dada la reciente evolución de las antenas y de otras tecnologías, las HAPS podrían propiciar una capacidad de banda ancha de múltiples gigabits. Con el diámetro medio de cobertura de las HAPS, que oscila entre 40 y 100 km, los operadores que utilizan estas plataformas para suministrar funciones de red de retorno pueden fijarse como objetivo una densidad de población típica de 60 personas por km cuadrado. Un proveedor que utiliza HAPS puede articular su red con objeto de optimizar o bien la capacidad o bien la cobertura. Por ejemplo, una flota de HAPS puede implantarse con miras a cubrir eficazmente una zona amplia o proporcionar más capacidad a una zona con una densidad de población media.

El punto 1.14 del orden del día de la CMR-19 tiene por objeto facilitar el acceso a las aplicaciones de banda ancha ofrecidas por las HAPS, de conformidad con la **Resolución 160 (CMR-15)**.

1.2.4 Sistemas de satélites

Dada su capacidad intrínseca de facilitar cobertura ubicua a zonas extensas, los satélites son cruciales para proporcionar conectividad de banda ancha, incluso en zonas alejadas y subatendidas. A lo largo de los últimos años se han instalado numerosos sistemas de satélites de alto rendimiento (HTS) que funcionan en el servicio fijo por satélite (SFS), dentro de la banda de frecuencias Ka,¹¹ con el objetivo de proporcionar conectividad de banda ancha directamente a los usuarios finales a través de pequeños terminales de usuario de satélite. A fin de garantizar una alta capacidad y una eficacia elevada en la utilización del espectro, los sistemas HTS utilizan cuantiosos haces puntuales de satélite, capaces de permitir múltiples altos de reutilización de frecuencias.

Dentro del rango de frecuencias del SFS en la banda Ka donde suelen implantarse los sistemas HTS, existen 500 MHz de espectro¹² que los servicios por satélite no comparten con otros servicios primarios en el cuadro de atribución de bandas de frecuencias de la UIT. Los terminales de usuario que funcionan en esas bandas suelen poder implantarse de forma ubicua sin requerir la coordinación individual de las estaciones terrenas de satélite.

No obstante, el cumplimiento de los crecientes requisitos en materia de capacidad para la conectividad de banda ancha exige que los sistemas HTS implanten terminales de usuario final en frecuencias del SFS, incluidas las partes de la banda Ka donde los servicios por satélite carecen de una asignación primaria exclusiva.

En la CEPT, por ejemplo, se han logrado avances significativos con respecto a la apertura de la banda Ka del SFS para la implantación ubicua de estaciones terrenas de satélite sin coordinación. Este proceso viene reflejado en una serie de decisiones que el ECC ha adoptado y enmendado durante los últimos años, entre ellas, las citadas a continuación.

La Decisión ECC/DEC/(00)07, relativa al uso compartido de la banda 17,7-19,7 GHz por el servicio fijo y las estaciones terrenas del servicio fijo por satélite (espacio-Tierra), contiene disposiciones que permiten la implantación de estaciones del servicio fijo, estaciones terrenas del SFS coordinadas (espacio-Tierra) y estaciones terrenas del SFS no coordinadas (espacio-Tierra) en la banda 17,7-19,7 GHz. Para facilitar la compartición entre estos tipos de estaciones, los anexos de la Decisión incluyen descripciones de métodos técnicos y normativos de reducción de la interferencia que las Administraciones deberían adoptar y/o considerar.

La Decisión ECC/DEC/(05)01, relativa a la utilización de la banda 27,5-29,5 GHz por el servicio fijo y las estaciones terrenas no coordinadas del servicio fijo por satélite (Tierra-espacio), designa partes

¹¹ Por lo general, 17,3/17,7-20,2 GHz (espacio-Tierra) y 27/27,5-30 GHz (Tierra-espacio).

¹² 19,7-20,2 GHz (espacio-Tierra) y 29,5-30 GHz (Tierra-espacio).

de la banda 27,5-29,5 GHz también para estaciones terrenas del SFS sin coordinar. Esta Decisión se modificó en 2013 para incluir disposiciones en materia de exención de licencias y libre circulación de estaciones terrenas del SFS sin coordinar.

1.2.4.1 Sistemas de alta densidad del servicio fijo por satélite

La CMR-03 identificó segmentos de las bandas de frecuencias antes mencionadas para su utilización por aplicaciones de alta densidad del servicio fijo por satélite (HDFSS) con arreglo al número **5.516B** del Reglamento de Radiocomunicaciones, en el que se indica que las “administraciones deben tener esto presente a la hora de examinar las disposiciones reglamentarias referentes a dichas banda”.

Los participantes en la Conferencia también adoptaron la **Resolución 143 (CMR-03)**, en la que se establecen “Directrices para la introducción de aplicaciones de alta densidad del servicio fijo por satélite en las bandas de frecuencias identificadas para esas aplicaciones”.

1.2.4.2 Estaciones terrenas en movimiento (ESIM)

La creciente necesidad de comunicaciones de banda ancha no está vinculada a ningún lugar en concreto y conlleva requisitos relacionados con navíos, aeronaves y vehículos de tierra que funcionan en ubicaciones fijas o en movimiento, tanto en países desarrollados como en desarrollo, y a menudo en zonas muy alejadas del planeta.¹³ Las estaciones terrenas en movimiento (ESIM) que se comunican con redes geoestacionarias del servicio fijo por satélite pueden satisfacer esta necesidad.¹⁴

En 2013, la CEPT adoptó un sistema reglamentario regional para el uso armonizado de las ESIM.¹⁵ En virtud de esta “Decisión”, las administraciones de la CEPT deben destinar las bandas de frecuencias 19,7-20,2 GHz (espacio-Tierra) y 29,5-30,0 GHz (tierra-espacio) a las operaciones de las ESIM que cumplan las disposiciones pertinentes. En dicha decisión se contemplan dos principios fundamentales, a saber: 1) el principio de libre circulación (por ejemplo, la autorización a terminales extranjeros visitantes para traspasar las fronteras de un país); y 2) el principio de exención del terminal nacional del proceso de concesión de licencias individuales (por ejemplo, “licencias genéricas”). Las administraciones de la CEPT pueden disponer requisitos nacionales adicionales para autorizar las operaciones de las ESIM en el marco de sus actividades de gestión del espectro.

La CMR-15 acordó facilitar la implantación mundial de las ESIM en las bandas de frecuencias 19,7-20,2 y 29,5-30,0 GHz en el SFS,¹⁶ allanando así el camino para que los sistemas de satélites pudiesen proporcionar conectividad de banda ancha mundial a la comunidad del transporte. Las estaciones terrenas a bordo de plataformas en movimiento, tales como barcos, trenes y aeronaves, podrán comunicarse con satélites de múltiples haces puntuales de alta potencia, lo que permitirá velocidades de transmisión del orden de 10 a 50 Mbit/s.¹⁷ La CMR-19 estudiará el uso de las bandas de frecuencias 17,7-19,7 GHz (espacio-Tierra) y 27,5-29,5 GHz (Tierra-espacio) por las ESIM que se comunican con estaciones espaciales geoestacionarias del SFS.

Fuera del ámbito de la CEPT, los marcos normativos nacionales aplicables a las ESIM de cada país varían considerablemente en función de la administración y, actualmente, se carece de reglamentos armonizados a escala regional. Algunas administraciones han optado por licencias de clase/genéricas

¹³ Documento 1/362, “Spectrum management approach for the consideration of earth stations in the fixed-satellite service, including Earth Stations In Motion (ESIMs)”, Inmarsat Plc. (Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte).

¹⁴ Informe UIT-R S.2357-0 “Directrices técnicas y operativas para estaciones terrenas sobre plataformas móviles que comunican con estaciones espaciales geoestacionarias en el servicio fijo por satélite en las bandas de frecuencias 19,7-20,2 GHz y 29,5-30,0 GHz” (junio de 2015).

¹⁵ ECC/DEC(13)01, The harmonized use, free circulation and exemption from individual licensing of Earth Stations on Mobile Platforms (ESOMPs) within the frequency bands 17.3-20.2 GHz and 27.5-30.0 GHz.

¹⁶ En particular, el Reglamento de Radiocomunicaciones permite que las ESIM se comuniquen con estaciones espaciales geoestacionarias del SFS en las bandas de frecuencias 19,7-20,2 GHz (espacio-Tierra) y 29,5-30,0 GHz (Tierra-espacio) previo cumplimiento de las condiciones que figuran en el número 5.527A del RR de la UIT y la Resolución 156 (CMR-15).

¹⁷ Véase: https://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2015/56.aspx.

que abarcan toda una categoría de terminales, mientras que otras exigen licencias individuales para cada terminal. En los casos en que una administración no define integralmente el proceso de autorización, se genera incertidumbre entre los operadores de satélites, los proveedores de servicios locales y multinacionales y, en última instancia, los posibles usuarios finales.

En la **Resolución 156 (CMR-15)** se establecen las condiciones que deben cumplir las ESIM para operar en las bandas de frecuencias 19,7-20,2 GHz (espacio-Tierra) y 29,5-30,0 GHz (Tierra-espacio). Estas disposiciones pueden dar lugar a un incremento en el número de implantaciones ESIM en las administraciones de los países desarrollados y en desarrollo. En consecuencia, los gestores del espectro no sólo deberían considerar la elaboración y adopción de marcos normativos nacionales para la concesión de licencias y autorizaciones destinadas a las ESIM, sino también la pertinencia y el modo de abordar las cuestiones relacionadas con la armonización regional. Los gestores del espectro pueden optar por: 1) marcas homologadas; 2) marcos normativos regionales armonizados; 3) exenciones a nivel nacional; 4) licencias “genéricas” a nivel nacional; y 5) autorizaciones de espectro.

1.2.4.3 Sistemas no geoestacionarios

Debido a sus características orbitales, los sistemas de satélites no geoestacionarios (no OSG) del servicio fijo por satélite pueden proporcionar conectividad de banda ancha a cualquier zona del mundo con un retardo de propagación muy inferior al de los sistemas de satélites geoestacionarios (OSG) del mismo servicio.

En el periodo comprendido entre 1995 y 2003, diversos sistemas no OSG del SFS se hallaban en fase de proyecto, motivo por el cual las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones de la UIT decidieron abrir al SFS no OSG varias bandas de frecuencias ya atribuidas a dicho servicio, a título compartido con los sistemas OSG del SFS y otros servicios terrenales, por un total de 8,6 GHz en las siguientes bandas de frecuencias: en la dirección espacio-Tierra: 3,4-4,2 GHz, 10,7-12,7 GHz, 17,8-18,6 GHz y 19,7-20,2 en todas las Regiones, y 12,5-12,75 GHz en las Regiones 1 y 3; en la dirección Tierra-espacio: 5 925-6 925 MHz, 12,5-13,25 GHz, 13,75-14,25 GHz, 17,8-18,1 GHz, 27,5-28,6 GHz y 29,5-30 GHz en todas las Regiones y 17,3-17,8 GHz en las Regiones 1 y 3.

Las condiciones de compartición impuestas a los sistemas no OSG del SFS son:

- los límites de densidad de flujo de potencia (dfp) especificados en el Artículo 21 del Reglamento de Radiocomunicaciones, para proteger los servicios terrenales contra la interferencia causada por las estaciones espaciales no OSG del SFS;
- los límites de densidad de flujo de potencia equivalentes (dfpe) especificados en el Artículo 22 del Reglamento de Radiocomunicaciones, para proteger el SFS OSG en las direcciones espacio-Tierra y Tierra-espacio, así como los sistemas OSG del servicio de radiodifusión por satélite; y
- la coordinación de las estaciones terrenales no OSG del SFS con los servicios terrenales por orden de solicitud, como en el caso del SFS OSG, según se especifica en el Artículo 9 del Reglamento de Radiocomunicaciones.

Durante los últimos dos años, los avances logrados en el ámbito de las tecnologías espaciales han propiciado la puesta en marcha de varios proyectos nuevos, entre los que figuran cientos de miles de satélites no OSG del SFS. Los autores de estos proyectos se han comprometido a respetar los límites antes mencionados y la Oficina de Radiocomunicaciones de la UIT ha procedido a la verificación de dicho cumplimiento, conforme a lo estipulado en los Artículos 21 y 22. Estos sistemas comenzarán a implantarse en 2018 y prestarán plenos servicios comerciales a partir de 2020. El objetivo de estas tecnologías consiste en proporcionar funciones de red de retorno para conexiones móviles y fijas de banda ancha.

La CMR-19 examinará el marco normativo necesario para permitir que los sistemas de satélites no OSG del SFS funcionen en bandas de frecuencias adicionales, por un total de 9 GHz de espectro: 37,5-39,5 GHz (espacio-Tierra), 39,5-42,5 GHz (espacio-Tierra), 47,2-50,2 GHz (Tierra-espacio) y 50,4-51,4 GHz (Tierra-espacio).

Habida cuenta de las consideraciones que anteceden, cabe la posibilidad de que, al elaborar sus marcos normativos nacionales en la materia, los gestores del espectro deseen considerar el papel que los sistemas de satélites geoestacionarios y no geoestacionarios actuales y futuros podrían desempeñar, en conjunción con otros sistemas de telecomunicaciones, en la provisión de conectividad de banda ancha y la reducción de la brecha digital.

1.3 Gestión del espectro con arreglo a un sistema de licencias

Desde un punto de vista normativo, es posible otorgar una “licencia” a un operador en una ubicación determinada o en una o varias zonas geográficas definidas (locales, regionales o nacionales), a fin de autorizar la explotación de las estaciones correspondientes en dichas ubicaciones o zonas. La licencia confiere derechos atinentes a la transmisión de señales y la protección de su recepción contra interferencias durante un periodo de tiempo determinado. Este suele ser el caso de los servicios móviles – de los sistemas 2G a los sistemas IMT – implantados en las bandas por debajo de 3 GHz.

Una “licencia” atribuye derechos y obligaciones a su titular. Por ejemplo, las autorizaciones otorgadas a los operadores móviles pueden incluir obligaciones en materia de cumplimiento de objetivos de política pública, en particular, obligaciones en términos de cobertura (véase la provisión de un servicio de banda ancha móvil para la recepción en interiores a un porcentaje mínimo de la población de un país).

En la medida de lo posible, las licencias deben ser neutras desde un punto de vista tecnológico. Gracias a la coordinación de las asignaciones de frecuencias, los titulares de las licencias pueden optimizar la utilización del espectro y compartirlo con miras a la prestación de los diferentes servicios objeto de las licencias (por ejemplo, radioenlaces y estaciones terrenas).

1.3.1 Gestión del espectro para la banda ancha móvil

Durante 30 años, el desarrollo de la tecnología móvil celular ha supuesto toda una revolución en nuestras sociedades y se ha enmarcado en un sistema de licencias. A partir del año 2000, el desarrollo de la banda ancha móvil dependió de la tecnología 3G; desde 2007, de la 4G, conforme a las especificaciones en materia de IMT-2000; y, desde 2012, de las IMT-Avanzadas. Hoy en día, la tecnología 5G se está desarrollando a partir de una serie de especificaciones en materia de IMT-2020, cuya aprobación está prevista para 2020, año a partir del cual se procederá a la implantación comercial a gran escala de las redes 5G.

Actualmente:

- Existen 591 redes LTE comercializadas en 189 países. De estas redes, 195 emplean tecnología LTE-Avanzada en 95 países. Más de 4 de cada 5 operadores LTE en activo (81 por ciento) utilizan espectro de 700 MHz, 800 MHz, 1 800 MHz o 2 600 MHz en sus redes LTE.¹⁸
- Al menos 18 operadores han contraído compromisos públicos con miras a la implantación de redes 5G prenormalizadas en 13 países. Es probable que, a tal efecto, se utilicen bandas IMT existentes (por ejemplo, 600 MHz, 700 MHz, 3,5 GHz y otras bandas IMT reordenadas), así como nuevas bandas IMT potenciales que serán objeto de estudio en el marco del punto 1.13 del orden del día de la CMR-19.

El sistema de licencias exclusivas confiere certeza a los operadores en términos de calidad de servicio y acceso al espectro, lo que refuerza la seguridad de las grandes inversiones en redes móviles.

¹⁸ GSA: Informe “700 & 800 MHz Ecosystem Evolution”, 2017; “Evolution from LTE to 5G” (actualizado en abril de 2017).

Si los operadores careciesen de garantías en cuanto al acceso al espectro y fuesen vulnerables a las interferencias, las inversiones revestirían un riesgo mucho mayor.

Una de las tendencias más actuales en materia de gestión del espectro consiste en establecer un entorno normativo que aporte una mayor previsibilidad a largo plazo, de forma que los titulares de las licencias coadyuven a incentivar las ingentes inversiones necesarias para la implantación de las redes. Esto último puede resultar especialmente importante con miras a la provisión de cobertura de banda ancha móvil en zonas rurales donde la rentabilidad de la prestación de servicios puede constituir un reto debido a la escasa población.

Las NRA pueden contribuir al refuerzo de la previsibilidad a largo plazo mediante la celebración de consultas y la publicación de hojas de ruta de espectro. De esa forma, los operadores comerciales existentes y venideros recibirían información sobre la futura disponibilidad del espectro y podrían considerar ulteriores opciones de cara a la implantación. Estas hojas de ruta pueden formar parte de un plan nacional de banda ancha que prevea metas futuras (por ejemplo, en términos de adopción, velocidad, calidad, alcance y asequibilidad de la banda ancha), incluidos plazos y planes en materia de política e inversión encaminados a su cumplimiento.

La previsibilidad a largo plazo también puede potenciarse a través de los términos y condiciones de las licencias de espectro, especialmente, los relacionados con la duración y los procedimientos de renovación de las licencias. Cuando las licencias están a punto de expirar y/o su renovación resulta incierta, los operadores móviles pueden verse menos tentados a invertir en redes, lo que puede repercutir a su vez en el coste y el alcance de los servicios. En ese sentido, las NRA podrían considerar la posibilidad de ampliar la duración de las licencias (por ejemplo, la Comisión Europea propuso licencias de 25 años). En cuanto a la renovación de licencias, la FCC de los Estados Unidos apoya el concepto de “expectativa de renovación” para aportar previsibilidad a los titulares de las licencias.

1.3.2 Transición a la radiodifusión de televisión terrenal digital

En el ámbito de la gestión de espectro, la transición de la radiodifusión televisiva analógica a la radiodifusión de televisión digital es una de las empresas más importantes, que todas las regiones del mundo han emprendido con objeto de proporcionar mejores servicios de radiodifusión a la población.

Una vez completada, esta transición ha permitido la liberación de las bandas de frecuencias de 700/800 MHz, como parte del dividendo digital, y su reatribución al servicio móvil.

En mayo de 2017, de las 198 administraciones competentes, 56 habían culminado el proceso de transición, 14 lo habían iniciado y seguían inmersas en él, 68 no habían adoptado medida alguna y las restantes no habían comunicado información en la materia a la UIT. Estos datos se actualizan constantemente en la siguiente página web: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Spectrum-Broadcasting/Pages/DSO/Default.aspx>.

Entre los Informes y Manuales del UIT-R y del UIT-D que contienen información adicional sobre esta transición y el dividendo digital, cabe destacar los siguientes:

- **Informe UIT-R BT.2140: *Transición de la radiodifusión terrenal analógica a digital***. La finalidad de este Informe es ayudar a los países que están efectuando la transición de la radiodifusión terrenal de analógica a digital. El Informe incluye una descripción general de la transición de tecnologías y sistemas de radiodifusión digital terrenal de sonido y televisión, e indica las opciones disponibles para efectuar la transición y las medidas que se ha de adoptar.
- **Digital Dividend insights for Spectrum Decisions**: En este documento se ofrece una visión detallada de las implicaciones del proceso vinculado al dividendo digital, con fines tales como ayudar a los responsables de la toma de decisiones en los planos interno y nacional a atribuir y gestionar el proceso en cuestión.

- **Informe UIT-R SM.2353:** Este informe fue aprobado en 2015 y contiene información acordada en el seno del UIT-R sobre retos y oportunidades en la gestión del espectro dimanantes de la transición a la televisión digital terrenal en las bandas de ondas decimétricas (UHF) y de la aparición del dividendo digital. El documento comprende, entre otras cosas, la definición de dividendo digital y los aspectos técnicos, reglamentarios y socioeconómicos en el campo de la gestión del espectro.
- **Guidelines for transition from analogue to digital broadcasting (Edición de 2014):** Estas directrices tienen por objeto proporcionar información y recomendaciones en materia de políticas, normativas, tecnologías, planificación de la red, sensibilización del consumidor y planificación empresarial para una transición fluida hacia la radiodifusión de televisión terrenal digital (DTTR) y la introducción de la radiodifusión de televisión móvil (MTV). En consecuencia, facilitarán la elaboración de una hoja de ruta bien definida para la transición, que abarcará objetivos, estrategias y actividades clave a nivel nacional, ayudará a concitar un consenso en torno a los requisitos y soluciones, y proporcionará un mecanismo que ayudará a determinar las metas principales, así como un marco que simplificará la planificación y coordinación de las fases de la transición. Las Directrices han sido elaboradas para África, habida cuenta de las disposiciones del Acuerdo GE06. No obstante, también podrían aplicarse en países ajenos a la zona de planificación del GE06, si se tuviesen en cuenta otras normas aplicables en lugar de las disposiciones del GE06.
- **Manual del UIT-R sobre la implantación de redes y sistemas de radiodifusión de televisión digital terrenal:** Este Manual, además de abordar normas y tecnologías de radiodifusión, se centra en los avances logrados durante los últimos 15 años, incluida la transición de la radiodifusión analógica a la radiodifusión digital y el dividendo digital.

1.3.3 Estrategias y métodos de transición de la radiodifusión terrenal analógica a la digital e implantación de nuevos servicios

A medida que se desarrollan nuevos servicios, aplicaciones y tecnologías que permiten racionalizar y optimizar el uso del espectro, las NRA deben ir ajustando el marco normativo aplicable a la utilización de este escaso recurso para poder cosechar los frutos de esta evolución.

En ese contexto, la redistribución o reordenación del espectro es una actividad importante que incumbe a las NRA a escala nacional, a organizaciones regionales tales como APT, ASMG, ATU, CEPT, CITELE y RCC a escala internacional, y a la UIT a escala mundial.

Las recientes actividades realizadas a nivel regional y nacional en la banda de ondas decimétricas (470-862 MHz), junto con la transición de la radiodifusión de televisión terrenal analógica a digital, brindan un claro ejemplo de la importancia de la reordenación y reorganización del espectro, así como de la replanificación cabal de su utilización y sus objetivos en pro de la evolución de los servicios existentes y la implantación de nuevos servicios y aplicaciones en la misma banda de frecuencias.

La labor de reordenación implicó la adopción de medidas tales como la modificación de planes de adjudicación y asignación previamente acordados, a fin de permitir que el servicio móvil utilizase el espectro del dividendo digital liberado gracias a la transición a la radiodifusión de televisión terrenal digital.

También cabe señalar que dicha labor entrañó la celebración de negociaciones entre organismos de radiodifusión en el plano nacional y entre administraciones vecinas, con objeto de modificar las características de las redes de radiodifusión proyectadas y en funcionamiento (frecuencia, potencia radiada aparente (p.r.a.), diagrama de antena, inclinación, etc.) para evitar interferencias perjudiciales y permitir un acceso equitativo al espectro.

Este tema se abordó en respuesta a la Cuestión de Estudio 8/1 del UIT-D, relativa al examen de las estrategias y los métodos para la transición de la radiodifusión analógica terrenal a la radiodifusión digital terrenal e implantación de nuevos servicios, que elaboró estudios de casos pertinentes y agrupó

algunas de las mejores prácticas en materia de reordenación y reorganización, a fin de permitir la implantación de la radiodifusión digital en todo el mundo y la utilización del espectro liberado a raíz de la transición a la radiodifusión digital. El resultado de las deliberaciones figura en el **Capítulo 3**, “Problemas de espectro relacionados con el proceso del apagón analógico”, y el **Capítulo 4**, “Uso del espectro liberado para implementar nuevos servicios y aplicaciones”, del Informe Final de la Cuestión 8/1.

El **Manual del UIT-R sobre la implantación de redes y sistemas de radiodifusión de televisión digital terrenal** contiene algunos ejemplos de las actividades que los Grupos Regionales han emprendido en esta esfera.

De la discusión celebrada en la UIT a ese respecto, conviene destacar que los esfuerzos de replanificación del espectro del GE06, en el que participaron 120 países, han permitido la implantación de la radiodifusión de televisión terrenal digital y el uso del dividendo digital por el servicio móvil en condiciones de igualdad con respecto al acceso y sin interferencias perjudiciales en la Región 1. Además, cabe destacar otros estudios de casos de países de Asia y las Américas, tales como Brasil y Tailandia, por el planteamiento de replanificación del espectro y por su experiencia en la transición a la televisión digital y la liberación de espectro para otros servicios a partir de la replanificación y la reordenación, respectivamente.

El Informe UIT-R SM.2353-0, sobre “Retos y oportunidades en la gestión del espectro dimanantes de la transición a la televisión digital terrenal en las bandas de ondas decimétricas (UHF)”, contiene información sobre la transición a la televisión digital terrenal en las bandas de ondas decimétricas y la aparición del dividendo digital, y comprende, entre otras cosas, la definición de dividendo digital y los aspectos técnicos, reglamentarios y socioeconómicos en el campo de la gestión del espectro. Además, su **Anexo 2** presenta experiencias y prácticas nacionales y regionales en materia de gestión del espectro relacionadas con estos temas.

En el Informe del UIT-D, “*Digital Dividend: Insights for spectrum decisions (2012)*”, se ofrece una visión detallada de las implicaciones del proceso vinculado al dividendo digital, con fines tales como ayudar a los responsables de la toma de decisiones en los planos interno y nacional a gestionar el proceso en cuestión. También se brinda información sobre subastas de espectro en las bandas del dividendo digital para servicios móviles. Más allá de las cantidades recaudadas en las subastas, las administraciones han incluido obligaciones en términos de cobertura, a fin de ampliar la cobertura móvil a zonas subatendidas o carentes de servicio. El **Anexo 2** incluye información sobre las subastas relacionadas con la utilización del dividendo digital. También concluye que los encargados de la toma de decisiones atinentes al espectro nacional tienen la oportunidad de contribuir a la reducción de la brecha digital mediante la atribución de parte del dividendo digital al servicio móvil. El proceso de armonización internacional conexo se halla en una fase avanzada y debería garantizar con rapidez la disponibilidad de equipos de bajo coste que permitan un acceso móvil de banda ancha en los segmentos correspondientes de las bandas de ondas decimétricas.

Las bandas puestas a disposición para la banda ancha móvil gracias al dividendo digital (es decir, las de 600 MHz en algunos países y las de 700 MHz y 800 MHz en todas las regiones) son las principales para la provisión de cobertura de banda ancha móvil. Otras bandas de cobertura móvil armonizadas – ubicadas generalmente por debajo de 1 GHz – suelen utilizarse para la prestación de servicios 2G o, en algunos casos, 3G (por ejemplo, la banda de 900 MHz y, normalmente en diferentes zonas, la banda de 850 MHz). Por consiguiente, lo habitual es que las NRA solo puedan permitir un acceso amplio y asequible a los servicios LTE en su país mediante la asignación de espectro en las bandas del dividendo digital. Cabe señalar que la banda de 700 MHz permite la implantación de estaciones base con una zona de cobertura siete veces superior con respecto a la banda de 2,6 GHz (la banda LTE original) y más de 2,5 veces superior con respecto a la banda de 1 800 MHz (la banda LTE más común en todo el mundo).¹⁹ Estas células de gran tamaño son capaces de permitir que una única estación

¹⁹ GSA: Informe “700 & 800 MHz Ecosystem Evolution”, 2017.

base proporcione cobertura a más personas, lo que puede ayudar a reducir el coste de los servicios móviles y, al mismo tiempo, promover la extensión de los servicios 4G más allá de los núcleos urbanos, en zonas rurales y suburbanas.

Actualmente, 104 países disponen de servicios LTE en vivo que utilizan las bandas móviles de 700 MHz y 800 MHz.²⁰ Cabe esperar que esta cifra aumente significativamente, puesto que 51 países más se han comprometido a poner la banda a disposición de los servicios móviles. Habida cuenta de la envergadura de estas implantaciones, el ecosistema de equipos para dispositivos móviles compatibles está cobrando relevancia y creciendo con rapidez.

La banda de 800 MHz (banda 20 de 3GPP) es a día de hoy la segunda banda LTE más utilizada del mundo y halla soporte en 2 784 dispositivos compatibles.²¹ Aunque la banda LTE de 700 MHz (banda 28 de 3GPP) está activa en menos países, a día de hoy registra un crecimiento en el número de dispositivos implantados superior al de la banda de 800 MHz. En la actualidad, la banda de 700 MHz (banda 28 de 3GPP) cuenta con 639 dispositivos, más del doble que el año anterior.

La envergadura de las implantaciones del dividendo digital puede respaldar a las economías de escala en el ecosistema de equipos LTE, que desempeñan un papel importante a la hora de ofrecer a los consumidores una amplia variedad de dispositivos móviles asequibles.

Sin embargo, el hecho de que muchos países en desarrollo aún no hayan concedido licencias en las bandas del dividendo digital limita la capacidad de los operadores para ampliar la cobertura de banda ancha móvil. Los beneficios de la concesión de licencias para el dividendo digital pueden ser notables. Por ejemplo, antes de utilizar la banda del dividendo digital, Suecia solo ofrecía cobertura LTE a un 30 por ciento de la población; actualmente, el 99 por ciento de su población goza de cobertura LTE. En Ghana, el porcentaje de población dotada de cobertura LTE se duplicó en tan solo un año, pasando de un 21 a un 40 por ciento, tras la activación de los servicios en la banda del dividendo digital.²²

Cabe señalar que la reatribución de espectro a escala nacional también puede requerir la puesta en marcha de iniciativas de armonización a nivel regional, con objeto de facilitar la planificación del espectro y evitar la interferencia transfronteriza. El proceso de transición de la televisión terrenal analógica a la digital y los procesos de armonización regional encaminados a permitir la liberación de los 700 y 800 MHz para el servicio móvil brindan dos ejemplos de dicha necesidad.

Con respecto a la transición de la radiodifusión de televisión terrenal analógica a digital, 120 países de Europa, África, Oriente Medio y Asia Central concluyeron en 2006 el Acuerdo GE06, que prevé un plan de frecuencias equitativo para compartir con eficacia la banda de ondas decimétricas, otorgando prioridad al servicio analógico hasta el 17 de junio de 2015 y al servicio digital con posterioridad a esa fecha. Este acuerdo fue elaborado bajo los auspicios de la UIT y ha facilitado en gran medida la transición a la televisión terrenal digital, garantizando derechos estables para su explotación en todos los Estados parte en el acuerdo.

Después de la CMR-07, que brindó la posibilidad de atribuir las bandas de 800 MHz en la Región 1 y 700 MHz en las Regiones 2 y 3 (“primer dividendo digital”), los países europeos emprendieron una serie de negociaciones tendentes a la modificación del Plan GE06, a fin de reubicar la televisión terrenal digital por debajo de los 790 MHz y, de este modo, armonizar la utilización de la banda de 800 MHz por el servicio móvil en Europa.

Después de la CMR-12, que brindó la posibilidad de atribuir la banda de 700 MHz en la Región 1 (“segundo dividendo digital”), con la posterior confirmación de la CMR-15, las organizaciones regionales de la Región 1 (a saber, la UAT para el África Subsahariana y el GSM para Los Estados Árabes) y la Región 2 (a saber, la CITEL, la COMTELCA y la CTU para América Central y el Caribe) y pequeños grupos regionales europeos entablaron, con el apoyo técnico de la UIT, negociaciones análogas para

²⁰ GSMA.

²¹ GSA: Informe “700 & 800 MHz Ecosystem Evolution”, 2017.

²² GSMA.

modificar el Plan GE06 (en la Región 1) o concluir acuerdos de coordinación (en la Región 2), a fin de reubicar la televisión terrenal digital por debajo de los 694 MHz y, de este modo, armonizar la utilización de la banda de 700 MHz por el servicio móvil en esos países.

En los países del África Subsahariana, el proceso culminó en 2013 con la participación de 47 países y, tras 33 iteraciones encaminadas a satisfacer las necesidades de espectro de estos países, dio cumplimiento al 97,4 por ciento de los requisitos definidos. En los Estados Árabes, el proceso culminó en 2015 con la participación de 17 países y satisfizo el 76,9 por ciento de los requisitos. En ambos casos, el grado de satisfacción fue superior al de la Conferencia GE-06. En los países de América Central y el Caribe, el proceso comenzó en julio de 2016 y su finalización está prevista para 2017.

1.3.4 Tendencias recientes

Las redes 4G actuales y las redes 5G futuras permitirán reforzar la eficacia en la utilización del espectro y atender con mayor acierto a las necesidades sociales de las naciones.

Los requisitos para el desarrollo de la Internet de las cosas (IoT) pueden abordarse en el marco de un régimen de licencias. Se espera que, para el año 2020, el ecosistema IoT se componga de miles de millones de conexiones entre distintos terminales de máquina a máquina (M2M). La IoT puede brindar notables beneficios socioeconómicos y revolucionar una amplia gama de sectores.

En el marco de un régimen de licencias, los operadores de redes móviles prestan servicios IoT utilizando, en particular, tecnologías 2G y 4G. Las actividades de normalización permiten nuevos lanzamientos encaminados a satisfacer los requisitos específicos de la IoT. El segmento de mercado de la IoT también reviste una importancia crucial para las futuras tecnologías 5G. La reglamentación del espectro para las radiocomunicaciones móviles privadas en la gama de 400 MHz ofrece opciones normativas capaces de permitir implantaciones específicas de red que atiendan a requisitos concretos, así como de brindar a los proveedores de satélites la posibilidad de proporcionar aplicaciones IoT, tales como el seguimiento mundial o el control de sensores en zonas alejadas.

Las aplicaciones IoT también pueden abordarse en el marco de un régimen exento de licencias (véase la **Sección 1.4.1**).

1.4 Compartición de espectro

Existen distintos esquemas de compartición del espectro, entre ellos, los marcos normativos basados en la exención de licencias, en “licencias no exclusivas”, en el acceso compartido con licencia (LSA) y en la concesión de licencias.

En los números **1.166** a **1.176** del Artículo 1 del Reglamento de Radiocomunicaciones se definen los parámetros que cabe tener en cuenta a la hora de compartir frecuencias. La compartición de espectro se facilita mediante la aplicación de métodos técnicos que se consideran de forma general, pero que también se utilizan en la asignación de frecuencias estación por estación. Algunos de estos enfoques pueden comprender la adopción de medidas normativas.

Algunas de las técnicas encaminadas a permitir el acceso compartido al espectro son estáticas, véanse los planes de disposición de canales y segmentación de bandas (separación de frecuencias), separación de emplazamientos y atribución compartida geográficamente (separación espacial) y procesamiento y codificación de señal (separación de señal).

Otras técnicas son dinámicas, es decir, permiten que los dispositivos habilitados que comparten una misma banda de espectro seleccionen de forma dinámica una frecuencia y/o un periodo de utilización para evitar causar interferencias a otros dispositivos cercanos.²³ Existen varios métodos que facilitan la

²³ Ofcom: “The Future Role of Spectrum Sharing for Mobile and Wireless Data Services”.

compartición dinámica del espectro, por ejemplo, la técnica denominada “escuchar antes de hablar” (LBT), la selección dinámica de frecuencias (SDF), los sistemas con agilidad, las bases de datos de espectro, los controladores de acceso al espectro, las bases de datos de geolocalización, las balizas, los sensores y el acceso compartido con licencia.²⁴

1.4.1 Compartición del espectro con arreglo a un sistema exento de licencias

Las bandas exentas de licencia están intrínsecamente basadas en la compartición de espectro entre distintos usuarios exentos de licencia.

El concepto de espectro “exento de licencia” hace referencia al espectro al que puede accederse en virtud de “licencias generales”. En el marco de este sistema, se permite el funcionamiento de todos los dispositivos radioeléctricos que se ajusten a un conjunto predeterminado de parámetros normativos.

Dichos parámetros normativos se definen con objeto de garantizar que los servicios radioeléctricos gocen de protección (compartición vertical) y que los dispositivos radioeléctricos “exentos de licencia” puedan acceder al espectro de manera equitativa (compartición horizontal).

Los “dispositivos de corto alcance” (SRD) suelen pertenecer a esta categoría. De hecho, bajo el término “SRD” se agrupa toda una familia de normas de espectro relacionada con el concepto más amplio de “utilización colectiva del espectro”, que se contrapone al de “utilización exclusiva del espectro”. Este ámbito incluye actualmente una amplia gama de aplicaciones innovadoras.

La eficacia en el acceso de los SRD al espectro depende en gran medida del principio de “reutilización de frecuencias”, cuya aplicación hace posible los modos de funcionamiento a baja potencia, los ambientes con ecos parásitos y otros mecanismos de acceso al espectro de la índole de las limitaciones del coeficiente de utilización.

Si bien el acceso al espectro no puede garantizarse en el caso del “espectro exento de licencia”, cabe señalar que los parámetros normativos especificados conforman un entorno de compartición previsible. A las administraciones incumbe la responsabilidad de garantizar un acceso sostenible a las bandas de SRD: las repercusiones de un cambio en las normativas del espectro deben evaluarse adecuadamente antes de proceder a la toma de decisiones.

Con respecto al mercado, el sistema exento de licencias permite abordar múltiples segmentos, incluidas la conectividad de banda ancha (por ejemplo, Wi-Fi) y la Internet de las cosas (IoT).

En cuanto a la Internet de las cosas, se ha examinado y llevado a la práctica numerosas soluciones para abordar el mercado de la IoT con arreglo a normas exentas de licencia. En particular, se han implantado sistemas de red de área extensa de baja potencia (LPWAN) a escala mundial en segmentos de espectro exentos de licencia, especialmente, en la gama de 800/900 MHz. El objetivo de los sistemas LPWAN es alcanzar distancias superiores a las de los SRD convencionales, con un caudal relativamente bajo. Las aplicaciones IoT pueden ofrecerse a través de sistemas LPWAN o SRD convencionales, en función del compromiso capacidad-cobertura establecido.

Un célebre ejemplo de la compartición de espectro mediante separación de tiempo son las operaciones Wi-Fi en la banda ISM de 2,4 GHz exenta de licencia, donde múltiples dispositivos exentos de licencia que operan en una red de área local inalámbrica (WLAN) combinan un mecanismo para evitar colisiones llamado “escuchar antes de hablar” con un sistema de reducción exponencial para permitir la compartición temporal del espectro dentro de una zona localizada.

Actualmente, los operadores de redes móviles de diversos países utilizan la descarga Wi-Fi de datos en sentido descendente sobre un espectro exento de licencias en la banda ISM de 2,4 GHz, con objeto

²⁴ Véase el manual sobre la Gestión nacional del espectro (Edición de 2015), UIT.

de mejorar las operaciones de red y la experiencia del usuario, y están sentando las bases para la creación de un enlace descendente adicional en segmentos de la banda de 5 GHz.

1.4.2 Compartición dinámica del espectro

En el presente Informe, por espectro temporalmente no utilizado/no ocupado se entiende una parte del espectro en una banda designada para su uso por una o varias aplicaciones explotadas conforme a las disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones, y que no está siendo utilizada en un momento y una zona geográfica determinados. El concepto de compartición dinámica del espectro alude a la capacidad de un dispositivo de radiocomunicaciones para funcionar (utilizando posiblemente capacidades cognitivas) en un espectro temporalmente no utilizado/no ocupado y adaptarse o interrumpir la utilización de ese espectro en función de otros usuarios de la banda.

La identificación de los segmentos disponibles para la compartición dinámica de espectro incumbe a las administraciones y las condiciones varían en cada caso. Las administraciones deben velar por que los sistemas que apliquen la compartición dinámica de espectro funcionen de conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones.

La compartición dinámica de espectro permite ajustar en tiempo real la utilización que se hace del espectro en función de los cambios acaecidos en el entorno, las circunstancias y los objetivos.²⁵ En concreto, las técnicas de compartición dinámica de espectro permiten a un dispositivo de radiocomunicaciones:

- determinar las frecuencias disponibles para su utilización sin interferencias o recibir información al respecto;
- operar en esas frecuencias; y
- liberar esas frecuencias en caso necesario.

El objetivo de los sistemas de radiocomunicaciones basados en la compartición dinámica de espectro es utilizar el espectro en el momento y el lugar en que esté disponible, con arreglo a las normas técnicas aplicables en aquellas bandas en que la NRA haya autorizado dicha compartición.

Los servicios que operan en igualdad de condiciones pueden recurrir a la compartición dinámica de espectro. Este sistema también permite un acceso oportunista al espectro atribuido a servicios de categoría superior, a reserva de no causar interferencia perjudicial ni reclamar protección contra el servicio en cuestión. En ese caso, puede requerirse al dispositivo oportunista que libere la banda en un momento dado.

Existe una pléthora de técnicas y/o mecanismos de compartición dinámica de espectro, cuya aplicación en una banda dada puede presentar ventajas e inconvenientes diversos en función de los requisitos de los servicios que se haya de proteger. Por consiguiente, es importante que los gestores del espectro estudien la aplicabilidad de las diversas técnicas de compartición dinámica de espectro banda por banda.

La aplicación de técnicas y/o mecanismos de compartición dinámica de espectro adecuados constituye una de las diversas soluciones que pueden ayudar a los gestores del espectro de los países en desarrollo a aprovechar mejor sus recursos espectrales. Todas las soluciones de compartición pueden presentar ventajas e inconvenientes diversos en función del o los servicios primarios que se haya de proteger, de los beneficios que puedan obtenerse en términos de innovación y de los costes asociados. Es posible que los gestores del espectro deseen tener en cuenta lo antedicho al sopesar la aplicación de técnicas y/o mecanismos de compartición dinámica de espectro en una banda de espectro concreta, cuando sea posible.

²⁵ IEEE 1900.1.a-2012, "Definitions and Concepts for Dynamic spectrum access: Terminology Relating to Emerging Wireless Networks, System Functionality, and Spectrum Management".

Por último, las cuestiones relativas a la gestión del espectro que se ha de considerar con miras a la implantación de aplicaciones basadas en la compartición dinámica de espectro son las siguientes:

- i) La necesidad de que las Comisiones de Estudio del UIT-R realicen estudios pormenorizados en materia de compartición y compatibilidad respecto del servicio que se haya de proteger tanto en el mismo canal como en canales adyacentes. Entre estos estudios, cabe destacar el realizado con miras al desarrollo de la selección dinámica de frecuencias (SDF) como método de detección por red radioeléctrica de área local (RLAN) en el espectro de 5 GHz, de conformidad con la Recomendación UIT-R M.1652, para evitar las interferencias a los sistemas de radar.
- ii) La necesidad de tener en cuenta la coordinación transfronteriza, con arreglo al Reglamento de Radiocomunicaciones.
- iii) La necesidad de contar con tecnologías de detección afianzadas, si procede, para medir con precisión la ocupación del espectro.
- iv) El riesgo de que se invierta en usos oportunistas, asociado a la incertidumbre existente con respecto a la disponibilidad del espectro a medio y largo plazo, ya sea como resultado de un cambio en las necesidades de espectro de los usuarios sumamente prioritarios o como resultado de un cambio en las atribuciones con mayor grado de prioridad.
- v) Los retos a los que se enfrentarán los reguladores a la hora de modificar la atribución de espectro a usuarios primarios en etapas futuras, habida cuenta de que la identificación de una banda de frecuencias para su uso por aplicaciones “exentas de licencia” puede considerarse irreversible o que, de ser factible, su modificación por una opción alternativa podría demorarse considerablemente. En consecuencia, las administraciones deberían, en el marco de sus procesos de toma de decisiones, evaluar su estrategia a largo plazo con respecto al futuro de la banda de frecuencias en cuestión, antes de autorizar un acceso oportunista exento de licencia. Además, deberían garantizar, en virtud de los términos de la decisión normativa por la que se autorice el acceso oportunista, que las decisiones futuras en materia de planificación del espectro puedan aplicarse.
- vi) El desafío que supone garantizar que los dispositivos se ajusten a las normativas nacionales e internacionales y que dichas normativas se cumplan. Los aspectos relacionados con la observancia y la aplicación deberán resolverse de manera satisfactoria si realmente se pretende utilizar ese tipo de tecnologías de compartición del espectro en un futuro.
- vii) Las temas relativos a las bases de datos, incluidas su complejidad, fiabilidad y gestión, si procede.
- viii) El desafío técnico que supone la creación de dispositivos capaces de funcionar en cualquier canal de una amplia gama de frecuencias y, al mismo tiempo, evitar la interferencia en canales adyacentes a servicios con un mayor grado de prioridad.

1.4.3 Marco normativo de la UIT para la compartición del espectro

Desde la década de los 60, la UIT se ha dedicado a crear e implementar tecnologías y técnicas de compartición del espectro como método de gestión para aumentar la eficacia en la utilización de este último. En principio, esas tecnologías permiten una compartición dinámica del espectro en función de las dimensiones de la separación de tiempo, frecuencia, ubicación espacial y/o señal.

1.4.3.1 Sistema adaptable o selección dinámica de frecuencias

En la **Resolución 729 (Rev.CMR-97)** se invita a los miembros de la UIT a utilizar sistemas adaptativos en frecuencia para bandas del espectro de ondas hectométricas (300 a 3 000 kHz) y decamétricas (3 a 30 MHz).²⁶

²⁶ Véase la Resolución 729 (CMR-97).

En la **Resolución 229 (Rev.CMR-12)** se especifican las condiciones para la utilización de las bandas 5 150-5 250 MHz, 5 250-5 350 MHz y 5 470-5 725 MHz por el servicio móvil para la implementación de sistemas de acceso inalámbrico, incluidas las redes radioeléctricas de área local (RLAN), con la condición de que no causen interferencias a los sistemas de otros servicios primarios en esas frecuencias (sistemas de radar instalados en plataformas de satélite, terrenales y marítimas). Para que las RLAN puedan acceder a esas frecuencias es necesario aplicar un mecanismo denominado selección dinámica de frecuencias (SDF), que permite detectar las emisiones de dichos radares y evitar interferencias causales en el mismo canal. Los criterios de rendimiento SDF se definieron por separado en la Recomendación UIT-R M.1652.

Otras Recomendaciones:

- UIT-R **F.1110**: Sistemas radioeléctricos adaptables para frecuencias inferiores a unos 30 MHz.
- UIT-R **SM.1266**: Sistemas adaptables en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas.

1.4.3.2 Sistemas radioeléctricos determinados por programas informáticos y sistemas radioeléctricos cognoscitivos

En el marco de los preparativos de la CMR-12, el UIT-R ponderó si los sistemas radioeléctricos determinados por programas informáticos y los sistemas radioeléctricos cognoscitivos podían funcionar con arreglo al marco normativo internacional en vigor, es decir, el Reglamento de Radiocomunicaciones.

Los estudios del UIT-R dieron lugar a las siguientes definiciones:

- *Sistema radioeléctrico determinado por programas informáticos (SDR)*: Transmisor y/o receptor radioeléctrico que utiliza una tecnología que permite fijar o modificar mediante programas informáticos los parámetros de funcionamiento de RF, incluidos, entre otros, la gama de frecuencias, el tipo de modulación o la potencia de salida, salvo los cambios de los parámetros de funcionamiento que se producen durante el funcionamiento normal preinstalado y predeterminado de un sistema radioeléctrico con arreglo a una especificación del sistema o a una norma.²⁷
- *Sistema radioeléctrico cognoscitivo (CRS)*: Sistema radioeléctrico que utiliza una tecnología que permite al sistema extraer información de su entorno operativo y geográfico, las políticas establecidas y su situación interna; y adaptar de manera dinámica y autónoma sus parámetros y protocolos operacionales en función de la información obtenida, a fin de cumplir unos objetivos predeterminados, así como extraer enseñanzas de los resultados obtenidos.²⁸

En la Recomendación 76 (CMR-12)²⁹ y la Resolución UIT-R 58 se estipula que los servicios que incorporan estas tecnologías de compartición de espectro deben funcionar de conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones y proteger a las estaciones que operan con arreglo al Reglamento de Radiocomunicaciones.

La Comisión de Estudio 1 del UIT-R aprobó en 2017 un nuevo **Informe UIT-R SM.2405-0**, relativo a los principios, retos y problemas de la gestión del espectro relacionados con el acceso dinámico a las bandas de frecuencias mediante sistemas de radiocomunicaciones con capacidades cognitivas (véase el **Documento 1/75(Rev.1)**), en el que se destacan situaciones en que la coexistencia puede resultar más difícil de gestionar y/o requerir más atención, incluida la implantación del acceso dinámico al espectro en las atribuciones de frecuencias utilizadas para:

- i) aplicaciones de seguridad de la vida humana, lo que supondría un grave riesgo para la utilización segura y eficaz de los servicios marítimos y de aviación, que podría resultar difícil de corregir una vez que los dispositivos fuesen de uso generalizado;

²⁷ Véase el Informe UIT-R SM.2152.

²⁸ Véase el Informe UIT-R SM.2152.

²⁹ Véase la Recomendación 76 (CMR-12).

- ii) servicios móviles por satélite y servicios de radiodeterminación por satélite, por cuanto el carácter móvil de las estaciones dificulta la implantación práctica de las bases de datos; y
- iii) servicios de exploración de la Tierra por satélite y servicios de investigación espacial, ya que los servicios pasivos no pueden detectarse mediante técnicas de detección del espectro, etc.

Según se indica en los Informes UIT-R M.2330 y UIT-R M.2242, también deben tomarse en consideración otras cuestiones más técnicas relacionadas con la utilización de tecnologías de sistema radioeléctrico cognoscitivo, entre ellas, la complejidad de la implantación, la fiabilidad de los diferentes métodos utilizados para obtener conocimientos y evitar interferencias, la necesidad de una disponibilidad oportuna y una buena calidad de servicio, la necesidad de garantizar un nivel de protección suficiente contra los comportamientos maliciosos vinculados a las operaciones de los sistemas radioeléctricos cognoscitivos, etc.

En cuanto a las aplicaciones radioeléctricas, cabe definir un marco normativo para las aplicaciones basadas en la compartición dinámica de espectro, con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento de Radiocomunicaciones. Habida cuenta de que la compartición dinámica integra un mecanismo de acceso al espectro que facilita el uso compartido de este recurso, las aplicaciones basadas en la compartición dinámica de espectro deberían funcionar en el marco de los servicios de radiocomunicaciones atribuidos y, por tanto, estar sujetas a los procedimientos del Artículo 15 (interferencias).

El UIT-R ha realizado varios estudios en los últimos años, en particular, en respuesta a la Resolución UIT-R 58-1, que revisten una importancia particular para las soluciones de espectro dinámico y de equipo radioeléctrico cognoscitivo (véanse las referencias del UIT-R que preceden a los anexos del presente informe).

1.4.4 Acceso compartido con licencia (LSA)

En un principio, la CEPT introdujo el “acceso compartido con licencia” (LSA) como mecanismo habilitador con miras a desbloquear el acceso a bandas de frecuencias adicionales para la banda ancha móvil, en el marco de un régimen de licencias individuales y manteniendo los usos primarios. El LSA se define como “un método reglamentario tendente a facilitar la puesta en servicio de sistemas de radiocomunicaciones explotados por un número limitado de titulares de licencias en el marco de un régimen de concesión de licencias individuales en una banda de frecuencias ya asignada o supuestamente asignada a uno o varios usuarios primarios. Según el modelo de acceso compartido por licencia (LSA), los usuarios adicionales están autorizados a utilizar el espectro (o parte de él) conforme a las reglas de compartición inherentes a sus derechos de utilización del espectro, lo cual permite que todos los usuarios autorizados, incluidos los usuarios primarios, ofrezcan una determinada calidad de servicio (QoS)”.³⁰ El LSA tiene por objeto brindar un cierto nivel de garantía en términos de acceso al espectro y protección contra la interferencia perjudicial, tanto para los usuarios primarios como para los titulares de las licencias LSA, lo que les permite ofrecer un nivel de calidad de servicio previsible. Los usuarios primarios y los titulares de las licencias LSA gozan de acceso exclusivo al espectro en un lugar y un momento determinados. El LSA excluye conceptos tales como “acceso oportunista al espectro”, “utilización secundaria” o “servicio secundario”, en el que el solicitante carece de protección con respecto al usuario primario.³¹ El LSA ha sido utilizado con éxito, por ejemplo, para la implantación de redes GSM o 3G en espectro previamente atribuido a servicios militares. Este sistema está siendo implantado en la CEPT en la banda de 2,3 GHz, de conformidad con las normativas de ETSI y 3GPP, mediante la aplicación de normas de coexistencia entre los operadores primarios y los recién llegados, bajo el control del organismo regulador del espectro.

³⁰ Véase la opinión del Grupo de Política del Espectro Radioeléctrico (RSPG) sobre el acceso compartido con licencia, noviembre de 2013, ref. RSPG13-538. El RSPG es un grupo asesor de alto nivel que presta asistencia a la Comisión Europea en la elaboración de la política de espectro radioeléctrico.

³¹ ECC Report “Licensed Shared Access”, febrero de 2014, página 18.

En un sentido más amplio, el LSA no es concepto nuevo: la introducción de nuevos servicios compatibles con los existentes ha formado parte de la labor de los gestores de espectro durante décadas. No obstante, la creación de herramientas más inteligentes, tales como las bases de datos dinámicas, brinda nuevas oportunidades de compartición con los usuarios primarios, que disponen de un tiempo limitado de utilización geográfica de la banda. El método LSA permite atender a la demanda comercial relativa a la introducción de nuevas aplicaciones o redes, explotadas en el marco de un régimen de licencias individuales en bandas específicas, lo que propicia una utilización más eficaz del espectro y un aumento de la seguridad para la inversión.

Además, la Comisión de Estudio 1 del UIT-R aprobó en 2017 un nuevo Informe **UIT-R SM.2404-0**, titulado *Regulatory Tools to support enhanced shared use of spectrum* (véase el Documento 1/74(Rev.1)).

1.4.5 Acceso jerarquizado al espectro

El acceso al espectro puede autorizarse en virtud de modelos de acceso jerarquizado, en los que diferentes clases de usuarios con diferentes derechos y obligaciones acceden a las mismas secciones del espectro. En estos modelos se suele designar un titular principal (normalmente el titular actual de la licencia o el organismo gubernamental) que conserva un acceso ilimitado a esa porción del espectro, al tiempo que se autorizan niveles adicionales secundarios y terciarios de usuarios, cada uno de ellos con un nivel inferior de protección contra interferencias y con la obligación de dejar de transmitir si un usuario de nivel superior accede al espectro. Varios países han empezado a desarrollar y aplicar esos modelos de acceso jerarquizado a las bandas del espectro. De hecho, el modelo de acceso al espectro en tres niveles (por usuarios primarios, secundarios y exentos de licencia) se aplica en muchos países durante hace varios años.

Los Estados Unidos han adoptado las primeras normas para permitir el desarrollo de un modelo de acceso al espectro entre 3 550-3 700 MHz en tres niveles, con objeto de que uno o más “Sistemas de Acceso al Espectro” (SAS) comercializados puedan gestionar el acceso al espectro prácticamente en tiempo real.³² El proceso de aplicación de estas normas es incipiente y aún se están elaborando los protocolos conexos.

El nivel jerárquico superior lo ocupan usuarios de “acceso primario”, por ejemplo, usuarios de servicio fijo por satélite protegidos y federales (gubernamentales) autorizados que operan actualmente en la banda de 3,5 GHz. Estos usuarios estarán protegidos contra las interferencias perjudiciales causadas por el resto de usuarios de la banda.³³

El segundo nivel jerárquico lo integran los usuarios con licencia de “acceso prioritario”. Las licencias de acceso prioritario se asignarán mediante una subasta competitiva del segmento 3 550-3 650 MHz de la banda. Una licencia de acceso prioritario se define como una autorización trienal no renovable para utilizar un canal de 10 MHz en una única zona censal. En cada censo pueden asignarse hasta siete licencias de acceso prioritario y hasta cuatro licencias por solicitante. Durante la primera subasta, los solicitantes pueden adquirir hasta dos términos consecutivos de licencias en un área de licencia determinada.

El tercer nivel, o nivel de “acceso autorizado general”, será de acceso autorizado por norma, con el fin de permitir un acceso abierto y flexible a la banda para el mayor grupo posible de usuarios potenciales. Los usuarios de este nivel podrán utilizar cualquier segmento de la banda 3 550-3 700 MHz no asignado a usuarios de jerarquías superiores, y pueden operar cuando estimen oportuno en canales de acceso prioritario no utilizados. Los usuarios de todos los niveles deben abstenerse de causar interferencias a los de jerarquías superiores, así como de reclamar protección contra estos últimos.

³² Amendment of the Commission’s Rules with Regard to Commercial Operations in the 3550-3650. Band, Report and Order, 30 FCC Rcd 3959 (2015) (“3.5 GHz Order”) https://apps.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/FCC-16-55A1.pdf

³³ Puede obtenerse más información sobre los mecanismos de protección para los sistemas de acceso al espectro en FCC-15-47 y FCC 16-55.

1.4.6 Espacios en blanco de televisión

Varias administraciones han aplicado normas técnicas y de servicio, o han concedido autorizaciones temporales para dispositivos exentos de licencias, con miras a permitir un acceso oportunista a los espacios en blanco de televisión (TV).

Los espacios en blanco de TV se definen como un segmento de espectro en una banda atribuida al servicio de radiodifusión y utilizada para radiodifusión de televisión, y que según una administración está disponible para comunicaciones inalámbricas en un momento y una zona geográfica determinados sin causar interferencias ni necesitar protección con respecto a otros servicios de mayor prioridad a nivel nacional.³⁴ El acceso exento de licencia a los espacios en blanco de TV está sujeto al Reglamento de Radiocomunicaciones y a las normas nacionales aplicables.

El espectro en las bandas de televisión de ondas métricas y decimétricas muestra menores pérdidas de trayecto y penetra mejor en el follaje y en los materiales más comunes de construcción que las ondas radioeléctricas de alta frecuencia. Además, no se requiere un funcionamiento con visibilidad directa para conseguir una recepción de calidad. Hasta la fecha, se han implantado puntos de acceso fijos punto a punto y punto a multipunto y equipos en locales de cliente en espacios en blanco de TV, capaces de dar servicio a zonas a las que era difícil proporcionar cobertura con infraestructura terrenal tradicional y acelerar el proceso de acercamiento de Internet de alta velocidad de “última milla” a poblaciones rurales y alejadas. En el **Anexo 2** se resumen las contribuciones de diversas administraciones de zonas en las que se han llevado a cabo proyectos pilotos, ensayos técnicos e implantaciones comerciales de espacios en blanco de TV.

A día de hoy, Canadá, Singapur, el Reino Unido, la República de Corea y los Estados Unidos de América³⁵ han adoptado normas técnicas y de servicio que permiten el acceso a los espacios en blanco de TV de espectro de radiodifusión de televisión en bandas métricas y/o decimétricas. Todos estos países han autorizado el uso de bases de datos de geolocalización para permitir el acceso a canales inutilizados/desocupados y, el mismo tiempo, proteger a los usuarios primarios en las bandas de radiodifusión de televisión. Dado que las tecnologías de detección para la aplicación de espacios en blanco de TV ni han alcanzado el grado de madurez necesario ni han sido objeto de certificación, las bases de datos de geolocalización se han perfilado como un medio para proteger los servicios primarios. El **Anexo 2** contiene información técnica más detallada sobre la aplicación de los espacios en blanco de TV, así como un resumen de distintas experiencias nacionales relacionadas con el uso de estos espacios.

Partiendo de las experiencias de estos países, puede obtenerse información fundamental en materia reglamentaria.

1.4.6.1 Experiencias en materia de protección contra interferencias

Las normas nacionales son necesarias para proteger los servicios primarios. A tal efecto, suelen utilizarse normas reconocidas en las que se describe el grado de protección otorgado a cada servicio y/o tecnología de radiocomunicación.

Una vez establecidos los requisitos de protección, es necesario calcular el nivel de interferencia al que se exponen los servicios primarios y su gravedad. Para ello, debe conocerse la ubicación de los receptores y de los transmisores de espacios en blanco de TV de los servicios primarios, así como

³⁴ Véase el Informe UIT-R M.2225 (2011).

³⁵ Véase Unlicensed Operation in the TV Broadcast Bands, ET Docket No. 04-186; Additional Spectrum for Unlicensed Devices Below 900 MHz and in the 3 GHz Band, ET Docket No. 02-380, Second Memorandum Opinion and Order, 25 FCC Rcd 18661 (2010); Industry Canada, Framework for the Use of Certain Non-Broadcasting Applications in the Television Broadcasting Bands Below 698 MHz (2012), disponible en <http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf10493.html>; Infocomm Development Authority of Singapore, Regulatory Framework For TV White Space Operations In The VHF/UHF Bands (2014), disponible en: http://www.ida.gov.sg/~media/Files/PCDG/Consultations/20130617_whitespace/ExplanatoryMemo.pdf; Ofcom, Implementing TV White Spaces (2015), disponible en <http://stakeholders.ofcom.org.uk/binaries/consultations/white-space-coexistence/statement/tvws-statement.pdf>.

una serie acordada de parámetros y un modelo de propagación adecuado para determinar el nivel de interferencia.

Los requisitos de protección pueden evolucionar con el tiempo, ya que las capacidades de los servicios primarios y los requisitos de los usuarios también varían. Este hecho puede repercutir en los parámetros necesarios para permitir el acceso a servicios oportunistas.

Las normativas vigentes en materia de espacios en blanco de TV comprenden varios modelos de propagación, que se utilizan para calcular la disponibilidad de canales en una ubicación determinada. Entre estos modelos de propagación figuran los de contornos de señal, espacio libre, FCC TM 91-1, Longely-Rice, Okamura-Hata y el desarrollado por Ofcom. Dichos modelos presentan distintas características y utilizan diversos medios técnicos, que pueden afectar al modo en que se calculan y especifican los criterios de protección. Cabe la posibilidad de que, para establecer los requisitos de protección contra interferencias, deban definirse zonas de servicio protegidas y requisitos de protección del receptor.

En la **sección A2-2** del **Anexo 2** se facilita información sobre experiencias nacionales en materia de protección contra interferencias.

1.4.6.2 Métodos para evitar interferencias

Una vez establecidos los requisitos de protección y la frecuencia de funcionamiento, debe crearse un sistema que permita a los dispositivos de espacios en blanco (WSD) cumplir lo dispuesto. Según se han indicado anteriormente, algunos países han autorizado la implantación de bases de datos de geolocalización como medio para evitar interferencias.

La gestión de estas bases de datos puede incumbir al regulador o a compañías del sector privado. En este último caso, el regulador es responsable de proporcionar ciertos datos precisos sobre los servicios primarios, así como la información necesaria para garantizar la protección de los sistemas radioeléctricos de los países vecinos, si procede, y definir una serie de criterios mínimos para la certificación de las bases de datos. Estos criterios deben asegurar que las bases de datos relacionadas con los WSD contengan y proporcionen información suficiente y fidedigna para que los WSD conectados a las mismas se abstengan de causar interferencia perjudicial.

El objetivo de los marcos normativos nacionales en materia de espacios en blanco de TV vigentes es evitar interferencias perjudiciales que obstaculicen el funcionamiento continuo de los servicios primarios protegidos. Al limitar el acceso al espectro de los WSD bajo el control de bases de datos de geolocalización, se reduce la posibilidad de que ciertos dispositivos “desconocidos” causen interferencias. A tal fin, se necesitan reglamentaciones que aseguren que las comunicaciones entre la base de datos WSD y los dispositivos en cuestión sean seguras, y que sólo las bases de datos certificadas y los dispositivos WSD autorizados pueden comunicarse.

En la **sección A2-2** del **Anexo 2** se facilita información sobre experiencias nacionales relacionadas con los métodos para evitar interferencias.

1.4.7 Estudios de caso de acceso a banda ancha en los espacios en blanco de televisión

Durante el proceso de elaboración del presente informe, se han recibido contribuciones de varias Administraciones, en las que se proporciona información sobre proyectos piloto, ensayos técnicos y usos comerciales de los espacios en blanco de TV. En ellas se destaca que:

- **Bhután** puso en marcha un proyecto piloto encaminado al diseño de una plataforma de prestación de servicios de ciber salud, aplicando a título experimental la tecnología de espacios en blanco de TV. Este proyecto vincula diversas clínicas de salud rurales con un hospital central de referencia, utilizando la tecnología de espacios en blanco de TV a fin de proporcionar conectividad de última milla.

- **Botswana** inició un proyecto piloto en materia de espacios en blanco de TV, para hacer llegar diversos servicios sanitarios especializados a hospitales y clínicas locales de Botswana y resolver algunos de los problemas sanitarios que afrontan las zonas rurales.
- **Ghana** empezó a comercializar servicios habilitados por espacios en blanco de TV, con una compañía encargada de proporcionar conexión a Internet a dos instituciones educativas. Esta iniciativa ha brindado a los estudiantes un acceso asequible a Internet de banda ancha en los campus y sus alrededores.
- **Malawi** llevó a cabo proyectos de ampliación de la conectividad a Internet en dos escuelas y un hospital rural. También se utilizaron dispositivos de espacios en blanco de TV para mejorar los sistemas nacionales de alerta sísmica temprana y conectar una serie de bases y pistas de aterrizaje de la Unidad del Aire de las fuerzas armadas de Malawi a Internet.
- **Filipinas** ejecutó un proyecto piloto en materia de espacios en blanco de TV para facilitar la conectividad comunitaria, la gestión sostenible de los recursos, el acceso a la educación y la resiliencia de las comunicaciones en caso de catástrofe en una provincia alejada.
- La **República de Corea** estableció un marco normativo para los espacios en blanco de TV y permitió la prestación de servicios comerciales conexos en abril de 2017.
- Los **Estados Unidos de América (EE.UU.)** han sido pioneros en la utilización del espectro exento de licencias en espacios en blanco de TV. Tres estudios de casos relativos a este país versan sobre la implantación de servicios comerciales de Internet inalámbrico en zonas rurales, la ampliación de la zona de servicio de las librerías a las comunidades y la provisión de banda ancha en todo un campus universitario.

El **Anexo 2** contiene más información sobre estos estudios de casos.

1.4.8 Ventajas y desafíos asociados a la utilización de los espacios en blanco de televisión

Las observaciones formuladas en la **sección 1.4.2** *supra* con respecto a los requisitos para el estudio, los riesgos y los desafíos inherentes al caso general de la compartición dinámica de espectro también se aplican a los espacios en blanco de TV.

Estos espacios pueden utilizarse para prestar servicios de Internet a zonas subatendidas en determinadas condiciones.

En ese contexto, los espacios en blanco de TV facilitan la provisión de funciones de red de retorno a un menor coste, con miras al acceso a Internet de banda ancha. Sin embargo, el espectro de ondas decimétricas no permite el uso de antenas altamente direccionales y la aplicación de un modelo exento de licencias para estos espacios limita la potencia disponible. En consecuencia, y dado que el ancho de banda disponible en la banda de ondas decimétricas es limitado, los espacios en blanco de TV podrían ser incapaces de proporcionar el tipo de capacidad idónea para la provisión de funciones de red de retorno con miras al acceso a Internet de banda ancha.

Los espacios en blanco de TV también pueden utilizarse como una extensión de las redes fijas o fijas por satélite, a fin de brindar acceso a Internet de banda ancha directamente a los clientes en zonas subatendidas, aprovechando las favorables condiciones de propagación de la banda de ondas decimétricas. No obstante, a fin de reutilizar las frecuencias de forma eficaz, se requiere una planificación pormenorizada de la red entre todos los puntos de acceso, lo que puede resultar difícil en el marco de un régimen exento de licencia y, por tanto, limitar la capacidad ofrecida por la red.

Además, las normas aplicables a los dispositivos exentos de licencia restringen el nivel máximo de potencia de los equipos radioeléctricos de banda ancha inalámbricos, lo que limita la ventaja ofrecida por la banda de ondas decimétricas al proporcionar una zona de cobertura mayor. Como resultado de las decisiones adoptadas por la CMR-07 y la CMR-15 con respecto a la introducción de las IMT en amplios segmentos de la gama de frecuencias de 470-862 MHz, muchas administraciones tienen la

intención de implantar redes móviles de banda ancha en la misma. También cabe la posibilidad de que la CMR-23 considere la introducción de nuevas IMT en esa gama, lo que genera incertidumbre en cuanto a la futura disponibilidad de los espacios en blanco de TV en la gama en cuestión.

Según se indica en el **Anexo 2**, las experiencias de los países que han elaborado normativas referentes a los espacios en blanco de TV demuestran la complejidad del proceso emprendido por esas administraciones a fin de establecer una reglamentación satisfactoria con todas las normas necesarias para proteger los servicios primarios, el marco para la selección y el funcionamiento de la base de datos y las cuestiones relativas a la aplicación.

En general, dado que pocos países han elaborado normativas atinentes a la utilización de los espacios en blanco de TV y que su implantación en estos últimos es limitada, existe un escaso número de vendedores y modelos de dispositivos en el mercado y el ecosistema no ha logrado alcanzar el nivel de madurez de otros sistemas comerciales, lo que repercute en el precio de los equipos.

1.5 Estudios y trabajos de investigación actuales del UIT-R

A petición de las Asambleas de Radiocomunicaciones, las Comisiones de Estudio del UIT-R están realizando los siguientes estudios adicionales:

- Estudios adicionales en el seno de las Comisiones de Estudio 1 y 5 en respuesta a la Resolución UIT-R 58-1, relativa a los “Estudios sobre la implantación y utilización de sistemas de radiocomunicaciones inteligentes”.
- Estudios adicionales en el seno del GT 1B en respuesta a la Cuestión **UIT-R 208-1/1**, relativa a los “Métodos alternativos de gestión nacional del espectro”.
- Estudios adicionales en el seno del GT 1C en respuesta a la Cuestión **UIT-R 235/1**, relativa a la “Evolución de la comprobación técnica del espectro”.
- Estudios adicionales en el seno de los GT 5A y 5D en respuesta a la Cuestión **UIT-R 241-3/5**, relativa a los “Sistemas de radiocomunicaciones cognoscitivos en el servicio móvil”, y estudios adicionales en el seno del GT 5D sobre la revisión de la Recomendación UIT-R M.1036, relativa a las disposiciones de frecuencias para las nuevas bandas de IMT identificadas en la CMR-15.

2 CAPÍTULO 2 – Aspectos económicos del espectro

2.1 Introducción

En el **Capítulo 2** se destacan las experiencias de varias administraciones con respecto a la tarificación, los cánones de licencia y las subastas de espectro. Se recomienda a los lectores que consulten el **Informe UIT-R SM.2012**, relativo a los aspectos económicos de la gestión del espectro, para obtener orientaciones detalladas en la materia. En el presente capítulo también se examinan algunos de los aspectos económicos vinculados a la utilización exenta de licencia y, específicamente, al uso exento de licencia de los espacios en blanco de TV, a fin de proporcionar a los gestores del espectro información sobre algunos de los posibles costes y beneficios asociados a este método de compartición.

2.2 Tarificación, cánones de licencia y subastas de espectro

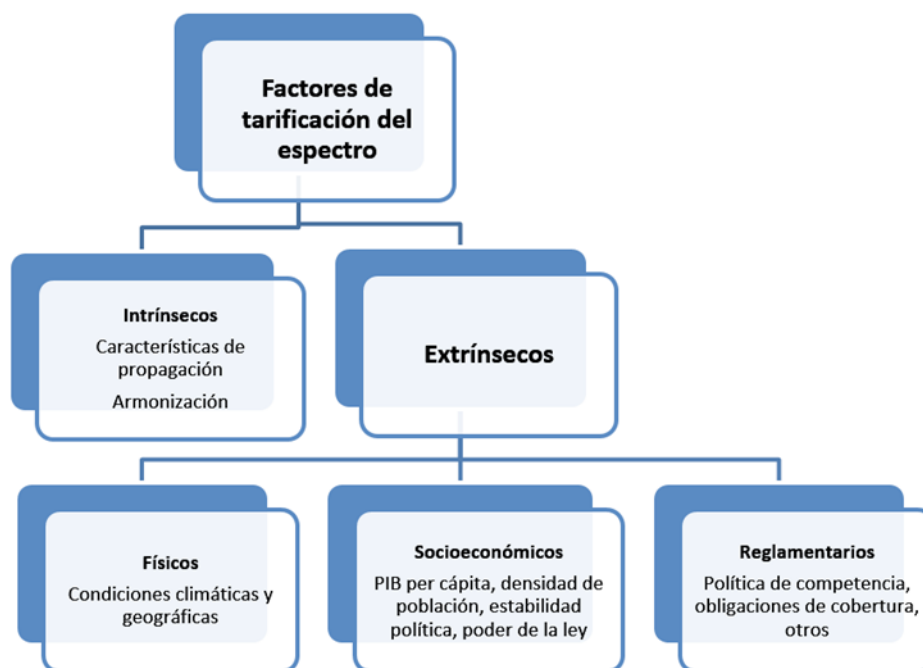
La presente sección versa sobre metodologías para evaluar los cánones de espectro. Existen tres tipos de cánones de espectro: un canon único pagadero en el momento de la subasta, un canon anual de utilización del espectro y un canon de utilización no recurrente (véanse la modificación o renovación de licencias). Las NRA determinan el canon de utilización del espectro de la siguiente manera:

- a) **Fijando reglas generales** en función del tipo de aplicación (comercial/no comercial, civil/no civil, exclusiva/compartida, etc.).
- b) **Identificando los factores de tarificación**, que las NRA utilizan para fijar el precio de reserva de la subasta y los cánones anuales asociados para los titulares de licencias móviles, incluidos los factores intrínsecos y extrínsecos vinculados a cada banda de espectro. Los factores intrínsecos guardan relación con el tipo y las características de la banda considerada, por ejemplo, sus características de propagación. Los factores extrínsecos abarcan distintos aspectos, ya sean físicos (por ejemplo, la geografía), socioeconómicos (PIB per cápita, densidad de población, etc.) o reglamentarios (política en materia de competencia, etc.).
- c) **Aplicando metodologías de tarificación del espectro:**
 - **Recuperación de los cánones administrativos (con arreglo a los costes):** Los cánones se calculan con miras a la recuperación de costes administrativos tales como los de expedición, procesamiento y renovación de licencias, planificación del espectro, comprobación técnica del espectro, coordinación internacional, personal, formación y gastos generales.
 - **Metodologías basadas en el mercado:** La valoración del espectro se basa en las necesidades y exigencias del mercado. Las subastas constituyen uno de los métodos utilizados en este contexto, cuando la demanda de espectro supera al espectro disponible.
 - **Fórmulas:** Las administraciones pueden utilizar ciertas fórmulas para estimar el valor de mercado del espectro. A tal efecto, deben utilizarse numerosos parámetros y factores a los que se asignan cuidadosamente valores numéricos. Entre dichos parámetros figuran la cantidad de espectro (ancho de banda), el tipo de banda (factor de banda), el factor de congestión de la banda (relativo al coste de oportunidad), la densidad de población, la zona de cobertura, la tecnología utilizada, el coeficiente financiero y un coeficiente de beneficio socioeconómico. Por ejemplo:

Precio = (Precio por MHz) x Ancho de banda x Factor de banda x Factor de cobertura x Factor de congestión/Factor de beneficio social.

La **sección A2-4** del **Anexo 2** contiene estudios de casos de Côte d'Ivoire sobre la estimación de los costes vinculados a las licencias y las frecuencias, de la República del Níger sobre métodos para determinar los cánones de frecuencia, de la Federación de Rusia sobre su experiencia en el campo de los cánones de espectro y de la República de Corea sobre evaluaciones comparativas y subastas de gestión del espectro.

Figura 1: Factores de tarificación del espectro



2.3 Aspectos económicos relacionados con la mejora del acceso a la banda ancha

La situación continúa mejorando, no obstante, el acceso a la banda ancha sigue siendo inasequible en la mayoría de los países más pobres del mundo³⁶. De acuerdo con las estimaciones de la UIT, en 2016, la “brecha digital” mundial se caracterizó por los factores que figuran a continuación.

Cuadro 1: La brecha digital en 2016

| Parámetros seleccionados | Clasificación por países | | |
|--|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| | Países desarrollados | Países en desarrollo | Países menos adelantados |
| Porcentaje de personas que utilizan Internet | 81,0 | 40,1 | 15,2 |
| Porcentaje de hogares con acceso a Internet | 83,8 | 41,1 | 11,1 |
| Abonos a la banda ancha móvil por cada 100 habitantes | 90,3 | 40,9 | 19,4 |
| Abonos a la banda ancha fija por cada 100 habitantes | 30,1 | 8,2 | 0,8 |
| Asequibilidad de la banda ancha – el precio del servicio básico es inferior al cinco por ciento del promedio de renta nacional bruta mensual | 45 de 45 | 88 de 106 | 5 de 43 |

A finales de 2015, 88 países en desarrollo habían alcanzado el objetivo de asequibilidad que fijó la Comisión de la Banda Ancha en 2011, a saber, que para 2015 los servicios básicos de banda ancha fuesen asequibles en los países en desarrollo gracias a una reglamentación y unas fuerzas de mercado adecuadas (manteniéndose por debajo del 5 por ciento de la renta mensual media).³⁷ En virtud de

³⁶ Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), *ICT Facts and Figures*, 2016. <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2016.pdf>.

³⁷ Comisión de la Banda Ancha de las Naciones Unidas, 2011.

los términos establecidos por la Comisión de la Banda Ancha, esta última sigue siendo inasequible en 18 de los países en desarrollo (excluidos los PMA) y 38 de los PMA que disponen de esta tecnología. Incluso en los países en que los precios de los servicios básicos de banda ancha suelen considerarse asequibles, existen grupos de personas, a menudo en las zonas con menor densidad de población, que siguen sin poder permitírselos.

Según las estadísticas más recientes de la UIT: 1) los servicios de banda ancha móvil se han tornado más asequibles que los de banda ancha fija; 2) el precio medio de un plan básico de banda ancha fija es más de dos veces superior al de uno de banda ancha móvil comparable; y 3) en los PMA, los precios de los servicios de banda ancha fija son en promedio más de tres veces superiores a los de banda ancha móvil.

Las administraciones de los países en desarrollo, incluidos los PMA, están aplicando estrategias tendientes a garantizar que todos sus residentes puedan acceder a servicios básicos de banda ancha a un precio asequible. El hecho de que el servicio de banda ancha disponible no resulte asequible equivale para muchas personas a una carencia absoluta de cobertura de banda ancha.

2.4 Evaluación de los beneficios económicos de la utilización del espectro

En el Informe del UIT-R sobre los aspectos económicos de la gestión del espectro se citan dos métodos utilizados para cuantificar los beneficios económicos calculando la contribución de la utilización de las radiocomunicaciones a la economía mediante: 1) el producto interior bruto (PIB) y el empleo; y 2) los excedentes del consumidor y del productor.³⁸ Cada método presenta sus propias ventajas e inconvenientes.³⁹

2.4.1 Beneficios económicos de la utilización del espectro con licencia

Las ventajas que la ocupación del espectro brinda a los operadores de telecomunicaciones pueden evaluarse mediante la consideración de factores tales como el beneficio neto de explotación. Desde un punto de vista económico y contable, los cánones asociados al uso de las frecuencias y aplicados a los operadores deben guardar relación con sus beneficios netos de explotación.

Algunas de las circunstancias económicas que rodean a las operaciones con licencia son: factores socioeconómicos, características de las autorizaciones o licencias atribuidas, mandatos de los operadores autorizados, comparación/transporte de niveles de cánones.⁴⁰

Entre otros factores que afectan al valor de los beneficios económicos derivados de la utilización con licencia del espectro radioeléctrico figuran: 1) la disponibilidad de frecuencias; 2) la idoneidad; 3) la demanda y 4) la geografía del país, con sus variaciones regionales y congestiones del espectro.

Si bien la aplicación de cánones de utilización de frecuencias constituye un método legítimo, los cánones en cuestión no deben ser demasiado elevados para no frenar el desarrollo de iniciativas ni obstaculizar la creación de nuevos servicios. En todo caso, no podrán superar un nivel que desaliente a los operadores a pagar.⁴¹

2.4.2 Beneficios económicos de la utilización del espectro exento de licencia

El espectro exento de licencia puede considerarse un factor de producción que genera valor al:

- complementar las tecnologías inalámbricas y celulares para mejorar su eficacia;

³⁸ Véase el Informe el UIT-R SM.2012-5 (06/2016).

³⁹ *Ibid.*

⁴⁰ *Ibid.*

⁴¹ *Ibid.*

- propiciar el desarrollo de tecnologías innovadoras alternativas para aumentar las opciones del consumidor, y
- ampliar el acceso a los servicios de comunicación más allá de lo económicamente ideal, mediante tecnologías que operan en bandas con licencia.

En cierto modo, resulta más difícil registrar y cuantificar los beneficios económicos totales de la utilización del espectro exento de licencia por cuanto: 1) numerosos dispositivos y servicios heterogéneos pueden acceder al mismo (lo que dificulta el cálculo de la aportación al PIB y del excedente del productor); 2) es difícil estimar la disposición de los consumidores a pagar, como se ha hecho en el caso del espectro con licencia (lo que dificulta el cálculo del excedente del consumidor) y 3) no resulta fácil establecer un criterio de referencia, puesto que las tecnologías y servicios que utilizan el espectro exento de licencia crecen a tal velocidad que los trabajos de investigación quedan obsoletos en cuestión de pocos años.

Habida cuenta de estas advertencias, los gestores del espectro pueden aplicar los dos métodos que suelen utilizarse para calcular la contribución de la utilización de las radiocomunicaciones a la economía, en el marco del espectro exento de licencia. En última instancia, si la NRA decide aplicar cánones calculados a partir de su propio análisis, deberá tener en cuenta el mismo principio que aplica a los operadores con licencia –a saber, el nivel de los cánones no puede superar un nivel que desaliente a los operadores a pagar– especialmente en la medida en que el objetivo es ofrecer un acceso asequible a la banda ancha de nivel básico.

2.4.3 Posibles costes y beneficios económicos asociados a la utilización compartida del espectro

La compartición permite el uso del espectro en situaciones en las que de otro modo permanecería inutilizado, lo que puede mejorar la eficiencia de este recurso e incrementar el excedente del consumidor y el PIB. Además, podría reducir las barreras de acceso al espectro y, de este modo, facilitar la entrada de nuevos operadores, lo que se traduciría en un aumento de la competencia y una consecuente reducción de los costes. En segundo lugar, el aumento en la disponibilidad de espectro puede mejorar la calidad de los servicios existentes. Los ciudadanos y los consumidores también podrían beneficiarse de una reducción de la congestión en otras bandas de espectro.

Las NRA incurren en gastos administrativos al abrir el acceso a cualquier banda de espectro, ya sea a título exclusivo o compartido, con o sin licencia. Estos costes emanan de las medidas requeridas para establecer marcos normativos y reglamentarios nacionales que regulen la implementación y la gestión del espectro.

Estos procesos son necesarios para garantizar el cumplimiento del Reglamento de Radiocomunicaciones, iniciar la coordinación transfronteriza y proteger a los operadores primarios con licencia frente a las interferencias perjudiciales. Los gastos pueden ser en gran medida puntuales o únicos, pero verse compensados en parte por el incremento de los costes inherentes a la capacidad de comprobación técnica, cuando resulte esencial para identificar casos de interferencia perjudicial. Los regímenes de compartición de espectro más sofisticados, por ejemplo, aquellos que precisan la recopilación y el mantenimiento de información precisa y fidedigna sobre el uso real del espectro, pueden requerir recursos específicos (véase la **sección 1.4** del **Capítulo 1**).

3 CAPÍTULO 3 – Actividades y recursos de gestión del espectro

3.1 Directrices relativas a los cuadros nacionales de atribución de bandas de frecuencias

3.1.1 Cuadros nacionales de atribución de bandas de frecuencias

En todos los países y organizaciones internacionales y regionales existe una fuerte demanda respecto de la utilización del valioso recurso de espectro para diferentes servicios radioeléctricos. En ese sentido, gobiernos, usuarios públicos y privados, sistemas internacionales como los servicios aeronáuticos y marítimos, sistemas de telecomunicaciones terrenales y por satélite mundiales o regionales requieren un grado de armonización de frecuencias para poder operar en diferentes países. Los cuadros nacionales de atribución de bandas de frecuencias (NTFA) cuidadosamente elaborados integran una de las herramientas más útiles para gestionar esta demanda. Los NTFA ofrecerán diversos niveles de detalle. En el nivel superior, debe definirse claramente el modo en que las bandas de frecuencias han sido atribuidas, de conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones, a los servicios de radiocomunicaciones del país en cuestión. En el siguiente nivel, debe especificarse el modo en que estas “bandas de servicios” se dividen o comparten entre sus fines principales, en particular, usos gubernamentales y no gubernamentales. La UIT ha elaborado directrices centradas en la preparación detallada de un NTFA⁴² (véase también el Documento 1/56, *Guidelines for the preparation of a National Table of Frequency Allocations (NTFA)*, y el **Anexo 3**). En la Recomendación UIT-R SM.1265-1, sobre “Métodos nacionales de atribución alternativos”, se examinan las estructuras de atribución alternativas con el fin de utilizar el espectro radioeléctrico de manera más eficaz y proporcionar acceso flexible al mismo mediante nuevas tecnologías.

3.1.2 Evaluación de las necesidades de los países en materia de gestión del espectro y de herramientas y/o sistemas informáticos

Las directrices elaboradas por la UIT (en lo tocante a la evaluación de la gestión del espectro) ofrecen un enfoque normalizado que permite a los gobiernos nacionales autoevaluar las necesidades del país en materia de desarrollo de la gestión del espectro.⁴³ La Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT) de la UIT dispone de un programa informático que puede facilitar a las administraciones de los países en desarrollo para ayudarlas a gestionar el espectro con mayor eficacia. Este programa se conoce como “sistema de gestión del espectro para países en desarrollo” (SMS4DC).⁴⁴ Antes de instalar y poner en marcha el SMS4DC, la administración deberá contar con mecanismos jurídicos, reglamentarios y técnicos en vigor para gestionar el espectro del país. El software de este programa se ha diseñado para gestionar las asignaciones de frecuencias a los servicios de radiodifusión, fijos y móviles terrenales, y coordinar las frecuencias de las estaciones terrenas (véanse los procedimientos del Apéndice 7 del Reglamento de Radiocomunicaciones). Aunque el sistema automatiza la mayoría de los procedimientos de evaluación técnica y muestra los resultados, las decisiones finales sobre la gestión del espectro incumben a un ingeniero de radiocomunicaciones con la cualificación adecuada, que comprenda perfectamente los procedimientos de asignación y sea capaz de interpretar correctamente los resultados mostrados. En el Manual del UIT-R sobre “Técnicas informatizadas para la gestión del espectro” (2015) se ofrece información más detallada sobre las herramientas de gestión del espectro.⁴⁵

En el **Anexo 2** se facilitan ejemplos y/o experiencias de estudios de casos de Hungría, China (República Popular de) y Tanzania sobre actividades de gestión del espectro relacionadas, respectivamente, con

⁴² Véase <http://www.itu.int/en/ITU-D/Spectrum-Broadcasting/Documents/Publications/Guidelines-NTFA-S.pdf>.

⁴³ Véase <http://www.itu.int/en/ITU-D/Spectrum-Broadcasting/Documents/Publications/Administration%20Assesment-S.pdf> y el Documento SG1RGQ/81 + Anexo, *Assessing the spectrum management needs of developing countries*.

⁴⁴ Véase <http://www.itu.int/pub/D-STG-SPEC-2015-V5.0>.

⁴⁵ Véase <http://www.itu.int/pub/R-HDB-01>.

un sistema informatizado de gestión del espectro, la mejora de la eficiencia espectral gracias a la tecnología LTE, y el marco jurídico de gestión del espectro en Tanzania.

3.2 Resultados y preparativos de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones

3.2.1 Ciclo y proceso de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones

La Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR) suele reunirse cada tres o cuatro años para revisar el Reglamento de Radiocomunicaciones y tratar cualquier cuestión de carácter mundial que pertenezca a su ámbito de competencia y guarde relación con su orden del día. Los resultados de las CMR figuran en sus Actas Finales, que suscriben los Estados Miembros de la UIT, y pasan a formar parte del derecho internacional con miras a su inclusión en las normativas nacionales. Estas Actas Finales se integran en la edición subsiguiente del Reglamento de Radiocomunicaciones, que suele publicarse en los doce meses posteriores a la Conferencia. El Reglamento de Radiocomunicaciones viene complementado por las Reglas de Procedimiento, que la Junta del Reglamento de Radiocomunicaciones (RRB) aprueba con el fin de aclarar toda dificultad dimanante de la aplicación de las disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones.

Con miras a preparar otras CMR, a finales de la conferencia en curso se proponen y aprueban proyectos de puntos para el orden del día de la CMR siguiente y el orden del día preliminar de Conferencias subsiguientes. Nada más concluir la CMR, la Reunión Preparatoria de la Conferencia (RPC) del UIT-R celebra su primera sesión para organizar los estudios preparatorios del UIT-R necesarios para la CMR siguiente y subsiguientes (véase la [Resolución UIT-R 2](#)).

Los resultados de los estudios preparatorios del UIT-R (por ejemplo, las condiciones de compartición, los límites de protección, las medidas reglamentarias de transición, etc.) figuran en las [Recomendaciones UIT-R](#) nuevas o revisadas y/o en los proyectos de Resolución de la CMR, que pueden pasar a ser de obligado cumplimiento si la CMR los incorpora por referencia en el Reglamento de Radiocomunicaciones. Las teorías elaboradas, los cálculos realizados y otros detalles utilizados para obtener las condiciones de compartición y los límites de protección suelen describirse en los [Informes del UIT-R](#) nuevos o revisados, y/o en otras publicaciones pertinentes del mismo sector.

Durante la segunda sesión de la RPC se fusionan, para cada punto y cuestión del orden del día de la CMR, la información de referencia, un resumen y un análisis de los estudios, y los métodos para tratar esos puntos/cuestiones del orden del día, junto con proyectos de modificación del Reglamento de Radiocomunicaciones, de ser necesario. Todos estos datos se incluyen en el informe de la RPC a la CMR.

La información que figura en el Informe de la RPC resulta de vital importancia para que los Estados Miembros de la UIT puedan conocer mejor las cuestiones que integran el orden del día de la CMR, así como las posiciones y opiniones de los demás Estados Miembros, y preparar propuestas para la conferencia. Cabe señalar que, durante todo el ciclo de estudios, los Miembros de Sector del UIT-R pueden contribuir directamente a los estudios, pero sólo los Estados Miembros están capacitados para presentar propuestas a la CMR.

Los preparativos regionales para la CMR descritos en la [Resolución 72 \(Rev.CMR-07\)](#) y los talleres interregionales de la UIT sobre la preparación de las CMR también desempeñan un papel fundamental en el éxito de estas conferencias, especialmente, con miras a la coordinación y la elaboración del máximo número de propuestas comunes o de varios países.

3.2.2 Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2015

La última CMR (CMR-15) se celebró en Ginebra del 2 al 27 de noviembre de 2015. En el evento participaron 3 275 representantes de 162 Estados Miembros, así como 130 organizaciones en calidad de observadores. El Sr. Festus Yusufu Narai Daudu (Nigeria) fue elegido Presidente de la Conferencia.

En la CMR-15, se abordaron más de 40 asuntos relacionados con la atribución de bandas de frecuencias y la compartición de frecuencias con miras a una utilización más eficiente del espectro y de los recursos orbitales. Los participantes en la Conferencia obtuvieron resultados en materia de comunicaciones móviles de banda ancha, servicio de radioaficionados, comunicaciones de emergencia y operaciones de socorro en caso de catástrofe, búsqueda y salvamento, satélites de observación de la Tierra para la vigilancia medioambiental, aeronaves no tripuladas y sistemas de aviónica inalámbricos, seguimiento de vuelos internacionales para la aviación civil, sistemas de comunicaciones marítimas mejorados, seguridad vial, explotación de sistemas de satélites de banda ancha (estaciones terrenas en movimiento), tiempo universal, servicios fijos por satélite, servicios móviles marítimos por satélite y procedimientos de satélite.

Concretamente, en cuanto a las comunicaciones móviles de banda ancha, la CMR-15 acordó atribuciones adicionales al servicio móvil y la identificación de bandas de frecuencias en la banda L (1 427-1 518 MHz) y la banda C (3,4-3,6 GHz) para las telecomunicaciones móviles internacionales (IMT), allanando así camino a la disponibilidad de espectro mundialmente armonizado para servicios móviles de banda ancha en esas bandas. Además, la CMR-15 alcanzó un acuerdo en torno a ciertas bandas adicionales, o segmentos de las mismas, que también se atribuyeron al servicio móvil y se identificaron para las IMT en algunos países (470-698 MHz, 3,3-3,4 GHz, 3,6-3,7 GHz y 4,8-4,99 GHz).

Se han emprendido estudios encaminados a la revisión de la Recomendación UIT-R M.1036, relativa a las disposiciones de frecuencias para las nuevas bandas de IMT identificadas en la CMR-15. Se espera que la implantación de las IMT en estas bandas adicionales facilite el despliegue de la banda ancha móvil en los países en desarrollo. Cabe señalar que también se han identificado segmentos de bandas por debajo de 1 GHz para las IMT. Estas consideraciones deben tenerse en cuenta al sopesar las opciones disponibles con miras a la compartición dinámica del espectro y el despliegue de los espacios en blanco de TV.

La CMR-15 también decidió incorporar en el orden del día de la siguiente CMR, que tendrá lugar en 2019, estudios sobre la identificación de bandas entre 24 y 86 GHz para atender a la demanda de mayor capacidad, especialmente, mediante la implementación de las IMT-2020. Los estudios para la CMR-19 también versarán sobre asuntos relacionados con las frecuencias de WAS/RLAN en 5 GHz y medidas normativas para estaciones en plataformas a gran altitud (HAPS), que podrían facilitar aún más el acceso a las aplicaciones móviles de banda ancha.

La CMR-15 también tomó una decisión que dará lugar a una mejora de la capacidad para la banda ancha móvil en la banda de frecuencias 694-790 MHz en la Región 1 de la UIT (Europa, África, el Oriente Medio y Asia Central), así como a una solución armonizada a escala mundial para la implementación del dividendo digital, al tiempo que proporcionará una protección completa a la radiodifusión de televisión y a los servicios de radionavegación aeronáutica en esa banda.

Por consiguiente, antes de autorizar una solicitud de “exención de licencia”, cabe integrar las decisiones adoptadas por la CMR-12 y la CMR-15 respecto de la atribución de amplios segmentos de la banda de ondas decimétricas al servicio móvil y de su identificación para las IMT en la estrategia a largo plazo que el país haya elaborado en relación con dicha banda. Al tomar decisiones relativas a la implantación de dispositivos WSD en espacios en blanco de TV, también se ha de tener en cuenta la **Resolución 235 (CMR-15)**. Este tema se aborda con más detenimiento en la **sección 3.2.3 infra**.

Las modificaciones del Reglamento de Radiocomunicaciones efectuadas por la CMR-15, incluidas las Resoluciones y Recomendaciones nuevas o revisadas de la CMR, así como las Recomendaciones del UIT-R incorporadas por referencia en el Reglamento de Radiocomunicaciones, han sido incluidas en la edición de 2016 de dicho Reglamento, que está disponible en www.itu.int/pub/R-REG-RR.

La última edición de las Reglas de Procedimiento, que integra las decisiones de la CMR-15, está disponible en www.itu.int/pub/R-REG-ROP/en.

En el **Anexo 4** se destacan las correspondientes decisiones de la AR-15 y la CMR-15, que revisten una importancia particular para los países en desarrollo.

3.2.3 Preparación de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones de 2019 y 2023

La siguiente CMR está prevista para noviembre de 2019 y la subsiguiente para 2023. El orden del día de la CMR-19 figura en la [Resolución 1380 del Consejo \(MOD C-17\)](#), dimanante de la [Resolución 809 \(CMR-15\)](#), y el orden del día preliminar de la CMR-23 en la [Resolución 810 \(CMR-15\)](#). Durante la RPC 19-1 se organizaron los estudios preparatorios del UIT-R (véanse los resultados en la [Circular Administrativa BR CA/226](#) y su Corrigéndum 1) y la información más reciente a ese respecto se publica en www.itu.int/go/rcpm-wrc-19-studies. Las actividades relativas a los preparativos regionales para la CMR-19 pueden consultarse en www.itu.int/go/wrc-19-regional. También puede obtenerse información adicional en la página web de la CMR-19: www.itu.int/go/wrc-19. En una reunión del Grupo encargado de la Resolución 9 de la CMDT se efectuó una breve presentación sobre los temas antes mencionados, que figura en el Documento [1/240](#) sobre los resultados de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR) de 2015.

Resolución 238 (CMR-15)

La Resolución **238 (CMR-15)** invita al UIT-R a realizar, a tiempo para su consideración en virtud del punto 1.13 del orden del día de la CMR-19, estudios sobre asuntos relacionados con las frecuencias para la identificación de las telecomunicaciones móviles internacionales, incluidas posibles atribuciones adicionales al servicio móvil a título primario en partes de la gama de frecuencias comprendida entre 24,25 y 86 GHz con miras al futuro desarrollo de las IMT para 2020 y años posteriores. Esta labor incluirá estudios de compartición y compatibilidad, teniendo en cuenta la protección de los servicios a los que se atribuye la banda a título primario, para las bandas de frecuencias: 24,25-27,5 GHz, 31,8-33,4 GHz, 37-40,5 GHz, 40,5-42,5 GHz, 42,5-43,5 GHz, 45,5-47 GHz, 47,2-50,2 GHz, 50,4-52,6 GHz, 66-76 GHz y 81-86 GHz.

Resolución 235 (CMR-15)

En la Resolución **235 (CMR-15)** se resuelve invitar al UIT-R, tras la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2019 y a tiempo para la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2023, a examinar la utilización del espectro y estudiar las necesidades de espectro de los servicios existentes en la banda de frecuencias 470-960 MHz en la Región 1, en particular las necesidades de espectro de los servicios de radiodifusión y móvil, salvo móvil aeronáutico, así como a realizar los estudios de compartición y compatibilidad oportunos en la banda de frecuencias 470-694 MHz en la Región 1 entre los servicios de radiodifusión y móvil, salvo móvil aeronáutico, teniendo en cuenta los estudios, Recomendaciones e Informes pertinentes del UIT-R.

El orden del día preliminar de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2023 incluye un punto dedicado a “examinar la utilización del espectro y las necesidades de espectro de los servicios existentes en la banda de frecuencias 470-960 MHz en la Región 1 y considerar posibles medidas reglamentarias para la banda de frecuencias 470-694 MHz en la Región 1 a partir del examen previsto en la Resolución 235 (CMR-15)”. En consecuencia, la Resolución 235 (CMR-15) podría repercutir en la cantidad de espectro de espacios en blanco de TV disponible en la Región 1.

Por consiguiente, las decisiones tomadas en conferencias anteriores y las perspectivas de futuras conferencias sientan las bases para un ecosistema de radiocomunicaciones sostenible a largo plazo, que propicie inversiones significativas y economías de escala mundiales.

Resolución 239 (CMR-15)

La CMR-15 adoptó la **Resolución 239 (CMR-15)**, sobre “Estudios relativos a sistemas de acceso inalámbrico, incluidas redes radioeléctricas de área local (WAS/RLAN) en las bandas de frecuencias entre 5 150 MHz y 5 925 MHz”. En dicho instrumento se requiere la elaboración de estudios con miras

a preparar la CMR-19 y permitir que la Conferencia tome las decisiones adecuadas con respecto al punto 1.16 de su orden del día (véase la **Resolución 809 (CMR-15)**), el cual consiste en “examinar cuestiones relacionadas con sistemas de acceso inalámbrico, incluidas redes radioeléctricas de área local (WAS/RLAN), en las bandas de frecuencias entre 5 150 MHz y 5 925 MHz, y tomar las medidas reglamentarias adecuadas, entre ellas la atribución de espectro adicional al servicio móvil, de conformidad con la Resolución **239 (CMR-15)**”. Los estudios se llevarán a cabo bajo la responsabilidad del Grupo de Trabajo (GT) 5A del UIT-R, en colaboración con los GT 4A, 4C, 5B, 5C y 7C del UIT-R para los correspondientes servicios terrenales, científicos y de satélite, así como con otros GT del UIT-R interesados.

4 CAPÍTULO 4 – Comprobación técnica del espectro

En el presente capítulo se presentan los aspectos principales de la comprobación técnica del espectro. Según se indicó anteriormente, la comprobación técnica del espectro es una herramienta esencial para la gestión de este recurso, por cuanto permite: realizar un seguimiento y efectuar mediciones de las señales; detectar e identificar estaciones no autorizadas; determinar los emplazamientos de las estaciones con miras a la adopción de medidas adicionales de control del cumplimiento; e identificar las fuentes de interferencia perjudicial. A fin de obtener información más detallada, se invita a las administraciones interesadas en el establecimiento de instalaciones de comprobación técnica del espectro a leer el Manual del UIT-R sobre comprobación técnica del espectro, las Recomendaciones e Informes UIT-R enumerados en las referencias de la UIT que preceden a anexos al presente informe. Además se recuerda a los lectores que la Academia de la UIT ofrece formación en materia de comprobación técnica del espectro.⁴⁶

El marco internacional de utilización del espectro de radiofrecuencias viene establecido en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT y ofrece cierto margen de maniobra para organizar la gestión nacional del espectro, ya que cada país debe crear su propio sistema para cumplir con los regímenes políticos y legislativos y las situaciones regionales. En la **Recomendación UIT-R SM.1047**⁴⁷ (gestión nacional del espectro) se especifican los temas que se han de abordar con miras al desarrollo de programas nacionales de gestión del espectro.

En este complejo proceso de gestión nacional del espectro, la comprobación técnica puede utilizarse como herramienta para obtener información sobre la utilización efectiva de este recurso y descubrir el segmento con menos interferencias que pueda utilizarse.

La UIT elaboró directrices con objeto de proporcionar un enfoque normalizado en materia de creación o actualización de redes de comprobación técnica del espectro.⁴⁸ En estas directrices no se abordan las especificaciones de los documentos de licitación de los equipos de comprobación técnica. Dichas especificaciones dependerán de la necesidad y el tipo de comprobación técnica nacional, así como de las leyes y normativas del país. Estas directrices se basan en el **Manual del UIT-R sobre comprobación técnica del espectro**,⁴⁹ que contiene información detallada sobre la planificación del sistema de comprobación técnica y las licitaciones. También se puede encontrar información útil en los manuales del UIT-R sobre:

- **Gestión nacional del espectro**,⁵⁰ y
- **Técnicas informatizadas para la gestión del espectro**.⁵¹

La Comisión de Estudio 1 del UIT-R,⁵² dedicada a la gestión del espectro, elaboró estos tres manuales de la UIT. En el Grupo de Trabajo 1C del UIT-R⁵³ participan expertos internacionales en estudios relacionados con la comprobación técnica del espectro, con inclusión del desarrollo de técnicas para la observación de la utilización del espectro, la realización de mediciones, la inspección de estaciones radioeléctricas, la identificación de emisiones y la ubicación de fuentes de interferencia.

El UIT-D también ha elaborado directrices para la puesta en marcha de una nueva red de comprobación técnica del espectro o la actualización de una ya existente. En el Capítulo 2 de estas directrices⁵⁴

⁴⁶ Para obtener más información en la materia, consúltese el sitio web de la Academia de la UIT (<http://academy.itu.int>).

⁴⁷ Véase <http://www.itu.int/rec/R-REC-SM.1047>.

⁴⁸ Véase http://www.itu.int/en/ITU-D/Spectrum-Broadcasting/Documents/Publications/Guidelines_SpectrumMonitoring_Final_E.pdf.

⁴⁹ Véase el Manual de la UIT sobre comprobación técnica del espectro de 2011 (especialmente, su Anexo 1) en <http://www.itu.int/pub/R-HDB-23>.

⁵⁰ Véase el Manual sobre gestión nacional del espectro en <http://www.itu.int/pub/R-HDB-21>.

⁵¹ Véase el Manual sobre técnicas informatizadas para la gestión del espectro en <http://www.itu.int/pub/R-HDB-01>.

⁵² Véase <http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg1/Pages/default.aspx>.

⁵³ Véase <http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg1/rwp1c/Pages/default.aspx>.

⁵⁴ http://www.itu.int/en/ITU-D/Spectrum-Broadcasting/Documents/Publications/Guidelines_SpectrumMonitoring_Final_E.pdf.

se explica brevemente la necesidad de gestionar el espectro, y en el Capítulo 3 se describe la función que la comprobación técnica del espectro desempeña en la gestión de este recurso. En los Capítulos de 4 a 13 se describen y analizan con mayor detenimiento los aspectos que se han de considerar y aplicar al poner en marcha una nueva red de comprobación técnica del espectro. En particular, el Capítulo 6 versa sobre la elaboración de un documento de licitación.

La actual tecnología hace posible que la mayoría de las funciones de comprobación técnica del espectro, y evidentemente todas las estaciones de comprobación técnica, se encuentren altamente automatizadas y permite que los sistemas de comprobación técnica del espectro estén muy integrados con la gestión automática del espectro. Muchas actividades de un sistema nacional automatizado de gestión del espectro se beneficiarán de las estaciones automáticas de comprobación técnica del espectro, tal y como se describe en la Recomendación UIT-R SM.1537-1. La comprobación técnica del espectro es una de las herramientas esenciales de la gestión del espectro. El objetivo de las técnicas de comprobación técnica del espectro es garantizar el respeto de los parámetros y normas técnicas de los sistemas de radiocomunicaciones. Además, la comprobación técnica del espectro puede ayudar a evaluar la eficiencia con que se utiliza el espectro de radiofrecuencias. Las administraciones también pueden recurrir a estos sistemas para hacer cumplir las normativas atinentes a las estaciones con licencia, identificar operaciones ilegales y detectar y reducir las interferencias perjudiciales. Las técnicas de comprobación técnica del espectro difieren de las de una red de radiocomunicación en que se aplican en situaciones no óptimas y, en algunos casos, en entornos desconocidos. El Manual del UIT-R sobre comprobación técnica del espectro cubre todos los aspectos fundamentales de estas técnicas y actividades, incluido el establecimiento de instalaciones de comprobación técnica (véase su Anexo 1 sobre “Planificación y licitación de los sistemas de comprobación técnica del espectro”).

4.1 Definición de metodologías relativas a la creación de una red de comprobación técnica del espectro

4.1.1 Preparación de licitaciones

A fin de crear un sistema de comprobación técnica del espectro para todo el país, añadir una nueva estación local de comprobación o simplemente realizar un estudio de medición móvil, las administraciones emprenden un proceso que suele dividirse en tres fases (véase la **Figura 2**):

– Fase de preparación – Planificación:

- concepto y objetivos del sistema de comprobación técnica radioeléctrica;
- estudio de viabilidad;
- plan de actividades;
- planificación del sistema;
- especificaciones de los sistemas.

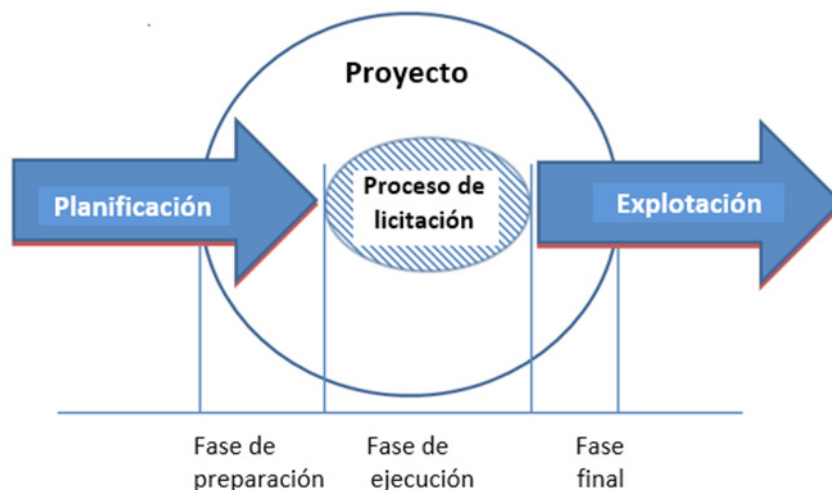
– Fase de ejecución – Proceso de licitación:

- convocatoria para iniciar una licitación pública de compra (estudio de las competencias de los licitantes y criterios de descalificación para que asegurar el cumplimiento del contrato);
- convocatoria de licitación (con aclaraciones para los licitantes);
- envío de propuestas por los licitantes;
- evaluación de las propuestas recibidas (con solicitud de aclaraciones);
- decisión de concesión de contrato;
- firma y entrada en vigor del contrato.

– **Fase final (conclusión) – Procedimiento de aceptación, explotación:**

- fábrica, procedimientos de aceptación provisional y final;
- formación, mantenimiento y suministro de piezas de repuesto;
- inicio de operaciones.

Figura 2: Preparación de licitaciones



En el Anexo 1 al Manual de la UIT sobre comprobación técnica del espectro se detallan las fases del proceso de licitación y se estudian los procedimientos definidos por la UIT y el Banco Mundial.

4.1.2 Planificación de una red de comprobación técnica del espectro

La planificación y optimización de las redes de comprobación técnica del espectro (SMN) tienen por objeto permitir el desempeño de las funciones de comprobación técnica necesarias en los territorios con la mayor densidad de transmisores y el menor número de estaciones de comprobación técnica. A tal efecto, se utilizan torres de antena situadas a la menor altura posible, al tiempo que se realizan mediciones de radiofrecuencias (RF) de alta calidad. Las zonas altamente pobladas y las zonas industriales pueden constituir territorios de interés.

Durante los últimos años, se ha elaborado una metodología informatizada de planificación y optimización en las gamas de frecuencias de ondas métricas y decimétricas (basada en los principios relativos al ángulo de llegada (AOA)), que figura en la sección 6.8 del Manual del UIT-R sobre comprobación técnica del espectro. En la Recomendación UIT-R SM.1392-2, se alude a la sección 6.8 y se hace hincapié en los posibles beneficios técnicos y económicos de una planificación y una optimización eficaces de las SMN en los países en desarrollo. Estos beneficios, que sólo pueden obtenerse mediante el uso de métodos informatizados, también se aplican plenamente a los países desarrollados.

La experiencia práctica ha demostrado que, con los modelos y los cálculos informáticos adecuados, se puede reducir el número de estaciones de comprobación técnica fijas que se necesita para proporcionar cobertura a una región determinada, en comparación con las SMN planificadas con arreglo a evaluaciones periciales. Por otro lado, el proceso de planificación y optimización es bastante complejo. Dicho proceso se compone de varias fases y viene determinado por los requisitos principales de la SMN planificada, los cuales han de definirse con antelación. Además, durante la fase de planificación, es necesario adoptar una serie de decisiones administrativas con miras a optimizar el proceso. El Anexo 1 al Manual del UIT-R sobre comprobación técnica del espectro incluye una guía más detallada y un método de aplicación gradual, a fin de optimizar el proceso y minimizar el trabajo que comporta.

Se dispone de varios métodos para el proceso de geolocalización, tres de los cuales vienen descritos en el Informe del UIT-R SM.2356 (2015). El primer método combina mediciones del ángulo de llegada (AOA) procedentes de múltiples emplazamientos que utilizan sistemas de antenas de radiogoniometría para determinar la localización del emisor. El segundo combina mediciones de la diferencia de tiempo en la llegada (TDOA) procedentes de un mínimo de tres emplazamientos (se necesitan dos pares de mediciones TDOA entre los tres emplazamientos para efectuar la localización geográfica). El tercero es un método híbrido AOA/TDOA, que combina mediciones AOA y TDOA para procesar la localización geográfica. En función de los costes adicionales y del tipo de entorno (rural, urbano o suburbano) puede optarse por un sistema combinado (híbrido). En los centros urbanos en los que existen numerosos trayectos múltiples y poco espacio para instalar grandes antenas, los nodos TDOA pueden ser más eficaces y eficientes. No obstante, como el coste depende de la infraestructura, la zona de cobertura planificada y el entorno, entre otros factores, la aplicación de ese enfoque debe sopesarse caso por caso, a fin de comprobar que sea la solución más efectiva y eficaz.

La primera etapa del proceso de planificación de una SMN requiere adoptar una serie de decisiones básicas respecto de los objetivos, la configuración y la calidad del funcionamiento del sistema, con arreglo a los recursos financieros disponibles y proyectados. Además de los puntos mencionados en la Recomendación UIT-R SM.1392-2,⁵⁵ es preciso decidir:

- la extensión del territorio sujeto a comprobación técnica;
- si las estaciones fijas proporcionarán una cobertura generalizada o local al territorio;
- si se aplicará la tecnología AOA, TDOA o híbrida AOA/TDOA;
- las categorías de los transmisores de prueba y las funciones principales de comprobación técnica: escucha, medición de las características de la emisión, radiogoniometría y estimación de la localización del emisor;
- las proporciones relativas del número de estaciones fijas y móviles.

Al inicio de la fase de planificación, también es importante reunir la mayor cantidad de información posible sobre la región de interés. Además se recomienda tomar decisiones sobre:

- la determinación de los requisitos de calidad de funcionamiento del equipo de comprobación técnica de radiocomunicación;
- la elección del modelo de propagación de ondas radioeléctricas (pueden optimizarse diferentes modelos para relieves casi planos, accidentados o montañosos, o zonas urbanas);
- la determinación de zonas no aptas para las estaciones de comprobación técnica (zonas cerradas o aseguradas, o con una alta intensidad de campo);
- la incertidumbre de ubicación (para redes de comprobación técnica AOA/TDOA).

4.2 Dificultades en la detección de señales débiles y soluciones al respecto

Las señales de los dispositivos modernos operan con anchos de banda cada vez más grandes, que pueden llegar hasta los 20 MHz o valores superiores. Para poder analizar correctamente estas señales, la mayoría de los sistemas de comprobación técnica del espectro modernos utilizan receptores de banda ancha. El hecho de que los receptores de estas señales necesiten anchos de banda cada vez mayores cuenta, entre sus efectos colaterales imprevistos, con el aumento de las posibilidades de irrupción de señales fuertes y débiles en el ancho de banda del receptor. La alta probabilidad de que los sistemas de comprobación técnica se instalen cerca de señales fuertes es un problema auténtico, que se ha potenciado por el constante aumento en el número de emisores situados dentro de las zonas de alcance radioeléctrico.

⁵⁵ Véase la Recomendación UIT-R SM.1392 – Requisitos esenciales para una estación de comprobación técnica del espectro para países en desarrollo.

A fin de recibir una señal débil en presencia de señales intensas, el receptor de banda ancha debe ser capaz de procesar señales con potencias que pueden variar de débil a fuerte (es decir, en términos técnicos, el receptor debe tener un margen dinámico elevado dentro de banda). Cabe señalar que los efectos de las señales intensas cercanas pueden reducirse aún más utilizando receptores con anchos de banda duales, amplios y estrechos, que utilicen el ancho de banda estrecho (generalmente, 1/10 del ancho de banda amplio) en presencia de señales cercanas extremadamente intensas.

El diseño del oscilador local de un receptor tiene por objeto producir una señal de mezcla tan pura como sea posible, sin embargo, en la práctica, la pureza conseguida varía ampliamente en función del diseño. La pureza se mide en dB por debajo de la portadora (dBc) para diversos valores de desplazamiento de frecuencia. El problema es que el ruido de fase del oscilador local, a través de la mezcla recíproca del receptor, puede enmascarar las señales débiles en presencia de señales intensas. El efecto de la mezcla recíproca equivale a un aumento del factor de ruido efectivo del receptor. Para minimizar los efectos de la mezcla recíproca, el ruido de fase del receptor ha de ser tenue. El ruido de fase de un receptor moderno instalado en un equipo de comprobación técnica no debe ser inferior a -100 dBc/Hz para un desplazamiento de 10 kHz con respecto a la portadora.

En la sección 3.3 del Manual del UIT-R sobre comprobación técnica del espectro se ofrece más información sobre los receptores de comprobación técnica.

Glosario

| | |
|---------------------------------------|---|
| Licencia por norma | Marco reglamentario en virtud del cual el usuario no está obligado a obtener una licencia individual para operar en una banda de frecuencias determinada, pero sí debe obtener un permiso general del administrador local y atenerse a las normas que rigen el uso de esa banda de frecuencias (Adaptado de FCC. "Family Radio Service (FRS)": https://www.fcc.gov/general/family-radio-service-frs). |
| Exento de licencia | Marco reglamentario en virtud del cual el usuario no está obligado a obtener una licencia oficial del administrador local para operar en una banda de frecuencias particular. El usuario sigue obligado a observar los requisitos de calidad de funcionamiento técnico predefinidos, así como los límites reglamentarios y operativos, y no podrá utilizar el espectro de modo exclusivo. |
| Licencias no exclusivas | Marco reglamentario en virtud del cual el usuario debe obtener una licencia no exclusiva para operar en una banda de frecuencias determinada. En este sistema los problemas de interferencias suelen resolverse por solución técnica en lugar de por la intervención del administrador local. A diferencia del marco de acceso compartido por licencia, los titulares de las licencias no están obligados a compartir bandas de frecuencias determinadas (Adaptado de GSMA. "Wireless Backhaul Spectrum Policy Recommendations & Analysis", octubre de 2014). |
| Acceso compartido por licencia | Marco reglamentario en virtud del cual varios usuarios comparten el acceso al espectro. En este contexto, los nuevos usuarios pueden obtener licencias individuales para operar en una banda de frecuencias determinada que ya se ha asignado a uno o más usuarios primarios o a otros titulares de acceso compartido por licencia (Adaptado de Faussurier, Emmanuel. "Introduction of new spectrum sharing concepts: LSA and WSD", Taller UIT-R CE 1/GT 1B, 20 de enero de 2014, pág. 16). |
| Acceso jerarquizado | Marco reglamentario en virtud del cual diferentes clases de usuarios (jerarquías) con diferentes derechos y obligaciones acceden a las mismas secciones del espectro. Las diferentes jerarquías suelen consistir en un titular primario (normalmente el titular actual de la licencia o el organismo gubernamental) que conserva un acceso ilimitado a esa porción del espectro, al tiempo que se autorizan jerarquías adicionales secundarias y terciarias de usuarios, cada una de ellas con un nivel inferior de protección contra interferencias y con la obligación de dejar de transmitir si un usuario de nivel superior necesita acceder al espectro. |

Siglas y acrónimos

A continuación se enumeran algunos de los acrónimos y siglas utilizados en el presente documento.

| Sigla/acrónimo | Descripción |
|----------------|---|
| AOA | Ángulo de llegada |
| BDT | Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones |
| BR | Oficina de Radiocomunicaciones |
| CAT | Técnicas asistidas por ordenador |
| CEPT | Conferencia Europea de Administraciones de Correos y Telecomunicaciones |
| CMDT | Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones |
| CMR | Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones |
| CR | Radio cognitiva |
| DCF | Actualización de flujos de fondos |
| DF | Radiogoniometría |
| DFS | Selección dinámica de frecuencias |
| DTT | Televisión terrenal digital |
| EESS | Servicio de exploración de la Tierra por satélite |
| EFIS | Sistema de información de frecuencias ECO |
| EPOCA | Ley de Comunicaciones Electrónicas y Postales (Tanzanía) |
| ESIM | Estación terrena en movimiento |
| ESOMP | Estación terrena sobre plataforma móvil |
| ESSS | Estaciones terrenas de sistemas de satélites |
| FCC | Comisión Federal de Comunicaciones |
| FRS | Servicio de radiocomunicaciones familiar |
| FSS | Servicio fijo por satélite |
| GHz | Gigahertzio |
| GSO | Geoestacionario |
| HAPS | Estaciones en plataformas a gran altitud |
| HF | Alta frecuencia |
| HTS | Satélite de alto rendimiento |
| IC | Industry Canada |

| Sigla/acrónimo | Descripción |
|------------------|--|
| IDA | Autoridad para el desarrollo de la información y las comunicaciones (Singapur) |
| IEEE | Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos |
| IETF | Grupo de Tareas sobre Ingeniería de Internet |
| IMT | Telecomunicaciones móviles internacionales |
| IoT | Internet de las cosas |
| ISIF Asia | Fondo de Innovación de la Sociedad de Información de Asia |
| KCC | Comisión de Comunicaciones de Corea (República de Corea) |
| LSA | Acceso compartido con licencia |
| LTE | Evolución a largo plazo |
| M2M | Máquina a máquina |
| MEST | Meltwater Entrepreneurial School of Technology (Ghana) |
| MF | Ondas hectométricas |
| MHz | Megahercio |
| MoH | Ministerio de Sanidad (Reino de Bhután) |
| MoIC | Ministerio de la Información y las Comunicaciones (Reino de Bhután) |
| MSIP | Ministerio de Ciencia, TIC y Planificación Futura (República de Corea) |
| NRA | Organización de reglamentación nacional |
| NTFA | Cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias |
| NTP | Política nacional de telecomunicaciones (Tanzanía) |
| ONU | Organización de las Naciones Unidas |
| OSA | Acceso abierto al espectro |
| PAL | Licencia de acceso prioritario |
| PAWS | Protección contra secuencias desbordadas |
| PIB | Producto interior bruto |
| PMA | Países menos adelantados |
| PMSE | Creación de programas y eventos especiales |
| QoS | Calidad de servicio |
| RAPA | Asociación de promoción de las radiocomunicaciones de Corea (República de Corea) |
| RDI | Sistema radioeléctrico determinado por programas informáticos |

| Sigla/acrónimo | Descripción |
|----------------|---|
| RFID | Identificación por radiofrecuencia |
| RLAN | Red radioeléctrica de área local |
| RPC | Reunión Preparatoria de la Conferencia |
| RR | Reglamento de Radiocomunicaciones |
| RSPG | Grupo de Política del Espectro Radioeléctrico |
| SAS | Sistemas de acceso al espectro |
| SMN | Red de comprobación técnica del espectro |
| SMS4DC | Sistema de gestión del espectro para los países en desarrollo |
| SMT | Servicio móvil terrestre |
| SRC | Sistema de radiocomunicación cognoscitivo |
| SRFC | Comisión Estatal de Radiofrecuencias |
| STIR | Sistema informatizado de gestión del espectro |
| TCA | Ley de Comunicaciones de Tanzania (Tanzanía) |
| TDOA | Diferencia de tiempo en la llegada |
| TIC | Tecnologías de la información y la comunicación |
| TVWS | Espacio en blanco de TV |
| UDP | Protocolo de datagrama de usuario |
| UHF | Ondas decimétricas |
| UIT | Unión Internacional de Telecomunicaciones |
| UIT-D | Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT |
| UIT-R | Sector de Radiocomunicaciones de la UIT |
| UWB | Banda ultraancho |
| VHF | Onda métricas |
| WISP | Proveedor de servicios de Internet inalámbrico |
| WLAN | Red de área local inalámbrica |
| WSD | Dispositivo de espacios en blanco |
| WSDB | Base de datos de espacios en blanco |

Referencias del UIT-R

| Título | Descripción |
|--|--|
| Resoluciones de la CMR | |
| Resolución 229 (Rev.CMR-12) – Utilización de las bandas 5 150-5 250 MHz, 5 250-5 350 MHz y 5 470-5 725 MHz por el servicio móvil para la implementación de sistemas de acceso inalámbrico, incluidas las redes radioeléctricas de área local | Esta Resolución contiene los requisitos aplicables a la implementación de sistemas de acceso inalámbrico, incluidas las redes radioeléctricas de área local. Esta Resolución se incorpora por referencia en el RR. |
| Resolución 239 (CMR-15) – Estudios relativos a sistemas de acceso inalámbrico, incluidas redes radioeléctricas de área local (WAS/RLAN) en las bandas de frecuencias entre 5 150 MHz y 5 925 MHz | Esta Resolución contiene información e instrucciones para los trabajos del UIT-R relacionados con el punto 1.16 del orden del día de la CMR-19. |
| Resolución 729 (Rev.CMR-07) – Utilización de sistemas adaptativos en frecuencia en las bandas de ondas hectométricas y decamétricas | Esta Resolución contiene información sobre la utilización de sistemas adaptativos en frecuencia en las bandas de ondas hectométricas y decamétricas. |
| Resolución 809 (CMR-15) – Orden del día de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2019 | Esta Resolución contiene el orden del día de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2019. |
| Recomendaciones de la CMR | |
| Recomendación 76 (CMR-12) – Instalación y utilización de sistemas de radiocomunicaciones inteligentes | En este instrumento se recomienda a las administraciones que participen activamente en los estudios del UIT-R que se lleven a cabo con arreglo a la Resolución UIT-R 58. |
| Manuales del UIT-R | |
| Manual del UIT-R sobre gestión nacional del espectro | Este Manual cubre los fundamentos de la gestión del espectro, la concesión de licencias, las asignaciones de frecuencias, la comprobación técnica del espectro, la economía del espectro y la automatización. |
| Manual del UIT-R sobre comprobación técnica del espectro | Este Manual contiene capítulos sobre equipos (Capítulo 3), mediciones (Capítulo 4) y la planificación y ejecución de los documentos de adquisición de equipos/instalaciones para estaciones de comprobación técnica (Anexo 1: “licitación” de estación de comprobación técnica). |
| Cuestiones del UIT-R | |
| UIT-R 208-1/1 – Métodos alternativos de gestión nacional del espectro | El objetivo de esta Cuestión del UIT-R es responder a varias preguntas sobre prácticas alternativas de gestión del espectro. |
| UIT-R 235/1 – Evolución de la comprobación técnica del espectro | El objetivo de esta Cuestión del UIT-R es responder a varias preguntas sobre el modo en que ha de evolucionar la comprobación técnica del espectro a medida que avanzan las tecnologías. |
| UIT-R 241-3/5 – Sistema radioeléctrico cognoscitivo en el servicio móvil | El objetivo de esta Cuestión del UIT-R es responder a varias preguntas sobre los sistemas radioeléctricos cognoscitivos. |
| Recomendaciones del UIT-R | |

| Título | Descripción |
|---|--|
| UIT-R SM.575 – Protección de las estaciones fijas de comprobación técnica contra la interferencia ocasionada por transmisores cercanos y potentes | En esta Recomendación se especifican los niveles máximos de intensidad de campo en las estaciones de comprobación técnica para garantizar su funcionamiento sin interferencias. ¹ |
| UIT-R SM.854 – Radiogoniometría y determinación de posición en las estaciones de comprobación técnica | En esta Recomendación se clasifican las marcaciones con el fin de determinar la posición más probable de un emisor mediante la utilización de un radiogoniómetro en las estaciones de comprobación técnica. ¹ |
| UIT-R SM.1050 – Tareas que ha de realizar el servicio de comprobación técnica de las emisiones | En esta Recomendación se describen las tareas que ha de realizar el servicio de comprobación técnica de las emisiones. |
| UIT-R F.1110 – Sistemas radioeléctricos adaptables para frecuencias inferiores a unos 30 MHz | En esta Recomendación se describen las funciones generales de los sistemas adaptables de ondas decamétricas. |
| UIT-R SM.1132 – Principios y métodos generales de compartición entre servicios de radiocomunicación o entre estaciones radioeléctricas | En esta Recomendación se describen principios y métodos generales de compartición entre servicios de radiocomunicación o entre estaciones radioeléctricas. |
| UIT-R SM.1370 – Directrices de diseño para la elaboración de sistemas de gestión automática del espectro | Esta Recomendación proporciona directrices de diseño para un sistema de gestión del espectro automatizado, incluida la funcionalidad recomendada para dicho sistema y los elementos de datos requeridos para la gestión de frecuencias a nivel nacional, garantizando al mismo tiempo que se recopilan datos para satisfacer las obligaciones internacionales de coordinación y notificación de frecuencias |
| UIT-R SM.1392 – Requisitos esenciales para una estación de comprobación técnica del espectro para países en desarrollo | La situación específica de los países en desarrollo, especialmente las limitaciones presupuestarias, exige una cuidadosa planificación del sistema nacional de gestión del espectro. Esta Recomendación proporciona algunas orientaciones al respecto |
| UIT-R SM.1537 – Automatización e integración de los sistemas de comprobación técnica | La actual tecnología hace posible que la mayoría de las funciones de comprobación técnica del espectro, y evidentemente todas las estaciones de comprobación técnica, se encuentren altamente automatizadas y permite que los sistemas de comprobación técnica del espectro estén muy integrados con la gestión automática del espectro. Muchas actividades de un sistema nacional automatizado de gestión del espectro se beneficiarán de las estaciones automáticas de comprobación técnica del espectro. La presente Recomendación describe la funcionalidad recomendada de estos sistemas. |
| UIT-R SM.1603 – Reorganización del espectro como método de gestión nacional del espectro | En esta Recomendación se proporcionan directrices sobre temas relativos a la reorganización del espectro. |
| UIT-R SM.1708 – Mediciones de intensidad de campo a lo largo de una ruta con registros de las coordenadas geográficas | En esta Recomendación se describen los métodos que deberían utilizarse para medir la intensidad de campo de las señales polarizadas verticalmente a lo largo de una ruta. |

| Título | Descripción |
|---|--|
| UIT-R SM.1880 – Medición y evaluación de la ocupación del espectro | En esta Recomendación se describe la forma de medir la ocupación de los canales de frecuencia con un receptor o un analizador de espectro, y se estudian cuestiones relativas al equipo, los puntos de comprobación técnica, la comprobación técnica móvil y fija, los datos estadísticos de validación de resultados y el procesamiento posterior. |
| UIT-R SM.2039 – Evaluación de la comprobación técnica del espectro <u>Nota:</u> Esta Recomendación podría cobrar relevancia posteriormente, una vez establecido un sistema inicial de comprobación técnica del espectro. | En esta Recomendación se expone la necesidad de mejorar la cobertura y la sensibilidad de las redes de comprobación técnica y de ampliar la cobertura de comprobación técnica utilizando nuevas tecnologías, así como las dificultades y planes para la detección de señales débiles. |
| UIT-R M.2083 – Concepción de las IMT – Marco y objetivos generales del futuro desarrollo de las IMT para 2020 y en adelante | En esta Recomendación se definen el marco y los objetivos generales del futuro desarrollo de las Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) para 2020 y en adelante, habida cuenta del papel que las IMT podrán desempeñar para atender mejor las necesidades futuras de la sociedad interconectada, tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados. Se describe en detalle el marco del futuro desarrollo de las IMT para 2020 y en adelante, comprendida una gran variedad de capacidades relacionadas con los casos de utilización previstos. Asimismo, se indican los objetivos del futuro desarrollo de las IMT para 2020 y en adelante, incluidos la mejora de las IMT existentes y el desarrollo de las IMT-2020. Cabe señalar que en esta Recomendación se toma en consideración la evolución de las IMT hasta la fecha, con arreglo a la Recomendación UIT-R M.1645. |
| Informes UIT-R | |
| UIT-R M.2117 – Equipo radioeléctrico especificado por software en los servicios móvil terrestre, de radioaficionados y de radioaficionados por satélite | Este Informe fue objeto de revisión de acuerdo con los últimos resultados de los estudios del UIT-R sobre RDI y SRC. |
| UIT-R M.2225 – Introducción a los sistemas de radiocomunicaciones cognitivas en el servicio móvil terrestre | En este Informe se examinan los sistemas de radiocomunicaciones cognitivas en el servicio móvil terrestre por encima de 30 MHz (excluidas las telecomunicaciones móviles internacionales). |
| UIT-R M.2242 – Sistemas de radiocomunicaciones cognitivas específicos para sistemas IMT | En este documento se abordan diversos aspectos de los sistemas de radiocomunicaciones cognitivas específicos para sistemas de telecomunicaciones móviles internacionales. |
| UIT-R M. 2330 – Sistemas de radiocomunicaciones cognitivas del servicio móvil terrestre | En este Informe se abordan los sistemas de radiocomunicaciones cognitivas del servicio móvil terrestre por encima de 30 MHz (excluidas las IMT). |
| UIT-R M. 2373 – Capacidades y aplicaciones audiovisuales soportadas por los sistemas IMT terrenales | En este Informe se examinan las capacidades de los sistemas IMT para prestar servicios audiovisuales. |

| Título | Descripción |
|--|---|
| UIT-R SM.2012 – Aspectos económicos de la gestión del espectro | El mandato para este estudio económico es responder a una serie de asuntos que se dividen en tres categorías: estrategias para el enfoque económico de la gestión nacional del espectro y su financiación; 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; y métodos alternativos de gestión nacional del espectro. |
| UIT-R SM.2152 – Definiciones de sistema radioeléctrico determinado por programas informáticos (RDI) y sistema radioeléctrico cognoscitivo (SRC) | En este Informe se establecen las definiciones de sistema radioeléctrico determinado por programas informáticos (RDI) y de sistema radioeléctrico cognoscitivo (SRC). |
| UIT-R SM.2256 – Medición y evaluación de la ocupación del espectro | En este exhaustivo Informe se abordan la metodología, los parámetros de medición, las opciones de puntos y los procedimientos para la comprobación técnica del espectro ocupado y la elaboración de informes. |
| UIT-R SM.2355 – Evolución de la comprobación técnica del espectro <u>Nota:</u> Este Informe podría cobrar relevancia posteriormente, una vez establecido un sistema inicial de comprobación técnica del espectro. | En ese Informe complementario (a la Rec. UIT-R SM.2039) se describen en detalle los métodos para mejorar la cobertura y la sensibilidad de las redes de comprobación técnica (con miras a detectar señales débiles), y la extensión de la cobertura de comprobación técnica, utilizando nuevas tecnologías. |
| UIT-R SM.2356 – Procedimientos de planificación y optimización de las redes de comprobación técnica del espectro en la gama de frecuencias de ondas métricas y decimétricas <u>Nota:</u> Este Informe podría cobrar relevancia posteriormente, una vez establecido un sistema inicial de comprobación técnica del espectro. | En este Informe se describen procedimientos, métodos y equipos para planificar y optimizar las redes de comprobación técnica en el rango de ondas métricas y ondas decimétricas. Estas redes pueden utilizar técnicas AOA, TDOA o híbridas AOA/TDOA para la geolocalización. |
| Resoluciones del UIT-R | |
| Resolución UIT-R 58 – Estudios sobre la implantación y utilización de sistemas de radiocomunicaciones inteligentes | En esta Resolución se examinan la implantación y utilización de sistemas de radiocomunicaciones inteligentes. |

Otras referencias

Referencias para el Capítulo 1

- La Comisión sobre la Banda Ancha para el Desarrollo, The State of Broadband 2015, 2015: <http://www.broadbandcommission.org/Documents/reports/bb-annualreport2015.pdf>.
- Informe 236 del Comité de Comunicaciones Electrónicas de la CEPT: Guidance for national implementation of a regulatory framework for TV WSD using geo-location databases, mayo de 2015: <http://www.erodocdb.dk/Docs/doc98/official/pdf/ECCREP236.PDF>.
- Asociación CMAI de la India, Research Paper on White Space for Digital India, 11 de diciembre de 2014: https://www.whitespacealliance.org/documents/Research%20Paper%20on%20White%20Spaces_final2.pdf.
- FCC, Amendment of the Commission's Rules with Regard to Commercial Operations in the 3550-3650 MHz Band, GN Docket Núm. 12-354, 30 FCC Rcd 3959 379-86, 2015.
- FCC, Unlicensed Operation in the TV Broadcast Bands, ET Docket Núm. 04-186.
- FCC, Additional Spectrum for Unlicensed Devices Below 900 MHz and in the 3 GHz Band, ET Docket Núm. 02-380, Second Memorandum Opinion and Order, 25 FCC Rcd 18661, 2010.
- Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones UIT-D, Resolución 9 (Rev. Dubái, 2014), 2014: <http://www.itu.int/net4/ITU-D/CDS/sg/doc/rgq/2014/D14-SG01-RES9-en.pdf>.
- Industry Canada, Framework for the Use of Certain Non-Broadcasting Applications in the Television Broadcasting Bands Below 698 MHz, 2012: <http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf10493.html>.
- Autoridad para el desarrollo de la información y las comunicaciones de Singapur, Regulatory Framework For TV White Space Operations In The VHF/UHF Bands 2014: http://www.ida.gov.sg/~media/Files/PCDG/Consultations/20130617_whitespace/ExplanatoryMemo.pdf.
- McKinsey, The Net's Sweeping Impact on Growth, Jobs and Prosperity, 2011: http://www.mckinsey.com/insights/high_tech_telecoms_internet/internet_matters.
- McKinsey, Online and Upcoming: The Internet's Impact on Aspiring Countries, 2012: http://www.mckinsey.com/client_service/high_tech/latest_thinking/impact_of_the_internet_on_aspiring_countries.
- Ofcom, Implementing TV White Spaces, 2015: <http://stakeholders.ofcom.org.uk/binaries/consultations/white-space-coexistence/statement/tvws-statement.pdf>.

Referencias para el Capítulo 2

- Yochai Benkler, "Open Wireless vs. Licensed Spectrum: Evidence from Market Adoption", *Harvard Journal of Law and Technology* Vol. 26 Núm. 1 (2012): <http://jolt.law.harvard.edu/articles/pdf/v26/26HarvJLTech69.pdf>.
- Deloitte and GSMA, "The Impact of Licensed Shared Use of Spectrum", 23 de enero de 2014: <http://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2014/02/The-Impacts-of-Licensed-Shared-Use-of-Spectrum.-Deloitte.-Feb-20142.pdf>, pág. 8, 67.
- Simon Forge, Robert Horvitz y Colin Blackman, "Final Report for the European Commission: Perspectives on the value of shared spectrum access", *SCF Associates*, febrero de 2012: https://ec.europa.eu/digital-single-market/sites/digital-agenda/files/scf_study_shared_spectrum_access_20120210.pdf.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones, "Informe sobre Medición de la Sociedad de la Información 2015", 2015: <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2015/MISR2015-w5.pdf>.

- Raul Katz, “Assessment of the Economic Value of Unlicensed Spectrum in the United States”, *Telecom Advisory Services LLC*, 2014: <http://www.wififorward.org/wp-content/uploads/2014/01/Value-of-Unlicensed-Spectrum-to-the-US-Economy-Full-Report.pdf>.
- Tony Lavender, Paul Hansell, Iain Inglis, Sarongrat Wongsaroj, “Use of C-Band (3400/3600-4200 MHz) for mobile broadband in Hungary, Italy, Sweden and the UK”, *Plum Consulting*, junio de 2015: http://www.plumconsulting.co.uk/pdfs/Plum_Jun2015_Use_of_C-Band_for_mobile_broadband_in_Hungary_Italy_Sweden_and_UK.pdf.
- OCDE, “Machine-to-Machine Communications: Connecting Billions of Devices”, *OECD Digital Economy Papers*, Núm. 192, 2012, [dx.doi.org/10.1787/5k9gsh2gp043-en](https://doi.org/10.1787/5k9gsh2gp043-en).
- Richard Thanki, “The Case for permissive rules-based dynamic spectrum access”, *Microsoft Research*, agosto de 2013: http://research.microsoft.com/en-us/projects/spectrum/case-for-permissive-rule-based-dynamic-spectrum-access_thanki.pdf.
- Richard Thanki, “The Economic Significance of Licence-Exempt Spectrum to the Future of the Internet”, *Microsoft Research*, 2012: http://research.microsoft.com/en-us/projects/spectrum/economic-significance-of-license-exempt-spectrum-report_thanki.pdf, pág. 30.
- Qiang, C. Z. W. Banco Mundial. “IC4D: Extending Reach and Increasing Impact”, *Economic Impacts of Broadband*, 2009. Capítulo 3.
- Departamento de Comercio de los Estados Unidos, “An Assessment of the Viability of Accommodating Wireless Broadband in the 1755 – 1850 MHz Band”, marzo de 2012: https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/ntia_1755_1850_mhz_report_march2012.pdf.
- *US Government Accountability Office*, “Spectrum Management: Incentives, Opportunities and Testing Needed To Enhance Spectrum Sharing”, *Report to Congressional Committees*, 2012: <http://www.gao.gov/products/GAO-13-7>.
- Consejo de Asesores en materia de Ciencia y Tecnología del Presidente de los Estados Unidos, “Realizing the Full Potential of Government-Held Spectrum To Spur Economic Growth”, julio de 2012: https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/pcast_spectrum_report_final_july_20_2012.pdf.
- Administración Nacional de Telecomunicaciones e Información de los Estados Unidos, “Promoting Spectrum Sharing in the Wireless Broadband Era”, 9 de enero de 2015: <https://www.ntia.doc.gov/blog/2015/promoting-spectrum-sharing-wireless-broadband-era>.

Annexes

Annex 1: Existing regulations on TV White Space

Inclusion of links to existing regulations from Canada, Singapore, United States of America, and the United Kingdom:

- Canada, Radio Standards Specifications-222 Issue I – White Space Devices (WSDs): <http://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf10930.html>.
- Singapore, Decision Paper issued by the Infocommunication Development Authority of Singapore. Regulatory framework for TV White Space operations in the VHF/UHF bands, 16 June 2014: https://www.ida.gov.sg/~media/Files/PCDG/Consultations/20130617_whitespace/ExplanatoryMemo.pdf.
- Singapore, Telecommunications Act (Chapter 323) Telecommunications (exemption from Sections 33, 34(1)(b) and 35) (Amendment No. 2) Notification 2014: <http://statutes.agc.gov.sg/aol/search/display/view.w3p;page=0;query=DocId%3Afe1642bb-1981-4afd-a8da-322595befe8a%20Depth%3A0%20ValidTime%3A02%2F02%2F2016%20TransactionTime%3A02%2F02%2F2016%20Status%3Apublished;rec=0>.
- United Kingdom, 2015 No. 2066 Electronic Communications – The Wireless Telegraphy (White Space Devices) (Exemption) Regulations 2015: <http://www.legislation.gov.uk/uksi/2015/2066/made/data.pdf>.
- United States of America, Code of Federal Regulations Title 47, Chapter I, Subchapter A, Part 15, Subpart H – White Space Devices: <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=f7cf9120b29f6e16a04e68c3c315be9b&mc=true&node=sp47.1.15.h&rgn=div6>.

Annex 2: Case studies and countries experiences

These case studies and countries experiences are listed below for information purposes only with no aim at defining guidelines, recommendations or conclusions.

A2-1. Digital Dividend

The tables below show information on the auctions of the Digital Dividend:

Digital Dividend (prior to 2012):

| Digital Dividend spectrum allocations | USA | Germany | Sweden | Spain | France | Italy | Switzerland |
|--|---|---|----------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--|
| Frequency bands considered in the same process | 700 MHz (698–787 MHz) | 800 MHz, 1.8 GHz, 1.9/2.1 GHz & 2.6 GHz | 800 MHz | 800 MHz, 900 MHz & 2.6 GHz | 800 MHz | 800 MHz, 1.8 GHz, 2.0 GHz & 2.6 GHz | 800, 900 MHz 1.8 GHz, 2.1 & 2.6 GHz (FDD & TDD) |
| Date of licensing decision | 24/1/2003-3/2/2012 | 12/10/2009 | 4/3/2011 | May 2012 | 17/01/2012 | 18/05/2011 | May 2012 |
| License duration | 10 years | 15 years | 25 years | Until 31 December 2030 | 20 years | 17 years | 12-16 years. Until 31/12/2028 |
| Type of licensing process | Auction | Auction | Auction | Auction | Auction + weighted commitments | Auction | Auction |
| Packaging of band | Three 2x6 MHz, one 2x11 MHz, and two unpaired 6 MHz blocks = 70 MHz | 3x2x10 MHz = 60 MHz | 6x(2x5 MHz) = 60 MHz | 6x(2x5 MHz)= 60 MHz | 3 blocks of 2x10 MHz = 60 MHz | 6 blocks of 2x5 MHz | Each of the 3 bidders (Orange, Sunrise, Swisscom) won a package of 2 x 10 MHz. |

(seguido)

| | USA | Germany | Sweden | Spain | France | Italy | Switzerland |
|---------------------------------------|---|---|--|--|--|--|---|
| Digital Dividend spectrum allocations | 19.1 billion USD (Sum of net bids in auctions 44, 49, 60, 73, and 92) | 1.212 GEUR 1.210 GEUR 1.154 GEUR Total 3.576 GEUR | 2054 MSEK (220 MEUR) | 3 operators got two blocks of 2x5 MHz each. For each block of 2x5 MHz: 170 MEUR 221.9 MEUR 230.0 MEUR 226.3 MEUR 228.5 MEUR 228.5 MEUR Total 1.305 MEUR | 3 operators got one block each: 683 MEUR 891 MEUR 1065 MEUR Total 2.639 GEUR | 3 operators got 2 blocks each: 978 MEUR 992 MEUR 992 MEUR Total 2.96 GEUR | N/A (During the auction, bidders could bid on different packages consisting of frequency blocks in different bands. Therefore the prices are per package) |
| Amount raised/ MHz/population | 0.98 USD | 0.73 EUR | 0.39 EUR | 0.48 EUR | 0.70 EUR | 0.82 EUR | N/A |
| Coverage obligations | Three types: 1. Economic area (EA) 2. Cellular market area (CMA) 3. Regional economic area groupings (REAGs) CMA & EA: 35% coverage within 4 years of end of DTV transition. 70% coverage at end of license term. REAG: coverage based on EA; 40% of population in each EA within 4 years and 75% by end of license term. | For 800 MHz Band: List of municipalities per federal state. Priority class system: P1: pop <5k P2: pop 5-20k P3: pop 20-50k P4: pop >50k Staged rollout. P1 areas must be covered first at 90%, before moving to next priority stage areas and so on. The last areas, P4, must be covered at 90% by 2016. Total population coverage must be 50% by January 2016. | Priority to a list of households without broadband connection. To be reviewed annually. SEK 300 million of auctions proceeds comprise bids for coverage and the license holder that has won the frequency block FDD6 shall use this sum to cover those permanent homes and fixed places of business that lack broadband. | Operators who have been awarded 2x10 MHz in the 800 MHz band (Telefónica, Vodafone and France Telecom), will have to fulfil, altogether and before January the 1st of 2020, a coverage of at least 90% inhabitants of towns with less than 5 000 people with at least 30Mbit/s speed (considering offers with other technologies or in other frequency bands). | 98%/99.6% population after 12/15 years + 40%/90% of priority population after 5/10 years + 90% of population of each department after 12 years + (optional but weighted in selection process) 95% of population of each department after 15 years. | For each region, five lists of municipalities with less than 3000 inhabitants have been formed; each list was associated to one spectrum lot (2x5MHz) (the first lot, the lower, assigned as specific lot, has not coverage obligations associated); the list are formed by uniform rotation of municipalities ordered by population. The coverage obligations | General obligation regarding utilisation: the licensee is obliged to use the allocated frequencies as set out in Article 1 TCA and to provide commercial telecommunications services over its own transmission and reception units. In addition, licensees who have the right to use frequencies in the 800 MHz band are obliged to ensure coverage |

(seguido)

| Digital Dividend spectrum allocations | USA | Germany | Sweden | Spain | France | Italy | Switzerland |
|---------------------------------------|-----|---------|--------|-------|--------|---|--|
| | | | | | | <p>are: 30% of the broadband service must start within three years in the lists associated to the assigned spectrum lots within three years, 75% within five years.</p> <p>The commercial launch (retail or wholesale) of A new entrant is allowed two additional years to reach the same objectives. Coverage obligations can also be fulfilled using frequencies in other bands. In this case the switch to 800 MHz frequency of municipalities covered with different frequencies, should be at least 50% of the obligations in 7 years and completed in 10 years.</p> | <p>of 50% of the population of Switzerland with mobile radio services via their own infrastructure by 31 December 2018 at the latest</p> |

(seguido)

| Digital Dividend spectrum allocations | USA | Germany | Sweden | Spain | France | Italy | Switzerland |
|---------------------------------------|--|--|--|---|--|---|-------------|
| Additional obligations | Open platform requirement on the 2x11 license. | For all bands: Obligation to apply for site specific technical radio parameters for every base station before bringing into operation. | Obligation placed to only one license in 800 MHz to provide a minimum broadband service of .1Mbps to the priority list. Obligation to not cause interference to reception of terrestrial broadcasting (according to definition in license conditions). | Obligation to protect broadcasting in lower adjacent band | Obligations on infrastructure sharing, opening to MVNO and roaming. Obligation to protect broadcasting in lower adjacent band by stringent out-of-band power limitations on base stations, provision of impact studies and by "taking all necessary measures to restore previously existing broadcasting services if interference occurs". | Obligation to accept any reasonable request of access by third parties on commercial terms after 5 years in areas where frequencies have not been used. Obligation to offer national roaming to new entrants Obligation to site sharing on commercial and reciprocal terms for at least 5 years Obligation to use all mitigation and coordination techniques, standards, methods and best practices for protecting broadcasters. Administration reserves to intervene in case of persistent problems in a justified and proportionate way | |

(seguido)

| Digital Dividend spectrum allocations | USA | Germany | Sweden | Spain | France | Italy | Switzerland |
|---------------------------------------|-----|---------|--------|---|---|---|-------------|
| Other obligations | | | | Additional annual fee for spectrum use: 7.76 MEUR per year for a block of 2 x 5 MHz, applicable from effective use of spectrum (before 1st January 2015). | Additional annual fee for spectrum use: 1% of annual income every year. | Obligation to publish and maintain for at least 5 years a data offer where no traffic management technique is introduced. | |

Digital Dividend (from 2012 to 2017):

| | USA | Germany | France | New Zealand | Brazil | Peru | Mexico | Finland |
|---|--|--|---------------------------------------|---------------------|---|-----------------------|---|--|
| Digital Dividend spectrum allocations | | | | | | | | |
| Digital Dividend 1 or 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Frequency bands considered in the same process | 600 MHz (617-698 MHz) | 700 MHz, 900 MHz and 1.8 GHz (703-733 MHz and 758-788 MHz) | 700 MHz (703-733 MHz and 758-788 MHz) | 700 MHz | 700 MHz | 700 MHz | 700 MHz (703-748 MHz and 758-803 MHz) | 700 MHz (703-733 MHz and 758-788 MHz) |
| Band Plan | | APT | APT | APT | APT | APT | APT | APT |
| Date of licensing decision | Mar-2017 (auction closed) | May-2015 Jun-2015 | Dec-2015 | Aug-14 | Nov-2014 | Jul-16 | Jan-17 | Nov-2016 Feb-2017 (operation in the spectrum) |
| License duration | 12 years (10 year renewal) | Aprox. 17 years Until 31/12/2033 | 20 years | 16 years | 15 years (renewable once) | 15 years (renewable) | 20 years (renewable once for the same term). | 17 years |
| Type of licensing process | Incentive auction: Reverse auction + Forward auction | Auction | Auction | Auction | Auction | Auction | Auction | Auction |
| Packaging of DD band | 7x(2x5 MHz)= 70 MHz- licensed spectrum 14 MHz- wireless microphones and unlicensed use. | 6x(2x5 MHz)= 60 MHz | 6x(2x5 MHz)= 60 MHz | 9x(2x5 MHz)= 90 MHz | 4x(2x10 MHz)= 80 MHz, 3 national blocks and 3 regional blocks | 3x(2x15 MHz) = 90 MHz | 1x(2x45 MHz) = 90 MHz One wholesale shared services network. | 6x(2x5 MHz)= 60 MHz |

(seguido)

| Digital Dividend spectrum allocations | USA | Germany | France | New Zealand | Brazil | Peru | Mexico | Finland |
|---------------------------------------|---|---|---|--|---|--------------------------|--------|---|
| Amount raised for DD band | Total: 19.8 billion USD (10.05 billion USD for broadcasters and 7.2 billion USD to the US treasury). | 3 operators got 2 blocks each: 166.397 MEUR 165.509 MEUR 167.847 MEUR 166.567 MEUR 171.649 MEUR 163.476 MEUR Total 1001.445 MEUR | 2 operators got one block and 2 operators got two blocks each: 466 million EUR/ block of 2x5 MHz Total 2798 MEUR | 1 operator got 2 blocks: 44 million NZD 1 operator got 4 blocks: 158 million NZD 1 operator got 3 blocks: 68 million NZD Total: 270 million NZD | 3 operators got 1 national block (2x10 MHz) each: 1.947 billion Reals 1.947 billion Reals 1.927 billion Reals 1 operator got 1 regional block (2x10 MHz) in 29.5 million Reals Total 5.85 billion Reals | Total: 911.2 million USD | | 3 operators got 2 blocks each: 11.000 MEUR 11.000 MEUR 11.000 MEUR 11.000 MEUR 11.000 MEUR 11.330 MEUR Total 66.330 MEUR |
| Amount raised/ MHz/population | 0.88 (USD) | 0.21 (EUR) | 0.70 (EUR) | 0.47 (USD) | 0.19 (USD) | 0.32 (USD) | | 0.20 (EUR) |

(seguido)

| Digital Dividend spectrum allocations | USA | Germany | France | New Zealand | Brazil | Peru | Mexico | Finland |
|---------------------------------------|--|---|---|--|--|--|--|---|
| Coverage obligations | One license size Partial Economic Area (PEAs) Build out to 40% of the population in their service areas within 6 years and to 75% of the population by the end of their initial license terms of 12 years. | Each assignee – with the exception of new entrants – must ensure: Minimum transmission rate of 50 Mbit/s per sector Coverage of a minimum of 98% of households nationwide General availability of transmission rates of 10 Mbit/s and more Full coverage for the main transport routes (national motorways and high speed railway lines) Assignees may use their entire spectrum package to meet this target. | Spectrum CAP: 2x15 MHz in the 700 MHz band, and 2x30 MHz of lower band spectrum (700 MHz, 800 MHz and 900 MHz). 98%/99.6% metropolitan population in 12/15 years + 100% main roads in 15 years + 90%/95% of population in each metropolitan department in 12/15 years + 40%/92%/97.7% of population in the priority deployment zone in 5/12/15 years + 100% of city centres in the white zones program in 12 years + 60%/80%/90% of regional rail roads | Bidders who acquire three blocks of radio spectrum must build at least 5 new cell sites each year, for five years. Bidder having four blocks of 700 MHz radio spectrum will be required to build 10 new cell sites each year, for five years, in areas that it does not currently cover. Total of 75 new towers will be build to increase mobile coverage. All successful bidders must upgrade 75% of their existing rural cell sites to 4G using 700 MHz (to a maximum of 300 sites). | Spectrum CAP: 10+10 MHz (first round), increased to 20+20 MHz if there were remaining blocks (second round) No coverage obligations. Allowed bidders to use the 700 MHz band to accomplish the 2.5 GHz auction coverage obligations. | Coverage obligations In 1 year, after the beginning of operation: 15 specific locations In 3 years, after the beginning of operation: 129 population centres In 5 year, after the beginning of operation: 51 specific locations Minimum speed (applies for 2 years, after the beginning of operation) : DL: 1 Mbps UL: 20% of DL speed | Until the 31/03/2018: Coverage of 30% of the aggregated national population, including at least 25% of the total pueblos magicos In 3 years: Coverage of 50% of the aggregated national population, including at least 50% of the total pueblos magicos In 4 years: Coverage of 70% of the aggregated national population, including at least 75% of the total pueblos magicos In 5 years: Coverage of 85% (Minimum Coverage Required) of the aggregated | The network pursuant to the license must be built so as to cover 99% of the population of mainland Finland within three years of the start of the license period. Ensure reasonable indoor coverage within the coverage area. Covers all the main roads, secondary roads, regional roads and connecting roads in mainland Finland and the entire rail network owned by the State of Finland or managed and operated by a state-owned company. |

(seguido)

| | USA | Germany | France | New Zealand | Brazil | Peru | Mexico | Finland |
|--|-----|---------|---|--|---|---|---|---------|
| Digital Dividend spectrum allocations | | | nationwide coverage in 7/12/15 years + 60%/80% of regional rail roads coverage in each region in 12/15 years. | The auction conditions are designed to ensure that at least 90 per cent of the population has access to a 4G network and faster mobile broadband coverage within five years. | | | national population, including 100% of the total pueblos magicos In 6 years: Coverage of 88.6% of the aggregated national population In 7 years: Coverage of 92.2% of the aggregated national population. | |
| Additional obligations | | | The frequencies, which are currently being used for digital television broadcasting, will gradually become available across the country between April 2016 and July 2019. | The direct cost of clearing the spectrum was \$147 million. | 900 million Reais obtained in the auction will be used in the analogue to digital transition Commitment to purchase equipment with national technology | The service provider will assume the obligations and costs for the migration of broadcasters operating in the band. The total migration cost is of 10 million USD and it will be divided equally | The first criteria for choosing the winner will be based on the highest Populational Coverage Offer In case of a tie, the highest guarantee value will be considered as a second criteria. | |

(seguido)

| Digital Dividend spectrum allocations | USA | Germany | France | New Zealand | Brazil | Peru | Mexico | Finland |
|---------------------------------------|-----|---------|--------|-------------|--|--|--------|---------|
| | | | | | <p>Creation of an entity to administer the process of redistribution and digitalization of TV channels (including the distribution of Set Top Box (STB) to lower income population)</p> <p>Bidders comprise to bear the costs of redistribution of TV and repeaters and the solutions to solve harmful interference on broadcasting systems</p> <p>The use of the 700 MHz band can only begin 12 months after the analog switch off (the date can be anticipated, under certain conditions).</p> | <p>between the three winners.</p> <p>Band cleaning can take up to 12 months.</p> <p>Mobile concessionaries are obliged to provide interconnection to Mobile Virtual Network Operators (MVNOs).</p> | | |

A2-2. National regulations

Table 1A: Interference protection experiences

| United States of America | Canada | Singapore | United Kingdom |
|--|---|--|--|
| <p>Frequencies: allows any mode of WSD operation between 470-698 MHz on available channels subject to the interference protection requirements.*</p> <p>Allows fixed WSD operation between 54-72 MHz, 76-88 MHz, and 174-216 MHz.</p> <p>Propagation model: utilizes R6602 F-curve propagation model.</p> <p>Adjacent channel power limits: -42.8 dBm conducted power for fixed WSD (-42.8 dBm at 30 dBm EIRP conducted power, -62.8 dBm at 10 dBm conducted power, linear interpolation for values in between). For personal / portable devices -52.8 dBm EIRP (at 100 mW EIRP) or -56.8 dBm EIRP (at 40 mW).</p> <p>Protected services: protection criteria granted to DTT, and digital and analog Class A TV, low power TV, TV translator and TV booster stations, MVPD receive sites, fixed BAS links, PLMRS/CMRS operations, Offshore Radiotelephone Service, wireless microphones, radio astronomy services, and Wireless Medical Telemetry Service.</p> | <p>Frequencies: allows any mode of WSD operation between 512-608 MHz and 614-698 MHz.</p> <p>Allows fixed WSD operation between 54-60 MHz, 76-88 MHz, 174-216 MHz, and 470-512 MHz.</p> <p>Propagation model: utilizes R6602 F-curve propagation model.</p> <p>Adjacent channel power limits: -42.8 dBm/100 kHz for fixed WSD, with additional limits on transmitting antennas with directional gain greater than 6 dBi; and -52.8 dBm/100 kHz or -56.8 dBm/100 kHz (low power) for portable devices</p> <p>Protected services: Specifies particular protection criterion for TV licensees, RRBS base station (downstream) transmitted protected contour, licensed LPA and developmental stations, radio astronomy observatories, and licensed (but not license-exempt) wireless microphones.</p> | <p>Frequencies: allows WSD operation (before DTT transition) between 181-188 MHz, 209-223 MHz, 502-518 MHz, 614-622 MHz, 630-710 MHz, 718-742 MHz, 750-774 MHz, and 790-806 MHz.</p> <p>Allows WSD operation (after DTT transition) between 174-188 MHz, 195-202 MHz, 209-230 MHz, 470-534 MHz, and 614-694 MHz.</p> <p>Propagation model: mandates use of Hata model.</p> <p>Adjacent channel power limits: -56.8 dBm in channels adjacent to TV broadcasters.</p> <p>Safe harbour channels: database must establish two PSME channels and may designate up to two “high priority channels”.</p> <p>Protected services: currently include TV broadcast, private mobile radio, and wireless microphones (may be subject to future expansion).</p> | <p>Frequencies: allows WSD operation between 470-790 MHz.</p> <p>Propagation model: utilizes SEAMCAT extended Hata model.</p> <p>Adjacent Channel power limits: WSDs subject to different out of band emissions limits based upon emissions class (1 through 5).</p> <p>Protected services: protection currently specified for DTT, PMSE, and services in bands adjacent to 470-790 MHz.</p> |
| <p>* White space devices are not permitted to operate on the first channel above and below TV channel 37 (608-614 MHz) that are available until the completion of the broadcast television spectrum incentive auction.</p> | | | |

Table 2A: Interference avoidance methods

| United States of America | Canada | Singapore | United Kingdom |
|--|---|--|--|
| <p>Method: Geolocation database permitted, and Federal Communications Commission (FCC) will designate one or more administrators.</p> <p>Spectrum sensing permitted, with separate device parameters specified.</p> | <p>Method: Geolocation database permitted and Industry Canada (IC) will designate one or more administrators.</p> <p>Spectrum sensing is not permitted at this time.</p> | <p>Method: Geolocation database permitted, and Infocomm Development Authority (IDA) will license one or more administrators.</p> <p>Spectrum sensing only not permitted at this time, but sensing can be complimentary.</p> | <p>Method: Geolocation database permitted, and Ofcom will qualify and designate one or more administrators.</p> <p>Spectrum sensing not permitted at this time.</p> |

A2-3. Case studies of broadband access in the TVWS

More information on these cases studies may be found in the input contributions to this report, a list of which can be found in **Annex 3**.

A2-3.1 Bhutan

Bhutan is characterised by steep, high mountains crisscrossed by rivers that form deep valleys before draining into the plains of India. Though the constitution mandates the Royal Government of Bhutan provide to its citizens free access to basic health care facilities, the majority of Bhutan's population live in settlements where health care facilities are usually more than an hour's walk away, and many villages are connected only by mule tracks.⁵⁶

With support from international development institutions and private sector stakeholders, the Ministry of Health (MoH) and Ministry of Information & Communications (MoIC) jointly implemented a pilot project to design an eHealth service delivery platform piloting TV White Space technology. The project links rural health clinics with a central reference hospital, utilising TVWS technology for last mile connectivity. By connecting rural populations, who would otherwise have to travel hours or even days to the nearest hospital, the project significantly improves their access to basic health services.

A2-3.2 Botswana

The government of Botswana has worked with a broad set of partners to deploy a telemedicine project designed to increase the quality of health services available at rural health clinics by enabling the provision of specialised care, and in particular maternal care not previously available.⁵⁷

Launched in March 2015, project Kgolagano aims to bring specialised health services to local Botswana hospitals and clinics. Telemedicine will provide a low-cost, high-impact solution to rural health challenges. In Botswana, rural hospitals and health clinics suffer from a lack of capacity, especially to offer specialised healthcare and quality maternal care that may be more available in larger cities.

Project Kgolagano provides a system to capture and send high resolution images over TVWS signals from local clinics to regional hospitals. From hospitals, they are sent via backhaul fibre networks to specialised medical personnel located in Gaborone, Botswana's capital, and to international partners such as the University of Pennsylvania, resulting in more accurate diagnoses and better care, without requiring the patient to travel.

The project not only fills a connectivity gap for dozens of local clinics, but also gives them the means to provide specialised healthcare services that are currently otherwise unavailable to rural populations. Over time, this TVWS system is expected to be expanded from clinics to other sites such as government offices and small businesses, further spreading access and its socio-economic benefits.

A2-3.3 Republic of Korea

The Korean government believes that TVWS services will help close the digital divide and make wireless broadband access more affordable for people across the country.⁵⁸ To realize this goal, the Korea Communications Commission (KCC) unveiled its "Basic Plan to Utilize TV White Space" in 2011, intending to use the 470-698 MHz band to provide: wireless internet services to rural areas, disaster prevention and management services, information delivery services for museums, stadiums, and other small areas, and smart grid services on water quality and power usage. During the same year,

⁵⁶ Document 1/223, "eHealth pilot project using TV white space technology as last mile connectivity", Kingdom of Bhutan.

⁵⁷ Document SG1RGQ/109, "Providing health care by using spectrum sharing in Botswana", Republic of Botswana.

⁵⁸ Document 1/459(Rev.1), "Update of Korea's TVWS case", Republic of Korea.

a super Wi-Fi network in Je-ju Island and emergency transmission service were introduced in the country as a TVWS pilot service.

The Korean government set the unlicensed based TVWS technical standards to build a TVWS Data Base that protects priority services of the 470-698 MHz band, such as terrestrial DTV and licensed wireless microphone.

In 2013, the TVWS DB was set up and has been managed by the government (MSIP).

In 2015, the government extended TVWS Wi-Fi services for fire detection and protection application services for cultural properties located in mountainous and coastal regions.

The government of the Republic of Korea (MSIP) made a new public notice allowing unlicensed use of the TVWS in November 2016. In April 2017, the first TVBD product that meets the regulations released and Korea began to provide TVWS commercial services.

A2-3.4 Malawi

Like many countries in Africa, Malawi⁵⁹ faces many challenges extending Internet connectivity beyond the current penetration rate of 6.7 per cent. Consequently, the government has pursued TVWS research through several different pilots to evaluate its potential. These projects extended Internet connectivity to two schools, enabling access to expanded educational resources for students, and a rural hospital, that piloted new projects in remote and virtual diagnosis. TVWS devices were also deployed by the Department of Seismology to enhance national seismic early warning systems and by the Air Wing Unit of the Malawi Defense Force to connect runways and bases to the Internet.

A regulatory framework enabling the widespread operation of white space devices is currently under development in Malawi and is expected soon.

A2-3.5 The Philippines

The Philippines is conducting the largest TVWS project so far in Asia supporting affordable community connectivity, sustainable resource management, educational access, and disaster resilient communications in a remote province.⁶⁰

Partially due to challenging topography, communities in Bohol province suffer from poor last-mile infrastructure, a gap which leaves dozens of schools and communities without Internet access. Existing infrastructure deficits are exacerbated by natural disasters, several of which have occurred in the region recently.

With a broad array of public, private, and international development partners, the project deployed TVWS technology to bring connectivity to dozens of sites across the Bohol province. The primary purpose of the Bohol project is to improve the quality of local education; by providing schools and teachers with reliable connectivity, TVWS technology allows for new forms of multimedia instruction, access to higher quality information and resources, and more effective teacher training and management.

Further, by opening broadband connections after school hours to the wider community, existing bandwidth is not wasted and a new resource is made available to the community. Residents use it to access social media and communications platforms to stay in touch with friends and family, to access government services and public information, and to engage in e-commerce. Connectivity was also provided to support the Ecosystems Improved for Sustainable Fisheries (Ecofish) ecological

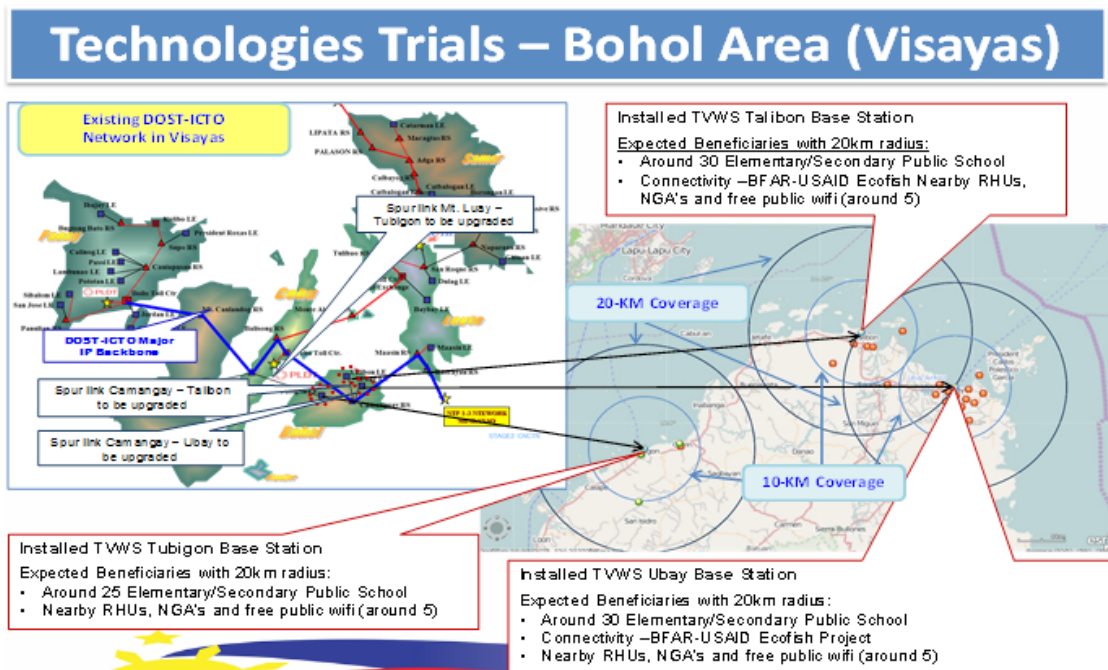
⁵⁹ Document 1/233, "Providing innovation and highly researched technologies in TV White Spaces (with applications in education, security, early warning and disaster preparedness)", Malawi.

⁶⁰ Document SG1RGQ/44, "Dynamic spectrum access case study", Republic of the Philippines.

sustainability program, where it makes local fishing more sustainable through more effective management, administration, and compliance action.

As part of separate project, the Department of Science and Technology in partnership with private sector partners, deployed TVWS transmitters in the city of Tacloban after the 2013 Bohol Earthquake and Typhoon Haiyan. By providing immediate connectivity and two-way voice communication after the destruction of other terrestrial infrastructure, this equipment provided communication capabilities for first responders and victims, improving the coordination of relief efforts. This was accomplished at less than 1/10th the cost of alternative solutions and required little to no specialised expertise to deploy. During this period, TVWS technology connected over 500 residents, enabled greater than 75,000 hours of Skype calls, and coordinated 5,000 rescue workers.

Figure 1A: Talibon, Tubigon and Ubay TV White Space area coverage



A2-3.6 United States of America

The United States of America (USA) has pioneered use of license-exempt spectrum, and three case studies in the USA are relevant to the experience of developing countries, namely the deployment of commercial wireless Internet service in rural areas, the extension of the service area of libraries into communities, and the provision of university campus-wide broadband.⁶¹

The first describes a commercial deployment in rural El Dorado County, California, a rugged region with approximately 140,000 rural residents, many of whom remained without Internet access. In 2012, the local commercial Wireless Internet Service Provider (WISP) deployed a series of five TVWS base stations, each capable of serving up to ten customers. In 2015, the WISP began the process of upgrading to the next generation of TVWS equipment, which will allow it to operate at higher power levels, higher data rates, and serve up to 30 customers per base station.

The second discusses a deployment in Delta County, Colorado. It is a hilly and tree-covered area with a rural population of approximately 30,000. Due to poor deployment of broadband, each of the county's five libraries served as a sort of community centre and Wi-Fi access point for many residents.

⁶¹ Document SG1RGQ/60, "Preliminary examples of spectrum sharing practices in the broadcast television bands", United States of America.

Beginning in 2013, one of these libraries was equipped with a TVWS base station which subsequently provided Wi-Fi access to other areas of the community. After the conclusion of the trial period, the Delta County library system raised the funds to purchase the TVWS equipment and continues to provide access for the community.

The third case highlights a project to provide high quality wireless broadband across a university campus. In 2013, a partnership of education associations, public interest groups, technology companies, and the West Virginia University Board of Governors, among others, began a multi-stage project to expand the areas of connectivity across several campuses of West Virginia University. In its first stage, two TVWS base stations and five fixed client radios were deployed in order to provide Wi-Fi access at university transit stations. Plans call for the eventual installation of TVWS radios on all cars of the transit system to provide seamless connectivity to commuting students and faculty.

A2-3.7 Ghana

Most educational institutions and rural communities in Ghana do not have access to affordable broadband Internet. To bridge this gap, several trials were made on TV White Space technology in these institutions. After the trials, one company was authorised to operate commercial TV White Space enabled services to provide Internet connectivity to two educational institutions. This has given students access to affordable broadband Internet around the campuses and their environs.

In Ghana, television services are distributed using multi-frequency network (MFN) and single frequency network (SFN) meaning that the services are transmitted using different frequencies in different parts of the country. TV broadcast network uses high power transmitters, it is therefore necessary to leave gaps to prevent TV coverage areas from overlapping which would cause interference and disrupt TV reception.

Further, the National Communications Authority (NCA) is currently developing the regulatory framework for the operations of TVWS services.

In view of the above, although the TVWS technology is still not fully mature for a full-scale deployment in Ghana, results of the trials indicate that it has the potential of delivering broadband access to rural communities in Ghana.

A2-4. Countries experiences in relation to spectrum pricing, licensing fees and auctions

In the following sections we highlight experiences of different administrations in valuing spectrum fees.

A2-4.1 Côte d'Ivoire – Estimating costs of licenses and frequencies

The capability of the National Regulatory Agency (NRA) to accurately estimate licensing costs and spectrum usage fees when renewing 2G mobile telephony licenses, allowing entry of new 2G competitors, and the granting of new licenses (3G, 4G, general license) is important both for the NRA and the telecom operators.⁶² For many administrations, such payments often represent a significant resource for public finance. These payments are based on several factors and considerations. Typically, licensing costs and spectrum usage fees vary based on the type of network and services provided and are determined by the characteristics and the amount of spectrum made available.

Côte d'Ivoire observes that NRA's in developing countries often lack the necessary capability to estimate the costs of licenses and usage fees, as telecom operators upgrade their 2G voice and data networks to 3G and 4G networks. In these circumstances, NRA's often turn to international firms to estimate the costs of licenses for both their technical expertise and to lend credibility to the process

⁶² Document 1/164, "The need to develop a method of estimating license costs", Republic of Côte d'Ivoire.

for the affected parties. The two methods used most often by these firms for estimating the economic value of the spectrum licenses are: (1) Discounted Cash Flow (DCF) and (2) benchmarking methods.

Under the DCF method, the consultant first estimates an operator's annual revenues and cost based on its business plan over the period of validity of the license to derive an estimate of the operator's free cash flow. A country's unique discount rate is applied to the estimated future free cash flow to determine its present value, which is an indicator of the license's economic value. A percentage of the calculated value, between 40 and 70 per cent, is used to estimate the spectrum price of the license. The estimate can be validated by a comparison of results with international best practices. As the analysis is based on the expertise of consultants acquired from many other similar projects rather than on country specific data, the possibility exists for under-estimating or over-estimating the cost of the licenses. Côte d'Ivoire believes these cost estimates should be adjusted to account for the conditions prevalent in developing countries so as to reflect their actual value. Further, it would be desirable for these consultants to adopt a coherent method of calculation for the sake of obtaining a clearer and fairer evaluation of the various financial costs associated with individual licenses and spectrum usage fees.

The second method, benchmarking, involves comparing values of the financial costs of licenses and frequency use. Limitations in using the benchmarking method result from the differences in licensing terms (population, areas, inflation, etc.) that prevent an apples-to apples comparison, coupled with the fact that the methods used for estimating the costs for a given license may not be known. To improve benchmarking, Côte d'Ivoire recommends that: (1) National regulatory authorities carry out market surveys in their countries in order to better ascertain market trends and be in a position to make reasonable and fair estimates; (2) National regulatory authorities put in place mechanisms to certify the validity of data and to exchange data in real time; and (3) the ITU recommend methods of estimating costs of licenses and frequencies that are best adapted to the requirements of developing countries taking into account the shortage of data for estimating costs of licenses and frequency resources.

A2-4.2 Republic of Niger – Method to determine the frequency fees

The NRA is authorized to collect an annual spectrum usage fee, as well as fees to cover its costs for managing and monitoring the radio spectrum.⁶³ The Republic of Niger proposes a new method for calculation of spectrum usage and management fees that is less complex and more understandable to all the parties involved. The motivation for proposing the new method is that if fees are seen to be set too high, operators will increase their rates for telecommunications services which may result in fewer users and / or reduced use of the spectrum. Conversely, if fees are set too low, it may lead to a significant increase in spectrum usage, causing network congestion, among other challenges. The new method covers:

- The administrative fee paid at the time of requesting a radio frequency assignment or approval of a radio installation referred to as the 'file tax'. The value of the tax varies for different services / networks and is determined through a benchmarking process.
- The visit and control tax allows for cost-recovery for when regulatory agency staff provides services at a network user or radio service facility. It is a flat tax whose value is based on benchmarking.
- Spectrum usage fee for private sector operators can be calculated by the following formula:

$$R = D \times V \times L \times S \times C \times K$$

Where:

D = Percentage of time the frequencies are being used over a year

⁶³ Document SG1RGQ/182, "Method to determine the frequency fees", Republic of Niger.

V = Bandwidth of the frequency assignment (provided by a table that varies by radio service and the frequency band)

L = Level of demand (provided by a table that varies by frequency band and the nature of the service)

S= Optimization of the use of the spectrum (accounting for the level of complexity of the spectrum management based on different service / network type)

C = Class of use (government use, private services of general interest or public utility, networks open to the public established by licensed operators, independent private networks, radio and television, amateur use.)

K = Reference value (fee depends on the radio service)

There are also spectrum usage fees for fixed- and mobile-satellite service and for terrestrial radio and television broadcasters whose content is retransmitted over cable networks.

– Contributions to the management fee are calculated using the formula:

$$C = T \times R \times O \times G$$

Where:

T = Percentage of time the frequencies are being used over a year

R = Number of stations / links

O = Service coverage area (urban, regional, national, international)

G = Reference value (depends on service / network)

There are also fixed spectrum management fees for mobile satellite service and terrestrial radio and television retransmission over cable systems.

A2-4.3 Russian Federation – Experience of Russian Federation in the field of spectrum fees

In accordance with its Federal laws and Government decrees, the Russian Federation requires a one-time initial payment and an annual fee for use of its radio frequency spectrum. The methodology used for calculating these fees, includes rates and coefficients dependent on the frequency bands used, the number of radio frequencies (or channels used) and radio technologies applied, is described below:

Calculation of One-Time Payment

Each mobile operator must pay a one-time spectrum use fee for each frequency band assigned for its use by the State Radio Frequency Commission (SRFC) decision and (or) specified in the license granted by each Russian Federation Subject (or part of Subject). For technologies other than cellular, the one-time fee is set for each granted authorization. For both, the fee is calculated using the following formula:

$$P_o = R_o \times K_{band} \times K_N \times K_{tech}$$

Where:

P_{ot} = total one-time payment, roubles

R_{ot} = rate of tariff for one-time payment, roubles

K_{band} = coefficient depending on the frequency band used

- K_{Nf} = coefficient depending on number of used radio frequencies (radio channels)
- K_{tech} = coefficient depending on applicable technology

Details regarding the methodology for calculation of K_{band} , K_{Nf} and K_{tech} can be found in **Annex 3**.

Calculation of the Annual Fee

Each mobile operator must pay an annual spectrum use fee for each frequency band assigned for its use by the State Radio Frequency Commission (SRFC) decision and (or) specified in the license granted by each Russian Federation Subject (or part of Subject). For technologies other than cellular, the annual fee is set for each granted authorization. For both, the fee is calculated using the following formula:

$$P_a = \sum_{i=1}^4 P_{a(q)(i)}$$

where:

$$P_{a(q)} = R_a / 4 \times K_{band} \times K_{Nf} \times K_{tech} \times N_{auth(q)} / N_q$$

- P_a = annual fee, roubles
- $P_{a(q)}$ = annual fee per a quarter, roubles
- R_a = rate of annual fee, roubles
- K_{band} = coefficient depending on used frequency band
- K_{Nf} = coefficient depending on number of used radio frequencies (radio channels)
- K_{tech} = coefficient depending on applicable technology
- $N_{auth(q)}$ = number of effective days of authorization in a payable quarter
- N_q = number of days in a payable quarter

Note that the coefficients are applied per each radio frequency (radio channel) and/or frequency band.

Details regarding the methodology for calculation of K_{band} , K_{Nf} (excluding MMDS radio systems, Earth Stations of Satellite Systems (ESSS) and VSAT Hub (central) stations) and K_{tech} (for both cellular radio and other technologies) can be found in **Annex 3**.

Note 1: If a cellular operator holds a license to multiple channels within a given spectrum band, and uses different cellular radio technologies to access different channels, the annual fee per frequency band is calculated using maximum K_{tech} for radio technology used in the frequency band.

Note 2: When a SRFC decision or license assigns a frequency band to an operator not for the entire territory of the Subject but for some part of its territory, the number of used radio frequencies (radio channels) is calculated only with regards to the part of the Russian Federation Subject.

Note 3: To encourage timely registration, radio system operators that do not register within the designated period after authorization is granted, face significantly increased annual fees.

Observations regarding spectrum fees derived using this methodology

- On a per radio device basis, spectrum fees are highest for devices used for commercial cellular service and lowest for devices for scientific and government use, or are license-exempt.
- On a per megahertz basis, spectrum fees are highest for commercial cellular services and lowest for services that are for scientific and government use, or are license-exempt.

A2-4.4 Republic of Korea –Beauty contest and auction in spectrum management

Up until 2011, the Republic of Korea assigned spectrum to telecommunications service providers exclusively through beauty contests.⁶⁴ In the case of beauty contests, the economic value of the spectrum is measured by the value of the frequency band along with: (a) the efficiency of radio resource utilization; (b) the financial capacity of the assignee; (c) the technical capability of the assignee; (d) the technical characteristics of the frequency to be assigned; and (e) the impact of the corresponding frequency allocation on the telecommunications business and other factors. Korea also calculates spectrum prices based on revenue forecasts or actual revenues of telecommunications service providers as a means to promote broadcasting and ICT industry development.

Korea's first spectrum auction was conducted in 2011. Evaluations of the 2011 and 2013 spectrum auctions have shown that use of the auction method has enhanced fairness, transparency, and effectiveness of frequency management. With a beauty contest, the government can more accurately forecast its potential revenue. With the auction method, the government can no longer accurately forecast its potential revenue, as the value of spectrum for commercial use is more closely tied to the current market price, which is set by telecommunications service providers. Even so, the auction method is now considered the primary approach in assigning frequencies.

To promote competition, the Korean government has introduced a longer instalment payment system for spectrum auctions that lowers the barriers for participation by smaller, less-well capitalized companies. It is also important to note that most of the revenue generated from assigned spectrum has been spent for promoting research and development of information and communications technologies.

A2-5. Countries experiences in relation to Spectrum Management Systems

A2-5.1 Hungary – Spectrum Management IT System (STIR)

After three years of planning, the first phase of the development of the Spectrum Management IT System (STIR) was finished in 2015 in Hungary.⁶⁵ The STIR provides wide support to experts to create, edit, visualize and easily publish regulations around the use of the spectrum in Hungary, specifically the "Decree on National Frequency Allocation" and the rules of using frequency bands. This tool helps experts to undertake different analyses according to various criteria through processing the frequency management information that is available in the system. The tool is also capable to receive or send information to other systems such as EFIS (ECO Frequency Information System) and can be used in both English and Hungarian.

⁶⁴ Document 1/54, "The experience of beauty contest and auction in spectrum management in the Republic of Korea", Republic of Korea.

⁶⁵ Document 1/352 + Annex, "STIR (Spectrum Management IT System)", Hungary.

A2-6. Countries experiences in relation to Spectrum Management

A2-6.1 People's Republic of China – The improvement of spectral efficiency based on LTE technology

As the transition proceeds from narrowband trunked systems to broadband wireless networks, increased spectrum capacity is needed for the delivery of various public sector applications, including those requiring transmission of voice, data, image and video. In particular, public safety and emergency communications require dedicated networks for use across transportation, energy, education, and environmental protection.⁶⁶

In consideration of other governments' spectrum allocation for public safety, the People's Republic of China's Ministry of Industry and Information Technology, has designated 20MHz bandwidth on 1.4GHz frequency band for a broadband dedicated trunked system to meet the needs of government use, public safety, and other public sector use.

In addition, the Chinese government conducted pilot projects in Beijing, Shanghai, Tianjin, and Nanjing to experiment with government uses for dedicated wireless networks, powered by TD-LTE technique and digital trunked technique. These technologies support high speed transmission, broadband and resource sharing, fast call technology, and command dispatch. They can also deliver services, such as original trunked voice service, broadband communication of collaborative process, and video-scheduling simultaneously. In addition, this network may be technically capable in the areas of network safety, reliability, and extendibility, which provides great potential for various applications in the fields of public safety, transportation, security, and defence. The Chinese government believes a TD-LTE technology-based government network will provide strong support for future smart city applications.

Nanjing Example: The wireless government dedicated network in Nanjing covers 11 municipal districts, with an area of about 6,597 square kilometres and a population of about 8 million. Following the network of outdoor roads, the city adopted a thin-overlay coverage pattern with the following coverage quality conditions: (1) The area where the received signal strength exceeds -100dBm, (2) is not less than 85 per cent of the planned coverage area, and (3) the edge coverage ratio is not less than 60 per cent. To ensure the coverage of the network within the city, as well as the indoor coverage in major application architectures, the network is composed of terminals, broadband wireless access subsystem, the network subsystem, and application subsystems. It includes almost 300 base stations, providing mobile information solutions for mobile office applications, emergency disposal, administrative enforcement actions and public safety. These support communication and data transmission services for Nanjing municipal government, the police department, and the urban management departments, and played a crucial role in command dispatch and communication protections in the Nanjing Youth Olympic Games. The wireless government dedicated network also supports Internet services and multimedia trunking services, which are characterized by strong anti-interference ability, high spectral efficiency, high coverage, excellent compatibility and confidentiality.

A2-6.2 Tanzania – The legal framework on Spectrum Management in Tanzania

Radio frequency spectrum is a scarce resource which must be used efficiently and effectively. In absence of a specific policy on spectrum management and for the purpose of resolving challenges in regulating spectrum, Tanzania⁶⁷ has put in place a legal framework that provides for wide powers for spectrum management, authorizing the Authority to retrieve spectrum from operators who do not use it, or are using it in an inefficient and ineffective manner. The framework can be adopted by other countries so as to put in place effective and efficient spectrum management, and to ensure that the scarce spectrum resource is used for the benefit of society.

⁶⁶ Document 1/356, "The improvement of spectral efficiency based on LTE technology", People's Republic of China.

⁶⁷ Document 1/155, "The legal framework on Spectrum Management in Tanzania", United Republic of Tanzania.

Tanzania has two general policies to govern the ICT/telecommunications sector: National Telecommunications Policy (NTP) of 1997 and the National Information Communications Technology Policy of 2003. The NTP authorized the relevant regulators to monitor and to regulate the telecommunications sector and to allocate and monitor radio frequencies. Additionally, various legislation has governed the management of spectrum in Tanzania. In 1993, the Communications Commission (TCC) was established under the Tanzania Communications Act (TCA) as the regulator for posts and telecommunications issues. Following a legal battle on retrieval of spectrum, in 2001 the Government of Tanzania amended the TCA to enable TCC to retrieve spectrum from an operator who is occupying but not using certain spectrum. The amendment also ensured spectrum is utilized in an efficient and effective manner. In 2010, the Electronic and Postal Communications Act (EPOCA) was enacted and repealed the TCA and Broadcasting Services Act. This new law provided the Converged Licensing Framework, introduced a number of new developments in the sector including: SIM card registration, Computer Emergency Response Team, Digital broadcasting, and Postcodes.

In the regulatory space, the Radio Communication Regulations of 2001 was the first regulation covering a number of issues related to radio frequency spectrum. It was replaced with the Tanzania Communications (Radio Communications and Frequency Spectrum) Regulations in 2005, which governed a range of issues such as general licensing issues and classes of licenses using spectrum and interference with telecom equipment, station networks and systems. In 2011, the 2005 regulations on frequency spectrum were repealed and replaced with the Electronic and Postal Communications (Radio Frequency) Regulations. The above-mentioned Regulations provide:

- Where spectrum is insufficient or bands are competitive, allocation and assignment of spectrum to any successful applicant shall be on basis of beauty contest process;
- Criteria for the Authority to follow in case of competing demand: roll out commitment, financial/technical capability and public interest;
- Spectrum allocated to be used within 12 months from date of grant of license;
- The Authority may from time to time, review spectrum allocation plan with view to phase out ageing technologies and obsolete radio equipment;
- The Authority may require sharing of spectrum among users.

Annex 3: Contributions received for WTDC Resolution 9

Resolution 9 contributions for Rapporteur Group and Study Group meetings

| Web | Received | Source | Title |
|-----------------------------|------------|--|---|
| 1/465 | 2017-03-17 | BDT Focal Point for Resolution 9 | Spectrum management master plans in ASP and Caribbean |
| 1/459 (Rev.1) | 2017-03-17 | Korea (Republic of) | Update of Korea's TVWS case (section 1.4.3, Chapter 1) of the Final Report |
| 1/445 | 2017-01-17 | ITU-D and ITU-R Co-Chairmen for the Joint Group for Resolution 9 | Report for the ITU-D/ITU-R Joint Group meeting for WTDC Resolution 9, Geneva, 17 January 2017 |
| 1/420 [OR] | 2017-02-10 | ITU-D Co-Chairman for the Joint Group for Res. 9 | Final Report for Resolution 9 |
| RGQ/278 (Rev.1) [OR] | 2016-11-18 | ITU-D and ITU-R Co-Chairmen for the Joint Group for Resolution 9 | Draft Final Report for Resolution 9 |
| RGQ/276 | 2016-11-14 | Korea (Republic of) | Modified text for Korea's TVWS case in Chapter 1 |
| 1/373 | 2016-09-07 | France | Draft Chapter 1 and 2 – Report of Resolution 9 |
| 1/372 | 2016-09-07 | BDT Focal Point for Question 8/1 and Resolution 9 | BDT activities on broadcasting and spectrum management |
| 1/363 +Ann.1 | 2016-09-07 | Chairman and BR Counsellor for ITU-R Study Group 1 | ITU-R Study Group 1 recent and on-going activities on spectrum management |
| 1/362 | 2016-09-07 | Inmarsat Plc | Spectrum management approach for the consideration of earth stations in the fixed-satellite service, including Earth Stations In Motion (ESIMs) |
| 1/356 | 2016-09-07 | China (People's Republic of) | The improvement of spectral efficiency based on LTE technology |
| 1/352 +Ann.1 | 2016-08-25 | Hungary | STIR (Spectrum Management IT System) |
| 1/339 | 2016-08-05 | United States of America | Spectrum Monitoring |
| 1/327 [OR] | 2016-08-05 | ITU-D Co-Chairman for the Joint Group for Res.9 | Draft Chapter 1 and 2 – Report of Resolution 9 |
| 1/295 | 2016-08-01 | France | Comments of France in response to observations made by WP 1B of ITU-R Study Group 1 |
| 1/273 +Ann.1 | 2016-07-22 | BDT Focal Point for Resolution 9 | Spectrum fee guidelines |
| 1/249 | 2016-04-11 | Co-Chairmen for the Joint Group for Resolution 9 | Report of the Rapporteur Group Meeting on Resolution 9 (Rev. Dubai, 2014), Geneva, Monday 11 April 2016 |

Resolución 9: Participación de los países, en particular de los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias

| Web | Received | Source | Title |
|-----------------------|------------|---|--|
| RGQ/240 +Ann.1 | 2016-04-11 | Radiocommunication Bureau, BR Focal Point on Resolution 9 | Outcome of World Radiocommunication Conference (WRC) 2015 |
| RGQ/238 | 2016-03-22 | France | Consolidated text for New/Emerging Spectrum Management Approaches completed with ECC Report 236 relevant extracts. |
| RGQ/236 | 2016-03-22 | ITU-D Co-Chairman for the Joint Group for Res.9 | Draft Chapter 1 and 2 – Report of Resolution 9 |
| RGQ/222 | 2016-03-22 | Russian Federation | The experience of the Russian Federation in the field of spectrum fees |
| RGQ/216 | 2016-03-22 | Korea (Republic of) | Recent TV White Space (TVWS) Policy and Pilot Projects in Korea (Republic of) |
| RGQ/206 +Ann.1 | 2016-03-18 | ITU-D Co-Chairman for the Joint Group on Res.9 | Report of the Expert Group meeting on Resolution 9 (Budapest, 18-19 February 2016) |
| RGQ/204 | 2016-03-18 | BDT Focal Point for Question 8/1 and Resolution 9 | Outcomes of RA-15, WRC-15 and CPM19-1 related to ITU-D |
| RGQ/203 +Ann.1 | 2016-03-18 | BDT Focal Point for Resolution 9 | BDT activities on spectrum management |
| RGQ/201 +Ann.1 | 2016-03-17 | Radiocommunication Bureau | Further development of the ITU-R documents database search facility |
| RGQ/182 | 2016-03-08 | Niger (Republic of the) | Méthode pour déterminer les redevances de fréquences |
| RGQ/137 | 2016-01-25 | Microsoft Corporation | Consolidated text for New/Emerging Spectrum Management Approaches |
| RGQ/134 | 2016-02-02 | Egypt (Arab Republic of) | Spectrum Access Schemes |
| RGQ/133 | 2016-01-25 | Inmarsat | Licensing regime applicable to earth stations in motion operating in the fixed-satellite service |
| 1/249 | 2016-04-11 | Co-Chairmen for the Joint Group for Resolution 9 | Report of the Rapporteur Group Meeting on Resolution 9 (Rev. Dubai, 2014), Geneva, Monday 11 April 2016. |
| 1/233 | 2015-08-27 | Malawi | Providing innovation and highly researched technologies in TV White Spaces (with applications in education, security, early warning and disaster preparedness) |
| 1/227 | 2015-09-02 | Dynamic Spectrum Alliance (DSA) | Technical Overview of Dynamic Spectrum Access |
| 1/224 | 2015-09-01 | BR Focal Point for Resolution 9 | ITU-R Study Group 1 – Recent & on-going activities on Spectrum Management |
| 1/223 | 2015-09-01 | Bhutan (Kingdom of) | eHealth Pilot project using TV White Space technology as last mile connectivity |
| 1/220 | 2015-08-31 | BDT Focal Point for Resolution 9 | Guidelines for setting up a new or updating an existing spectrum monitoring network |

Resolución 9: Participación de los países, en particular de los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias

| Web | Received | Source | Title |
|----------------------|------------|--|---|
| 1/183 | 2015-08-07 | Telecommunication Development Bureau | 1st ITU-D Academia Network Meeting |
| 1/180 +Ann.1 | 2015-07-24 | G3ict | Contribution of G3ict- The Global Initiative for Inclusive Information and Communications Technologies to the Working Party 5D (WP 5D) – IMT System |
| 1/164 | 2015-07-31 | Côte d'Ivoire (Republic of) | The need to develop a method of estimating license costs |
| 1/155 | 2015-07-31 | Tanzania (United Republic of) | The legal framework on Spectrum Management in Tanzania |
| 1/154 | 2015-07-31 | Microsoft Corporation | Cloud-based, open-source, low-cost experimental platform for qualitative assessment of spectrum utilization |
| 1/151 | 2015-07-28 | BDT Focal Point for Resolution 9 | BDT activities on spectrum management |
| 1/134 +Ann.1 | 2015-07-17 | France | Recent CEPT publication: ECC report 236 on "Guidance for national implementation of a regulatory framework for TV WSD using geo-location databases" |
| 1/130 | 2015-07-13 | Radiocommunication Bureau | Further Development of the ITU-R documents database search facility |
| RGQ/109 | 2015-04-01 | Botswana (Republic of) | Providing health care by using spectrum sharing in Botswana |
| RGQ/88 +Ann.1 | 2015-03-20 | BDT Focal Point for Resolution 9 | BDT activities on spectrum management |
| RGQ/81 +Ann.1 | 2015-03-17 | BDT Focal Point for Resolution 9 | Assessing the spectrum management needs of developing countries |
| RGQ/65 +Ann.1 | 2015-03-02 | Hungary | Spectrum Management IT System (STIR) |
| RGQ/60 | 2015-02-27 | United States of America | Preliminary examples of spectrum sharing practices in the broadcast television bands |
| RGQ/44 | 2015-02-26 | Philippines (Republic of the) | Dynamic spectrum access case study |
| RGQ/15 | 2014-12-15 | ITU-D/ITU-R Co-Chairman, Joint Group on Res.9 | Draft work plan for Resolution 9 |
| 1/67 | 2014-09-08 | Egypt (Arab Republic of) | Draft work plan for Resolution 9 (Rev. Dubai, 2014) |
| 1/63 | 2014-09-02 | Chairman, ITU-R Study Group 1, Radiocommunication Bureau | ITU-R Study Group 1 recent and ongoing activities on spectrum management (including ITU-R studies on DSA and CRS) |
| 1/62 | 2014-09-02 | Radiocommunication Bureau | Development of the ITU-R documents database search facility |

Resolución 9: Participación de los países, en particular de los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias

| Web | Received | Source | Title |
|-------------|------------|--------------------------------------|--|
| 1/56 | 2014-08-29 | BDT Focal Point for Resolution 9 | Guidelines for the preparation of a National Table of Frequency Allocations (NTFA) |
| 1/55 | 2014-08-29 | BDT Focal Point for Resolution 9 | Resolution 9 and BDT activities in spectrum management |
| 1/54 | 2014-08-28 | Korea (Republic of) | The experience of beauty contest and auction in spectrum management in the Republic of Korea |
| 1/50 | 2014-08-28 | United States of America | Selected recent developments in U.S. spectrum management |
| 1/3 | 2014-08-20 | Telecommunication Development Bureau | Resolution 9 (Rev. Dubai, 2014): Participation of countries, particularly developing countries, in spectrum management |

Liaison Statements

| Web | Received | Source | Title |
|----------------|------------|--------------------------------------|--|
| 1/436 | 2017-03-15 | ITU-R Study Groups- Working Party 5D | Liaison Statement from ITU-R WP 5D to ITU-D/ITU-R Joint Group on Resolution 9 on spectrum management principles, challenges and issues related to dynamic access to frequency bands by means of radio systems employing cognitive capabilities |
| RGQ/308 | 2016-12-15 | ITU-R Study Groups- Working Party 1B | Liaison Statement from ITU-R WP1B to ITU-D/ITU-R Joint Group for Resolution 9 on Spectrum management principles, challenges and issues related to dynamic access to frequency bands by means of radio systems employing cognitive capabilities |
| RGQ/307 | | ITU-R Study Groups- Working Party 1B | Liaison Statement from ITU-R WP1B to ITU-R/ITU-D Joint Group on WTDC Resolution 9 on Resolution 9 Draft Output Report |
| RGQ/306 | 2016-12-15 | ITU-R Study Groups- Working Party 1B | Liaison Statement from ITU-R WP1B to ITU-D SG1 Resolution 9 on the progress towards a preliminary draft new report ITU-R SM [Regulatory Tools] |
| 1/268 | 2016-07-20 | ITU-R Study Groups- Working Party 1B | Liaison Statement from ITU-R WP 1B to the ITU-D/ITU-R Joint Group on WTDC Resolution 9 on Working document towards a preliminary draft new Report ITU-R SM [CRS Spectrum Management Challenges] |
| 1/264 | 2016-07-08 | ITU-R Study Groups- Working Party 1B | Liaison Statement from ITU-R WP 1B to ITU-D/ITU-R Joint Group on Resolution 9 on the progress of ongoing work on WTDC Resolution 9 (Rev. Dubai, 2014) during the ITU-D Study Period 2014-2017 with respect to Chapter 1 on New/emerging spectrum management approaches |

Resolución 9: Participación de los países, en particular de los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias

| Web | Received | Source | Title |
|----------------|------------|--------------------------------------|--|
| 1/260 | 2016-07-08 | ITU-R Study Groups- Working Party 5D | Liaison Statement from ITU-R WP 5D to ITU-D/ITU-R Joint Group on Resolution 9 on the progress of ongoing work on WTDC Resolution 9 (Rev. Dubai, 2014) during the ITU-D Study Period 2014-2017 |
| 1/259 | 2016-06-28 | ITU-R Study Groups- Working Party 1C | Liaison Statement from ITU-R WP 1C to ITU-D SG 1 on new Correspondence Group on the revision of Recommendation ITU-R SM.1392-2 on essential requirements for a spectrum monitoring system for developing countries |
| 1/255 | 2016-06-28 | ITU-R Study Groups- Working Party 1B | Liaison Statement from ITU-R Working Party 1B to the ITU-R/ITU-D Joint Group on WTDC Resolution 9 entitled "The progress of ongoing work on WTDC Resolution 9 (Rev. Dubai, 2014) during the ITU-D study period 2014-2017, with respect to Chapter 2" |
| RGQ/186 | 2016-03-09 | ITU-R Study Groups- WP 5D | Liaison statement from ITU-R WP 5D to ITU-D SG1 on Working document towards a preliminary draft new report ITU-R SM.(innovative regulatory tools) |
| RGQ/185 | 2016-03-09 | ITU-R Study Groups- WP 5D | Liaison statement from ITU-R WP 5D to ITU-D SG1 Q8/1 on television distribution using terrestrial International Mobile Telecommunication (IMT) networks |
| 1/212 | 2015-08-28 | ITU-R Study Groups- Working Party 5A | Liaison statement from ITU-R WP 5A to ITU-D/ITU-R Joint Group for Resolution 9 on Work items during the 2014-2017 study period |
| 1/211 | 2015-08-26 | ITU-R Study Groups- Working Party 5A | Liaison statement from ITU-R Working Party 5A on Innovative regulatory tools to support enhanced shared use of the spectrum |
| 1/127 | 2015-07-04 | ITU-T Study Group 15 | Liaison Statement from ITU-T SG15 to ITU-D SGs on ITU-T SG15 OTNT standardization work plan |
| 1/123 | 2015-06-23 | ITU-R Study Groups- Working Party 1B | Liaison Statement from ITU-R SG6 WP1B to the ITU-D/ITU-R Joint Group for Resolution 9 on Working document towards a preliminary draft new report ITU-R SM on CRS spectrum management challenges |
| 1/120 | 2015-06-23 | ITU-R Study Groups- Working Party 1B | Liaison Statement from ITU-R WP1B to ITU-D Study Group 1 on Working document towards a preliminary draft new report ITU-R SM on Innovative regulatory tools |
| 1/93 | 2015-04-08 | ITU-T Study Group 3 | Liaison Statement from ITU-T SG3 to ITU-D SG1 Resolution 9 on Economic aspects of spectrum management |

Resolución 9: Participación de los países, en particular de los países en desarrollo, en la gestión del espectro de frecuencias

| Web | Received | Source | Title |
|---------------|------------|--------------------------------------|--|
| RGQ/80 | 2015-03-17 | ITU-R Study Groups- Working Party 6A | Liaison Statement from ITU-R SG6 WP6A to the ITU-D/ITU-R Joint Group for Resolution 9 on Dynamic spectrum access |

Annex 4: Relevant decisions of the RA-15 and the WRC-15 which are especially important for developing countries

The Resolutions approved during the RA-15, which are relevant to the future work of the ITU-D/BDT are listed below.

| Subject | Resolution | Title |
|--|--|--|
| Collaboration with ITU-R | Resolution ITU-R 7-3 | Telecommunication development including liaison and collaboration with the ITU Telecommunication Development Sector |
| Bridging the Digital Divide | Resolution ITU-R 69 | Development and deployment of international public telecommunications via satellite in developing countries |
| Spectrum Management | Resolution ITU-R 40-4 | Worldwide databases of terrain height and surface features |
| | Resolution ITU-R 11-5 | Further development of the spectrum management system for developing countries |
| | Resolution ITU-R 22-4 | Improvement of national radio spectrum management practices and techniques |
| Wireless broadband | Resolution ITU-R 56-2 | Naming for International Mobile Telecommunications (IMT) |
| Accessibility for persons with disabilities | Resolution ITU-R 67 | Telecommunication/ICT accessibility for persons with disabilities and persons with specific needs |
| Emergency telecommunication, disaster response and relief | Resolution ITU-R 55-2 (and Suppression of Res. ITU-R 53-1) | ITU studies of disaster prediction, detection, mitigation and relief |
| Climate change and green ICTs | Resolution ITU-R 60-1 | Reduction of energy consumption for environmental protection and mitigating climate change by use of ICT/radiocommunication technologies and systems |

Other resolutions and recommendations relevant to work of ITU-D/BDT but do not explicitly require involvement of BDT

- Resolution ITU-R 66: *Studies related to wireless systems and applications for the development of the Internet of Things (IoT)*
- Recommendation ITU-R M.1036-5: *Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications (IMT) in the bands identified for IMT in the Radio Regulations*
- Recommendation ITU-R M.2090-0: *Specific unwanted emission limit of IMT mobile stations operating in the frequency band 694-790 MHz to facilitate protection of existing services in Region 1 in the frequency band 470-694 MHz*

WRC-15 Resolutions which request actions from the Director of BDT or ITU-D

| Subject | Resolution | Title | Required action |
|---|-----------------------------|--|---|
| Interference in HF bands | Resolution 207 (Rev.WRC-15) | Measures to address unauthorized use of and interference to frequencies in the bands allocated to the maritime mobile service and to the aeronautical mobile (R) service | <i>resolves to invite ITU-R and ITU-D, as appropriate to increase regional awareness of appropriate practices in order to help mitigate interference in the HF bands, especially on distress and safety channels</i> |
| IMT below 1 GHz | Resolution 224 (Rev.WRC-15) | Frequency bands for the terrestrial component of International Mobile Telecommunications below 1 GHz | <i>invites the Director of the Telecommunication Development Bureau to draw the attention of the ITU Telecommunication Development Sector to this resolution</i> |
| Emergency and disaster | Resolution 647 (Rev.WRC-15) | Radiocommunication aspects, including spectrum management guidelines for early warning, disaster prediction, detection, mitigation and relief operations relating to emergencies and disasters | <i>invites the Director of the Telecommunication Standardization Bureau and the Director of the Telecommunication Development Bureau to collaborate closely with the Director of BR to ensure that a consistent and coherent approach is adopted in the development of strategies in response to emergency and disaster situations</i> |
| 694-790 MHz in Region 1 - mobile | Resolution 760 (WRC-15) | Provisions relating to the use of the frequency band 694-790 MHz in Region 1 by the mobile, except aeronautical mobile, service and by other services | <i>invites the Director of the Radiocommunication Bureau to work, in cooperation with the Director of the Telecommunication Development Bureau, to bring assistance to developing countries wishing to implement the new mobile allocation in order to help these administrations to determine the modifications of the GE06 entries according to their needs</i> |
| Spectrum use in 470-960 MHz | Resolution 235 (WRC-15) | Review of the spectrum use of the frequency band 470-960 MHz in Region 1 | <i>further invites ITU-R to ensure inter-sectoral collaboration with the ITU Telecommunication Development Sector (ITU-D) in the implementation of this resolution.</i> |
| Time scale | Resolution 655 (WRC-15) | Definition of time scale and dissemination of time signals via radiocommunication systems | <i>invites the Director of the Telecommunication Development Bureau to assist the participation of developing countries in meetings, within approved budgetary resources</i> |

| Subject | Resolution | Title | Required action |
|------------------|----------------------------|-------------------------------------|--|
| Palestine | Resolution 12 (Rev.WRC-15) | Assistance and support to Palestine | <i>instructs the Director of the Radiocommunication Bureau and the Director of the Telecommunication Development Bureau to encourage all concerned parties in continuing bilateral negotiations and facilitate implementing the agreements and relevant resolutions, in order to undertake additional measures required for enhancing and developing the wireless telecommunication infrastructures, new technologies and services for Palestine, further instructs the Director of the Radiocommunication Bureau to continue providing specialized assistance and support, in particular in the field of spectrum management and frequency assignment, to Palestine in collaboration with ITU-D, pursuant to the relevant ITU resolutions</i> |

Detailed list of Recommendations and Resolutions which can be of special interest for developing countries

| Recommendation/Resolution | Title |
|----------------------------------|--|
| Recommendation 207 (Rev. WRC-15) | Future IMT systems |
| Resolution 5 (Rev. WRC-15) | Technical cooperation with the developing countries in the study of propagation in tropical and similar areas |
| Resolution 12 (Rev. WRC-15) | Assistance and support to Palestine |
| Resolution 49 (Rev. WRC 15) | Administrative due diligence applicable to some satellite radiocommunication services |
| Resolution 55 (Rev. WRC 15) | Electronic submission of notice forms for satellite networks, earth stations and radio astronomy stations |
| Resolution 81 (Rev. WRC-15) | Evaluation of the administrative due diligence procedure for satellite networks |
| Resolution 144 (Rev. WRC-15) | Special requirements of geographically small or narrow countries operating earth stations in the fixed-satellite service in the band 13.75-14 GHz |
| Resolution 207 (Rev. WRC-15) | Measures to address unauthorized use of and interference to frequencies in the bands allocated to the maritime mobile service and to the aeronautical mobile (R) service |
| Resolution 212 (Rev. WRC 15) | Implementation of International Mobile Telecommunications in the frequency bands 1 885-2 025 MHz and 2 110-2 200 MHz |
| Resolution 223 (Rev. WRC 15) | Additional frequency bands identified for International Mobile Telecommunications |
| Resolution 224 (Rev. WRC 15) | Frequency bands for the terrestrial component of International Mobile Telecommunications below 1 GHz |

| Recommendation/Resolution | Title |
|------------------------------|---|
| Resolution 535 (Rev. WRC-15) | Information needed for the application of Article 12 of the Radio Regulations |
| Resolution 552 (Rev. WRC 15) | Long-term access to and development in the frequency band 21.4-22 GHz in Regions 1 and 3 |
| Resolution 553 (Rev. WRC 15) | Additional regulatory measures for broadcasting-satellite networks in the frequency band and 21.4-22 GHz in Regions 1 and 3 for the enhancement of equitable access to this frequency band |
| Resolution 555 (Rev. WRC 15) | Additional regulatory provisions for broadcasting-satellite service networks in the frequency band 21.4-22 GHz in Regions 1 and 3 for the enhancement of equitable access to this frequency band |
| Resolution 646 (Rev. WRC 15) | Public protection and disaster relief |
| Resolution 647 (Rev. WRC 15) | Radiocommunication aspects, including spectrum management guidelines, for early warning, disaster prediction, detection, mitigation and relief operations relating to emergencies and disasters |
| Resolution 906 (Rev. WRC-15) | Electronic submission of notices for terrestrial services to the Radiocommunication Bureau and exchange of data between administrations |
| Resolution 760 (WRC 15) | Provisions relating to the use of the frequency band 694-790 MHz in Region 1 by the mobile, except aeronautical mobile, service and by other services |
| Resolution 235 (WRC-15) | Review of the spectrum use of the frequency band 470-960 MHz in Region 1 |
| Resolution 655 (WRC-15) | Definition of time scale and dissemination of time signals via radio-communication systems |
| Resolution 810 (WRC 15) | Preliminary agenda for the 2023 World Radiocommunication Conference |
| Resolution 236 (WRC-15) | Railway radiocommunication systems between train and trackside |
| Resolution 809 (WRC 15) | Agenda for the 2019 World Radiocommunication Conference |
| Resolution 238 (WRC 15) | Studies on frequency-related matters for International Mobile Telecommunications identification including possible additional allocations to the mobile services on a primary basis in portion(s) of the frequency range between 24.25 and 86 GHz for the future development of International Mobile Telecommunications for 2020 and beyond |
| Resolution 160 (WRC 15) | Facilitating access to broadband applications delivered by high-altitude platform stations |

**Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT)
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT)
Oficina del Director**

Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20 – Suiza
Correo-e: bdtdirector@itu.int
Tel.: +41 22 730 5035/5435
Fax: +41 22 730 5484

**Director Adjunto y
Jefe del Departamento de
Administración y Coordinación
de las Operaciones (DDR)**

Correo-e: bdtdeputydir@itu.int
Tel.: +41 22 730 5784
Fax: +41 22 730 5484

**Departamento de Infraestructura,
Entorno Habilitador y
Ciberaplicaciones (IEE)**

Correo-e: bdtiee@itu.int
Tel.: +41 22 730 5421
Fax: +41 22 730 5484

**Departamento de Innovación y
Asociaciones (IP)**

Correo-e: bdtip@itu.int
Tel.: +41 22 730 5900
Fax: +41 22 730 5484

**Departamento de Proyectos y
Gestión del Conocimiento (PKM)**

Correo-e: bdtpkm@itu.int
Tel.: +41 22 730 5447
Fax: +41 22 730 5484

África

**Etiopía
International Telecommunication
Union (ITU)**

Oficina Regional
P.O. Box 60 005
Gambia Rd., Leghar ETC Building
3rd floor
Addis Ababa – Etiopía

Correo-e: ituaddis@itu.int
Tel.: +251 11 551 4977
Tel.: +251 11 551 4855
Tel.: +251 11 551 8328
Fax: +251 11 551 7299

**Camerún
Union internationale des
télécommunications (UIT)**

Oficina de Zona
Immeuble CAMPOST, 3^e étage
Boulevard du 20 mai
Boîte postale 11017
Yaoundé – Camerún

Correo-e: itu-yaounde@itu.int
Tel.: + 237 22 22 9292
Tel.: + 237 22 22 9291
Fax: + 237 22 22 9297

**Senegal
Union internationale des
télécommunications (UIT)**

Oficina de Zona
8, Route du Méridien
Immeuble Rokhaya
B.P. 29471 Dakar-Yoff
Dakar – Senegal

Correo-e: itu-dakar@itu.int
Tel.: +221 33 859 7010
Tel.: +221 33 859 7021
Fax: +221 33 868 6386

**Zimbabwe
International Telecommunication
Union (ITU)**

Oficina de Zona de la UIT
TelOne Centre for Learning
Corner Samora Machel and
Hampton Road
P.O. Box BE 792 Belvedere
Harare – Zimbabwe

Correo-e: itu-harare@itu.int
Tel.: +263 4 77 5939
Tel.: +263 4 77 5941
Fax: +263 4 77 1257

Américas

**Brasil
União Internacional de
Telecomunicações (UIT)**

Oficina Regional
SAUS Quadra 06, Bloco "E"
10^o andar, Ala Sul
Ed. Luis Eduardo Magalhães (Anatel)
70070-940 Brasília, DF – Brazil

Correo-e: itubrasilia@itu.int
Tel.: +55 61 2312 2730-1
Tel.: +55 61 2312 2733-5
Fax: +55 61 2312 2738

**Barbados
International Telecommunication
Union (ITU)**

Oficina de Zona
United Nations House
Marine Gardens
Hastings, Christ Church
P.O. Box 1047
Bridgetown – Barbados

Correo-e: itubridgetown@itu.int
Tel.: +1 246 431 0343/4
Fax: +1 246 437 7403

**Chile
Unión Internacional de
Telecomunicaciones (UIT)**

Oficina de Representación de Área
Merced 753, 4.º piso
Casilla 50484 – Plaza de Armas
Santiago de Chile – Chile

Correo-e: itusantiago@itu.int
Tel.: +56 2 632 6134/6147
Fax: +56 2 632 6154

**Honduras
Unión Internacional de
Telecomunicaciones (UIT)**

Oficina de Representación de Área
Colonia Palmira, Avenida Brasil
Ed. COMTELCA/UIT, 4.º piso
P.O. Box 976
Tegucigalpa – Honduras

Correo-e: itutegucigalpa@itu.int
Tel.: +504 22 201 074
Fax: +504 22 201 075

Estados Árabes

**Egipto
International Telecommunication
Union (ITU)**
Oficina Regional
Smart Village, Building B 147, 3rd floor
Km 28 Cairo – Alexandria Desert Road
Giza Governorate
El Cairo – Egipto

Correo-e: itu-ro-arabstates@itu.int
Tel.: +202 3537 1777
Fax: +202 3537 1888

Asia-Pacífico

**Tailandia
International Telecommunication
Union (ITU)**
Oficina de Zona
Thailand Post Training Center, 5th floor
111 Chaengwattana Road, Laksi
Bangkok 10210 – Tailandia

Dirección postal:
P.O. Box 178, Laksi Post Office
Laksi, Bangkok 10210, Tailandia

Correo-e: itubangkok@itu.int
Tel.: +66 2 575 0055
Fax: +66 2 575 3507

**Indonesia
International Telecommunication
Union (ITU)**
Oficina de Zona
Sapta Pesona Building, 13th floor
Jl. Merdan Merdeka Barat No. 17
Jakarta 10110 – Indonesia

Dirección postal:
c/o UNDP – P.O. Box 2338
Jakarta 10110 – Indonesia

Correo-e: itujakarta@itu.int
Tel.: +62 21 381 3572
Tel.: +62 21 380 2322/2324
Fax: +62 21 389 05521

Países de la CEI

**Federación de Rusia
International Telecommunication
Union (ITU)**
Oficina de Zona
4, Building 1
Sergiy Radonezhsky Str.
Moscú 105120 – Federación de Rusia

Dirección postal:
P.O. Box 47 – Moscú 105120
Federación de Rusia

Correo-e: itumoskow@itu.int
Tel.: +7 495 926 6070
Fax: +7 495 926 6073

Europa

**Suiza
Unión Internacional de las
Telecomunicaciones (UIT)
Oficina de Desarrollo de las
Telecomunicaciones (BDT)
Oficina de Zona**
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20 – Suiza
Correo-e: eurregion@itu.int
Tel.: +41 22 730 6065

Unión Internacional de Telecomunicaciones
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza
www.itu.int

ISBN 978-92-61-22883-5



Impreso en Suiza
Ginebra, 2017