

INFORME UIT-R F.2087

Requisitos de los sistemas de comunicaciones en ondas decamétricas del servicio fijo

(2006)

1 Aumento de los requisitos del servicio fijo en ondas decamétricas**1.1 Introducción**

El aumento de los requisitos de los servicios fijo y móvil en ondas decamétricas está motivado por dos factores. En primer lugar, otras tecnologías no cumplen todos los requisitos, especialmente en lo que concierne a las operaciones de protección pública y en caso de catástrofe. Su fácil instalación y coste comparativamente inferior siguen haciendo que las aplicaciones fijas y móviles en ondas decamétricas se prefieran en situaciones de crisis. El segundo factor es el surgimiento de las tecnologías avanzadas de ondas decamétricas, que permiten el desarrollo de aplicaciones para el intercambio de más información a mayores velocidades de datos.

1.2 Utilización de sistemas de radiocomunicaciones en ondas decamétricas en caso de catástrofe

Los sistemas y redes de comunicaciones en ondas decamétricas desempeñan un papel fundamental en las operaciones en caso de catástrofe. Éstas pueden ser de ámbito local, regional o, en el peor de los casos, mundial. Los sistemas en ondas decamétricas básicos son vitales en estos casos y, como se muestra en este Informe, en los últimos tiempos se han utilizado en múltiples ocasiones. Una de las características que hacen que estos sistemas hagan un uso óptimo de las frecuencias para las operaciones de socorro es que emplean las ondas decamétricas.

1.2.1 Antecedentes

En las operaciones en caso de catástrofe se utiliza el espectro de ondas decamétricas para establecer radiocomunicaciones de emergencia para el intercambio de información crítica y necesaria para la vida humana entre administraciones, organizaciones privadas de voluntarios (PVO), organizaciones no gubernamentales (ONG) y para las actividades de seguridad pública locales en situaciones de crisis, cuando la infraestructura de telecomunicaciones ha quedado interrumpida o destruida. Por norma general, los canales de ondas decamétricas para las actividades en caso de catástrofe son mundiales. Las características de propagación de la porción de ondas decamétricas del espectro radioeléctrico hacen que sea la más adecuada para este tipo de comunicaciones. Ofrece un medio de propagación en el que pueden establecerse redes geográficamente extensas, de largo alcance y fiables sin necesidad de utilizar satélites, empleando equipos poco onerosos y de fácil instalación, que pueden funcionar en toda una gama de frecuencias.

Cuando ocurre una catástrofe, el personal de la zona circundante, otras administraciones y los organismos internacionales son los primeros en proporcionar ayuda a los organismos locales. La radiocomunicación en ondas decamétricas facilita estas operaciones de salvamento y seguridad en el marco de las acciones humanitarias, especialmente estableciendo comunicaciones de largo alcance cuando la infraestructura de telecomunicaciones ha quedado destruida o inhabilitada.

Las radiocomunicaciones móviles en ondas decamétricas permiten el establecimiento de radiocomunicaciones terrestres, marítimas y aeronáuticas de corto y largo alcance, al tiempo que son parte integrante de una capacidad de red fija y móvil extensa. Dadas las características únicas

de la propagación de las ondas decamétricas, las radiocomunicaciones móviles pueden colmar una amplia gama de necesidades básicas de las operaciones de protección pública y recuperación en caso de catástrofe.

Las radiocomunicaciones modernas en la banda de ondas decamétricas tienen atributos específicos que hacen que sean convenientes e irremplazables para cumplir muchos de los requisitos de las situaciones de emergencia:

- las radiocomunicaciones en ondas decamétricas permiten las transmisiones transfronterizas;
- las radiocomunicaciones en ondas decamétricas pueden establecer comunicaciones locales y más allá de la línea de visibilidad directa, y a veces son el único medio de conseguirlas;
- en zonas montañosas, pueden ser la única tecnología de radiocomunicaciones terrenales que pueda superar los obstáculos en la línea de visibilidad directa gracias a la onda ionosférica con incidencia casi vertical (NVIS);
- pueden soportar transmisiones de datos a velocidad baja y media, así como distintos modos de radiocomunicación (por ejemplo, voz/datos/mensajería electrónica/correo electrónico);
- no dependen de un radioenlace (por ejemplo, aeronave o satélite);
- su coste operativo por bit de información transmitido es considerablemente inferior al de los sistemas de radiocomunicaciones alternativos;
- en general, están fácilmente disponibles y pueden instalarse sin dificultad;
- pueden integrarse en muchos productos de hardware comerciales, o utilizarse junto a ellos;
- gracias a las normas abiertas, son altamente compatibles.

Las operaciones humanitarias que dependen de la utilización de las radiocomunicaciones en ondas decamétricas se están poniendo al nivel de las organizaciones y tratados multinacionales que responden a las necesidades mundiales. Esta tendencia demuestra el incalculable valor que las radiocomunicaciones en ondas decamétricas tienen para las operaciones humanitarias en todo el mundo.

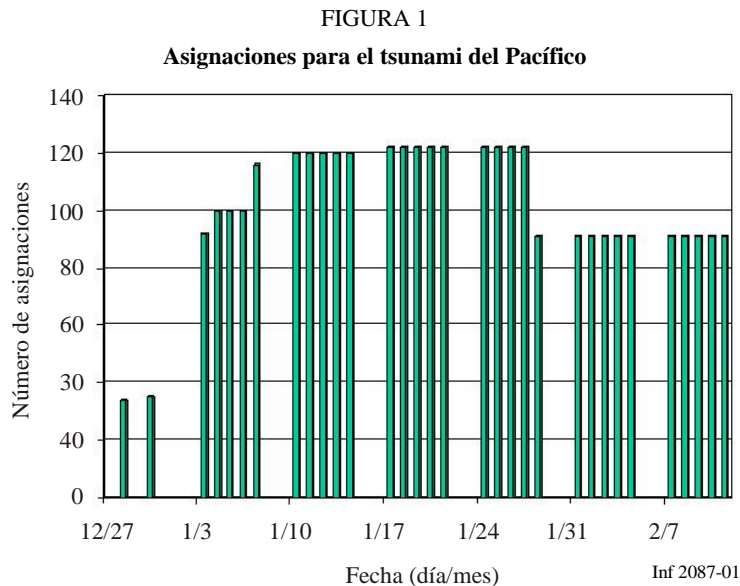
1.2.2 Estudio de caso de aumento de requisitos: el tsunami del Océano Índico de 2004

Un ejemplo reciente de operaciones en caso de catástrofe fue la respuesta multinacional al tsunami del Océano Índico. Los grandes daños sufridos por la infraestructura sumados a la necesidad de que muchas administraciones facilitasen ayuda rápidamente supusieron un caso clásico de necesidad de radiocomunicaciones en ondas decamétricas. Las telecomunicaciones por línea terrestre quedaron destruidas y todos los demás tipos de telecomunicaciones, gravemente dañados. El único medio de comunicación a larga distancia eran las radiocomunicaciones por satélite y por ondas decamétricas. El coste directo de los equipos e infraestructuras de comunicaciones por satélite, y su falta de disponibilidad, limitaron su utilización.

Las radiocomunicaciones por ondas decamétricas fueron la solución. Las administraciones que enviaron a organizaciones gubernamentales y privadas a las zonas de la catástrofe para proporcionar ayuda y apoyo disponían de suficientes equipos de radiocomunicaciones por ondas decamétricas para establecer telecomunicaciones en condiciones extremadamente austeras. La súbita necesidad de espectro de ondas decamétricas en este caso disparó la demanda de espectro. En el siguiente gráfico se muestra el aumento de requisitos de radiocomunicaciones por ondas decamétricas cuando las administraciones enviaron el material necesario para las actividades de recuperación a distintos puntos de los Océanos Índico y Pacífico. El gráfico muestra cómo la demanda de ondas decamétricas aumentó brutalmente durante un periodo muy corto de tiempo a fin de colmar la necesidad de mantener el orden y la organización de las actividades de recuperación y para establecer comunicaciones críticas con las administraciones afectadas por la catástrofe.

Cada barra de la Fig. 1 representa asignaciones para un solo día.

En las operaciones de recuperación de catástrofes llevadas a cabo a raíz del tsunami de diciembre de 2004 se utilizaron masivamente las radiocomunicaciones, sobre todo por ondas decamétricas en un primer momento, hasta que pudieron utilizarse las comunicaciones por satélite para largas distancias. Dos administraciones participantes en las actividades de recuperación utilizaron más de 1 000 canales de frecuencias de ondas decamétricas entre 2 MHz y 29,7 MHz para comunicaciones fijas y móviles relacionadas con tales actividades en las zonas afectadas. Es posible que otras administraciones participantes tuvieran requisitos semejantes.



Dado que las bandas de ondas decamétricas ya se utilizaban masivamente en las zonas de la catástrofe, no fue posible facilitar todos estos canales de acuerdo con las disposiciones del Cuadro de atribución de bandas de frecuencias del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR), aunque en la mayoría de los casos se logró hacerlo. Por ejemplo, las bandas móviles marítimas se utilizaron principalmente para comunicaciones móviles marítimas; las bandas fijas/móviles para comunicaciones fijas y móviles, etc. Las asignaciones de frecuencias que se realizaron en contra de lo dispuesto en el Reglamento, por ejemplo, las bandas de aficionados y radiodifusión, se efectuaron en virtud de lo dispuesto en el número 4.4 del RR.

En general, las frecuencias por debajo de 10 MHz pueden utilizarse las 24 horas del día. A causa de esta disponibilidad de 24 horas, son las preferidas por las operaciones de socorro en caso de catástrofe para las comunicaciones locales, empleando comunicaciones monolaterales en banda vocal. La utilización ya existente de las ondas decamétricas en las zonas afectadas hizo que algunas de las frecuencias utilizadas para las comunicaciones locales estuvieran por encima de 10 MHz, pues no había suficiente espectro disponible por debajo de 10 MHz para satisfacer estos requisitos.

Generalmente las frecuencias por encima de 10 MHz utilizan la propagación ionosférica en largas distancias durante el día. La utilización de estas frecuencias durante el día para comunicaciones por onda de superficie en la zona de la catástrofe conlleva el riesgo de causar interferencia a otras comunicaciones o, lo que es mucho peor para las relacionadas con las actividades de recuperación, de sufrir interferencias que puedan interrumpir comunicaciones vitales. Por este motivo, para este tipo de labores se prefieren las frecuencias por debajo de 10 MHz.

Las frecuencias de bandas superiores se utilizaron principalmente para comunicaciones digitales a larga distancia con los países de origen de dichas dos administraciones, aunque una parte también se utilizó como suplemento de las bandas inferiores para comunicaciones de voz locales en la zona de la catástrofe. En un principio, estos circuitos de ondas decamétricas eran el principal medio de

comunicación con las sedes de las organizaciones involucradas en las actividades de recuperación. A medida que avanzaron los trabajos, quedaron disponibles las comunicaciones por satélite, aunque siguieron utilizándose los circuitos de ondas decamétricas para transportar una parte del tráfico de larga distancia, además de como apoyo fundamental de los circuitos de satélite. Este apoyo fundamental se necesita en las zonas donde las comunicaciones por satélite pueden quedar interrumpidas por otros factores como las condiciones climáticas monzónicas, que causan una pérdida de comunicaciones por atenuación de las señales debida a una fuerte lluvia.

Gracias a que algunas frecuencias de ondas decamétricas podían utilizarse simultáneamente en distintos países afectados por la catástrofe, se logró un factor de reutilización de tres, haciendo que la utilización global de ondas decamétricas para las labores de recuperación fuera del orden de 1 000 kHz.

1.2.3 Efecto de las bandas identificadas en la Resolución 544 (CMR-03)

En el Anexo 1 se muestra la utilización de las distintas bandas del espectro de ondas decamétricas para las operaciones de socorro tras el tsunami.

En el Cuadro 1 se indican el número de canales de frecuencias que no podrían haber sido utilizados por el servicio fijo (excepto en virtud de lo dispuesto en el número 4.4 del RR) si las bandas identificadas en la Resolución 544 (CMR-03) se hubiesen atribuido al servicio de radiodifusión a título exclusivo. El servicio de radiodifusión hubiese causado fuertes interferencias en las bandas de radiodifusión. Podrían haberse utilizado algunos canales para las operaciones de recuperación en caso de catástrofe en virtud del número 4.4 del RR, aunque, como las operaciones de recuperación necesitan canales sin interferencias para salvar vidas humanas, esta utilización puede no ser compatible con la compartición del espectro con el servicio de radiodifusión.

CUADRO 1

Número de canales de frecuencias afectados si las bandas identificadas en la Resolución 544 (CMR-03) estuviesen atribuidas al servicio de radiodifusión a título exclusivo

| Gama de frecuencias (kHz) | Número de canales de frecuencias afectados |
|---------------------------|--|
| 4 500-4 650 | 1 |
| 5 060-5 250 | 13 |
| 5 840-5 900 | 1 |
| 7 350-7 650 | 25 |
| 9 290-9 400 | 7 |
| 9 900-9 940 | 1 |
| TOTAL | 48 |

En el marco de las operaciones de recuperación se utilizaron doscientos setenta y cuatro canales de frecuencias entre 4 y 10 MHz (un 25% del total). Por tanto, cerca del 17% de las frecuencias inferiores a 10 MHz empleadas durante las labores de recuperación del tsunami podrían no haber estado disponibles, dependiendo del nivel de utilización de la radiodifusión en ese momento.

Lo que no se puede estimar es el efecto que la retribución de algunas de estas bandas al servicio de radiodifusión podría haber tenido en las comunicaciones de emergencia durante estos trabajos, o el que podría tener en caso de futuras catástrofes. Si muchos de los circuitos nacionales e internacionales que hoy en día utilizan las bandas identificadas en la Resolución 544 (CMR-03) se hubiesen trasladado a otras bandas por debajo de 10 MHz, la congestión en ellas sería mayor que en la actualidad.

Además, si fuera necesario realizar operaciones similares después de 2009, habría de tenerse en cuenta, a la hora de asignar frecuencias para las labores de recuperación, el efecto de las retribuciones al servicio de radiodifusión efectuadas por la CAMR-92 y la CMR-03 (con entrada en vigor en 2007 y 2009, respectivamente).

Por consiguiente, es posible que en el futuro sea mucho más difícil encontrar espectro por debajo de 10 MHz para todos los canales requeridos para comunicaciones en caso de catástrofes semejantes, lo que hará que un porcentaje más alto de los circuitos utilizados para las labores de recuperación se encuentren en bandas por encima de 10 MHz, que no son las bandas preferidas para este tipo de operaciones.

1.3 Surgimiento de tecnologías de ondas decamétricas avanzadas

La parte inferior del espectro de ondas decamétricas es fundamental para la adecuada gestión de frecuencias y es muy importante para la reutilización de los recursos de ondas decamétricas. Ya hoy en día el espectro disponible no soporta toda la gama de requisitos de radiocomunicaciones en ondas decamétricas ni una gran variedad de las capacidades de los equipos disponibles, porque todos los usuarios fijos y móviles quieren aprovechar cada vez más las nuevas tecnologías de ondas decamétricas del mercado. Los problemas de propagación hacen que sea indispensable que los canales o subbandas de frecuencias de ondas decamétricas estén regularmente espaciadas para adaptarse a los cambios diurnos/nocturnos y estacionales de la ionosfera.

1.3.1 Antecedentes

Los sistemas fijos de ondas decamétricas han experimentado una evolución constante motivada por el creciente uso del servicio fijo en las bandas de ondas decamétricas, como se muestra en el Cuadro 2. Las capacidades de datos de los módems de ondas decamétricas han avanzado progresivamente en los últimos 30-40 años y seguirán aumentando a medida que se desarrollen nuevas aplicaciones fijas en ondas decamétricas.

CUADRO 2

Capacidades de datos de los módems de ondas decamétricas

| Década | 1970 | 1980 | 1990 | 2000+ |
|----------------------------|------|-------|-------|---------------|
| Velocidad de datos (bit/s) | 50 | 2 400 | 9 600 | 19 200-64 000 |

No todos los operadores han adoptado los sistemas adaptativos. Sin embargo, en la década de 1980 se desarrolló la segunda generación de sistemas adaptativos, y los sistemas de la tercera generación, la de los años 1990, proporcionan un establecimiento de enlace más rápido, algoritmos más robustos y mayores velocidades de datos.

Los sistemas adaptativos en ondas decamétricas sólo pueden funcionar con saltos/grupos de frecuencias para garantizar que hay suficientes frecuencias libres de interferencia.

Por otra parte, el número de saltos de frecuencias o de frecuencias de un grupo utilizadas adaptativamente está directamente relacionado con la tasa de reutilización de frecuencias, el nivel de interferencia potencial, la tolerancia a la interferencia de la posible víctima (usuario cocanal o de canal adyacente) y con la calidad de funcionamiento operativa del propio sistema.

Por ejemplo, para que un sistema medio normalizado de 100-130 saltos/s pueda funcionar, habrá de disponer idealmente de unas 120 frecuencias coordinadas. Para poder realizar saltos es necesario disponer, como mínimo, de unas 16-20 frecuencias.

Es evidente que, para aprovechar plenamente todas las oportunidades que ofrece la tecnología moderna, es fundamental poder disponer de suficientes recursos de espectro, incluso de canales con una anchura de banda superior a los 3 kHz disponibles en la actualidad.

De acuerdo con las últimas investigaciones, hay dos tecnologías de muy alta velocidad de datos en ondas decamétricas que pueden considerarse como las más importantes:

La formación de bandas de canales se basa en la utilización de varios canales de 3 kHz. La aparición en el mercado internacional del primer módem a 64 kbit/s en ondas decamétricas se consideró como un hito tecnológico.

Los canales de banda ampliada se basan en los esquemas de modulación de la norma Digital Radio Mondiale (DRM), que ofrecen velocidades de datos de hasta 72 kbit/s para un canal de ondas decamétricas de banda ampliada de 20 kHz. El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicación (ETSI) ha publicado esta opción en su «Data Applications Directory» (directorio de aplicaciones de datos).

Un sistema de radiocomunicaciones en ondas decamétricas puntero puede proporcionar fiablemente muchos servicios de datos, fax, mensajería, imágenes y voz. Ha quedado demostrado que el correo electrónico en ondas decamétricas está perfectamente adaptado a los canales de ondas decamétricas.

1.3.2 Utilización fija y móvil en función de las tecnologías avanzadas

Resulta problemático hacer un análisis estadístico de la utilización fija y móvil de las ondas decamétricas desde que la Oficina de Radiocomunicaciones (BR) dejó de evaluar la interferencia potencial antes de preparar nuevas asignaciones de frecuencias.

Hasta 1995, los acuerdos internacionales para la reglamentación y asignación de frecuencias a los servicios fijos en ondas decamétricas se basaban en procedimientos bien establecidos. Las propuestas de nuevas asignaciones se presentaban a la BR de la UIT (IFRB hasta 1993). La BR examinaba las propuestas y las sometía a un examen técnico de compatibilidad con las asignaciones existentes. Si el resultado del examen técnico demostraba que la utilización propuesta no causaría interferencia perjudicial a ninguna asignación existente, la asignación se inscribía en el Registro Internacional de Frecuencias (MIFR). La administración procedía entonces a autorizar la asignación.

Por diversos motivos, incluidas limitaciones de tiempo, costes asociados a la inscripción de frecuencias y crecimiento de los sistemas fijos en ondas decamétricas, el MIFR no se ha actualizado regularmente desde 1995 y las entradas que contiene no representan la utilización real. Es bien sabido que muchas asignaciones fijas no se han incluido en el MIFR y que las administraciones llevan un registro de sus propias asignaciones y se coordinan con otras administraciones cuando es necesario.

Se prevé que la mayoría de usuarios notará los efectos de la reorganización completa de las bandas fijas y móviles para incluir a los usuarios desplazados por las asignaciones que ya se han otorgado a nivel internacional al servicio de radiodifusión a partir de 2007 y 2009. Esta congestión adicional hará que muchos usuarios tengan dificultades para llevar a cabo su misión satisfactoriamente sin sufrir interferencias de otros usuarios fijos y móviles. El aumento de tecnologías adaptativas y

sistemas de ondas decamétricas avanzados suavizará estos efectos, pero no es probable que sean la solución definitiva.

Con el desarrollo e introducción de sistemas adaptativos en frecuencias, el MIFR ya no contiene información precisa relativa a la utilización del servicio fijo, por lo que, para conocer la oferta y demanda de espectro atribuido, es necesario remitirse a las licencias y estadísticas de utilización de cada administración. Además de la información de las administraciones, la evolución de la tecnología de sistemas fijos en ondas decamétricas es también un buen indicador del crecimiento del servicio fijo en esta gama, pues demuestra que existe una demanda de sistemas más robustos y rápidos.

Dada la naturaleza de la propagación en ondas decamétricas, la utilización de frecuencias en toda la banda 3-30 MHz es un requisito de la mayoría de usuarios fijos y móviles. A una determinada hora del día, estación, ciclo de actividad solar, etc. sólo algunos subconjuntos específicos de espectro de ondas decamétricas lograrán propagar adecuadamente una señal por refracción ionosférica. Estas características influyen en cómo se satisfacen las demandas de los usuarios.

Los beneficios de las tecnologías avanzadas se aplican diligentemente para que los usuarios de los servicios fijo y móvil hagan un uso máximo de las atribuciones existentes por debajo de 30 MHz y, en particular, entre 4 y 10 MHz. Esto es fundamental para garantizar que se satisface eficaz y eficientemente la mayor demanda general de recursos de espectro limitados con las atribuciones existentes.

2 Información general sobre la utilización de las ondas decamétricas

2.1 Introducción

En esta cláusula se tratan las características específicas y aspectos técnicos relacionados con el soporte de espectro de los servicios fijo y móvil que funcionan en la parte inferior de la gama de ondas decamétricas.

Parámetros técnicos típicos

Móvil terrestre

| | |
|-----------------------------|------------------------|
| Gama de frecuencias: | 1,5-30 MHz |
| Potencia: | 10-30 dBW |
| Denominación de la emisión: | 3k00J3E (98%), 3k00J3A |
| Altura de la antena: | Máximo 2-15 m |
| Ganacia de la antena: | Menos 10-2 dBi |

Estaciones fijas

| | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Gama de frecuencias: | 1,5-30 MHz |
| Potencia: | 30-40 dBW |
| Denominación de la emisión: | 2k70J2B, 3k00J3E (98%), 3k00J3A |
| Altura de la antena: | 10-60 m |
| Ganacia de la antena: | 5-10 dBi |

2.2 Antecedentes

Los fenómenos ionosféricos tienen mucha influencia sobre la utilización de la gama de ondas decamétricas, limitando las operaciones esenciales a las bandas inferiores, es decir, por debajo de 10 MHz.

La próxima Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones de 2007 (CMR-07) examinará las bandas de ondas decamétricas entre 4 y 10 MHz con respecto a su atribución a los servicios, teniendo en cuenta las nuevas técnicas y, en particular, los requisitos de espectro del servicio de radiodifusión. Vistas las numerosas exenciones de este proceso de examen, es posible que, nuevamente, cualquier ampliación de las bandas de radiodifusión se hagan a expensas de los servicios fijo y móvil.

2.3 Características específicas de la gama de ondas decamétricas

Desde hace décadas se conocen perfectamente las características específicas de las ondas decamétricas. Los trayectos de propagación típicos son los siguientes:

2.3.1 Onda de superficie

En el caso de la onda de superficie, el trayecto llega hasta la línea de visibilidad directa (LoS) y la supera. Este modo se suele utilizar para longitudes de trayecto de hasta 50-200 km. Las frecuencias requeridas no dependen del tiempo, pero para distancias más grandes (200 km) se necesitan frecuencias más bajas. Por consiguiente, muchas radiocomunicaciones en ondas decamétricas por onda de superficie sólo pueden establecerse si las frecuencias utilizadas proceden de la parte inferior de la banda de ondas decamétricas, es decir, por debajo de 10 MHz.

2.3.2 Onda ionosférica

En el caso de la onda ionosférica, el trayecto no tiene visibilidad directa, pero se ve afectado por la reflexión ionosférica entre 100-350 km por encima de la Tierra. Suelen lograrse distancias de miles de kilómetros. La mayoría de trayectos de onda ionosférica en ondas decamétricas también necesitan frecuencias de la parte inferior de la banda de ondas decamétricas, es decir, por debajo de 10 MHz.

Evidentemente, resulta difícil seleccionar frecuencias para la onda ionosférica decamétrica. Que una frecuencia se propague depende de la hora del día, la estación, la longitud del enlace, etc. A fin de determinar las frecuencias adecuadas, es necesario utilizar programas que tengan en cuenta todos los distintos factores y predigan la gama de frecuencias utilizables para un enlace de onda ionosférica decamétrica.

Los factores restrictivos son, principalmente:

- la ventana entre la frecuencia máxima utilizable (MUF) y la frecuencia mínima utilizable (LUF). Si la frecuencia seleccionada está por encima de la MUF, las ondas decamétricas atravesarán la ionosfera y no se reflejarán hacia el receptor. Si la frecuencia escogida está por debajo de la LUF, las ondas decamétricas estarán excesivamente atenuadas. Se suele escoger una frecuencia alrededor del 85% de la MUF y se denomina frecuencia óptima de transmisión (FOT).
- la anchura de banda de la antena, que suele ser de 1 MHz. Si se amplía la anchura de banda, la eficacia de la antena tiende a decrecer, y la construcción de la antena será más complicada y onerosa.

2.4 Evaluación de la utilización de una administración

Una administración ha examinado y analizado su utilización nacional de espectro en determinadas bandas entre 4 y 10 MHz. Para centrar el análisis, esta administración tuvo en cuenta tres factores: la incompleta acomodación de las bandas ampliadas de la CAMR-92, la reorganización incompleta y la subsiguiente retribución del espectro de ondas decamétricas de conformidad con lo decidido por la CMR-03 y la consideración de la Resolución 544 (CMR-03) en el punto 1.13 del orden del día de la CMR-07.

2.4.1 Antecedentes

La CAMR-92 decidió una retribución que una administración aún no ha aplicado por completo y que afecta a los actuales usuarios de este espectro. Para que esta administración pueda examinar debidamente las consecuencias que tendrá cualquier futura propuesta de la CMR y, lo que es más importante, cualquier propuesta de retribución del espectro al servicio de radiodifusión, ha de tener en cuenta las repercusiones de la retribución decidida por la CAMR-92 en sus autorizaciones de frecuencias. Hay tres bandas relacionadas con el punto 1.13 del orden del día que se ven afectadas por las decisiones de la CAMR-92. Toda reubicación de las asignaciones de estas tres bandas se hará con toda probabilidad en lo que queda de espectro del servicio fijo, que también contiene las bandas preferidas para el examen que llevará a cabo la CMR-07 con miras a una retribución al servicio de radiodifusión. Se reduce así el espectro disponible para el servicio fijo, que habrá de examinarse en su integridad.

Las bandas de la CAMR-92 previstas para retribución a partir del 1 de abril de 2007, entre 4 y 10 MHz, son 5 900-5 950 kHz, 7 300-7 350 kHz y 9 400-9 500 kHz, lo que suma un total de 200 kHz. Se consultó la base de datos de gestión del espectro de una administración para determinar las repercusiones para los usuarios. En la siguiente lista se muestra el número de asignaciones de cada banda para comprender mejor lo que esto supone.

- Banda 5 900-5 950 kHz (174 asignaciones)
- Banda 7 300-7 350 kHz (170 asignaciones)
- Banda 9 400-9 500 kHz (216 asignaciones).

A raíz de lo decidido por la CMR-03, han de retribuirse 50 kHz del servicio fijo al servicio de radiodifusión en la Región 2 a partir del 29 de marzo de 2009. Los usuarios del servicio fijo habrán de acomodarse con probabilidad en la banda 7 400-8 100 kHz. Como ya se ha dicho, los radiodifusores quieren espectro adicional en la banda 7 350-7 650 kHz, lo que reducirá aún más la disponibilidad de la banda para los usuarios que ya buscan reacomodarse en la banda 7 300-7 400 kHz. Por consiguiente, los usuarios con asignaciones en la banda 7 300-7 400 kHz deben evaluar sus necesidades de reacomodación actuales y futuras, considerando no sólo que tienen que satisfacer sus requisitos causados por el desplazamiento, sino también las consecuencias que tendría una reducción aún mayor de la banda en respuesta al punto 1.13 del orden del día.

- Banda 7 350-7 400 kHz (211 asignaciones)

El servicio de radiodifusión ha manifestado su interés por obtener 250 kHz adicionales para solventar las colisiones cocanal, y hasta 800 kHz para eliminar las colisiones cocanal y de canal adyacente.

En la Resolución 544 (CMR-03) se indican específicamente las bandas preferidas que podrían atribuirse al servicio de radiodifusión, que son:

- 4 500-4 650 kHz
- 5 060-5 250 kHz
- 5 840-5 900 kHz
- 7 350-7 650 kHz

- 9 290-9 400 kHz
- 9 900-9 940 kHz.

Para determinar la repercusión para los usuarios que utilizan las bandas preferidas por el servicio de radiodifusión, se analizó la base de datos de gestión del espectro de una administración para facilitar la evaluación de los efectos que tendría cualquier reducción adicional de las bandas del servicio fijo.

- Banda 4 500-4 650 kHz (849 asignaciones)
- Banda 5 060-5 250 kHz (1 099 asignaciones)
- Banda 5 840-5 900 kHz (272 asignaciones)
- Banda 7 400-7 650 kHz (896 asignaciones)
- Banda 9 290-9 400 kHz (216 asignaciones)
- Banda 9 900-9 940 kHz (114 asignaciones).

2.4.2 Requisitos

Una administración utiliza actualmente canales específicos de la gama 4-10 MHz para las comunicaciones de aeronaves críticas para la protección pública. Además, esta administración utiliza el espectro de esta gama como parte de amplias redes de emergencia en ondas decamétricas.

Estas redes soportan comunicaciones vitales entre oficinas de todo el país, oficinas en islas de los Océanos Atlántico y Pacífico y la sede cuando no hay otras infraestructuras, son inadecuadas o están temporalmente interrumpidas. Esta utilización es constante y la demanda de espectro varía en función de necesidades específicas como la protección pública general y situaciones de catástrofes concretas.

Las funciones marítimas en ondas decamétricas comprenden la protección pública y la recuperación en caso de catástrofe. Esta administración depende de las radiocomunicaciones en ondas decamétricas para llevar a cabo las misiones de salvamento de la vida humana en el mar, la dirección y control operativos de barcos y unidades aéreas y para las alertas de socorro. Está establecido reglamentariamente que las alertas de socorro han de hacerse por llamada selectiva digital y las comunicaciones de socorro, urgencia y seguridad por impresión directa en banda estrecha y por radiotelefonía¹. Además, la radiodifusión de avisos a la navegación a nivel mundial y los avisos y previsiones meteorológicos se transmiten por voz, datos y facsímil². Estas operaciones son vitales para la navegación internacional.

Esta administración también tiene un requisito de comunicaciones de largo alcance mediante sistemas de ondas decamétricas. Las comunicaciones NVIS pueden emplearse en situaciones específicas, pero no cumplen los requisitos normales de la mayoría de usuarios de esta administración. Es habitual que se establezcan enlaces de ondas decamétricas entre las costas oriental y occidental de esta administración, que sólo pueden lograrse mediante enlaces de onda ionosférica de trayecto largo. Dada la naturaleza de la propagación de las ondas decamétricas, la «huella» de la señal de ondas decamétricas, después de un fenómeno de refracción en la ionosfera, es bastante grande. Por eso es probable que muchas señales de largo alcance para comunicaciones fijas o móviles se solapen con los trayectos marítimos internacionales. Por consiguiente, no parece probable que pueda realizarse la compartición entre los servicios fijo o móvil (aeronáutico/terrestre) y el servicio marítimo. Dado que las comunicaciones marítimas son de seguridad, es imperativo que

¹ Estos requisitos están establecidos en el Capítulo IV del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar.

² Estos requisitos están establecidos en los Capítulos IV y V del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar.

cualquier solución a favor de la compartición entre los servicios fijo y móvil (aeronáutico/terrestre) y el servicio marítimo se acompañe de estudios de compartición detallados que demuestren la posibilidad real de tal compartición. Esta administración está actualmente estudiando el problema y presentará sus resultados en otra contribución.

Suelen requerirse canales de ondas decamétricas por debajo de 10 MHz para las radiocomunicaciones NVIS y de largo alcance por la noche y durante los periodos del ciclo solar en que el número de manchas solares es relativamente bajo. Por este motivo, cualquier corrupción de la parte inferior de la banda de ondas decamétricas, por ejemplo, ruido, afectará severamente a las radiocomunicaciones por ondas decamétricas normalizadas en tales periodos.

La necesidad de radiocomunicaciones fijas y móviles en ondas decamétricas de esta administración se amplía en función de la situación. Esta expansión depende del número de activos involucrados, de las capacidades de comunicación de las demás naciones participantes en las operaciones, de la disponibilidad de infraestructura y de los requisitos de comunicaciones de largo alcance entre distintos usuarios. Dado que cada caso es diferente, es imposible predecir la utilización de las ondas decamétricas, pero puede definirse una tendencia general que muestra un aumento de la demanda de espectro para los servicios fijo y móvil. Esta administración satisface tal demanda utilizando diversas técnicas (por ejemplo, emisiones de banda estrecha) para maximizar la utilización de las atribuciones existentes que soportan, entre otras cosas, la introducción de servicios en ondas decamétricas avanzadas. Se prevé que esta tendencia al alza continúe en el futuro, dadas las características de las radiocomunicaciones en ondas decamétricas y la fiabilidad que aporta a la protección pública y las operaciones en caso de catástrofe.

Los servicios en ondas decamétricas avanzadas pueden dividirse en tres grandes grupos:

- 1) Mensajería electrónica
- 2) Transferencia de grandes ficheros
- 3) Internet

Estos tipos de sistemas necesitan más anchura de banda que los sistemas de ondas decamétricas típicos (incluidas las tecnologías adaptativas). Esta necesidad puede colmarse a corto plazo empleando múltiples canales de ondas decamétricas para una sola misión. La gran anchura de banda se ve compensada por una mayor velocidad y complejidad de las capacidades de comunicación, que permiten la realización simultánea de múltiples misiones por un único canal de comunicaciones. Por tanto, es necesario seguir estudiando la designación de anchuras de banda más amplias a nivel internacional.

Durante años se han utilizado con éxito las tecnologías adaptativas. Estas tecnologías aprovechan las asignaciones de canal y los planes de frecuencias existentes para establecer radiocomunicaciones robustas en todo el mundo. De hecho, las técnicas adaptativas se están convirtiendo en la norma de comunicaciones en muchas administraciones para las radiocomunicaciones en ondas decamétricas a causa de su fiabilidad y coste. Al considerar la posibilidad de implantar un sistema de este tipo, otro punto a favor es que no se necesitan operadores altamente cualificados.

2.5 Evaluación de la utilización de otra administración

La utilización de la gama de frecuencias 4-10 MHz de una administración difiere completamente de la que hacen la mayoría de otros países de su región. En primer lugar, esto se debe al tamaño del territorio en que hay que establecer radiocomunicaciones (la longitud de los enlaces de radiocomunicaciones puede ser de varios miles de kilómetros). Este territorio comprende grandes zonas de difícil acceso remotas con una baja densidad de población y también zonas al Norte donde resulta extremadamente difícil establecer comunicaciones móviles tradicionales, como las de red troncal o celular.

Además, para establecer radiocomunicaciones de corto alcance a gran altitud, los operadores han de utilizar estaciones de retransmisión en altitudes inferiores, lo que supone una doble utilización de frecuencias.

Una solución eficaz (y, en algunos casos la única posible) para el problema de establecer radiocomunicaciones en estas zonas son las comunicaciones multisalto en las bandas de frecuencias entre 4 y 10 MHz, dentro de los servicios fijo y móvil terrestre. Ahora mismo estos servicios tienen un gran número de estaciones terrenales operativas. La densidad media de las asignaciones de frecuencias a estaciones de alta y media potencia en las bandas de frecuencias entre 4 y 10 MHz es de 105 asignaciones por cada 10 kHz de espectro. En total, los servicios fijo y móvil terrestre tienen cerca de 60 000 asignaciones de frecuencia a estaciones de alta y media potencia, incluidas unas 30 000 asignaciones de frecuencia en las bandas candidatas. En el Cuadro 3 se presentan las características típicas de estas estaciones.

CUADRO 3

| | Estación M1 | Estación M2 | Estación M3 | Estación M4 |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Banda de funcionamiento (MHz) | 1,5-30 | 3-30 | 1,5-30 | 2-30 |
| Potencia (kW) | 5 | 15 | 5 | 15 |
| Longitud del trayecto (km) | 3 000 | 6 000-7 000 | 3 000-4 000 | 6 000-7 000 |

Las estaciones de baja potencia utilizan muchas más asignaciones de frecuencia. Las estimaciones preliminares consideran que en las bandas candidatas hay más de 100 000 asignaciones de frecuencia a estaciones de baja potencia. En el Cuadro 4 se muestran los parámetros típicos de las estaciones de baja potencia.

CUADRO 4

| | Estación N1 | Estación N2 | Estación N3 |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Banda de funcionamiento (MHz) | 1,5-29,0 | 1,5-29,0 | 1,5-29,0000 |
| Potencia (W) | 1; 10 | 310; 100 | 10; 50 |
| Longitud del trayecto con una antena de dipolo simétrica (km), mínimo | 300 | 350 | 350 |

La mayoría de estas estaciones no utilizan métodos adaptativos de gestión de frecuencias.

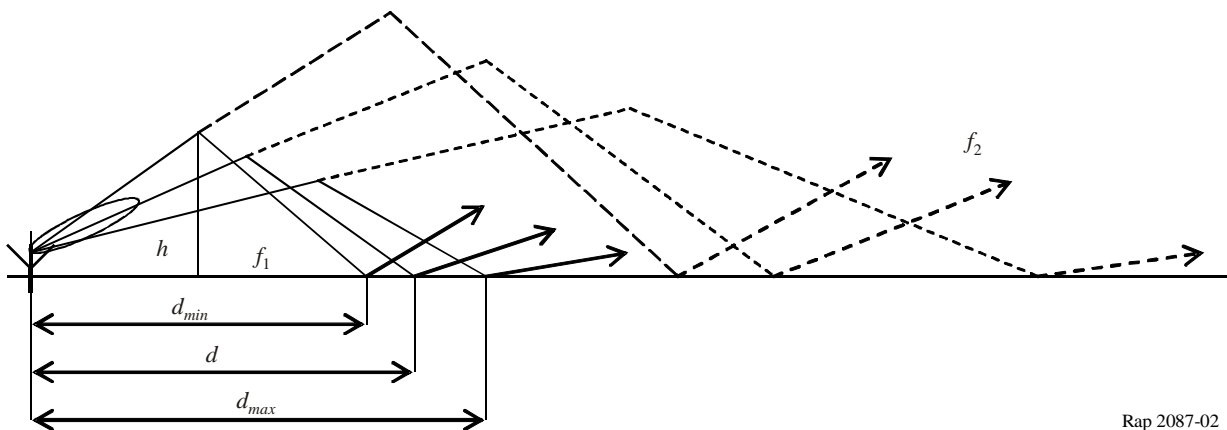
2.5.1 Caso de compartición de frecuencias

Se considera un caso de compartición entre los servicios fijo, móvil terrestre y móvil marítimo. La longitud del trayecto de radiocomunicaciones de los servicios fijo y móvil de una administración puede alcanzar los 7 000 km, como se desprende del Cuadro 3. Se puede llegar a la conclusión de que la compartición entre los servicios fijo, móvil terrestre y móvil marítimo se revela inaceptable para una administración, y que es necesario proseguir los estudios para encontrar un caso de compartición de frecuencias adaptado a los enlaces de radiocomunicaciones de medio y largo alcance.

2.5.2 Repercusión del cambio de frecuencias en el funcionamiento de los enlaces de radiocomunicaciones en la gama 4-10 MHz

La peculiaridad de la propagación en esta gama de frecuencias es que la onda se propaga mediante múltiples reflejos entre la ionosfera y la superficie de la Tierra. En la Fig. 2 se muestran los trayectos de onda electromagnética de diversas frecuencias.

FIGURA 2
Trayectos de onda electromagnética en función de la frecuencia
(Nota: $f_2 > f_1$)



Rap 2087-02

El análisis demuestra que, en los casos típicos, sólo es posible la comunicación entre estaciones en algunas zonas cuya dimensión está definida por la anchura del diagrama de la antena y el ángulo de inclinación del lóbulo principal hacia el horizonte. Las comunicaciones a larga distancia se logran mediante múltiples reflejos de las ondas entre la superficie de la Tierra y la ionosfera. El tamaño de las zonas iluminadas y la distancia entre ellas están determinados por el estado de la ionosfera, la anchura del diagrama de la antena y la frecuencia de trabajo.

De lo anterior se desprende que la definición de un caso de compartición relacionada con el cambio de frecuencia ha de tener en cuenta las peculiaridades de la propagación de las ondas en la gama 4-10 MHz y las posibles consecuencias económicas y de procedimiento.

2.5.3 Eficacia del espectro

La eficacia del espectro es especialmente necesaria para los sistemas de radiocomunicaciones de largo alcance (a distancias entre 7 000 km y 12 000 km) en dirección Este-Oeste u Oeste-Este. Está asociada a la necesidad de utilizar denominaciones de frecuencias nocturnas y diurnas y a la disponibilidad de estaciones intermedias que transforman la frecuencia de emisión.

Teniendo en cuenta la información disponible, para los sistemas con enlaces de largo alcance se necesita un número de denominaciones de frecuencias superior al número de estaciones combinadas en un sistema ALE. En caso contrario, cuando un gran número de estaciones necesita transmitir señales al mismo tiempo puede haber estaciones que tengan que esperar en cola, lo que reduce la rapidez de la transferencia de datos. En algunos casos, por ejemplo cuando los sistemas establecen radiocomunicaciones en situaciones extremas, principalmente en zonas inaccesibles o distantes, esto sería inaceptable, pues podría tener consecuencias irreversibles.

2.5.4 Reducción de la potencia de las estaciones transmisoras

Un sistema ALE puede adaptarse y encontrar mejores condiciones de propagación, estableciendo así un enlace con niveles de potencia más bajos. Esto resulta razonable cuando todas las estaciones de un sistema ALE se encuentran en una zona con un entorno de propagación similar. Estas condiciones se dan cuando todas las estaciones de un sistema se encuentran en la misma franja horaria o en franjas adyacentes, pero si el sistema está formado por estaciones ubicadas en lados opuestos del globo (día y noche) y para sus enlaces utilizan técnicas de múltiples saltos, los operadores tendrán que establecer comunicaciones entre ellas con las frecuencias más bajas accesibles. A menudo, en estos casos las emisiones deben tener un nivel de potencia superior. La solución consiste en implantar estaciones adicionales de ese sistema ALE en el trayecto de radiocomunicaciones y dividir la red en subredes capaces de funcionar a la frecuencia óptima de su zona. Este caso es típico de los países que tienen un gran territorio muy extendido. También puede ocurrir cuando se implantan sistemas de radiocomunicaciones de largo alcance con trayectos de 7 000-1 000 km.

2.5.5 Irregularidad de las atribuciones de frecuencias

Hay que señalar que los sistemas adaptativos en frecuencias ya puede funcionar satisfactoriamente con las atribuciones de frecuencias existentes. El UIT-R no ha obtenido aún resultados que demuestren que la reorganización uniforme de las frecuencias conseguirá mejorar la eficacia espectral con respecto a los sistemas adaptativos en frecuencia que funcionan con las actuales atribuciones de frecuencias.

Anexo 1

En el siguiente Cuadro se muestra la utilización del espectro de ondas decamétricas para las labores de recuperación tras el tsunami, por bandas (las frecuencias están en kHz). Las filas sombreadas corresponden a las bandas que la Resolución 544 (CMR-03) identifica como bandas preferidas para otorgar atribuciones al servicio de radiodifusión. Los números entre corchetes de la primera columna representan el número de canales de frecuencias que no habría podido utilizar el servicio fijo si las bandas preferidas de la Resolución 544 (CMR-03) estuviesen atribuidas a título exclusivo al servicio de radiodifusión.

| Número de asignaciones | Atribución a los servicios | | |
|------------------------|---|---|----------|
| | Región 1 | Región 2 | Región 3 |
| 8 | 2 194-2 300 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico (R) 5.92 5.103 5.112 | 2 194-2 300 FIJO MÓVIL 5.112 | |
| 4 | 2 300-2 498 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico (R) RADIODIFUSIÓN 5.113 | 2 300-2 495 FIJO MÓVIL RADIODIFUSIÓN 5.113 | |
| | 5.103 | 2 495-2 501 FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS (2 500 kHz) | |
| | 2 498-2 501 FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS (2 500 kHz) | | |
| | 2 501-2 502 | FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS Investigación espacial | |
| | 2 502-2 625 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico (R) | 2 502-2 505 FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS | |
| 2 | 5.92 5.103 5.114 | 2 505-2 850 FIJO MÓVIL | |
| 2 | 2 625-2 650 MÓVIL MARÍTIMO RADIONAVEGACIÓN MARÍTIMA 5.92 | | |
| 6 | 2 650-2 850 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico (R) 5.92 5.103 | | |
| | 2 850-3 025 | MÓVIL AERONÁUTICO (R) 5.111 5.115 | |
| 10 | 3 025-3 155 | MÓVIL AERONÁUTICO (OR) | |

I. UIT-R F.2087

| Número de asignaciones | Atribución a los servicios | | |
|------------------------|--|---|--|
| | Región 1 | Región 2 | Región 3 |
| 2 | 3 155-3 200 | FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico (R) 5.116 5.117 | |
| 3 | 3 200-3 230 | FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico (R) RADIODIFUSIÓN 5.113 5.116 | |
| 3 | 3 230-3 400 | FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico RADIODIFUSIÓN 5.113 5.116 5.118 | |
| 6 | 3 400-3 500 | MÓVIL AERONÁUTICO (R) | |
| 2 | 3 500-3 800 AFICIONADOS FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico | 3 500-3 750 AFICIONADOS 5.119 | 3 500-3 900 AFICIONADOS FIJO MÓVIL |
| 6 | 5.92 | 3 750-4 000 AFICIONADOS FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico (R) | |
| 2 | 3 800-3 900 FIJO MÓVIL AERONÁUTICO (OR) MÓVIL TERRESTRE | | |
| | 3 900-3 950 MÓVIL AERONÁUTICO (OR) 5.123 | | 3 900-3 950 MÓVIL AERONÁUTICO RADIODIFUSIÓN |
| 1 | 3 950-4 000 FIJO RADIODIFUSIÓN | 5.122 5.125 | 3 950-4 000 FIJO RADIODIFUSIÓN 5.126 |
| 4 | 4 000-4 063 | FIJO MÓVIL MARÍTIMO 5.127 5.126 | |
| 21 | 4 063-4 438 | MÓVIL MARÍTIMO 5.79A 5.109 5.110 5.130 5.131 5.132 5.128 5.129 | |

I. UIT-R F.2087

| Número de asignaciones | Atribución a los servicios | | |
|------------------------|---|---|--|
| | Región 1 | Región 2 | Región 3 |
| 5 (1 afectado) | 4 438-4 650 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico (R) | | 4 438-4 650 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico |
| | 4 650-4 700 | MÓVIL AERONAÚTICO (R) | |
| 6 | 4 700-4 750 | MÓVIL AERONAÚTICO (OR) | |
| 1 | 4 750-4 850 FIJO MÓVIL AERONAÚTICO (OR) MÓVIL TERRESTRE RADIODIFUSIÓN 5.113 | 4 750-4 850 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico (R) RADIODIFUSIÓN 5.113 | 4 750-4 850 FIJO RADIODIFUSIÓN 5.113 Móvil terrestre |
| 13 | 4 850-4 995 | FIJO MÓVIL TERRESTRE RADIODIFUSIÓN 5.113 | |
| | 4 995-5 003 | FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS (5 000 kHz) | |
| | 5 003-5 005 | FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS Investigación espacial | |
| | 5 005-5 060 | FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico 5.113 | |
| 13 (13 afectados) | 5 060-5 250 | FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico 5.133 | |
| 14 | 5 250-5 450 | FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico (R) | |
| | 5 450-5 480 FIJO MÓVIL AERONAÚTICO (OR) MÓVIL TERRESTRE | 5 450-5 480 MÓVIL AERONAÚTICO (R) | 5 450-5 480 FIJO MÓVIL AERONAÚTICO (OR) MÓVIL TERRESTRE |
| 10 | 5 480-5 680 | MÓVIL AERONAÚTICO (R) 5.111 5.115 | |
| 3 | 5 680-5 730 | MÓVIL AERONAÚTICO (OR) 5.111 5.115 | |
| 3 (1 afectado) | 5 730-5 900 FIJO MÓVIL TERRESTRE | 5 730-5 900 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico (R) | 5 730-5 900 FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico (R) |
| 6 | 5 900-5 950 | RADIODIFUSIÓN 5.134 5.136 | |
| | 5 950-6 200 | RADIODIFUSIÓN | |

I. UIT-R F.2087

| Número de asignaciones | Atribución a los servicios | | |
|------------------------|---|---|---|
| | Región 1 | Región 2 | Región 3 |
| 6 | 6 200-6 525 | MÓVIL MARÍTIMO 5.109 5.110 5.130 5.132 5.137 | |
| 3 | 6 525-6 685 | MÓVIL AERONÁUTICO (R) | |
| 2 | 6 685-6 765 | MÓVIL AERONÁUTICO (OR) | |
| 6 | 6 765-7 000 | FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico (R) 5.138 5.138A 5.139 | |
| 3 | 7 000-7 100 | AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATÉLITE 5.140 5.141 5.141A | |
| | 7 100-7 200 | AFICIONADOS 5.141A 5 141B 5.141C 5.142 | |
| 4 | 7 200-7 300 RADIODIFUSIÓN | 7 200-7 300 AFICIONADOS 5.142 | 7 200-7 300 RADIODIFUSIÓN |
| 1 (1 afectado) | 7 300-7 400 | RADIODIFUSIÓN 5.134 5.143 5.143A 5.143B 5.143C 5.143D | |
| 11 (11 afectados) | 7 400-7 450 RADIODIFUSIÓN 5.143B 5.143C | 7 400-7 450 FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico (R) | 7 400-7 450 RADIODIFUSIÓN 5.143A 5.143C |
| 43 (13 afectados) | 7 450-8 100 | FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico (R) 5.143E 5.144 | |
| 16 | 8 100-8 195 | FIJO MÓVIL MARÍTIMO | |
| 37 | 8 195-8 815 | MÓVIL MARÍTIMO 5.109 5.110 5.132 5.145 5.111 | |
| 6 | 8 815-8 965 | MÓVIL AERONÁUTICO (R) | |
| 4 | 8 965-9 040 | MÓVIL AERONÁUTICO (OR) | |
| 14 (7 afectados) | 9 040-9 400 | FIJO | |

I. UIT-R F.2087

| Número de asignaciones | Atribución a los servicios | | |
|------------------------|----------------------------|--|----------|
| | Región 1 | Región 2 | Región 3 |
| 13 | 9 400-9 500 | RADIODIFUSIÓN 5.134 5.146 | |
| 5 | 9 500-9 900 | RADIODIFUSIÓN 5.147 | |
| 1 (1 afectado) | 9 900-9 995 | FIJO | |
| | 9 995-10 003 | FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS | |
| | 10 003-10 005 | FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS Investigación espacial 5.111 | |
| | 10 005-10 100 | MÓVIL AERONÁUTICO (R) 5.111 | |
| 4 | 10 100-10 150 | FIJO Aficionados | |
| 115 | 10 150-11 175 | FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico (R) | |
| 4 | 11 175-11 275 | MÓVIL AERONÁUTICO (OR) | |
| | 11 275-11 400 | MÓVIL AERONÁUTICO (R) | |
| 26 | 11 400-11 600 | FIJO | |
| 3 | 11 600-11 650 | RADIODIFUSIÓN 5.134 5.146 | |
| | 11 650-12 050 | RADIODIFUSIÓN 5.147 | |
| 10 | 12 050-12 100 | RADIODIFUSIÓN 5.134 5.146 | |
| 20 | 12 100-12 230 | FIJO | |
| 28 | 12 230-13 200 | MÓVIL MARÍTIMO 5.109 5.110 5.132 5.145 | |
| 8 | 13 200-13 260 | MÓVIL AERONÁUTICO (OR) | |
| | 13 260-13 360 | MÓVIL AERONÁUTICO (R) | |
| | 13 360-13 410 | FIJO RADIOASTRONOMÍA 5.149 | |

I. UIT-R F.2087

| Número de asignaciones | Atribución a los servicios | | |
|------------------------|----------------------------|---|----------|
| | Región 1 | Región 2 | Región 3 |
| 17 | 13 410-13 570 | FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico (R) 5.150 | |
| | 13 570-13 600 | RADIODIFUSIÓN 5.134 5.151 | |
| 3 | 13 600-13 800 | RADIODIFUSIÓN | |
| 2 | 13 800-13 870 | RADIODIFUSIÓN 5.134 5.151 | |
| 13 | 13 870-14 000 | FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico (R) | |
| 3 | 14 000-14 250 | AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATÉLITE | |
| | 14 250-14 350 | AFICIONADOS 5.152 | |
| 59 | 14 350-14 990 | FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico (R) | |
| | 14 990-15 005 | FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS (15 000 kHz) 5.111 | |
| | 15 005-15 010 | FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS Investigación espacial | |
| | 15 010-15 100 | MÓVIL AERONÁUTICO (OR) | |
| 9 | 15 100-15 600 | RADIODIFUSIÓN | |
| 33 | 15 600-15 800 | RADIODIFUSIÓN 5.134 5.146 | |
| 44 | 15 800-16 360 | FIJO 5.153 | |
| 20 | 16 360-17 410 | MÓVIL MARÍTIMO 5.109 5.110 5.132 5.145 | |
| 21 | 17 410-17 480 | FIJO | |
| 5 | 17 480-17 550 | RADIODIFUSIÓN 5.134 5.146 | |
| 3 | 17 550-17 900 | RADIODIFUSIÓN | |
| 3 | 17 900-17 970 | MÓVIL AERONÁUTICO (R) | |
| | 17 970-18 030 | MÓVIL AERONÁUTICO (OR) | |

I. UIT-R F.2087

| Número de asignaciones | Atribución a los servicios | | |
|------------------------|----------------------------|--|----------|
| | Región 1 | Región 2 | Región 3 |
| | 18 030-18 052 | FIJO | |
| | 18 052-18 068 | FIJO Investigación espacial | |
| | 18 068-18 168 | AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATÉLITE 5.154 | |
| 44 | 18 168-18 780 | FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico | |
| | 18 780-18 900 | MÓVIL MARÍTIMO | |
| 5 | 18 900-19 020 | RADIODIFUSIÓN 5.134 5.146 | |
| 20 | 19 020-19 680 | FIJO | |
| 3 | 19 680-19 800 | MÓVIL MARÍTIMO 5.132 | |
| 30 | 19 800-19 990 | FIJO | |
| | 19 990-19 995 | FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS Investigación espacial 5.111 | |
| | 19 995-20 010 | FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS (20 000 kHz) 5.111 | |
| 42 | 20 010-21 000 | FIJO Móvil | |
| | 21 000-21 450 | AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATÉLITE | |
| 3 | 21 450-21 850 | RADIODIFUSIÓN | |
| | 21 850-21 870 | FIJO 5.155A 5.155 | |
| 3 | 21 870-21 924 | FIJO 5.155B | |
| | 21 924-22 000 | MÓVIL AERONÁUTICO (R) | |
| 27 | 22 000-22 855 | MÓVIL MARÍTIMO 5.132 5.156 | |
| 6 | 22 855-23 000 | FIJO 5.156 | |
| 3 | 23 000-23 200 | FIJO 5.146A MÓVIL AERONÁUTICO (OR) | |

I. UIT-R F.2087

| Número de asignaciones | Atribución a los servicios | | |
|------------------------|----------------------------|---|----------|
| | Región 1 | Región 2 | Región 3 |
| | 23 200-23 350 | FIJO 5.156A MÓVIL AERONÁUTICO (OR) | |
| 3 | 23 350-24 000 | FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico 5.157 | |
| 12 | 24 000-24 890 | FIJO MÓVIL TERRESTRE | |
| | 24 890-24 990 | AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATÉLITE | |
| | 24 990-25 005 | FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS (25 000 kHz) | |
| | 25 005-25 010 | FRECUENCIAS PATRÓN Y SEÑALES HORARIAS Investigación espacial | |
| 3 | 25 010-25 070 | FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico | |
| | 25 070-25 210 | MÓVIL MARÍTIMO | |
| 9 | 25 210-25 550 | FIJO MÓVIL salvo móvil aeronáutico | |
| | 25 550-25 670 | RADIOASTRONOMÍA 5.149 | |
| | 25 670-26 100 | RADIODIFUSIÓN | |
| | 26 100-26 175 | MÓVIL MARÍTIMO 5.132 | |
| | 26 175-27 500 | FIJO Móvil salvo móvil aeronáutico | |
| 12 | 27 500-28 000 | AYUDAS A LA METEOROLOGÍA FIJO MÓVIL | |
| 3 | 28 000-29 700 | AFICIONADOS AFICIONADOS POR SATÉLITE | |
| | 29 700-30 005 | FIJO MÓVIL | |