

Unión Internacional de Telecomunicaciones

**UIT-R**

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

**Recomendación UIT-R F.1105-4**  
(01/2019)

**Sistemas inalámbricos fijos para  
la mitigación de catástrofes y  
las operaciones de socorro**

**Serie F**  
**Servicio fijo**



Unión  
Internacional de  
Telecomunicaciones

## Prólogo

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

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

## Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

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

### Series de las Recomendaciones UIT-R

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

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

*Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.*

Publicación electrónica  
Ginebra, 2019

© UIT 2019

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

## RECOMENDACIÓN UIT-R F.1105-4

**Sistemas inalámbricos fijos para la mitigación de catástrofes  
y las operaciones de socorro**

(Cuestión UIT-R 248/5)

(1994-2002-2006-2014-2019)

**Cometido**

Esta Recomendación proporciona las características de los sistemas inalámbricos fijos (FWS) utilizados para disminuir los efectos de las catástrofes y las operaciones de socorro. Se especifican varios tipos de estos sistemas, incluidos los equipos transportables, según su capacidad de canal, bandas de frecuencias de funcionamiento, distancia de transmisión y condiciones del trayecto de propagación.

Las descripciones detalladas de estos sistemas también aparecen en el Anexo 1 como orientación.

**Palabras clave**

Enlace de retroceso, mitigación de catástrofes, operaciones de socorro, servicio fijo, servicio móvil terrestre, sistema transportable.

**Recomendaciones e Informes del UIT-R conexos**

Recomendación UIT-R M.2015 – Disposición de frecuencias para sistemas de radiocomunicaciones de protección pública y operaciones de socorro en caso de catástrofe con arreglo a la Resolución **646 (Rev.CMR-15)**

Informe UIT-R F.2061 – Sistemas de radiocomunicaciones fijas en ondas decamétricas

Informe UIT-R F.2087 – Requisitos de los sistemas de comunicaciones en ondas decamétricas del servicio fijo

**Abreviaturas**

AMDT	Acceso múltiple por división en el tiempo
ATM	Modo de transferencia asíncrono ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
BER	Tasa de errores en los bits ( <i>bit error rate</i> )
DDT	Dúplex de división de tiempo
EC	Estación central
EE	Estación terminal de exterior
FWS	Sistema inalámbrico fijo ( <i>fixed wireless system</i> )
MAQ	Modulación de amplitud en cuadratura
MDFO	Multiplexación por división de frecuencia ortogonal
MDP-4	Modulación por desplazamiento de fase cuaternaria
P-MP	Punto a multipunto
P-P	Punto a punto
PPDR	Protección pública y socorro en caso de catástrofe ( <i>public protection and disaster relief</i> )
SF	Servicio fijo

SHF	Ondas centimétricas ( <i>super high frequency</i> )
STM	Modo de transferencia síncrono ( <i>synchronous transfer mode</i> )
UHF	Ondas decimétricas ( <i>ultra high frequency</i> )
VHF	Ondas métricas ( <i>very high frequency</i> )

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que, para disminuir los efectos de las catástrofes y las operaciones de socorro en caso de desastres naturales, epidemias, penuria de alimentos y emergencias similares, es esencial disponer de sistemas de telecomunicaciones rápidamente desplegables;
- b) que deben estar disponibles todas las medidas posibles para reducir los efectos de las catástrofes naturales;
- c) que se dispone de sistemas de transmisión de datos a alta velocidad y de información de alta capacidad debido a la popularidad de los sistemas de fibra hasta el hogar (FTTH), línea de abonado digital (DSL), teléfonos móviles, etc., en forma de voz, datos de caracteres, imágenes o mediante una variedad de servicios basados en el protocolo Internet (IP);
- d) 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;
- e) que los equipos inalámbricos fijos para disminuir los efectos de las catástrofes y las operaciones de socorro pueden emplearse en terrenos y zonas climáticas diferentes condiciones medioambientales incontroladas y/o fuentes de energía inestables;
- f) que los equipos inalámbricos fijos para disminuir los efectos de las catástrofes y las operaciones de socorro pueden utilizarse en zonas desfavorables en materia de interferencia;
- g) que sería conveniente la interoperabilidad y el interfuncionamiento entre los equipos inalámbricos fijos para disminuir los efectos de las catástrofes y las operaciones de socorro y otras redes en situaciones de emergencia como las mencionadas en el *considerando a*);
- h) que podría facilitarse la recuperación de las comunicaciones en caso de catástrofe si pudieran instalarse un enlace de retroceso móvil transportable y una estación de base móvil transportable en un vehículo para desplazarlo a la zona afectada por la catástrofe cuando el enlace de retroceso móvil y la estación de base del servicio normal han resultado dañados por una catástrofe,

*reconociendo*

- a) que la Resolución **646 (Rev.CMR-15)** invita al UIT-R a continuar sus estudios técnicos y formular recomendaciones relativas a la aplicación técnica y operacional, según sea necesario, para satisfacer las necesidades de aplicaciones de radiocomunicaciones para protección pública y operaciones de socorro 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;
- b) que la Resolución **647 (Rev.CMR-15)** invita al UIT-R a seguir realizando, de acuerdo con el *resuelve* 1, los estudios necesarios para la elaboración y el mantenimiento de directrices adecuadas para la gestión del espectro aplicables a las operaciones de emergencia y de socorro en caso de catástrofes;

c) que la Resolución UIT-R 55 solicita a las Comisiones de Estudio del UIT-R competentes que emprendan estudios y elaboren directrices en relación con la gestión de las radiocomunicaciones para la predicción, detección, mitigación de los efectos de las catástrofes y las operaciones de socorro, en cooperación con el resto de la UIT y con organizaciones ajenas a la Unión;

d) que la Resolución UIT-R 55 también solicita a las Comisiones de Estudio del UIT-R pertinentes que prosigan los estudios sobre nuevas tecnologías emergentes que podrían facilitar la predicción, detección y mitigación de los efectos de las catástrofes y las operaciones de socorro;

e) que la Recomendación UIT-R M.2015 también proporciona orientaciones sobre disposiciones de frecuencias para sistemas de radiocomunicaciones de protección pública y operaciones de socorro en caso de catástrofe con arreglo a la Resolución **646 (Rev.CMR-15)**;

f) que los Informes UIT-R F.2061 y UIT-R F.2087 tratan del papel de los sistemas de radiocomunicaciones en ondas decamétricas para las operaciones de protección civil y ayuda en caso de catástrofe (PPDR),

*recomienda*

**1** que, para disminuir los efectos de las catástrofes y llevar a cabo las operaciones de socorro en zonas devastadas o para el restablecimiento de enlaces de transmisión, se consideren los siguientes tipos de sistemas inalámbricos fijos (FWS) indicados en el Cuadro 1:

CUADRO 1

**Tipos de sistemas inalámbricos fijos para disminuir los efectos de las catástrofes y las operaciones de socorro**

Tipo	Característica	Aplicación
A	Un enlace inalámbrico 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 120 canales o un enlace de datos hasta 6,3/8 Mbits/s con trayecto de visibilidad directa o casi directa	(1) (2)
D	Un enlace telefónico entre 12 y 480 canales o un enlace de datos de hasta 34/45 Mbit/s por un trayecto de visibilidad directa, obstáculo o transhorizonte	(2)
E	Un enlace telefónico de alta capacidad (más de 480 canales) o un enlace de alta velocidad de datos hasta STM-1	(2)
F	Radiocomunicaciones individuales o en grupo simultáneas que utilizan radiocomunicaciones individuales punto a multipunto entre una estación central y un cierto número de terminales en una región	(1), (3)

Tipos A a E: Sistema transportable.

Aplicación (1): Para zonas devastadas.

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

Aplicación (3): Para disminuir los efectos de las catástrofes.

- 2 que la interconexión de los FWS transportables con los sistemas de cable analógicos y digitales en las estaciones repetidoras se haga en la banda de base;
- 3 que la interconexión de los FWS transportables con los sistemas de fibra óptica en las estaciones repetidoras pueda hacerse en puntos que tengan un nivel importante de potencia óptica;
- 4 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;
- 5 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 lograr una transmisión adecuada en el servicio normal (véase el § 3 del Anexo 1);
- 6 que los FWS transportables, Tipos A a E del Cuadro 1, incluido el Anexo 1 donde se describen sus características, 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 (véase el § 2.6 y el Adjunto 2 al Anexo 1).

## Anexo 1

### Descripción de los sistemas inalámbricos fijos para disminuir los efectos de las catástrofes y las operaciones de socorro

#### 1 Características de los equipos

Para cada tipo de sistemas 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	Ejemplos de bandas de frecuencias <sup>(1)</sup>	Distancia del trayecto de transmisión
A	1-2 canales	Ondas decamétricas (2-10 MHz)	Hasta 250 km o más
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 a 120 canales 1,5/2 ó 6,3/8 Mbit/s	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 a 480 canales 1,5/2; 6,3/8; 4 × 6,3/8 Mbit/s o 34/45 Mbit/s	Ondas decimétricas (800-1 000 MHz) (1,7-2,7 GHz) Ondas centimétricas (4,2-5 GHz)	Trayectos obstruidos o con visibilidad directa

CUADRO 2 (fin)

Tipo de equipo	Capacidad	Ejemplos de bandas de frecuencias <sup>(1)</sup>	Distancia del trayecto de transmisión
E	960-2 700 canales STM-0 (52 Mbit/s) o STM-1 (155 Mbit/s)	Ondas centimétricas (4,4-5 GHz) (7,1-8,5 GHz) (10,5-10,68 GHz) (10,7-11,7 GHz) (11,7-13,2 GHz) (14,4-15,23 GHz) (17,85-17,97/ 18,6-18,72 GHz) (23 GHz)	Hasta varias decenas de km
F	6 canales AMDT, por ejemplo, hasta 2 000 llamadas individuales, por ejemplo, hasta 200 llamadas de grupo	Ondas métricas (54-70 MHz)	Hasta 10 km (típica) Extensión con repetidores

AMDT: Acceso múltiple por división en el tiempo

STM: Modo de transferencia síncrono

<sup>(1)</sup> Muchas partes de 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 frecuencias espacio-Tierra;
- pueden surgir problemas si se utilizan las bandas de frecuencias 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 (sistema de Tipo A)

Los equipos transportables de ondas decamétricas para uno o dos canales, deben utilizar solamente semi-conductores 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 (sistema 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 120 canales o 6,3/8 Mbit/s (sistema de Tipo C)

Se dispone de equipos adecuados para su transporte por carretera, ferrocarril o helicóptero. Tales equipos, junto con las fuentes de alimentación, pueden instalarse y ponerse en servicio fácil y rápidamente. La capacidad de los equipos va de 1,5/2 a 6,3/8 Mbit/s, dependiendo de las necesidades de la topografía del terreno y de otros factores.

Se prefieren los equipos alimentados con c.c. o que puedan funcionar con c.a. y conmutarse automáticamente a c.c. Pueden asociarse a antenas Yagi o de rejilla de poco peso y ganancia elevada, con un alcance de visibilidad directa de hasta 100 km, pero capaces de aceptar alguna obstrucción debida a los árboles, en trayectos más cortos. Conviene utilizar mástiles telescópicos o arriostrados 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 grados (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.

En situación de catástrofe, los sistemas inalámbricos fijos pueden ser necesarios para proporcionar enlaces a múltiples centros de evacuación<sup>1</sup> con una variedad de longitudes de trayectos de transmisión que puede aumentar el riesgo de interferencia perjudicial. En consecuencia, puede ser necesario utilizar modulación adaptativa y control de la potencia de transmisión. Es preferible una sola frecuencia o frecuencias predefinidas seleccionables, para eliminar la mayor cantidad posible de variables durante el establecimiento inicial del equipo. La capacidad de seleccionar adecuadamente sobre el terreno las frecuencias de transmisión y recepción pertenecientes a una amplia banda de frecuencias es una ventaja.

Con el fin de acortar el tiempo necesario para una intervención más rápida, debería utilizarse un mecanismo específico de selección de los canales de frecuencias adecuados para determinar los parámetros adecuados de adaptación y/o las frecuencias de transmisión y recepción, en particular en situaciones de catástrofes sobre zonas extensas, donde hay pocos expertos de diseño de radioenlaces, o ninguno.

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.

En el Adjunto 3 al Anexo 1 se incluye el ejemplo de un sistema de Tipo C y también se facilita el ejemplo de un mecanismo específico para la selección de canales de frecuencias adecuados.

---

<sup>1</sup> Emplazamientos donde personas afectadas por la catástrofe están viviendo temporalmente.

## 2.4 Enlaces de hasta 480 canales o 34/45 Mbit/s (sistema 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 480 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.

En condiciones de trayecto con visibilidad directa o parcialmente obstruido, se dispone de equipos transportables con capacidad de despliegue rápido similar pero con capacidades de transmisión de hasta 34/45 Mbit/s. Se prefieren equipos alimentados con c.c. o equipos que puedan funcionar con c.a. y conmutarse automáticamente a c.c. Pueden asociarse a antenas de rejilla ligeras o pantalla plana, con un alcance de visibilidad directa pero capaces de aceptar alguna obstrucción debida a los árboles, en trayectos más cortos. Conviene utilizar mástiles telescópicos o arriostrados y que puedan orientarse desde el suelo.

La capacidad de seleccionar adecuadamente sobre el terreno las frecuencias de transmisión y recepción pertenecientes a una banda de frecuencias amplia es una ventaja.

## 2.5 Enlaces de gran capacidad (sistema de Tipo E)

Para bandas de frecuencias más elevadas y capacidades de 960 canales telefónicos o STM-0 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 sistemas 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)) o 155,52 Mbit/s (STM-1).

## **2.6 Utilización de equipos transportables del SF a bordo de vehículos (sistema Tipo D o E) en combinación con estaciones de base móviles transportables**

Una de las utilizaciones principales de los FWS es para el enlace de retroceso móvil, que también puede construirse utilizando un sistema de cable como la fibra óptica.

En una catástrofe de gran alcance, no sólo puede dañarse e inutilizarse un enlace de acceso a una estación de base (utilizando un FWS o un sistema de cable), sino también una estación de base móvil. Por consiguiente, deberían montarse a bordo de un vehículo un enlace de retroceso de FWS portátil y una estación de base móvil portátil de modo que ambos equipos se interconecten con facilidad en la zona afectada por la catástrofe. Estas condiciones de funcionamiento permiten restablecer la infraestructura de telecomunicaciones de manera efectiva y prestar rápidamente servicio a los usuarios finales.

En el Adjunto 2 al Anexo 1 se facilita un ejemplo de un sistema de operaciones de socorro en caso de catástrofe montado a bordo de un vehículo con este fin.

## **2.7 Sistema regional de comunicaciones simultáneas (sistema de tipo F)**

Este tipo de sistema funciona como un sistema punto a multipunto en condiciones normales y, en casos de emergencia, funciona en particular para las comunicaciones de socorro en caso de catástrofe.

Una estación central (EC) en unas instalaciones locales/municipales proporciona normalmente información pública a estaciones terminales exteriores (EE) o receptores en interiores para las comunicaciones cotidianas entre la central y los residentes. Para prevenir catástrofes potenciales, la EC también recopila datos o información procedentes de las EE, mediante cámaras de supervisión, dispositivos de telemedida, etc., o a partir de sistemas de prevención de catástrofes utilizados en otras zonas. La información anterior puede incluir datos meteorológicos o avisos de tormentas e incendios. Estas comunicaciones habituales se realizan en AMDT-DDT.

En el caso de EE distantes de la EC, puede utilizarse una estación repetidora (o varias estaciones repetidoras conectadas en serie). Las estaciones repetidoras pueden funcionar como una EC desempeñando la función de comunicación interactiva.

Si se produce una catástrofe o es probable que se produzca, la EC transmite a los residentes la información necesaria o los avisos de tormenta, terremoto o maremoto mediante altavoces o pantalla de caracteres con los que van equipados las EE y los receptores en interiores. Esta información de enlace descendente se transmite en modo de distribución simultánea.

Las comunicaciones interactivas entre la EC y una EE individual son posibles aun cuando se esté realizando distribución simultánea, utilizando otros intervalos de tiempo en AMDT-DDT. De esa forma, información importante procedente de la zona afectada puede transmitirse de manera eficaz a la EC, incluida la situación de las operaciones de socorro, los recursos que se necesitan con urgencia o la información de seguridad dirigida a los residentes y afectados.

Para mayor información, véase el Adjunto 1 al Anexo 1.

## **3 Calidad de la transmisión**

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

Los sistemas de Tipo B y C, utilizados en operaciones de socorro, probablemente proporcionarán una calidad de transmisión análoga a la que presentan en condiciones normales. Como orientación para los sistemas digitales puede utilizarse como objetivo de la BER un valor mínimo sostenible de  $< 1 \times 10^{-8}$ .

Los sistemas de Tipo D, como los del Tipo A, son sumamente dependientes de la ubicación de los terminales y del tamaño de las antenas. Como orientación para los sistemas digitales puede utilizarse como objetivo de la BER un valor mínimo sostenible de  $< 1 \times 10^{-8}$ .

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:

– BER  $< 1 \times 10^{-8}$  para sistemas digitales.

El sistema de Tipo F requiere:

– BER  $< 1 \times 10^{-3}$  para terminales del receptor en interiores.

– BER  $< 1 \times 10^{-4}$  para terminales en exteriores con altavoces.

## **Adjunto 1 al Anexo 1**

### **Características y aplicaciones del sistema regional de comunicaciones digitales simultáneas para la prevención de catástrofes y operaciones de socorro**

El sistema regional de comunicaciones digitales simultáneas (RDSCS) basado en ARIB STD-T86<sup>2</sup> se ha desarrollado para la prevención de catástrofes y operaciones de socorro; es decir, tiene por objeto la recopilación de datos o información destinada a prevenir las catástrofes o los daños causados por las catástrofes, y la transmisión de la información necesaria o las alarmas a los residentes, además de las comunicaciones vocales o de datos cursadas entre la estación central y los residentes.

Ubicando una estación central en la oficina local y un cierto número de terminales en la región, el sistema proporciona comunicaciones simultáneas o de grupo además de comunicaciones individuales punto a multipunto entre la estación central y los terminales.

La estación central recopila datos o información para prevenir o atenuar los efectos de las catástrofes; utilizando desde cámaras de supervisión, teledetectores, vigilantes humanos, etc., a terminales en exteriores que emplean AMDT o desde otro sistema de prevención de catástrofes a teléfonos o facsímil. A continuación, la estación central transmite la información necesaria o la alarma a los residentes mediante los terminales en exteriores y los receptores en interiores a través de altavoces o pantallas de caracteres en modo de distribución simultánea.

---

<sup>2</sup> [http://www.arib.or.jp/english/html/overview/itu/itu-arib\\_std-t86v1.0\\_e.pdf](http://www.arib.or.jp/english/html/overview/itu/itu-arib_std-t86v1.0_e.pdf)

Cada terminal en exteriores es capaz de realizar comunicaciones interactivas con la estación central en modo DDT (dúplex por división en el tiempo). Seis intervalos de tiempo AMDT pueden proporcionar comunicaciones individuales incluso durante los instantes en que se está realizando la distribución simultánea.

Pueden efectuarse hasta 2 000 llamadas individuales o hasta 200 llamadas de grupo a través de 6 canales AMDT, aunque estas capacidades dependen del modelo concreto del fabricante.

Mediante el esquema 16 MAQ (modulación de amplitud en cuadratura), es posible lograr una velocidad de transmisión de 45 kbit/s con una separación de radiocanales de 15 kHz, proporcionando una recopilación de datos de imagen en la estación central y pantalla de caracteres en los terminales.

Para los terminales alejados de la estación central, se instala un repetidor que proporciona la función de desprendimiento, permitiendo a los terminales su acceso a un repetidor así como a la estación central. Podrían instalarse dos o más repetidores en serie, si es necesario. Utilizando repetidores, la potencia de salida del transmisor de cada terminal en exteriores podría tomar un valor de 10 W o menos. Junto con los funcionamientos DDT y AMDT, el bajo consumo de potencia del terminal en exteriores hace posible utilizar alimentación mediante baterías solares o alimentación híbrida mediante un generador solar/eólico.

En esta norma se asegura la interoperabilidad entre terminales o sistemas de diferentes suministradores, permitiendo el transporte de tales equipos a otras zonas afectadas por la catástrofe para realizar las operaciones de socorro.

Habitualmente, el sistema se utiliza para avisos de tormenta, incendios, etc., así como para establecer las comunicaciones diarias entre la oficina local y los residentes.

*Resumen de las especificaciones técnicas:*

Banda de frecuencias:	54-70 MHz
Separación de canales:	15 kHz
Potencia del transmisor:	10 W o menos
Velocidad de transmisión:	45 kbit/s
Esquema de modulación:	16-MAQ
Método de comunicación:	AMDT-DDT
CÓDEC vocal:	CÓDEC vocal de alto rendimiento de 16 kbit/s para funcionamiento con altavoces.

## Adjunto 2 al Anexo 1

### Utilización de un equipo transportable del SF a bordo de vehículo en combinación con una estación de base móvil para las operaciones de socorro en caso de catástrofe

El FWS transportable utiliza las distintas bandas de frecuencias, por ejemplo, algunas de las bandas de frecuencias que se ponen como ejemplo en el Cuadro 2 (fila E), en función de las condiciones de interferencia y/o la distancia de transmisión necesaria en la zona afectada por la catástrofe. En particular, los sistemas en la parte superior de la banda de 4 GHz y 18 GHz son ligeros y de tamaño reducido. Por lo tanto, se pueden instalar a bordo de un vehículo y utilizarse con facilidad. Las principales especificaciones de estos sistemas se muestran en el Cuadro 3.

Las principales especificaciones de la estación de base móvil transportable para su interconexión con el FWS transportable se muestran en el Cuadro 4. El diagrama conceptual global de este sistema se muestra en la Fig. 1.

CUADRO 3

#### Especificaciones principales de los FWS transportables para uso a bordo de vehículos en operaciones de socorro en caso de catástrofe

Banda de frecuencias <sup>(1)</sup>	Capacidad	Interfaz	Tipo de antena	Distancia de transmisión
Parte superior de la banda de 4 GHz (4,92-5,0 GHz)	7-35 Mbit/s	100BASE-TX <sup>(2)</sup>	Pantalla plana de 36 cm	10 km
Banda de 18 GHz (17,85-17,97/18,6-18,72 GHz)	155,52 Mbit/s	STM-1	Parabólica de 0,4-1,2 m de diámetro	3,5 km

<sup>(1)</sup> El canal RF se selecciona dentro de la banda de frecuencias asignada.

<sup>(2)</sup> Conectada al MPX (multiplexador) a través de un convertidor Ethernet/ATM.

CUADRO 4

#### Ejemplo de parámetros de estación de base móvil transportable para utilización a bordo de vehículos en operaciones de ayuda en caso de catástrofe

Banda de frecuencias	Ancho de banda (número de portadoras)	Tipo de antena
800 MHz (830-845/875-890 MHz) <sup>(3)</sup> 2 GHz (1 940-1 960/2 130-2 150 MHz)	15 MHz (3 portadoras) <sup>(1)</sup> , 20 MHz (4 portadoras) <sup>(1)</sup>	Reflector de diedro (40 cm × 37 cm), Reflector de diedro (23 cm × 42 cm) <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> El ancho de banda de una portadora es 5 MHz.

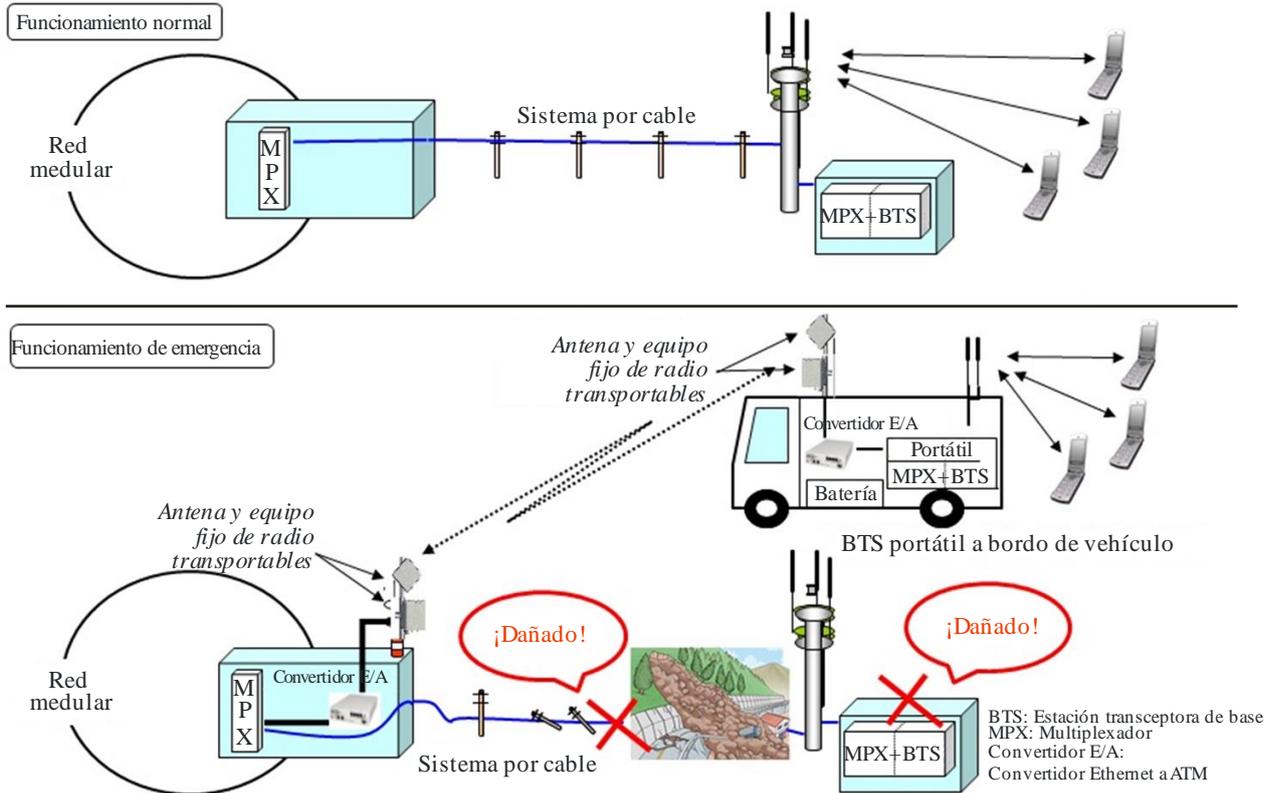
<sup>(2)</sup> Apertura máxima.

<sup>(3)</sup> Estas bandas de frecuencias se utilizan para las comunicaciones públicas en el servicio móvil terrestre.

En la Fig. 1 se muestra el diagrama conceptual del sistema a bordo de un vehículo para operaciones de socorro en caso de catástrofe en la parte superior de la banda de 4 GHz.

FIGURA 1

**Diagrama conceptual del sistema a bordo de un vehículo para operaciones de socorro en caso de catástrofe en la parte superior de la banda de 4 GHz**



F.1105-01

### Adjunto 3 al Anexo 1

#### **Sistemas inalámbricos fijos para operaciones de socorro en caso de catástrofe con un mecanismo específico para la selección de los canales de frecuencias adecuados**

Los FWS para operaciones de socorro en caso de catástrofe utilizan una gran variedad de bandas de frecuencias como se muestra en el Cuadro 2, en función de la capacidad y la distancia del trayecto de transmisión. Entre los sistemas que se muestran en el Cuadro, el sistema de Tipo C utiliza ondas decimétricas u ondas centimétricas y distancias de transmisión de hasta 100 km. En este sistema, son posibles topologías tanto punto a punto (P-P) como punto a multipunto (P-MP), y en el caso de topología P-MP, una estación central puede abarcar hasta ocho estaciones terminales. Los equipos de un sistema de este tipo consisten en una antena, una unidad de radiofrecuencia y una unidad de interior y son transportables y de fácil instalación en un vehículo.

Para proporcionar comunicaciones en caso de catástrofes sobre zonas extensas donde pueden ser necesarios enlaces de comunicaciones con una gran variedad de distancias, se han adoptado mecanismos de modulación adaptativa y control de potencia de transmisión. El mecanismo de control de potencia de transmisión también puede reducir la interferencia innecesaria producida en

otros sistemas y, en consecuencia, permitir un incremento del número de centros de emergencia que se conectan. En la Fig. 2 se muestra un diagrama conceptual de este sistema.

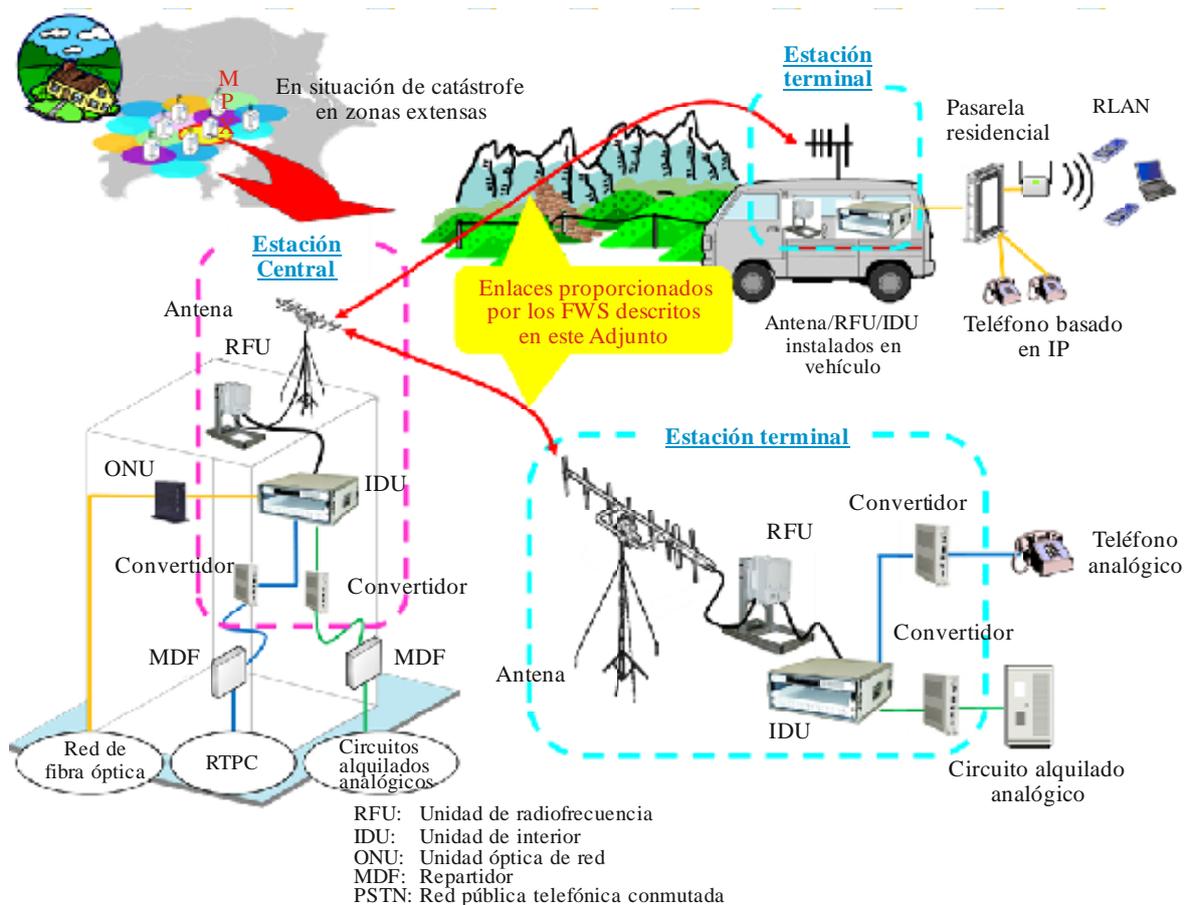
CUADRO 5

**Ejemplo de las principales especificaciones de los FWS para operaciones de socorro en caso de catástrofe en Japón**

Bandas de frecuencias	Modulación	Capacidad	Topología	Distancia de transmisión
Ondas decimétricas (417,5-420,0 MHz/ 454,9125-457,3625 <sup>3</sup> MHz)	MDFO (MDP-4/MAQ-16/MAQ-64 modulación adaptativa)	16 canales 1,7 Mbit/s	P-P P-MP (hasta ocho estaciones terminales)	Hasta 50 km

FIGURA 2

Diagrama conceptual del FWS para catástrofes en zonas extensas



F.1105-02

En el caso de catástrofes en zonas extensas, puede haber un gran número de centros de evacuación donde son necesarias líneas de teléfono y comunicaciones de datos de manera urgente. Normalmente no es posible predecir y determinar qué edificios de las estaciones del servicio fijo

<sup>3</sup> No existen actualmente Recomendaciones UIT-R sobre disposiciones de frecuencias para el servicio fijo en la banda de frecuencias 454,9125-457,3265 MHz.

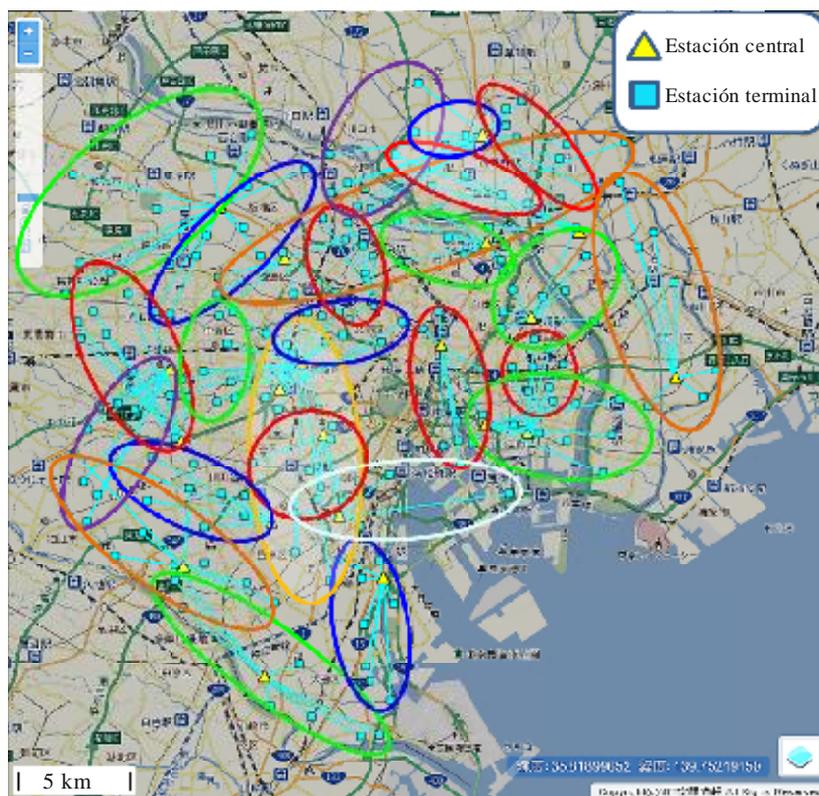
conectadas a las redes de operador sobrevivirán a las catástrofes. Por esta razón, no es posible calcular unos diseños detallados de los enlaces de radiocomunicaciones antes de que se produzca una catástrofe sobre una zona extensa. En consecuencia, son necesarios complejos cálculos en los casos de catástrofe en zonas extensas para seleccionar las frecuencias de transmisión y recepción adecuadas, reduciendo la interferencia innecesaria sobre otras redes y aumentando el número de centros de evacuación cubiertos con el número limitado de canales de frecuencias. En algunos casos, estos cálculos se realizarán en situaciones donde hay pocos expertos de diseño disponibles, o incluso ninguno. Para estas situaciones, se ha desarrollado un mecanismo específico, que tiene las funciones siguientes:

- Selección de un canal de frecuencias adecuado.
- Determinación de la potencia de transmisión de las estaciones de SF.
- Determinación de las direcciones de las antenas de las estaciones de SF.
- Estimación del caudal entre una estación central y una estación terminal.

Este mecanismo utiliza el método de predicción de la Recomendación UIT-R P.1812 para los cálculos de pérdida de propagación. En la Fig. 3 se muestran un ejemplo de cálculos en el área metropolitana de Tokio en Japón. En la Figura, los círculos indican las áreas de las estaciones centrales del SF y las líneas muestran los enlaces de comunicación entre estaciones centrales y estaciones terminales. El número de canales de frecuencias es siete y los círculos de un mismo color en la Fig. 3 indican unas mismas frecuencias de transmisión y recepción. De acuerdo con los resultados obtenidos, con siete canales de frecuencias de transmisión/recepción, 25 estaciones centrales pueden dar cobertura a 200 centros de evacuación.

FIGURA 3

**Ejemplo de cálculos de un mecanismo específico para la selección de los canales de frecuencias adecuados**



F.1105-03