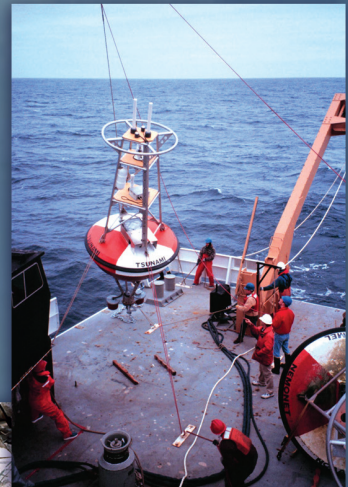




Emergencia y socorro en caso de catástrofe



Suplemento especial del UIT-R

Oficina de Radiocomunicaciones



EL SECTOR DE RADIOCOMUNICACIONES DE LA UIT

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

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

Para toda información sobre asuntos de radiocomunicaciones

Póngase en contacto con:

UIT
Oficina de Radiocomunicaciones
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza

Teléfono:	+41 22 730 5800
Telefax:	+41 22 730 5785
E-mail:	brmail@itu.int
Web:	www.itu.int/itu-r

Para solicitar las publicaciones de la UIT

No se admiten pedidos por teléfono. Sírvase enviarlos por telefax o correo electrónico (E-mail).

UIT
División de Ventas y Comercialización
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza

Telefax:	+41 22 730 5194
E-mail:	sales@itu.int

La Librería electrónica de la UIT: www.itu.int/publications

Emergencia y socorro en caso de catástrofe

Suplemento Especial del UIT-R

Oficina de Radiocomunicaciones



Cuadro de materias

	<i>Página</i>
Prólogo	v
Introducción	1
Anexo 1 – Textos del UIT-R relativos a las radiocomunicaciones para la emergencia y socorro en caso de catástrofe	9
Sección I – Textos del Reglamento de Radiocomunicaciones.....	11
Sección II – Recomendaciones e Informes del UIT-R.....	45

Prólogo

Las telecomunicaciones son un elemento fundamental en todas las fases de la gestión de catástrofes. En estos casos, se utilizan servicios de radiocomunicaciones para, entre otras cosas, la predicción de catástrofes y su detección, la comunicación de alertas y la prestación de servicios de socorro. En determinados casos, cuando la infraestructura de las telecomunicaciones «alámbricas» está parcial o totalmente destruida a causa de una catástrofe, sólo puede reunirse a los servicios de radiocomunicaciones para efectuar las operaciones de socorro.

El UIT-R lleva a cabo dos importantes tareas que conciernen a todos los servicios de radiocomunicaciones; a saber, garantiza un uso eficaz del espectro de radiofrecuencias, y lleva a cabo estudios relativos al desarrollo de los sistemas de radiocomunicaciones. Además, las Comisiones de Estudio de Radiocomunicaciones efectúan estudios relacionados con la continua evolución de los sistemas de radiocomunicaciones utilizados en las operaciones de ayuda y socorro en caso de catástrofes; dichos estudios están contemplados en los programas de trabajo de las propias Comisiones de Estudio de Radiocomunicaciones.

Fases de la gestión de catástrofes	Principales servicios de radiocomunicaciones utilizados	Principales tareas que se efectúan gracias a los servicios de radiocomunicaciones	Comisiones de Estudio de Radiocomunicaciones afectadas
Predicción y detección	Servicios de meteorología (ayudas a la meteorología y servicio de meteorología por satélite) - Servicio de exploración de la Tierra por satélite	Predicción meteorológica y climática. Detección y seguimiento de terremotos, maremotos, huracanes, tifones, incendios forestales, fugas de petróleo, etc. Comunicación de información de alerta	Comisión de Estudio 7
Alerta	- Servicios de radioaficionados	Recepción y distribución de mensajes de alerta	Comisión de Estudio 8
	- Servicios de radiodifusión terrenal y por satélite (radiodifusión sonora, televisión, etc.)	Divulgación de mensajes de alerta y directrices a amplios sectores de la población	Comisión de Estudio 6
	- Servicios fijos terrenales y por satélite	Comunicación de mensajes de alerta e instrucciones a los centros de telecomunicaciones para su posterior divulgación al público	Comisión de Estudio 9 Comisión de Estudio 4
	- Servicios móviles (servicios terrestres, por satélite, marítimos, etc.)	Distribución de mensajes de alerta y directrices de persona a persona	Comisión de Estudio 8
Operaciones de socorro	- Servicios de radioaficionados	Asistencia en la organización de operaciones de socorro (principalmente cuando los demás servicios aún no están operativos)	Comisión de Estudio 8
	- Servicios de radiodifusión terrenal y por satélite (radiodifusión sonora, televisión, etc.)	Coordinación de las actividades de socorro divulgando entre la población la información de los equipos de planificación de las operaciones de socorro	Comisión de Estudio 6
	- Servicio de exploración de la Tierra por satélite	Evaluación de daños y comunicación de información para las actividades de planificación de las operaciones de socorro	Comisión de Estudio 7
	- Servicios fijos terrenales y por satélite	Intercambio de información entre distintos equipos/grupos para la planificación y coordinación de las actividades de socorro	Comisión de Estudio 9 Comisión de Estudio 4
	- Servicios móviles (servicios terrestres, por satélite, marítimos, etc.)	Intercambio de información entre personas y/o grupo de personas involucradas en las actividades de socorro	Comisión de Estudio 8

También se invita al UIT-R a que prosiga los estudios a fin de identificar las bandas de frecuencias más adecuadas que puedan utilizarse a nivel mundial/regional para la protección pública y las operaciones de socorro (PPDR), así como para facilitar la circulación transfronteriza de equipos destinados a situaciones de emergencia y operaciones de socorro. Esta segunda tarea está además reforzada por el Convenio de Tampere sobre el suministro de recursos de telecomunicaciones para la mitigación de catástrofes y las operaciones de socorro en casos de catástrofe. Esta labor está también sustentada por varias Resoluciones de Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (**Resolución 644 (CMR-2000)**, **Resolución 646 (CMR-03)**) que solicitan al UIT-R que estudie los aspectos de las radiocomunicaciones pertinentes para la protección pública y las operaciones de socorro.

El Convenio de Tampere

El suministro de recursos de telecomunicaciones para la mitigación de catástrofes y las operaciones de socorro en caso de catástrofe entró en vigor el sábado 8 de enero de 2005. El Convenio de Tampere, que pide a los Estados que proporcionen rápidamente asistencia en materia de telecomunicaciones para aliviar las consecuencias de las catástrofes, contempla la instalación y puesta en marcha de servicios de telecomunicaciones fiables y de fácil adaptación. Se suprimen los obstáculos reglamentarios que impedían la utilización de recursos de telecomunicación para llevar a cabo las tareas de rescate. Entre esos obstáculos pueden mencionarse la asignación de frecuencias y las tasas derivadas de su utilización, así como la protección de técnicos que utilizan esos equipos. El Tratado, que se firmó el 18 de junio de 1998, simplifica la utilización de los equipos de telecomunicaciones destinadas a proteger las vidas humanas. La UIT ayuda a cumplir los objetivos de este Convenio (véase también la dirección <http://www.reliefweb.int/telecoms/tampere/icet98-e.htm>).

Introducción

Actividades del UIT-R relativas a las radiocomunicaciones en situaciones de emergencia y para realizar operaciones de socorro en caso de catástrofe

1 Antecedentes

Realizar estudios sobre las radiocomunicaciones en situaciones de emergencia y para garantizar la seguridad de la vida humana representa un función esencial del Sector de Radiocomunicaciones de la UIT. El Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) contiene numerosas disposiciones que regulan los servicios relacionados con las comunicaciones de socorro y seguridad, tales como los servicios marítimos, aeronáutico y de radiodeterminación. Asimismo, existen muchos textos (Recomendaciones, Informes y Manuales del UIT-R) que preparan las Comisiones de Estudio de Radiocomunicaciones y tienen que ver directamente con la predicción, la detección y las radiocomunicaciones aplicables cuando sobrevienen catástrofes y situaciones de emergencia. En estos textos se abordan diferentes aspectos de la gestión del espectro, por ejemplo, la protección de los servicios de seguridad contra las emisiones no deseadas, así como el suministro de información sobre las características técnicas, las necesidades de espectro, los planes de organización de canales y los aspectos operacionales de los sistemas utilizados por los servicios que contribuyen a la seguridad de la vida.

Tras el tsunami que asoló el sudeste asiático en diciembre de 2004, se tomaron medidas con el fin de destacar la importancia que revistan los estudios que realizan las Comisiones de Estudio de Radiocomunicaciones sobre las radiocomunicaciones que se requieren cuando se producen desastres naturales. A dicho efecto, el Director de la BR envió una carta a los Presidentes de las Comisiones de Estudio en febrero de 2005, en las que los invitaba a examinar y promover actividades en sus Comisiones de Estudio sobre el particular, con miras a contribuir a un esfuerzo mundial centrado en mitigar los efectos de dichos eventos en el futuro.

A continuación, se resumen las principales actividades.

2 Actividades de las Comisiones de Estudio de Radiocomunicaciones

2.1 Comisión de Estudio 4 (Servicio fijo por satélite)

En una carta enviada por el Presidente de la Comisión de Estudio 4 al Director de la BR se informaba a éste sobre una revisión de la Recomendación UIT-R S.1001 – *Utilización de sistemas en el servicio fijo por satélite en los casos de desastres naturales y otras emergencias similares para avisos y operaciones de socorro.*

En dicha Recomendación se consigna una serie de directrices sobre la utilización de las redes de satélite en caso de catástrofes naturales y situaciones de emergencia similares, y se da información sobre el diseño del sistema global y el terminal que requieren las telecomunicaciones de socorro en caso de catástrofe. La revisión mencionada contiene una nueva sección sobre la utilización de pequeñas estaciones terrenas transportables y redes de satélite para realizar operaciones de socorro y un Apéndice que contiene varios ejemplos de estas estaciones y redes, en el caso de emergencias sobrevenidas en Japón e Italia. La Comisión de Estudio 4 solicita que las administraciones informen sobre otros ejemplos de la utilización de redes de satélite para realizar operaciones en situaciones de emergencia.

2.2 Comisión de Estudio 6 (Servicios de radiodifusión)

La medida inicial adoptada por la Comisión de Estudio 6 en este contexto fue una nota que envió al Director, en la que se resumían los medios mediante los cuales el servicio de radiodifusión por satélite (SRS) puede contribuir a avisar al público sobre desastres inminentes y difundir información en lo que concierne a las operaciones de socorro. Después del envío de dicha nota se aprobó la Cuestión UIT-R 118/6 – *Medios de radiodifusión para alerta a la población y socorro en caso de catástrofe*. En respuesta a dicha aprobación, la Comisión de Estudio 6 se encuentra preparando una nueva Recomendación sobre la utilización de infraestructuras de radiodifusión por satélite y terrenal para alertar al público y contribuir a las operaciones de socorro en caso de catástrofe, Recomendación cuyo objetivo es contribuir a hacer posible el rápido despliegue de equipos y redes disponibles en los servicios de radiodifusión terrenal y por satélite. Gracias a estos servicios puede alertarse al público e informarle sobre las medidas preventivas adoptadas, así como difundir información sobre la coordinación de los procedimientos de rescate. En la Recomendación se proporciona orientación técnica sobre la utilización mejorada de los servicios de radiodifusión terrenal y por satélite cuando sobrevienen desastres naturales.

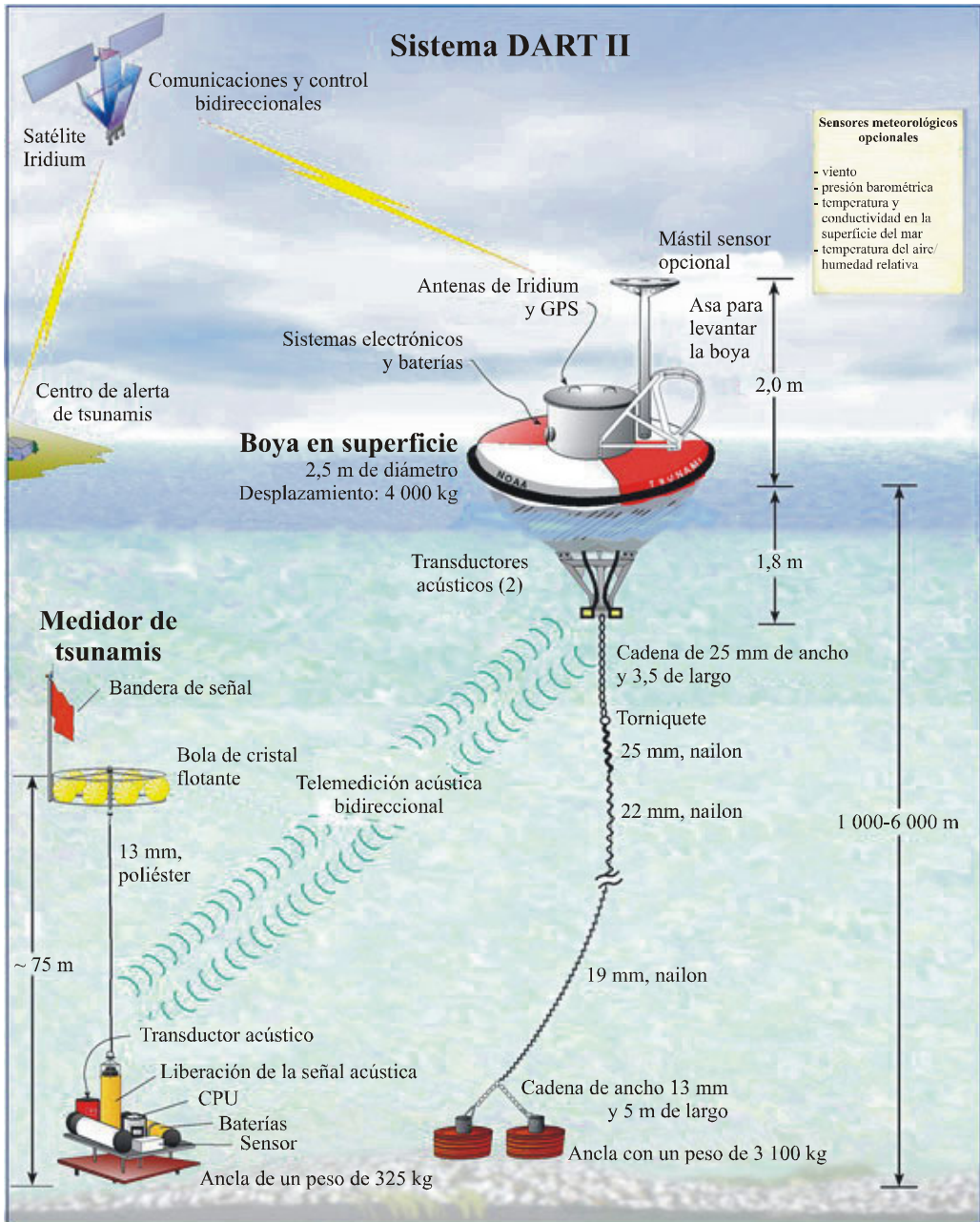
2.3 Comisión de Estudio 7 (Servicios científicos)

La Comisión de Estudio 7 aborda los servicios asociados con los aspectos científicos del tema que aquí se considera. Los servicios de ayudas meteorológicas, de meteorología por satélite y explorar la Tierra por satélite desempeñan un papel fundamental en cuanto a la predicción y detección de catástrofes, así como para recuperar y retransmitir datos del equipo de supervisión (por ejemplo, un sistema de detección y predicción de tsunamis utilizando boyas – véase la Fig. 1) a los sistemas de sirena basados en tierra. Existen sistemas más avanzados que entrañan el recurso a la teledetección de la temperatura del mar, ya que sus variaciones pueden estar vinculadas con la actividad sísmica.

Los sistemas que examina la Comisión de Estudio 7 se utilizan en actividades tales como:

- previsión meteorológica y la predicción del cambio climático (utilizando el Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC – véase la Fig. 2);
- detección y el seguimiento de terremotos, tsunamis, huracanes, incendios forestales, derrames de petróleo, etc.;
- suministro de información de aviso/alerta;
- evaluación de daños;
- suministro de información para planificar operaciones de socorro.

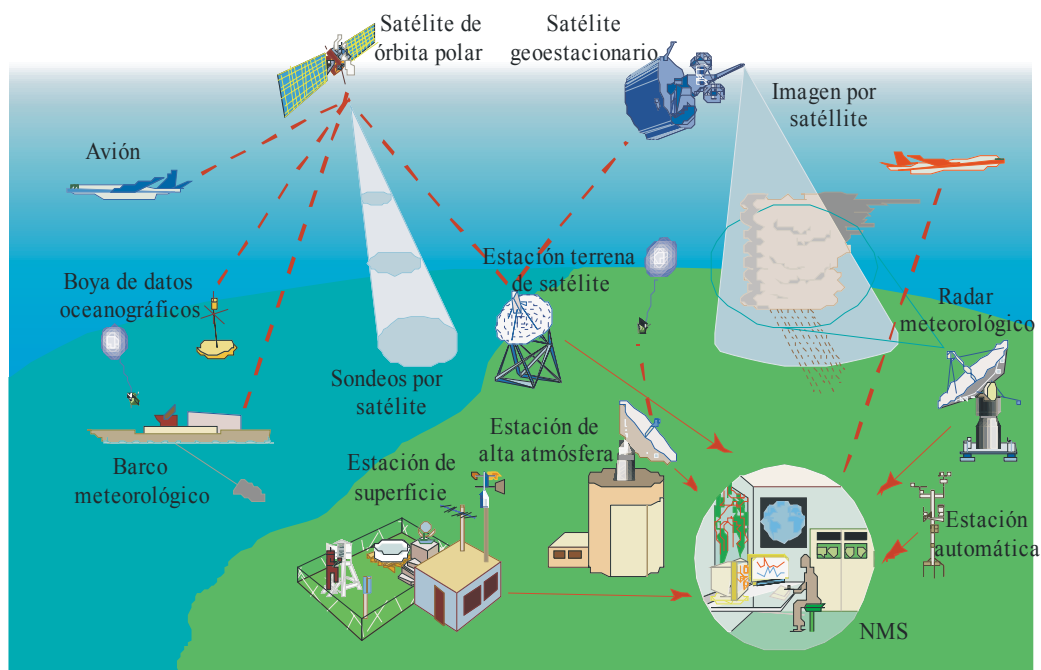
FIGURA 1



Emergency-01

Resulta esencial que las frecuencias atribuidas a estos servicios pasivos queden libres de interferencia. Para ello, la última Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR-03) garantizó varias atribuciones de frecuencia. Asimismo, en la próxima CMR, que se celebrará en 2007, se examinará la posibilidad de extender las atribuciones de frecuencia en favor de varios servicios científicos, lo que serviría para realizar mejoras tales como una mayor resolución de la formación de imágenes por satélite de la superficie de la Tierra y, por otra parte, velará por que se proporcione la adecuada protección a los servicios pasivos contra la interferencia perjudicial ocasionada por otros servicios.

FIGURA 2



Emergency-02

Para contribuir a un mayor desarrollo a los servicios relacionados con la predicción y detección de catástrofes, así como para apoyar las decisiones de reglamentación adoptadas por las CMR, la Comisión de Estudio 7 ha preparado un gran número de textos, por ejemplo, Recomendaciones e Informes UIT-R, en los que se abordan las características técnicas de estos servicios, así como una serie de asuntos espectrales conexos. Entre los nuevos textos que se están preparando, figuran Recomendaciones sobre sistemas de ayudas meteorológicas basados en tierra que utilizan frecuencias ópticas, aspectos de espectro de los sensores activos y pasivos (por ejemplo, los utilizados para realizar observaciones meteorológicas, evaluar la cubierta vegetal, detectar incendios y derrames de petróleo), acopio y difusión de datos y

técnicas de mitigación de la interferencia aplicables en ciertas bandas utilizadas por el servicio de exploración de la Tierra por satélite (para mayores detalles, véase: <http://www.itu.int/ITU-R/study-groups/rsg7>). Además, se está elaborando un Manual sobre el servicio de exploración de la Tierra por satélite que complementará el ya existente sobre el uso del espectro radioeléctrico para la meteorología, preparado conjuntamente con la OMI y en el que se describe una serie de modernos sistemas, instrumentos y métodos meteorológicos (<http://www.itu.int/publications/productslist.aspx?lang=e&CategoryID=R-HDB&product=R-HDB-45>).

2.4 Comisión de Estudio 8 (Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos)

La Comisión de Estudio 8 se encarga de preparar muchas Recomendaciones que tienen que ver con las comunicaciones en situaciones de emergencia y para realizar operaciones de socorro en caso de catástrofe. Normalmente, en estas Recomendaciones figuran las características técnicas del equipo asociado con el sistema mundial de socorro y seguridad marítimos (SMSSM), características, entre las que figuran las de transmisión, de las radiobalizas de localización de siniestros (RLS) y las de un sistema universal de identificación automática a bordo de barcos. La Comisión de Estudio ha participado decisivamente en la realización de estudios sobre la protección pública y las operaciones de socorro (PPDR) en caso de desastre y, en este sentido, organizó un taller sobre el particular en 2002 (véase: <http://www.itu.int/ITU-R/studygroups/rsq8/rwp8a/seminars/protection/index.html>). El servicio de aficionados cuenta con una larga trayectoria en lo que concierne a prestar ayuda por medio de las radiocomunicaciones durante situaciones de emergencia y catástrofes y la Comisión de Estudio 8 ha preparado Recomendaciones que abordan la contribución de los radioaficionados, junto con la del servicio móvil terrestre (véase la Cuestión UIT-R 209/8).

Gran parte del trabajo emprendido por la Comisión de Estudio está representado por el de apoyo a los textos y procedimientos del RR que abordan las comunicaciones de socorro y seguridad, y un gran número de disposiciones sobre el particular se han consignado en los Artículos del RR. El tema que representan las bandas de frecuencias para las comunicaciones PPDR en caso de catástrofe fue un punto importante en el orden del día de la CMR-03. La anterior Conferencia, es decir la CMR-2000, adoptó dos Resoluciones (**644** y **645**) a este respecto, en las que se pedía al UIT-R (Comisión de Estudio 8) que examinase los aspectos de radiocomunicaciones aplicables a la mitigación de catástrofe y las operaciones de socorro, y que estudiara la identificación de bandas de frecuencias que podrían utilizarse en el plano mundial y regional. En respuesta a dichas Resoluciones se preparó el Informe UIT-R M.2033.

Los correspondientes al resultado de la CMR-03 quedaron reflejados en la Resolución **646 (CMR-03)** en la que se recomienda decididamente la utilización de bandas armonizadas regionalmente y se alienta a considerar la utilización de ciertas bandas en las tres Regiones de la UIT. En este contexto, siguen realizándose estudios en la Comisión de Estudio 8; entre otros, los que abordan la identificación de otras gamas de frecuencia idóneas y el recurso a sistemas móviles por satélite para realizar operaciones de socorro en caso de catástrofe.

2.5 Comisión de Estudio 9 (Servicio fijo)

Se han adoptado dos nuevas Cuestiones en las que se aborda la necesidad de proporcionar las características técnicas y operacionales de los sistemas del servicio fijo destinados a la mitigación de catástrofes y a las operaciones de socorro, y en una de dichas Cuestiones se destacan en particular los sistemas que funcionan en las bandas de onda hectométricas y decamétricas. Por otra parte, la Comisión de Estudio ha preparado una revisión a fondo de la Recomendación UIT-R F.1105 – *Equipo transportable de radiocomunicaciones fijas para operaciones de socorro*. En esta Recomendación se actualizan las características de los sistemas inalámbricos fijos especificados con arreglo a su capacidad de canal, frecuencias de funcionamiento, distancia de transmisión y características del trayecto de propagación. Asimismo, se describen las características de un sistema regional de comunicaciones digitales simultáneas. Dicho sistema podría proporcionar comunicaciones simultáneas, tanto individual como grupalmente, entre una estación central y varios terminales en una región determinada. La estación central recoge los datos e información pertinentes para la fase de prevención de un desastre y puede transmitir, acto seguido, dicha información a los residentes con propósito de alerta. Por otra parte, es posible disponer de capacidades interactivas.

3 Otras actividades de la BR

3.1 Sitio web del UIT-R sobre las radiocomunicaciones en situaciones de emergencia y de catástrofe

Se ha preparado un sitio web especializado en el que se describe la función que desempeña la UIT-R en lo que concierne a la mitigación de desastres y a la realización de operaciones de socorro. En el sitio web se distinguen las diferentes fases de la actuación frente a una catástrofe – *predicción, detección, alerta y socorro*, y se identifican los servicios de radiocomunicaciones que cada una de estas fases entraña, así como las correspondientes tareas y las Comisiones de Estudio de Radiocomunicaciones que participan en la preparación de estudios para proporcionar información y Recomendaciones.

3.2 Información adicional del Sector de Radiocomunicaciones

3.2.1 Sistema de acceso y extracción en el servicio móvil marítimo (MARS)

Este sistema ha sido ideado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (véase: <http://www.itu.int/ITU-R/terrestrial/mars/>) con el propósito de proporcionar a la comunidad marítima y, en particular, a las entidades que participan en las actividades de búsqueda y rescate, los datos más actualizados como parte de la base de datos sobre estaciones de barco de la UIT.

El sistema, que se actualiza semanalmente y está disponible 24 h al día siete días por semana, contiene las características de más de 400 000 estaciones de barco, así como las direcciones y la información de contacto de las autoridades encargadas de la contabilidad y las administraciones notificantes.

3.2.2 Bandas armonizadas desde el punto de vista regional

Esta armonización se basa en la Resolución **646 (CMR-03)** – *Protección pública y operaciones de socorro* (véase: <http://www.itu.int/ITU-R/information/emergency/bands/index.html>).

4 Otras actividades de la UIT

4.1 Secretaría General de la UIT

Véase: <http://www.itu.int/emergencytelecoms/index.html>

4.2 UIT-T

Véase: <http://www.itu.int/ITU-T/emergencytelecoms/index.html>

4.3 UIT-D

Véase: <http://www.itu.int/ITU-D/emergencytelecoms/index.html>

El UIT-D publicó en 2005 el Manual sobre telecomunicaciones de emergencia. Debido al rápido ritmo de cambio de las tecnologías y los regímenes de reglamentación relacionados con la mitigación de catástrofes y las operaciones de socorro, así como al gran número de catástrofes que se están produciendo, es necesario publicar este Manual para abordar a la mayoría de las cuestiones que plantea este asunto.

El Manual se divide en tres Partes:

Parte I: se analiza la prevención de catástrofes y las correspondientes respuestas, así como los medios disponibles en materia de telecomunicaciones.

Parte II: se centra en los aspectos operacionales de las telecomunicaciones de emergencia, a saber:

- a) las telecomunicaciones como instrumentos para los proveedores de respuestas de emergencia;
- b) las redes públicas de telecomunicaciones y sus funciones en las operaciones de socorro en caso de catástrofe;
- c) la utilización de la Internet, los servicios y las redes privados de telecomunicaciones, el servicio de radioaficionados, la radiodifusión y las tecnologías incipientes.

Parte III: se analizan los elementos técnicos de las telecomunicaciones de emergencia, aspecto que reviste esencial importancia para los trabajadores en el terreno que a menudo deben hacer frente a desafíos técnicos al instalar y utilizar equipo in situ de telecomunicaciones.

Anexo 1

Textos del UIT-R relativos a las radiocomunicaciones para la emergencia y socorro en caso de catástrofe

Índice

	<i>Página</i>
Sección I – Textos del Reglamento de Radiocomunicaciones	11
ARTÍCULO 30 – Disposiciones generales	13
ARTÍCULO 31 – Frecuencias para el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos (SMSSM)	17
ARTÍCULO 32 – Procedimientos operacionales para las comunicaciones de socorro y seguridad en el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos (SMSSM)	19
ARTÍCULO 33 – Procedimientos operacionales para las comunicaciones de urgencia y seguridad en el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos (SMSSM)	29
ARTÍCULO 34 – Señales de alerta en el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos (SMSSM)	35
RESOLUCIÓN 646 (CMR-03) – Protección pública y operaciones de socorro	37
Sección II – Recomendaciones e Informes UIT-R.....	45
RECOMENDACIÓN UIT-R M.693 – Características técnicas de las radiobalizas de localización de siniestros en ondas métricas que utilizan llamada selectiva digital (RLS en ondas métricas con LLS)	47
RECOMENDACIÓN UIT-R M.830-1 – Procedimientos de explotación para las redes o los sistemas móviles por satélite en las bandas 1 530-1 544 MHz y 1 626,5-1 645,5 MHz utilizados con fines de socorro y seguridad especificados para el sistema mundial de socorro y seguridad marítimos (SMSSM)	51
RECOMENDACIÓN UIT-R S.1001 – Utilización de sistemas en el servicio fijo por satélite en los casos de desastres naturales y otras emergencias similares para avisos y operaciones de socorro	53

	<i>Página</i>
RECOMENDACIÓN UIT-R M.1042-2 – Comunicaciones de los servicios de aficionados y aficionados por satélite en situaciones de catástrofe	63
RECOMENDACIÓN UIT-R F.1105-1 – Equipo transportable de radiocomunicaciones fijas para operaciones de socorro	65
RECOMENDACIÓN UIT-R M.1467 – Predicción del alcance A2 y NAVTEX y de la protección del canal de escucha de socorro A2 del sistema mundial de socorro y seguridad marítimos	71
RECOMENDACIÓN UIT-R M.1637 – Circulación mundial e interfronteriza de equipos de radiocomunicaciones en situaciones de emergencia y operaciones de socorro	89
INFORME UIT-R M.2033 – Objetivos y requisitos de las radiocomunicaciones de protección pública y operaciones de socorro	93

Sección I – Textos del Reglamento de Radiocomunicaciones

ARTÍCULO 30

Disposiciones generales

Sección I – Introducción

30.1 § 1 Este Capítulo contiene las disposiciones para el funcionamiento del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos (SMSSM) que se definen íntegramente en el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS), 1974, modificado. Las transmisiones de socorro, urgencia y seguridad pueden también efectuarse, utilizando técnicas de telegrafía Morse o de radiotelefonía, de conformidad con lo dispuesto en el Apéndice **13** y en las Recomendaciones UIT-R pertinentes. Las estaciones del servicio móvil marítimo, cuando utilicen frecuencias y técnicas de conformidad con el Apéndice **13**, deberán cumplir las disposiciones adecuadas de dicho Apéndice.

30.2 § 2 Ninguna disposición de este Reglamento podrá impedir a una estación móvil o a una estación terrena móvil que se encuentre en peligro la utilización de todos los medios de que disponga para llamar la atención, señalar su posición y obtener auxilio (véase también el número **4.9**).

30.3 § 3 Ninguna disposición de este Reglamento podrá impedir que cualquier estación a bordo de aeronave, barco que participe en operaciones de búsqueda y salvamento, estación terrestre o estación terrena costera, en circunstancias excepcionales, pueda hacer uso de cuantos medios disponga para prestar ayuda a una estación móvil o estación terrena móvil en peligro (véanse también los números **4.9** y **4.16**).

Sección II – Disposiciones relativas a los servicios marítimos

30.4 § 4 Las disposiciones establecidas en el presente Capítulo son obligatorias (véase la Resolución **331 (Rev.CMR-97)***) en el servicio móvil marítimo y en el servicio móvil marítimo por satélite para todas las estaciones que utilicen las frecuencias y las técnicas prescritas para las funciones aquí indicadas (véase también el número **30.5**). No obstante, las estaciones del servicio móvil marítimo, cuando tengan instalado el equipamiento que emplean las estaciones que funcionan de conformidad con lo dispuesto en el Apéndice **13**, se ajustarán a las disposiciones pertinentes de dicho Apéndice.

* *Nota de la Secretaría:* Esta Resolución ha sido revisada por la CMR-03.

30.5 § 5 El Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS), 1974, modificado, determina qué barcos y qué embarcaciones o dispositivos de salvamento de los mismos deben estar provistos de instalaciones radioeléctricas, así como los barcos que deben llevar equipos radioeléctricos portátiles para uso en las embarcaciones o dispositivos de salvamento. Dicho Convenio define también las condiciones que deben cumplir tales equipos.

30.6 § 6 Cuando sea indispensable hacerlo debido a circunstancias especiales, una administración podrá, como excepción respecto a los métodos de trabajo establecidos por este Reglamento, autorizar a las instalaciones de una estación terrena de barco situadas en los centros de coordinación de salvamento¹ a comunicarse con cualquier otra estación, utilizando bandas atribuidas al servicio móvil marítimo por satélite, con fines de socorro y seguridad.

30.7 § 7 Las estaciones móviles² del servicio móvil marítimo podrán comunicar, para fines de seguridad, con las estaciones del servicio móvil aeronáutico. Estas comunicaciones se efectuarán normalmente en las frecuencias autorizadas y en las condiciones estipuladas en la Sección I del Artículo **31** (véase también el número **4.9**).

Sección III – Disposiciones relativas a los servicios aeronáuticos

30.8 § 8 El procedimiento especificado en este Capítulo es obligatorio para las comunicaciones entre estaciones a bordo de aeronaves y estaciones del servicio móvil marítimo por satélite en todos los casos en que se mencionen expresamente dicho servicio o dichas estaciones.

30.9 § 9 Ciertas disposiciones del presente Capítulo son aplicables al servicio móvil aeronáutico, salvo en los casos en que existan acuerdos especiales entre los gobiernos interesados.

30.10 § 10 Las estaciones móviles del servicio móvil aeronáutico podrán comunicar, para fines de socorro y seguridad, con las estaciones del servicio móvil marítimo, de acuerdo con las disposiciones del presente Capítulo.

¹ **30.6.1** La expresión «centro de coordinación de salvamento», definida en el Convenio Internacional sobre Búsqueda y Salvamento Marítimos (1979), se refiere a una entidad encargada de promover la organización eficaz de los servicios de búsqueda y salvamento y de coordinar las operaciones correspondientes en una región de búsqueda y salvamento.

² **30.7.1** Las estaciones móviles que comunican con las estaciones del servicio móvil aeronáutico (R) en bandas atribuidas a éste se ajustarán a las disposiciones del presente Reglamento relativas a este servicio y, según corresponda, a los acuerdos especiales reglamentarios del servicio móvil aeronáutico (R) que puedan haber concertado los gobiernos interesados.

30.11 § 11 Toda estación instalada a bordo de una aeronave y que esté obligada por un reglamento nacional o internacional a establecer comunicación, por razones de socorro, urgencia o seguridad, con estaciones del servicio móvil marítimo que cumplan lo dispuesto en el presente Capítulo, deberá estar en condiciones de transmitir y recibir en la clase de emisión J3E cuando haga uso de la frecuencia portadora de 2 182 kHz, o en la clase de emisión J3E cuando utilice la frecuencia portadora de 4 125 kHz, o en la clase de emisión G3E cuando emplee la frecuencia de 156,8 MHz, y optativamente la frecuencia de 156,3 MHz.

Sección IV – Disposiciones relativas a los servicios móviles terrestres

30.12 § 12 En zonas inhabitadas, poco pobladas o aisladas, las estaciones del servicio móvil terrestre podrán hacer uso de las frecuencias previstas en este Capítulo para fines de socorro y seguridad.

30.13 § 13 El procedimiento especificado en este Capítulo es obligatorio para las estaciones del servicio móvil terrestre cuando éstas utilicen las frecuencias previstas en el presente Reglamento para las comunicaciones de socorro y seguridad.

ARTÍCULO 31

Frecuencias para el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos (SMSSM)

Sección I – Consideraciones generales

31.1 § 1 Las frecuencias que han de utilizarse para transmisiones de socorro y seguridad en el SMSSM figuran en el Apéndice **15**. Además de las frecuencias enumeradas en el Apéndice **15**, las estaciones costeras deberían utilizar otras frecuencias adecuadas para la transmisión de mensajes de seguridad.

31.2 § 2 Se prohíbe toda emisión que cause interferencia perjudicial a las comunicaciones de socorro y seguridad en cualquiera de las frecuencias discretas indicadas en los Apéndices **13** y **15**.

31.3 § 3 La cantidad y duración de las transmisiones de prueba se reducirán al mínimo en las frecuencias indicadas en el Apéndice **15** y deberán coordinarse, en su caso, con una autoridad competente; además, deberán efectuarse, siempre que sea posible, con antenas artificiales o con potencia reducida. No obstante, se evitará hacer pruebas en las frecuencias de las llamadas de socorro y seguridad pero, cuando no pueda evitarse, deberá indicarse que éstas son transmisiones de prueba.

31.4 § 4 Antes de transmitir para fines distintos de los de socorro en cualquier frecuencia de las indicadas en el Apéndice **15** para socorro y seguridad, las estaciones deberán escuchar, cuando sea posible, en la frecuencia en cuestión para cerciorarse de que no se está cursando ninguna transmisión de socorro.

31.5 No utilizado.

Sección II – Estaciones de embarcaciones o dispositivos de salvamento

31.6 § 5 1) Todo equipo de radiotelefonía previsto para ser utilizado en estaciones de embarcaciones o dispositivos de salvamento, si puede funcionar en alguna frecuencia de las bandas comprendidas entre 156 MHz y 174 MHz, deberá poder transmitir y recibir en la frecuencia de 156,8 MHz y por lo menos en alguna otra frecuencia de estas bandas.

31.7 2) Todo equipo previsto para transmitir señales de localización desde estaciones de embarcaciones o dispositivos de salvamento deberá poder funcionar en la banda de 9 200-9 500 MHz.

31.8 3) El equipo dotado de medios de llamada selectiva digital previsto para su utilización en embarcaciones o dispositivos de salvamento, si puede funcionar:

31.9 a) en las bandas comprendidas entre 1 606,5 kHz y 2 850 kHz, deberá poder transmitir en 2 187,5 kHz; (CMR-03)

31.10 b) en las bandas comprendidas entre 4 000 kHz y 27 500 kHz, deberá poder transmitir en 8 414,5 kHz;

31.11 c) en las bandas comprendidas entre 156 MHz y 174 MHz, deberá poder transmitir en 156,525 MHz.

Sección III – La escucha en las frecuencias

31.12 *A – Estaciones costeras*

31.13 § 6 Las estaciones costeras que asuman la responsabilidad de la escucha en el SMSSM mantendrán una escucha automática de llamada selectiva digital en las frecuencias y en los periodos indicados en la información publicada en el Nomenclátor de las estaciones costeras.

31.14 *B – Estaciones terrenas costeras*

31.15 § 7 Las estaciones terrenas costeras que asuman la responsabilidad de la escucha en el SMSSM mantendrán una escucha automática continua de los alertas de socorro apropiados que retransmitan las estaciones espaciales.

31.16 *C – Estaciones de barco*

31.17 § 8 1) Las estaciones de barco, cuando estén equipadas para ello, mantendrán, mientras estén en el mar, una escucha automática de llamada selectiva digital en las frecuencias adecuadas para llamadas de socorro y seguridad de las bandas de frecuencias en que estén funcionando. Las estaciones de barco mantendrán también, cuando estén así equipadas, una escucha automática de las frecuencias apropiadas para la recepción automática de transmisiones de boletines meteorológicos y avisos a los navegantes y otras informaciones urgentes para los barcos. Sin embargo, las estaciones de barco deberán continuar aplicando, con respecto a la escucha, las disposiciones pertinentes que figuran en el Apéndice **13** (véase la Resolución **331 (Rev.CMR-97)***).

31.18 2) Las estaciones de barco que cumplan lo dispuesto en el presente Capítulo mantendrán, cuando sea ello factible, una escucha en la frecuencia de 156,650 MHz para las comunicaciones relacionadas con la seguridad de la navegación.

31.19 *D – Estaciones terrenas de barco*

31.20 § 9 Las estaciones terrenas de barco que cumplan con lo dispuesto en el presente Capítulo mantendrán la escucha mientras estén en el mar, salvo cuando estén comunicando por un canal de trabajo.

* *Nota de la Secretaría:* Esta Resolución ha sido revisada por la CMR-03.

ARTÍCULO 32

Procedimientos operacionales para las comunicaciones de socorro y seguridad en el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos (SMSSM)

Sección I – Generalidades

32.1 § 1 Las comunicaciones de socorro y seguridad se basan en el uso de radiocomunicaciones terrenales en ondas hectométricas, decamétricas y métricas y de comunicaciones efectuadas mediante técnicas de satélite.

32.2 § 2 1) El alerta de socorro (véase el número **32.9**) se emitirá por medio de un satélite con prioridad absoluta en los canales de comunicaciones generales o en las frecuencias exclusivamente destinadas a socorro y seguridad, o bien en las frecuencias destinadas a socorro y seguridad en las bandas de ondas hectométricas, decamétricas y métricas empleando la llamada selectiva digital.

32.3 2) El alerta de socorro (véase el número **32.9**) sólo podrá transmitirse por orden de la persona responsable del barco, la aeronave o cualquier otro vehículo portador de la estación móvil o la estación terrena móvil.

32.4 § 3 Las estaciones que reciban un alerta de socorro transmitido por llamada selectiva digital cesarán inmediatamente toda transmisión que pueda perturbar el tráfico de socorro y seguirán escuchando hasta que se haya acusado recibo de la llamada.

32.5 § 4 La llamada selectiva digital se ajustará a las Recomendaciones UIT-R pertinentes.

32.5A § 4A Las administraciones deberán adoptar las medidas convenientes para asignar e inscribir las identidades utilizadas por los barcos que participan en el SMSSM, de modo que los centros de coordinación de salvamento puedan tener acceso a la información pertinente las 24 horas del día y todos los días del año. Cuando proceda, las administraciones notificarán a las organizaciones responsables las adiciones, supresiones y otras modificaciones introducidas en esas asignaciones (véanse los números **19.39**, **19.96** y **19.99**). La información inscrita deberá ser conforme a la Resolución **340 (CMR-97)**.

32.5B § 4B Todo equipo del SMSSM a bordo, capaz de transmitir coordenadas de posición dentro de un mensaje de alerta de socorro y que no cuente con receptor electrónico integral del sistema de determinación de posición, deberá estar interconectado, a un receptor de navegación separado, si cuenta con él, para suministrar automáticamente dicha información.

32.6 § 5 Las transmisiones por radiotelefonía se harán lentamente, separando las palabras y pronunciando claramente cada una de ellas, a fin de facilitar su transcripción.

32.7 § 6 Deberán utilizarse, cuando proceda, el cuadro para el deletreo de letras y cifras del Apéndice **14** y las abreviaturas y señales de acuerdo con la versión más reciente de la Recomendación UIT-R M.1172¹. (CMR-03)

Sección II – Alerta de socorro

32.8 *A – Generalidades*

32.9 § 7 1) La transmisión de un alerta de socorro indica que una unidad móvil² o persona³ está amenazada por un peligro grave e inminente y necesita auxilio inmediato. El alerta de socorro es una llamada selectiva digital con formato de llamada de socorro⁴ en las bandas empleadas para las comunicaciones terrenales o con formato de mensaje de socorro, en cuyo caso se retransmite por medio de estaciones espaciales.

32.10 2) El alerta de socorro contendrá⁵ la identificación de la estación en peligro e indicará su situación.

32.10A § 7A Se considera que una alerta de socorro es falsa si se transmitió sin indicación de que una unidad móvil o persona estaba en peligro y necesitaba auxilio inmediato (véase el número **32.9**). Las administraciones que reciban una falsa alerta de socorro comunicarán esta infracción de conformidad con la Sección V del Artículo **15**, si esa alerta:

- a) se transmitió intencionalmente;
- b) no se canceló de conformidad con la Resolución **349 (CMR-97)**;
- c) no se puede verificar, debido a que los barcos no efectuaban la escucha en las frecuencias apropiadas, de conformidad con los números **31.16** a **31.20**, o no respondieron a las llamadas de una autoridad de salvamento competente;

¹ **32.7.1** Se recomienda utilizar las frases normalizadas para las comunicaciones marítimas y, en caso de dificultades de idioma, el Código Internacional de Señales, ambos publicados por la Organización Marítima Internacional (OMI).

² **32.9.1** Unidad móvil: un barco, una aeronave u otro vehículo.

³ **32.9.2** Por lo que se refiere al presente Artículo, cuando se trate de una persona en peligro, puede ser necesario adaptar la aplicación de los procedimientos para ajustarse a las circunstancias particulares.

⁴ **32.9.3** El formato de las llamadas de socorro y los mensajes de socorro se ajustarán a lo dispuesto en las Recomendaciones UIT-R pertinentes (véase la Resolución **27 (Rev.CMR-03)**).

⁵ **32.10.1** El alerta de socorro también podrá contener información sobre la naturaleza del peligro, la clase de auxilio que se pide, el rumbo y la velocidad de la unidad móvil, la hora en que se registró esta información y cualquier información que pudiera facilitar el salvamento.

- d) se repitió; o
- e) se transmitió utilizando una falsa identidad.

Las administraciones que reciban esta comunicación adoptarán las medidas necesarias para que la infracción no se repita. Normalmente no se tomarán medidas contra el barco o el marinero que transmita y cancele una falsa alerta de socorro.

32.11 *B – Transmisión del alerta de socorro*

B1 – Transmisión de un alerta de socorro por una estación de barco o una estación terrena de barco

32.12 § 8 El alerta de socorro barco-costera se emplea para notificar a los centros de coordinación de salvamento, a través de una estación costera o de una estación terrena costera, que un barco está en peligro. Estos servicios de alerta están basados en el uso de transmisiones por medio de satélites (desde una estación terrena de barco o una radiobaliza de localización de siniestros por satélite) y de servicios terrenales (desde estaciones de barco y radiobalizas de localización de siniestros).

32.13 § 9 Los alertas de socorro barco-barco se emplean para avisar a otros barcos que se encuentren en las proximidades del que está en peligro y se basan en el uso de la llamada selectiva digital en las bandas de ondas métricas y hectométricas. Puede utilizarse, además, la banda de ondas decamétricas.

B2 – Retransmisión de un alerta de socorro costera-barco

32.14 § 10 1) Una estación o un centro de coordinación de salvamento que reciba un alerta de socorro iniciará una retransmisión de alerta de socorro costera-barco dirigida, según proceda, a todos los barcos, a un grupo particular de barcos o a un barco determinado, por medio de satélite, por medios terrenales o por ambos.

32.15 2) La retransmisión del alerta de socorro contendrá la identificación de la unidad móvil en peligro, su situación y cualquier otra información que pueda facilitar el salvamento.

B3 – Transmisión de un alerta de socorro por una estación que no se halle en peligro

32.16 § 11 Una estación del servicio móvil o del servicio móvil por satélite que tenga conocimiento que una unidad móvil se halla en peligro, iniciará y transmitirá un alerta de socorro en cualquiera de los casos siguientes:

32.17 a) cuando la unidad móvil en peligro no esté en condiciones de transmitirlo por sí misma;

32.18 b) cuando el capitán o la persona responsable de la unidad móvil que no se halle en peligro, o la persona responsable de la estación terrestre, considere que se necesitan otros auxilios.

32.19 § 12 La estación que retransmita un alerta de socorro de conformidad con los números **32.16**, **32.17**, **32.18** y **32.31** indicará que ella misma no está en peligro.

32.20 C – *Recepción y acuse de recibo de alertas de socorro*

C1 – Procedimiento para el acuse de recibo de alertas de socorro

32.21 § 13 El acuse de recibo por llamada selectiva digital de un alerta de socorro en los servicios terrenales se hará de conformidad con las Recomendaciones UIT-R pertinentes (véase la Resolución **27 (Rev.CMR-03)**).

32.22 § 14 El acuse de recibo por medio de un satélite de un alerta de socorro procedente de una estación terrena de barco se transmitirá inmediatamente (véase el número **32.26**).

32.23 § 15 1) El acuse de recibo por radiotelefonía de un alerta de socorro procedente de una estación de barco o de una estación terrena de barco se dará en la siguiente forma:

- la señal de socorro MAYDAY;
- el distintivo de llamada u otra señal de identificación de la estación que transmite el mensaje de socorro (transmitido tres veces);
- la palabra AQUÍ (o, en caso de dificultades de idioma, la palabra DE pronunciada DELTA ECO);
- el distintivo de llamada u otra señal de identificación de la estación que acusa recibo (transmitido tres veces);
- la palabra RECIBIDO (o, en caso de dificultades de idioma, RRR pronunciado ROMEO ROMEO ROMEO);
- la señal de socorro MAYDAY.

32.24 2) El acuse de recibo por telegrafía de impresión directa de un alerta de socorro procedente de una estación de barco se dará en la siguiente forma:

- la señal de socorro MAYDAY;
- el distintivo de llamada o cualquier otra señal de identificación de la estación que transmite el alerta de socorro;
- la palabra DE;
- el distintivo de llamada o cualquier otra señal de identificación de la estación que acusa recibo del alerta de socorro;
- la señal RRR;
- la señal de socorro MAYDAY.

32.25 § 16 El acuse de recibo por telegrafía de impresión directa de un alerta de socorro procedente de una estación terrena de barco incumbe a la estación terrena costera que reciba el alerta de socorro y consiste en la retransmisión de la identidad de la estación de barco del barco que transmite el alerta de socorro.

Emergencia y socorro en caso de catástrofe

C2 – Recepción y acuse de recibo por una estación costera, una estación terrena costera o un centro de coordinación de salvamento

32.26 § 17 Las estaciones costeras y las estaciones terrenas costeras apropiadas que reciban alertas de socorro harán que éstos se cursen lo antes posible a un centro de coordinación de salvamento. El acuse de recibo de un alerta de socorro debe realizarse lo antes posible por una estación costera, o por un centro de coordinación de salvamento a través de una estación costera o de una estación terrena costera apropiada.

32.27 § 18 El acuse de recibo por una estación costera de una llamada de socorro por llamada selectiva digital será transmitido en la frecuencia de llamada de socorro en que se haya recibido la llamada e irá dirigido a todos los barcos. El acuse de recibo incluirá la identificación del barco a cuya llamada de socorro se refiera el acuse de recibo.

C3 – Recepción y acuse de recibo por una estación de barco o estación terrena de barco

32.28 § 19 1) Las estaciones de barco o estaciones terrenas de barco que reciban un alerta de socorro deberán informar cuanto antes al capitán o persona responsable del barco sobre el contenido del mismo.

32.29 2) En las zonas en que puedan establecerse comunicaciones seguras con una o más estaciones costeras, las estaciones de barco que hayan recibido un alerta de socorro deberán diferir su acuse de recibo durante un corto intervalo a fin de que una estación costera pueda acusar el suyo.

32.30 § 20 1) Las estaciones de barco que operen en zonas en las que no sean posibles comunicaciones fiables con una estación costera, y que reciban un alerta de socorro procedente de una estación de barco que se halle, sin duda alguna, en sus proximidades, acusarán recibo e informarán lo antes posible si están adecuadamente equipadas, a un centro de coordinación de salvamento a través de una estación costera o de una estación terrena costera (véase el número **32.18**).

32.31 2) No obstante, la estación de barco que reciba un alerta de socorro en ondas decamétricas no acusará recibo sino que observará las disposiciones de los números **32.36** a **32.38** y si una estación costera no acusa recibo de dicho alerta en un plazo de tres minutos, retransmitirá el alerta de socorro.

32.32 § 21 La estación de barco que acuse recibo de un alerta de socorro de conformidad con el número **32.29** o **32.30** deberá:

32.33 a) en primer lugar, acusar recibo del alerta mediante radiotelefonía en la frecuencia del tráfico de socorro y seguridad de la banda empleada para transmitir el alerta;

32.34 b) si no se logra acusar recibo mediante radiotelefonía del alerta de socorro recibido en la frecuencia de alerta de socorro de las bandas de ondas hectométricas o métricas, acusará recibo del alerta de socorro respondiendo con una llamada selectiva digital en la frecuencia adecuada.

32.35 § 22 La estación de barco que haya recibido un alerta de socorro costera-barco (véase el número **32.14**) establecerá comunicación según lo indicado y prestará el auxilio que se le pida y que sea apropiado.

32.36 *D – Preparación para el tratamiento del tráfico de socorro*

32.37 § 23 Al recibir un alerta de socorro transmitido mediante las técnicas de llamada selectiva digital, las estaciones de barco y las estaciones costeras se pondrán a la escucha en la frecuencia destinada al tráfico radiotelefónico de socorro y seguridad asociada con la frecuencia de llamada de socorro y seguridad en la que hayan recibido el alerta de socorro.

32.38 § 24 Las estaciones costeras, y las estaciones de barco con equipo de impresión directa de banda estrecha, se pondrán a la escucha en la frecuencia de impresión directa de banda estrecha asociada con la señal de alerta de socorro si ésta indica que la impresión directa de banda estrecha va a utilizarse para posteriores comunicaciones de socorro. Si es posible, debe ponerse además a la escucha en la frecuencia radiotelefónica asociada con la frecuencia de alerta de socorro.

Sección III – Tráfico de socorro

32.39 *A – Generalidades y comunicaciones de coordinación de búsqueda y salvamento*

32.40 § 25 El tráfico de socorro comprende todos los mensajes relativos al auxilio inmediato que necesite el barco en peligro, incluidas las comunicaciones de búsqueda y salvamento y las comunicaciones en el lugar del siniestro. El tráfico de socorro se cursará, en la medida de lo posible, en las frecuencias indicadas en el Artículo **31**.

32.41 § 26 1) La señal de socorro está formada por la palabra MAYDAY, pronunciada en radiotelefonía como la expresión francesa «m'aider» (en español «medé»).

32.42 2) En el tráfico de socorro por radiotelefonía, al establecerse las comunicaciones, las llamadas irán precedidas de la señal de socorro MAYDAY.

32.43 § 27 1) En el tráfico de socorro por telegrafía de impresión directa se emplearán las técnicas de corrección de errores indicadas en las Recomendaciones UIT-R pertinentes. Todos los mensajes irán precedidos de por lo menos un retorno de carro, una señal de cambio de renglón, una señal de paso a letras y la señal de socorro MAYDAY.

32.44 2) Normalmente, el establecimiento del tráfico de socorro en telegrafía de impresión directa será iniciado por el barco en peligro en el modo difusión (con corrección de errores sin canal de retorno). Cuando sea más conveniente podrá emplearse el modo ARQ (de corrección de errores con canal de retorno).

32.45 § 28 1) El centro de coordinación de salvamento encargado de dirigir una operación de búsqueda y salvamento dirigirá también el tráfico de socorro relacionado con el incidente o podrá designar a otra estación para que lo haga.

32.46 2) El centro de coordinación de salvamento que coordine el tráfico de socorro, la unidad que coordina las operaciones de búsqueda y salvamento⁶, o la estación costera participante podrán imponer silencio a las estaciones que perturben ese tráfico. Tales instrucciones se dirigirán a todas las estaciones o a una sola, según el caso. En ambos casos, se utilizará:

32.47 a) en radiotelefonía, la señal SILENCE MAYDAY, pronunciada como las palabras francesas «silence m'aider» (en español «siláns medé»);

32.48 b) en telegrafía de impresión directa de banda estrecha en que se usa normalmente el modo de corrección de errores sin canal de retorno, la señal SILENCE MAYDAY. No obstante, podrá emplearse el modo ARQ cuando sea más conveniente.

32.49 § 29 Se prohíbe a todas las estaciones que tengan conocimiento de un tráfico de socorro, y que no estén tomando parte en él ni se hallen en peligro, transmitir en las frecuencias en que se efectúa el tráfico de socorro, en tanto no reciban el mensaje que indique que puede reanudarse el tráfico normal (véase el número **32.51**).

32.50 § 30 La estación del servicio móvil que, sin dejar de seguir un tráfico de socorro, se encuentre en condiciones de continuar su servicio normal, podrá hacerlo cuando el tráfico de socorro esté bien establecido y a condición de observar lo dispuesto en el número **32.49** y no perturbar el tráfico de socorro.

32.51 § 31 Terminado el tráfico de socorro en las frecuencias que hayan sido utilizadas para dicho tráfico, el centro de coordinación de salvamento que haya dirigido la operación de búsqueda y salvamento, iniciará un mensaje para su transmisión en dichas frecuencias indicando que el tráfico de socorro ha terminado.

32.52 § 32 1) En radiotelefonía, el mensaje a que se refiere el número **32.51** comprenderá:

- la señal de socorro MAYDAY;
- la llamada «a todas las estaciones» o CQ (pronunciada CHARLIE QUEBEC), transmitida tres veces;
- la palabra AQUÍ (o, en caso de dificultades de idioma, DE pronunciada DELTA ECO);
- el distintivo de llamada u otra señal de identificación de la estación que transmite el mensaje;
- la hora de depósito del mensaje;

⁶ **32.46.1** De acuerdo con el Convenio Internacional sobre Búsqueda y Salvamento Marítimos (1979) se trata de la autoridad en el lugar del siniestro o el coordinador de la búsqueda en la superficie.

- el nombre y el distintivo de llamada de la estación móvil que se hallaba en peligro;
- las palabras SILENCE FINI pronunciadas como la expresión francesa «silence fini» (en español «siláns finí»).

32.53 2) En la telegrafía de impresión directa, el mensaje a que se refiere el número **32.51** comprenderá:

- la señal de socorro MAYDAY;
- la llamada CQ;
- la palabra DE;
- el distintivo de llamada u otra señal de identificación de la estación que transmite el mensaje;
- la hora de depósito del mensaje;
- el nombre y el distintivo de llamada de la estación móvil que se hallaba en peligro; y
- las palabras SILENCE FINI.

32.54 *B - Comunicaciones en el lugar del siniestro*

32.55 § 33 1) Las comunicaciones en el lugar del siniestro son las establecidas entre la unidad móvil en peligro y las unidades móviles de auxilio, y entre éstas y la unidad que coordina las operaciones de búsqueda y salvamento⁶.

32.56 2) La unidad que coordina las operaciones de búsqueda y salvamento⁶ es responsable del control de las comunicaciones en el lugar del siniestro. Se utilizarán comunicaciones símplex, de modo que todas las estaciones móviles que se hallen en el lugar del siniestro puedan compartir la información pertinente relativa a la situación de socorro. Si se utiliza telegrafía de impresión directa, se empleará el modo de corrección de errores sin canal de retorno.

32.57 § 34 1) Las frecuencias preferidas en radiotelefonía para las comunicaciones en el lugar del siniestro son 156,8 MHz y 2 182 kHz. La frecuencia 2 174,5 kHz puede utilizarse también para las comunicaciones en el lugar del siniestro de barco a barco empleando telegrafía de impresión directa de banda estrecha en el modo de corrección de errores sin canal de retorno.

32.58 2) Además de 156,8 MHz y 2 182 kHz, pueden utilizarse las frecuencias 3 023 kHz, 4 125 kHz, 5 680 kHz, 123,1 MHz y 156,3 MHz para las comunicaciones de barco a aeronave en el lugar del siniestro.

⁶ **32.55.1, 32.56.1 y 32.59.1** De acuerdo con el Convenio Internacional sobre Búsqueda y Salvamento Marítimos (1979) se trata de la autoridad en el lugar del siniestro o el coordinador de la búsqueda en la superficie.

32.59 § 35 La elección o designación de las frecuencias que se emplearán en el lugar del siniestro corresponde a la unidad que coordina las operaciones de búsqueda y salvamento⁶. Normalmente, una vez establecida una frecuencia en el lugar del siniestro, todas las unidades móviles que participan en la operación en el lugar del siniestro mantendrán una escucha continua auditiva o de teleimpresor en esa frecuencia.

32.60 C – Señales de localización y radiorretrada

32.61 § 36 1) Las señales de localización son transmisiones radioeléctricas destinadas a facilitar la localización de una unidad móvil en peligro o el paradero de sus supervivientes. Dichas señales incluyen las transmitidas desde las unidades de búsqueda y desde la unidad móvil en peligro, la embarcación o dispositivo de salvamento, las radiobalizas de localización de siniestros en flotación libre, las radiobalizas de localización de siniestros por satélite y los respondedores de radar de auxilio a las unidades de búsqueda.

32.62 2) Las señales de radiorretrada son las señales de localización que transmiten las unidades móviles en peligro o las embarcaciones o dispositivos de salvamento, con el fin de proporcionar a las unidades de búsqueda una señal que pueda emplearse para determinar la marcación de la estación transmisora.

32.63 3) Las señales de localización podrán transmitirse en las siguientes bandas de frecuencias:

- 117,975-136 MHz;
- 156-174 MHz;
- 406-406,1 MHz;
- 1 645,5-1 646,5 MHz; y
- 9 200-9 500 MHz.

32.64 4) Las señales de localización se ajustarán a las Recomendaciones UIT-R pertinentes (véase la Resolución **27 (Rev.CMR-03)**).

⁶ **32.55.1, 32.56.1 y 32.59.1** De acuerdo con el Convenio Internacional sobre Búsqueda y Salvamento Marítimos (1979) se trata de la autoridad en el lugar del siniestro o el coordinador de la búsqueda en la superficie.

ARTÍCULO 33

Procedimientos operacionales para las comunicaciones de urgencia y seguridad en el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos (SMSSM)

Sección I – Generalidades

- 33.1** § 1 Estas comunicaciones son las siguientes:
- 33.2** a) avisos náuticos y meteorológicos e información urgente;
- 33.3** b) comunicaciones de barco a barco relativas a la seguridad de la navegación;
- 33.4** c) comunicaciones de notificación de información relativa a los barcos;
- 33.5** d) comunicaciones de apoyo para operaciones de búsqueda y salvamento;
- 33.6** e) otros mensajes de urgencia y seguridad; y
- 33.7** f) comunicaciones relativas a la navegación, los movimientos y las necesidades de los barcos y mensajes de observación meteorológica destinados a un servicio meteorológico oficial.

Sección II – Comunicaciones de urgencia

33.8 § 2 En un sistema terrenal, el anuncio del mensaje de urgencia se hará en una o más de las frecuencias de llamada de socorro y seguridad especificadas en la Sección I del Artículo **31** empleando la llamada selectiva digital y el formato de llamada de urgencia. Si el mensaje de urgencia va a transmitirse por el servicio móvil marítimo por satélite, no habrá que hacer un anuncio separado.

33.9 § 3 La señal de urgencia y el mensaje de urgencia se transmitirán en una o más de las frecuencias destinadas al tráfico de socorro y seguridad indicadas en la Sección I del Artículo **31**, o por el servicio móvil marítimo por satélite, o en otras frecuencias utilizadas para este fin.

33.10 § 4 La señal de urgencia está formada por las palabras PAN PAN. En radiotelefonía, cada una de esas palabras se pronunciará como la palabra francesa «panne» (en español «pan»).

33.11 § 5 El formato de llamada de urgencia y la señal de urgencia indican que la estación que llama tiene que transmitir un mensaje muy urgente relativo a la seguridad de una unidad móvil o de una persona.

33.12 § 6 1) En radiotelefonía, el mensaje de urgencia irá precedido de la señal de urgencia (véase el número **33.10**) repetida tres veces y de la identificación de la estación transmisora.

33.13 2) En telegrafía de impresión directa de banda estrecha, el mensaje de urgencia irá precedido de la señal de urgencia (véase el número **33.10**) y de la identificación de la estación transmisora.

33.14 § 7 1) El formato de llamada de urgencia o la señal de urgencia sólo podrán transmitirse por orden del capitán o de la persona responsable de la unidad móvil que transporta a la estación móvil o a la estación terrena móvil.

33.15 2) El formato de llamada de urgencia o la señal de urgencia podrán ser transmitidos por una estación terrestre o por una estación terrena costera previa aprobación de la autoridad responsable.

33.16 § 8 Cuando se haya transmitido un mensaje de urgencia que requiera que las estaciones que lo reciban adopten medidas, la estación que lo hubiere transmitido lo anulará en cuanto sepa que ya no es necesario tomar medidas.

33.17 § 9 1) En los mensajes de urgencia por telegrafía de impresión directa se emplearán las técnicas de corrección de errores indicadas en las Recomendaciones UIT-R pertinentes. Todos los mensajes irán precedidos de por lo menos un retorno del carro, una señal de cambio de renglón, una señal de paso a letras y la señal de urgencia PAN PAN.

33.18 2) Normalmente, el establecimiento de comunicaciones de urgencia en telegrafía de impresión directa será iniciado en el modo difusión (con corrección de errores sin canal de retorno). Cuando sea más conveniente podrá emplearse el modo ARQ (de corrección de errores con canal de retorno).

Sección III – Transportes sanitarios

33.19 § 10 El término «transportes sanitarios», según aparece definido en los Convenios de Ginebra de 1949 y en los Protocolos Adicionales, se refiere a cualquier medio de transporte por tierra, agua o aire, militar o civil, permanente o temporal, destinado exclusivamente al transporte sanitario y controlado por una autoridad competente de una parte en un conflicto o de los Estados neutrales y de otros Estados que no sean partes en un conflicto armado, cuando esos barcos, embarcaciones y aeronaves asistan a heridos, enfermos y náufragos.

33.20 § 11 Con el propósito de anunciar e identificar los transportes sanitarios protegidos por los Convenios antes citados, se emplea el procedimiento de la Sección II de este Artículo. La señal de urgencia va seguida por la adición de la palabra única ME-DI-CAL, en impresión directa de banda estrecha y por la adición de la palabra única MEDICAL pronunciada como la palabra francesa «médical», en radiotelefonía.

33.21 § 12 El uso de las señales descritas en el número **33.20** indica que el mensaje que sigue se refiere a un transporte sanitario protegido. El mensaje proporcionará los siguientes datos:

33.22 a) el distintivo de llamada u otro medio reconocido de identificación del transporte sanitario;

33.23 b) la posición del transporte sanitario;

33.24 c) el número y tipo de los vehículos de transporte sanitario;

33.25 d) la ruta prevista;

33.26 e) la duración estimada del recorrido y la hora prevista de salida y de llegada, según el caso;

33.27 f) cualquier otra información, como altura de vuelo, frecuencias radio-eléctricas de escucha, idiomas utilizados, así como modos y códigos del radar secundario de vigilancia.

33.28 § 13 1) La identificación y localización de los transportes sanitarios en el mar podrá efectuarse mediante transpondedores de radar marítimo normalizados (véase la Recomendación **14 (Mob-87)**).

33.29 2) La identificación y localización de los transportes sanitarios por aeronaves podrá efectuarse utilizando el sistema de radar secundario de vigilancia especificado en el Anexo 10 al Convenio de Aviación Civil Internacional.

33.30 § 14 La utilización de radiocomunicaciones para anunciar e identificar los transportes sanitarios es optativa; sin embargo, si se emplean, se aplicarán las disposiciones del presente Reglamento y especialmente de la presente Sección y de los Artículos **30** y **31**.

Sección IV – Comunicaciones de seguridad

33.31 § 15 En un sistema terrenal, el anuncio del mensaje de seguridad se hará en una o más de las frecuencias de llamada de socorro y seguridad especificadas en la Sección I del Artículo **31** empleando las técnicas de llamada selectiva digital. Si el mensaje ha de transmitirse por el servicio móvil marítimo por satélite, no habrá que hacer un anuncio separado.

33.31A No se deben utilizar técnicas de llamada selectiva digital para transmitir los mensajes de seguridad enviados por las estaciones costeras según los horarios definidos. (CMR-03)

33.32 § 16 Los mensajes y señales de seguridad se transmitirán normalmente en una o más de las frecuencias de tráfico de socorro y seguridad indicadas en la Sección I del Artículo **31**, o por el servicio móvil marítimo por satélite o en otras frecuencias utilizadas para este fin.

33.33 § 17 La señal de seguridad consiste en la palabra SÉCURITÉ, pronunciada en radiotelefonía como en francés.

33.34 § 18 El formato de llamada de seguridad o la señal de seguridad indica que la estación que llama tiene que transmitir un aviso náutico o meteorológico importante.

33.35 § 19 1) En radiotelefonía, el mensaje de seguridad irá precedido de la señal de seguridad (véase el número **33.33**), repetida tres veces y de la identificación de la estación transmisora.

33.36 2) En telegrafía de impresión directa de banda estrecha, el mensaje de seguridad irá precedido de la señal de seguridad (véase el número **33.33**), y de la identificación de la estación transmisora.

33.37 § 20 1) En los mensajes de seguridad por telegrafía de impresión directa se emplearán las técnicas de corrección de errores indicadas en las Recomendaciones UIT-R pertinentes. Todos los mensajes irán precedidos de por lo menos un retorno de carro, una señal de cambio de renglón, una señal de paso a letras y la señal de seguridad SÉCURITÉ.

33.38 2) Normalmente, el establecimiento de las comunicaciones de seguridad en telegrafía de impresión directa será iniciado en el modo de difusión (con corrección de errores sin canal de retorno). Cuando sea más conveniente podrá emplearse el modo ARQ (de corrección de errores con canal de retorno).

Sección V – Difusión de informaciones de seguridad marítima¹

33.39

A – Generalidades

33.39A § 20A 1) Los mensajes procedentes de estaciones de barco que contienen información relativa a la presencia de ciclones deberán transmitirse con el menor retardo posible a otras estaciones móviles en las proximidades y a las autoridades correspondientes en el primer punto de la costa con el que pueda establecerse contacto. Estas transmisiones deberán ir precedidas por la señal de seguridad.

33.39B 2) Los mensajes procedentes de estaciones de barco que indican la presencia de hielos peligrosos, restos de naufragio peligrosos o cualquier otro peligro inminente para la navegación marítima deberán transmitirse tan pronto como sea posible a otros barcos en las proximidades y a las autoridades correspondientes en el primer punto de la costa con el que pueda establecerse contacto. Estas transmisiones deberán ir precedidas por la señal de seguridad.

¹ **33.V.1** La información sobre seguridad marítima incluye los radioavisos náuticos y meteorológicos, pronósticos meteorológicos y otros mensajes urgentes relacionados con la seguridad, transmitidos normalmente hacia los barcos o desde ellos, entre barcos y entre barcos y estaciones costeras o estaciones terrenas costeras.

33.40 § 21 Los detalles operacionales de las estaciones que transmiten informaciones de seguridad marítima de conformidad con los números **33.43**, **33.45**, **33.46**, **33.48** y **33.50** figurarán en el Nomenclátor de las estaciones de radio-determinación y de las estaciones que efectúan servicios especiales (véase también el Apéndice **13**).

33.41 § 22 El modo y el formato de las transmisiones mencionadas en los números **33.43**, **33.45**, **33.46** y **33.48** se ajustarán a las Recomendaciones UIT-R pertinentes.

33.42 *B - Sistema NAVTEX internacional*

33.43 § 23 Las informaciones de seguridad marítima se transmitirán por medio de telegrafía de impresión directa de banda estrecha con corrección de errores sin canal de retorno utilizando la frecuencia de 518 kHz, de conformidad con el sistema NAVTEX internacional (véase el Apéndice **15**).

33.44 *C - 490 kHz y 4 209,5 kHz*

33.45 § 24 1) La frecuencia de 490 kHz podrá utilizarse para la difusión de informaciones de seguridad marítima por medio de telegrafía de impresión directa de banda estrecha con corrección de errores sin canal de retorno (véase el Apéndice **15**). (CMR-03)

33.46 2) La frecuencia de 4 209,5 kHz se utiliza exclusivamente para transmisiones tipo NAVTEX por medio de telegrafía de impresión directa de banda estrecha con corrección de errores sin canal de retorno.

33.47 *D - Transmisión de informaciones de seguridad marítima en alta mar*

33.48 § 25 Las informaciones de seguridad marítima se transmiten por medio de telegrafía de impresión directa de banda estrecha con corrección de errores sin canal de retorno utilizando las frecuencias 4 210 kHz, 6 314 kHz, 8 416,5 kHz, 12 579 kHz, 16 806,5 kHz, 19 680,5 kHz, 22 376 kHz y 26 100,5 kHz.

33.49 *E - Transmisión de informaciones de seguridad marítima por satélite*

33.50 § 26 Las informaciones de seguridad marítima pueden ser transmitidas por satélite en el servicio móvil marítimo por satélite utilizando la banda 1 530-1 545 MHz (véase el Apéndice **15**).

Sección VI – Comunicaciones entre barcos relativas a la seguridad de la navegación

33.51 § 27 1) Las comunicaciones entre barcos relativas a la seguridad de la navegación son las comunicaciones radiotelefónicas de ondas métricas que se efectúan entre los barcos con el fin de contribuir a la seguridad de sus desplazamientos.

33.52 2) Para las comunicaciones entre barcos relativas a la seguridad de la navegación se utiliza la frecuencia de 156,650 MHz (véanse también el Apéndice **15** y la nota *k*) del Apéndice **18**).

Sección VII – Utilización de otras frecuencias para socorro y seguridad

33.53 § 28 Podrán efectuarse radiocomunicaciones con fines de socorro y seguridad en cualquier frecuencia de comunicación adecuada, incluidas las que se usan para correspondencia pública. En el servicio móvil marítimo por satélite se emplean para esta función, así como para fines de alerta de socorro, frecuencias comprendidas en las bandas de 1 530-1 544 MHz y de 1 626,5-1 645,5 MHz (véase el número **32.2**).

Sección VIII – Consejos médicos

33.54 § 29 1) Las estaciones móviles que necesiten consejos médicos podrán solicitarlos de cualquiera de las estaciones terrestres que figuran en el Nomenclátor de las estaciones de radiodeterminación y de las estaciones que efectúan servicios especiales.

33.55 2) Las comunicaciones relativas a consejos médicos pueden ir precedidas por la señal de urgencia.

ARTÍCULO 34

Señales de alerta en el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos (SMSSM)

Sección I – Señales de radiobalizas de localización de siniestros (RLS) y de RLS por satélite

34.1 § 1 Las señales de radiobalizas de localización de siniestros que se transmiten en la frecuencia de 156,525 MHz y las señales de RLS por satélite en la banda de 406-406,1 MHz o 1 645,5-1 646,5 MHz se ajustarán a las Recomendaciones UIT-R pertinentes (véase la Resolución **27 (Rev.CMR-03)**).

Sección II – Llamada selectiva digital

34.2 § 2 Las características de la «llamada de socorro» (véase el número **32.9**) en el sistema de llamada selectiva digital se ajustarán a las Recomendaciones UIT-R pertinentes (véase la Resolución **27 (Rev.CMR-03)**).

RESOLUCIÓN 646 (CMR-03)

Protección pública y operaciones de socorro

La Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (Ginebra, 2003),

considerando

- a) que el término «Radiocomunicaciones para la protección pública» hace alusión a las radiocomunicaciones utilizadas por las instituciones y organizaciones encargadas del mantenimiento del orden público, la protección de vidas y bienes y la intervención ante situaciones de emergencia;
- b) que el término «Radiocomunicaciones para operaciones de socorro» hace alusión a las radiocomunicaciones utilizadas por las instituciones y organizaciones encargadas de atender a una grave interrupción del funcionamiento de la sociedad, y que constituye una seria amenaza generalizada para la vida humana, la salud, la propiedad o el medio ambiente, ya sea causada por un accidente, la naturaleza o una actividad humana, y tanto si se produce repentinamente o como resultado de procesos complejos a largo plazo;
- c) que las necesidades de telecomunicaciones y radiocomunicaciones de las instituciones y organizaciones encargadas de la protección pública, con inclusión de las encargadas de las situaciones de emergencia y de las operaciones de socorro, que son vitales para el mantenimiento del orden público, la protección de vidas y bienes, y la intervención ante situaciones de emergencia y operaciones de socorro, son cada vez mayores;
- d) que muchas administraciones desean promover la interoperabilidad y el interfuncionamiento entre sistemas utilizados para la protección pública y las operaciones de socorro, tanto a nivel nacional como transfronterizas, en situaciones de emergencia y operaciones de socorro;
- e) que las actuales aplicaciones de protección pública y operaciones de socorro son en su mayoría aplicaciones en banda estrecha que soportan telefonía y datos en baja velocidad, generalmente en anchuras de banda de canal de 25 kHz o inferiores;
- f) que aunque continúen siendo aplicaciones de banda estrecha, muchas aplicaciones futuras serán de banda amplia (velocidades de datos indicativas del orden de 384-500 kbit/s) y/o de banda ancha (velocidades de datos indicativas del orden de 1-100 Mbit/s) con anchuras de banda de canal que dependerán de la utilización de tecnologías eficaces espectralmente;

- g) que diversas organizaciones de normalización¹ están desarrollando nuevas tecnologías para aplicaciones de protección pública y operaciones de socorro de banda amplia y banda ancha;
- h) que el continuo desarrollo de nuevas tecnologías tales como las IMT-2000 y los sistemas posteriores, así como los Sistemas de Transporte Inteligente (ITS) pueden apoyar o complementar las aplicaciones avanzadas de protección pública y operaciones de socorro;
- i) que algunos sistemas comerciales terrenales y de satélites complementan a los sistemas especializados en apoyo de la protección pública y las operaciones de socorro y que la utilización de soluciones comerciales sería la respuesta al desarrollo de la tecnología y a las demandas del mercado y que esto podría afectar al espectro requerido para la protección pública y las operaciones de socorro y las redes comerciales;
- j) que la Resolución 36 (Rev. Marrakech, 2002) de la Conferencia de Plenipotenciarios insta a los Estados Miembros a facilitar la utilización de las telecomunicaciones para la seguridad del personal de las organizaciones humanitarias;
- k) que la Recomendación UIT-R M.1637 ofrece orientaciones para facilitar la circulación mundial de los equipos de radiocomunicaciones en situaciones de emergencia y operaciones de socorro;
- l) que algunas administraciones pueden tener distintas necesidades operacionales y requisitos de espectro para la protección pública y las operaciones de socorro, dependiendo de la situación;
- m) que el Convenio de Tampere sobre el suministro de recursos de telecomunicaciones para la mitigación de catástrofes y las operaciones de socorro en caso de catástrofe (Tampere, 1998) Tratado Internacional depositado ante el Secretario General de las Naciones Unidas, y las correspondientes Resoluciones e Informes de la Asamblea General de las Naciones Unidas son también aplicables a este respecto,

¹ Por ejemplo, ha comenzado un programa de normalización conjunto, conocido como proyecto MESA (Movilidad para aplicaciones de emergencia y seguridad) entre el Instituto Europeo de Normalización de Telecomunicaciones (ETSI) y la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA), para la protección pública y las operaciones de socorro en banda ancha. Además, el Grupo de Trabajo sobre telecomunicaciones en situaciones de emergencia (WGET) establecido por la Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCHA) de las Naciones Unidas, es un foro abierto para facilitar el uso de las telecomunicaciones en los servicios de asistencia humanitaria de los organismos de las Naciones Unidas, las principales organizaciones no gubernamentales, el Comité Internacional de la Cruz Roja (CICR), la UIT y los expertos del sector privado y el mundo universitario. Otra plataforma para coordinar y fomentar la elaboración de normas TDR (Telecomunicaciones para operaciones de socorro) armonizadas en todo el mundo es el Panel de Coordinación de Asociaciones TDR, que se acaba de crear bajo la coordinación de la UIT y con la participación de proveedores de servicios de telecomunicaciones internacionales y de los órganos estatales, las organizaciones de normalización y las organizaciones correspondientes de apoyo ante desastres.

reconociendo

- a) los beneficios de la homogeneización del espectro tales como:
- el mayor potencial para la interoperabilidad;
 - una mayor base de fabricación y un mayor volumen de equipos que se traduzca en economías de escala y en una amplia disponibilidad de equipos;
 - la mejora de la gestión y la planificación del espectro; y
 - la mayor coordinación internacional y la mayor circulación de equipos;
- b) que la distinción organizativa entre las actividades de protección pública y las operaciones de socorro son cuestiones que las administraciones deben determinar a nivel nacional;
- c) que la planificación nacional del espectro para la protección pública y las operaciones de socorro debe realizarse mediante cooperación y consultas bilaterales con otras administraciones afectadas, a las que se ayudará con los mayores niveles de armonización del espectro;
- d) los beneficios de la cooperación entre países para la prestación de ayuda humanitaria eficaz en caso de catástrofes, en particular teniendo en cuenta los requisitos operacionales especiales de las actividades que se realizan a nivel multinacional;
- e) las necesidades de los países, especialmente las de los países en desarrollo², en cuanto a equipos de comunicaciones económicos;
- f) la tendencia a aumentar la utilización de tecnologías basadas en los protocolos Internet;
- g) que actualmente algunas bandas o partes de las mismas han sido designadas para su utilización en la protección pública y las operaciones de socorro actuales, como se especifica en el Informe UIT-R M.2033³;
- h) que para atender futuras necesidades de anchura de banda, hay varias tecnologías nuevas tales como los sistemas de radiocomunicaciones con control informatizado, los sistemas avanzados de compresión y de funcionamiento en red que reducen la cantidad de nuevo espectro necesario para admitir aplicaciones de protección pública y operaciones de socorro;
- i) que en caso de catástrofe, si la mayoría de las redes terrenales han sido destruidas o dañadas, podría disponerse de redes de aficionados, redes de satélites y otras no situadas en tierra para prestar los servicios de telecomunicaciones necesarios para contribuir en las actividades destinadas a la protección pública y a las operaciones de socorro;

² Teniendo en cuenta, por ejemplo, el Manual del UIT-D sobre operaciones de socorro.

³ 3-30, 68-88, 138-144, 148-174, 380-400 MHz (incluida la designación de la CEPT de 380-385/390-395 MHz), 400-430, 440-470, 764-776, 794-806, y 806-869 MHz (incluida la designación de CITELE de 821-824/866-869 MHz).

j) que la cantidad de espectro necesario cada día para la protección pública puede diferir considerablemente entre los países, que en algunos países ya se utilizan ciertas cantidades de espectro para aplicaciones en banda estrecha, y que para intervenir en un desastre puede ser necesario el acceso a espectro adicional, con carácter temporal;

k) que a fin de lograr la armonización del espectro, una solución basada en gama de frecuencias⁴ regionales puede permitir a las administraciones alcanzar esa armonización y al mismo tiempo seguir satisfaciendo las necesidades nacionales de planificación;

l) que no todas las frecuencias dentro de una gama de frecuencia común identificadas estarán disponibles en cada país;

m) que la identificación de una gama de frecuencias común, dentro de la cual pueda funcionar un equipo, podría facilitar la interoperabilidad y/o el interfuncionamiento, gracias a la cooperación y consulta mutua, especialmente en las situaciones de emergencia y operaciones de socorro en caso de desastres de carácter nacional, regional y transfronterizo;

n) que cuando se produce un desastre, los organismos encargados de la protección pública y las operaciones de socorro suelen ser los primeros en llegar al lugar de los hechos, utilizando sus sistemas de comunicaciones habituales, pero en la mayoría de los casos otras instituciones y organizaciones también pueden participar en esas operaciones de socorro,

observando

a) que muchas administraciones utilizan bandas de frecuencia por debajo de 1 GHz en banda estrecha para las aplicaciones de protección pública y operaciones de socorro;

b) que las aplicaciones que exigen grandes zonas de cobertura y que dan una buena disponibilidad de la señal tendrán cabida generalmente en bandas de frecuencias inferiores y que las aplicaciones que requieren anchuras de bandas mayores tendrán cabida generalmente en bandas cada vez más altas;

c) que las instituciones y organismos de protección pública y de operaciones de socorro tienen inicialmente un conjunto mínimo de necesidades, incluyendo aunque no de forma exhaustiva, la interoperabilidad, la seguridad y fiabilidad de las comunicaciones, la capacidad suficiente para dar respuesta a emergencias, el acceso prioritario a la utilización de los sistemas no especializados, la rapidez de la respuesta, la capacidad para tratar múltiples llamadas de grupo y la posibilidad de dar cobertura a zonas amplias, tal como se describe en el Informe UIT-R M.2033;

d) que mientras que la armonización puede ser un método para obtener los beneficios deseados, en algunos países, las bandas de frecuencias múltiples pueden ser un factor para satisfacer las necesidades de comunicaciones en las situaciones de catástrofe;

⁴ En el contexto de esta Resolución, «gama de frecuencias» significa una gama de frecuencias en la cual se prevé que un equipo de radiocomunicaciones pueda funcionar, pero limitado a bandas de frecuencias específicas de acuerdo con las condiciones y necesidades nacionales.

Emergencia y socorro en caso de catástrofe

e) que muchas administraciones han hecho importantes inversiones en sistemas de protección pública y operaciones de socorro;

f) que las instituciones y organismos encargados de las operaciones de socorro deben tener flexibilidad para utilizar sistemas de radiocomunicaciones actuales y futuros a fin de facilitar sus actividades humanitarias,

destacando

a) que las bandas de frecuencia identificadas en esta Resolución están atribuidas a diversos servicios conforme a las disposiciones pertinentes del Reglamento de Radiocomunicaciones, y actualmente son intensamente utilizadas por los servicios fijo, móvil, móvil por satélite y de radiodifusión;

b) que las administraciones deben tener flexibilidad para:

- determinar, en el plano nacional, la cantidad de espectro que deben poner a disposición para la protección pública y las operaciones de socorro, de las bandas identificadas en esta Resolución, a fin de atender a sus necesidades nacionales particulares;
- hacer posible que las bandas identificadas en esta Resolución puedan ser utilizadas por todos los servicios que tienen atribuciones dentro de esas bandas de conformidad con las disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones, teniendo en cuenta las aplicaciones actuales y su evolución;
- determinar la necesidad y oportunidad de poner a disposición las bandas identificadas en esta Resolución, así como las condiciones de su utilización, con fines de protección pública y operaciones de socorro, a fin de atender a las situaciones nacionales particulares,

resuelve

1 recomendar vivamente a las administraciones que utilicen bandas armonizadas a nivel regional para la protección pública y las operaciones de socorro, en la mayor medida posible, teniendo en cuenta las necesidades nacionales y regionales, y teniendo también presente la necesidad de consultas y cooperación con otros países afectados;

2 a los fines de armonizar las bandas/gamas de frecuencia en el plano regional para ofrecer mejores soluciones para la protección pública y las operaciones de socorro, alentar a las administraciones a considerar las siguientes bandas/gamas de frecuencia identificadas, o partes de ellas, cuando emprendan su planificación nacional:

- en la Región 1: 380-470 MHz, como gran gama de frecuencia, dentro de la cual la banda 380-385/390-95 MHz es una banda armonizada básica preferida para las actividades permanentes de protección pública dentro de determinados países de la Región 1 que dieron su acuerdo;

- en la Región 2⁵: 746-806 MHz, 806-869 MHz, 4 940-4 990 MHz;
- en la Región 3⁶: 406,1-430 MHz, 440-470 MHz, 806-824/851-869 MHz, 4 940-4 990 MHz y 5 850-5 925 MHz;

3 que la identificación de las bandas/gamas de frecuencias indicadas para la protección pública y las operaciones de socorro no excluye la utilización de estas bandas/frecuencias para cualquier otra aplicación dentro de los servicios a los que estén atribuidas dichas bandas/frecuencias, y no impide la utilización ni establece prioridad por encima de cualesquiera otras frecuencias para las aplicaciones de protección pública y operaciones de socorro, de conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones;

4 alentar a las administraciones a satisfacer las necesidades temporales en cuanto a frecuencias, además de lo que pueda normalmente preverse en acuerdos con administraciones interesadas, para situaciones de emergencia y operaciones de socorro;

5 que las administraciones alienten a las entidades y organismos de protección pública y de operaciones de socorro a utilizar las tecnologías y soluciones actuales y nuevas (de satélite y terrenales), en la medida en que resulte práctico, para satisfacer los requisitos de interoperabilidad y para avanzar hacia los objetivos de la protección pública y operaciones de socorro;

6 que las administraciones pueden alentar a las entidades y organismos a utilizar soluciones inalámbricas avanzadas, teniendo en cuenta los *considerando h)* e *i)*, para aportar un apoyo complementario a las instituciones y organismos de protección pública y de operaciones de socorro;

7 alentar a las administraciones a facilitar la circulación transfronteriza de los equipos de radiocomunicaciones destinados a su utilización en situaciones de emergencia y de ayuda en caso de catástrofe, a través de la cooperación y consultas mutuas, sin afectar a la legislación nacional;

8 que las administraciones alienten a las instituciones y organizaciones de protección pública y de operaciones de socorro a utilizar las Recomendaciones UIT-R pertinentes a la hora de planificar la utilización del espectro e introducir nuevas tecnologías y sistemas destinados a la protección pública y las operaciones de socorro;

9 alentar a las administraciones a que continúen trabajando estrechamente con su propia comunidad nacional de protección pública y operaciones de socorro a fin de seguir perfeccionando los requisitos operaciones para dichas protección pública y operaciones de socorro;

10 alentar a los fabricantes a que tengan en cuenta esta Resolución en el diseño de los equipos futuros, incluida la necesidad de explotación que puedan tener las administraciones en las diferentes partes de las bandas identificadas,

⁵ Venezuela ha identificado la banda 380-400 MHz para las aplicaciones de protección pública y las operaciones de socorro.

⁶ Algunos países de la Región 3 también han identificado las bandas 380-400 MHz y 746-806 MHz para aplicaciones de protección pública y operaciones de socorro.

invita al UIT-R

1 a continuar sus estudios técnicos y formular recomendaciones relativas a la aplicación técnica y operacional, según sea necesario, para determinar soluciones avanzadas que permitan satisfacer las necesidades de aplicaciones de radiocomunicaciones para protección pública y operaciones de socorro y que tengan en cuenta las capacidades, la evolución, y cualquier requisito de transición resultante, de los sistemas existentes, en particular los de muchos países en desarrollo, para las operaciones nacionales e internacionales;

2 a llevar a cabo nuevos estudios técnicos adecuados para la posible identificación adicional de otras gamas de frecuencia que permitan atender a las necesidades particulares de determinados países de la Región 1 que han dado su acuerdo, especialmente para satisfacer las necesidades de radiocomunicación de los organismos de protección pública y operaciones de socorro.

Sección II – Recomendaciones e Informes UIT-R

RECOMENDACIÓN UIT-R M.693^{*,**}

Características técnicas de las radiobalizas de localización de siniestros en ondas métricas que utilizan llamada selectiva digital (RLS en ondas métricas con LLSD)

(1990)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que las funciones de alerta y localización forman parte de las exigencias básicas del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos (SMSSM);
- b) que el capítulo IV del Convenio SOLAS de 1974, enmendado en 1988, permite utilizar RLS en ondas métricas con LLSD en las zonas marítimas A1^{***} en lugar de RLS por satélite;
- c) que las características de las transmisiones efectuadas con el sistema de llamada selectiva digital se indican en la Recomendación UIT-R M.493;
- d) que las características del transpondedor de radar de búsqueda y salvamento (SART) para fines de localización se indican en la Recomendación UIT-R M.628,

recomienda

que las características técnicas de las RLS en ondas métricas con LLSD sean conformes al Anexo I de la presente Recomendación y a la Recomendación UIT-R M.493.

* Se ruega al Director del UIT-R que señale esta Recomendación a la atención de la Organización Marítima Internacional (OMI).

** *Nota de la Secretaría* – Esta Recomendación fue modificada por correcciones editoriales, en marzo de 2006.

*** «La Zona marítima A1» es una zona que se encuentra dentro de la cobertura radio-telefónica de al menos una estación costera en ondas métricas en la que se dispone de un medio de alerta LLSD permanente; dicha zona vendrá delimitada por cada gobierno contratante del Convenio SOLAS de 1974.

Anexo I

**Características técnicas mínimas de las RLS
en ondas métricas con LLS D**

1 Generalidades

- Las RLS en ondas métricas con LLS D deben ser capaces de transmitir alertas de socorro con el sistema de llamada selectiva digital, y proporcionar medios de localización o de radiorrecalado. Para tener en cuenta las necesidades del SMSSM, en el § 8.3.1 de la Reglamentación IV del Convenio SOLAS se exige la utilización de una SART (véase la Recomendación UIT-R M.628).
- Las RLS deben disponer de una batería de capacidad suficiente para permitir su funcionamiento durante por lo menos 48 h.
- Las RLS deben ser capaces de funcionar en las condiciones ambientales siguientes:
 - temperaturas ambiente de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$,
 - formación de hielo,
 - velocidades de viento relativas de hasta 100 nudos,
 - tras haber permanecido almacenadas a temperaturas de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2 Transmisiones de alerta

- Las señales de alerta deben transmitirse en la frecuencia de 156,525 MHz utilizando la clase de emisión G2B.
- La tolerancia de frecuencia no debe rebasar 10 partes por millón.
- La anchura de banda necesaria debe ser inferior a 16 kHz.
- La emisión debe tener polarización vertical. La antena debe ser omnidireccional en el plano acimutal y tener altura suficiente para que la emisión se reciba con el alcance máximo de la zona marítima A1.
- La potencia de salida debe ser de 100 mW por lo menos****.

**** La potencia de salida exigida para dar a una señal de alerta barco-costera el alcance máximo de la zona marítima A1 debe ser por lo menos de 6 W, con una altura apropiada de antena por encima del nivel del mar.

3 Formato de mensaje y secuencia de transmisión de la LLS

- Las características técnicas de los mensajes de LLS deben conformarse a la secuencia de la «llamada de socorro» especificada en la Recomendación UIT-R M.493.
- La indicación «naturaleza del peligro» debe ser «emisión de una RLS» (símbolo N.º 112).
- La información «coordenadas del lugar de socorro» y «hora» puede no incluirse. En este caso debe incluirse respectivamente la cifra 9 repetida 10 veces y la cifra 8 repetida 4 veces, como se especifica en la Recomendación UIT-R M.493.
- La indicación «tipo de comunicación siguiente» debe ser «ninguna información» (símbolo N.º 126), lo que indica que no seguirá ninguna otra comunicación.
- Las señales de alerta deben transmitirse en ráfagas. Cada ráfaga debe consistir en cinco secuencias de LLS sucesivas, efectuándose la $(N + 1)$ ésima ráfaga de transmisión a un intervalo T_n después de la (N) ésima ráfaga según se indica en la Fig. 1, donde:

$$T_n = (240 + 10 N) \text{ s } (\pm 5\%) \text{ y}$$

$$N = 0, 1, 2, 3, \dots, \text{ etc.}$$

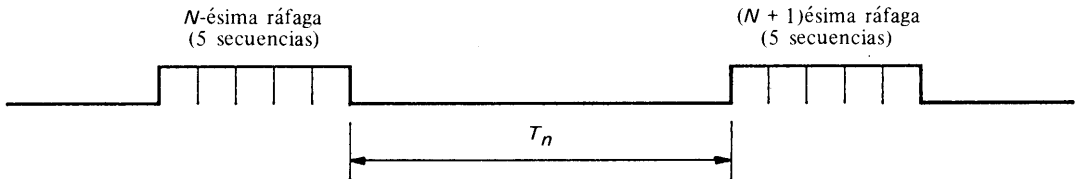


FIGURA 1

D01-sc

RECOMENDACIÓN UIT-R M.830-1*

Procedimientos de explotación para las redes o los sistemas móviles por satélite en las bandas 1 530-1 544 MHz y 1 626,5-1 645,5 MHz utilizados con fines de socorro y seguridad especificados para el sistema mundial de socorro y seguridad marítimos (SMSSM)

(Cuestión UIT-R 90/8)

(1992-2005)

Cometido

En esta Recomendación se presentan los procedimientos operativos para las redes o sistemas móviles por satélite en las bandas 1 530-1 544 MHz y 1 626,5-1 645,5 MHz utilizados con fines de socorro y seguridad especificados para el sistema mundial de socorro y seguridad marítimos (SMSSM). En la Recomendación se presentan los medios utilizados para garantizar la necesaria prioridad de acceso a las comunicaciones del servicio móvil marítimo por satélite de seguridad y socorro.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que hay múltiples redes o sistemas móviles por satélite en funcionamiento o previstos para funcionar en las bandas 1 530-1 544 MHz y 1 626,5-1 645,5 MHz;
- b) que las bandas 1 530-1 544 MHz y 1 626,5-1 645,5 MHz (Cuadro 15-2 del Apéndice 15 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR)) están disponibles para las comunicaciones de socorro y seguridad del SMSSM y también para otros servicios de radiocomunicaciones;
- c) que con la introducción de redes o sistemas móviles por satélite en esas bandas de frecuencias, algunos de los cuales pueden no participar en el SMSSM, es indispensable un mantenimiento constante de la integridad, la eficacia y la protección de las comunicaciones de socorro y seguridad;
- d) que es necesario proteger las comunicaciones de socorro y seguridad contra la interferencia perjudicial en el servicio móvil marítimo por satélite (véase el número 5.353A del RR);

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Organización Marítima Internacional (OMI), la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones (UIT-T).

- e) que las comunicaciones de socorro y seguridad marítimas requieren acceso prioritario con disponibilidad de capacidad reservada previamente en tiempo real o de canales especiales en el servicio móvil por satélite;
- f) que es necesario tener en cuenta la prioridad de las comunicaciones relacionadas con la seguridad (Artículo 53 del RR);
- g) que las comunicaciones de socorro y seguridad en el servicio móvil por satélite se han de retransmitir a los Centros de Coordinación del Socorro pertinentes con rapidez y eficacia máximas;
- h) que es necesario proteger y efectuar de conformidad con el Artículo 53 del RR la retransmisión prioritaria de las alertas de socorro de los buques en peligro a los Centros de Coordinación del Socorro adecuados;
- j) que la conexión entre redes o sistemas móviles por satélite se puede facilitar por frecuencias del espectro distintas de 1,5-1,6 GHz y su entorno,

recomienda

1 que las redes o los sistemas móviles por satélite participantes en el SMSSM dispongan de medios para la interconexión de sistemas a través de las estaciones terrenas costeras.

2 que las redes o los sistemas móviles por satélite que funcionan en las bandas de frecuencias 1 530-1 544 MHz y 1 626,5-1 645,5 MHz y que participan en el SMSSM dispongan de medios para garantizar que las comunicaciones de socorro y seguridad en el servicio móvil marítimo por satélite obtienen el necesario acceso prioritario con disponibilidad de capacidad reservada previamente en tiempo real o de canales especiales para lograr el tratamiento y la retransmisión de los mensajes con rapidez máxima a los Centros de Coordinación del Socorro correspondientes.

NOTA 1 – El § 2 no se aplica a los sistemas del servicio móvil por satélite que presentan servicios de socorro y seguridad, cuyas características técnicas y de explotación se han establecido ya de conformidad con las disposiciones pertinentes del Reglamento de Radio-comunicaciones o de la OMI, según el caso;

3 que las comunicaciones de las estaciones de los sistemas móviles por satélite que funcionan en las bandas de frecuencias 1 530-1 544 MHz y 1 626,5-1 645,5 MHz y no participan en el SMSSM funcionen a título secundario como estaciones de comunicaciones de socorro y seguridad en el SMSSM. Debe tenerse en cuenta la prioridad de las comunicaciones relacionadas con la seguridad en los otros servicios móviles por satélite.

RECOMENDACIÓN UIT-R S.1001*

Utilización de sistemas en el servicio fijo por satélite en los casos de desastres naturales y otras emergencias similares para avisos y operaciones de socorro

(1993)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que, para las operaciones de socorro, en los casos de desastres naturales y situaciones críticas análogas, es esencial contar con equipos de telecomunicaciones fiables y de rápida instalación;
- b) que los desastres naturales son impredecibles en cuanto al lugar donde van a producirse, lo que supone la necesidad de contar con un rápido sistema de transporte de los equipos de telecomunicación al lugar del desastre;
- c) que la transmisión por satélite utilizando estaciones terrenas transportables adquiere una gran importancia y a veces es la única solución posible para proporcionar servicios de telecomunicaciones de emergencia para avisos y operaciones de socorro;
- d) que la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (Ginebra, 1979) adoptó la Recomendación N.º 1;
- e) que los equipos de telecomunicaciones han de asegurar distintas funciones incluidas, entre otras, las comunicaciones vocales, la información sobre el terreno, la recopilación de datos y, a veces, la transmisión de imágenes fundamentalmente para el reconocimiento aéreo de la zona damnificada,

recomienda

- 1** que cuando se planifique la utilización de sistemas del servicio fijo por satélite para avisos y operaciones de socorro en caso de desastres naturales y otras emergencias similares, se tenga en cuenta el material que figura en el Anexo 1;
- 2** que las Notas siguientes se consideren parte integrante de esta Recomendación:

NOTA 1 – La logística relativa al transporte, instalación y funcionamiento de los equipos de telecomunicación exige una consideración cuidadosa para sacar el máximo provecho de las características del sistema en cuanto a fiabilidad y rapidez de montaje.

* La Comisión de Estudio 4 de Radiocomunicaciones efectuó modificaciones de redacción en esta Recomendación en 2001 de conformidad con la Resolución UIT-R 44 (AR-2000).

NOTA 2 – Aunque la utilización de estaciones terrenas transportables en caso de desastres desaconseja emprender un proceso previo detallado de coordinación y evaluación de la interferencia, debe prestarse atención a estos aspectos cuando se utilicen bandas de frecuencias compartidas.

Anexo 1

Utilización de estaciones terrenas pequeñas para operaciones de socorro en caso de desastres naturales y situaciones similares de emergencia

1 Introducción

En caso de desastres naturales, epidemias, desnutrición, etc., la necesidad más urgente es establecer un enlace de comunicaciones fiable para su utilización en las operaciones de socorro. Con objeto de establecer estas comunicaciones mediante el servicio fijo por satélite, conviene disponer de una estación terrena transportable con acceso a un sistema de satélites existente a fin de desplazarla e instarla en la zona que ha sufrido el desastre.

Para establecer dicho servicio de comunicaciones puede utilizarse cualquier sistema de satélites compatible con las características técnicas de la estación terrena transportable.

2 Consideraciones básicas

2.1 Servicios requeridos y capacidad de canal asociada

El enlace de telecomunicación para las operaciones de socorro conectaría la zona afectada con los centros de socorro designados; la capacidad de transmisión necesaria estaría compuesta por circuitos telefónicos (incluyendo canales de teletipo y facsímil) y un canal de servicio técnico.

Además, como también se considera muy deseable la exploración aérea en tiempo real de la zona damnificada, para mejorar la coordinación de las operaciones de socorro (evaluación de las prioridades), puede ser igualmente necesario en ciertos casos un canal vídeo comprimido unidireccional a 2,048 Mbit/s. Por otra parte, una red de plataformas no atendidas cuyo objetivo sea la observación continua de los principales datos del medio ambiente (con flujo de 1,2 kbit/s) respecto a parámetros de riesgo concretos, puede constituir una eficaz red de comunicaciones de urgencia que abarque todo el territorio interesado, con objeto de facilitar la localización oportuna de la zona afectada.

2.2 Calidad del circuito

Los circuitos de emergencia para las operaciones de socorro no deben tener forzosamente la elevada calidad recomendada por la UIT para el servicio fijo por satélite. Una relación señal/ruido ponderado equivalente de unos 30 dB para un canal telefónico proporcionaría una inteligibilidad aceptable para estos fines.

2.3 Elección de la banda de frecuencias

Para las operaciones de socorro conviene utilizar la banda de 6/4 GHz. Cuando se dispone de satélites apropiados, es preferible efectuar las operaciones de socorro en bandas no compartidas con servicios terrenales. En algunas circunstancias, pueden convenir bandas como las de 14/12 GHz y 30/20 GHz.

2.4 Estación terrena asociada

El terminal terreno transportable podría trabajar con cualquier estación terrena existente adecuada, a condición de que disponga de equipo apropiado. Habría que identificar las estaciones terrenas adecuadas a fin de dotarlas con antelación del equipo adicional necesario.

3 Métodos de modulación preferidos

Al elegir el método de modulación más adecuado para un sistema en el que se emplee una estación terrena transportable, debe tenerse en cuenta la limitación de potencia en el enlace descendente, así como la necesidad de un acceso flexible al sistema por satélite.

Una estación de este tipo podría emplear multiplaje por distribución de frecuencia con MF (MDF-MF), o un solo canal por portadora (SCPC) con MF-C, MIC/MDP, MDP con modulación delta y codificación a baja velocidad (*low rate encoding* – LRE)/MDP.

El método SCPC con modulación MIC/MDP se emplea ya, y se provee a escala mundial. Los sistemas MF de un solo canal con compresión-expansión, los sistemas con modulación delta (MD/MDP) y LRE/MDP son más eficaces cuando la potencia disponible es limitada. La eficacia del sistema puede mejorarse aún más mediante técnicas de codificación con corrección de errores en recepción (FEC).

El Cuadro 1 contiene ejemplos de los valores necesarios de p.i.r.e. del satélite, de p.i.r.e. de la estación terrena y de anchura de banda para la mayoría de estos métodos de modulación en la banda de 6/4 GHz. Sin embargo, debe recalcar que este Cuadro no refleja todas las técnicas disponibles actualmente.

CUADRO 1

Ejemplos de parámetros de transmisión para un sistema que funciona en las bandas 6/4 GHz

Relación G/T (dB(K⁻¹)) (diámetro)	Tipo de modulación	Anchura de banda por portadora (kHz)	p.i.r.e. del satélite por portadora (dBW)	p.i.r.e. de la estación terrena por portadora (dBW)	Potencia transmitida de la estación terrena por portadora (W)	Calidad del circuito (con cielo despejado)
17,5 (2,5 m)	MDF-MF (para 6 canales)	250	14	57,5	45	S/N 30 dB
	SCPC 64 kbit/s MIC-MDP-4	45	11	54,5	22	Proporción de bits erróneos: 1×10^{-4}
	SCPC 32 kbit/s ΔM-MDP-2	45	5	48,5	5,6	Proporción de bits erróneos: 1×10^{-3}
	SCPC-MF con compresión-expansión	30	1	44,5	2,2	S/N 22 dB (sin compresión-expansión)
23,5 (5 m)	MDF-MF (para 6 canales)	250	8	57,5	11	S/N 30 dB
	SCPC 64 kbit/s MIC-MDP-4	45	5	54,5	5,6	Proporción de bits erróneos: 1×10^{-4}
	SCPC 32 kbit/s ΔM-MDP-2	45	-1	48,5	1,4	Proporción de bits erróneos: 1×10^{-3}
	SCPC-MF con compresión-expansión	30	-5	44,5	0,6	S/N 22 dB (sin compresión-expansión)

NOTA 1 – Se supone que en los sistemas MDF-MF y SCPC-MF con compresión-expansión se utiliza un demodulador de extensión del umbral.

NOTA 2 – Los valores de p.i.r.e. indicados del satélite y de la estación terrena corresponden a una pequeña estación terrena con un ángulo de elevación de antena de 10° excluido todo margen. Las estaciones terrenas con las que comunica la pequeña estación terrena tienen una relación G/T de 40,7 dB(K⁻¹).

NOTA 3 – Las características del transpondedor del satélite son similares a las del transpondedor de cobertura global del satélite Intelsat-V; se supone que la ganancia del transpondedor es tal que la diferencia entre la p.i.r.e. de la estación terrena y la p.i.r.e. correspondiente del satélite es de 65 dB.

NOTA 4 – Además de la MDF/MF, deberían considerarse técnicas de multiplexaje por división en el tiempo para las aplicaciones multicanal.

NOTA 5 – Para estas aplicaciones deberían considerarse otras técnicas de codificación, tales como LRE/MDP a 16 kbit/s.

4 Características de la estación terrena transportable

4.1 Relación ganancia/temperatura de ruido (G/T) del sistema

En la banda de 4 GHz será razonable tomar como objetivo una relación G/T del sistema de 17,5 a 23,5 dB(K⁻¹). Partiendo de la hipótesis de un amplificador de bajo nivel de ruido, con una temperatura de ruido de unos 50 K (transistor de efecto de campo (FET, *field effect transistor*) no refrigerado) y un ángulo de elevación de la antena de 10°, estos valores corresponden a diámetros de antena de 2,5 a 5 m, aproximadamente.

En la banda de 11 a 13 GHz, se observan temperaturas de ruido del receptor típicas comprendidas entre 100 K y 150 K (amplificador FET). Con antenas de unos 3 m de diámetro, podrían lograrse relaciones G/T del orden de 23 dB(K⁻¹).

En la banda de 20 GHz, será razonable fijar como objetivo del sistema una relación G/T del orden de 14,5 a 24,5 dB(K⁻¹). Suponiendo un amplificador FET cuya temperatura de ruido sea de unos 750 K, estos valores corresponden a un diámetro de antena de 1 m a 3 m aproximadamente.

4.2 p.i.r.e. de la estación terrena

La p.i.r.e. de la estación terrena depende del tipo de modulación, de la capacidad del canal de transmisión y de las características del satélite.

Sin embargo, en el caso de las operaciones con portadoras múltiples, tales como las transmisiones de un solo canal por portadora (SCPC), la potencia máxima de salida del transmisor deberá reducirse respecto al punto de saturación un margen suficiente para disminuir el ruido de intermodulación a un nivel aceptable. En el Cuadro 1 se indican los valores típicos de la p.i.r.e. necesaria para la estación terrena transportable.

5 Configuración de la estación terrena transportable

La estación terrena puede dividirse en los subsistemas principales siguientes:

- antena,
- amplificador de potencia,
- receptor de bajo nivel de ruido,
- equipo básico de comunicaciones,
- equipo de control y comprobación,
- equipo terminal incluidos teleimpresoras, y equipos facsímil y teléfonos,
- medios auxiliares.

5.1 Peso y volumen

Todos los equipos, incluidas las cubiertas, deben poder ser embalados en elementos de peso manejable por un número reducido de personas. Además, el volumen y el peso totales no deben ser superiores a los que pueden alojarse en el espacio

reservado para los equipajes en una aeronave de pasajeros, del tipo Boeing B707 (que admite 7 000 kg) o Douglas DC8-62 (que admite una carga de 10 000 kg). La tecnología actual permite respetar estos límites sin grandes dificultades.

5.2 Antena

Uno de los requisitos principales de la antena es su facilidad de montaje y transporte. A tal efecto, el reflector de la antena podría estar constituido por varias piezas de material ligero, como plástico reforzado con fibra o aleación de aluminio. Se prevé utilizar una antena de 2,5 a 5 m de diámetro para la banda 6/4 GHz. Sin embargo, para otras bandas de frecuencias los requisitos de construcción de la antena no son tan estrictos puesto que pueden emplearse antenas de menor tamaño.

El reflector principal de la antena puede estar iluminado por una bocina frontal o por un sistema de iluminación que incluya un subreflector. Este último caso puede proporcionar una relación G/T ligeramente más ventajosa ya que puede optimizarse la curvatura del subreflector y del reflector principal; ahora bien, la facilidad de montaje y de alineación deben primar sobre cualesquiera otras consideraciones relativas a la relación G/T .

Puede lograrse un sistema de seguimiento manual o automático de peso y consumo proporcionados al resto del sistema cuando el margen de seguimiento así obtenido a partir de la portadora transmitida sea de $\pm 5^\circ$ aproximadamente.

5.3 Amplificador de potencia

Pueden utilizarse a tal efecto un Klystron refrigerado por aire o amplificadores de tubo de ondas progresivas (de tipo helicoidal), pero desde el punto de vista del rendimiento y de la facilidad de mantenimiento, resulta preferible el primero.

Pese a lo reducido de la anchura de banda de transmisión instantánea, es posible que el amplificador de salida deba tener la posibilidad de ser sintonizable en una amplia gama de frecuencias, por ejemplo, 500 MHz, ya que el canal disponible del satélite puede estar situado en cualquier frecuencia dentro de esta banda.

Si se requiere menos de 15 W de potencia, podrían ser más apropiados los amplificadores de estado sólido (FET).

En la banda de 30 GHz, son apropiados para esta aplicación los amplificadores IMPATT, los de tubos de onda progresiva (TOP) y los Klystron.

5.4 Receptor de bajo nivel de ruido

Dado que el receptor de bajo nivel de ruido debe ser pequeño, ligero y fácil de manipular y mantener, lo más conveniente es utilizar un amplificador de bajo nivel de ruido no refrigerado.

Se ha obtenido ya una temperatura de ruido de 50 K y se espera lograr en el futuro en la banda de 4 GHz una temperatura aún inferior. Desde el punto de vista del tamaño, peso y consumo de potencia conviene más utilizar un amplificador FET que un amplificador paramétrico. Con amplificadores FET se ha observado una temperatura de ruido de 50 K en la banda de 4 GHz y de 150 K en la banda de 12 GHz.

En la banda de 20 GHz se ha logrado un amplificador FET con una temperatura de ruido de 300 K, o menos, a temperatura ambiente.

6 Ejemplos de ejecución de estación terrena transportable e implantación del sistema

6.1 Estaciones terrenas transportables pequeñas

Están funcionando actualmente en la banda 6/4 GHz algunas estaciones terrenas transportables con antenas de diferentes diámetros. En la banda 14/12 GHz, la mayoría de las estaciones terrenas transportables tienen antenas de unos 3 m de diámetro.

6.1.1 Ejemplo de una estación terrena transportable pequeña que funciona en la banda 6/4 GHz

Se ha fabricado una estación terrena aerotransportable, que puede también transportarse en un camión de 8 toneladas, utilizando los principios expuestos en el § 5 anterior; la calidad de funcionamiento conseguida ha sido satisfactoria.

La estación dispone de una antena de 3 m de diámetro, una p.i.r.e. de cresta de unos 67 dBW y su G/T es de unos 18 dB(K⁻¹). Su peso total es de 7,0 toneladas y la potencia necesaria, incluido el aire acondicionado, es de 12,5 kVA. El reflector es una sola pieza y el tiempo total de instalación del sistema por tres personas es de una hora aproximadamente. La estación utiliza modulación MDF-MF y tiene capacidad para 132 canales en ambos sentidos si se utiliza un transpondedor de haz conformado similar al del satélite japonés CS-3 (satélite de comunicaciones-3) con una relación señal/ruido de unos 43 dB por canal.*

6.1.2 Ejemplos de pequeñas estaciones terrenas aerotransportables e instaladas en vehículos en la banda 14/12 GHz

En Japón se han desarrollado diversos tipos de equipos para pequeñas estaciones terrenas destinados a los nuevos sistemas de comunicaciones por satélite en la banda 14/12 GHz. Para su desarrollo, se ha tratado de reducir el tamaño y de mejorar su facilidad de transporte, para ampliar sus aplicaciones en general. De esta forma se pueden utilizar ocasional o temporalmente en operaciones de socorro o en otras circunstancias en cualquier parte del país o aun en el ámbito mundial. Estas estaciones van instaladas en un vehículo o utilizan contenedores portátiles con una pequeña antena. De esa forma es posible utilizarlas en casos de emergencia.

La estación terrena montada en un vehículo, con todo su equipo instalado en el mismo, por ejemplo, en una camioneta con tracción en las cuatro ruedas, permite intervenir unos 10 min después de haber llegado, incluyendo todos los trabajos necesarios, como son los ajustes de la dirección de la antena.

* *Nota del Director de la Oficina de Radiocomunicaciones* – La información contenida en el segundo párrafo del § 6.1.1 de la presente Recomendación ha sido actualizada sobre la base de la propuesta sometida por la Administración de Japón, que se recibió después de su aprobación de conformidad con la antigua Resolución 97 del ex-CCIR (Düsseldorf, 1990).

La estación terrena portátil se desmonta antes del transporte y se ensambla en un lugar de destino en unos 15 a 30 min. El tamaño y el peso del equipo permiten en general el transporte por una o dos personas y los contenedores se hallan dentro de los límites fijados por la IATA en la reglamentación sobre equipajes facturados. El peso total de este tipo de estación terrena, incluido el generador de potencia y el conjunto de antena puede ser tan sólo de 150 kg, pero en general supera los 200 kg. También es posible transportar los equipos por helicóptero.

En el Cuadro 2 figuran algunos ejemplos de pequeñas estaciones terrenas transportables utilizables por los satélites japoneses de comunicación en la banda 14/12 GHz.

CUADRO 2

Ejemplo de pequeñas estaciones transportables para la banda 14/12 GHz

Ejemplo N.º	1	2	3	4	5	6
Tipo de transporte	Instalada en un vehículo			Aerotransportable		
Diámetro de la antena (m)	2,6 × 2,4	1,8	1,2	1,8	1,4	1,2
p.i.r.e. (dBW)	72	70	62,5	70	64,9	62,5
Anchura de banda de RF (MHz)	24-27	20-30	30	20-30	30	30
Peso total	6,4 t	6,0 t	2,5 t	275 kg	250 kg	200 kg
Paquetes:						
- Dimensiones totales (m)	-	-	-	< 2	< 2	< 2
- Número total	-	-	-	10	13	8
- Peso máximo (kg)	-	-	-	45	34	20
Capacidad del generador (kVA)	7,5	10	5	3	0,9-1,3	1,0
Número de personas necesarias	1-2	1-2	1-2	2-3	2-3	1-2

6.1.3 Ejemplos de estaciones terrenas transportables pequeñas que funcionan en la banda 30/20 GHz

Se han fabricado y se explotan con resultado satisfactorio en Japón dos tipos de estaciones terrenas transportables de pequeñas dimensiones que funcionan en la banda 30/20 GHz y pueden ser transportadas por camión o helicóptero.

El Cuadro 3 contiene ejemplos de estaciones terrenas transportables pequeñas para funcionamiento en 30/20 GHz.

6.2 Ejemplo de una red para situaciones de emergencia y de las estaciones terrenas asociadas en la banda 14/12,5 GHz

Se ha diseñado y montado una red por satélite en Italia para situaciones de emergencia que funciona en la banda de frecuencias 14/12,5 GHz a través de un transpondedor de EUTELSAT. Esta red especializada, basada en la utilización de técnicas totalmente digitales, proporciona circuitos de emergencia de telefonía y datos y un canal vídeo comprimido compartido en el tiempo para las operaciones de

Emergencia y socorro en caso de catástrofe

socorro y para la recogida de datos sobre el medio ambiente. La arquitectura de la red está basada en una sub-red doble de configuración en estrella para los dos servicios, y utiliza respectivamente el esquema de transmisión dinámica MDT/MDP-2 y AMDF/AMDT/MDP-2 para los canales de salida y entrada. El segmento terreno está formado por: una estación central común principal para las dos redes en estrella, que es una estación terrena fija con una antena de 9,0 m y un transmisor de 80 W; un pequeño número de estaciones terrenas transportables, con antenas de 2,2 m y transmisores de 110 W; una serie de plataformas fijas de transmisión de datos con antenas parabólicas de 1,8 m y transmisores con amplificadores de potencia de estado sólido de 2 W. Estas plataformas tienen capacidad receptora (G/T de $19 \text{ dB(K}^{-1})$), con objeto de que la estación principal pueda ejercer un control remoto sobre las mismas, y presentan un flujo de transmisión medio de 1,2 kbit/s.

Las estaciones terrenas transportables van montadas sobre camiones y, cuando se necesita, también pueden llevarse en un helicóptero de carga para un transporte rápido. Tienen una relación G/T de $22,5 \text{ dB(K}^{-1})$ y están equipadas con dos conjuntos de equipos, cada uno de los cuales tiene un canal vocal (vocoder) a 16 kbit/s y otro canal facsímil a 2,5 kbit/s. Estas estaciones terrenas, que son capaces también de transmitir un canal vídeo comprimido a 2,048 Mbit/s en SCPC/MDP-2 están controladas a distancia por la estación principal. En el Cuadro 4 se resumen las principales características de esta red «ad-hoc» para situaciones de emergencia.

CUADRO 3

Ejemplos de estaciones terrenas transportables pequeñas

Banda de frecuencias de funcionamiento (GHz)	Peso total (toneladas)	Potencia necesaria (kVA)	Antena		p.i.r.e. máxima (dBW)	G/T ($\text{dB(K}^{-1})$)	Tipo de modulación	Tiempo total de montaje (h)	Instalación habitual de la estación terrena
			Diámetro (m)	Tipo					
30/20	5,8	12	2,7	Cassegrain	76	27	MF (Color TV 1 canal) ⁽¹⁾ o MDF-MF (TP 132 canales)	1	En camión
	2	9	3	Cassegrain ⁽²⁾	79,8	27,9	MF (Color TV 1 canal) ⁽¹⁾ y MICDA-MDP-2-SCPC (TP 3 canales)	1	En el suelo
	1	1 ⁽³⁾	2	Cassegrain	56,3	20,4	MDA-MDP-4-SCPC (TP 1 canal)	1,5	En el suelo
	0,7	3	1	Cassegrain	59,9	15,2	MF-SCPC (TP 1 canal) o MD-MDP-4-SCPC (TP 1 canal)	1	En camión

(1) Unidireccional.

(2) El reflector está dividido en tres secciones.

(3) Excluida la potencia para el aire acondicionado.

CUADRO 4

**Ejemplo de una red de comunicaciones de emergencia
por satélite funcionando a 14/12,5 GHz**

Designación de la estación	Diámetro de la antena (m)	G/T (dB(K ⁻¹))	Potencia del transmisor (W)	Necesidades de potencia primaria (kVA)	Sistemas de transmisión		Capacidad de servicio
Principal	9,0	34,0	80	15,0	Tx	512 kbit/s-MDT/MDP-2 (+ FEC 1/2)	Canales vocales a 12 × 16 kbit/s (vocoder)
					Rx	«n» × 64 kbit/s-AMDF/AMDT/MDP-2 (+ FEC 1/2) y 2,048 Mbit/s-SCPC/MDP-4 (+ FEC 1/2)	Canales facsímil a 12 × 2,4 kbit/s Canal vídeo a 1 × 2,048 Mbit/s
Periféricas (transportables)	2,2	22,5	110	2,0	Tx	64 kbit/s-AMDT/MDP-2 (+ FEC 1/2) y 2,048 Mbit/s-SCPC/MDP-4 (+ FEC 1/2)	Canales vocales a 2 × 16 kbit/s (vocoder) Canales facsímil a 2 × 2,4 kbit/s
					Rx	512 kbit/s-MDT/MDP-2 (+ FEC 1/2)	Canal vídeo a 1 × 2,048 Mbit/s
Plataformas sin personal	1,8	19,0	2	0,15	Tx	64 kbit/s-AMDT/MDP-2 (+ FEC 1/2)	Canales transmisión de datos 1 × 1,2 kbit/s
					Rx	512 kbit/s-MDT/MDP-2 (+ FEC 1/2)	

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1042-2

Comunicaciones de los servicios de aficionados y aficionados por satélite en situaciones de catástrofe

(Cuestión UIT-R 48/8)

(1994-1998-2003)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) la Resolución 36 de la Conferencia de Plenipotenciarios (Kyoto, 1994);
- b) la Resolución 644 (Rev.CMR-2000) sobre los recursos de telecomunicaciones para mitigar los efectos de las catástrofes y para operaciones de socorro;
- c) la adopción de la Convención de Tampere, sobre el suministro de recursos de telecomunicaciones para mitigar los efectos de las catástrofes y para las operaciones de socorro por parte de la Conferencia Intergubernamental sobre telecomunicaciones de urgencia (16-18 de junio de 1998);
- d) la Resolución UIT-D 34 (Estambul, 2002) (CMDT-02) sobre los recursos de telecomunicaciones al servicio de la asistencia humanitaria;
- e) la Recomendación UIT-D 12 (Estambul, 2002) (CMDT-02) relativa a la consideración de las necesidades de telecomunicaciones en caso de catástrofe en las actividades de desarrollo de las telecomunicaciones,

recomienda

- 1** que las administraciones alienten el desarrollo de las redes del servicio de aficionados y aficionados por satélite capaces de proporcionar comunicaciones en caso de catástrofes naturales;
- 2** que dichas redes sean resistentes, flexibles e independientes de otros servicios de telecomunicaciones y puedan funcionar con un suministro de energía eléctrica de emergencia;
- 3** que se aliente a las organizaciones de aficionados a promover el diseño de sistemas robustos capaces de proporcionar comunicaciones en casos de catástrofe y durante las operaciones de socorro;
- 4** que se permita a las organizaciones de radioaficionados que verifiquen periódicamente sus redes en ausencia de catástrofes.

RECOMENDACIÓN UIT-R F.1105-1*

**Equipo transportable de radiocomunicaciones fijas
para operaciones de socorro**

(Cuestión UIT-R 121/9)

(1994-2002)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que, para las operaciones de socorro en caso de desastres naturales, epidemias, penuria de alimentos y emergencias similares, es esencial disponer de telecomunicaciones rápidas y fiables;
- b) que puede utilizarse equipo inalámbrico fijo transportable para operaciones de socorro mediante enlaces por cable o radioeléctricos, incluidas aplicaciones con varios tramos, utilizando equipo, tanto analógico como digital;
- c) que los equipos inalámbricos fijos para operaciones de socorro pueden emplearse en terrenos y zonas climáticas diferentes;
- d) que los equipos inalámbricos fijos para operaciones de socorro pueden utilizarse en zonas desfavorables en materia de interferencia;
- e) que sería conveniente la interoperabilidad y el interfuncionamiento entre los equipos inalámbricos fijos transportables y otras redes en situaciones de emergencia como las mencionadas en el *considerando* a);
- f) que la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (Estambul, 2000) (CMR-2000) resolvió invitar al UIT-R a realizar estudios sobre las bases técnicas y operacionales para la circulación mundial e interfronteriza de equipos de radiocomunicaciones en situaciones de emergencia y operaciones de socorro (véase la Resolución 645 (CMR-2000)),

recomienda

- 1** que, para las operaciones de socorro en zonas devastadas o para el restablecimiento de enlaces de transmisión, se utilicen los diferentes tipos de equipo inalámbrico fijo transportable indicados en el Cuadro 1;

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Comisión de Estudio 8 de Radiocomunicaciones (Grupo de Trabajo 8A) y de la Comisión de Estudio 2 de Desarrollo de las Telecomunicaciones.

CUADRO 1

Tipos de equipo inalámbrico fijo transportable para operaciones de socorro

Tipo	Característica	Aplicación
A	Un enlace de comunicación sencillo que pueda establecerse rápidamente para facilitar comunicaciones telefónicas con un centro de socorro gubernamental o internacional	(1) (2)
B	Una o más redes locales que conecten un centro de comunicaciones y hasta unas 10 ó 20 estaciones de usuario final con enlaces telefónicos	(1)
C	Un enlace telefónico para unos 6 a 24 canales o un enlace de datos hasta la velocidad primaria con trayecto de visibilidad directa o casi directa	(1) (2)
D	Un enlace en un trayecto obstruido o transhorizonte	(2)
E	Un enlace telefónico de alta capacidad (más de 24 canales) o un enlace inalámbrico fijo digital (por encima de la velocidad primaria)	(2)

Aplicación (1): para zonas devastadas.

Aplicación (2): para interrupciones de los enlaces de transmisión.

2 que las bandas de frecuencias utilizadas para los equipos inalámbricos fijos transportables sean conformes con el Reglamento de Radiocomunicaciones para el servicio fijo, así como con las atribuciones de frecuencias nacionales y regionales (véase el Cuadro 2);

3 que las disposiciones de las radiofrecuencias para equipos inalámbricos fijos transportables en las bandas escogidas se hagan de conformidad con las Recomendaciones UIT-R (véase la Recomendación UIT-R F.746) y las normas nacionales;

4 que la interconexión con los sistemas inalámbricos fijos y por cable existentes, tanto analógicos como digitales, en las estaciones terminales y nodales se haga en la banda de base conforme a las Recomendaciones UIT-R F.380, UIT-R F.270 y UIT-R F.596 (véanse las Notas 1, 2 y 3);

5 que la interconexión con los sistemas de radiocomunicaciones analógicos y digitales existentes sin regeneración en las estaciones repetidoras se haga en la frecuencia intermedia de conformidad con la Recomendación UIT-R F.403;

6 que la interconexión con los sistemas de cable analógicos y digitales en las estaciones repetidoras se haga en la banda de base;

7 que la interconexión con los sistemas de fibra óptica en las estaciones repetidoras pueda hacerse en puntos que tengan un nivel importante de potencia óptica;

8 que, para las características del equipo, las administraciones y los planificadores de los sistemas puedan referirse a la información contenida en el § 1 del Anexo 1;

9 que los objetivos de calidad de funcionamiento de los enlaces que utilizan equipos inalámbricos fijos transportables y de los enlaces separados formados por equipos inalámbricos fijos transportables durante el restablecimiento sean suficientes para el servicio normal (véase el § 3 del Anexo 1);

10 que los equipos inalámbricos fijos transportables indicados en el Cuadro 1 se utilicen para el enlace de acceso a la estación de base en las comunicaciones móviles que funcionan en situaciones de emergencia y operaciones de socorro.

NOTA 1 – Para los Tipos A y B, que por lo general se terminan en un teléfono, surgirán pocos problemas de interfaz.

NOTA 2 – También podrá utilizarse equipo analógico para la transmisión de señales de pequeña capacidad digital, siempre que se disponga del equipo de interfaz apropiado.

NOTA 3 – El equipo digital puede incluir funciones de multiplexión/demultiplexión para que la operación sea más eficaz.

ANEXO 1

1 Características de los equipos

Para cada tipo de equipo del Cuadro 1, son adecuadas las capacidades de canal, las bandas de frecuencia y las distancias de trayecto especificadas en el Cuadro 2.

CUADRO 2

Características básicas

Tipo de equipo	Capacidad	Bandas de frecuencia adecuadas	Distancia del trayecto de transmisión
A	1-2 canales	Ondas decamétricas (2-10 MHz)	Hasta 250 km
B	Red local con 10-20 estaciones periféricas (varios canales)	Ondas métricas (50-88 MHz) (150-174 MHz) Ondas decimétricas (335-470 MHz)	Hasta unos pocos km
C	6-24 ó 30 canales hasta la velocidad primaria	Ondas decimétricas (335-470 MHz) (1,4-1,6 GHz) Ondas centimétricas (7-8 GHz) (10,5-10,68 GHz)	Hasta 100 km
D	12-120 canales	Ondas decimétricas (800-1 000 MHz) (1,7-2,7 GHz) Ondas centimétricas (4,2-5 GHz)	Trayectos obstruidos o con visibilidad directa
E	960-2 700 canales MDF STM-0 (52 Mbit/s) o STM-1 (155 Mbit/s)	Ondas centimétricas (4,4-5 GHz) ⁽¹⁾ (7,1-8,5 GHz) ⁽¹⁾ (10,5-10,68 GHz) (11,7-13,2 GHz) ⁽¹⁾ (23 GHz)	Hasta varias decenas de km

MDF: multiplexión por desplazamiento de frecuencia.

STM: modo de transferencia síncrono.

⁽¹⁾ Estas bandas están compartidas con los servicios por satélite.

Para los enlaces con una estación terrena que haga parte de un servicio por satélite, deben tenerse en cuenta las restricciones adicionales siguientes:

- deben evitarse las bandas de frecuencia espacio-Tierra,
- pueden surgir problemas si se utilizan las bandas de frecuencia Tierra-espacio,
- deben evitarse los sistemas transhorizonte (Tipo D).

Sería preferible evitar las bandas que puedan estar en uso o previstas para comunicaciones interurbanas; sin embargo, estas bandas pueden utilizarse para el Tipo E, siempre que la administración examine atentamente los problemas de interferencia.

2 Principios técnicos

2.1 Enlaces de poca capacidad (equipo de Tipo A)

Los equipos transportables de ondas decamétricas para uno o dos canales, deben utilizar solamente semiconductores y proyectarse para desconectar los transmisores cuando no se empleen, con el fin de conservar la potencia de la batería y disminuir las posibilidades de interferencia.

Por ejemplo, un equipo terminal de semiconductores y banda lateral única de 100 W en una banda comprendida entre 2 y 8 MHz, y explotado con una antena de látigo, puede tener un alcance de hasta 250 km. La explotación símplex (empleando la misma frecuencia en el transmisor y receptor), con un sintetizador de frecuencias para garantizar una amplia y rápida elección de frecuencia cuando se produce interferencia y facilitar el establecimiento en caso de emergencia, puede proporcionar una explotación de 24 h con una batería relativamente pequeña (suponiendo que el transmisor no se utilice excesivamente). La batería puede cargarse mediante un generador montado en un vehículo, y todas las unidades pueden transportarse a mano en terreno accidentado.

2.2 Redes locales de radiocomunicaciones (equipo de Tipo B)

Las redes de radiocomunicaciones de Tipo B se prevén como centros locales para las radiocomunicaciones monocanal, con 10 a 20 estaciones exteriores, explotadas en ondas métricas o decimétricas, hasta unos 470 MHz. Pueden utilizarse equipos de un solo canal y de canales múltiples como los empleados en el servicio móvil terrestre.

2.3 Enlaces de hasta 30 circuitos (equipo de Tipo C)

Se prefiere el equipo transistorizado con alimentación por corriente continua, que puede asociarse a una antena Yagi de poco peso y ganancia elevada (o similar), con un alcance de visibilidad directa de hasta 100 km, pero capaz de aceptar alguna obstrucción debida a los árboles, en trayectos más cortos. Ha de optarse por postes de fácil implementación, sostenidos por vientos y que puedan orientarse desde el suelo. Si se utilizan antenas separadas para la transmisión y la recepción con polarización cruzada, conviene conectar los transmisores a las antenas, que tienen una

polarización de 45° (desde la parte superior derecha a la parte inferior izquierda, visto a lo largo del trayecto desde atrás de la antena); si las antenas del transmisor y del receptor están montadas en el mismo subconjunto, con conectores machos y hembras, no puede haber confusión en cuanto al plano de polarización que ha de elegirse, puesto que la señal recibida estará siempre en polarización cruzada con la transmitida.

Ha de optarse por una sola frecuencia o frecuencias que pueden elegirse previamente, para eliminar la mayor cantidad posible de variantes durante el establecimiento inicial del equipo. Se preferirá un cable relleno de espuma o un cable flexible relleno de un dieléctrico sólido, por ser menos propenso a los daños mecánicos y a los efectos de la humedad.

2.4 Enlaces transhorizonte (equipo de Tipo D)

En este caso, se dispone de equipo adecuado para el transporte por carretera, ferrocarril o helicópteros; tal equipo puede instalarse y ponerse en servicio, fácil y rápidamente, junto con el suministro de energía. Su capacidad es de 12 a 120 canales telefónicos, aproximadamente, según las necesidades, la topografía y otros factores. El empleo de receptores con bajo nivel de ruido y demoduladores especiales, así como recepción por diversidad, permite que el tamaño de las antenas, la potencia del transmisor y el volumen del equipo de suministro de energía sean más pequeños que los utilizados normalmente en instalaciones transhorizonte clásicas.

2.5 Enlaces de gran capacidad (equipo de Tipo E)

Para capacidades de 300 canales telefónicos y superiores, se recomienda que el equipo de radiofrecuencia se integre directamente en las antenas. En cuanto al equipo transportable, debe darse preferencia al disponible con reflectores de un diámetro inferior a unos 2 m. Como la interconexión a frecuencias intermedias en los repetidores es una característica conveniente, se debe poder hacer una interconexión a frecuencias intermedias entre las unidades de entrada de radiofrecuencia.

Sin embargo, como el equipo que ha de reemplazarse en un caso de emergencia o con carácter temporal, se encontrará muy probablemente a nivel del suelo, el cable de control debe pasar la frecuencia intermedia a la unidad de control a ese nivel. Probablemente las antenas de los equipos utilizados en operaciones de socorro sean más pequeñas que las de los enlaces fijos por microondas, por lo cual es importante que la potencia de salida de los transmisores sea lo más elevada posible y que el factor de ruido de los receptores se reduzca al máximo. Se prefiere el equipo de batería, siendo adecuadas las tensiones de 12 V y/o 24 V, en caso de que las baterías hayan de cargarse de nuevo mediante dínamos o alternadores de un vehículo disponible.

Cabe también la posibilidad de introducir el equipo en varios contenedores. Ello facilitaría el transporte del equipo y cada contenedor podría proporcionar medios para la instalación rápida de varios transmisores y receptores. El número máximo de transceptores alojados en un contenedor dependerá de las dimensiones y del peso máximo que se adopte, en previsión del transporte por helicóptero, avión, o cualquier otro medio. Además, es preferible tener en cuenta equipo que funcione con

fuentes de energía disponibles comúnmente en el mercado. Los sistemas inalámbricos fijos requieren generalmente funcionamiento con visibilidad directa. Para los sistemas inalámbricos fijos digitales, la interfaz debe basarse en la velocidad primaria (2 Mbit/s (E1) o 1,5 Mbit/s (T1)).

3 Calidad de la transmisión

El nivel de ruido de los equipos de Tipo A depende esencialmente de las antenas y de la longitud del trayecto en cada caso concreto.

Es más probable que los equipos de los Tipos B y C, utilizados en operaciones de socorro, proporcionen una calidad de transmisión análoga a la que presentan en condiciones normales.

Los equipos de Tipo D, como los del Tipo A, son sumamente dependientes de la ubicación de los terminales y del tamaño de las antenas.

Dado que los equipos transportables de microondas de Tipo E requieren antenas más pequeñas así como potencias de transmisión inferiores, que los enlaces fijos, es probable que su calidad de transmisión sea inferior a la que se exige normalmente para las comunicaciones interurbanas. No obstante, la calidad de funcionamiento debe ser tal que la red pueda seguir desempeñando todas las funciones normales. A continuación se dan valores orientativos para la calidad de funcionamiento en estas condiciones de emergencia:

- < 1 000 pW hasta 50 km para 960 canales (4-12 GHz);
- < 5 000 pW hasta 50 km para más de 1 800 canales (4-6 GHz);
- < 5 000 pW hasta 25 km para 2 700 canales (11 GHz);
- BER < 1×10^{-8} para sistemas digitales.

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1467*

**PREDICCIÓN DEL ALCANCE A2 Y NAVTEX Y DE LA PROTECCIÓN
DEL CANAL DE ESCUCHA DE SOCORRO A2 DEL SISTEMA
MUNDIAL DE SOCORRO Y SEGURIDAD MARÍTIMOS**

(Cuestión UIT-R 92/8)

(2000)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS), 1974 enmendado, prescribe que todos los barcos sujetos a dicho Convenio deberán estar equipados para el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítimos (SMSSM) el 1 de febrero de 1999;
- b) que algunas administraciones deben aún establecer los servicios A2 del SMSSM;
- c) que la Cuestión UIT-R 92/8 identifica la necesidad de promulgar criterios de calidad de funcionamiento mínimos para la protección del servicio, así como directrices para acelerar la potenciación de las instalaciones costeras al funcionamiento del SMSSM en la zona marítima A2,

recomienda

- 1** que las administraciones que actualmente están mejorando o planificando la mejora de sus instalaciones costeras para el funcionamiento del SMSSM en la zona marítima A2 utilicen la información incluida en el Anexo 1.

NOTA 1 – Se invita a las administraciones a que desarrollen el soporte lógico adecuado para realizar los cálculos que se describen en el Anexo 1.

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de la Organización Marítima Internacional (OMI).

ANEXO 1

Predicción del alcance de las transmisiones A2 y NAVTEX

1 Generalidades

Para establecer una nueva zona marítima A2 es necesario tener en cuenta las variaciones que se producen en las condiciones de propagación. La cobertura A2 se realiza mediante onda de superficie, de elevada estabilidad, que permite confirmar mediante las medidas adecuadas cuales con las dimensiones de la zona de servicio antes de comprometer inversiones de capital, tal como recomienda la OMI.

Los criterios de diseño que deben utilizarse para establecer las zonas marítimas A2 y NAVTEX se definen en el Anexo 3 a la Resolución A.801(19) de la OMI.

2 Predicción de alcances de transmisiones A2 y NAVTEX

2.1 Criterios de calidad de funcionamiento definidos por la OMI

Los criterios que han sido desarrollados por la OMI para determinar los alcances de las transmisiones A2 y NAVTEX se reproducen en el Cuadro 1 y deben utilizarse para determinar los alcances de los servicios A2 y NAVTEX.

CUADRO 1

Criterios de calidad de funcionamiento para transmisiones A2 y NAVTEX

Canal de socorro	Radiotelefonía	LLSD	ARQ IDBE	NAVTEX
Frecuencia (kHz)	2 182	2 187,5	2 174,50	490 y 518
Anchura de banda (Hz)	3 000	300	300	500
Propagación	Onda de superficie	Onda de superficie	Onda de superficie	Onda de superficie
Potencia del transmisor del buque (W)	60	60	60	
Rendimiento de la antena del buque (%)	25	25	25	25
Relación señal/ruido, S/N, (RF) en toda la anchura de banda (dB)	9	12	18 mín ⁽¹⁾	8
Potencia media del transmisor por debajo de la potencia máxima (dB)	8	0	0	0
Margen de protección contra desvanecimientos (dB)	3	No definido		3
Referencia de la OMI para los parámetros anteriores	Res. A.801(19)	Res. A.804(19)	Rec. UIT-R F.339	Res. A.801(19)
Disponibilidad requerida (%)	95	No definido	No definido	90

LLSD: Llamada selectiva digital.

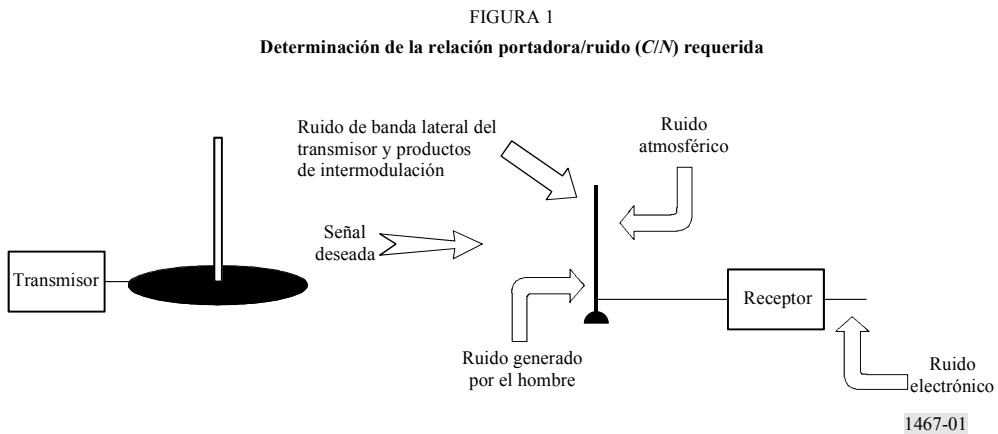
IDBE: Impresión directa de banda estrecha.

⁽¹⁾ Se establece un nivel de 43 dB(Hz) en condiciones estables y de 52 dB(Hz) en condiciones de protección contra el desvanecimiento con un rendimiento de tráfico del 90%.

2.2 Consecución de la calidad de señal requerida

2.2.1 Efecto del ruido recibido

En lugares muy tranquilos, por debajo de 4 MHz predomina el ruido generado por el hombre, mientras que a frecuencias superiores predomina el ruido galáctico. Ello se combina en la antena receptora con niveles estacionales de ruido atmosférico y con ruido de banda lateral originado por el transmisor, tal como se muestra en la Fig. 1. Debe utilizarse la Recomendación UIT-R P.372 para tener en cuenta cuales son los niveles de ruido atmosférico y el ruido normalmente generado por el hombre.



Debe utilizarse lo especificado en el § 3.5 a fin de garantizar que los niveles de ruido de banda lateral del transmisor y de los productos de intermodulación que alcanzan la antena receptora mediante las ondas de superficie no superen los límites tolerables de protección de la frecuencia de escucha de LLSA A2.

2.2.2 C/N requerida en radiotelefonía de banda lateral única (BLU)

Para mantener la inteligibilidad de una señal de radiotelefonía en BLU es necesario proporcionar al operador una relación señal/ruido más distorsión (SINAD) en AF, que define la relación C/N en RF necesaria en la antena receptora.

El alcance de recepción de un sistema A2 debe calcularse asumiendo una densidad de la relación C/N en RF de 52 dB(Hz) en la antena receptora en tierra. Ello garantiza que un transmisor de barco que funcione con una relación entre el valor de cresta y el valor medio de 8 dB proporcione al operador en tierra una relación S/N de 9 dB en una anchura de banda de 3000 Hz, tal como estipula la OMI.

La antena de recepción y el multiacoplador deben diseñarse para ofrecer una buena linealidad y minimizar el riesgo de que se generen productos de intermodulación en las frecuencias de escucha. Mediante un buen diseño electrónico, puede ignorarse el ruido generado en el sistema de recepción por debajo de 3 MHz.

2.2.3 C/N requerida para la difusión NAVTEX

El alcance en transmisión de la difusión NAVTEX debe calcularse suponiendo una densidad de la relación C/N en RF de 35 dB(Hz) en la antena del buque. Ello garantiza que, tal como estipula la OMI, el receptor NAVTEX disponga de una relación S/N en RF de 8 dB en una anchura de banda de 500 Hz.

2.3 Efecto del ruido en cubierta de los buques

El ruido en cubierta hace referencia al ruido ambiente generado por la maquinaria del buque y por otras fuentes, siendo necesario incluir esta cifra como dato de entrada para la evaluación mediante el programa NOISEDAT y otros programas. En el Cuadro 2 figuran algunas cifras publicadas que, como referencia, incluyen los niveles de ruido galáctico y de ruido cuasimínimo que en general se considera que representa la cifra mínima de ruido alcanzable.

CUADRO 2

Categorías de entorno naval para el ruido de cubierta

Categoría ambiental	dB por debajo de 1 W con referencia a 3 MHz
Plataforma móvil de Cat 1 del Ministerio de Defensa	-137,0
Barco IPS (ASAPS y GWPS)	-142,0
Barco AGARD	-148,0
Ruido cuasimínimo	-156,7
Ruido galáctico (Rec. UIT-R P.372)	-163,6

ASAPS: Sistema de predicción autónomo avanzado (*advanced stand alone prediction system*).

GWPS: Sistema de predicción de onda de superficie (*groundwave prediction system*).

El Ministerio de Defensa y el Advisory Group for Aeronautical Research and Development (AGARD) de Australia han publicado algunas cifras pertinentes. La cifra del AGARD representa un buque de la marina en condiciones de crucero normales, mientras que la cifra del Ministerio de Defensa representa el nivel máximo en una situación de batalla y con toda la maquinaria en funcionamiento.

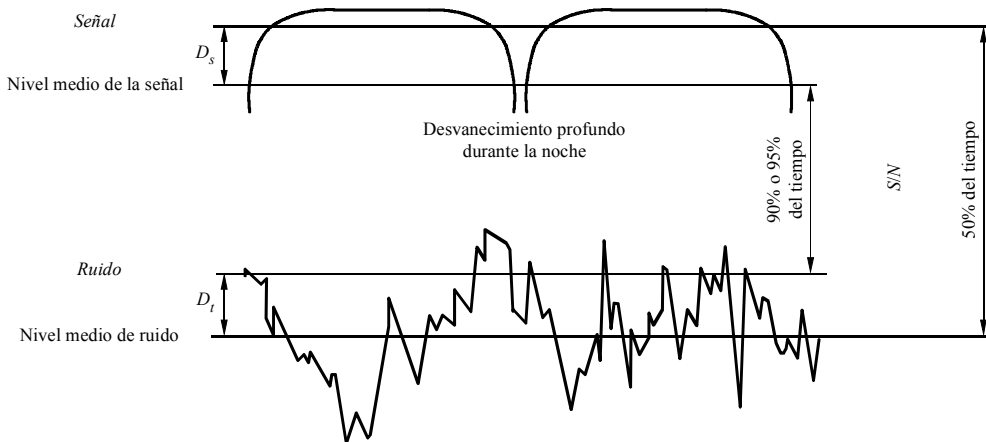
Los niveles de ruido que cabe encontrar en buques comerciales pueden estar comprendidos entre dichas cifras. Los servicios radioeléctricos y espaciales IPS (*IPS Radio and Space Services*) del Ministerio de Industria de Australia ha adoptado una cifra intermedia en su GWPS, que en general tiene una buena aceptación como representativo del nivel de ruido que puede encontrarse en buques de contenedores, cruceros turísticos y barcos de mercancías en general. Esta cifra, -142 dBW, debe utilizarse en la predicción de la zona de cobertura de los transmisores en tierra del SMSSM.

2.4 Determinación del factor de ruido externo, F_a , para la disponibilidad requerida

Una zona marítima A2 del SMSSM se define como aquella zona en la que las estaciones de barco pueden alertar a las estaciones costeras utilizando la LLSD en ondas hectométricas y se pueden comunicar con las estaciones costeras utilizando radiotelefonía en ondas hectométricas (clase de emisión J3E). El alcance de las comunicaciones para señales de voz es inferior al alcance para LLSD y, por tanto, los criterios de la OMI para determinar las zonas A2 deben basarse en la comunicación de las señales de voz.

El alcance de un transmisor o un receptor depende de la potencia radiada, las pérdidas de propagación y la capacidad del receptor para discriminar entre la señal deseada y el ruido no deseado o la interferencia. El nivel de cada componente en la señal recibida se modificará según cambien con el tiempo las condiciones de propagación y, por lo tanto, llegan a la antena receptora en proporciones variables. El diseño último del sistema debe garantizar que el nivel de la señal superará el nivel de ruido en una cantidad adecuada durante un porcentaje de tiempo adecuado. Dicho porcentaje se denomina disponibilidad y se determina cuantificando el comportamiento de la señal y del ruido en función del tiempo, tal como se muestra en la Fig. 2.

FIGURA 2



D_s : límite inferior de variación del nivel de señal
 D_r : límite superior de variación del nivel de ruido

1467-02

Para calcular un valor superior del factor de ruido externo, F_a , que se corresponde con la disponibilidad requerida debe utilizarse la fórmula (1):

$$F_a = F_{am} + \sqrt{D_t^2 + D_s^2} \quad \text{dB por encima de } k T_0 B \quad (1)$$

donde:

- F_{am} : valor medio del factor de ruido externo
- D_s : variación del nivel de señal esperado durante el porcentaje de tiempo requerido, al cual se aplica la cifra de 3 dB que especifica la OMI como margen contra el desvanecimiento
- D_t : variación del nivel de ruido esperado durante el porcentaje de tiempo requerido.

La difusión NAVTEX requiere una disponibilidad del 90%, por lo que el valor decil D_u sustituye a D_t en la fórmula (1).

La cobertura de la zona A2 requiere el 95% de disponibilidad. Para conseguirlo, se sustituye por $D_t = D_u + 3$ dB en la fórmula (1).

En primer lugar, deben determinarse F_{am} y D_u ejecutando el programa Noise1, que se incluye en el paquete NOISEDAT de la UIT. El programa necesita los datos relativos a la estación del año, la ubicación, la frecuencia, el nivel o la categoría del ruido generado por el hombre y los tipos de datos de salida que se requieren (seleccionar F_a), el tiempo medio local y los parámetros estadísticos requeridos (seleccionar la media general). Para la predicción del factor de ruido externo en estaciones de barco, se recomienda utilizar como referencia la cifra -142 dBW para tener en cuenta el ruido en cubierta en caso de que no se disponga de un dato mejor.

Los datos se presentan en bloques estacionales tal como se muestra en el Cuadro 3; en el Cuadro 4 se explican los campos de los datos.

CUADRO 3

Muestras de salida del programa NOISEDAT

LAT = -51.45,		LONG = -57.56,			DUMMY SITE				
WINTER		FMHZ = 2.182,			QUIET RURAL NOISE				
OVERALL NOISE									
TIME BLOCK	ATMO	GAL	MANMADE	OVERALL	DL	DU	SL	SM	SU
0000-0400	59.3	44.2	43.9	59.6	7.2	9.2	2.3	3.5	2.6
0400-0800	54.0	44.2	43.9	54.5	4.1	1.9	3.2	3.4	2.7
0800-1200	28.2	44.2	43.9	45.9	4.3	9.0	2.2	3.4	1.3
1200-1600	31.0	44.2	43.9	46.0	4.2	8.9	2.2	3.3	1.3
1600-2000	53.5	44.2	43.9	53.9	10.4	12.2	3.6	3.9	2.9
2000-2400	54.3	44.2	43.9	55.2	7.2	9.2	2.3	3.7	2.6

CUADRO 4

Campos que se presentan a la salida del programa NOISEDAT

Campo	Símbolo	Descripción
TIME BLOCK		Intervalo de tiempo durante el que se realizaron las medidas
ATMO		Nivel del componente atmosférico
GAL		Nivel del componente galáctico
MANMADE		Nivel del componente causado por el hombre
OVERALL	F_{am}	Nivel medio de F_a
DL	D_l	Decil inferior de desviación respecto al valor medio
DU	D_u	Decil superior de desviación respecto al valor medio
SL	σD_l	Desviación típica de D_l
SM	σF_{am}	Desviación típica de F_{am}
SU	σD_u	Desviación típica de D_u

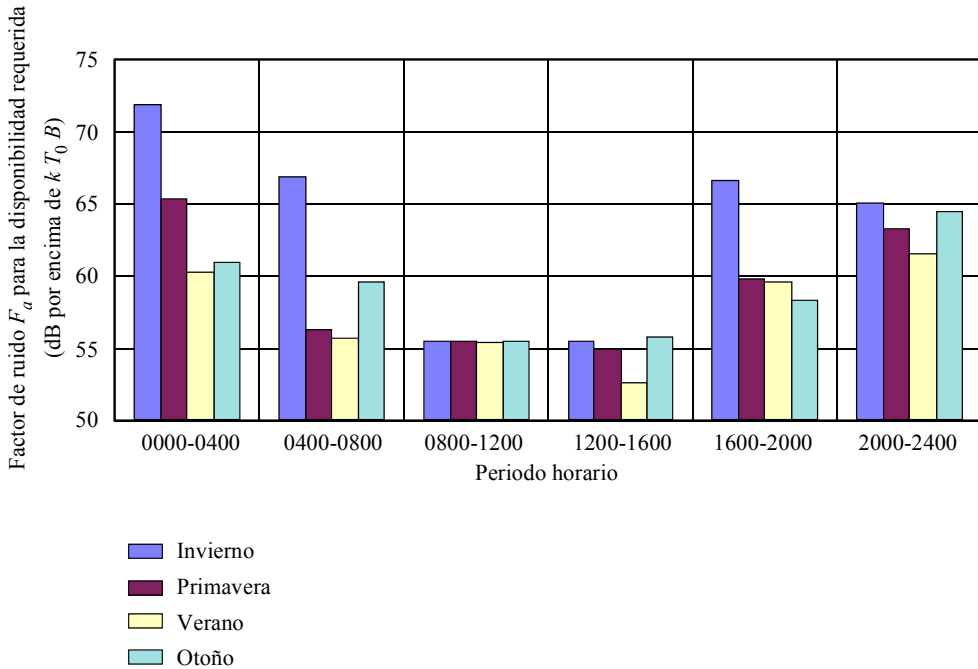
Los valores medio y superior de F_a deben organizarse tal como se muestra en el Cuadro 5, dibujándose la dispersión estacional del valor de F_a para la disponibilidad requerida en forma de diagrama de barras, tal como se muestra en la Fig. 3. Esta presentación permite revisar el proceso en caso de anomalías.

CUADRO 5

Factor de ruido externo, F_a

Intervalo de tiempo	Valor medio de F_{am}				F_a para la disponibilidad requerida $F_{am} + \sqrt{D_l^2 + D_s^2}$			
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
0000-0400	59,6	55,9	52	52,2	71,7	65,2	60,2	60,9
0400-0800	54,5	43,7	45,9	46	66,8	56,2	55,6	59,5
0800-1200	45,9	45,9	45,8	45,9	55,4	55,4	55,3	55,4
1200-1600	46	41,9	37,7	45,8	55,4	54,8	52,5	55,7
1600-2000	53,9	43,2	43,6	43,9	66,5	59,7	59,5	58,2
2000-2400	55,2	55	54,4	55,8	64,9	63,2	61,4	64,3

FIGURA 3
 Dispersión estacional del factor de ruido externo, F_a ,
 calculado para la disponibilidad requerida



1467-03

En el ejemplo que se muestra, debe tomarse la cifra de 72 dB para el cálculo del alcance A2.

2.5 Análisis de la propagación por onda de superficie

2.5.1 Introducción

Las ondas con polarización horizontal no pueden propagarse a lo largo de la superficie del suelo normal ya que el vector eléctrico es tangente a la superficie, produciéndose una corriente que provoca la absorción de la onda e importantes pérdidas de transmisión. Por este motivo, las ondas de superficie deben estar polarizadas verticalmente y sólo pueden ser generadas por una antena vertical o, por una antena que, hasta un cierto límite, no sea perfectamente horizontal, bien porque un extremo sea más alto que el otro o porque los elementos caen de forma progresiva.

El factor principal que permite la propagación por onda de superficie es la fuerza cimomotriz (f.c.m.) que ejerce la antena transmisora. En el espacio libre, la densidad de flujo de potencia (W/m^2) disminuye con el cuadrado de la distancia, por lo que la intensidad de campo disminuye con la distancia y su valor es igual al producto de

f.c.m. por la distancia. f.c.m. es sinónimo de potencia radiada referida a una antena vertical corta (p.r.a.v.), que es la potencia (kW) que tendría que alimentar a un monopolo corto con pérdidas para conseguir el mismo valor de f.c.m., teniendo ambos el mismo valor (dB). Un monopolo corto sin pérdidas sobre un suelo perfecto alimentado con una potencia de 1 kW tiene una f.c.m. de 300 V, que es la referencia utilizada en las curvas de propagación de onda de superficie de la Recomendación UIT-R P.368.

Cálculos subsiguientes de la potencia necesaria del transmisor deben tener en cuenta las pérdidas siguientes asociadas con la antena:

- la potencia de salida del transmisor puede verse reducida si la antena tiene una mala adaptación;
- la potencia absorbida por el suelo y el alimentador;
- si bien un monopolo ideal tiene su radiación máxima a lo largo de la superficie, la radiación de una antena real presentará un valor máximo a unos pocos grados por encima del suelo, bajando a un valor inferior a lo largo del suelo.

2.5.2 Verificación de las pruebas de calidad de funcionamiento

La Resolución A.801(19) de la OMI estipula que el alcance de la zona marítima A2 debe verificarse mediante medidas de intensidad de campo. La f.c.m. de cualquier transmisor y antena costera debe determinarse haciendo funcionar el transmisor de forma continua a la potencia de cresta y midiendo la intensidad de campo resultante mediante un medidor de interés de campo portable. Ello debe realizarse en un arco alrededor de la estación de aproximadamente 1 km de radio en la dirección de propagación precisa. La ubicación exacta de la antena y de cada punto de medida se debe fijar utilizando un navegador GPS. La f.c.m. correspondiente a cada medida es el producto de la intensidad de campo (mV/m) y la distancia (km) para cada punto de medida. También debe registrarse la corriente en el punto de alimentación de la antena antes y después de cada medida.

Las administraciones deben utilizar los procedimientos de esta Recomendación para determinar la f.c.m. necesaria para establecer la cobertura, cuestión ésta que debe demostrar el suministrador del equipo eliminando efectivamente cualquier incertidumbre relativa a la calidad de funcionamiento debido a las condiciones locales de superficie y a los sistemas de puesta a tierra de la antena y de la estación.

2.5.3 Determinación de la extensión de la zona de servicio A2

La extensión de la zona de servicio A2 viene determinada por el alcance sobre el que es efectiva una comunicación de BLU a 2182 kHz entre barco y tierra. Se considera que el barco está equipado con un transmisor de 60 W que alimenta una antena monopolo corta con un rendimiento del 25%, tal como se muestra en el Cuadro 1. El alcance viene dado por la distancia máxima a la cual puede encontrarse el barco de la estación costera para que a la salida de la antena de recepción de la estación

costera se obtenga una relación S/N de 9 dB en una anchura de banda de 3 kHz. La estación costera de transmisión debe transmitir con potencia suficiente como para que se genere la misma relación S/N a la salida de la antena de recepción del barco.

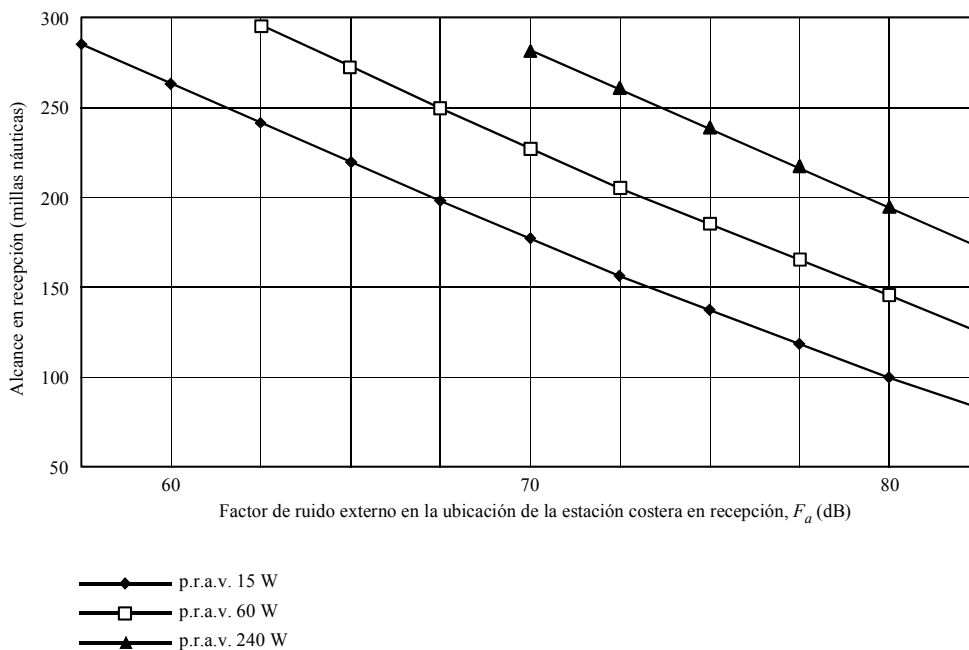
El alcance en ambos sentidos depende de la sensibilidad de la antena receptora, lo cual a su vez depende de los niveles existentes de ruido natural y ruido causado por el hombre y de la capacidad de la antena para discriminar entre la señal deseada y el ruido radiado no deseado. Aunque pueden conseguirse algunas mejoras utilizando una antena receptora direccional, ello es a menudo antieconómico y poco práctico y queda fuera del ámbito de esta Recomendación. Se supone que en recepción se utiliza una antena de látigo corta que se ha instalado sobre un suelo libre de obstáculos en una alfombra de tierra, y que tiene un mantenimiento periódico para evitar los efectos de la corrosión. El factor de ruido del sistema de recepción conectado a la antena puede ignorarse a la frecuencia de 2 182 kHz.

2.5.3.1 Determinación del alcance en recepción de la estación costera

El alcance mínimo establecido por la OMI debe determinarse para todos los valores estacionales de F_a utilizando la curva de 15 W de la Fig. 4. Se han incluido curvas adicionales para mostrar las ventajas que presentan los buques que disponen de potencias de transmisión superiores.

FIGURA 4

Alcance de la recepción de socorro en función de F_a para varias potencias transmitidas desde buques



1467-04

2.5.3.2 Determinación de la potencia de transmisión requerida en las estaciones costeras

La radiotelefonía de BLU bidireccional precisa que existan condiciones de adaptación adecuada en cada uno de los sentidos de transmisión. Debido a que la pérdida de transmisión es la misma en ambos sentidos, la potencia necesaria para devolver una llamada depende principalmente de la diferencia entre los niveles de ruido en cada extremo así como de la diferencia en el rendimiento de las antenas de transmisión. No obstante, los factores siguientes tienen un efecto directo sobre la potencia que debe transmitir la estación costera:

- las crestas y depresiones del diagrama de radiación de la antena de recepción del buque debidos a su interacción con la estructura del mismo;
- las pérdidas debidas a las condiciones en las que se encuentra la antena de recepción en el buque.

Las pruebas realizadas sobre buques a escala indican que la variabilidad de la ganancia de las antenas de recepción es típicamente de ± 5 dB. Además, debe existir un cierto margen para tener en cuenta aquellos barcos en los que las antenas tienen un mantenimiento pobre. Para tener en cuenta estos factores, se ha incluido en los cálculos del balance de potencia del enlace barco-tierra una cifra de 10 dB.

Para determinar la potencia radiada necesaria desde el transmisor costero, deben en primer lugar determinarse los factores de ruido externo de la estación receptora en tierra, F_{ac} , y del barco, F_{as} , tal como se describe en el § 2.4. La p.r.a.v. necesaria para devolver una llamada del SMSSM con la misma relación S/N a un buque situado el límite de la zona de servicio, debe calcularse utilizando la fórmula (2):

$$P_{p.r.a.v.} = (F_{as} - F_{ac}) - 16 + R_{pm} \quad \text{dB(kW)} \quad (2)$$

donde:

R_{pm} : relación entre el valor de cresta y el valor medio del transmisor utilizado en la estación costera (dB).

La potencia necesaria del transmisor, P_{Tx} , debe calcularse a partir de la fórmula (3), en la cual L_a engloba todas las pérdidas asociadas a la antena descritas en el § 2.5.1:

$$P_{Tx} = P_{p.r.a.v.} + L_a \quad (3)$$

Utilizando cifras habituales $(F_{as} - F_{ac}) = 10$ dB, $R_{pm} = 3$ dB y $L_a = 3$ dB, se obtiene un valor típico de 1000 W para la potencia de transmisión mínima requerida en la estación costera.

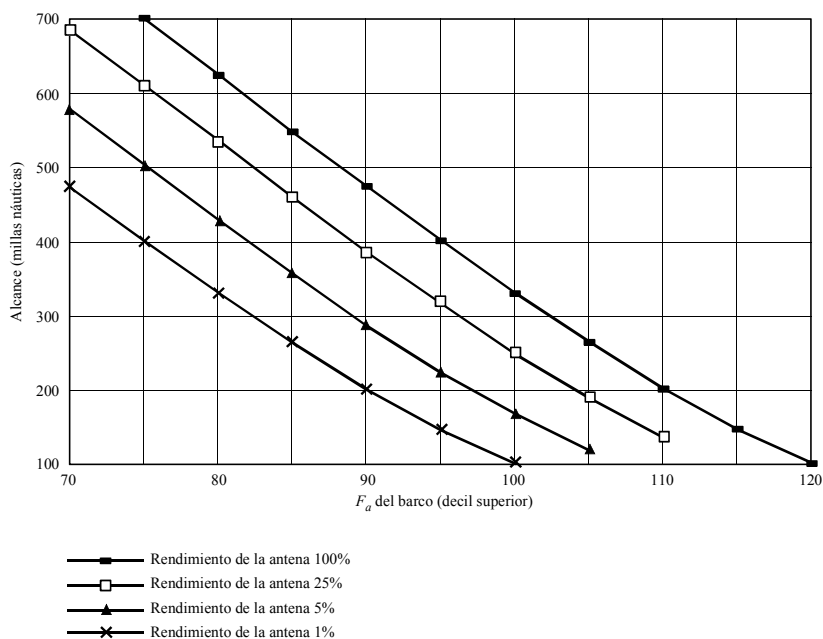
Si fuera necesario conocer el rendimiento de la antena Eff_{ant} , éste se determina a partir de la fórmula (4):

$$Eff_{ant} = P_{p.r.a.v.} / P_{Tx} \quad (4)$$

2.5.4 Determinación del alcance conseguido mediante el sistema NAVTEX

El alcance que consigue un transmisor NAVTEX depende, tal como se muestra en la Fig. 5, del rendimiento de la antena de transmisión y del factor de ruido externo a bordo del buque. El rendimiento de la antena depende de la calidad del sistema de toma de tierra proporcionado, y una vez que se conoce la f.c.m. necesaria, ésta debe medirse tal como se ha descrito en el § 2.5.2, quedando así determinado el rendimiento.

FIGURA 5
Alcance NAVTEX para un transmisor de 1 kW, en función de la F_a del barco
(Para un transmisor de 5 kW, F_a se reduce en 7 dB)



1467-05

La Resolución A.801(19) de la OMI establece que la disponibilidad debe ser del 90%, debiendo calcularse el valor del decil superior para F_a utilizando los datos estadísticos obtenidos mediante el programa NOISEDAT.

3 Protección de la frecuencia de escucha de A2

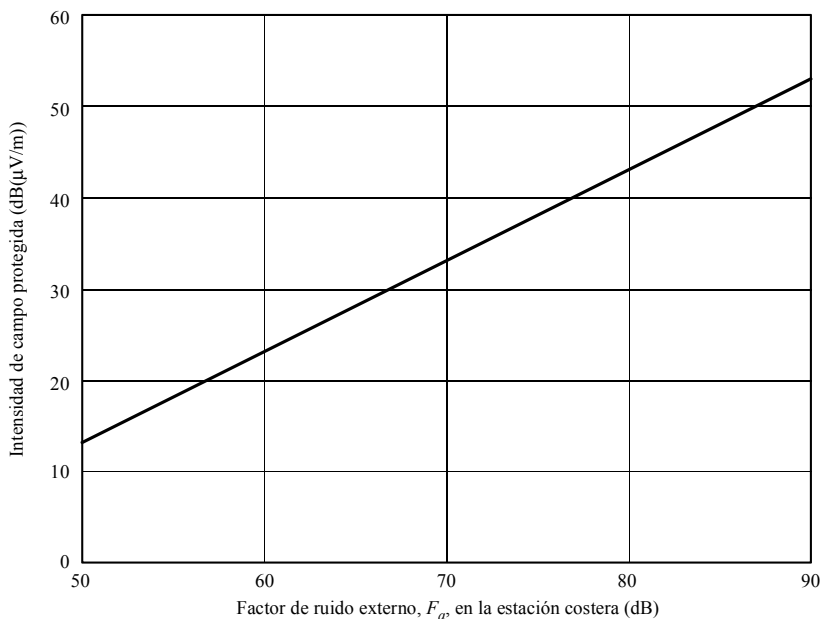
La OMI establece que los canales de socorro deben ser permanentemente escuchados las 24 h del día. El sistema debe estar diseñado de forma que la función de escucha no se desensibilice ni por efecto del ruido ni de la interferencia. Por lo tanto, es esencial que todos los canales de transmisión asignados para su uso en la estación costera transmisora se seleccionen de forma que ningún producto de intermodulación caiga sobre los canales de escucha.

En el caso de separaciones muy pequeñas entre canales, el proceso de escucha puede verse amenazado por la energía de la banda lateral superior de la transmisión en BLU adyacente que cae dentro de la banda de paso del receptor, de forma que la señal deseada puede verse enmascarada por el bloqueo o la mezcla recíproca. Cuando la separación entre canales es suficientemente grande como para que no exista el riesgo de que se produzca mezcla recíproca, puede existir un riesgo adicional, aunque de menor importancia, debido al ruido de banda lateral procedente del transmisor que cae en la banda de paso del receptor.

El nivel de señal de LLSD resultante que alcanza la estación costera depende del alcance A2 declarado de la misma, que a su vez depende de la sensibilidad, F_a .

El nivel que es necesario proteger es el nivel que alcanza la estación costera después de sufrir una pérdida por desvanecimiento de 3 dB, tal como se muestra en la Fig. 6.

FIGURA 6
Intensidad de campo de LLSD protegida en la ubicación del receptor



1467-06

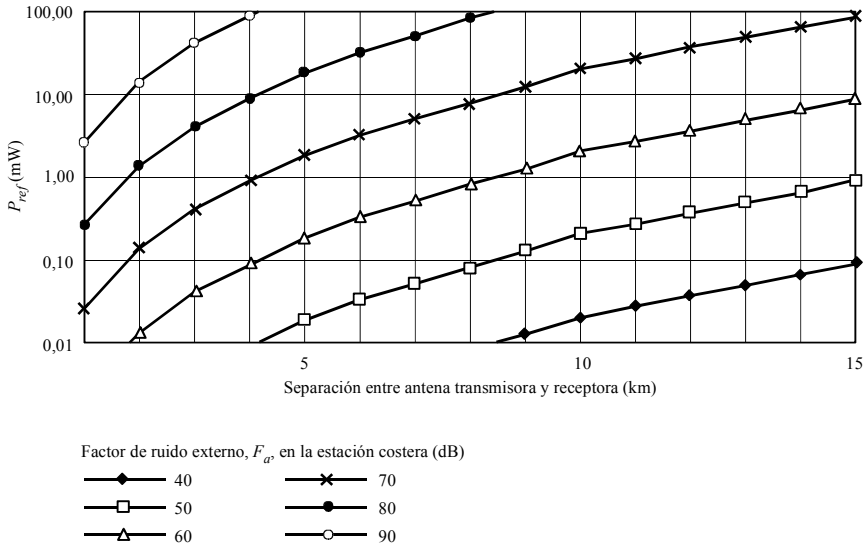
3.1 Efecto de la separación de la ubicación sobre la calidad de funcionamiento del sistema

3.2 Estimación del nivel del campo interferente

La cantidad tolerable de ruido de banda lateral que genera la antena transmisora y el nivel de aislamiento de canal adyacente requerido por el receptor de escucha, dependen de la separación entre la antena transmisora y receptora.

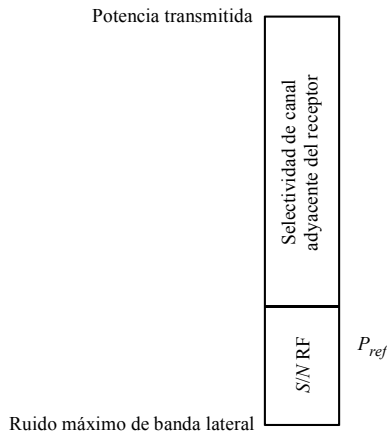
La Fig. 7 proporciona una potencia de referencia P_{ref} (mW) que corresponde a la potencia radiada que produciría una intensidad de campo en la antena receptora igual a la intensidad de campo de LLSD que debe protegerse, proporcionando la Fig. 8 una regla aproximada para relacionarlo con las características del transmisor y del receptor.

FIGURA 7
Potencia de transmisión A2 que produce una intensidad de campo igual a la intensidad de campo de LLSD protegida en la ubicación del receptor F_a



1467-07

FIGURA 8
Relación entre las características del transmisor y del receptor



1467-08

3.3 Selectividad de canal adyacente requerida

El nivel de aislamiento de canal adyacente requerido por el receptor de escucha depende de la separación entre las antenas transmisora y receptora. En la Fig. 7 se proporciona un potencia de referencia, P_{ref} , que se corresponde con la potencia radiada que produciría una intensidad de campo en la antena de recepción igual a la intensidad de campo de LLSA que debe protegerse. Si el receptor tiene un aislamiento con respecto al canal adyacente de I_{adj} (dB), la máxima potencia radiada por la estación está limitada a:

$$P_{rad} = P_{ref} + I_{adj} \quad (5)$$

Para proporcionar la escucha de LLSA pueden considerarse tres categorías de receptores: receptores para comunicaciones comerciales, receptores de escucha de LLSA para buques y receptores de escucha de LLSA con cristales y de altas prestaciones, de acuerdo a los parámetros del Cuadro 6:

CUADRO 6

Selectividad (dB)	Desplazamiento (Hz)
6	Entre 150 y 220
30	Menos de 270
60	Por debajo de 400
80	Menos de 550

3.4 Protección de la interferencia de canal adyacente

La potencia del transmisor máxima permitida debe determinarse utilizando la fórmula (6):

$$P_{Tx} = 30 + 10 \log(P_{ref}) + I_{adj} - 10 \log(Eff_{ant}) \quad (6)$$

donde:

- P_{Tx} : potencia del transmisor (dBW)
- I_{adj} : aislamiento del canal adyacente del receptor
- Eff_{ant} : rendimiento de la antena.

Por ejemplo, considérese una receptor de la categoría utilizada a bordo de buques con un aislamiento de canal adyacente típico de 60 dB, en un lugar con un valor de F_a de 65 dB ubicado a 2,5 km de la antena transmisora con un rendimiento del 75%. La Fig. 7 muestra una P_{ref} de 0,1 mW por lo que el nivel máximo de potencia radiada debe ser de 60 dB por encima de 0,1 mW, es decir, 100 W.

Teniendo en cuenta el rendimiento de la antena, la máxima potencia del transmisor debería ser de 133 W. Con el objetivo de aprovechar las ventajas de una transmisor de 500 W se necesitaría un filtro previo con una aislamiento adicional del canal adyacente de 4 dB.

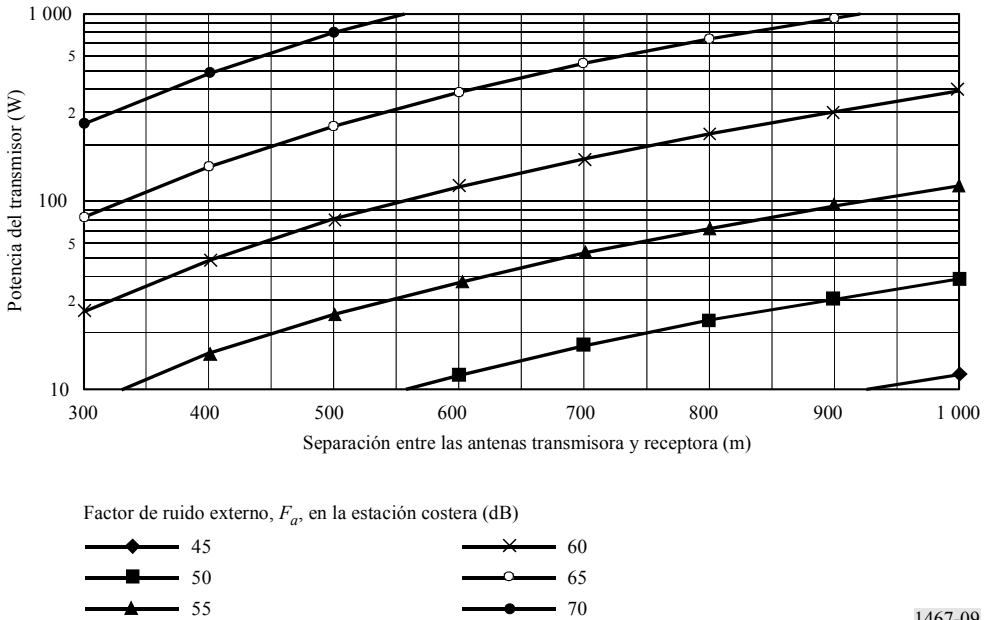
3.5 Protección del ruido de banda lateral del transmisor

El nivel máximo tolerable de ruido de banda lateral se determina mediante la relación C/N necesaria en la antena de recepción. En el ejemplo anterior, para una S/N de 10 dB, el nivel máximo tolerable de potencia de banda lateral sería de 10 mW, que es bastante bajo, y que puede justificar la utilización de un post-selector para reducir al ruido generado por la unidad moduladora del transmisor.

3.6 Funcionamiento en ubicaciones muy próximas

En la Fig. 9 se muestra el efecto de reducir la separación entre el transmisor y receptor por debajo de 1 km, hasta los 300 m, que es el valor mínimo que puede utilizarse en los cálculos realizados mediante GRWAVE. A título de ejemplo, si una estación próxima a la línea costera tiene un factor máximo de ruido externo medio anual F_a de 65 dB, entonces, a partir de la Fig. 4 se observa que el alcance que puede obtenerse es de unas 200 millas náuticas. Si el aislamiento de canal adyacente fuera de 80 dB, entonces para una p.r.a.v. de 200 W, la separación de antenas no debería ser inferior a 450 m.

FIGURA 9
Potencia del transmisor en función de la separación entre las antenas
para un aislamiento de canal adyacente de 80 dB



1467-09

En tales circunstancias es necesario un alimentador suficientemente largo como para conseguir la separación requerida. Conforme aumenta la frecuencia, se produce una notable reducción del ruido externo y un aumento de las pérdidas del alimentador. A 2 MHz el factor de ruido externo es mucho mayor que el factor de ruido del sistema, siendo tolerable para un factor de ruido del sistema de 15 dB tener hasta 10 dB de pérdidas en el alimentador, en un sistema bien diseñado y bien mantenido. Una manera efectiva de evitar el coste que supone un cable coaxial muy largo y de bajas pérdidas es utilizar una antena independiente para A2.

4 Requisitos del soporte lógico

4.1 Cálculo del ruido

Para simplificar la determinación del alcance de las transmisiones A2 y NAVTEX se necesita idealmente una versión modificada de NOISEDAT que incluya el cálculo de F_{am} conforme a los procedimientos de esta Recomendación.

4.2 Intermodulación

Para proteger los canales de escucha de LLSD de los efectos perjudiciales causados por los productos de intermodulación, es idealmente necesario un nuevo programa que permita verificar las frecuencias asignadas a una estación transmisora costera a fin de asegurar que no se producen productos de intermodulación en las bandas de paso de los receptores de escucha de LLSD al menos hasta el noveno orden. Dicho soporte lógico debe tener en cuenta el espectro ocupado por las transmisiones en BLU utilizadas.

RECOMENDACIÓN UIT-R M.1637

Circulación mundial e interfronteriza de equipos de radiocomunicaciones en situaciones de emergencia y operaciones de socorro

(2003)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que las radiocomunicaciones para la protección pública son las que utilizan las entidades y organizaciones responsables del cumplimiento de la ley y del mantenimiento del orden, de la protección de la vida humana y de los bienes, y de las situaciones de emergencia;
- b) que las radiocomunicaciones para operaciones de socorro son las que utilizan las entidades y organizaciones que actúan ante problemas graves relacionados con el funcionamiento de la sociedad, que plantean una amenaza seria y generalizada para la vida humana, la salud, los bienes o el medio ambiente, ya sea causados por accidente, por la naturaleza o por la actividad humana, y que se producen de manera imprevista o como resultado de un proceso prolongado y complejo;
- c) que las operaciones de socorro en caso de catástrofe han evolucionado a lo largo de los años y que los sistemas de radiocomunicaciones han pasado a ser un medio eficaz y fiable fundamental de comunicación para poder realizar con éxito esas operaciones en caso de catástrofe;
- d) que muchas organizaciones internacionales de socorro utilizan las redes de telecomunicaciones para coordinar sus acciones y establecer comunicaciones entre las autoridades y las personas afectadas cuando brindan asistencia en casos de emergencia;
- e) que, para sus comunicaciones durante el desarrollo de las operaciones internacionales de socorro las entidades internacionales de asistencia humanitaria utilizan equipos de radiocomunicaciones no especializados de uso muy difundido y fácilmente disponibles que dependen de éstos, incluidos los equipos portátiles móviles por satélite y de radioaficionados;
- f) que las necesidades de funcionamiento de los usuarios de los equipos para operaciones de socorro pueden diferir de las de otros usuarios de servicios inalámbricos;
- g) que en general es necesario importar y hacer circular equipos cuando las infraestructuras de telecomunicaciones locales están dañadas, sobrecargadas o son inexistentes en la zona de la catástrofe;

h) que cuando se produce una situación de catástrofe o de emergencia, la rapidez de la respuesta es vital;

j) que los esfuerzos de los trabajadores de los servicios de socorro a menudo son entorpecidos por una serie de factores, entre los que pueden figurar medidas adoptadas por ciertas administraciones que:

- restringen o prohíben la importación y el uso de equipos de radio-comunicaciones;
- imponen procedimientos de importación y aduana largos y/o costosos;
- carecen de un procedimiento adecuado para autorizar el funcionamiento de equipos de radiocomunicaciones o para autorizar su uso en zonas fronterizas;
- obligan a utilizar ciertos tipos de radiofrecuencias fijas, lo que dificulta técnicamente su funcionamiento en situaciones cambiantes,

observando

a) que las autoridades, tanto nacionales como regionales, deben, en la medida de lo posible y de conformidad con sus legislaciones nacionales, cooperar a fin de reducir y eliminar todos los obstáculos que dificultan la circulación mundial e interfronteriza de equipos de radiocomunicaciones destinados a funcionar en situaciones de emergencia y operaciones de socorro, en particular:

- elaborar acuerdos y reglamentos para eximir a dichos equipos, cuando se producen situaciones de emergencia y se efectúan operaciones de socorro, de todas las restricciones de importación, exportación y tránsito,

reconociendo

a) que la Resolución 645 (CMR-2000) invita al UIT-R a que lleve a cabo estudios para la elaboración de una Resolución en la que se determinen las bases técnicas y operacionales para la circulación mundial e interfronteriza de equipo de radiocomunicaciones en situaciones de emergencia y operaciones de socorro;

b) que la Organización Mundial de Aduanas (OMA) ha elaborado dos acuerdos internacionales que se aplican a los equipos de radiocomunicaciones utilizados para operaciones de socorro en caso de catástrofe:

- el *Convenio de Estambul*, en virtud del cual los países deben suprimir los derechos de aduana aplicables a los efectos personales y a los equipos profesionales transportados por los visitantes;
- el *Convenio relativo al material profesional*, que hasta el momento ha sido adoptado por unos 40 países, en virtud del cual se exonera del pago de derechos de aduana a los equipos utilizados por profesionales (por ejemplo, periodistas, médicos, trabajadores de los servicios de socorro, hombres de negocio, etc.);

- c) que la Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (UN-OCHA), que tiene el mandato de coordinar la asistencia humanitaria internacional, las operaciones de socorro y la ayuda en caso de catástrofes, convoca al Grupo de Trabajo sobre Telecomunicaciones en situaciones de Emergencia (WGET, *Working Group on Emergency Telecommunications*), que es un foro interorganismos de entidades que se ocupan de la asistencia humanitaria;
- d) que el WGET efectúa el seguimiento de las posibles aplicaciones de la Resolución 645 (CMR-2000) a fin de tratar las cuestiones reglamentarias, en particular en lo que se refiere al uso a través de las fronteras de los equipos de telecomunicaciones en caso de emergencias graves;
- e) que en la Declaración de Estambul de la CMDT-02 se incluye, entre una serie de cuestiones urgentes, la importancia de las telecomunicaciones de emergencia;
- f) que la Conferencia Intergubernamental sobre Telecomunicaciones para casos de Emergencia (ICET-98) en la que participaron 76 países y diversas organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales, adoptó el Convenio de Tampere sobre el suministro de recursos de telecomunicaciones para la ayuda en caso de catástrofes y las operaciones de socorro en situaciones de emergencia. En 1998, 33 Estados firmaron este exhaustivo Convenio que contiene también un artículo relacionado con la eliminación de obstáculos reglamentarios. Para su entrada en vigor, antes de junio de 2003, se necesitan 30 ratificaciones o firmas definitivas;
- g) que la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (Estambul, 2000) ha reexaminado la Resolución 644 (Rev.CMR-2000) en la cual se:
- insta a las administraciones a que tomen todas las medidas prácticas necesarias a fin de facilitar la rápida instalación y la utilización eficaz de los medios de telecomunicación para mitigar los efectos de las catástrofes y para las operaciones de socorro en caso de catástrofe, reduciendo y, cuando sea posible, suprimiendo las barreras reglamentarias e intensificando la cooperación transfronteriza entre Estados;
 - invita al UIT-R a que continúe estudiando, con carácter de urgencia, los aspectos de las radiocomunicaciones relacionados con la ayuda en caso de catástrofes y las operaciones de socorro;
- h) que el Acuerdo sobre las Tecnologías de la Información (ATI) de la Organización Mundial del Comercio (OMC) tiene por objeto eliminar los derechos de importación sobre todos los equipos de las tecnologías de la información, incluidos los equipos y los terminales inalámbricos;
- j) que las disposiciones administrativas relativas a la circulación deben apuntar a la simplificación de los reglamentos existentes;
- k) que en algunos casos existen medidas entre administraciones que facilitan el uso transfronterizo de equipos de radiocomunicaciones,

recomienda

- 1** que cuando se discuta acerca de la circulación de los equipos de radiocomunicaciones para situaciones de emergencia y operaciones de socorro, se tengan en cuenta las necesidades actuales así como las soluciones futuras avanzadas;

2 que, con objeto de facilitar un procedimiento rápido de autorización para el funcionamiento de equipos de radiocomunicaciones en situaciones de emergencia y operaciones de socorro, se alienta a las autoridades a que desarrollen y pongan en práctica planes y reglamentos antes de que se produzcan nuevas catástrofes eventuales, a fin de:

- facilitar al personal visitante el uso de los equipos de radiocomunicaciones en el territorio en el que se ha producido la catástrofe o la emergencia;
- facilitar el uso de los equipos de radiocomunicaciones que utilizan esas organizaciones;
- tener en cuenta las frecuencias adecuadas de los equipos de radiocomunicaciones que utilizarán esas organizaciones;

3 que, a fin de establecer bases técnicas para la circulación internacional de los equipos de radiocomunicaciones en situaciones de emergencia y operaciones de socorro, esos equipos tienen que cumplir el requisito de no producir interferencias perjudiciales en los países por los que circulan:

- ajustándose a las Recomendaciones del UIT-R, en particular en lo que se refiere a los límites de emisión.

INFORME UIT-R M.2033

Objetivos y requisitos de las radiocomunicaciones de protección pública y operaciones de socorro

(2003)

1 Propósito

La finalidad del presente Informe es definir los objetivos y requisitos de la protección pública de operaciones de socorro (PPDR, *public protection and disaster relief*) para la puesta en práctica de soluciones de futuro avanzadas que satisfagan las necesidades operaciones de las organizaciones de PPDR para el año 2010. Concretamente, se determinan los objetivos, las aplicaciones, los requisitos, un método para realizar cálculos espectrales, los requisitos espectrales y soluciones destinadas a facilitar el interfuncionamiento.

El presente Informe se ha elaborado como preparación del punto 1.3 del orden del día de la CMR-03:

«examinar en la medida de lo posible la identificación de bandas armonizadas en el plano mundial/regional para aplicar futuras soluciones avanzadas que permitan satisfacer las necesidades de organismos públicos de protección, como los que se encargan de situaciones de emergencia y operaciones de socorro, y elaborar las disposiciones reglamentarias que sean necesarias, teniendo en cuenta la Resolución **645 (CMR-2000)**;»

La Resolución 645 (CMR-2000) invitaba al UIT-R a «a que estudie con carácter urgente qué bandas de frecuencias podrían utilizar a nivel mundial y regional las administraciones que desean introducir en el futuro soluciones para las instituciones y organizaciones de protección pública encargadas de las situaciones de emergencia y las operaciones de socorro;» y «a que estudie con carácter urgente qué disposiciones reglamentarias son necesarias para identificar a nivel mundial y regional las bandas de frecuencias armonizadas para dicho fin;». Asimismo, la Resolución 645 (CMR-2000) invitaba al UIT-R «a que lleve a cabo estudios para la elaboración de una Resolución en la que se determinen las bases técnicas y operacionales para la circulación mundial e interfronteriza de equipos de radiocomunicaciones en situaciones de emergencia y operaciones de socorro;». La Recomendación UIT-R M.1637 proporciona orientaciones adicionales a este respecto.

2 Antecedentes

Las radiocomunicaciones han alcanzado una extraordinaria importancia para las organizaciones de protección pública y operaciones de socorro (PPDR) hasta el punto de que las comunicaciones PPDR dependen de aquéllas en un alto grado. Téngase en cuenta que algunas veces las radiocomunicaciones son el único medio de comunicación disponible.

Para poder disponer de comunicaciones efectivas, las agencias y organizaciones de PPDR se han fijado una serie de objetivos y requisitos entre los que se encuentran el interfuncionamiento, la fiabilidad, la funcionalidad, la seguridad en las operaciones y la rapidez de establecimiento¹ de llamadas en cada campo de actuación. Teniendo en cuenta que las necesidades de radiocomunicaciones de las agencias y organizaciones de PPDR son cada vez mayores, parece lógico pensar que las soluciones de futuro avanzadas para la PPDR requerirán mayores velocidades de datos y capacidades de vídeo y multimedia.

El presente Informe es parte integrante del proceso de especificación de los objetivos y requisitos que deberán satisfacer las organizaciones de PPDR para satisfacer sus necesidades futuras. Las organizaciones de PPDR realizarán sus comunicaciones en un entorno complejo que exigirá el reconocimiento de los siguientes factores:

- a) la participación de varios intereses (tales como gobiernos, proveedores de servicios y fabricantes);
- b) la evolución del marco reglamentario que afecta a los implicados en el suministro de sistemas de soporte de PPDR;
- c) la posibilidad de que las aplicaciones PPDR sean de banda estrecha, banda amplia y banda ancha o combinación de éstas;
- d) la necesidad de compatibilidad e interfuncionamiento de las redes;
- e) la necesidad de contar con elevados niveles de seguridad;
- f) las necesidades de los países en desarrollo;
- g) el Manual del UIT-D sobre Comunicaciones de socorro en situaciones de catástrofe;
- h) la necesidad que tienen los países, y especialmente los países en desarrollo, de equipos de comunicaciones asequibles destinados a las agencias y organizaciones de protección pública y operaciones de socorro;
- i) que la Conferencia Intergubernamental sobre Telecomunicaciones en Casos de Emergencia (ICET-98), en la que participaron 76 países y diversas organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales, adoptó el Convenio de Tampere sobre el suministro de recursos de telecomunicaciones para la mitigación de catástrofes y las operaciones de socorro en caso de catástrofe, suscribiendo 33 Estados en 1998 este amplio Convenio, que incluso contiene un artículo relativo a la supresión de las barreras reglamentarias;
- j) que el Grupo de Trabajo sobre Telecomunicaciones de Emergencia (WGET, *Working Group on Emergency Telecommunications*), que es asimismo el Grupo de Referencia sobre Telecomunicaciones (RGT, *Reference Group on Telecommunications*) del Comité Permanente entre Organismos (IASC, *Inter-Agency Standing Committee*) sobre asuntos humanitarios, ha

¹ La rapidez de establecimiento de llamadas equivale a la reducción del tiempo de respuesta para el acceso a la red en cuestión.

adoptado la atribución de frecuencias en la banda de onda métricas y decimétricas al servicio móvil terrestre para la coordinación entre agencias de las operaciones de socorro y la protección y seguridad de las comunicaciones para las ayudas humanitarias internacionales que se recogen en el Anexo 3 del presente Informe;

- k) que muchas organizaciones de socorro necesitan independencia para desempeñar su misión humanitaria, manteniendo su autonomía operacional sin perjuicio del perfecto cumplimiento de las leyes de los países en las que desempeñan su misión;
- l) que en las catástrofes, en las que la mayor parte de las redes terrenales pueden quedar destruidas o dañadas, las redes de aficionados, las de satélites y otras redes no basadas en tierra, pueden ser capaces de prestar servicios de comunicaciones para colaborar en los trabajos de protección pública y operaciones de socorro;
- m) que los sistemas que funcionan en diversos servicios de radiocomunicaciones, entre ellos los móviles, fijos, móviles por satélite, fijos por satélite y/o aficionados, podrían dar soporte a las aplicaciones PPDR actuales y a las avanzadas en el futuro;
- n) que en algunos países, los reglamentos y/o la legislación nacional puede limitar la utilización por parte de las organizaciones de PPDR de los sistemas y redes inalámbricas comerciales;
- o) que en algunos países, los sistemas inalámbricos comerciales ofrecen en la actualidad soporte a las aplicaciones PPDR, y que probablemente seguirán ofreciéndolo en el futuro;
- p) el potencial de las nuevas tecnologías tales como los sistemas IMT-2000 y subsiguientes, y los sistemas de transporte inteligente (ITS, *intelligent transportation systems*) que pueden dar soporte o complementar las aplicaciones PPDR avanzadas, y que estos usos complementarios responderían a las demandas comerciales.

3 Armonización del espectro

Algunos países ya están utilizando cantidades importantes de espectro en diversas bandas para aplicaciones PPDR de banda estrecha, por lo que conviene subrayar la necesidad de contar con una capacidad de espectro suficiente para dar respuesta a las futuras necesidades operacionales incluidas las aplicaciones de banda estrecha, las de banda amplia y las de banda ancha. La experiencia demuestra que la armonización comporta beneficios entre los que se encuentran las ventajas de orden económico, el desarrollo de redes compatibles y de servicios eficaces y el fomento del interfuncionamiento de equipos, tanto en el ámbito internacional como en el nacional, para las agencias que requieren cooperación nacional y transfronteriza con otras agencias y organizaciones de PPDR. Más concretamente, algunos de los beneficios potenciales serían los siguientes:

- economías de escala en la fabricación de equipos;
- mercado competitivo para la adquisición de equipos;

- mayor eficacia espectral;
- estabilidad en la planificación de bandas, es decir, evolución a esquemas espectrales armonizados mundial/regionalmente que puede contribuir a la eficaz planificación del espectro móvil terrestre; y
- mayor eficacia en la respuesta de las operaciones de socorro.

En el estudio de las frecuencias adecuadas para la PPDR, debe tenerse en cuenta que las características de propagación de las frecuencias inferiores les permite alcanzar mayores distancias que las frecuencias superiores y por este motivo los sistemas de baja frecuencia son potencialmente más asequibles para el despliegue en zonas rurales. Las bajas frecuencias resultan asimismo más convenientes en entornos urbanos por su mayor penetración en los edificios. No obstante, estas frecuencias inferiores han llegado a saturarse con el tiempo y para evitar su congestión, algunas administraciones utilizan ahora varias bandas de frecuencias en diversas partes del espectro radioeléctrico.

Cuanto mayor sea el número de bandas definidas con características de propagación diferentes más difícil resultará obtener economías de escala. Por consiguiente, debe buscarse un compromiso entre el número de bandas definidas y su posición.

4 Características de las bandas de frecuencias para PPDR

De acuerdo con el estudio sobre comunicaciones PPDR llevado a cabo por el UIT-R en el periodo de estudios 2000-2003 sobre 40 miembros de la UIT y organizaciones internacionales, y las consideraciones al caso, deben tenerse en cuenta las siguientes puntualizaciones:

- a) Hay poca uniformidad en cuanto a las bandas de frecuencias utilizadas para PPDR en los distintos países.
- b) Aunque en la mayor parte de los países las bandas utilizadas para la protección pública coinciden con las de las operaciones de socorro, hay algunos países que utilizan bandas separadas.
- c) Muchas administraciones han designado una o varias bandas de frecuencias para las operaciones PPDR de banda estrecha. Debe observarse que sólo las sub-bandas específicas de los intervalos de frecuencias citadas a continuación, o partes de ellas, se utilizan en exclusiva para las radio-comunicaciones PPDR: 3-30 MHz, 68-88 MHz, 138-144 MHz, 148-174 MHz, 380-400 MHz (incluida la designación CEPT de 380-385/390-395 MHz), 400-430 MHz, 440-470 MHz, 764-776 MHz, 794-806 MHz y 806-869 MHz (incluida la designación de CITELE de 821-824/866-869 MHz). Una administración ha designado un espectro PPDR para las aplicaciones de banda amplia y banda ancha.
- d) Algunas administraciones de la Región 3 están utilizando, proyectan utilizar, o han identificado parte de las bandas de frecuencias 68-88 MHz, 138-144 MHz, 148-174 MHz, 380-399,9 MHz, 406,1-430 MHz, 440-502 MHz, 746-806 MHz, 806-824 MHz y 851-869 MHz para aplicaciones PPDR. Algunas administraciones de la Región 3 están utilizando asimismo las bandas 380-399,9 MHz, 746-806 MHz y 806-824 MHz apareadas con 851-869 MHz para las comunicaciones estatales.

Las bandas relacionadas en el § 4c) y 4d) y otras bandas de posible utilización, se estudian en detalle en el Informe de la RPC-02 (§ 2.1.2.6) donde se señalan asimismo sus ventajas e inconvenientes, relacionados en el Anexo 2.1-1 del Informe RPC-02.

5 Resumen

De acuerdo con los estudios llevados a cabo por el UIT-R sobre la PPDR, este Informe se centra en los numerosos objetivos y requisitos de radiocomunicaciones que pueden ser necesarios para soportar las soluciones de futuro avanzadas para aplicaciones PPDR. Durante el proceso de elaborar el presente Informe se advirtieron las siguientes áreas de interés:

- Anexo 1 Objetivos de las radiocomunicaciones de protección pública y operaciones de socorro
- Anexo 2 Requisitos de las radiocomunicaciones de protección pública y operaciones de socorro
- Anexo 3 Frecuencias de banda estrecha para la coordinación entre agencias y las comunicaciones de protección y seguridad utilizadas actualmente en la ayuda humanitaria internacional
- Anexo 4 Requisitos espectrales de la protección pública y operaciones de socorro
- Anexo 5 Soluciones actuales y futuras para el soporte del interfuncionamiento de la protección pública y operaciones de socorro

Anexo 1

Objetivos de las radiocomunicaciones de protección pública y operaciones de socorro

1 Objetivos generales

Los sistemas de radiocomunicaciones para la protección pública y operaciones de socorro (PPDR, *public protection and disaster relief*) tienen como objetivos generales los siguientes:

- a) facilitar radiocomunicaciones vitales para:
 - el mantenimiento de la ley y el orden;
 - la respuesta a situaciones de emergencia y la protección de la vida y bienes;
 - la respuesta a situaciones propias de las operaciones de socorro;
- b) prestar los servicios identificados en a) en una amplia diversidad de zonas de cobertura geográfica, incluidas las urbanas, suburbanas, rurales y los entornos remotos;
- c) contribuir a la prestación de soluciones de futuro avanzadas que requieran grandes velocidad de datos, vídeo y multimedia para ser utilizadas por las agencias y organizaciones de PPDR;
- d) facilitar la compatibilidad e interfuncionamiento entre redes, tanto en operaciones nacionales como transfronterizas, en situaciones de emergencia y en operaciones de socorro;
- e) permitir el funcionamiento internacional y la itinerancia de las unidades móviles y portátiles;
- f) utilizar de manera eficaz y económica el espectro radioeléctrico, sin perjuicio de la prestación de los servicios a un costo razonable;
- g) acomodar una diversidad de terminales móviles, desde los suficientemente pequeños para poder transportarlos una persona hasta los que deben montarse en vehículos;
- h) fomentar la cooperación entre países para la prestación de ayuda humanitaria eficaz y adecuada durante las situaciones propias de las operaciones de socorro;
- i) ofrecer las radiocomunicaciones PPDR a costos razonables en todos los mercados;
- j) dar soporte a las necesidades de los países en desarrollo, incluida la prestación de soluciones asequibles para las agencias y organizaciones de PPDR.

2 Objetivos técnicos

Los sistemas para la PPDR pretenden alcanzar los siguiente objetivos técnicos:

- a) dar soporte a la integración de voz, datos y comunicación de imágenes;
- b) ofrecer niveles de seguridad adicionales correspondientes al tipo de información transportada por los canales de comunicación asociados a las diversas aplicaciones de operaciones PPDR;
- c) soportar el funcionamiento de los equipos en condiciones operacionales extremas y diversas (carreteras en mal estado, polvo, temperaturas extremas, etc.);
- d) permitir la utilización de repetidores para salvar las grandes distancias entre terminales y estaciones de base en las zonas rurales y remotas y, asimismo, en las zonas intensivas localizadas en el lugar de la catástrofe;
- e) facilitar el establecimiento de llamadas con rapidez, radiocomunicación de una pulsación y funciones de llamada en grupo.

3 Objetivos operacionales

Entre los objetivos operacionales de los sistemas para la PPDR se pueden citar los siguientes:

- a) proporcionar seguridad, incluida la encriptación de extremo a extremo y la autenticación de terminales/red;
- b) permitir el control por parte de las agencias y organizaciones de PPDR, de la gestión de las comunicaciones, como por ejemplo las modificaciones de reconfiguración instantáneas/dinámicas, el establecimiento de grupos de interlocutores, el acceso garantizado incluidas las llamadas prioritarias y preferentes, las llamadas en grupos y las ordinarias, la disponibilidad de recursos espectrales para varias agencias y organizaciones de PPDR, la coordinación y el reencaminamiento;
- c) proporcionar comunicaciones a través del sistema/red y/o independientemente de la red, tales como el funcionamiento en modo directo (DMO, *direct mode operation*), los equipos de radiocomunicaciones símplex y los equipos con la funcionalidad de pulsar para hablar;
- d) proporcionar cobertura fiable a la medida, especialmente en interiores tales como los sótanos y lugares inaccesibles. Permitir la ampliación del tamaño y capacidad de las células en las zonas rurales y remotas, y en condiciones extremas durante las situaciones de emergencia y de catástrofe;
- e) proporcionar la plena continuidad del servicio gracias a medidas tales como la redundancia de las operaciones de emergencia, el rápido aumento de capacidad para superar la pérdida parcial de infraestructuras indispensables para el cumplimiento eficaz de la misión y la protección y seguridad del personal de PPDR;
- f) proporcionar una elevada calidad de servicio incluidos el establecimiento instantáneo de llamadas y la flexibilidad de comunicación instantánea mediante equipos con la funcionalidad pulsar para hablar en condiciones extremas de carga, porcentaje de establecimiento de llamadas con éxito muy elevado, etc.;
- g) tener en cuenta las diversas aplicaciones PPDR.

Anexo 2

Requisitos de las radiocomunicaciones de protección pública y operaciones de socorro

1 Terminología

1.1 Protección pública y operaciones de socorro (PPDR, *public protection and disaster relief*)

Existen diferencias terminológicas entre las administraciones y las regiones en cuanto al ámbito y significado específico de la PPDR. Los siguientes términos resultan adecuados a efectos de debatir esta cuestión:

- *Radiocomunicación de protección pública (PP)*: Radiocomunicaciones utilizadas por las agencias y organizaciones a las que compete el mantenimiento de la ley y el orden, la protección de la vida y bienes, y las situaciones de emergencia.
- *Radiocomunicaciones de las operaciones de socorro (DR, disaster relief)*: Radiocomunicaciones utilizadas por las organizaciones y agencias competentes cuando se produce una perturbación grave del funcionamiento de la sociedad que supone una amenaza importante y generalizada para la vida humana, la salud, los bienes o el medio ambiente, ya sea provocada por un accidente, por la naturaleza o por el hombre, tanto de aparición súbita como resultado de un proceso de generación complejo de largo plazo.

1.2 Aplicabilidad de la voz, datos, gráficos y vídeos a la PPDR mundial/regional

Al depender cada vez más las operaciones PPDR de las bases de datos electrónicas y de la informática, el acceso a información precisa y detallada por parte del personal destacado en el lugar de las operaciones tales como la policía, los bomberos y el personal de urgencias médicas, resulta crítico para mejorar la eficacia de este personal en la resolución de las situaciones de emergencia. Esta información suele residir en sistemas de bases de datos de oficina que contienen imágenes, mapas, planos arquitectónicos de los edificios y ubicación de los sistemas de materiales peligrosos.

En sentido contrario, el flujo de información procedente de las unidades destacadas en el lugar de los hechos con destino a los centros de control operacionales y a los centros de conocimiento especializado es igualmente importante. Cabe destacar como ejemplo la supervisión de pacientes a distancia y la supervisión a distancia por vídeo en tiempo real de las situaciones de emergencia civil, incluida la utilización de dispositivos robot de control remoto. Además, en las situaciones de catástrofes y

emergencias, las autoridades competentes deben adoptar decisiones críticas que suelen depender de la calidad y puntualidad de la información recibida del lugar de los hechos.

Estas aplicaciones suelen exigir comunicaciones de datos de mayor velocidad binaria que la ofrecida por las aplicaciones PPDR actuales. Cabe esperar que la disponibilidad de soluciones de futuro avanzadas sea beneficiosa para las operaciones PPDR.

1.3 Consideración de las ventajas de las futuras tecnologías

Aunque las comunicaciones de voz sigan siendo un componente crítico de las operaciones de PPDR, los nuevos servicios de datos y vídeo desempeñarán un papel esencial. Por ejemplo, las agencias de PPDR utilizan hoy en día aplicaciones tales como el vídeo para la vigilancia de delitos y de carreteras, para supervisar y evaluar los daños producidos por los incendios forestales desde plataformas aéreas y transmitir imágenes en tiempo real a los centros de mando de emergencia. Hay asimismo una necesidad creciente de vídeo de movimiento completo para otros usos tales como los dispositivos robot en situaciones de emergencia. Este tipo de soluciones de futuro avanzadas permitirán implementar redes locales de voz, vídeo y datos, para atender las necesidades del personal de emergencia en respuesta a un incidente.

Si estas tecnologías futuras se implementaran mundialmente, se podría reducir el costo de los equipos, mejorar su disponibilidad, incrementar su potencial de interfuncionamiento, contemplar una gama de capacidades más amplia y reducir el tiempo de despliegue de la infraestructura de red.

La introducción de estas tecnologías puede hacer que las organizaciones y agencias PPDR puedan atender la creciente demanda y puede permitirles asimismo implementar voz, texto y vídeo avanzados y otras aplicaciones de datos de carácter intensivo y demás servicios diseñados para mejorar la entrega de aquéllos. A este respecto, debe observarse que cualquier desarrollo o planificación destinado a utilizar tecnologías de futuro puede requerir el estudio de los aspectos relativos al espectro de las aplicaciones PPDR.

Si las aplicaciones PPDR utilizaran tecnología de las IMT-2000, se podrían utilizar redes comerciales IMT-2000 en regiones en las que no fuera rentable desplegar una red dedicada. Las IMT-2000 se han diseñado para el despliegue en una amplia diversidad de entornos, desde los rurales hasta las zonas urbanas más densas. Los sistemas comerciales que están siendo desplegados con las tecnologías IMT-2000 tal vez no satisfagan todas las necesidades identificadas para la PPDR. No obstante, debería considerarse la utilización de dichas tecnologías y sistemas, especialmente por su potencial de ahorro y por las características avanzadas que ofrecen.

1.4 Banda estrecha, banda amplia y banda ancha

Las comunicaciones que soportan las operaciones PPDR cubren una gama de servicios de radiocomunicaciones tales como los servicios fijo, móvil, de aficionado y por satélite. Lo normal es utilizar tecnologías de banda estrecha para las comunicaciones PPDR del servicio móvil terrenal, mientras que las tecnologías de banda amplia y de banda ancha se utilizan en las aplicaciones PPDR de todos los servicios de radiocomunicaciones.

Existen algunas diferencias entre las administraciones y regiones en cuanto al ámbito y significado específico de banda estrecha, banda amplia y banda ancha. No obstante, el UIT-R considera adecuados los términos descritos en los § 1.4.1, 1.4.2 y 1.4.3 a los efectos de debatir esta cuestión.

1.4.1 Banda estrecha (BE)

Para proporcionar aplicaciones PPDR de banda estrecha, la tendencia es implementar redes de área extensa y especialmente redes radioeléctricas digitales de concentración de enlaces que proporcionen aplicaciones digitales de voz y datos de baja velocidad (por ejemplo, mensajes de estado predefinidos, transmisión de datos de formularios y mensajes, acceso a bases de datos). El Informe UIT-R M.2014 de la UIT enumera algunas tecnologías con anchuras de banda de canal típicas de hasta 25 kHz, utilizadas en la actualidad para entregar aplicaciones PPDR de banda estrecha. Algunos países no imponen una tecnología específica, sino que se limitan a fomentar las tecnologías que permiten aprovechar el espectro con mayor eficacia.

1.4.2 Banda amplia (WB)

Se prevé que las tecnologías de banda amplia permitan velocidades de transporte de datos de varios centenares de kilobitios por segundo (por ejemplo, en el intervalo de 384-500 kbit/s). Como se prevé la posibilidad de que las redes y las futuras tecnologías requieran velocidades de datos superiores, puede introducirse toda una nueva clase de aplicaciones que incluiría la transmisión inalámbrica de grandes bloques de datos, vídeo y conexiones en la PPDR móvil basadas en el protocolo de Internet.

La utilización de datos de velocidad relativamente alta en actividades comerciales se traducirá en una amplia base de disponibilidad tecnológica que fomentará el desarrollo de aplicaciones de datos móviles especializados. En la actualidad los mensajes breves y el correo electrónico se consideran parte esencial de cualquier sistema de control y gobierno de las comunicaciones, motivo por el cual formarán, con toda probabilidad, parte integrante de cualquier capacidad PPDR en el futuro.

Los sistemas inalámbricos de banda amplia podrían reducir los tiempos de respuesta del acceso a Internet y a otras bases de datos de información directamente desde el lugar del suceso o emergencia. Cabe esperar que esto dé lugar al desarrollo de toda una gama de aplicaciones nuevas y seguras para las organizaciones de PPDR.

Los sistemas para las aplicaciones de banda amplia de soporte a la PPDR están siendo desarrollados en diversas organizaciones de normalización. En muchos de estos desarrollos, ya mencionados en el Informe UIT-R M.2014 y en las Recomendaciones UIT-R M.1073, UIT-R M.1221 y UIT-R M.1457, la anchura de banda de los canales depende de la utilización de tecnología de aprovechamiento espectral utilizada.

1.4.3 Banda ancha (BB)

La tecnología de banda ancha puede considerarse como la tendencia evolutiva natural que arranca de la banda amplia. Las aplicaciones de banda ancha permiten un nivel de funcionalidad totalmente nuevo con capacidad adicional para soportar mayores velocidades de datos e imágenes de mayor resolución. Debe observarse que la demanda de capacidades multimedios (es decir de varias aplicaciones simultáneas de banda amplia y/o banda ancha ejecutándose en paralelo) plantea una gran exigencia de velocidades binarias elevadas en los sistemas inalámbricos desplegados en una zona localizada con requisitos intensivos en el lugar de los hechos (denominadas a menudo zona «caliente») en las que se encuentra trabajando el personal de PPDR.

Las aplicaciones de banda ancha podrían adaptarse típicamente para atender zonas localizadas (por ejemplo, de 1 km² o menos) proporcionando voz, datos de alta velocidad, vídeo digital de gran calidad en tiempo real y multimedia (velocidades de datos indicativas en el intervalo 1-100 Mbit/s) con anchuras de banda de canal dependientes de las tecnologías de aprovechamiento del espectro utilizadas. Entre estas posibles aplicaciones se pueden citar como ejemplo las siguientes:

- comunicaciones de vídeo de alta resolución generadas por cámaras inalámbricas adosadas a computadoras portátiles a bordo de vehículos, utilizadas en los atascos de tráfico o en respuestas a otros incidentes, o vigilancia de vídeo de los puntos de acceso de seguridad como los que existen en los aeropuertos, con detección automática basada en imágenes de referencia, materiales peligrosos y otros parámetros pertinentes;
- supervisión a distancia de pacientes y vídeo remoto en tiempo real teniendo en cuenta que la imagen de un solo paciente exige hasta 1 Mbit/s. Es fácil de imaginar la demanda de capacidad correspondiente a una operación de rescate tras una catástrofe de gran importancia, que puede alcanzar en la zona caliente una capacidad neta de más de 100 Mbit/s.

En los sistemas de banda ancha puede existir el compromiso entre el ruido y la interferencia intrínsecos, por una parte, y las velocidades binarias y cobertura asociadas, por otra. En función de la tecnología aplicada, una sola red de banda ancha puede tener distintas zonas de cobertura comprendidas entre algunos metros y varios centenares de metros, ofreciendo un amplio intervalo de capacidad de reutilización del espectro. Las grandes velocidades de datos y la localización de la zona de cobertura, combinadas, admiten diferentes posibilidades novedosas de aplicaciones PPDR (redes de área a la medida, despliegue en puntos calientes y redes ad-hoc).

Finalmente, debe observarse que varias organizaciones de normalización ya han comenzado sus trabajos sobre sistemas para aplicaciones de banda ancha incluido el Proyecto MESA.

2 Entornos operativos de radiocomunicaciones para la PPDR

En este punto se explican varios entornos operativos de radiocomunicaciones aplicables a la PPDR. El objeto de profundizar en la explicación de distintos entornos operativos de radiocomunicaciones es definir escenarios que, desde el punto de vista de las radiocomunicaciones, pueden suponer distintos requisitos de utilización de las aplicaciones PPDR, con distintos grados de importancia.

Los escenarios PPDR definidos podrían servir de punto de partida para la identificación de requisitos PPDR y complementar la estimación de necesidades espectrales.

Entre los escenarios se encuentran las operaciones cotidianas normales, las emergencias o eventos públicos de gran importancia y las catástrofes. La definición de estos grupos obedece a su diferenciación en cuanto a características y exigencias, eventualmente distintas, para las comunicaciones de PPDR.

2.1 Operaciones cotidianas

Las operaciones cotidianas comprenden los trabajos rutinarios realizados por las agencias de PPDR dentro de su jurisdicción. Típicamente, estas operaciones se efectúan dentro de las fronteras nacionales. Normalmente, la mayor parte de los requisitos espectrales y de infraestructura de la PP se determinan por medio de este escenario con una capacidad suplementaria para cubrir los eventos de emergencias inespecíficas. La mayor parte de las operaciones cotidianas guardan poca relación con la DR. En los Cuadros 2 y 3, las operaciones cotidianas se indican por PP (1).

2.2 Emergencias y/o eventos públicos de gran importancia

Las emergencias y/o eventos públicos de gran importancia son aquellos a los que responden las agencias PP, y potencialmente las DR, en una zona específica de su jurisdicción; no obstante, estas agencias siguen estando obligadas en cualquier caso a realizar sus operaciones rutinarias en los demás lugares de su jurisdicción. El tamaño y naturaleza del evento puede exigir recursos de PPDR adicionales de las jurisdicciones adyacentes, agencias transfronterizas y organizaciones internacionales. En la mayor parte de los casos o bien existen planes en marcha o hay cierto tiempo para planificar y coordinar estos requisitos.

Un gran incendio que afecte a tres o cuatro manzanas de una gran ciudad (por ejemplo, Nueva York o Nueva Delhi), o un gran incendio forestal, constituyen ejemplos de una emergencia de gran importancia que se puede encuadrar en este escenario. Análogamente, como eventos públicos de gran importancia (nacionales o internacionales) podrían incluirse la reunión de Jefes de Gobierno de la Commonwealth (CHOGM, *Commonwealth Heads of Government Meeting*), la Cumbre G8, las Olimpiadas, etc.

Normalmente, se trasladan a la zona equipos de radiocomunicaciones suplementarios para grandes eventos en la medida en que son necesarios. Estos equipos pueden estar vinculados, o no, a la infraestructura de red de PP existente.

En los Cuadros 2 y 3, las emergencias y eventos públicos de gran importancia se indican por PP (2).

2.3 Catástrofes

Las catástrofes pueden estar causadas por fenómenos naturales o por el hombre. Entre las catástrofes naturales se incluyen, por ejemplo, los terremotos, las tormentas tropicales de gran importancia, las grandes tempestades de hielo, las inundaciones, etc. Entre los ejemplos de catástrofes de origen humano se pueden citar los atentados criminales a gran escala y las situaciones de conflicto armado. Generalmente, se utilizan los sistemas de comunicaciones PP existentes y los equipos de comunicaciones especiales en el lugar de los hechos aportados por las organizaciones de DR.

Los sistemas del SMS desempeñarán un importante papel en las situaciones de catástrofe, incluso en las zonas en las que ya existen servicios terrenales adecuados. Los servicios terrenales existentes pueden haber sido dañados por la propia catástrofe, o resultar incapaces de manejar el incremento de demanda de tráfico provocado por la situación catastrófica. En estos casos, las soluciones basadas en satélites pueden ofrecer una solución fiable. Las bandas de frecuencias utilizadas por los sistemas SMS suelen estar armonizadas a nivel mundial. No obstante, la circulación transfronteriza de terminales en situaciones catastróficas constituye una cuestión crítica reconocida en el Convenio de Tampere. Es indispensable que los países vecinos que puedan tener terminales SMS como parte de sus planes de contingencias puedan ofrecer las comunicaciones iniciales, que resultan imprescindibles, con la mayor prontitud. A tal efecto, es conveniente la conclusión de acuerdos bilaterales y multilaterales que podría llevarse a cabo, por ejemplo, por medio de las GMPCS-MoU.

Algunas agencias/organizaciones de PPDR y grupos de radioaficionados utilizan sistemas de banda estrecha de ondas decamétricas en modos de operación de datos y voz. Hay otras tecnologías incipientes tales como la voz digital, los datos y el vídeo de alta velocidad que están empezando a implementarse en los servicios de redes terrenales o de satélite.

En los Cuadros 2 y 3, las catástrofes se indican por DR.

3 Requisitos

Los Cuadros 2 y 3 resumen los § 3.1 y 3.2, que describen las aplicaciones PPDR y los requisitos de usuario.

En relación con estos apartados es importante observar que las organizaciones de Protección Pública utilizan en la actualidad diversas configuraciones de sistemas móviles o combinación de los mismos, descritas en el Cuadro 1.²

CUADRO 1

Ejemplos de sistemas móviles utilizados por la protección pública

Elemento	Propietario de la red	Operador	Usuarios	Asignación del espectro
a	Organización de PP	Organización de PP	Reservado para PP	PP
b	Organización de PP	Comercial	Reservado para PP	PP
c	Comercial	Comercial	Reservado para PP	PP o Comercial
d	Comercial	Comercial	Compartido con prioridad para PP	PP o Comercial
e	Comercial	Comercial	Compartido con PP con la misma prioridad	Comercial

En ciertos países los elementos b, c, d y e del Cuadro 1 son utilizados actualmente por las organizaciones de PP para complementar sus propios sistemas e incluso, en ciertos casos, para proporcionar todos los requisitos de comunicación, aunque no necesariamente todos los elementos especificados en los Cuadros 2 y 3. Es probable que esta tendencia continúe en el futuro, particularmente con la introducción de soluciones inalámbricas avanzadas tales como las IMT-2000.

² Pueden encontrarse ejemplos de tipos de sistemas móviles en las Recomendaciones UIT-R M.1073, UIT-R M.1457 y en el Informe UIT-R M.2014.

Algunas de las aplicaciones enumeradas en el § 3.1.3 y en el Cuadro 2 pueden depender en gran medida de sistemas comerciales, mientras que otras aplicaciones para las mismas organizaciones de PP pueden ser totalmente independientes de los sistemas comerciales.

3.1 Aplicaciones

3.1.1 Generalidades

- a) Podrían ofrecerse aplicaciones asociadas a las operaciones cotidianas, rutinarias y de emergencia para las aplicaciones de protección pública mencionadas en el Cuadro 2.
- b) Podrían ofrecerse aplicaciones asociadas a las operaciones de socorro en caso de catástrofe mencionadas en el Cuadro 2.
- c) Podría admitirse la armonización regional y/o internacional del espectro para la prestación de aplicaciones PPDR si se determinase su necesidad.
- d) Podrían desarrollarse aplicaciones para PPDR a fin de dar soporte a una diversidad determinada de terminales de usuario incluidos los portátiles y los montados en vehículos.
- e) La descripción de los entornos de la PPDR figura en el § 2 del presente Anexo.

3.1.2 Requisitos de accesibilidad de la aplicación

La accesibilidad de las aplicaciones PPDR puede depender en última instancia de diversas cuestiones. Entre estas se encuentran el costo, la situación reglamentaria y legislativa nacional, la naturaleza de los mandatos PPDR, y la zona que es necesario atender. Las aplicaciones exactas y las características específicas que deben proporcionar las diversas organizaciones de PPDR deben ser decididas por ellas mismas.

3.1.3 Aplicaciones que se contemplan

El Cuadro 2, enumera las aplicaciones contempladas con características concretas y ejemplos de PPDR específicos. Las aplicaciones se agrupan bajo los epígrafes de banda estrecha, banda amplia y banda ancha poniendo de manifiesto cuáles son las tecnologías que se requerirán con mayor probabilidad para suministrar la aplicación concreta y sus características. Además, se indica para cada ejemplo la importancia (alta, media o baja) de dicha aplicación y característica particular para la PPDR. Este factor de importancia se indica para los tres entornos de operación de las radio-comunicaciones definidos en el Anexo 2, § 2.1 «Operaciones cotidianas», § 2.2 «Emergencias y/o eventos públicos de gran importancia», y § 2.3 «Catástrofes», representados por PP (1), PP (2) y DR, respectivamente.

CUADRO 2

Aplicaciones y ejemplos de la PPDR

Aplicación	Característica	Ejemplo de PPDR	Importancia ⁽¹⁾		
			PP (1)	PP (2)	DR
<i>1. Banda estrecha</i>					
Voz	Persona a persona	Llamada y direccionamiento selectivos	A	A	A
	Uno a varios	Comunicación de despacho y de grupo	A	A	A
	Comunicación directa sin repetidor/operación de modo directo	Grupos de portátiles a portátiles (móviles a móviles) muy próximos sin infraestructura	A	A	A
	Pulsar para hablar	Pulsar para hablar	A	A	A
	Acceso instantáneo al trayecto vocal	Pulsar para hablar y acceso prioritario selectivo	A	A	A
	Seguridad	Encriptación/codificación de voz	A	A	M
Facsimil	Persona a persona	Mensajería breve de estado	B	B	A
	Uno a varios (radiodifusión)	Alerta de despacho inicial (por ejemplo, dirección, estado del incidente)	B	B	A
Mensajes	Persona a persona	Estado, mensajes breves, correo electrónico breve	A	A	A
	Uno a varios (radiodifusión)	Alerta de despacho inicial (por ejemplo, dirección, estado del incidente)	A	A	A
Seguridad	Acceso prioritario/instantáneo	Botón de alarma de hombre caído	A	A	A
Telemetría	Estado de localización	Información de latitud y longitud del GPS	A	M	A
	Datos de sensores	Telemetría/estado del vehículo	A	A	M
		EKG (electrocardiógrafo) sobre el terreno	A	A	M
Interacción con bases de datos (longitud de registro mínima)	Consulta de registros basados en formularios	Acceso a los registros de licencias del vehículo	A	A	M
		Acceso a los registros delictivos o a personas desaparecidas	A	A	M
	Informe de incidencias basado en formularios	Archivo de los informes sobre el terreno	A	A	A

CUADRO 2 (Continuación)

Aplicación	Característica	Ejemplo de PPDR	Importancia ⁽¹⁾		
			PP (1)	PP (2)	DR
<i>2. Banda amplia</i>					
Mensajes	Correo electrónico que puede llevar anexos	Mensajería rutinaria de correo electrónico	M	M	B
Comunicación directa sin repetidor/operación en modo directo de datos	Comunicación directa entre unidades sin infraestructura adicional	Comunicaciones directas teléfono a teléfono localizadas en el lugar de los hechos	A	A	A
Interacción con bases de datos (longitud de registro media)	Consulta de formularios y registros	Acceso a registros médicos	A	A	M
		Listas de personas identificadas/desaparecidas	A	A	A
		Sistemas de información geográfica (GIS)	A	A	A
Transferencia de ficheros de textos	Transferencia de datos	Archivos de informes desde el lugar del incidente	M	M	M
		Grabación de información del sistema de gestión sobre refractores	A	M	B
		Descarga de información jurídica	M	M	B
Transferencia de imágenes	Descarga/envío de imágenes físicas comprimidas	Biometría (huellas dactilares)	A	A	M
		Foto de identificación	A	A	M
		Planos de los edificios	A	A	A
Telemetría	Estado de localización y datos de sensores	Estado de los vehículos	A	A	A
Seguridad	Acceso prioritario	Cuidados intensivos	A	A	A
Vídeo	Descarga/envío de vídeo comprimido	Secuencias de vídeo	M	B	B
		Supervisión de pacientes (puede necesitar un enlace dedicado)	M	M	M
		Secuencia de vídeo del incidente en curso	A	A	M
Interactiva	Determinación de la posición	Sistema de dos vías	A	A	M
		Datos de localización interactivos	A	A	A

CUADRO 2 (Fin)

Aplicación	Característica	Ejemplo de PPDR	Importancia ⁽¹⁾		
			PP (1)	PP (2)	DR
3. Banda ancha					
Acceso a bases de datos	Acceso a la Intranet/Internet	Acceso a los planos arquitectónicos de los edificios, localización de materiales peligrosos	A	A	A
	Navegación por la Web	Consulta de números telefónicos en el directorio de la organización de PPDR	M	M	B
Control de robots	Control remoto de dispositivos robots	Robots de recuperación de explosivos, robots de imágenes/vídeo	A	A	M
Vídeo	Secuencias de vídeo, conexión de vídeo en directo	Comunicación de vídeo desde cámaras inalámbricas utilizadas por bomberos en el interior de edificios	A	A	A
		Imágenes o vídeo para ayudar al soporte médico remoto	A	A	A
		Vigilancia de la escena del incidente a cargo de dispositivos robots fijos o controlados remotamente	A	A	M
		Evaluación de escenarios de incendios/inundaciones desde plataformas aerotransportadas	M	A	M
		Evaluación de escenarios de incendios/inundaciones desde plataformas aerotransportadas	M	A	M
Obtención de imágenes	Imágenes de alta resolución	Descarga de imágenes de exploración de la Tierra por satélite	B	B	M
		Recuperación de imágenes médicas en tiempo real	M	M	M

⁽¹⁾ La importancia de la aplicación y característica particular para la PPDR se indica por alta (A), media (M) o baja (B). Este factor de importancia se consigna para los tres entornos operativos de radiocomunicaciones: «operaciones cotidianas», «emergencias y/o eventos públicos de gran importancia» y «catástrofes», representados por PP (1), PP (2) y DR, respectivamente.

3.2 Requisitos de usuario

Este punto presenta los requisitos desde la perspectiva de los usuarios finales de la PPDR. Se describe la tecnología general y los requisitos funcionales y operacionales. Aunque algunos requisitos no están directamente relacionados con la red o sistema de radiocomunicaciones utilizado por la PPDR, afectan al diseño, la implementación y la utilización de las radiocomunicaciones.

El Cuadro 3, al final de este apartado, es un resumen general de los requisitos de usuario. Los requisitos se agrupan en los mismos epígrafes de los § 3.2.1 a 3.2.8, indicándose en la segunda columna los atributos clave del requisito. Además se indica la importancia (alta, media o baja) para la PPDR del requisito en cuestión. El factor de importancia se consigna para los tres entornos operativos de radiocomunicaciones definidos: en el § 2.1 «Operaciones cotidianas», en el § 2.2 «Emergencias y/o eventos públicos de gran importancia», y en el § 2.3 «Catástrofes», representados por PP (1), PP (2) y DR, respectivamente.

El detalle de la gama de aplicaciones PPDR y de las características que deben ofrecerse en una zona determinada por parte de la PPDR es un asunto de incumbencia nacional o del operador. No obstante, las capacidades del servicio están condicionadas por los siguientes requisitos.

3.2.1 Requisitos del sistema

3.2.1.1 Soporte de varias aplicaciones

A conveniencia de las organizaciones de PPDR, los sistemas que atienden a la PPDR deben poder soportar una amplia gama de aplicaciones, que se definen en el § 3.2.

3.2.1.2 Utilización simultánea de varias aplicaciones

A conveniencia de la organización PPDR, los sistemas que dan servicio a la PPDR deben poder soportar la utilización simultánea de varias aplicaciones diferentes con una diversidad de velocidades binarias.

Algunos usuarios PPDR pueden exigir la integración de varias aplicaciones (por ejemplo, voz y datos de velocidad baja/media) en toda la red o en una red de alta velocidad para dar servicio a zonas localizadas con actividad intensa en el lugar de los hechos.

3.2.1.3 Acceso prioritario

A conveniencia de las organizaciones de PPDR, los sistemas que dan servicio a la PPDR deben tener la capacidad de gestionar tráfico de alta prioridad y acaso la de gestionar la carga de tráfico de baja prioridad que se posterga durante situaciones de alta intensidad de tráfico. La PPDR puede requerir la utilización exclusiva de frecuencias o del acceso equivalente de alta prioridad a otros sistemas.

3.2.1.4 Requisitos del grado de servicio (GDS)

Debe proporcionarse un grado de servicio adecuado para las aplicaciones PPDR.

Los usuarios PPDR pueden requerir asimismo tiempos de respuesta reducidos para acceder a la red y a la información en el mismo lugar del incidente, incluso con autenticación rápida de abonado/red.

3.2.1.5 Cobertura

Se suele requerir que el sistema PPDR ofrezca cobertura completa (para tráfico «normal» dentro de la jurisdicción y/o operación pertinentes (nacional/provincial/estatal o a nivel local). Se requiere esta cobertura 24 h al día los 365 días del año.

Normalmente, los sistemas de soporte de las organizaciones de PPDR están diseñados para carga de cresta y amplias fluctuaciones de uso. Pueden añadirse recursos adicionales y mejorar la capacidad de los sistemas durante una emergencia PP o un evento DR gracias a técnicas tales como la reconfiguración de redes con uso intensivo de la DMO y repetidores a bordo de vehículos (BE, WB, BB), que pueden ser necesarios para cubrir zonas localizadas.

A los sistemas que soportan PPDR se les suele exigir asimismo que proporcionen cobertura fiable en interiores y exteriores, en zona remotas y en zonas subterráneas e inaccesibles (por ejemplo, en túneles y sótanos de edificios). Resulta asimismo extremadamente útil la redundancia operativa que permita continuar las operaciones cuando fallen los equipos o la infraestructura.

Los sistemas PPDR no suelen estar instalados en muchos edificios. Las entidades de PPDR no suelen tener ingresos permanentes que les permitan soportar la instalación y mantenimiento de infraestructuras intensivas de densidad variable. Los sistemas PPDR urbanos están diseñados para la cobertura de alta fiabilidad, de estaciones personales en exteriores con acceso limitado en interiores por propagación directa a través de las paredes de los edificios. Se pueden instalar subsistemas en edificios o estructuras específicos, tales como túneles, cuando la penetración a través de las paredes resulte insuficiente. Los sistemas PPDR tienden a utilizar células de radio mayor y estaciones móviles y personales de mayor potencia que las de los proveedores de servicios comerciales.

3.2.1.6 Capacidades

Los usuarios PPDR requieren el control (total o parcial) de sus comunicaciones, incluidos el despacho centralizado (centro de mando y control), el control de accesos, la configuración del grupo de despacho (grupo interlocutor), los niveles de prioridad y la preferencia (desplazar a otros usuarios).

Tal vez sea necesaria la reconfiguración dinámica rápida del sistema que sirve a la PPDR. Esto supone disponer de un potente sistema de operaciones, administración y mantenimiento (OAM) que permita la reconfiguración estática y dinámica. Resulta muy conveniente que el sistema esté dotado de la capacidad de programación de las unidades destacadas en el curso de la comunicación.

Se requieren equipos potentes (por ejemplo, en lo que se refiere a los dispositivos y programas informáticos, y a los aspectos operativos y de mantenimiento) para los sistemas que prestan servicio a la PPDR. También se necesitan equipos que funcionen estando el usuario en movimiento. Los equipos pueden requerir asimismo una gran potencia de salida de audio (en entornos de gran ruido ambiental), accesorios singulares, tales como micrófonos especiales, posibilidad de manejo con guantes, funcionamiento en entornos agresivos (calor, frío, polvo, lluvia, agua, sacudidas, vibraciones, entornos explosivos, etc.) y baterías de gran duración.

Los usuarios PPDR pueden requerir que el sistema tenga capacidad para el establecimiento rápido de llamadas, operaciones instantáneas de pulsar para hablar o radiocomunicación de pulsador y llamadas en grupo. También puede ser necesaria la comunicación directa sin repetidor (en modo directo o en símplex), las comunicaciones con equipos aéreos y navales, el control de dispositivos robot, los repetidores a bordo de vehículos (repetidor en el lugar de los hechos o ampliación de la red a ubicaciones remotas).

De acuerdo con la manifiesta tendencia hacia soluciones basadas en IP, puede exigirse que los sistemas PPDR sean compatibles con IP o capaces de establecer interfaces con soluciones basadas en IP.

También puede ser necesario disponer de niveles adecuados de interconexión con las redes de telecomunicación públicas³. La decisión en cuanto al nivel de interconexión (o sea, todos los terminales móviles o tan solo un porcentaje de ellos) puede depender de los requisitos operacionales específicos de la PPDR. Además, el acceso específico a la red pública de telecomunicaciones (es decir, directamente desde los móviles o a través del despacho PPDR) puede ajustarse asimismo a los requisitos operacionales PPDR específicos.

Puede haber requisitos adicionales de radiodifusión simultánea (radiodifusión cuasi síncrona) y calificación de receptores (diversidad de trayectos entrantes) no contemplados en el Cuadro 3.

³ La Recomendación UIT-T E.106 describe el plan internacional de preferencias en situaciones de emergencia (IEPS).

3.2.2 Requisitos relativos a la seguridad

Puede requerirse que las comunicaciones PPDR, eficaces y fiables dentro de una organización PPDR y entre distintas organizaciones de PPDR, sean capaces de funcionar con seguridad.

Sin embargo puede darse el caso de que las administraciones y organizaciones que necesiten comunicaciones seguras aporten equipos que satisfagan sus propios requisitos de seguridad.

Hay que tener en cuenta, además, que muchas administraciones tienen reglamentos que limitan la utilización de comunicaciones seguras para los usuarios PPDR visitantes.

3.2.3 Requisitos relativos a los costos

La rentabilidad de las soluciones y aplicaciones es extremadamente importante para los usuarios PPDR y puede alcanzarse gracias a estándares abiertos, mercados competitivos y economías de escala. Además, la utilización generalizada de soluciones rentables puede reducir el costo de despliegue de la infraestructura de red permanente.

3.2.4 Requisitos de compatibilidad electromagnética (CEM)

Los sistemas de soporte de la PPDR deben ser conformes con los reglamentos CEM que sean de aplicación. Puede ser necesario cumplir requisitos nacionales CEM entre redes, normas de radiocomunicaciones y equipos radioeléctricos situados en un mismo emplazamiento.

3.2.5 Requisitos operacionales

Este punto define los requisitos operacionales y funcionales para los usuarios PPDR y enumera sus atributos clave en el Cuadro 3.

3.2.5.1 Escenario

Se puede conseguir más seguridad para el personal mejorando las comunicaciones. Los sistemas de soporte de la PPDR deben poder funcionar en distintos escenarios, como los descritos en el § 2. Los equipos de radiocomunicaciones de PPDR deben poder soportar como mínimo uno de estos entornos de funcionamiento, no obstante, es preferible que los equipos de radiocomunicaciones de PPDR soporten todos los entornos de funcionamiento radioeléctrico. En cualquiera de estos entornos, puede ser necesario que la información fluya entre las unidades en el lugar de los hechos, el centro de control operacional y los centros de conocimiento especializado.

Aunque el tipo de operador de los sistemas que soportan las PPDR suele ser una cuestión reglamentaria o nacional, los sistemas de soporte de PPDR pueden atenderlos operadores públicos o privados.

Los sistemas PPDR y los equipos capaces de desplegarse y establecerse con rapidez en emergencias de gran importancia, eventos públicos y catástrofes (por ejemplo, inundaciones graves, incendios extensos, olimpiadas, mantenimiento de la paz) son de una gran utilidad.

3.2.5.2 Interfuncionamiento

El interfuncionamiento consiste en la integración y coordinación sin solución de continuidad de las comunicaciones PPDR para la protección segura, eficaz y provechosa de la vida y de los bienes. El interfuncionamiento de las comunicaciones puede efectuarse a varios niveles del funcionamiento de la PPDR. Desde el nivel más elemental, por ejemplo una comunicación entre un bombero de una organización con otro de otra organización, hasta los niveles superiores de mando y control.

Hay diversas opciones disponibles que facilitan el interfuncionamiento de las comunicaciones entre varias agencias. Entre éstos se encuentran los siguientes:

- a) la utilización de frecuencias y equipos comunes,
- b) la utilización de vehículos, equipos y procedimientos de mando locales en el lugar de los hechos,
- c) la utilización de centros/elemento de despacho,
- d) la utilización de tecnologías tales como las centrales de audio o los equipos de radiocomunicaciones informatizados. Lo normal es que varias agencias utilicen una combinación de opciones.

El Anexo 5 proporciona una explicación más detallada del interfuncionamiento y de las posibles soluciones para su implementación.

El modo de utilización de estas opciones para obtener el interfuncionamiento depende de la manera en las que las organizaciones de PPDR deseen comunicarse entre sí y del nivel al que dicha comunicación deba tener lugar. Normalmente se requiere la coordinación de las comunicaciones tácticas entre los responsables de las agencias de protección pública y operaciones de socorro cuando hay varias de ellas en el lugar de los hechos o incidente.

No obstante, aun reconociendo la importancia del interfuncionamiento, los equipos PPDR deben fabricarse a un costo razonable, sin perjuicio de la incorporación de diversos aspectos específicos de cada país/organización. Las administraciones deben considerar las implicaciones económicas del interfuncionamiento entre equipos ya que este requisito no debiera ser tan oneroso como para impedir la implementación en un contexto operacional.

3.2.6 Gestión y utilización del espectro

Dependiendo de las atribuciones nacionales de frecuencias, los usuarios PPDR deben compartirlas con otros usuarios de los servicios móviles terrestres. El esquema detallado de la compartición del espectro varía de un país a otro. Además, puede haber distintos tipos de sistemas de soporte de la PPDR que funcionen en la misma zona geográfica. Por consiguiente, debe reducirse al mínimo la interferencia sobre los sistemas de soporte de PPDR procedente de usuarios ajenos a ésta, en la medida de lo posible.

Dependiendo de los reglamentos nacionales, puede ser necesario que los sistemas de soporte de la PPDR utilicen separaciones específicas de canales entre las frecuencias de transmisión de los móviles y las estaciones de base.

Cada administración puede determinar a su discreción el espectro adecuado para la PPDR. Los Anexos 3 y 4 ofrecen información adicional sobre la utilización y requisitos del espectro.

3.2.7 Conformidad reglamentaria

Los sistemas de soporte de la PPDR deben cumplir los reglamentos nacionales vigentes. En las zonas fronterizas (cerca de las fronteras entre países), debe realizarse la oportuna coordinación de frecuencias, como mejor proceda.

La capacidad de los sistemas de soporte de la PPDR de ampliar su cobertura a países vecinos debe satisfacer asimismo los acuerdos reglamentarios entre éstos.

En lo referente a las comunicaciones de las operaciones de socorro, se invita a las administraciones a respetar los principios del Convenio de Tampere.

Debe otorgarse a los usuarios PPDR la flexibilidad de utilizar distintos tipos de sistemas (por ejemplo, de ondas decamétricas, de satélite, terrenales, de aficionados, sistema mundial de socorro y seguridad marítimo (SMSSM)) en el lugar del suceso cuando se trate de emergencias de gran importancia o de catástrofes.

3.2.8 Planificación

Las actividades de planificación y coordinación previa pueden contribuir enormemente a las comunicaciones PPDR. La planificación debe tener en cuenta la disponibilidad inmediata de equipos almacenados que puedan suministrarse en eventos y catástrofes impredecibles reduciendo de este modo la dependencia de otros suministros. Sería conveniente mantener una información precisa y detallada de modo que los usuarios PPDR puedan acceder a la misma en el lugar de los hechos.

Las administraciones pueden, o puede resultarles conveniente, tener disposiciones que den soporte a los sistemas nacionales, estatales o provinciales y locales (por ejemplo, municipales).

CUADRO 3

Requisitos de usuario

Requisitos	Detalles	Importancia ⁽¹⁾		
		PP (1)	PP (2)	DR
1. <i>Sistemas</i>				
Soporte de varias aplicaciones		A	A	M
Uso simultáneo de varias aplicaciones	Integración de varias aplicaciones (por ejemplo, voz y datos de velocidad baja/media)	A	A	M
	Integración de voz, datos de alta velocidad y vídeos locales sobre una red de alta velocidad para atender zonas localizadas con actividad intensiva en el lugar de los hechos	A	A	M
Acceso prioritario	Gestión de la carga de tráfico de alta prioridad y de la de baja prioridad con la postergación de esta última cuando hay gran intensidad de tráfico	A	A	A
	Acomodar el incremento de carga de tráfico durante operaciones y emergencias de gran importancia	A	A	A
	Utilización exclusiva de frecuencias o acceso de alta prioridad equivalente a otros sistemas	A	A	A
Grado de servicio	Grado de servicio conveniente	A	A	A
	Calidad de servicio	A	A	A
	Reducción de los tiempos de respuesta de acceso a las redes y a la información directamente en el lugar de los hechos, incluida la autenticación rápida de abonado/red	A	A	A
Cobertura	El sistema PPDR debe ofrecer cobertura completa dentro de la jurisdicción pertinente y/o operación	A	A	M
	Cobertura de la jurisdicción pertinente y/o operación de la organización PPDR ya sea a nivel nacional, provincial/ estatal o local	A	A	M
	Sistemas diseñados para crestas de carga y amplias fluctuaciones de utilización	A	A	M
	Mejoras de la capacidad del sistema durante emergencias PP o DR gracias a técnicas tales como la reconfiguración de redes con utilización intensiva de la operación en modo directo	A	A	A
	Repetidores (BE, WB, BB) en vehículos para cubrir zonas localizadas	A	A	A
	Cobertura fiable en interiores/exteriores	A	A	A
	Cobertura de zonas remotas, subterráneas e inaccesibles	A	A	A
	Redundancia apropiada para continuar las operaciones cuando fallan los equipos o la infraestructura	A	A	A
Capacidades	Rápida reconfiguración dinámica del sistema	A	A	A
	Control de las comunicaciones incluidos el despacho centralizado, el control de acceso, la configuración de grupos de despacho (interlocutores), los niveles de prioridad y de preferencia	A	A	A

CUADRO 3 (Continuación)

Requisitos	Detalles	Importancia ⁽¹⁾		
		PP (1)	PP (2)	DR
Capacidades (Cont.)	OAM sólidas que ofrezcan reconfiguración estática y dinámica	A	A	A
	Compatibilidad con el protocolo de Internet (ya sea todo el sistema o través de una interfaz)	M	M	M
	Equipos sólidos (soporte físico, soporte lógico, aspectos operacionales y de mantenimiento)	A	A	A
	Equipos portátiles (equipos que permitan la transmisión aunque estén en movimiento)	A	A	A
	Equipos con características especiales tales como gran potencia de salida de audio, accesorios singulares (por ejemplo, micrófonos especiales, posibilidad de manejo con guantes, funcionamiento en entornos agresivos y baterías de larga duración)	A	A	A
	Establecimiento rápido de llamadas y funcionamiento instantáneo pulsar para hablar	A	A	A
	Comunicaciones con equipos aéreos y navales, control de dispositivos robots	M	A	B
	Radiocomunicación de una pulsación, llamada en grupo	A	A	A
	Comunicaciones entre terminales sin infraestructura (por ejemplo, operaciones en modo directo y comunicación directa sin repetidor), repetidores a bordo de vehículos	A	A	A
	Niveles adecuados de interconexión con las redes de telecomunicaciones públicas	M	M	M
2. Seguridad	Comunicaciones encriptadas de extremo a extremo para despacho entre móviles y/o comunicaciones de llamadas de grupo	A	A	B
3. Económicos	Estándares abiertos	A	A	A
	Soluciones y aplicaciones rentables	A	A	A
	Mercado competitivo	A	A	A
	Reducción del costo de despliegue de la infraestructura de red permanente gracias a la disponibilidad y normalidad de los equipos	A	A	B
4. CEM	Funcionamiento de los sistemas PPDR conforme a los reglamentos CEM nacionales	A	A	A
5. Operacionales				
Escenario	Soporte de la operación de las comunicaciones PPDR en cualquier entorno	A	A	A
	Implementable por un operador público y/o privado para aplicaciones PPDR	A	A	M
	OAM sólidas que ofrezcan reconfiguración estática y dinámica	A	A	A
	Despliegue rápido de sistemas y equipos para emergencias, eventos públicos y catástrofes de importancia (grandes incendios, olimpiadas, mantenimiento de la paz)	A	A	A
	Flujo de información entre las unidades en el lugar de los hechos, el centro de control operacional y los centros de conocimiento especializados	A	A	A

CUADRO 3 (Fin)

Requisitos	Detalles	Importancia ⁽¹⁾		
		PP (1)	PP (2)	DR
Escenario (Cont.)	Mayor seguridad del personal gracias a las comunicaciones mejoradas	A	A	A
Interfuncionamiento	Intrasistema: facilitar la utilización de canales comunes de red y/o grupos de interlocutores	A	A	A
	Intersistemas: fomentar y facilitar las opciones comunes entre sistemas	A	A	A
	Coordinar las comunicaciones tácticas entre los responsables de las diversas agencias PPDR en el lugar de los hechos o del suceso	A	A	A
6. Utilización y gestión del espectro	Compartición con otros usuarios de los servicios móviles terrestres	B	B	M
	Adecuada disponibilidad de espectro (canales BE, WB, BB)	A	A	A
	Reducción de la interferencia sobre los sistemas PPDR	A	A	A
	Utilización eficaz del espectro	M	M	M
7. Conformidad reglamentaria	Adecuada separación de canal entre las frecuencias de las estaciones móviles y la estación base	M	M	M
	Cumplimiento de los reglamentos nacionales pertinentes	A	A	A
	Coordinación de frecuencias en las zonas fronterizas	A	A	M
	Proporcionar al sistema PPDR la capacidad de extender la cobertura a países vecinos (sin perjuicio de los acuerdos establecidos)	M	M	M
	Garantizar la flexibilidad de uso de diversos tipos de sistemas de otros servicios (por ejemplo, ondas decamétricas, satélites y aficionados) en el lugar de los hechos en emergencias de gran importancia	M	A	A
8. Planificación	Respeto y cumplimiento de los principios del Convenio de Tampere	B	B	A
	Reducir las dependencias (por ejemplo, suministro de energía, baterías, combustible, antenas, etc.)	A	A	A
	Si fuera necesario, disponer de equipos fácilmente obtenibles (almacenados u obtenidos en grandes volúmenes)	A	A	A
	Disposiciones que apoyen los sistemas nacionales, estatales/provinciales y locales (por ejemplo municipales)	A	A	M
	Actividad de coordinación y planificación previas (por ejemplo, canales específicos reservados para ser utilizados durante las operaciones de socorro de las catástrofes pero no de una manera permanente y exclusiva sino de acuerdo con las prioridades establecidas durante los periodos de necesidad)	A	A	A
Mantener información precisa y detallada de modo que los usuarios PPDR puedan acceder a esta información en el lugar de los hechos	M	M	M	

⁽¹⁾ La importancia para la PPDR de un requisito específico se indica por alta (A), media (M), y baja (B). Este factor de importancia se consigna para los tres entornos de operación de radiocomunicaciones: «operaciones cotidianas», «emergencias y/o eventos públicos de gran importancia» y «catástrofes», representados por PP (1), PP (2) y DR, respectivamente.

Anexo 3

Frecuencias de banda estrecha para la coordinación entre agencias y las comunicaciones de protección y seguridad utilizadas actualmente en la ayuda humanitaria internacional

El Grupo de Trabajo sobre Telecomunicaciones de Emergencia (WGET, *Working Group on Emergency Telecommunications*), que es asimismo el Grupo de Referencia sobre Telecomunicaciones (RGT, *Reference Group on Telecommunications*) del Comité Permanente entre Agencias (IASC, *Inter-Agency Standing Committee*) sobre asuntos humanitarios para las Naciones Unidas, ha adoptado y utiliza las siguientes frecuencias, siempre que la situación lo permita.

En el espectro atribuido al servicio móvil terrestre dentro de la gama de ondas métricas:

Canal primario (A):

Símplex: 163,100 MHz

Dúplex: Transmisión del repetidor a 163,100 MHz
Recepción del repetidor a 158,100 MHz

Canal alternativo (B):

Símplex: 163,025 MHz

Dúplex: Transmisión del repetidor a 163,025 MHz
Recepción del repetidor a 158,025 MHz

Canal alternativo (C):

Símplex: 163,175 MHz

Dúplex: Transmisión del repetidor a 163,175 MHz
Recepción del repetidor a 158,175 MHz

En el espectro atribuido al servicio móvil terrestre en la gama de ondas decimétricas:

Canal primario (UA):

Símplex: 463,100 MHz

Dúplex: Transmisión del repetidor a 463,100 MHz
Recepción del repetidor a 458,100 MHz

Canal alternativo (UB):

Símplex: 463,025 MHz

Dúplex: Transmisión del repetidor a 463,025 MHz
Recepción del repetidor a 458,025 MHz

Canal alternativo (UC):

Símplex: 463,175 MHz

Dúplex: Transmisión del repetidor a 463,175 MHz
Recepción del repetidor a 458,175 MHz

Anexo 4

Requisitos espectrales de la protección pública y operaciones de socorro

1 Introducción

Este Anexo trata de la estimación de los requisitos espectrales de la protección pública y operaciones de socorro (PPDR), especialmente en el contexto del punto 1.3 del orden del día de la CMR-03. Se presentan:

- un método de cálculo de la cantidad de espectro necesario;
- escenarios e hipótesis de los sistemas;
- la validación del método con respecto a las aplicaciones existentes;
- ejemplos de proyección de los requisitos de varias administraciones para 2010;
- la determinación de la cantidad de espectro que debe armonizarse en el contexto de las futuras aplicaciones; y
- conclusiones.

El método de cálculo presentado en este Anexo pretende contribuir al perfeccionamiento de la definición de los requisitos espectrales.

Algunas administraciones han aplicado la metodología modificada del Apéndice 1 al presente Anexo para estimar sus requisitos espectrales nacionales de PPDR. Esta metodología, no obstante, no es el único medio de calcular las necesidades espectrales nacionales de PPDR para las administraciones. Las administraciones pueden utilizar, a su conveniencia, cualquier método, incluida la metodología modificada, para determinar sus propios requisitos espectrales de PPDR.

Muchas entidades de PPDR de todo el mundo están evaluando actualmente la migración de los sistemas inalámbricos analógicos a otros digitales en relación con los servicios actuales de telecomunicación. La migración a digital permitirá a estas entidades incorporar algunos servicios avanzados a esta primera generación de sistemas PPDR digitales. No obstante, hay muchos más servicios avanzados que los usuarios PPDR podrían solicitar a medida que estuvieran disponibles para los usuarios comerciales. Aunque se ha estimado y atribuido la demanda de espectro para los servicios inalámbricos comerciales de segunda y tercera generación, no se ha efectuado un análisis similar para los usuarios PPDR.

La mayor demanda de servicios de telecomunicaciones para la PPDR corresponde a ciudades grandes en las que puede haber distintas categorías de tráfico, a saber, el generado por estaciones móviles (EM), estaciones montadas en vehículos o portátiles y estaciones personales (EP) (equipos de radiocomunicaciones manuales portátiles).

Se tiende a que las redes de telecomunicaciones de PPDR proporcionen servicios a las estaciones personales tanto en exteriores como en interiores (penetración en edificios).

La mayor demanda se producirá tras la catástrofe, cuando muchos usuarios PPDR converjan en el lugar de la emergencia utilizando las redes de telecomunicaciones existentes, instalando redes temporales o utilizando estaciones montadas en vehículos o portátiles. Puede ser necesario disponer de espectro adicional para el interfuncionamiento entre varios usuarios PPDR y/o la instalación de sistemas temporales de socorro de catástrofes.

Los análisis de demanda espectral deben tener en cuenta asimismo el tráfico estimado, las técnicas disponibles y previsibles, las características de propagación y la escala temporal para satisfacer las necesidades de los usuarios en la medida de lo posible. El análisis de las cuestiones relativas a la frecuencia debe tener en cuenta el continuo crecimiento del tráfico generado por los sistemas móviles así como el número y diversidad de los servicios. Cualquier estimación de tráfico debe tener en cuenta que en el futuro, el tráfico no vocal constituirá una porción cada vez mayor del tráfico total y que se generará tráfico tanto en interiores como en exteriores por parte del personal y de las estaciones móviles.

2 Métodos de proyección de los requisitos espectrales

2.1 Descripción de la metodología

Esta metodología de cálculo de los requisitos espectrales terrenales para la protección pública y operaciones de socorro (Apéndice 1 al presente Anexo) se ajusta al formato de la metodología genérica utilizada para el cálculo de los requisitos espectrales terrenales de las IMT-2000 (Recomendación UIT-R M.1390). La utilización de esta metodología puede adaptarse a aplicaciones específicas seleccionando los oportunos valores para la aplicación móvil terrenal de que se trate. Se utilizó asimismo un modelo basado en una solución urbana genérica (véase el Apéndice 2 al presente Anexo).

Los valores seleccionados para las aplicaciones PPDR deben tener en cuenta asimismo el hecho de que la PPDR utiliza tecnologías y aplicaciones diferentes (incluidos los modos de despacho y directo).

2.2 Datos de entrada necesarios

El modelo basado en la Recomendación UIT-R M.1390 y el modelo urbano genérico requieren una serie de valores de entrada que pueden clasificarse como de entorno, tráfico o sistemas de red. Al aplicar un modelo a la PPDR, los principales elementos de datos requeridos son:

- la identificación de las categorías de usuario PPDR, por ejemplo la policía, los bomberos y las ambulancias;
- el número de usuarios de cada categoría;

- el número estimado de cada una de las categorías de usuario activas durante la hora cargada;
- el tipo de información transmitida, por ejemplo voz, mensajes de estado y telemetría;
- la superficie típica que ha de cubrir el sistema en estudio;
- el tamaño medio de la célula de las estaciones de base de la zona;
- el patrón de reutilización de frecuencias;
- grado de servicio;
- la tecnología utilizada en la anchura de banda del canal de RF;
- el número de habitantes de la ciudad.

2.3 Validez de la metodología

2.3.1 Discusión

Durante el periodo de estudios del UIT-R 2000-2003 se clarificaron diversos aspectos de la metodología, las hipótesis inherentes al modelo presentado, su temporización, método de cálculo, reutilización de frecuencias, posibilidad de separar los cálculos de la PPDR, las situaciones urbanas frente a las rurales, y el carácter de los entornos de operación.

Específicamente, se plantearon las siguientes cuestiones relativas a la metodología:

- a) ¿Aplicabilidad de la metodología de las IMT-2000 a la PPDR?
- b) ¿Sustitución de las zonas geográficas (por ejemplo, urbanas, interiores a edificios, etc.) de la metodología de las IMT-2000 por categorías de servicios (BE, WB y BB)?
- c) ¿Utilización de las hipótesis del Informe PSWAC⁴ relativas a la evolución del tráfico para las PPDR?
- d) ¿Tratamiento conjunto del tráfico para la PP y las DR?
- e) ¿Utilización de configuraciones/puntos calientes celulares en la estimación de los requisitos espectrales de la PPDR?
- f) ¿Aplicabilidad de las metodologías a las operaciones de modo directo/símplex?

⁴ United States Public Safety Wireless Advisory Committee (*Comité Asesor de las Comunicaciones Inalámbricas de Seguridad Pública de los Estados Unidos de América*), Adjunto D, Spectrum Requirements Subcommittee Report (*Informe del Subcomité de Requisitos Espectrales*) septiembre de 1996.

En relación con las citadas cuestiones deben efectuarse las siguientes puntualizaciones:

- 1 Aunque el documento se basa en la metodología utilizada para las IMT-2000, el método es susceptible de incluir todas las tecnologías desde la simplex hasta la celular e incluso otras más complejas. Se requerirán labores adicionales para establecer la adecuada clasificación de las categorías de los entornos de servicio (por ejemplo, bomberos, policías, servicios de urgencias médicas y los sistemas de modelos para dichos entornos, a fin de efectuar los cálculos necesarios para cada tipo de uso y tecnología.
- 2 Los términos del cálculo de los requisitos espectrales para las actividades de protección pública podrían separarse de las actividades de operaciones de socorro, con valores de parámetros independientes y adecuados e hipótesis aplicables a cada caso. No obstante, hay casos en que los equipos de protección pública utilizados en las operaciones rutinarias de carácter cotidiano, pueden utilizarse asimismo en situaciones de catástrofe. En tales casos, debería definirse algún medio de evitar duplicar los cálculos de los requisitos espectrales.
- 3 En la consideración de los entornos de servicio (o sea: banda estrecha, banda amplia y banda ancha) se observó que los utilizados para las IMT-2000 podrían tener también cierta aplicabilidad en las comunicaciones de PPDR.

2.3.2 Estudio de validez

Hubo una administración que llevó a cabo un estudio de validez de los resultados predichos por esta metodología. Esto se efectuó introduciendo en una hoja de cálculo los parámetros de un sistema PPDR de banda estrecha en funcionamiento y verificando que la cantidad de espectro predicha coincidía con la realmente utilizada por el sistema. Se concluyó la validez de esta metodología, siempre que se utilizase con corrección y cuidado. Se alcanzó asimismo la conclusión de que, aun sin validar con mediciones reales, se podría inferir que el modelo funciona igualmente bien en banda amplia y en banda ancha, siempre que los parámetros de entrada se seleccionen y apliquen con cuidado. Otra administración comunicó que, en un estudio similar en el que los ejemplos se desarrollaron para ciudades típicas, se obtuvieron estimaciones espectrales coherentes con otros ejemplos comunicados anteriormente. Utilizando dos ejemplos de aplicación de la metodología – uno referido a una ciudad de tamaño medio y otro a una zona industrial – se alcanzó la conclusión de que el método resultaba adecuado para la evaluación de necesidades espectrales de las radio-comunicaciones PPDR.

2.4 Parámetros críticos

Al evaluar la validez de la metodología se identificaron varios parámetros críticos que deben seleccionarse cuidadosamente. Algunas administraciones realizaron estudios para calcular los requisitos espectrales de los sistemas móviles terrestres terrenales que pusieron de manifiesto que los parámetros de entrada de mayor influencia son los siguientes:

- radio de la célula/reutilización de frecuencias;
- número de usuarios.

Los resultados de los estudios muestran una fuerte dependencia de los parámetros de la arquitectura celular. Estos estudios indican que las variaciones del radio de la célula afectan significativamente a los cálculos espectrales. Aunque la reducción del tamaño del radio de la célula incrementa la reutilización de espectro, reduciendo por consiguiente el requisito espectral, el costo de la infraestructura aumenta asimismo significativamente. Se aplican consideraciones similares a otros parámetros, por ejemplo la utilización de células divididas en sectores disminuye el espectro necesario en un factor de tres. Por estas razones resulta aconsejable la realización de estudios detallados de las estructuras celulares antes de la especificación final del espectro que ha de reservarse para la PPDR.

Al preparar la estimación de las cantidades espectrales, será necesario consensuar los datos de entrada de la metodología genérica. Teniendo en cuenta la sensibilidad de los resultados para estos parámetros tan críticos, los datos de entrada necesitarán seleccionarse cuidadosamente, equilibrando la cantidad de espectro buscado y el costo de infraestructura. Los países que necesiten menos espectro que la cantidad total identificada tendrán más libertad en el diseño de la red, y en la determinación del grado de reutilización de frecuencias y de los costos de infraestructura.

2.5 Extrapolación del límite superior

Corea llevó a cabo un análisis paramétrico del resultado de los cálculos espectrales efectuados en Bhopal, Ciudad de México, y Seúl. El análisis utilizó asimismo datos de otras ciudades obtenidos de colaboraciones al trabajo del UIT-R. El análisis paramétrico proporcionó información sobre los requisitos espectrales de la PPDR y puso de manifiesto que si se consideraba el caso más desfavorable o la situación de mayor densidad de usuarios, se necesitaría un máximo de 200 MHz (Banda estrecha: 40 MHz, Banda amplia: 90 MHz, Banda ancha: 70 MHz) para el requisito espectral de la PPDR correspondiente al punto 1.3 del orden del día de la CMR-03.

3 Resultados

3.1 Resultado de las estimaciones de la cantidad de espectro necesario para las PPDR para el año 2010

A continuación se ofrece un resumen de los resultados de las estimaciones espectrales correspondientes a los escenarios de PPDR presentados por ciertas administraciones utilizando la metodología de cálculo espectral propuesta. Los datos de la última fila se obtuvieron, sin embargo, a partir de otros varios métodos.

Los Estados Unidos de América proporcionaron sus actuales designaciones espectrales para PPDR sin utilizar la metodología propuesta. Los Estados Unidos de América comunicaron que habían designado un total de 35,2 MHz de espectro para que las utilizaran las agencias PPDR locales y estatales en aplicaciones de banda estrecha. Además, se designaron en dicho país 12 MHz de espectro para aplicaciones PPDR de banda amplia y 50 MHz de espectro para aplicaciones PPDR de banda ancha. Los Estados Unidos de América continúan revisando sus decisiones espectrales para determinar si la designación del espectro ha sido adecuada para las aplicaciones PPDR estatales y locales.

Situación	Banda estrecha (MHz)	Banda amplia (MHz)	Banda ancha (MHz)	Total (MHz)
Delhi	51,8	3,4	47,6	102,8
Bhopal	24	5,2	32,2	61,4
Seúl	15,1	90,5	69,2	174,8
Ciudad de México	46,2	39,2	50,2	135,6
París	16,6	32,6	-	-
Ciudad media (Italia, penetración elevada)	21,1	21,6	39,2	81,9
Ciudad media (Italia, penetración elevada)	11,6	11,4	39,2	62,2
Zona industrial (Italia)	3,0	3,0	39,2	45,2
Estados Unidos de América	35,2	12	50,0	97,2

3.2 Análisis de los resultados

Los totales consignados en el Cuadro anterior cubren todas las aplicaciones PPDR y los requisitos tanto de enlace ascendente como de enlace descendente. Los resultados varían entre 45 MHz y 175 MHz. Estos resultados se han comparado con la situación nacional actual y con la prevista, teniendo en cuenta todo el espectro que necesitan los usuarios PPDR.

Hay varias razones que justifican la amplitud del intervalo de las estimaciones espectrales. En primer lugar, los estudios realizados para obtener estos resultados pusieron de manifiesto que las estimaciones espectrales dependen sobremanera de la densidad y del índice de penetración. En segundo lugar, las administraciones basaron sus cálculos espectrales en los escenarios que consideraron más adecuados. Por ejemplo, Corea basó sus cálculos espectrales en los requisitos de usuario correspondientes al caso más desfavorable y a la mayor densidad de usuarios, Italia optó por examinar las necesidades espectrales de la PPDR de una ciudad italiana típica de tamaño medio. Otras administraciones seleccionaron otros escenarios.

Muchos países no contemplan la separación física de las redes PP y DR en su territorio y por consiguiente interpretan la armonización mundial/regional como aplicable a los requisitos PP y DR simultáneamente. Otros países, no obstante, pueden haber optado por calcular los requisitos espectrales de la PP y de la DR por separado.

Apéndice 1 al Anexo 4

Metodología de cálculo de los requisitos espectrales terrenales de la protección pública y operaciones de socorro

1 Introducción

La función de este Apéndice es presentar una previsión inicial del espectro necesario para la protección pública y operaciones de socorro (PPDR) para el año 2010. Se ha elaborado una metodología de cálculo del espectro ajustada a la metodología de la UIT para el cálculo de los requisitos espectrales de las IMT-2000 debido a las diferencias entre los usuarios inalámbricos comerciales y los usuarios inalámbricos de PPDR, se proponen métodos alternativos para el cálculo de los índices de penetración de los usuarios PPDR y se definen entornos operativos de PPDR. Se proponen asimismo metodologías para definir la capacidad neta del sistema PPDR y la calidad del servicio de la PPDR.

El análisis se basa en las tecnologías inalámbricas actuales de la PPDR y en la tendencia prevista para la demanda de aplicaciones avanzadas. A partir de ahí, se puede efectuar una previsión inicial de la cantidad de espectro necesario para servicios de telecomunicación avanzada específicos hasta el año 2010.

2 Servicios avanzados

Los servicios avanzados que probablemente estén disponibles para la comunidad PPDR para el año 2010 son los siguientes:

- despacho de voz;
- interconexión telefónica;
- mensajes simples;
- proceso de transacciones;
- imágenes simples (facsimilar, instantáneas);
- acceso remoto a ficheros para procesos de decisión;
- acceso a Internet/Intranet;
- vídeo lento;
- vídeo de movimiento completo;
- servicios multimedia como la videoconferencia.

A Modelo de predicción del espectro

Este modelo de predicción del espectro se ajusta a la metodología de predicción de los requisitos espectrales de las IMT-2000 (Recomendación UIT-R M.1390).

Los pasos a seguir son los siguientes:

Paso 1: Identificar el área geográfica en la que se aplicará el modelo.

Paso 2: Identificar el número de personas dedicadas a la PPDR.

Paso 3: Identificar los servicios avanzados utilizados por la comunidad PPDR hasta el año 2010.

Paso 4: Cuantificar los parámetros técnicos aplicables a cada uno de los servicios avanzados.

Paso 5: Predecir las necesidades espectrales de cada uno de los servicios avanzados.

Paso 6: Predecir las necesidades espectrales de PPDR hasta el año 2010.

Véase en el Adjunto A la comparación entre la metodología PPDR propuesta y la metodología de la Recomendación UIT-R M.1390. Véase en el Adjunto B el diagrama de flujo de la metodología PPDR propuesta.

B Área geográfica

Determinar el número de usuarios PPDR en el área estudiada.

En este modelo no se necesita investigar la demanda espectral de todo un país. Las áreas de interés serán una o más de las regiones metropolitanas más importantes de cada país. La densidad de población es máxima en dichas áreas. La proporción entre el personal de PPDR y la población general se espera sea máxima aquí también. Por consiguiente, la demanda de recursos espectrales debe ser máxima en las áreas metropolitanas de mayor importancia. Esto es similar a lo que ocurre con la metodología de las IMT-2000 en la que sólo se consideran la geografía y el entorno de las contribuciones más importantes a los requisitos espectrales.

Es necesario definir con claridad los límites geográficos y/o políticos del área metropolitana estudiada. Podría tratarse de los límites políticos de la ciudad o de la ciudad y las poblaciones aledañas y/o condados del área metropolitana. Es necesario obtener los datos generales de la población del área metropolitana. Esto debería ser fácil de conseguir en el padrón de habitantes.

En vez de utilizar la densidad general de población (habitantes/km²), deben determinarse los índices de población y penetración de la PPDR. Debe definirse la población de PPDR comprendida en los límites geográficos y políticos del área estudiada, y dividirse por la superficie correspondiente para determinar la densidad de usuarios PPDR (PPDR/km²).

Hay que determinar el área de la célula representativa (radio, geometría) para cada uno de los entornos operativos del área geográfica en estudio. Ésta depende de la densidad de población, del diseño de la red y de la tecnología de la red. Las redes PPDR tienden a utilizar dispositivos de mayor potencia y células de mayor radio que los sistemas comerciales.

Aplicar la metodología A de las IMT-2000:

Definir los límites geográficos y la superficie (km²) de cada entorno.

C Entornos operativos y entornos de servicio

En la metodología para el cálculo de los requisitos espectrales de las IMT-2000, el análisis se efectúa sobre entornos operativos físicos. Estos entornos presentan grandes diferencias en cuanto a geometría celular y/o densidad de población. La densidad de población de la PPDR es muy inferior a la densidad de población general. Las redes PPDR suelen proporcionar servicios inalámbricos en todos los entornos físicos desde una o más redes de área extensa. Este modelo define «entornos de servicio» con servicios de grupo en función del tipo de red de telecomunicación inalámbrica PPDR: banda estrecha, banda amplia y banda ancha. Muchos de los servicios se entregan actualmente, y seguirán entregándose, a través de redes que utilizan canales de banda estrecha (con una anchura de banda de 25 kHz o incluso menos). Se incluyen el despacho de voz, el proceso de transacciones y las imágenes simples. Servicios más avanzados como el acceso Internet/Intranet y el vídeo lento requerirán un canal de banda ancha (50 a 250 kHz) para entregar estos servicios de mayor contenido. El vídeo de movimiento completo y los servicios multimedia requerirán canales muy anchos (de 1 a 10 MHz) para entregar imágenes en tiempo real. Estos tres «entornos de servicio» se desplegarán probablemente como redes independientes solapadas con distintas geometrías de célula y distintas tecnologías de red y de abonado.

Hay que definir asimismo los servicios ofrecidos en cada «entorno de servicio».

Versión modificada de la metodología A1, A2, A3, A4 y B1 de las IMT-2000:

Definir «entorno de servicio», es decir, banda estrecha, banda amplia o banda ancha.

Determinar el sentido de los cálculos para cada entorno; enlace ascendente, enlace descendente o combinado.

Determinar la geometría celular media/típica para cada entorno de «servicio».

Calcular el área de la célula representativa de cada entorno de «servicio».

Definir los servicios ofrecidos en cada «entorno de servicio» y la velocidad binaria neta de usuario para cada uno de ellos.

D La población PPDR

¿Quiénes son los usuarios PPDR? Se trata del personal que responde a las emergencias cotidianas y a las catástrofes. Normalmente se trata del personal de protección pública agrupado en categorías de misiones, como policía, bomberos y personal médico de urgencia. Para las catástrofes, puede ampliarse el círculo de los implicados para incluir otro personal de la administración y civiles. Todo este personal PPDR utilizaría servicios de telecomunicaciones PPDR durante la emergencia o catástrofe. Los usuarios PPDR pueden agruparse en categorías con patrones similares de utilización de las comunicaciones inalámbricas, es decir la hipótesis consiste en que los usuarios agrupados en el personal de categoría «policía» tendría una demanda de servicios de telecomunicaciones similar.

En este modelo, las categorías sólo se utilizan para agrupar usuarios PPDR con índices similares de utilización del servicio inalámbrico. O sea, para la policía, cada agente puede tener un equipo de radiocomunicaciones, de modo que el índice de penetración inalámbrica para la policía es del 100%. Para el personal de ambulancias, puede haber dos personas asignadas a una ambulancia pero un solo equipo de radiocomunicaciones, de modo que el índice de penetración es tan sólo del 50% para los equipos de ambulancias. El índice de penetración actual puede calcularse fácilmente si se conoce el número de estaciones móviles y portátiles. Se trata sencillamente de la relación entre el número de equipos de radiocomunicaciones desplegados y el número de usuarios PPDR de dicha categoría.

Es preciso determinar el volumen de usuarios PPDR. Este número puede determinarse para cada una de las categorías de usuarios PPDR; policía, fuerzas de orden público, bomberos, personal de urgencias médicas, etc. Estos datos pueden obtenerse de las autoridades metropolitanas competentes o de las agencias de PPDR. Estos datos pueden obtenerse asimismo de diversas fuentes públicas, entre ellas los presupuestos anuales, los datos de los padrones de habitantes y los informes publicados por las autoridades competentes nacionales y locales.

Estos datos pueden presentarse en varios formatos, que deben convertirse en los totales de cada fuente para cada una de las categorías PPDR en la zona estudiada.

- Algunos datos pueden presentarse como total de usuarios PPDR específicos de una subdivisión política; por ejemplo, la ciudad A con una población de nnnnn tiene AA agentes de policía, BB bomberos, CC conductores de ambulancia, DD policías de tráfico, EE policía municipal, y FF personal civil de apoyo.
- Otros datos pueden presentarse como porcentajes de la población total; por ejemplo, hay XXX agentes de policía por cada 100.000 habitantes. Estos deberían multiplicarse por el número de habitantes de la zona estudiada para calcular el total correspondiente a cada categoría PPDR.

Emergencia y socorro en caso de catástrofe

- Puede haber varios niveles de gobierno en la zona estudiada. Hay que combinar los totales de PPDR correspondientes a cada una de las categorías. La policía local, la policía del condado, la policía estatal y la policía federal podrían combinarse en una única categoría de policía. La hipótesis es que todo el personal de la categoría «policía» tiene demandas similares de servicios de telecomunicaciones.

Ejemplo de categorías PPDR:

Policía ordinaria	Bomberos	Servicios de asistencia médica de urgencia (SAMU)
Funciones de policía especial	Bomberos a tiempo parcial	Refuerzo civil de los SAMU
Refuerzo civil de policía	Refuerzo civil de los bomberos	
Funcionarios generales de la administración	Otros usuarios PPDR	

Las proyecciones del crecimiento del número de habitantes y los aumentos planificados del personal de PPDR pueden utilizarse para estimar el número futuro del personal de PPDR del área estudiada en 2010. El análisis del área estudiada puede mostrar que algunas de sus ciudades no ofrecen hoy en día servicios avanzados PPDR aunque tienen proyectado entregar dichos servicios dentro de los próximos diez años. La proyección del crecimiento puede consistir sencillamente en la aplicación de las cifras de densidad de población de usuarios PPDR que sean mayores en las ciudades que utilizan hoy en día servicios inalámbricos avanzados en el área estudiada, a todas las partes del área de estudio.

Versión modificada de la metodología B2 de las IMT-2000:

Determinar la densidad de población de PPDR en la zona estudiada.

- Calcular para cada una de las categorías de misión de usuario PPDR o para los grupos de usuario PPDR con patrones de utilización de servicios similares.

E Índices de penetración

En vez de utilizar los índices de penetración de los análisis de los mercados inalámbricos comerciales, deben determinarse índices de penetración de la PPDR para los servicios de telecomunicaciones inalámbricos actuales y futuros. Se prevé que los estudios del UIT-R sobre PPDR faciliten alguno de estos datos. Un método consistiría en determinar el índice de penetración de cada uno de los servicios de telecomunicación en cada una de las categorías PPDR definidas anteriormente y convertirlos a continuación en el índice de penetración PPDR compuesto correspondiente a cada uno de los servicios de telecomunicación de cada entorno.

Versión modificada de la metodología IMT-2000 B3, B4:

Calcular la densidad de población PPDR.

- Calcularla para cada categoría de usuario de PPDR.

Determinar el índice de penetración para cada servicio en cada entorno.

Determinar los usuarios/célula de cada servicio en cada entorno.

F Parámetros de tráfico

El modelo propuesto se ajusta a la metodología IMT-2000. Los parámetros de tráfico utilizados en los ejemplos siguientes representan la media para todos los usuarios PPDR. No obstante, estos parámetros de tráfico podrían calcularse asimismo para categorías PPDR individuales y combinarse para calcular el tráfico/usuario compuesto. Muchos de estos datos se determinaron en la PSWAC y estos datos de tráfico de hora cargada se utilizarán en los ejemplos presentados a continuación. Los «intentos de llamada en hora cargada» se definen como la relación entre el número total de llamadas/sesiones conectadas en la hora cargada y el número total de usuarios PPDR en la zona estudiada durante la hora cargada. Gran parte de estos datos se determinaron en la PSWAC y estos datos de tráfico de hora cargada se utilizarán en los ejemplos siguientes. Se supone que el factor de actividad es 1 en todos los servicios, incluidos los servicios vocales PPDR. Los actuales sistemas PPDR no utilizan vocodificadores locales con transmisión vocal discontinua, de modo que la voz PPDR ocupa de modo continuo el canal siendo el factor de actividad local PPDR igual a 1.

Utilizar la metodología B5, B6 y B7 de las IMT-2000:

Determinar los intentos de llamada en hora cargada por usuario de PPDR para cada uno de los servicios de cada uno de los entornos.

Determinar la duración eficaz de la llamada/sesión.

Determinar el factor de actividad.

Calcular el tráfico en hora cargada por usuario de PPDR.

Calcular el tráfico ofrecido/célula (E) para cada uno de los servicios de cada uno de los entornos.

Emergencia y socorro en caso de catástrofe

Ejemplos de perfiles de tráfico del Informe PSWAC:

PSWAC resumen de los perfiles de tráfico		Entrada (E)	Salida (E)	Total (E)	(s)	Relación de hora cargada a hora normal	Flujo continuo de bit/s (4 800 bit/s)
Voz	Hora cargada actual	0,0073484	0,0462886	0,0536370	193,1	4,00	85,8
	Hora normal actual	0,0018371	0,0115722	0,0134093	48,3		21,5
	Hora cargada futura	0,0077384	0,0463105	0,0540489	194,6	4,03	86,5
	Hora normal futura	0,0018321	0,0115776	0,0134097	48,3		21,5
Datos	Hora cargada actual	0,0004856	0,0013018	0,0017874	6,4	4,00	2,9
	Hora normal actual	0,0001214	0,0003254	0,0004468	1,6		0,7
	Hora cargada futura	0,0030201	0,0057000	0,0087201	31,4	4,00	14,0
	Hora normal futura	0,0007550	0,0014250	0,0021800	7,8		3,5
Estado	Hora cargada actual	0,0000357	0,0000232	0,0000589	0,2	4,01	0,1
	Hora normal actual	0,0000089	0,0000058	0,0000147	0,1		0,0
	Hora cargada futura	0,0001540	0,0002223	0,0003763	1,4	3,96	0,6
	Hora normal futura	0,00	0,00	0,00	0,34		0,15
Imágenes	Hora cargada futura	0,0268314	0,0266667	0,0534981	192,6	4,00	85,6
	Hora normal futura	0,0067078	0,0066670	0,0133748	48,1		21,4

G Funciones de calidad de servicio de la PPDR

La metodología de las IMT-2000 parte de los datos de tráfico ofrecido/célula, lo convierte en número de canales de tráfico necesarios para transportar dicha carga en una agrupación de reutilización de células típica y, a continuación, aplica las formulas de grado de servicio para determinar el número de canales de servicio necesarios en una célula típica. Aquí se propone la misma metodología, aunque los factores utilizados en las redes PPDR son sensiblemente diferentes.

En los sistemas PPDR el patrón de reutilización es normalmente mucho mayor que el de los servicios inalámbricos comerciales. Los servicios inalámbricos comerciales suelen estar diseñados para utilizar dispositivos de baja potencia con control de potencia en un entorno de interferencia limitada. Los sistemas PPDR suelen diseñarse normalmente para estar limitados en cuanto a «cobertura» o «ruido». Muchos sistemas PPDR utilizan una combinación de dispositivos de alta potencia a bordo de vehículos y de dispositivos manuales de baja potencia, sin control de potencia. Por consiguiente la separación o distancia de reutilización es muy superior en los sistemas PPDR, en el intervalo de 12 a 21.

La modularidad tecnológica de los sistemas PPDR también suele ser diferente a la de los sistemas comerciales. Puede haber dos o más redes que cubran la misma zona geográfica en distintas bandas de frecuencias, dando soporte al personal PPDR de distintos niveles de la administración o en diferentes categorías PPDR (las redes federales pueden ser independientes de las redes locales; las redes de la policía pueden ser independientes de las de los bomberos). El resultado es que estas redes tienen menos recursos de canal por célula.

Las redes PPDR suelen estar diseñadas para índices de coberturas superiores, de 95 a 97%, porque se intenta cubrir todos los entornos operativos desde una red fija. Las redes comerciales que cuentan con una fuente de ingresos, pueden adaptar constantemente sus instalaciones a las necesidades cambiantes de los usuarios. Las redes PPDR, financiadas con dinero público, suelen someterse a un mínimo de modificaciones, en cuanto a posición de las células o canales de servicio por célula, a lo largo de su vida útil que es de 10 a 20 años.

En los servicios PPDR, la disponibilidad de los canales debe ser muy elevada incluso durante las horas cargadas, por la inmediata necesidad de transmitir información crítica que a veces es vital para la supervivencia. Las redes PPDR se diseñan para niveles de velocidad de llamada inferiores, <1%, ya que el personal PPDR necesita el acceso inmediato a la red en las situaciones de emergencia. Aunque gran parte de las conversaciones y transacciones de datos de carácter rutinario pueden esperar varios segundos para obtener una respuesta, muchas situaciones PPDR son de gran tensión y requieren la inmediata disponibilidad y respuesta del canal.

La carga varía considerablemente entre las distintas topologías de red PPDR y las distintas situaciones PPDR. La policía y los bomberos pueden requerir en muchas situaciones que se establezcan canales separados para el interfuncionamiento en el lugar de los hechos con una carga muy baja, <10%. Los sistemas móviles convencionales de radioenlaces de canal único, que se siguen utilizando hoy en día, suelen

funcionar con una carga del 20 al 25% porque podría producirse un bloqueo inaceptable con una carga superior. Los grandes sistemas de concentración de 20 canales, que reparten la carga en todos los canales disponibles, con una mezcla de usuarios críticos y no críticos, pueden ser capaces de funcionar a niveles admisibles para operaciones PPDR críticas con una carga en hora cargada del 70-80%.

La repercusión neta hace que el factor Erlang B para una red PPDR media sea superior, aproximadamente 1,5, en vez de los valores entre 1,1 y 1,2 que exhiben los servicios comerciales con una cobertura del 90% y un bloqueo del 1%.

Aplicar la metodología B8 de la IMT-2000:

Requisitos únicos de la PPDR:

Bloqueo = <1%

Modularidad = ~ 20 canales por célula por red, lo que resulta en un elevado factor Erlang B de aproximadamente 1,5.

Formato de célula de reutilización de frecuencia

= 12 para estaciones móviles o personales de potencia similar,

= 21 para una mezcla de estaciones móviles y personales de potencia alta/baja.

Determinar el número de canales de servicio necesarios en cada uno de los servicios de cada uno de los entornos de «servicio» (BE, WB, BB).

H Cálculo del tráfico total

El modelo propuesto se ajusta a la metodología de las IMT-2000. La velocidad binaria neta de usuario PPDR debería incluir la velocidad de datos sin procesar, el factor de tara y el factor de codificación. Esto depende de la tecnología escogida para cada uno de los servicios.

Se codifica la información para reducir o comprimir el contenido, lo que minimiza la cantidad de datos a transmitir en un canal RF. La voz, que puede codificarse a una velocidad de 64 kbit/s o de 32 kbit/s en las aplicaciones de cable, se codifica a velocidades inferiores a 4800 bit/s en las aplicaciones PPDR con despacho de voz. Cuanta más información se comprime más importante es cada bit y más importancia cobra la función de corrección de errores. Son normales las velocidades de codificación de errores comprendidas entre 50% y 100% del contenido de la información. Las velocidades de transmisión superiores en entornos de propagación multitrayecto troceado de un canal RF requieren funciones adicionales de sincronización y ecualización, y utilizan capacidad adicional. Otras funciones de acceso a la red y de control necesitan asimismo transportarse junto con la información útil (identidad de la unidad, funciones de acceso a la red, encriptación).

Los sistemas PPDR que funcionan hoy en día utilizan el 50-55% de la velocidad binaria transmitida para corrección de errores y taras.

Por ejemplo: una tecnología para transmitir voz en canales de banda estrecha puede tener una velocidad de salida del vocodificador de 4,8 kbit/s con una proporción de corrección de errores en recepción sin canal de retorno (FEC) de 2,4 kbit/s y el protocolo puede obtener otros 2,4 kbit/s de señalización de tara y de bits de información a una velocidad binaria neta de usuario de 9,6 kbit/s.

Utilizar la metodología C1, C2 y C3 de las IMT-2000:

Definir la velocidad binaria neta de usuario, los factores de tara y los factores de codificación para cada uno de los servicios de cada uno de los entornos de «servicio».

Convertir los canales de servicio de B8 a un criterio por célula.

Calcular el tráfico total (Mbit/s) para cada uno de los servicios de cada entorno de «servicio».

I Capacidad neta del sistema

La capacidad neta del sistema es una medida importante de la exigencia espectral de un sistema de telecomunicaciones inalámbrico. El cálculo de la capacidad neta del sistema produce la máxima capacidad del sistema posible en la banda espectral estudiada.

El modelo propuesto se ajusta a la metodología de las IMT-2000. No obstante, el cálculo de la capacidad neta del sistema PPDR debe basarse en tecnologías PPDR típicas, bandas de frecuencias de PPDR y patrones de reutilización de PPDR, y no en el modelo GSM utilizado en la metodología de las IMT-2000.

El Adjunto C contiene un análisis de varias tecnologías PPDR utilizadas actualmente comparadas con atribuciones espectrales PPDR existentes. Estos ejemplos muestran la capacidad máxima del posible sistema a efectos de estimar futuros requisitos espectrales. Hay muchos más requisitos de usuarios y factores de atribución de espectro que no se incluyen aquí y que afectan al despliegue funcional y operacional de la red, la selección de la tecnología y la eficacia espectral resultante de la red.

Utilizar la metodología C4, C5 de las IMT-2000:

Seleccionar varias tecnologías de red PPDR.

Seleccionar varias bandas de frecuencias representativas.

Utilizar los mismos formatos de cálculo que el modelo GSM.

Calcular las capacidades netas del sistema para la tecnología de radiocomunicaciones móviles terrestres de la PPDR.

J Cálculos espectrales

El modelo propuesto se ajusta a la metodología de las IMT-2000.

Es muy probable que en las redes PPDR coincidan las horas cargadas y por este motivo el factor alfa será 1,0.

Probablemente el número de personas de PPDR crecerá con la población. Es probable asimismo que la demanda de servicios PPDR crezca siguiendo una tendencia similar a la de la demanda de servicios de telecomunicaciones inalámbricos comerciales.

En este caso puede otorgarse al factor beta un valor mayor que 1,0, pudiendo incluirse el factor de crecimiento en los cálculos de la capacidad neta del sistema.

Utilizar la metodología D1, D2, D3, D4, D5 y D6 de las IMT-2000:

Definir el factor alfa = 1.

Definir el factor beta = 1 (incluir el crecimiento en la capacidad neta del sistema, ignorar otros efectos externos en los cálculos del ejemplo).

Calcular la necesidad espectral de cada uno de los servicios en cada uno de los entornos de «servicio».

Sumar las necesidades espectrales de cada entorno de «servicio» (BE, WB, BB).

Sumar las necesidades espectrales totales.

Ejemplos

Véase en el Adjunto E un ejemplo detallado de voz en banda estrecha que utiliza datos de Londres obtenidos del Adjunto D. El Adjunto F contiene el resumen del cálculo de los ejemplos de voz en banda estrecha, de mensajes e imágenes para Londres y Nueva York y de datos de banda amplia y vídeo lento para Nueva York.

Conclusión

Se ha demostrado que la metodología de las IMT-2000 (Recomendación UIT-R M.1390) puede adaptarse al cálculo de los requisitos del sistema de comunicaciones (o aplicaciones) de protección pública y operaciones de socorro (PPDR). Se han proporcionado métodos para determinar la población de usuarios PPDR y los índices de penetración del servicio. Se han definido entornos de «servicio» sobre los que calcular los requisitos espectrales de PPDR. Se han identificado los factores necesarios para adaptar la metodología de las IMT-2000 a un método PPDR, y se ha desarrollado una metodología para definir la capacidad neta del sistema PPDR.

**Adjunto A
al Apéndice 1 del Anexo 4**

Comparación entre el método propuesto para el cálculo de los requisitos espectrales de PPDR y la metodología de las IMT-2000

Metodología de las IMT-2000 (Rec. UIT-R M.1390)	Metodología de las IMT-2000	Metodología propuesta para la PPDR
A Geografía		
A1 Entorno operativo Combinación de usuarios móviles. Normalmente se analizan exclusivamente las contribuciones más importantes	A1 Considerar los tres entornos típicos con distintas densidades de usuarios: zona urbana e interiores de edificios, usuarios peatones y usuarios a bordo de vehículos	A1 La densidad de usuarios PPDR es muy inferior y más uniforme. Los usuarios PPDR se trasladan de un entorno a otro mientras atienden las emergencias. Los sistemas PPDR se suelen diseñar para cubrir todos los entornos (es decir la red de área extensa ofrece cobertura en el interior de los edificios). En vez de analizar el entorno físico, se supone que habrá probablemente sistemas solapados que prestarán distintos servicios (banda estrecha, banda amplia, y banda ancha). Cada entorno de servicio operará probablemente en una banda de frecuencias diferente con distintas arquitecturas de red. Analizar los tres «entornos de servicio» urbanos solapados: banda estrecha, banda amplia, banda ancha
A2 Sentido del cálculo	A2 Por lo general, separar los cálculos del enlace ascendente y del enlace descendente por la asimetría de ciertos servicios	A2 Igual
A3 Zona representativa de la célula y geometría para cada tipo de entorno	A3 Radio medio de la célula y radio del vértice para las células hexagonales	A3 Igual
A4 Calcular el área de la célula típica	A4 Células omnidireccionales= $\pi \cdot R^2$ Células hexagonales = $2,6 \cdot R^2$ Hexágono de 3 sectores = $2,6/3 \cdot R^2$	A4 Igual

<p>Metodología de las IMT-2000 (Rec. UIT-R M.1390)</p>	<p>Metodología de las IMT-2000</p>	<p>Metodología propuesta para la PPDR</p>																						
<p>B Mercado y tráfico</p>																								
<p>B1 Servicios ofrecidos</p> <p>B2 Densidad de población Habitantes por unidad de superficie en cada uno de los entornos. La densidad de población varía con la movilidad</p>	<p>B1 Velocidad binaria neta de usuario (kbit/s) Para cada uno de los servicios: voz, datos de circuitos, mensajes simples, multimedia de nivel medio, multimedia de nivel alto, multimedia altamente interactivos</p> <p>B2 Usuarios potenciales por km² Relativo a la población general</p>	<p>B1 Velocidad binaria neta de usuario (kbit/s) para cada uno de los tres entornos de servicio PPDR: banda estrecha, banda amplia y banda ancha</p> <p>B2 Población total de usuarios PPDR en la superficie total considerada. Dividir la población PPDR por la superficie total para obtener la densidad de población PPDR. Los usuarios PPDR se suelen separar en categorías bien definidas por misión:</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 80%;"><i>Categoría</i></td> <td style="text-align: right;"><i>Usuario</i></td> </tr> <tr> <td>Policía ordinaria,</td> <td style="text-align: right;">25 498</td> </tr> <tr> <td>Funciones de policía especial,</td> <td style="text-align: right;">6 010</td> </tr> <tr> <td>Refuerzo civil de policía,</td> <td style="text-align: right;">13 987</td> </tr> <tr> <td>Extinción de incendios,</td> <td style="text-align: right;">7 081</td> </tr> <tr> <td>Bomberos a tiempo parcial,</td> <td style="text-align: right;">2 127</td> </tr> <tr> <td>Refuerzo civil de bomberos,</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>Servicios médicos de emergencia,</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>Refuerzo civil de SAMU,</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>Servicios generales de la administración,</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>Otros usuarios PPDR</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> </table> <p>Usuarios totales de PPDR 54 703</p> <p>Superficie en consideración. Superficie dentro de límites geográficos o políticos bien definidos. Ejemplo: Ciudad de Londres = 1 620 km² Densidad de población PPDR = Población PPDR/superficie Ejemplo: Londres = 33,8 PPDR/km²</p>	<i>Categoría</i>	<i>Usuario</i>	Policía ordinaria,	25 498	Funciones de policía especial,	6 010	Refuerzo civil de policía,	13 987	Extinción de incendios,	7 081	Bomberos a tiempo parcial,	2 127	Refuerzo civil de bomberos,	0	Servicios médicos de emergencia,	0	Refuerzo civil de SAMU,	0	Servicios generales de la administración,	0	Otros usuarios PPDR	0
<i>Categoría</i>	<i>Usuario</i>																							
Policía ordinaria,	25 498																							
Funciones de policía especial,	6 010																							
Refuerzo civil de policía,	13 987																							
Extinción de incendios,	7 081																							
Bomberos a tiempo parcial,	2 127																							
Refuerzo civil de bomberos,	0																							
Servicios médicos de emergencia,	0																							
Refuerzo civil de SAMU,	0																							
Servicios generales de la administración,	0																							
Otros usuarios PPDR	0																							

<p>Metodología de las IMT-2000 (Rec. UIT-R M.1390)</p>	<p>B3 Índice de penetración Porcentaje de personas abonadas a un servicio dentro de un entorno. La persona puede abonarse a más de un servicio</p>	<p>Metodología de las IMT-2000</p> <p>B3 Normalmente como se muestra en B1, las filas son los servicios definidos en B1, tales como voz, datos del circuito, mensajes simples, multimedios de nivel medio, multimedios de nivel alto, multimedia altamente interactivos. Las columnas son los entornos, tales como interiores de edificios, peatones y usuarios a bordo de vehículos</p>	<p>Metodología propuesta para la PPDR</p> <p>B3 Cuadro similar. Las filas son los servicios, tales como voz, datos y vídeo. Las columnas son los «entorno de servicio», tales como banda estrecha, banda amplia, banda ancha. Se puede consignar el índice de penetración en cada «entorno de servicio» independiente para cada categoría PPDR y calcular a continuación el índice de penetración compuesto de la PPDR. Ejemplo:</p> <table border="1" data-bbox="534 149 940 785"> <thead> <tr> <th><i>Categoría</i></th> <th><i>Usuario (Voz BE)</i></th> <th><i>Penetración</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Policía ordinaria</td> <td>25 498</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Funciones de policía especial</td> <td>6 010</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Refuerzo civil de policía</td> <td>13 987</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Extinción de incendios</td> <td>7 081</td> <td>70%</td> </tr> <tr> <td>Bomberos a tiempo parcial</td> <td>2 127</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Refuerzo civil de bomberos</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Servicios médicos de emergencia</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Refuerzo civil de SAMU</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Servicios generales de la administración</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Otros usuarios PPDR</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Usuarios totales de la PPDR</td> <td>54 703</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Usuarios PPDR de voz en banda estrecha</td> <td>32 667</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>El índice de penetración de la PPDR para el «entorno de servicio» de banda estrecha y el «servicios» de voz: = Sum(Usuarios x Penetración)/sum(Usuario) = 59,7%</p>	<i>Categoría</i>	<i>Usuario (Voz BE)</i>	<i>Penetración</i>	Policía ordinaria	25 498	100%	Funciones de policía especial	6 010	10%	Refuerzo civil de policía	13 987	10%	Extinción de incendios	7 081	70%	Bomberos a tiempo parcial	2 127	10%	Refuerzo civil de bomberos	0	0	Servicios médicos de emergencia	0	0	Refuerzo civil de SAMU	0	0	Servicios generales de la administración	0	0	Otros usuarios PPDR	0	0	Usuarios totales de la PPDR	54 703		Usuarios PPDR de voz en banda estrecha	32 667	
<i>Categoría</i>	<i>Usuario (Voz BE)</i>	<i>Penetración</i>																																								
Policía ordinaria	25 498	100%																																								
Funciones de policía especial	6 010	10%																																								
Refuerzo civil de policía	13 987	10%																																								
Extinción de incendios	7 081	70%																																								
Bomberos a tiempo parcial	2 127	10%																																								
Refuerzo civil de bomberos	0	0																																								
Servicios médicos de emergencia	0	0																																								
Refuerzo civil de SAMU	0	0																																								
Servicios generales de la administración	0	0																																								
Otros usuarios PPDR	0	0																																								
Usuarios totales de la PPDR	54 703																																									
Usuarios PPDR de voz en banda estrecha	32 667																																									

Emergencia y socorro en caso de catástrofe

Metodología de las IMT-2000 (Rec. UIT-R M.1390)	Metodología de las IMT-2000	Metodología propuesta para la PPDR
<p>B4 Usuario/célula Número de abonados a un servicio dentro de una célula de un entorno</p> <p>B5 Parámetros de tráfico Número medio de intentos de llamadas en hora cargada de llamadas sesiones intentadas a/desde usuarios medios durante una hora cargada Duración eficaz de la llamada Duración media de llamada/sesión durante la hora cargada Factor de actividad Porcentaje de tiempo durante el que el recurso se utiliza realmente en una llamada/sesión. <i>Ejemplo:</i> Las ráfagas de paquetes de datos no pueden utilizar el canal durante toda la sesión. Si el vocodificador de voz no transmite datos durante la pausas vocales</p> <p>B6 Tráfico/usuario Tráfico medio generado por cada usuario durante la hora cargada</p> <p>B7 Tráfico ofrecido/célula Tráfico medio generado por todos los usuarios de una célula durante la hora cargada (3 600 s)</p>	<p>B4 Usuario/células = Densidad población × índice penetración × superficie célula</p> <p>B5 Llamadas/hora cargada s/llamada 0-100%</p> <p>B6 Segundos de llamada/usuario = Intentos hora cargada × duración llamada × factor actividad</p> <p>B7 Erlangs = Tráfico/usuario × usuario/célula/3 600</p>	<p>B4 Igual</p> <p>B5 Igual Fuente: Informe PSWAC o datos recogidos de sistemas PPDR existentes Igual Igual Más probable que el factor de actividad sea 100% para la mayor parte de los servicios PPDR</p> <p>B6 Igual</p> <p>B7 Igual</p>

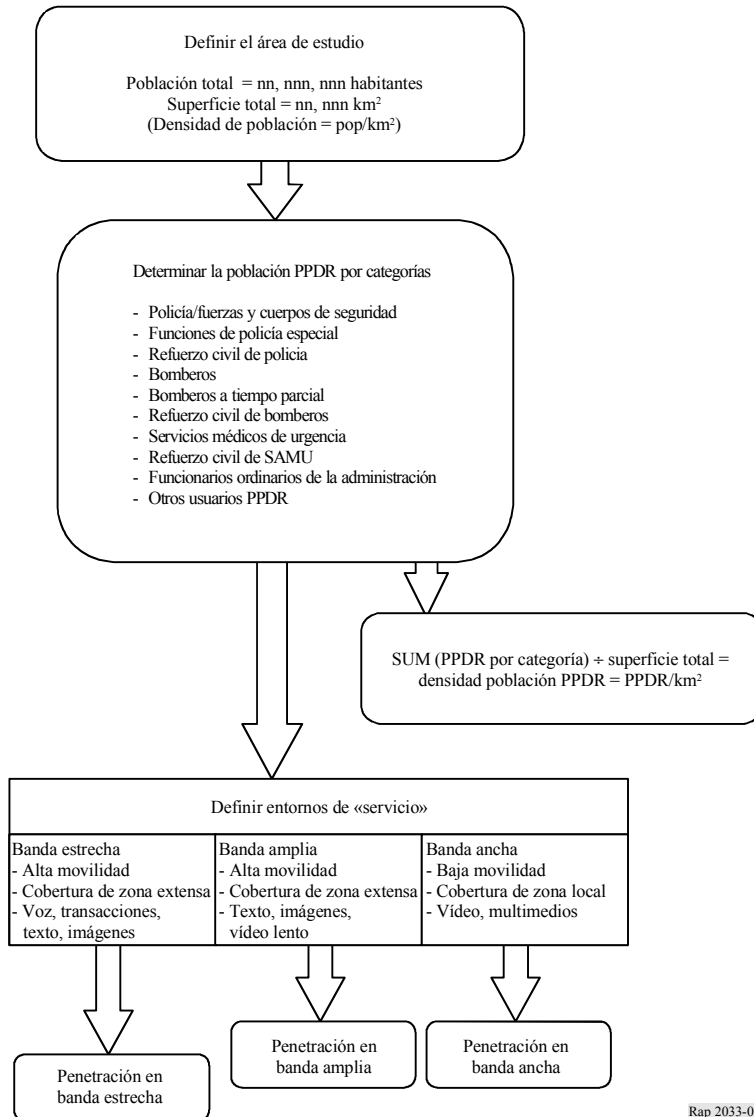
<p>Metodología de las IMT-2000 (Rec. UIT-R M.1390)</p>	<p>Metodología de las IMT-2000</p>	<p>Metodología propuesta para la PPDR</p>
<p>B8 Función de calidad de servicio El tráfico ofrecido/célula se multiplica por el tamaño típico de agrupación de células de reutilización de frecuencia y los factores de calidad de servicio (función de bloqueo) para estimar el tráfico ofrecido/ célula a un determinado nivel de calidad Tamaño del grupo</p>	<p>Reutilización celular típica = 7</p> <p>= Tráfico/célula (E) × tamaño grupo</p>	<p>Utilizar 12 para sistemas exclusivamente portátiles o exclusivamente móviles. Utilizar 21 para sistemas mixtos portátiles y móviles. En los sistemas mixtos suponer que el sistema se diseña para cobertura portátil. Los móviles de mayor potencia en células distantes lo serán probablemente, de modo que el tamaño del grupo se aumenta de 12 a 21 para proporcionar más separación Igual</p>
<p>Tráfico por grupo Canales de servicio por grupo</p>	<p>Aplicar fórmula del grado de servicio Circuito = Erlang B con bloqueo del 1% o 2% Paquete = Erlang C con retardo del 1% o 2% y relación de tiempo de retardo/retención = 0,5</p>	<p>Semejante Utilizar bloqueo del 1%. El factor Erlang B se aproximará probablemente a 1,5. Hay que considerar la fiabilidad suplementaria para los sistemas PPDR, exceso de capacidad para emergencias puntuales, y número probable de canales que se desplegarán en cada emplazamiento de antena PPDR. La modularidad tecnológica puede repercutir en el número de canales desplegados en un lugar</p>

<p>Metodología de las IMT-2000 (Rec. UIT-R M.1390)</p>	<p>Metodología de las IMT-2000</p>	<p>Metodología propuesta para la PPDR</p>
<p>C Consideraciones técnicas y del sistema</p>		
<p>C1 Canales de servicio por célula para transportar la carga ofrecida</p>	<p>C1 Canales de servicios por célula = Canales de servicios por grupo/tamaño grupo</p>	<p>C1 Igual</p>
<p>C2 Velocidad binaria del canal de servicio (kbit/s) Igual a la velocidad binaria neta de usuario más aumento adicional de carga debido a la codificación y/o señalización de tara, si no se han incluido previamente</p>	<p>C2 Velocidad binaria canal servicio = velocidad binaria neta usuario x factor tara x factor codificación Si ya se han incluido codificación y tara en velocidad binaria neta usuario, entonces factor codificación = 1 y factor tara = 1</p>	<p>C2 Igual Se pueden sumar asimismo efectos de codificación y tara Si salida de codificador = 4,8 kbit/s, FEC = 2,4 kbit/s, y tara = 2,4 kbit/s, entonces velocidad binaria canal = 9,6 kbit/s</p>
<p>C3 Calcular tráfico (Mbit/s) Tráfico total transmitido en la zona estudiada, incluido todos los factores</p>	<p>C3 Tráfico total = Canales de servicios por célula x velocidad binaria canal servicio</p>	<p>C3 Igual</p>
<p>C4 Capacidad neta del sistema Medición de la capacidad del sistema para una tecnología específica. Relacionada con la eficacia espectral</p>	<p>C4 Calcular para sistema GSM</p>	<p>C4 Calcular para sistemas móviles terrestres típicos de banda estrecha, banda amplia, y banda ancha</p>
<p>C5 Calcular para el modelo GSM Anchura de banda de canal de 200 kHz, reutilización de células 9, 8 intervalos de tráfico por portadora, dúplex por división de frecuencia (DDF) con 2 x 5,8 MHz, 2 canales de guarda, 13 kbit/s en cada intervalo de tráfico, factor de tara/codificación 1,75</p>	<p>C5 Capacidad neta del sistema para el modelo GSM = 0,1 Mbit/s/MHz/célula</p>	<p>C5 Véase en el Adjunto A varios ejemplos móviles terrestres</p>

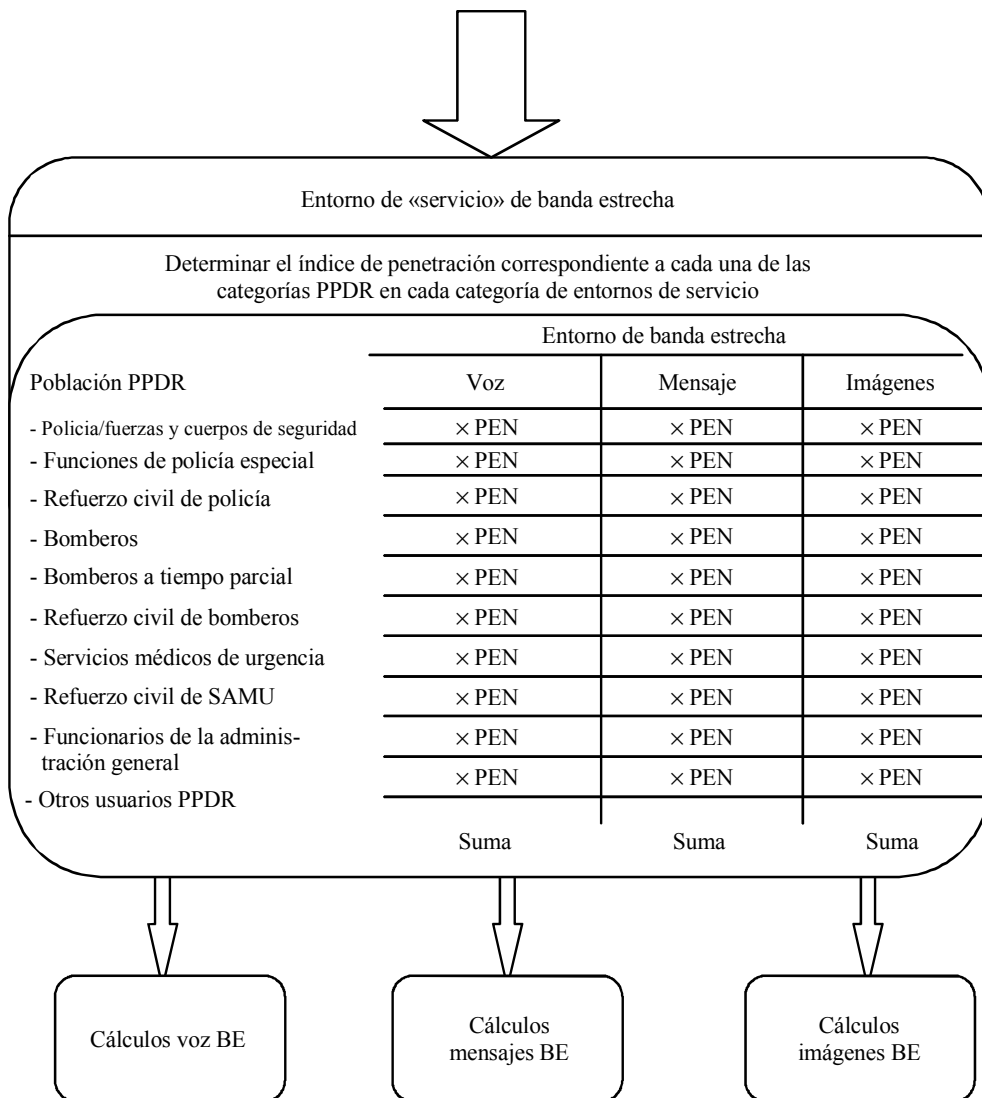
Metodología de las IMT-2000 (Rec. UIT-R M.1390)	Metodología de las IMT-2000	Metodología propuesta para la PPDR
D Resultados espectrales		
D1-D4 Calcular componentes individuales (cada una de las células en servicio para la matriz de entornos)	D1-D4 Frecuencia = Tráfico/Capacidad neta del sistema para cada uno de los servicios de cada entorno	D1-D4 Similar, calcular para cada célula en servicio contra la matriz de «entornos de servicio»
D5 Factor de ponderación (alfa) de la hora cargada de cada entorno relativo a la hora cargada de otros entornos, puede variar de 0 a 1	D5 Si todos los entornos tienen horas cargadas coincidentes, entonces alfa = 1 Frecuencias _{es} = Frecuencia × requisitos alfa en D1-D4	D5 Igual Igual
D6 Factor de ajuste (beta) para efectos exteriores – operadores/redes múltiples, bandas de guarda, compartición de bandas, modularidad tecnológica	D6 Frecuencia(total) = beta × suma(alfa × frecuencias _{es})	D6 Igual

Adjunto B al Apéndice 1 del Anexo 4

Diagrama de flujo de requisitos espectrales de la PPDR

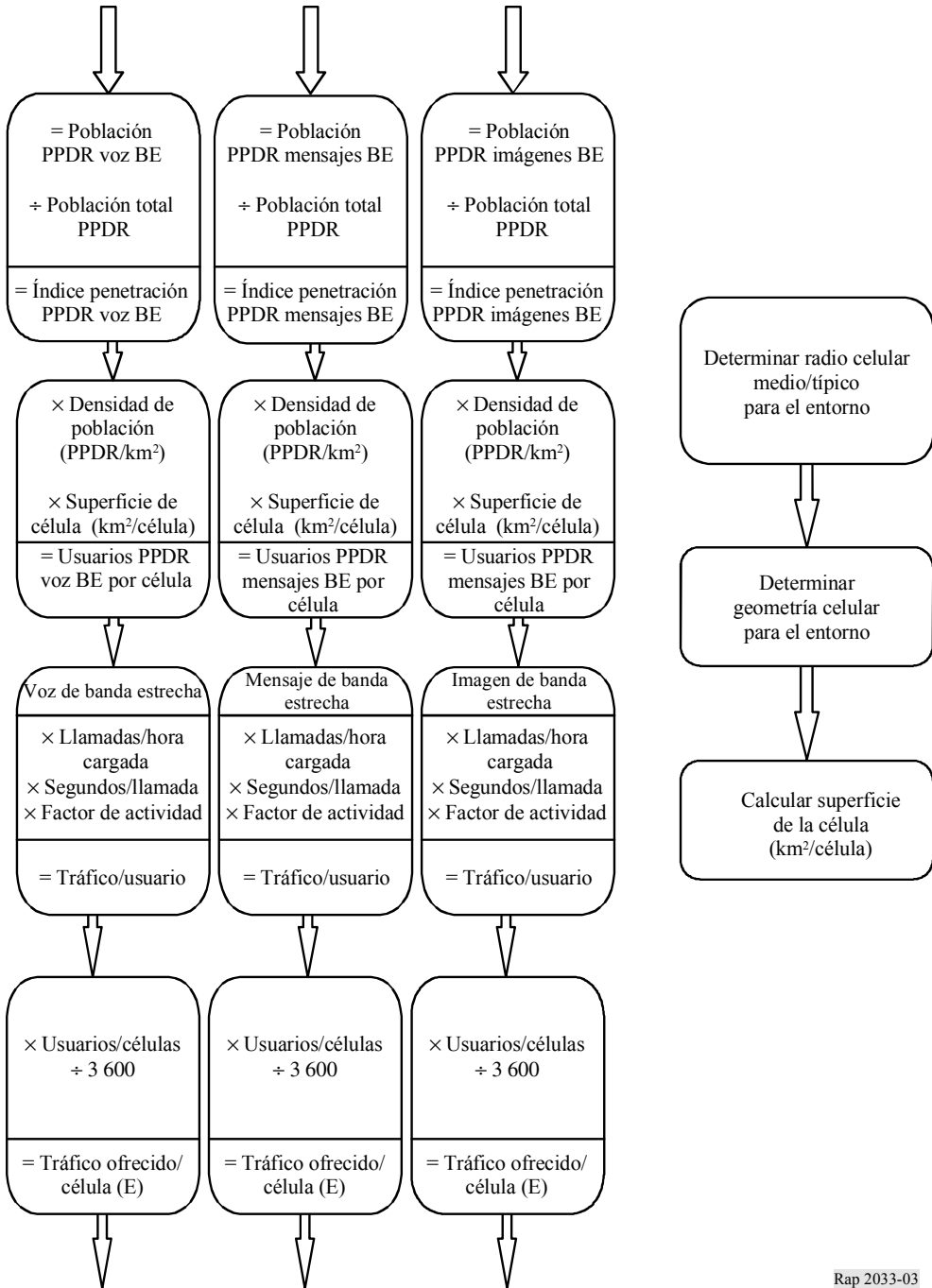


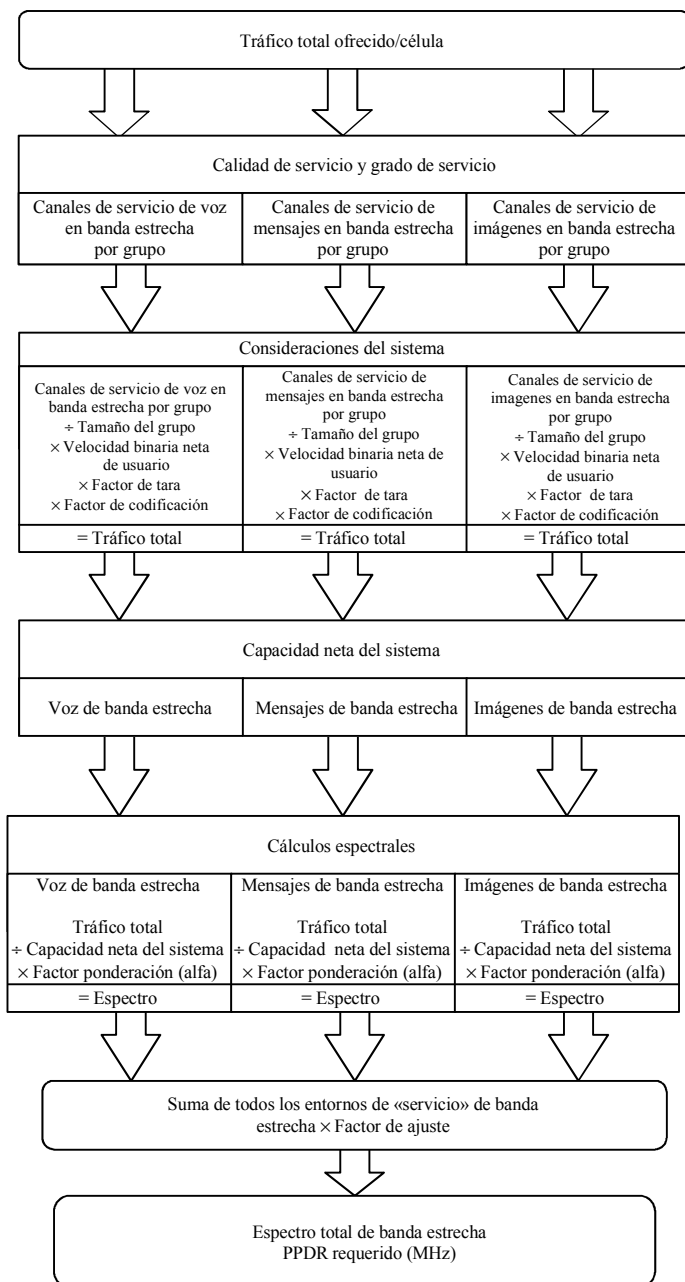
Rap 2033-00



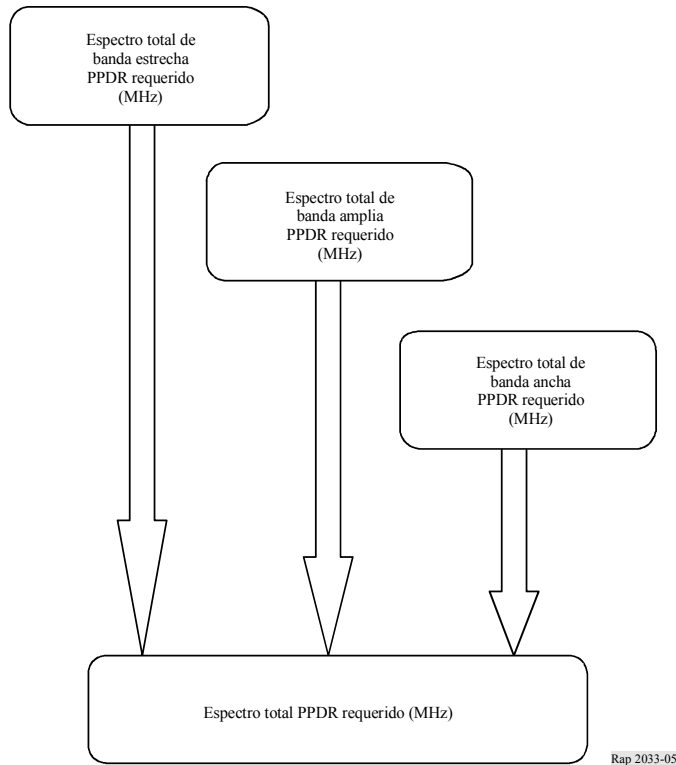
PEN: penetración

Rap 2033-02





Rap 2033-04



Adjunto C al Apéndice 1 del Anexo 4

Ejemplos de cálculo de la capacidad del sistema

1 Metodología de cálculo de la capacidad neta del sistema de las IMT-2000

El factor de eficacia espectral constituye una importante medida de la capacidad de un sistema de telecomunicaciones inalámbricas. Para comparar los factores de eficacia espectral es necesario utilizar una base común de cálculo de la capacidad disponible del sistema, (kbit/s/MHz/célula), para cursar el tráfico. Los análisis deben tener en cuenta los factores que reduzcan la capacidad de la interfaz de comunicación (bandas de guarda, interferencia en el mismo canal y en canales adyacentes, canales asignados a otros fines dentro de la banda). Este cálculo debe dar como resultado la máxima capacidad posible del sistema dentro de la banda espectral estudiada. El tamaño de los sistemas reales se ajustará a niveles de tráfico inferiores para obtener el grado de servicio deseado.

El Anexo 3 del Informe SAG sobre el espectro UMTS/IMT-2000⁵ calcula la capacidad de una red GSM genérica como:

C4 y C5 Cálculo de la capacidad neta del sistema

GSM e IMT-2000			
Anchura de banda (MHz)	5,8	11,6	MHz en total
Anchura del canal	0,2		MHz
		29,0	Canales DDF en la banda
Factor del grupo de reutilización	9		
		3,2	Canales por célula
Canales de guarda	2		(En el borde de la banda)
Canales E/S	0		
		27,0	Canales de tráfico
Tráfico/canal	8		8 Intervalos AMDT por canal
Datos/canal	13		kbit/s/intervalo
Tara y señalización	1,75		(182 kbit/s por canal en total)
		546,0	kbit/s/célula
		5,8	MHz anchura de banda en canal saliente o entrante
			Capacidad total disponible
		94,1	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante
Mejora vocal	1,05	98,8	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con mejora vocal
Todas las mejoras	1,1	103,6	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con todas la mejoras

AMDT: acceso múltiple por división en el tiempo.

La capacidad neta del sistema GSM se suele redondear a 0,10 Mbit/s/MHz/célula para utilizarla en los cálculos IMT-2000.

La misma metodología se aplica a continuación a varios ejemplos de tecnología de banda estrecha y varias muestras de bandas espectrales. Los ejemplos muestran que la estructura de bandas espectrales y el factor de reutilización de frecuencias repercuten significativamente en el cálculo de la capacidad.

⁵ UMTS Auction Consultative Group, A note on spectrum efficiency factors – UACG(98) 23. (<http://www.spectrumbauctions.gov.uk/documents/uacg23.html>) Reference 1 = SAG Report, Spectrum calculations for terrestrial UMTS, release 1.2, 12 de marzo de 1998.

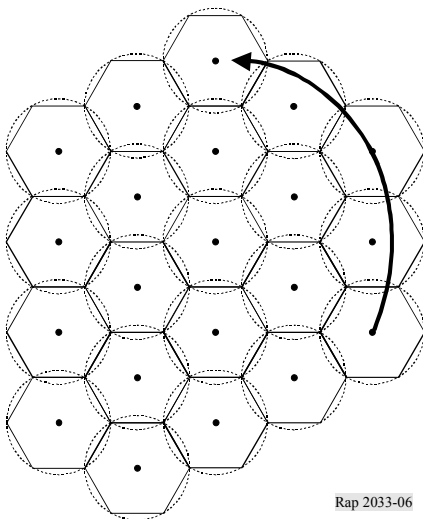
Emergencia y socorro en caso de catástrofe

No se pretende aquí establecer una comparación directa entre las tecnologías seleccionadas. Hay muchas otras necesidades de usuarios y factores de atribución del espectro que afectan al despliegue funcional y operacional de una red, la selección de la tecnología y a la eficiencia global de la red. Algunos de los factores espectrales se consideran en los factores alfa y beta (Recomendación UIT-R M.1390, D5 y D6).

Resumen de la capacidad neta del sistema			
Banda espectral	Tecnología	Canales	Capacidad total disponible
Factor del grupo de reutilización = 12			
Estados Unidos de América banda 821-824/866-869 MHz	P25 Fase I AMDF	1 x 12,5 kHz	60,0 kbit/s/MHz/célula
Estados Unidos de América banda de seguridad pública 700 MHz	P25 Fase I AMDF	1 x 12,5 kHz	53,9 kbit/s/MHz/célula
Estados Unidos de América banda de seguridad pública 700 MHz	P25 Fase II AMDF	1 x 6,25 kHz	107,7 kbit/s/MHz/célula
Europa banda de seguridad pública 400 MHz	TETRA AMDT	4 intervalos/25 kHz	98,0 kbit/s/MHz/célula
Factor del grupo de reutilización = 21			
Estados Unidos de América banda 821-824/866-869 MHz	P25 Fase I AMDF	1 x 12,5 kHz	34,3 kbit/s/MHz/célula
Estados Unidos de América banda de seguridad pública 700 MHz	P25 Fase I AMDF	1 x 12,5 kHz	30,8 kbit/s/MHz/célula
Estados Unidos de América banda de seguridad pública 700 MHz	P25 Fase II AMDF	1 x 6,25 kHz	61,6 kbit/s/MHz/célula
Europa banda de seguridad pública 400 MHz	TETRA AMDT	4 intervalos/25 kHz	56,0 kbit/s/MHz/célula

AMDF: acceso múltiple por división en frecuencia.

NOTA 1 – El factor del grupo de reutilización de 12 se utiliza en sistemas que sólo implementan baja potencia, y en los dispositivos manuales y portátiles. El factor de reutilización de 21 se utiliza en los sistemas que implementan tanto portátiles manuales y de alta potencia como equipos montados en vehículos y dispositivos móviles. Se necesita un factor de reutilización mayor por el potencial de interferencia de los móviles distantes sobre las células diseñadas para cobertura portátil.



Con un factor de reutilización de células igual a 12, los móviles distantes de alta potencia pueden interferir en las células diseñadas para cobertura portátil manual de baja potencia

Se recomienda un patrón de reutilización de células igual a 21

Rap 2033-06

Ejemplo 1: Tecnologías de banda estrecha para despacho de voz y datos de baja velocidad.

Proyecto 25 Fase I, AMDF aplicado a la banda de seguridad pública de 800 MHz de Estados Unidos de América.

C4 y C5 Cálculo de la capacidad neta del sistema

NPSPAC utilizando P25 Fase I AMDF		Estados Unidos de América banda 821-824/866-869 MHz	
Anchura de banda (MHz)	3	6,0	MHz en total
Anchura del canal	0,0125		
		240,0	Canales DDF en la banda
Factor del grupo de reutilización	12		(Sólo portátiles)
		20,0	Canales por célula
Canales de guarda	0		(En el borde de la banda)
Canales E/S	15		(5 × 12,5 más 12,5 kHz de guarda a cada lado del canal de E/S)
		225,0	Canales de tráfico
Tráfico/canal	1		
Datos/canal	4,8		kbit/s
Tara y señalización	2		(9,6 kbit/s por canal en total)
		180,0	kbit/s/célula
		3,0	MHz de anchura de banda en canal saliente o entrante
			Capacidad total disponible
		60,0	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante
Mejora vocal	1,05	63,0	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con mejora vocal
Todas las mejoras	1,1	66,0	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con todas las mejoras

NPSPAC utilizando P25 Fase I AMDF		Estados Unidos de América banda 821-824/866-869 MHz	
Anchura de banda (MHz)	3	6,0	MHz en total
Anchura del canal	0,0125		
		240,0	Canales DDF en la banda
Factor del grupo de reutilización	21		(Portátiles y móviles)
		11,4	Canales por célula
Canales de guarda	0		(En el borde de la banda)
Canales E/S	15		(5 × 12,5 más 12,5 kHz de guarda a cada lado del canal de E/S)
		225,0	Canales de tráfico
Tráfico/canal	1		
Datos/canal	4,8		kbit/s
Tara y señalización	2		(9,6 kbit/s por canal en total)
		102,9	kbit/s/célula
		3,0	MHz de anchura de banda en canal saliente o entrante
			Capacidad total disponible
		34,3	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante
Mejora vocal	1,05	36,0	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con mejora vocal
Todas las mejoras	1,1	37,0	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con todas las mejoras

Emergencia y socorro en caso de catástrofe

Ejemplo 2: Tecnologías de banda estrecha para el despacho de voz y datos de baja velocidad.

Proyecto 25 Fase I, AMDF aplicado a la banda de seguridad pública de 700 MHz de Estados Unidos de América.

C4 y C5 Cálculo de la capacidad neta del sistema

P25 Fase I AMDF		Banda de seguridad pública de 700 MHz de Estados Unidos de América	
Anchura de banda (MHz)	6	12,0	MHz en total (4 × bloques de 3 MHz)
Anchura del canal	0,0125		
		480,0	Canales DDF en la banda
Factor del grupo de reutilización	12		(Sólo portátiles)
		40,0	Canales por célula
Canales de guarda	12		(Canales de baja potencia en el borde de la banda)
Canales E/S	64		(32 × 12,5 kHz E/S más 32 × 12,5 kHz de reserva)
		404,0	Canales de tráfico
Tráfico/canal	1		
Datos/canal	4,8		kbit/s
Tara y señalización	2		(9,6 kbit/s por canal en total)
		323,2	kbit/s/célula
		6,0	MHz de anchura de banda en canal saliente o entrante
			Capacidad total disponible
		53,9	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante
Mejora vocal	1,05	56,6	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con mejora vocal
Todas las mejoras	1,1	59,3	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con todas la mejoras

P25 Fase I AMDF		Banda de seguridad pública de 700 MHz de Estados Unidos de América	
Anchura de banda (MHz)	6	12,0	MHz en total (4 × bloques de 3 MHz)
Anchura del canal	0,0125		
		480,0	Canales DDF en la banda
Factor del grupo de reutilización	21		(Portátiles y móviles)
		22,9	Canales por célula
Canales de guarda	12		(canales de baja potencia en el borde de la banda)
Canales E/S	64		(32 × 12,5 kHz E/S más 32 × 12,5 kHz de reserva)
		404,0	Canales de tráfico
Tráfico/canal	1		
Datos/canal	4,8		kbit/s
Tara y señalización	2		(9,6 kbit/s por canal en total)
		184,7	kbit/s/célula
		6,0	MHz de anchura de banda en canal saliente o entrante
			Capacidad total disponible
		30,8	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante
Mejora vocal	1,05	32,3	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con mejora vocal
Todas las mejoras	1,1	33,9	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con todas las mejoras

Ejemplo 3: Tecnologías de banda estrecha para el despacho de voz y datos de baja velocidad.

Proyecto 25 Fase II, AMDF aplicado a la banda de seguridad pública de 700 MHz de Estados Unidos de América.

C4 y C5 Cálculo de la capacidad neta del sistema

P25 Fase II AMDF		Banda de seguridad pública de 700 MHz de Estados Unidos de América	
Anchura de banda(MHz)	6	12,0	MHz en total
Anchura del canal	0,00625		
		960,0	Canales DDF en la banda
Factor del grupo de reutilización	12		(Sólo portátiles)
		80,0	Canales por célula
Canales de guarda	24		(Canales de baja potencia en el borde de la banda)
Canales E/S	128		(64 × 6,25 kHz E/S más 64 × 6,25 kHz de reserva)
		808,0	Canales de tráfico
Tráfico/canal	1		
Datos/canal	4,8		kbit/s
Tara y señalización	2		(9,6 kbit/s por canal en total)
		646,4	kbit/s/célula
		6,0	MHz de anchura de banda en canal saliente o entrante
			Capacidad total disponible
		107,7	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante
Mejora vocal	1,05	113,1	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con mejora vocal
Todas las mejoras	1,1	118,5	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con todas las mejoras

P25 Fase II AMDF		Banda de seguridad pública de 700 MHz de Estados Unidos de América	
Anchura de banda (MHz)	6	12,0	MHz en total
Anchura del canal	0,00625		
		960,0	Canales DDF en la banda
Factor del grupo de reutilización	21		(Portátiles y móviles)
		45,7	Canales por célula
Canales de guarda	24		(Canales de baja potencia en el borde de la banda)
Canales E/S	128		(64 × 6,25 kHz E/S más 64 × 6,25 kHz de reserva)
		808,0	Canales de Tráfico
Tráfico/canal	1		
Datos/canal	4,8		kbit/s
Tara y señalización	2		(9,6 kbit/s por canal en total)
		369,4	kbit/s/célula
		6,0	MHz de anchura de banda en canal saliente o entrante
			Capacidad total disponible
		61,6	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante
Mejora vocal	1,05	64,6	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con mejora vocal
Todas las mejoras	1,1	67,7	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con todas las mejoras

Emergencia y socorro en caso de catástrofe

Ejemplo 4: Tecnologías de banda estrecha para el despacho de voz y datos de baja velocidad.

TETRA AMDT aplicado a la banda de seguridad pública europea de 400 MHz.

C4 y C5 Cálculo de la capacidad neta del sistema

TETRA AMDT		Banda de seguridad pública europea de 400 MHz	
Anchura de banda (MHz)	3	6,0	MHz en total
Anchura del canal	0,025		
		120,0	Canales DDF en la banda
Factor del grupo de reutilización	12		(Sólo portátiles manuales)
		10,0	Canales por célula
Canales de guarda	2		(En el borde de la banda)
Canales de interfuncionamiento	20		(Reservados para operaciones en modo directo)
		98,0	Canales de tráfico
Tráfico/canal	4		Intervalos/canal
Datos/canal	7,2		kbit/s/intervalo
Tara y señalización	1,25		(36 kbit/s por canal en total)
		294,0	kbit/s/célula
		3,0	MHz de anchura de banda en canal saliente o entrante
		Capacidad total disponible	
		98,0	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante
Mejora vocal	1,05	102,9	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con mejora vocal
Todas las mejoras	1,1	107,8	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con todas la mejoras

TETRA AMDT		Banda de seguridad pública europea de 400 MHz	
Anchura de banda (MHz)	3	6,0	MHz en total
Anchura del canal	0,025		
		120,0	Canales DDF en la banda
Factor del grupo de reutilización	21		(Combinación de portátiles y móviles)
		5,7	Canales por célula
Canales de guarda	2		(En el borde de la banda)
Canales de interfuncionamiento	20		(Reservados para operaciones en modo directo)
		98,0	Canales de tráfico
Tráfico/canal	4		Intervalos/canal
Datos/canal	7,2		kbit/s/intervalo
Tara y señalización	1,25		(36 kbit/s por canal en total)
		168,0	kbit/s/célula
		3,0	MHz de anchura de banda en canal saliente o entrante
		Capacidad total disponible	
		56,0	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante
Mejora vocal	1,05	58,8	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con mejora vocal
Todas las mejoras	1,1	61,6	kbit/s/célula/MHz en canal saliente o entrante con todas la mejoras

Ejemplo 5: tecnologías de banda amplia para datos y vídeo de baja velocidad.

Tecnología capaz de satisfacer los requisitos de la banda de seguridad pública de 700 MHz de Estados Unidos de América para 384 kbit/s dentro de la anchura de banda de canal de 150 kHz.

C4 y C5 Cálculo de la capacidad neta del sistema

Estimación de 384 kbit/s/150 kHz			
Anchura de banda (MHz)	4,8	9,6	MHz en total
Anchura del canal	0,15		MHz
		32,0	Canales DDF en la banda
Factor del grupo de reutilización	12		
		2,7	Canales por célula
Canales de guarda	4		(En el borde de la banda)
Canales E/S	12		
		16,0	Canales de tráfico
Tráfico/canal	1		Intervalos/canal
Datos/canal	192		kbit/s/intervalo
Tara y señalización	2		(192 kbit/s por canal en total)
		512,0	kbit/s/célula
		4,8	MHz de anchura de banda en canal saliente o entrante
		Capacidad total	
		106,7	kbit/s/MHz/célula en canal saliente o entrante
Mejora vocal	1,05	112,0	kbit/s/MHz/célula en canal saliente o entrante con mejora vocal
Todas las mejoras	1,1	117,3	kbit/s/MHz/célula en canal saliente o entrante con todas las mejoras

Datos: suponer codificación 3/4 o datos de origen de 144 kbit/s, 48 kbit/s FEC, trama de 192 kbit/s.

Vídeo: suponer codificación 1/2 o para vídeo de movimiento completo de calidad media a 10 tramas/s
 ~50 kbit/s para vídeo y 4,8 kbit/s para canal de voz, 55 kbit/s FEC, tara de 110 kbit/s.

Adjunto D al Apéndice 1 del Anexo 4

Ejemplo: datos de la densidad de población para la PPDR

Inglaterra y Gales

Población = ~ 52,2 millones Inglaterra = ~ 49,23 millones
 Gales = ~ 2,95 millones

Superficie = ~151 000 km² Inglaterra = ~ 130 360 km²
 Gales = ~ 20 760 km²

Densidad de población en Inglaterra = 346 habitantes/km² = 100 000 habitantes/289 km²

Población de Londres = 7 285 000 habitantes

Superficie de Londres = 1 620 km²

Densidad de población de Londres = 4 496 habitantes/km² = 100 000 habitantes/22,24 km²

Emergencia y socorro en caso de catástrofe

Dotación de agentes de policía⁶

	Total	Densidad/100 000
Agentes de policía (turno ordinario)	123 841	237,2
Agentes de policía (misiones secundarias)	2 255	4,3
Agentes de policía (misiones exteriores)	702	1,3
	<hr/>	<hr/>
Total	126 798	242,9

Funcionarios civiles a plena dedicación⁷

A plena dedicación	48 759	93,4
Equivalente a tiempo parcial (7 897 funcionarios)	4 272	8,2
	<hr/>	<hr/>
Total	53 031	101,6

Densidades medias (agentes ordinarios)

Promedio = 237,2 agentes por cada 100 000 habitantes

Urbanos = 299,7

No urbanos = 201,2

Ocho áreas metropolitanas más importantes = 352,4

Rural inferior = 176,4

Agente/civil = $126\,798/53\,031 = 2,4$ agentes/funcionario civil

Distribución de los agentes de policía por categoría

Jefe de policía	49	0,04%
Jefe de policía adjunto	151	0,12%
Superintendente	1 213	0,98%
Inspector jefe	1 604	1,30%
Inspector	5 936	4,80%
Sargento	18 738	15,1%
Agente	96 150	77,6%

⁶ Fuente: Personal al servicio de la policía, Inglaterra y Gales al 31 de marzo de 1999 por Julian Prime y Rohith Sen-Gupta del Home Office, Research Development & Statistics Directorate.

⁷ Comprende los funcionarios civiles National Crime Squad (NCS) y National Criminal Intelligence Service (NCIS).

Otros⁸

Agentes especiales	16 484
Vigilantes de tráfico	3 342 equivalentes de plena dedicación (3 206 a plena dedicación y 242 a tiempo parcial)

Bomberos

Dotaciones en Inglaterra y Gales (43 brigadas)

En nómina	35 417
Contratados (a tiempo parcial o voluntarios)	<u>14 600</u>
	50 082

Londres: se supone $126\,798/35\,417 = 3,58$ policías/bombero
lo que equivale aproximadamente a 98 bomberos/100 000 habitantes de Londres

Existencias de equipos de radiocomunicación en el inventario de bomberos ~24 500 unidades

50% de penetración de equipos de radiocomunicaciones en total

70% de penetración de bomberos a plena dedicación

Estimaciones de la PPDR para Londres

Categoría de la PPDR	Población de la PPDR	Índice de penetración de la PPDR para voz en banda estrecha
Policía	25 498	100%
Otras funciones de policía	6 010	10%
Refuerzo civil de la policía	13 987	10%
		(distribuidos, técnicos, etc.)
Bomberos	7 081	70%
Bomberos a tiempo parcial	2 127	10%
Refuerzo civil de bomberos	-	0%
Urgencias médicas	-	0%
Refuerzo civil de la SAMU	-	0%
Administración general	-	0%
Otros usuarios PPDR	-	0%

⁸ No se incluyen en los totales anteriores.

Adjunto E al Apéndice 1 del Anexo 4 Ejemplo de cálculo

Metodología de las IMT-2000 (Rec. UIT-R M.1390)		Londres TETRA Servicio vocal de banda estrecha	
A	Consideraciones geográficas		
A1	<p>Seleccionar tipo de entorno operacional.</p> <p>Cada tipo de entorno forma esencialmente una columna de la hoja de cálculo. No es necesario considerar todos los entornos, sino sólo los contribuyentes más importantes a los requisitos espectrales. Los entornos pueden estar solapados geográficamente.</p> <p>Los usuarios no deben ocupar dos entornos operacionales simultáneamente</p>	Entorno = «e»	
A2	<p>Seleccionar el sentido de los cálculos, enlace ascendente, enlace descendente, o combinado</p>	<p>Combinación de densidad de usuarios y movilidad de usuarios: densidad: urbana densa, urbana, suburbana, rural; movilidad: de interior de edificio, peatonal, de vehículo. Determinar cuál de los entornos posible de densidad/movilidad coexisten Y crean la mayor demanda espectral</p>	Peatonal urbano y móvil
A3	<p>Áreas de célula representativa y geométrica para cada tipo de entorno operacional</p>	<p>Normalmente separar los cálculos de enlace ascendente y del enlace descendente por la asimetría propia de ciertos servicios</p>	Peatonal urbano y móvil
A4	<p>Calcular el área de la célula representativa</p>	<p>Geometría celular media/típica (m): radio de las células omnidireccionales; radio del vértice para las células hexagonales por sectores</p> <p>Células omnidireccionales: circular = $\pi \cdot R^2$; hexagonal = $2,6 \cdot R^2$; hexagonal 3 sectores = $2,6 \cdot R^2/3 \text{ km}^2$</p>	Enlace ascendente
B	Consideraciones relativas al mercado y al tráfico		Enlace descendente
B1	Servicios de telecomunicación ofrecido		5
			65
			7,2 kbit/s = 4,8 kbit/s de voz por vocodificador, más 2,4 kbit/s FEC

Metodología de las IMT-2000 (Rec. UIT-R M.1390)		Londres TETRA Servicio vocal de banda estrecha	
Densidad de población	Población total = sum (habitantes por categoría)		Total de población PPDR en la superficie considerada
B2			Población (POB) por categoría PPDR 54 703
			Índice de penetración (PEN) en la categoría PPDR Voz en banda estrecha 1,00 0,10 0,10 0,70 0,10 0,10 0,50 0,10
		Policía Otra policía Refuerzo civil de la policía Bomberos Bomberos a tiempo parcial Refuerzo civil de los bomberos Servicios médicos de urgencia Refuerzo civil de los servicios médicos de urgencia Administración general Otros usuarios PPDR	25 498 6 010 13 987 7 081 2 127 0 0 0 0 0
		= SUM (POP × PEN) Superficie considerada	Población PPDR que utiliza el servicio vocal BE 32 667,1 1 620 km ²
	Número de personas por unidad de superficie en el entorno considerado. La densidad de población puede variar con la movilidad	308,9 millas cuadradas Usuarios potenciales/km ²	Total de población/km² 33,8

Metodología de las IMT-2000 (Rec. UIT-R M.1390)		Londres TETRA Servicio vocal de banda estrecha		
B3	Índice de penetración. Porcentaje de personas abonadas a un servicio en un entorno. Una persona puede estar abonada a varios servicios, por consiguiente, el índice total de penetración de todos los servicios en el entorno puede superar 100%	= PEN en la categoría PPDR × POB categoría PPDR/POB total PPDR	(Por categoría policía = PEN policía × POB policía)/POB total PPDR	Por categoría (policía = PEN policía × POB policía)
B4	Usuarios/célula representa el número de personas realmente abonadas al servicio «s» dentro de una célula en un entorno «e»	= % de la POB total PPDR	Usuarios/célula = densidad POB × índice PEN × área célula. Depende de la densidad de población, del área de la célula y del índice de penetración del servicio en cada entorno	Penetración PPDR total 59,717 % que utiliza voz BE

Metodología de las IMT-2000 (Rec. UIT-R M.1390)		Londres TETRA Servicio vocal de banda estrecha		
			Enlace ascendente	Enlace descendente
B5	Parámetros de tráfico			
	Intentos de llamada en hora cargada (BHCA, <i>busy hour call attempts</i>)	Llamada/hora cargada	0,0073284 E/hora cargada	0,0463105 E/hora cargada
	Número medio de llamadas/sesiones intentadas a/de abonado medio durante hora cargada		3,535	6,283
	Duración efectiva de la llamada	Segundos/llamada		
	Duración de la llamada/sesión media durante la hora cargada		7,88069024	26,53474455
	Factor de actividad			
	Porcentaje de tiempo en el que el recurso se utiliza realmente durante una conversación/sesión. Los paquetes de datos pueden venir en ráfagas y el recurso sólo se utiliza una pequeña fracción del tiempo en el que la sesión está activa. Si la voz sólo se transmite cuando el usuario habla no acapara el recurso durante las pausas vocales ni cuando está escuchando		1	1
B6	Tráfico/usuario	Segundo de llamadas por usuario		
	Tráfico medio en segundos de llamada generado por cada usuario durante la hora cargada	= intentos horas cargadas × duración llamada × actividad	27,9	166,7
B7	Tráfico/célula ofrecido	E = tráfico/usuario × usuario/célula/3 600		
	Tráfico medio generado por todos los usuarios de una célula durante la hora cargada (3 600 s)		10,14	60,70

Metodología de las IMT-2000 (Rec. UIT-R M.1390)		Londres TETRA Servicio vocal de banda estrecha	
B8	<p>Establecer los parámetros de la función de calidad de servicio (QoS)</p> <p>Tamaño de grupo</p> <p>Número de células de un grupo. Como el despliegue y las tecnologías de los sistemas celulares proporcionan cierta medida de la «compartición» de tráfico entre células adyacentes, se considera el tráfico en función de la calidad de servicio dentro de una agrupación de células</p>	<p>12 (sólo portátiles) o 21 (portátiles + móviles)</p> <p>La agrupación célula típica es de 1 célula rodeada de 6 células adyacentes para un tamaño de grupo de 7. El tráfico/célula se multiplica por el tamaño del grupo y se aplica a la agrupación la calidad de servicio (o función de bloqueo). El resultado se divide por el tamaño del grupo para restaurar la valoración por célula</p>	<p>Enlace ascendente</p> <p>21</p> <p>Enlace descendente</p> <p>21</p>
	<p>Tráfico por grupo</p> <p>Canales de servicios por grupo</p> <p>Determinar el número de canales necesarios para soportar el tráfico de cada servicio, redondeándolo al número entero superior más próximo</p>	<p>= tráfico/célula (E) × tamaño del grupo</p> <p>= aplicar fórmulas del grado de servicio a todo el grupo.</p> <p>Circuito = Erlang B con bloqueo del 1%. Se ha utilizado E = 1,5 suponiendo que el despacho de voz se distribuye en varios sistemas con no más de 20 canales por emplazamiento</p>	<p>Tráfico de voz BE PPDR por grupo</p> <p>213,00</p> <p>1,50</p> <p>1 274,70</p>
C	<p>Consideraciones técnicas y del sistema</p>	<p>Tráfico de voz PPDR por grupo</p>	<p>Enlace ascendente</p> <p>319,50</p> <p>Enlace descendente</p> <p>1 912,05</p>
C1	<p>Canales de servicios por células necesarios para transportar la carga ofrecida.</p> <p>Número real de «canales» que deben suministrarse en cada célula para cursar el tráfico previsto</p>	<p>Canales de servicio de voz BE PPDR por célula</p>	<p>15,21</p> <p>91,05</p>

Metodología de las IMT-2000 (Rec. UIT-R M.1390)		Londres TETRA Servicio vocal de banda estrecha	
C2	<p>Velocidad binaria del canal de servicio (Kbit/s)</p> <p>La velocidad binaria del canal de servicio es igual a la velocidad binaria neta de usuario más los eventuales aumentos adicionales de la velocidad binaria debidos a los factores de codificación y/o la señalización de tara</p>	<p>= velocidad binaria neta de usuario \times factor de tara \times factor de codificación</p> <p>Cuando se incluyen los factores de codificación y de tara.</p> <p>Para un factor de codificación = 1 y factor de tara = 1,</p> <p>= $B1 \times 1 \times 1$ o sea = velocidad binaria neta de usuario</p>	<p>9,6 kbit/s incluye codificación y tara</p> <p>Velocidad binaria de canal de servicio de voz BE PDDR</p> <p>9</p>
C3	<p>Calcular el tráfico (Mbit/s)</p> <p>Tráfico total a transmitir en el área estudiada incluye todos los factores; tráfico de usuario (duración de la llamada, intentos de llamada en hora cargada, factor de actividad, velocidad binaria neta del canal), entorno, tipo de servicio, sentido de transmisión (enlace ascendente/descendente), geometría de la célula, calidad de servicio, eficacia del tráfico (calculada sobre un grupo de células), y velocidad binaria del canal de servicios (incluidos los factores de codificación y tara)</p>	<p>= canales de servicio/célula \times velocidad binaria del canal de servicio</p>	<p>9</p> <p>0,137</p>
C4	<p>Capacidad neta del sistema</p> <p>Medir la capacidad del sistema para una tecnología específica. Guarda relación con la eficacia espectral. Requiere cálculo complejo o simulación para la determinación de la capacidad neta del sistema correspondiente a una tecnología específica desplegada en una configuración de red específica</p>	<p>Compromiso entre capacidad neta del sistema y calidad de servicio. Se pueden incluir los siguientes factores; eficacia espectral de la tecnología, requisitos E_b/N_0, de frecuencias, factores de codificación/señalización de la tecnología de transmisión de radiocomunicaciones, entorno, modelo de despliegue</p>	<p>Tráfico de voz BE PDDR (Mbit/s)</p> <p>0,819</p>

Metodología IMT-2000 (Rec. UIT-R M.1390)		Londres TETRA Servicio vocal de banda estrecha	
C5	Cálculos para el modelo GSM	Cálculos para TETRA AMDT utilizando canales de 25 kHz de anchura de banda, reutilización de células 21 (móviles + portátiles), 4 intervalos de tráfico por portadora, se ignoran los canales de señalización, plan de bandas 400 MHz, DDF con 2×3 MHz (120 canales RF – 20 canales DMO – 2 canales de guarda en el borde de la banda), velocidad binaria de 7,2 kbit/s en cada intervalo de tráfico, factor de 1,25 para tara y codificación. Capacidad neta del sistema para TETRA AMDT = 56,0 kbit/s/MHz/célula	
D	Resultados espectrales		0,056 Enlace ascendente
D1-D4	Cálculo de componentes individuales	Frecuencia = tráfico/capacidad neta del sistema	Enlace ascendente 2,445 14,633
D5	Factor de ponderación para cada entorno (alfa). Ponderación de cada entorno en relación con los otros entornos alfa puede variar entre 0 y 1, corrección para horas cargadas no simultáneas, corrección para diferencias geográficas	= frecuencia \times alfa Si todos los entornos tienen horas cargadas coincidentes y los tres entornos están en la misma ubicación entonces alfa = 1	1 1
D6	Factor de ajuste (beta)	Frecuencia (total = beta \times sum (alfa \times frecuencia))	2,445 14,633
D7	Ajuste de todos los entornos a los efectos exteriores varios operadores/ usuarios (menor concentración de enlaces o eficacia espectral), bandas de guarda, compartición con otros servicios dentro de la banda, modularidad, etc. Cálculo del espectro total	Beta = 1 Total voz PPDR (MHz)	1 17,078 MHz

Adjunto F al Apéndice 1 del Anexo 4

Resumen del cálculo de los ejemplos de banda estrecha y banda amplia

Voz, mensajes e imágenes en banda estrecha en Londres

Categoría PPDR de banda estrecha	Usuarios de Londres	Índices de penetración		
		Voz BE	Mensajes BE	Imágenes BE
Policía	25 498	1,00	0,5	0,25
Otra policía	6 010	0,10	0,05	0,025
Refuerzo civil de la policía	13 987	0,10	0,05	0,025
Bomberos	7 081	0,70	0,35	0,175
Bomberos a tiempo parcial	2 127	0,10	0,05	0,025
Refuerzo civil de bomberos	0	0,10	0,05	0,025
SAMU	0	0,50	0,25	0,125
Refuerzo civil de SAMU	0	0,10	0,05	0,025
Administración general	0	0,10	0,05	0,025
Otros usuarios PPDR	0	0,10	0,05	0,025
Total usuarios PPDR	54 703	32 667	16 334	8 167
Espectro por «entorno de servicio» (MHz)		17,1	1,4	4,2
Espectro de banda ancha 22,7 MHz				

Otros parámetros:				
Entorno	Urbano peatonal y móvil			
Radio de la célula (km)	5			
Superficie estudiada (km ²)	1 620			
Superficie de la célula (km ²)	65 (calculada)			
Células por superficie estudiada	25 (calculada)			
Velocidad binaria neta de usuario	9 kbit/s (7,2 kbit/s por intervalo + 1,8 kbit/s tara de canal)			
	= 4,8 kbit/s de voz, datos o imágenes por intervalo			
	+ 2,4 kbit/s para FEC por intervalo			
	+ 1,8 kbit/s de tara y señalización de canal			
		Enlace ascendente	Enlace ascendente	Enlace ascendente
		voz BE	datos BE	imágenes BE
Erlangs por hora cargada (de PSWAC)		0,0077384	0,0030201	0,0268314
Intentos de llamada en hora cargada		3,54	5,18	3,00
Duración efectiva de la llamada		7,88	2,10	32,20
Factor de actividad		1	1	1
		Enlace descendente	Enlace descendente	Enlace descendente
Erlangs por hora cargada (de PSWAC)		0,0463105	0,0057000	0,0266667
Intentos de llamada en hora cargada		6,28	5,18	3,00
Duración efectiva de la llamada		26,53	3,96	32,00
Factor de actividad		1	1	1
Tamaño de grupo	21			
Factor del grado de servicio	1,50			
Capacidad neta del sistema	0,0560 kbit/s/MHz/célula			
Factor alfa	1			
Factor beta	1			

Voz, mensajes e imágenes en banda estrecha en Nueva York

Categoría PPDR de banda estrecha	Usuarios de Nueva York	Índices de penetración		
		Voz BE	Mensajes BE	Imágenes BE
Policía	39 286	0,70	0,35	0,175
Otra policía	0	0,10	0,05	0,025
Refuerzo civil de la policía	8 408	0,10	0,05	0,025
Bomberos	11 653	0,70	0,35	0,175
Bomberos a tiempo parcial	0	0,10	0,05	0,025
Refuerzo civil de bomberos	4 404	0,10	0,05	0,025
SAMU	0	0,50	0,25	0,125
Refuerzo civil de SAMU	0	0,10	0,05	0,025
Administración general	21 217	0,10	0,05	0,025
Otros usuarios PPDR	3 409	0,10	0,05	0,025
Total usuarios PPDR	88 377	39 401	19 701	9 850
Espectro por «entorno de servicio» (MHz)		51,8	4,2	20,0
Espectro de banda ancha 76,0 MHz				

Otros parámetros:				
Entorno	Urbano peatonal y móvil			
Radio de la célula (km)	4			
Superficie estudiada (km ²)	800			
Superficie de la célula (km ²)	41,6	(calculada)		
Células por superficie estudiada	19	(calculada)		
Velocidad binaria neta de usuario	9,6 kbit/s			
	= 4,8 kbit/s de voz, datos o imágenes por intervalo			
	+ 2,4 kbit/s para FEC por intervalo			
	+ 2,4 kbit/s de tara y señalización de canal			
		voz BE	datos BE	imágenes BE
		Enlace ascendente	Enlace ascendente	Enlace ascendente
Erlangs por hora cargada (de PSWAC)		0,0077384	0,0030201	0,0268314
Intentos de llamada en hora cargada		3,54	5,18	3,00
Duración efectiva de la llamada		7,88	2,10	32,20
Factor de actividad		1	1	1
		Enlace descendente	Enlace descendente	Enlace descendente
Erlangs por hora cargada (de PSWAC)		0,0463105	0,0057000	0,0266667
Intentos de llamada en hora cargada		6,28	5,18	3,00
Duración efectiva de la llamada		26,53	3,96	32,00
Factor de actividad		1	1	1
Tamaño de grupo	21			
Factor del grado de servicio	1,50			
Capacidad neta del sistema	0,0308	kbit/s/MHz/célula		
Factor alfa	1			
Factor beta	1			

Datos y vídeo de banda amplia en Nueva York

Categoría PPDR de banda amplia	Usuarios de Nueva York	Índices de penetración		
		Datos de banda amplia	Vídeo de banda amplia	
Policía	39 286	0,23	0,14	
Otra policía	0	0,01	0,01	
Refuerzo civil de la policía	8 408	0,01	0,01	
Bomberos	11 653	0,28	0,20	
Bomberos a tiempo parcial	0	0,01	0,01	
Refuerzo civil de bomberos	4 404	0,01	0,01	
SAMU	0	0,31	0,17	
Refuerzo civil de SAMU	0	0,01	0,01	
Administración general	21 217	0,01	0,03	
Otros usuarios PPDR	3 409	0,01	0,01	
Total usuarios PPDR	88 377	12 673	8 629	Usuarios PPDR
Espectro por «entorno de servicio» (MHz)		18,3	19,5	
Espectro de banda amplia 37,9 MHz				

Otros parámetros:				
Entorno	Urbano peatonal y móvil de baja potencia			
Radio de la célula (km)	3,0			
Superficie estudiada (km ²)	800			
Superficie de la célula (km ²)	23,4	(calculada)		
Células por superficie estudiada	34	(calculada)		
Velocidad binaria neta de usuario	Vídeo de banda amplia	Datos de banda amplia		
	(10 tramas/s)	384 kbit/s		
	220 kbit/s	=144 kbit/s datos		
	=55 kbit/s vídeo y voz	+48 kbit/s FEC		
	+55 kbit/s FEC	+192 kbit/s tara		
	+ 110 kbit/s tara			
	Enlace ascendente	Enlace ascendente	Enlace descendente	
Erlangs por hora cargada	0,0250	(calculada)	0,0008	0,0083
Intentos de llamada en hora cargada	3		3	3
Duración efectiva de la llamada	30 s		1	10
Factor de actividad	1		1	1
Tamaño del grupo	12			
Factor del grado de servicio	1,50			
Capacidad neta del sistema	0,1067	kbit/s/MHz/célula		
Factor alfa	1			
Factor beta	1			

Apéndice 2 al Anexo 4

Cálculo del espectro de PPDR basado en el análisis de una ciudad genérica (en cuanto a número de habitantes)

1 Planteamiento de la ciudad genérica

En vez de considerar ciudades específicas, el siguiente análisis examina varias ciudades de tamaño medio de diversos países. Este análisis se basa en la densidad media de agentes de policía relativa al número de habitantes y a la relación entre policía y otros agentes de protección pública. Este análisis ha permitido elaborar un ejemplo genérico de las relaciones entre las diferentes categorías de usuarios PPDR y la densidad de población demográfica. Este planteamiento muestra el requisito espectral PPDR óptimo en base al tamaño de la población demográfica, es decir la cantidad de requisito espectral PPDR basado en la cantidad teórica de usuarios PPDR de una ciudad en base al tamaño de su población demográfica.

Las densidades de policía y de PPDR se examinaron en base a las estadísticas nacionales y a los presupuestos municipales de Estados Unidos de América, Canadá, Australia e Inglaterra. Las estadísticas de policía muestran una densidad nacional media de 180 a 250 policías por cada 100 000 habitantes. La densidad en las zonas urbanas varía entre un 25% por encima de la media nacional en ciudades de densidad media y >100% por encima de la media nacional en ciudades urbanas densas. La densidad en las zonas suburbanas varía entre 25%, aproximadamente, por encima de la media nacional en los suburbios de las ciudades de densidad media y 50% por encima de la media nacional en los suburbios de ciudades de gran densidad.

Los niveles de bomberos y SAMU/salvamento fueron más difíciles de determinar porque suelen estar combinados. Se utilizó la información de las ciudades en las que venían separadas y se determinaron índices relativos a la densidad de población de policía para las diversas categorías de PPDR. Por ejemplo, los índices de los bomberos se encontraban en el intervalo de 3,5 a 4 agentes de policía por bombero (25 a 30%). Donde pudo separarse salvamento/SAMU/ambulancias, los índices de salvamento/SAMU estaban en el intervalo de 3,5 a 4 bomberos por salvamento/SAMU (25 a 30%).

En los siguientes ejemplos genéricos, y para mayor simplicidad, sólo se han utilizado dos densidades, 180 y 250 policías por cada 100 000 habitantes. Asimismo para mayor simplicidad, sólo se han analizado dos tipos de ciudades: una ciudad de tamaño medio (2,5 millones de habitantes) y una gran ciudad (8 millones de habitantes). Esto subestima probablemente la densidad PPDR en grandes zonas urbanas en las que hay muchos ejemplos de densidades de policía en el intervalo 400-500 policías por cada 100 000 habitantes.

Se examinó asimismo el efecto «rosca», consistente en que las frecuencias utilizadas en los centros urbanos no pueden volver a utilizarse en los suburbios adyacentes a las zonas urbanas. En las contribuciones del UIT-R correspondientes al periodo de

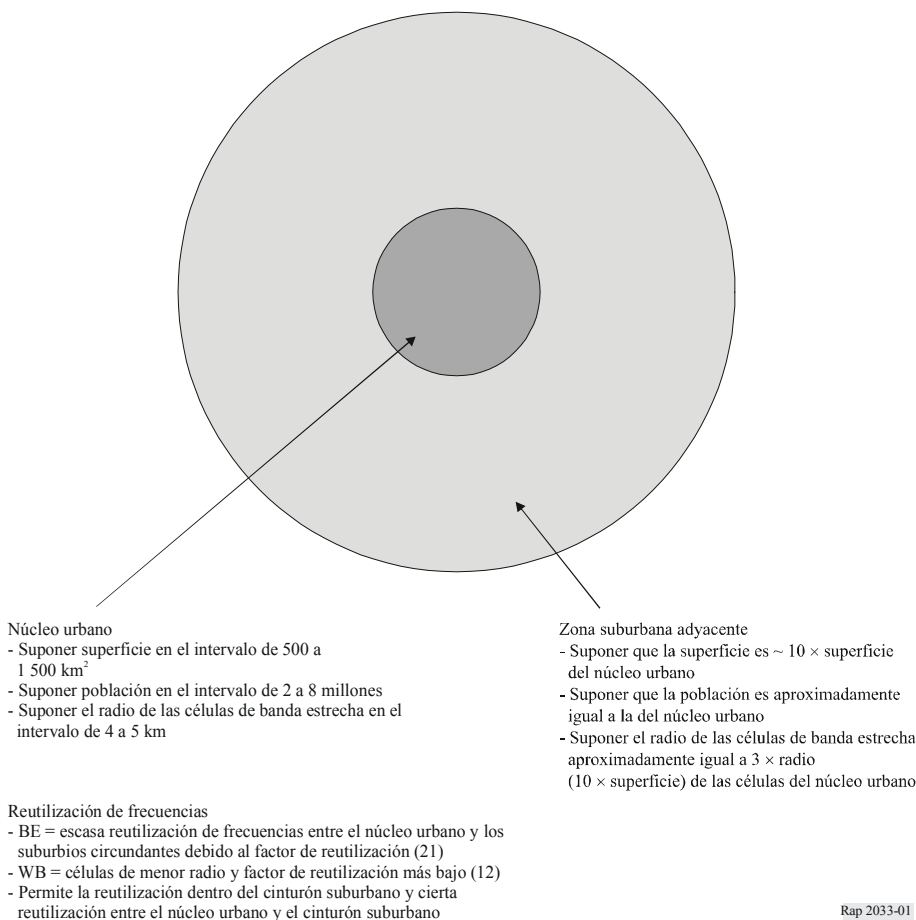
estudios 2000-2003 muchas de las ciudades incluían las zonas urbanas y suburbanas agrupadas en un único cálculo de requisito espectral. Hubo de promediarse el tamaño de la célula y se redujo la densidad de usuario PPDR. Habría sido mejor considerar cada zona por separado y sumar posteriormente los requisitos espectrales.

Se examinaron muchas zonas urbanas. La mayor parte de ellas tenían un núcleo urbano central con una población de gran densidad. Había asimismo un cinturón suburbano en torno al núcleo urbano que contenía aproximadamente el mismo número de habitantes, aunque con una superficie entre 5 y 20 la del núcleo urbano. Los ejemplos siguientes utilizan un índice de 10:1 de la superficie suburbana a la urbana. Suponiendo tamaños de células de un radio de 4 a 5 km para el núcleo urbano, los tamaños de células típicos de los suburbios deberían ser aproximadamente 10 veces superiores en superficie o lo que es lo mismo superiores aproximadamente 3 veces en radio.

FIGURA 1

Área Metropolitana

(Núcleo urbano y suburbios adyacentes)



2 Categorías PPDR

Se definieron tres clases de usuario, lo que equivale básicamente a reagrupar las categorías PPDR por índices de penetración.

Usuarios primarios (utilización con un índice de penetración del 30%) = usuarios PP que operan normalmente dentro de la zona geográfica todos los días = policía local, bomberos y SAMU/salvamento.

Usuarios secundarios (utilización con un índice de penetración del 10%) = otra policía (estatal, de distrito, provincial, federal, nacional, operaciones especiales e investigadores), policía/bomberos a tiempo parcial o voluntarios, funcionarios de la administración general, agencias de protección civil, ejército/militares, trabajadores de las empresas de agua y electricidad, trabajadores de las operaciones de socorro.

Usuarios de refuerzo (utilización con un índice de penetración <10%) = refuerzo civil.

Índice de penetración y datos por categoría PPDR utilizados para calcular los requisitos espectrales

Nombre de la CATEGORÍA y número de USUARIOS de banda estrecha y banda amplia		Servicio resumen	Voz BE	Mensajes BE	Estado BE	Datos WB	Vídeo WB
Categoría de usuario	Usuario		Resumen de los índices de penetración				
Primario – policía local	5 625		0,300	0,300	0,300	0,250	0,125
Secundario – fuerzas y cuerpos de seguridad/ investigadores	563		0,100	0,100	0,100	0,010	0,010
Secundario – funciones de policía	0		0,100	0,100	0,100	0,010	0,010
Refuerzo civil de policía	1 125		0,100	0,000	0,000	0,010	0,010
Primario – bomberos	1 631		0,300	0,300	0,300	0,250	0,125
Refuerzo civil de bomberos	326		0,100	0,000	0,000	0,010	0,010
Primario – SAMU/salvamento	489		0,300	0,300	0,300	0,250	0,125
Refuerzo civil de salvamento/SAMU	98		0,100	0,000	0,000	0,010	0,010
Secundario – administración general y agencias civiles	563		0,100	0,100	0,100	0,010	0,010
Secundario – voluntarios y otros usuarios PPDR	281		0,100	0,100	0,100	0,010	0,010
Total de usuarios	10 701						

Los usuarios primarios son los considerados en el diseño del sistema de protección pública. Un sistema local se diseñaría para manejar tráfico de «hora cargada media» más un factor de carga para poder manejar cargas de cresta con un grado de servicio razonable.

Parte de la hipótesis consiste en que muchos usuarios secundarios pueden tener su propio sistema de comunicaciones y la carga adicional para el sistema de protección pública corresponde a la coordinación entre usuarios secundarios y primarios.

Escenario de catástrofe

Si se produce una catástrofe acuden en ayuda de las agencias locales personas procedentes de las zonas circundantes, gobiernos nacionales y agencias internacionales. Se plantea la necesidad inmediata de que el personal de socorro apague los incendios y evacuen a los heridos. Los últimos en llegar son los investigadores y el personal de desescombro.

En las operaciones de socorro se establecieron las siguientes hipótesis:

- *Refuerzo civil* (índice de penetración <10%): no hay aumento en el número de trabajadores de refuerzo civil para policía/bomberos/SAMU/salvamento. La utilización está dentro de los parámetros de diseño del sistema original (índice de penetración 30%, factor de cresta GoS 1,5).
- *Policía*: no hay aumento en el número de policías locales. La utilización permanece dentro de los parámetros de diseño del sistema original (índice de penetración 30%, factor de cresta GoS 1,5).
- *Otra policía*: aumento del personal en funciones de policía igual al 30% de la población de policía local, aunque a un nivel secundario inferior (índice de penetración del 10%). Se trata de personal exterior a la zona que acude a reforzar la policía local.
- *Investigadores y fuerzas y cuerpos de seguridad*: la población se duplica por el traslado de investigadores adicionales al lugar de la catástrofe.
- *Bomberos y SAMU/salvamento*: aumento del 30% en el número de usuarios. Los usuarios de las zonas circundantes se desplazan inmediatamente al lugar de la catástrofe y operan con el sistema local o establecen sistemas de comunicaciones adicionales. Hay una gran necesidad de comunicaciones. Operan a nivel primario (índice de penetración del 30%).
- *Usuarios de nivel secundario* (índice de penetración del 10%): duplican el número de usuarios de la administración general, voluntarios, usuarios de agencias civiles, usuarios de empresas de distribución de agua y energía, etc., que necesitan comunicarse con usuarios primarios o necesitan utilizar la red local para comunicaciones.

¿Dónde ocurre la catástrofe?

Considérense estos tres escenarios de catástrofes:

- 1 No hay catástrofe = operaciones cotidianas normales
- 2 Sólo hay catástrofe en zona urbana
- 3 Sólo hay catástrofe en zona suburbana

3 Requisitos espectrales

Calcúlense los requisitos espectrales correspondientes:

- Urbana cotidiana
- Catástrofe urbana
- Suburbana cotidiana
- Catástrofe suburbana
- Requisitos espectrales para los tres escenarios de catástrofes:

(En vez del análisis correspondiente al caso más desfavorable)

Los sistemas urbanos y suburbanos están diseñados para manejar cargas de tráfico de «hora cargada media» más un factor de 1,5 GoS para manejar la carga de emergencia por parte de los usuarios normales PPDR. En las operaciones de socorro se supone que hay personal PPDR adicional procedente del exterior que se incorpora al sistema.

a) *Operaciones cotidianas normales:*

La cantidad de espectro requerido para BE es igual a la suma de los cálculos espectrales urbanos y suburbanos. La hipótesis consiste en que el espectro utilizado en la zona urbana no puede reutilizarse en la zona suburbana adyacente, debido al gran tamaño de la célula y al gran factor de reutilización.

La cantidad de espectro necesario para WB es igual a la suma del cálculo espectral urbano y a 1/2 del suburbano. La hipótesis es que el espectro utilizado en la zona urbana puede reutilizarse en la zona suburbana adyacente, debido al menor tamaño de la célula y al menor factor de reutilización. Además, como la zona urbana se encuentra en el centro de la zona suburbana, hay una separación adicional que permitiría cierta reutilización adicional de frecuencias entre los emplazamientos suburbanos.

b) *Operaciones de socorro urbanas:*

La cantidad de espectro necesario para BE es igual a la suma de los cálculos espectrales correspondientes a catástrofe urbana y no catástrofe suburbana.

La cantidad de espectro necesario para WB es igual a la suma del cálculo espectral de catástrofe urbana y la mitad de no catástrofe suburbana.

c) *Operaciones de socorro suburbanas:*

La cantidad de espectro necesario para BE es igual a la suma del cálculo espectral para no catástrofe urbana más el cálculo espectral de catástrofe suburbana.

La cantidad de espectro necesario para WB es igual a la suma del cálculo espectral de no catástrofe urbana más de la mitad del cálculo espectral de catástrofe suburbana.

Área metropolitana media

Requisitos espectrales calculados mediante una hoja de cálculo PPDR.

Área metropolitana media (Población urbana \cong 2,5 millones y superficie \cong 600 km ²) (Población suburbana \cong 2,5 millones y superficie \cong 6 000 km ²)					
Área metropolitana media (180 policías por 100 000 habitantes)			Densidad PPDR alta (250 policías por 100 000 habitantes)		
Urbana			Urbana		
Cotidiana BE	15,5	MHz	Cotidiana BE	21,5	MHz
Cotidiana WB	16,2	MHz	Cotidiana WB	22,6	MHz
Catástrofe BE	18,4	MHz	Catástrofe BE	25,6	MHz
Catástrofe WB	17,8	MHz	Catástrofe WB	24,7	MHz
Suburbana			Suburbana		
Cotidiana BE	12,9	MHz	Cotidiana BE	17,9	MHz
Cotidiana WB	13,5	MHz	Cotidiana WB	18,8	MHz
Catástrofe BE	15,4	MHz	Catástrofe BE	21,4	MHz
Catástrofe WB	14,8	MHz	Catástrofe WB	20,6	MHz
Cotidiana normal			Cotidiana normal		
BE (urbana + suburbana)	28,40	MHz	BE	39,40	MHz
WB (urbana + 1/2 suburbana)	22,95	MHz	WB	32,00	MHz
	<hr/>			<hr/>	
	51,35	MHz		71,40	MHz
Catástrofe suburbana			Catástrofe suburbana		
BE	30,90	MHz	BE	42,90	MHz
WB	23,60	MHz	WB	32,90	MHz
	<hr/>			<hr/>	
	54,50	MHz		75,80	MHz
Catástrofe urbana			Catástrofe urbana		
BE	31,30	MHz	BE	43,50	MHz
WB	24,55	MHz	WB	34,10	MHz
	<hr/>			<hr/>	
	55,85	MHz		77,60	MHz

La columna izquierda muestra el espectro calculado para una densidad de usuarios PPDR media y la derecha muestra el correspondiente a una densidad de usuarios PPDR mayor.

La mitad superior del Cuadro muestra los cálculos espectrales individuales BE y WB para las operaciones «cotidianas» normales y para una catástrofe en la zona local.

Emergencia y socorro en caso de catástrofe

El requisito espectral total es la suma de los cálculos urbanos y suburbanos. Para banda estrecha se supone que no se reutilizan frecuencias entre estas dos zonas, de modo que el total es la suma de los requisitos urbano BE y suburbano BE. Para banda amplia, la hipótesis es que algunas frecuencias se reutilizan, y por consiguiente el total es la suma del requisito urbano de banda amplia y la mitad del requisito suburbano de banda amplia.

La mitad inferior del Cuadro muestra el espectro calculado para una catástrofe ya sea en zona urbana o en zona suburbana, produciéndose un aumento importante en el número de usuarios (hasta 30% de usuarios primarios).

Las operaciones cotidianas normales para esta ciudad genérica de tamaño medio requiere entre 51 MHz y 71 MHz dependiendo de si está ubicada en un país con una densidad PPDR media o alta.

Si el escenario de catástrofe descrito anteriormente se presenta en una zona suburbana, el requisito espectral BE/WB aumenta en un 6% aproximadamente. Si la catástrofe se presenta en una zona urbana, el requisito espectral BE/WB aumenta en un 9% aproximadamente.

Las operaciones de socorro para esta ciudad genérica de tamaño medio requieren entre 55 MHz y 78 MHz dependiendo del lugar de la catástrofe y de si se encuentra en un país con una densidad PPDR media o alta.

Hay que añadir el requisito espectral de banda ancha. Como la banda ancha cubre «puntos calientes» de radio muy pequeño, las frecuencias de banda ancha pueden reutilizarse en las zonas urbanas y suburbana. Las contribuciones del UIT-R correspondientes al periodo de estudios 2000-2003 han puesto de manifiesto que los requisitos espectrales de banda ancha se encuentran en el intervalo 50-75 MHz.

Por consiguiente, para una ciudad genérica de tamaño medio, el requisito espectral total se encuentra en el intervalo de 105 a 153 MHz para manejar el tipo de escenario de catástrofe descrito anteriormente.

Los dos Cuadros siguientes muestran el desglose de usuarios PPDR y de los servicios de banda estrecha y de banda amplia en un área metropolitana de tamaño medio

Área metropolitana media calculada para 180 agentes de policía por cada 100 000 habitantes

Requisitos espectrales – Cálculos para una ciudad genérica			Reformateado	Julio de 2002
Área metropolitana estudiada	Área metropolitana media		Datos de entrada	
Población en zona urbana	2 500 000	Personas	1,0	Índice de población suburbana/urbana
Población en zona suburbana circundante	2 500 000	Personas		El índice debe ser próximo a 1,0 (intervalo de 0,5 a 1,5 de población urbana)
Zona de centro urbano	600	km ²	10,0	Índice de zona suburbana/urbana
Zona suburbana circundante	6 000	km ²		El índice debe ser próximo a 10,0 (intervalos de 5 a 15 de la zona urbana)
Densidad de población urbana	4 167	Habitantes/km ²		
Densidad de población suburbana	417	Habitantes/km ²		
Ciudad «grande» o «media»	MED	Si la densidad de población urbana > 5 000 habitantes/km ² , se trata de una gran ciudad O si la población urbana > 3 000 000 habitantes, se trata de una gran ciudad; de lo contrario es una ciudad media		
Densidad de usuarios policías (media nacional)	180,0	Policía por cada 100 000 habitantes		
Nombre de la CATEGORÍA y número de USUARIOS Categoría de usuarios	Urbana cotidiana	Catástrofe urbana	Suburbana cotidiana	Catástrofe suburbana
	Población	Población	Población	Población
Primaria – Policía local	6 750	6 750	5 625	5 625
Secundaria – Fuerzas y cuerpos de seguridad/ Investigadores	675	1 350	563	1 125
Secundaria – Funciones de policía	0	2 025	0	1 688
Refuerzo civil de policía	1 350	1 350	1 125	1 125
Primaria – Bomberos	1 958	2 545	1 631	2 121
Refuerzo civil de bomberos	392	392	326	326
Primaria – Salvamento/ urgencias médicas	587	763	489	636
Refuerzo civil de salvamento/ SAMU	117	117	98	98
Secundaria – Administración general y agencias civiles	675	1 350	563	1 125
Secundaria – Voluntarios y otros usuarios PPDR	338	675	281	563
Total	12 841	17 317	10 701	14 431

Emergencia y socorro en caso de catástrofe

Área metropolitana media calculada para 180 agentes de policía por cada 100 000 habitantes (Fin)

Banda estrecha	Urbana cotidiana		Catástrofe urbana		Suburbana cotidiana		Catástrofe suburbana	
	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)
Servicio de voz BE	3 143	13,8	3 743	16,4	2 619	11,5	3 119	13,7
Servicio de mensajes BE	2 957	1,6	3 557	1,9	2 464	1,3	2 965	1,6
Servicio de estado BE	2 957	0,1	3 557	0,1	2 464	0,1	2 965	0,1
Total del espectro de banda estrecha necesario (MHz)		15,5		18,4		12,9		15,4
BE cotidiano normal	28,4 MHz	15,5	<	<	<	12,9		
Escenario de catástrofe urbana BE	31,3 MHz	<	<	18,4	<	12,9		
Escenario de catástrofe suburbana BE	30,9 MHz	15,5	<	<	<	<	<	15,4
Mayor escenario de catástrofe BE de ambos	31,3 MHz							
Banda amplia	Urbana cotidiana		Catástrofe urbana		Suburbana cotidiana		Catástrofe suburbana	
	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)
Servicio de datos WB	2 359	15,7	2 587	17,2	1 966	13,1	2 156	14,3
Servicio de vídeo WB	1 197	0,5	1 330	0,6	998	0,4	1 108	0,5
Total de espectro de banda amplia necesario (MHz)		16,2		17,8		13,5		14,8
						× 1/2		× 1/2
Cotidiano WB normal	23,0 MHz	16,2	<	<	<	6,8		
Escenario de catástrofe urbana WB	24,6 MHz	<	<	17,8	<	6,8		
Escenario de catástrofe suburbana WB	23,6 MHz	16,2	<	<	<	<	<	7,4
Mayor escenario de catástrofe WB de ambos	24,6 MHz							
Requisitos espectrales totales	BE		WB		Suma			
Cotidiano normal	28,4	+	23,0	=	51,4	MHz		
Escenario de catástrofe suburbana	30,9	+	23,6	=	54,5	MHz		
Escenario de catástrofe urbana	31,3	+	24,6	=	55,9	MHz		

Área metropolitana media calculada para 250 agentes de policía por cada 100 000 habitantes

Requisitos espectrales – Cálculos para una ciudad genérica			Reformateado	Julio de 2002
Área metropolitana estudiada	Área metropolitana media		Datos de entrada	
Población en zona urbana	2 500 000	Personas	1,0	Índice de población suburbana/urbana
Población en zona suburbana circundante	2 500 000	Personas		El índice debe ser próximo a 1,0 (intervalo de 0,5 a 1,5 de población urbana)
Zona de centro urbano	600	km ²	10,0	Índice de zona suburbana/urbana
Zona suburbana circundante	6 000	km ²		El índice debe ser próximo a 10,0 (intervalos de 5 a 15 de la zona urbana)
Densidad de población urbana	4 167	Habitantes/km ²		
Densidad de población suburbana	417	Habitantes/km ²		
Ciudad «grande» o «media»	MED	Si la densidad de población urbana > 5 000 habitantes/km ² , se trata de una gran ciudad O si la población urbana > 3 000 000 habitantes, se trata de una gran ciudad; de lo contrario es una ciudad media		
Densidad de usuarios policías (media nacional)	250,0	Policía por cada 100 000 habitantes		
Resumen de usuarios por categoría				
Nombre de la CATEGORÍA y número de USUARIOS Categoría de usuarios	Urbana cotidiana	Catástrofe urbana	Suburbana cotidiana	Catástrofe suburbana
	Población	Población	Población	Población
Primaria – Policía local	9 375	9 375	7 813	7 813
Secundaria – Fuerzas y cuerpos de seguridad/ Investigadores	938	1 875	781	1 563
Secundaria – Funciones de policía	0	2 813	0	2 344
Refuerzo civil de policía	1 875	1 875	1 563	1 563
Primaria – Bomberos	2 719	3 534	2 266	2 945
Refuerzo civil de bomberos	544	544	453	453
Primaria – Salvamento/ urgencias médicas	816	1 060	680	884
Refuerzo civil de salvamento/ SAMU	163	163	136	136
Secundaria – Administración general y agencias civiles	938	1 875	781	1 563
Secundaria – Voluntarios y otros usuarios PPDR	469	938	391	781
Total	17 835	24 052	14 863	20 043

Área metropolitana media calculada para 250 agentes de policía por cada 100 000 habitantes (Fin)

Banda estrecha	Urbana cotidiana		Catástrofe urbana		Suburbana cotidiana		Catástrofe suburbana	
	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)
Servicio de voz BE	4 365	19,2	5 199	22,8	3 638	16,0	4 333	19,1
Servicio de mensajes BE	4 107	2,2	4 941	2,7	3 423	1,9	4 117	2,2
Servicio de estado BE	4 107	0,1	4 941	0,1	3 423	0,1	4 117	0,1
Total del espectro de banda estrecha necesario (MHz)		21,5		25,6		17,9		21,4
BE cotidiano normal								
BE cotidiano normal	39,4 MHz	21,5	<	<	<	17,9		
Escenario de catástrofe urbana BE	43,5 MHz	<	<	25,6	<	17,9		
Escenario de catástrofe suburbana BE	42,8 MHz	21,5	<	<	<	<	<	21,4
Mayor escenario de catástrofe BE de ambos	43,5 MHz							
Banda amplia								
Banda amplia	Urbana cotidiana		Catástrofe urbana		Suburbana cotidiana		Catástrofe suburbana	
	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)
Servicio de datos WB	3 277	21,8	3 593	23,9	2 731	18,2	2 944	19,9
Servicio de vídeo WB	1 663	0,7	1 847	0,8	1 386	0,6	1 539	0,7
Total de espectro de banda amplia necesario (MHz)		22,5		24,7		18,8		20,6
						× 1/2	× 1/2	
Cotidiano WB normal								
Cotidiano WB normal	31,9 MHz	22,5	<	<	<	9,4		
Escenario de catástrofe urbana WB	34,1 MHz	<	<	24,7	<	9,4		
Escenario de catástrofe suburbana WB	32,8 MHz	22,5	<	<	<	<	<	10,3
Mayor escenario de catástrofe WB de ambos	34,1 MHz							
Requisitos especiales totales								
	BE		WB		Suma			
Cotidiano normal	39,4	+	31,9	=	71,3	MHz		
Escenario de catástrofe suburbana	42,8	+	32,8	=	75,7	MHz		
Escenario de catástrofe urbana	43,5	+	34,1	=	77,6	MHz		

Área metropolitana grande

Requisitos espectrales calculados mediante una hoja de cálculo PPDR.

<p align="center">Área metropolitana grande (Población urbana = ~ 8,0 millones y superficie = ~ 800 km²) (Población suburbana = ~ 8,0 millones y superficie = ~ 8 000 km²)</p>					
Densidad PPDR media (180 policías por cada 100 000 habitantes)			Densidad PPDR alta (250 policías por cada 100 000 habitantes)		
Urbana			Urbana		
Cotidiana BE	23,7	MHz	Cotidiana BE	33,0	MHz
Cotidiana WB	24,9	MHz	Cotidiana WB	34,6	MHz
Catástrofe BE	28,3	MHz	Catástrofe BE	39,3	MHz
Catástrofe WB	27,4	MHz	Catástrofe WB	38,0	MHz
Suburbana			Suburbana		
Cotidiana BE	19,8	MHz	Cotidiana BE	27,4	MHz
Cotidiana WB	20,7	MHz	Cotidiana WB	28,7	MHz
Catástrofe BE	23,6	MHz	Catástrofe BE	32,7	MHz
Catástrofe WB	22,7	MHz	Catástrofe WB	31,5	MHz
Cotidiana normal			Cotidiana normal		
BE (urbana + suburbana)	43,50	MHz	BE	60,40	MHz
WB (urbana + 1/2 suburbana)	35,25	MHz	WB	48,95	MHz
	<hr/>			<hr/>	
	78,75	MHz		109,35	MHz
Catástrofe suburbana			Catástrofe suburbana		
BE	47,30	MHz	BE	65,70	MHz
WB	36,25	MHz	WB	50,35	MHz
	<hr/>			<hr/>	
	83,55	MHz		116,05	MHz
Catástrofe urbana			Catástrofe urbana		
BE	48,10	MHz	BE	66,70	MHz
WB	37,75	MHz	WB	52,35	MHz
	<hr/>			<hr/>	
	85,85	MHz		119,05	MHz

Emergencia y socorro en caso de catástrofe

La columna izquierda muestra el espectro calculado para una densidad de usuarios PPDR media y la derecha muestra el correspondiente a una densidad de usuarios PPDR superior.

La mitad superior del Cuadro muestra el espectro calculado para una catástrofe ya sea en zona urbana o en zona suburbana, produciéndose un importante incremento en el número de usuarios individuales BE y WB para operaciones «cotidianas» normales y para una catástrofe ocurrida en una área local.

Los requisitos espectrales totales se obtienen como suma de los cálculos correspondientes a la zona urbana y a la suburbana. En banda estrecha se supone que las frecuencias no se reutilizan entre ambas zonas, de modo que el total es la suma de los requisitos correspondientes a BE urbana y BE suburbana. En banda amplia, se supone que se pueden reutilizar algunas frecuencias y, por consiguiente, el total se obtiene como suma del requisito espectral urbano de banda amplia y la mitad del requisito espectral suburbano de banda amplia.

La mitad inferior del Cuadro muestra el espectro calculado para una catástrofe ya sea en zona urbana o en zona suburbana, produciéndose un aumento importante del número de usuarios (hasta un 30% de usuarios primarios).

Las operaciones cotidianas normales para esta ciudad genérica grande requieren entre 79 MHz y 109 MHz dependiendo de su ubicación en un país con una densidad PPDR media o alta.

Si el escenario de catástrofe descrito anteriormente corresponde a una zona suburbana, entonces el requisito espectral BE/WB aumenta en un 6% aproximadamente. Si la catástrofe ocurre en una zona urbana el requisito espectral BE/WB aumenta en un 9% aproximadamente.

Las operaciones de socorro para esta ciudad genérica grande requieren entre 84 MHz y 119 MHz dependiendo de la ubicación de la catástrofe y de si se encuentra en un país con una densidad PPDR media o alta.

Hay que incorporar los requisitos espectrales de banda ancha. Como la banda ancha cubre «puntos calientes» de radio muy pequeño, las frecuencias de banda ancha pueden reutilizarse en las zonas urbana y suburbana. Las contribuciones del UIT-R correspondientes al periodo de estudios 2000-2003 han puesto de manifiesto que los requisitos espectrales de banda ancha se encuentran en el intervalo 50-75 MHz.

Por consiguiente, para una ciudad genérica grande, el requisito espectral total se encuentra en el intervalo de 134 a 194 MHz para poder hacer frente al tipo de escenario de catástrofe descrito anteriormente.

Los dos Cuadros siguientes muestran el desglose de usuarios PPDR y de los servicios de banda estrecha y banda amplia en un área metropolitana de gran tamaño.

Área metropolitana grande calculada para 180 agentes de policía por cada 100 000 habitantes

Requisitos espectrales – Cálculos para una ciudad genérica			Reformateado	Julio de 2002
Área metropolitana estudiada	Área metropolitana media		Datos de entrada	
Población en zona urbana	8 000 000	Personas	1,0	Índice de población suburbana/urbana
Población en zona suburbana circundante	8 000 000	Personas		El índice debe ser próximo a 1,0 (intervalo de 0,5 a 1,5 de población urbana)
Zona de centro urbano	800	km ²	10,0	Índice de zona suburbana/urbana
Zona suburbana circundante	8 000	km ²		El índice debe ser próximo a 10,0 (intervalos de 5 a 15 de la zona urbana)
Densidad de población urbana	10 000	Habitantes/km ²		
Densidad de población suburbana	1 000	Habitantes/km ²		
Ciudad «grande» o «media»	GRAN	Si la densidad de población urbana > 5 000 habitantes/km ² , se trata de una gran ciudad O si la población urbana > 3 000 000 habitantes, se trata de una gran ciudad; de lo contrario es una ciudad media		
Densidad de usuarios policías (media nacional)	180,0	Policía por cada 100 000 habitantes		
Resumen de usuarios por categoría				
Nombre de la CATEGORÍA y número de USUARIOS Categoría de usuarios	Urbana cotidiana	Catástrofe urbana	Suburbana cotidiana	Catástrofe suburbana
	Población	Población	Población	Población
Primaria – Policía local	21 600	21 600	18 000	18 000
Secundaria – Fuerzas y cuerpos de seguridad/ Investigadores	2 160	4 320	1 800	3 600
Secundaria – Funciones de policía	0	6 480	0	5 400
Refuerzo civil de policía	4 320	4 320	3 600	3 600
Primaria – Bomberos	6 264	8 143	5 220	6 786
Refuerzo civil de bomberos	1 253	1 253	1 044	1 044
Primaria – Salvamento/ urgencias médicas	1 879	2 443	1 566	2 036
Refuerzo civil de salvamento/ SAMU	376	376	313	313
Secundaria – Administración general y agencias civiles	2 160	4 320	1 800	3 600
Secundaria – Voluntarios y otros usuarios PPDR	1 080	2 160	900	1 800
Total	41 092	55 415	34 243	46 179

Emergencia y socorro en caso de catástrofe

Área metropolitana grande calculada para 180 agentes de policía por cada 100 000 habitantes (Fin)

Banda estrecha	Urbana cotidiana		Catástrofe urbana		Suburbana cotidiana		Catástrofe suburbana	
	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)
Servicio de voz BE	10 058	21,2	11 979	25,2	8 382	17,6	9 982	21,1
Servicio de mensajes BE	9 463	2,5	11 384	3,0	7 886	2,0	9 487	2,5
Servicio de estado BE	9 463	0,1	11 384	0,1	7 886	0,1	9 487	0,1
Total del espectro de banda estrecha necesario (MHz)		23,7		28,3		19,8		23,6
BE cotidiano normal	43,5 MHz	23,7	<	<	<	19,8		
Escenario de catástrofe urbana BE	48,1 MHz	<	<	28,3	<	19,8		
Escenario de catástrofe suburbana BE	47,3 MHz	23,7	<	<	<	<	<	23,6
Mayor escenario de catástrofe BE de ambos	48,1 MHz							
Banda amplia	Urbana cotidiana		Catástrofe urbana		Suburbana cotidiana		Catástrofe suburbana	
	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)
Servicio de datos WB	7 549	24,1	8 279	26,4	6 291	20,0	6 899	22,0
Servicio de vídeo WB	3 831	0,8	4 256	0,9	3 193	0,7	3 546	0,8
Total de espectro de banda amplia necesario (MHz)		24,9		27,4		20,7		22,7
						× 1/2		× 1/2
Cotidiano WB normal	35,3 MHz	24,9	<	<	<	10,3		
Escenario de catástrofe urbana WB	37,7 MHz	<	<	27,4	<	10,3		
Escenario de catástrofe suburbana WB	36,3 MHz	24,9	<	<	<	<	<	11,4
Mayor escenario de catástrofe WB de ambos	37,7 MHz							
Requisitos espectrales totales	BE		WB		Suma			
Cotidiano normal	43,5	+	35,3	=	78,8	MHz		
Escenario de catástrofe suburbana	47,3	+	36,3	=	83,6	MHz		
Escenario de catástrofe urbana	48,1	+	37,7	=	85,8	MHz		

Área metropolitana grande calculada para 250 agentes de policía por cada 100 000 habitantes

Requisitos espectrales – Cálculos para una ciudad genérica			Reformateado	Julio de 2002
Área metropolitana estudiada	Área metropolitana media		Datos de entrada	
Población en zona urbana	8 000 000	Personas	1,0	Índice de población suburbana/urbana
Población en zona suburbana circundante	8 000 000	Personas		El índice debe ser próximo a 1,0 (intervalo de 0,5 a 1,5 de población urbana)
Zona de centro urbano	800	km ²	10,0	Índice de zona suburbana/urbana
Zona suburbana circundante	8 000	km ²		El índice debe ser próximo a 10,0 (intervalos de 5 a 15 de la zona urbana)
Densidad de población urbana	10 000	Habitantes/km ²		
Densidad de población suburbana	1 000	Habitantes/km ²		
Ciudad «grande» o «media»	GRAN	Si la densidad de población urbana > 5 000 habitantes/km ² , se trata de una gran ciudad O si la población urbana > 3 000 000 habitantes, se trata de una gran ciudad; de lo contrario es una ciudad media		
Densidad de usuarios policías (media nacional)	250,0	Policía por cada 100 000 habitantes		
Nombre de la CATEGORÍA y número de USUARIOS Categoría de usuarios	Urbana cotidiana	Catástrofe urbana	Suburbana cotidiana	Catástrofe suburbana
	Población	Población	Población	Población
Primaria – Policía local	30 000	30 000	25 000	25 000
Secundaria – Fuerzas y cuerpos de seguridad/ Investigadores	3 000	6 000	2 500	5 000
Secundaria – Funciones de policía	0	9 000	0	7 500
Refuerzo civil de policía	6 000	6 000	5 000	5 000
Primaria – Bomberos	8 700	11 310	7 250	9 425
Refuerzo civil de bomberos	1 740	1 740	1 450	1 450
Primaria – Salvamento/ urgencias médicas	2 610	3 393	2 175	2 828
Refuerzo civil de salvamento/ SAMU	522	522	435	435
Secundaria – Administración general y agencias civiles	3 000	6 000	2 500	5 000
Secundaria – Voluntarios y otros usuarios PPDR	1 500	3 000	1 250	2 500
Total	57 072	76 965	47 560	64 138

Emergencia y socorro en caso de catástrofe

Área metropolitana grande calculada para 250 agentes de policía por cada 100 000 habitantes (Fin)

Banda estrecha	Urbana cotidiana		Catástrofe urbana		Suburbana cotidiana		Catástrofe suburbana	
	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)
Servicio de voz BE	13 969	29,4	16 637	35,1	11 641	24,5	13 864	29,2
Servicio de mensajes BE	13 143	3,4	15 811	4,1	10 953	2,8	13 176	3,4
Servicio de estado BE	13 143	0,1	15 811	0,2	10 953	0,1	13 176	0,1
Total del espectro de banda estrecha necesario (MHz)		33,0		39,3		27,4		32,7
BE cotidiano normal	60,4 MHz	33,0	<	<	<	27,4		
Escenario de catástrofe urbana BE	66,8 MHz	<	<	39,3	<	27,4		
Escenario de catástrofe suburbana BE	65,7 MHz	33,0	<	<	<	<	<	32,7
Mayor escenario de catástrofe BE de ambos	66,8 MHz							
Banda amplia	Urbana cotidiana		Catástrofe urbana		Suburbana cotidiana		Catástrofe suburbana	
	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)	Usuarios en hora cargada	Espectro necesario (MHz)
Servicio de datos WB	10 485	33,5	11 498	36,7	8 738	27,8	9 582	30,5
Servicio de vídeo WB	5 321	1,1	5 910	1,3	4 434	0,9	4 925	1,0
Total de espectro de banda amplia necesario (MHz)		34,6		38,0		28,7		31,5
						× 1/2		× 1/2
Cotidiano WB normal	49,0 MHz	34,6	<	<	<	14,4		
Escenario de catástrofe urbana WB	52,4 MHz	<	<	38,0	<	14,4		
Escenario de catástrofe suburbana WB	50,4 MHz	34,6	<	<	<	<	<	15,8
Mayor escenario de catástrofe WB de ambos	52,4 MHz							
Requisitos espectrales totales	BE		WB		Suma			
Cotidiano normal	60,4	+	49,0	=	109,4	MHz		
Escenario de catástrofe suburbana	65,7	+	50,4	=	116,1	MHz		
Escenario de catástrofe urbana	66,8	+	52,4	=	119,1	MHz		

Análisis de la densidad de población PPDR

- La media nacional de agentes de policía se encuentra en el intervalo de 180 ó 250 policías/100 000 habitantes.
- Poblaciones PPDR suburbanas basadas en densidad de policía de 1,25 veces la media nacional.
- Poblaciones PPDR urbanas basadas en una densidad de policía de 1,5 veces la media nacional.
- Estimaciones de población PPDR cotidianas:
 - Policía local – población basada en la media nacional
 - Fuerzas y cuerpos de seguridad/investigadores – 10% de la densidad de policía
 - Policía secundaria (procedente del exterior) – ninguna
 - Refuerzo civil de policía – 20% de la densidad de policía
 - Bomberos – 29% de la densidad de policía (~3,5 policías por bombero)
 - Refuerzo civil de policía – 20% de la densidad de bomberos
 - Salvamento/SAMU – 30% de la densidad de bomberos (~11,7 policía por SAMU)
 - Refuerzo civil SAMU – 20% de la densidad salvamento/SAMU
 - Administración general – 10% de la densidad de policía
 - Otros usuarios y voluntarios PPDR – 5% de la densidad de policía
- Variaciones en la población PPDR durante una catástrofe:
 - Policía local – la población se mantiene
 - Fuerzas y cuerpos de seguridad/investigadores – la población se duplica
 - Policía secundaria (procedente del exterior)
 - Población adicional = 30% de la policía local
 - Refuerzo civil de policía – la población se mantiene
 - Bomberos (procedentes del exterior) – 30% de aumento en la población y bomberos
 - Refuerzo civil de bomberos – la población se mantiene
 - Salvamento/SAMU (procedentes del exterior) – 30% de aumento en la población
 - Refuerzo civil SAMU – la población se mantiene
 - Administración general – la población se duplica
 - Otros usuarios y voluntarios PPDR – la población se duplica

Resumen de las fórmulas utilizadas para calcular la densidad de población

Categoría de usuario PPDR	Densidad PPDR	Suburbana normal	Variación en catástrofes	Catástrofe suburbana
Primaria – policía local	En zonas sub-urbanas utilizar 1,25 veces la media nacional de la densidad de policías	$D(\text{sub}) = \text{densidad de policía} \times 1,25 \times \text{población} / 100\,000$	Se mantiene	$D(\text{sub})$
Secundaria – Fuerzas y cuerpos de seguridad/ investigadores	10% de densidad de policía	$0,10 \times D(\text{sub})$	Se duplica	$2,0 \times (0,10 \times D(\text{sub}))$
Secundaria – Funciones de policía	0	$0,0 \times D(\text{sub})$	30% de densidad de policía	$0,3 \times D(\text{sub})$
Refuerzo civil de policía	20% de densidad de policía	$0,2 \times D(\text{sub})$	Se mantiene	$0,2 \times D(\text{sub})$
Primaria – Bomberos	29% de densidad de policía	$0,29 \times D(\text{sub})$	29% de aumento	$1,3 \times 0,29 \times D(\text{sub})$
Refuerzo civil de bomberos	20% de densidad de bomberos	$0,2 \times (0,29 \times D(\text{sub}))$	Se mantiene	$0,2 \times 0,29 \times D(\text{sub})$
Primaria – Salvamento/SAMU	30% de densidad de bomberos	$0,3 \times (0,29 \times D(\text{sub}))$	30% de aumento	$1,3 \times 0,29 \times 0,5 \times D(\text{sub})$
Refuerzo civil de salvamento/SAMU	20% de densidad de SAMU	$0,2 \times (0,3 \times (0,29 \times D(\text{sub})))$	Se mantiene	$0,2 \times 0,3 \times 0,29 \times D(\text{sub})$
Secundaria – Administración general y agencias civiles	10% de densidad de policía	$0,10 \times D(\text{sub})$	Se duplica	$2,0 \times 0,10 \times D(\text{sub})$
Secundaria – Voluntarios y otros PPDR	5% de densidad de policía	$0,05 \times D(\text{sub})$	Se duplica	$2,0 \times 0,05 \times D(\text{sub})$

Resumen de las fórmulas utilizadas para calcular la densidad de población (Fin)

Categoría de usuario PPDR	Densidad PPDR	Normal urbana	Variación en catástrofes	Catástrofe urbana
Primaria – policía local	En zonas sub-urbanas utilizar 1,5 veces la media nacional de la densidad de policías	$D(\text{urb}) = \text{densidad de policía} \times 1,50 \times \text{población} / 100\,000$	Se mantiene	$D(\text{urb})$
Secundaria – Fuerzas y cuerpos de seguridad/ investigadores	10% de densidad de la policía	$0,10 D(\text{urb})$	Se duplica	$2,0 \times (0,10 \times D(\text{urb}))$
Secundaria – Funciones de policía	0	$0,0 \times D(\text{urb})$	30% de densidad de la policía	$0,3 \times D(\text{urb})$
Refuerzo civil de policía	20% de densidad de la policía	$0,2 \times D(\text{urb})$	Se mantiene	$0,2 \times D(\text{urb})$
Primaria – Bomberos	29% de densidad de la policía	$0,29 \times D(\text{urb})$	29% de aumento	$1,3 \times 0,29 \times D(\text{urb})$
Refuerzo civil de bomberos	20% de densidad de bomberos	$0,2 \times (0,29 \times D(\text{urb}))$	Se mantiene	$0,2 \times 0,29 \times D(\text{urb})$
Primaria – Salvamento/SAMU	30% de densidad de bomberos	$0,3 \times (0,29 \times D(\text{urb}))$	30% se mantiene	$1,3 \times 0,29 \times 0,5 \times D(\text{urb})$
Refuerzo civil de salvamento/SAMU	20% de densidad de SAMU	$0,2 \times (0,3 \times (0,29 \times D(\text{urb})))$	Se mantiene	$0,2 \times 0,3 \times 0,29 \times D(\text{urb})$
Secundaria – Administración general y agencias civiles	10% de densidad de la policía	$0,10 \times D(\text{urb})$	Se duplica	$2,0 \times 0,10 \times D(\text{urb})$
Secundaria – Voluntarios y otros PPDR	5% de densidad de la policía	$0,05 \times D(\text{urb})$	Se duplica	$2,0 \times 0,05 \times D(\text{urb})$

Ejemplo de parámetros

Banda estrecha – Ciudad media – Suburbana – Densidad PPDR media

Población = 2 500 000 habitantes

Superficie = 6 000 km²

Densidad de policía suburbana = $U(\text{sub}) = 1,25 \times 180 \times 2\,500\,000/100\,000 = 5\,625$ policías

Radio de la célula = 14,4 km

Diagrama de la antena de la célula = Omnidireccional

Factor de reutilización = 21

Factor GoS = 1,5

Anchura de la banda de frecuencias = 24 MHz

Anchura de banda del canal = 12,5 kHz

Porcentaje de banda no utilizado para tráfico = 10%

Banda estrecha – Ciudad media – Urbana – Densidad PPDR media

Población = 2 500 000 habitantes

Superficie = 600 km²

Densidad de policía suburbana = $U(\text{urb}) = 1,5 \times 180 \times 2\,500\,000/100\,000 = 6\,750$ policías

Radio de la célula = 5,0 km

Diagrama de la antena de la célula = Hexagonal

Factor de reutilización = 21

Factor GoS = 1,5

Anchura de la banda de frecuencias = 24 MHz

Anchura de banda del canal = 12,5 kHz

Porcentaje de banda no utilizado para tráfico = 10%

Banda amplia – Ciudad media – Suburbana – Densidad PPDR media

Población = 2 500 000 habitantes

Superficie = 6 000 km²

Densidad de policía suburbana = $U(\text{sub}) = 1,25 \times 180 \times 2\,500\,000/100\,000 = 5\,625$ policías

Radio de la célula = 9,2 km

Diagrama de la antena de la célula = Omnidireccional

Factor de reutilización = 12

Factor GoS = 1,5

Anchura de la banda de frecuencias = 24 MHz

Anchura de banda del canal = 150 kHz

Porcentaje de banda no utilizada para tráfico = 10%

Banda amplia – Ciudad media – Urbana – Densidad PPDR media

Población = 2 500 000 habitantes

Superficie = 600 km²

Densidad de policía suburbana = $U(\text{urb}) = 1,5 \times 180 \times 2\,500\,000/100\,000 = 6\,750$ policías

Radio de la célula = 3,2 km

Diagrama de la antena de la célula = Hexagonal

Factor de reutilización = 12

Factor GoS = 1,5

Anchura de la banda de frecuencias = 24 MHz

Anchura de banda del canal = 150 kHz

Porcentaje de banda no utilizado para tráfico = 10%

Banda estrecha – Ciudad grande – Suburbana – Densidad PPDR media

Población = 8 000 000 habitantes

Superficie = 8 000 km²

Densidad de policía suburbana = $U(\text{sub}) = 1,25 \times 180 \times 8\,000\,000/100\,000 = 18\,000$ Policías

Radio de la célula = 11,5 km

Diagrama de la antena de la célula = Omnidireccional

Factor de reutilización = 21

Factor GoS = 1,5

Anchura de la banda de frecuencias = 24 MHz

Anchura de banda del canal = 12,5 kHz

Porcentaje de banda no utilizado para tráfico = 10%

Banda estrecha – Ciudad grande – Urbana – Densidad PPDR media

Población = 8 000 000 habitantes

Superficie = 800 km²

Densidad de policía suburbana = $U(\text{urb}) = 1,5 \times 180 \times 8\,000\,000/100\,000 = 21\,600$ Policías

Radio de la célula = 4,0 km

Diagrama de la antena de la célula = Hexagonal

Factor de reutilización = 21

Factor GoS = 1,5

Anchura de la banda de frecuencias = 24 MHz

Anchura de banda del canal = 12,5 kHz

Porcentaje de banda no utilizado para tráfico = 10%

Banda amplia – Ciudad grande – Suburbana – Densidad PPDR media

Población = 8 000 000 habitantes

Superficie = 8 000 km²

Densidad de policía suburbana = $U(\text{sub}) = 1,25 \times 180 \times 8\,000\,000/100\,000 = 18\,000$ Policías

Radio de la célula = 7,35 km

Diagrama de la antena de la célula = Omnidireccional

Factor de reutilización = 12

Factor GoS = 1,5

Anchura de la banda de frecuencias = 24 MHz

Anchura de banda del canal = 150 kHz

Porcentaje de banda no utilizado para tráfico = 10%

Banda amplia – Ciudad grande – Urbana – Densidad PPDR media

Población = 8 000 000 habitantes

Superficie = 800 km²

Densidad de policía suburbana = $U(\text{urb}) = 1,5 \times 180 \times 2\,500\,000/100\,000 = 21\,600$ Policías

Radio de la célula = 2,56 km

Diagrama de la antena de la célula = Hexagonal

Factor de reutilización = 12

Factor GoS = 1,5

Anchura de la banda de frecuencias = 24 MHz

Anchura de banda del canal = 150 kHz

Porcentaje de banda no utilizado para tráfico = 10%

Anexo 5

Soluciones actuales y futuras para el soporte del interfuncionamiento de la protección pública y operaciones de socorro

1 Introducción

El interfuncionamiento está cobrando cada vez mayor importancia en las operaciones PPDR. El interfuncionamiento PPDR es la capacidad del personal PPDR de una agencia/organización de establecer una radiocomunicación con personal de otra agencia/organización, a petición (planificada o no planificada) y en tiempo real. Hay varios elementos/componentes que afectan al interfuncionamiento, entre ellos, el espectro, la tecnología, las redes, las normas, la planificación y los recursos disponibles. En lo que respecta al elemento tecnológico, hay una diversidad de soluciones implementadas, ya sea mediante actividades de planificación previa o utilizando tecnologías específicas, que podrían dar soporte al interfuncionamiento y facilitarlo.

Hay una diversidad de estas nuevas tecnologías con mejoras anunciadas, incluidos los desarrollos de las técnicas de procesamiento digital, que podrían aplicarse para incrementar el caudal de datos de los sistemas de soporte de la PPDR. Estas tecnologías podrían asimismo soportar y permitir la radiocomunicación entre equipos diferentes logrando el interfuncionamiento en distintas bandas de frecuencias con formas de onda diferentes. Las actuales soluciones avanzadas podrían satisfacer asimismo algunos de los requisitos PPDR contribuyendo a la migración hacia nuevas soluciones tecnológicas. En el presente Anexo se ofrece una descripción general de algunas de las soluciones existentes y de las nuevas soluciones que podrían emplear las agencias y organizaciones PPDR en combinación con los demás elementos clave (espectro, normas, etc.) necesarios para facilitar el interfuncionamiento.

2 Soluciones existentes

Debido a la posibilidad de adopción de normas y políticas diferentes por parte de las distintas administraciones, la armonización de las bandas de frecuencia con carácter mundial/regional para las futuras soluciones PPDR puede no satisfacer plenamente el requisito de interfuncionamiento ya sea con los equipos futuros o con los tradicionales. Tradicionalmente se han utilizado las siguientes soluciones para facilitar el interfuncionamiento.

2.1 Repetidores de bandas cruzadas

A pesar de su menor eficacia espectral, los repetidores de bandas cruzadas pueden facilitar el interfuncionamiento especialmente con carácter temporal. Esta solución es viable cuando las agencias que necesitan interfuncionar en bandas distintas y tienen sistemas incompatibles (sistemas de comunicaciones convencionales o bien de concentración de enlaces, utilizando modulación analógica en vez de digital y operando en un modo de banda amplia en vez de en el modo de banda estrecha).

Actualmente, esta solución constituye un planteamiento práctico para la interconexión entre equipos de radiocomunicaciones por la disponibilidad habitual de entradas y salidas lógicas de audio y pulsar para hablar (PTT, *push-to-talk*). Requieren poca actividad de despacho o ninguna, y suele ser automática. Una vez activados, todas las transmisiones de un canal del primer sistema de radiocomunicaciones se retransmiten por un canal del segundo sistema de radiocomunicaciones. Permite asimismo a cada grupo de usuarios implicados la utilización de su propio equipo de abonado, pudiendo tener éste características elementales. La aplicación de radiocomunicaciones móviles de los repetidores de bandas cruzadas se utiliza especialmente en los vehículos de mando de las agencias de protección pública para interconectar a los usuarios móviles que utilizan bandas de frecuencias diferentes. La utilización de repetidores de bandas cruzadas es un método para solucionar las incompatibilidades espectrales y normativas con una tecnología actualmente disponible.

2.2 Reprogramación de las radiocomunicaciones

La reprogramación de las radiocomunicaciones para facilitar el interfuncionamiento de los canales se realiza entre los grupos de usuarios que operan en la misma banda de frecuencias permitiendo que las frecuencias se instalen en todos los equipos de radiocomunicaciones del personal de socorro. Por consiguiente, para la efectividad de esta solución, los equipos de radiocomunicaciones deben tener esta capacidad incorporada. La reprogramación de las radiocomunicaciones es menos costosa que otras soluciones de interfuncionamiento; puede requerir infraestructura adicional o no requerirla; no requiere coordinación ni autorización de frecuencias adicionales; y puede facilitar el interfuncionamiento con muy poca antelación. Hay nuevas técnicas tales como la reprogramación durante la comunicación que permiten la reprogramación instantánea para los primeros equipos de socorro en situaciones críticas. Esto puede resultar extremadamente útil para facilitar cambios dinámicos en un entorno caótico.

2.3 Intercambio de equipos de radiocomunicaciones

El intercambio de equipos de radiocomunicaciones constituye un medio muy sencillo de obtener el interfuncionamiento. El intercambio de los equipos de radiocomunicaciones consigue el interfuncionamiento entre el personal de socorro dotado de sistemas incompatibles; no requiere coordinación ni autorización de frecuencias adicionales; y puede ofrecer el interfuncionamiento con muy poca antelación.

2.4 Equipos radioeléctricos multibanda y multimodo

Aunque la inversión inicial necesaria para adquirir estos equipos de radiocomunicaciones es importante, ofrecen varias ventajas, a saber:

- no requieren intervención de despacho;
- los usuarios pueden establecer varios grupos de interlocutores o de canales de interfuncionamiento simultáneos, simplemente haciendo que las unidades de los abonados conmuten a la frecuencia o modo operacional adecuado;

- las agencias no necesitan cambiar, reprogramar ni suplementar la infraestructura del sistema de radiocomunicaciones en ningún sistema troncal;
- los usuarios exteriores pueden unirse a los grupos de interlocutores o canales de interfuncionamiento simplemente seleccionando la posición adecuada de los conmutadores en sus unidades de abonado; y
- no se necesitan circuitos de cobre arrendados adicionales. Los equipos de radiocomunicaciones multibanda y multimodo pueden facilitar el interfuncionamiento entre las unidades de abonado del mismo sistema de radiocomunicaciones o de sistemas diferentes. En la actualidad existen equipos diseñados especialmente para funcionar en muchas bandas de frecuencia y en distintos modos de voz y datos. Esto dota de flexibilidad a los usuarios para operar sistemas independientes durante el desempeño de sus misiones con la capacidad adicional de enlazar con diferentes sistemas y bandas a medida que sea necesario. Aunque esta solución no puede tener carácter general por la falta de equipos de radiocomunicaciones informatizados (SDR, *software defined radios*), muchas agencias de protección pública utilizan equipos de radiocomunicaciones que operan en bandas de frecuencias distintas para facilitar el interfuncionamiento.

La tecnología SDR, por ejemplo, puede permitir el interfuncionamiento sin incurrir en otras incompatibilidades. La utilización de SDR para usos comerciales, especialmente para la PPDR tiene ventajas potenciales para satisfacer varias normas, varias frecuencias y reducir la complejidad de los equipos de las estaciones y de los móviles.

2.5 Servicios comerciales

La utilización de servicios comerciales es eficaz, hasta cierto punto, para facilitar el interfuncionamiento de algunas organizaciones PPDR de manera transitoria, especialmente cuando es necesaria la conectividad entre usuarios dispares. Esta solución de interfuncionamiento es asimismo ventajosa para la descarga de comunicaciones administrativas o no críticas cuando la demanda de sistemas tácticos es máxima.

2.6 Sistemas de interfaz/interconexión

Aunque se necesita una gran inversión para la adquisición de sistemas de interfaz/interconexión, se ha puesto de manifiesto su eficacia para facilitar el interfuncionamiento entre sistemas de comunicaciones diferentes. Estos sistemas pueden utilizar simultáneamente bandas cruzadas de dos o más sistemas de radiocomunicaciones distintos tales como ondas decamétricas, ondas métricas, ondas decimétricas, 800 MHz, concentración de enlaces, y satélites; o conectar una red radioeléctrica a una línea de teléfono a un satélite. La posibilidad de interfaz/interconexión con sistemas diferentes permite a los usuarios de equipos diferentes en bandas distintas la posibilidad de utilizar el tipo de equipos que mejor se adapte a sus necesidades.

3 Nuevas soluciones tecnológicas para la PPDR

Para dar respuesta a los futuros requisitos de anchura de banda se pueden aplicar varias tecnologías novedosas que permiten aumentar el caudal de datos de los sistemas PPDR y asimismo reducir la cantidad de espectro necesario para soportar las aplicaciones PPDR.

3.1 Sistemas de antenas adaptables

Los sistemas de antenas adaptables podrían mejorar la eficacia espectral de un canal de radiocomunicaciones y, de este modo, aumentar considerablemente la capacidad y cobertura de la mayor parte de las redes de transmisión de radiocomunicaciones. Esta tecnología utiliza varias antenas, técnicas de procesamiento digital y algoritmos complejos para modificar las señales transmitida y recibida en la estación base y en el terminal de usuario. Los sistemas de radiocomunicaciones comerciales, privados y públicos podrían conseguir importantes mejoras en capacidad y calidad de funcionamiento por la aplicación de sistemas adaptables. La utilización de sistemas adaptables en los sistemas PPDR podría incrementar la capacidad de dichas redes dentro de una anchura de banda limitada.

3.2 Utilización de bandas cruzadas

La utilización de bandas cruzadas es una solución que permite a un equipo de radiocomunicaciones que opera en una banda de frecuencias interfuncionar con otro equipo de radiocomunicaciones en otra banda de frecuencias, y es una tecnología que ya está utilizando la comunidad PPDR y que ha de utilizar aún más. La utilización de bandas cruzadas puede resultar ventajosa porque permite que los operadores continúen utilizando las frecuencias existentes, dejando al traductor el trabajo de acomodar a los diversos usuarios en las distintas bandas. Si se incorpora previamente la tecnología de los SDR al traductor, los sistemas tradicionales con sus formas de onda actuales podrían seguir interfunciando e incluso adaptarse para el futuro.

Otra consideración acerca de los traductores es su posibilidad de utilizar modos cruzados que, por ejemplo, permitirían a un equipo de radiocomunicaciones en la banda de ondas decimétricas y modulación de amplitud el interfunciamento con un equipo de radiocomunicaciones en la banda de ondas decimétricas en frecuencia modulada.

3.3 SDR

Es posible mejorar las funciones utilizadas por el usuario gracias a la tecnología de SDR que utiliza programas informáticos para generar sus propios parámetros de operación, especialmente en lo que se refiere a formas de onda y procesamiento de la señal. Esto lo utilizan actualmente algunas agencias gubernamentales. Algunas empresas ya están disfrutando de las ventajas de la utilización de la tecnología SDR en sus productos. Los sistemas SDR permiten abarcar varias bandas y varios modos de funcionamiento y en el futuro tendrán la capacidad de adaptar sus parámetros de funcionamiento, o de reconfigurarlos, en respuesta a las condiciones ambientales

cambiantes. Un equipo de radiocomunicaciones SDR podrá «explorar» electrónicamente el espectro para determinar si su actual modo de operación le permite funcionar con mayor compatibilidad tanto con los sistemas tradicionales como con otros SDR en una frecuencia específica en un modo concreto. Los sistemas SDR pueden ser capaces de transmitir voz, vídeo y datos y tienen la posibilidad de incorporar bandas cruzadas lo que les dotaría de la posibilidad de comunicar, puentear y encaminar comunicaciones por sistemas distintos. Estos sistemas podrían controlarse a distancia y podrían ser compatibles con nuevos productos sin perjuicio de la compatibilidad ascendente con los sistemas tradicionales. Al construirse en base a una arquitectura abierta común, los sistemas SDR mejorarán el interfuncionamiento al ofrecer la posibilidad de compartir aplicaciones informáticas de procesamiento de señal entre los equipos radioeléctricos, aun estando estos equipos en diferentes dominios físicos. Además, la tecnología SDR podría facilitar a las organizaciones de protección pública el funcionamiento en un entorno electrónico severo, dificultar la detección por parte de los escáneres y podría proteger frente a las interferencias procedentes de elementos delictivos sofisticados. Adicionalmente estos sistemas podrían sustituir a muchos de los equipos de radiocomunicaciones que actualmente operan en una amplia gama de frecuencias y atribuir interfuncionamiento con equipos de radiocomunicaciones que funcionan en partes dispares del espectro.



* 2 8 7 4 9 *

Impreso en Suiza
Ginebra, 2006
ISBN 92-61-11583-7

Derechos de las fotografías: Inmarsat,
David Rydevik, National Oceanic y Atmospheric
Administration (NOAA), Bigstock