

## 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° 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.

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.

---

\* 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).

## 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 instalarla 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 multiplexaje 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 recalarse 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 <sup>-1</sup> )) (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: $1 \times 10^{-4}$
	SCPC 32 kbit/s $\Delta$ M-MDP-2	45	5	48,5	5,6	Proporción de bits erróneos: $1 \times 10^{-3}$
	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: $1 \times 10^{-4}$
	SCPC 32 kbit/s $\Delta$ M-MDP-2	45	-1	48,5	1,4	Proporción de bits erróneos: $1 \times 10^{-3}$
	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<sup>-1</sup>).

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<sup>-1</sup>). 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<sup>-1</sup>).

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<sup>-1</sup>). 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 7000 kg) o Douglas DC8-62 (que admite una carga de 10000 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<sup>-1</sup>). 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.

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.

---

\* *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).

## 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 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 dB(K<sup>-1</sup>), 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 dB(K<sup>-1</sup>) 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 (dB(K <sup>-1</sup> ))	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) <sup>(1)</sup> o MDF-MF (TP 132 canales)	1	En camión
	2	9	3	Cassegrain <sup>(2)</sup>	79,8	27,9	MF (Color TV 1 canal) <sup>(1)</sup> y MICDA-MDP-2-SCPC (TP 3 canales)	1	En el suelo
	1	1 <sup>(3)</sup>	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 <sup>-1</sup> ))	Potencia del transmisor (W)	Necesidades de potencia primaria (kVA)	Sistemas de transmisión		Capacidad de servicio
					Tx	Rx	
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 (vocodificadores)
					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 (vocodificadores)  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)	