

RECOMENDACIÓN UIT-R S.1001-1*

Utilización de sistemas en el servicio fijo por satélite en situaciones de desastre natural y otras emergencias similares para alertas y operaciones de socorro

(1993-2006)

Cometido

En la presente Recomendación se dan orientaciones sobre la utilización de redes de satélite en casos de catástrofes naturales y emergencias similares. Se facilita información sobre el diseño del sistema general y del terminal que resulta adecuado para las telecomunicaciones de socorro en caso de catástrofe.

La presente Recomendación responde a los términos del Convenio de Tampere (2005).

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 de pequeña apertura, tales como VSAT fijo, estaciones terrenas a bordo de vehículos y estaciones terrenas transportables adquiere una gran importancia y a veces es una de las soluciones más viables para proporcionar servicios de telecomunicaciones de emergencia para operaciones de socorro;
- d) que los equipos de telecomunicaciones han de asegurar distintas funciones incluidas, entre otras, las de telecomunicaciones vocales, la información sobre el terreno, la recopilación de datos y la transmisión de imágenes,
- e) que sería útil disponer de parámetros técnicos de estaciones terrenas de pequeña apertura y de ejemplos de sistemas de emergencia que sirvieran de modelo para planificar la utilización de sistemas para alertas y operaciones de socorro,

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:

* Para mayor información sobre la utilización de estaciones terrenales pequeñas para la transmisión de señales de televisión, véase la Recomendación UIT-R SNG.1421.

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.

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, hambruna, etc., una necesidad urgente es establecer un enlace de comunicaciones fiable para las operaciones de socorro. La comunicación por satélite parece ser el mecanismo más adecuado para establecer rápidamente un enlace de comunicación con los equipos distantes. En este Anexo se describen las principales características que ha de tener un sistema de satélites de este tipo. Suponiendo que el sistema deba funcionar en el SFS, conviene disponer de una estación terrena pequeña, por ejemplo un VSAT fijo, una estación terrena a bordo de un vehículo o 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. Por otra parte, conviene que el sistema se base en normas ampliamente utilizadas de modo que:

- el equipo esté rápidamente disponible;
- se garantice la compatibilidad;
- se garantice la fiabilidad.

En el presente Anexo se proporciona información que puede resultar útil a la hora de planificar la utilización del sistema en el SFS en caso de catástrofes naturales y situaciones de emergencia similares para alertas y operaciones de socorro.

2 Consideraciones básicas

2.1 Servicios requeridos y capacidad de canal asociada

La arquitectura de comunicación básica para las operaciones de socorro debe constar de un enlace que conecte la zona afectada con los centros de socorro designados; los servicios de telecomunicaciones mínimos necesarios son la telefonía, la transmisión de datos (IP, datagramas, fax...) y vídeo. Para esas transmisiones se emplean en muchos casos las tecnologías de transmisión digital.

2.2 Requisitos de la capa física y del canal

En las transmisiones digitales, un parámetro que sirve para medir la calidad de funcionamiento del canal codificado es la probabilidad de errores en los bits (BEP). El valor de BEP recomendado en la Recomendación UIT-R S.1062 para el SFS es de 10^{-6} durante el 99,8% del tiempo en el mes más desfavorable. Este valor de la BEP es debido a la SNIR (relación señal ruido e interferencia), que da una idea del rendimiento del canal, y a la codificación. Utilizando la codificación adecuada puede compensarse, hasta cierto punto, una calidad de canal deficiente, aunque ello implique una reducción de la velocidad binaria útil.

Es necesario reforzar la codificación para tener en cuenta las condiciones particulares de transmisión en los lugares donde se ha producido una catástrofe, tanto en lo que respecta a la alerta como a las operaciones de socorro (por ejemplo, el clima del lugar, la naturaleza de la misión, ...), condiciones que pueden degradar la calidad del canal. Lo ideal sería disponer de una codificación adaptativa, es decir, un sistema que sea capaz de extraer información del canal y adaptarse en consecuencia a la velocidad de codificación.

2.3 Requisitos de la red

Debido a la necesidad esencial de utilizar antenas pequeñas para las operaciones de socorro, es preferible explotar la red en la banda 14/12 GHz o incluso en la banda 30/20 GHz. Aunque las bandas tales como la 6/4 GHz requieren antenas más grandes, pueden no obstante ser adecuadas en función de las condiciones de transmisión y la cobertura de recursos de satélite. A efectos de evitar interferencia, cabe tener presente que algunas bandas están compartidas con los servicios terrenales.

La calidad de servicio de la red debe ser adecuada. En caso de que la red se utilice también para clientes que no tienen necesidades urgentes, las operaciones de emergencia deben gozar de prioridad absoluta, lo que significa una clase de servicio con «prioridad». Lo ideal sería disponer de una red totalmente privada, cuyas bandas de frecuencias y recursos estén reservados.

Cuando el número de estaciones terrenas en funcionamiento es muy grande, puede ser necesario controlar a la red mediante un mecanismo de acceso múltiple con asignación por demanda (AMAD).

2.4 Estación terrena asociada

Para el caso de estaciones terrenas pequeñas en el terreno, debe considerarse la posibilidad de utilizar una estación terrena a bordo de un vehículo o una estación terrena transportable. Para determinar las dimensiones de estas estaciones terrenas puede resultar útil la información que se facilita en los § 3 a 6 de este Anexo.

A fin de que las estaciones terrenas funcionen sin problemas en caso de catástrofe, es fundamental llevar a cabo la formación continua de los posibles operadores y el mantenimiento preventivo del equipo. En particular, debe conferirse especial atención al uso de sistemas autónomos de alimentación o baterías.

3 Recursos de satélite y niveles de p.i.r.e. de la estación terrena necesarios

En este punto se estudian los recursos de satélite y los niveles de p.i.r.e. de la estación terrena necesarios, para lo cual se calculan los balances del enlace suponiendo que una estación terrena pequeña (un VSAT fijo, una estación terrena a bordo de un vehículo o una estación terrena transportable) que funciona en la zona afectada por la catástrofe se comunica con una estación terrena central equipada con una antena más grande.

Al seleccionar los parámetros del sistema deben tenerse en cuenta las consideraciones que se indican en esta sección del presente Anexo para las bandas 6/4 GHz, 14/12 GHz y 30/20 GHz. Los parámetros del sistema se enumeran en el Cuadro 1a) a 1 f).

Los métodos de modulación digital y corrección de errores en recepción (FEC) característicos y comúnmente utilizados para enlaces por satélite del SFS son la MDP-4 con un código convolucional de índice 1/2, de índice 3/4, o de índice 1/2 + un código externo Reed Solomon 188/204 y un código turbo 1/2. Cabe destacar que la utilización de un código interno convolucional junto con un código externo Reed-Solomon ha quedado obsoleta por la aparición de la codificación turbo o verificación de paridad de baja densidad (LDPC) que en general, funciona mucho mejor; el primer tipo de codificación se sigue utilizando por tradición.

En este ejemplo de cálculo del balance del enlace se supone que el diámetro de la antena de una estación terrena pequeña (a bordo de un vehículo o transportable) es igual a 2,5 m o 5 m para las bandas 6/4 GHz, a 1,2 m o 3 m para la banda 14/12 GHz y a 1,2 m o 2,4 m para la banda 30/20 GHz. Para las estaciones que funcionan en la banda 14/12 GHz y 30/20 GHz, pueden utilizarse antenas de diámetros más pequeños si se toman las precauciones adecuadas, tales como la utilización de satélites con mayor G/T o de técnicas de ampliación de espectro para reducir las emisiones fuera del eje a niveles aceptables.

En la banda 4 GHz, un valor típico de G/T de una estación terrena es 17,5 dB/K y 23,5 dB/K para una antena de 2,5 m y 5 m, respectivamente. En la banda de 12 GHz, el valor típico de G/T de una estación terrena es 20,8 dB/K y 28,8 dB/K para una antena de diámetro 1,2 m y 3 m, respectivamente. En la banda de 20 GHz, el valor típico de G/T para una estación terrena es de 25,1 dB/K y 31,1 dB/K para una antena de diámetro 1,2 m y 2,4 m, respectivamente. La temperatura de ruido del amplificador de bajo ruido se supone que es igual a 60 K, 100 K y 140 K para las bandas 4 GHz, 12 GHz y 20 GHz, respectivamente. Aunque pueden utilizarse antenas de apertura más pequeña, tales como 45 cm, 75 cm, etc., el Reglamento de Radiocomunicaciones estipula un límite de emisión fuera del eje que debe respetarse cuando se utilicen estas antenas. La utilización de antenas pequeñas puede causar el incumplimiento de los criterios relativos a las emisiones fuera del eje, por lo que deberá reducirse la potencia de transmisión de la estación terrena a fin de no causar interferencia a satélites adyacentes y otros servicios.

Cabe observar que los valores de la p.i.r.e. del satélite y de la p.i.r.e. de la estación terrena indicados corresponden al caso de una estación terrena pequeña con un ángulo de elevación de la antena de 10° y un margen total de 2 dB.

En el Cuadro 1f) figuran los valores de los parámetros característicos de los satélites para haces mundiales en la banda 6/4 GHz, y para haces puntuales en la banda 14/12 GHz y la banda 30/20 GHz. Los parámetros «ganancia del transpondedor #a» y «ganancia del transpondedor #b» que figuran en el Cuadro 1f) se definen en la Fig. 1.

Tras el cálculo del balance del enlace en los sentidos saliente (de la estación central al VSAT) y entrante (del VSAT a la estación central) los Cuadros 2a, 2b y 2c proporcionan ejemplos de recursos de satélite y niveles p.i.r.e. de la estación terrena necesarios, incluida la p.i.r.e. del satélite necesario, la p.i.r.e. de la estación terrena y la anchura de banda necesaria para la modulación digital normal y los métodos de FEC en las bandas 6/4 GHz, 14/12 GHz y 30/20 GHz.

El valor indicado corresponde al ancho de banda necesario para un sentido, por lo que se necesita el doble para los dos sentidos de transmisión. La p.i.r.e. necesaria del satélite que figura en estos Cuadros corresponde al enlace descendente en el sentido saliente que, por lo general, está sujeto a un límite de potencia en los satélites. La potencia de transmisión y la p.i.r.e. de la estación terrena necesarias que figura en el Cuadro corresponde al enlace ascendente en el sentido entrante que, por lo general, está sujeto a un límite de potencia en las estaciones terrenas.

En los cálculos anteriores no se tiene en cuenta la atenuación debida a la lluvia. Dependiendo de las condiciones locales, podría ser necesario dejar un margen a tal efecto. Tampoco se toman en consideración los efectos de interferencia o intermodulación. Por consiguiente, se necesita un margen adicional (para mayor información sobre la atenuación debida a la lluvia según el clima local, véase la Recomendación UIT-R P.618, y para mayor información sobre diversos criterios de interferencia, véase la Recomendación UIT-R S.1432).

CUADRO 1

Parámetros característicos del satélite, de la estación terrena y de la portadora empleados en los cálculos

a) Distancia con respecto al satélite OSG y atenuación en el trayecto

Elevación	10 grados
Distancia	40 600 km

b) Atenuación en el trayecto (EL = 10 grados)

Frecuencia (GHz)	6/4		14/12		30/20	
	4,0	6,2	12,25	14,25	20,0	30,0
Longitud de onda (m)	0,08	0,05	0,02	0,02	0,02	0,01
Atenuación en el trayecto (dB)	196,7	200,5	206,4	207,7	210,6	214,2

c) Parámetro canal de transmisión

Modulación FEC	MDP-4 1/2 Conv. ⁽¹⁾	MDP-4 3/4 Conv. ⁽¹⁾	MDP-4 1/2 Conv. ⁽¹⁾	MDP-4 1/2 codificación turbo	MDP-8 2/3
BER	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
E_b/N_0 necesaria (dB)	6,1	7,6	4,4	3,1	9,0
Velocidad de FEC	0,5	0,75	0,5	0,5	0,67
Velocidad de código externo	1,0	1,0	188/204	1,0	1,0
Número de bits en un símbolo	2	2	2	2	3
C/N necesaria (dB)	6,1	9,4	4,0	3,1	12,0

⁽¹⁾ Longitud límite $k = 7$.

d) ganancia y G/T de la antena de la estación terrena

Banda de frecuencia (GHz)	6/4				14/12				30/20			
Diámetro de la antena	2,5 m		5,0 m		1,2 m		3,0 m		1,2 m		2,4 m	
Frecuencia (GHz)	4,0	6,2	4,0	6,2	12,25	14,25	12,25	14,25	20,0	30,0	20,0	30,0
Eficiencia	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Ganancia de la antena de cresta (dBi)	38,2	42,0	44,2	48,0	41,5	42,8	49,5	50,8	45,8	49,3	51,8	55,3
G/T (dB/K)	17,5	/	23,5	/	20,8	/	28,8	/	25,1	/	31,1	/

e) Ganancia y G/T de la antena de la estación terrena central

Frecuencia (GHz)	6/4		14/12		30/20	
	4,0	6,2	12,25	14,25	20,0	30,0
Ganancia de la antena (dBi)	55,7	59,5	57,9	59,5	58,0	61,8
G/T de la estación terrena central (dB/K)	35,0		35,0		35,0	
Tamaño de la antena de la estación terrena central (m)	18 m		7,6 m		4,7 m	

f) Ganancia del transpondedor del satélite

Satélite	Satélite a 6/4 GHz	Satélite a 14/12 GHz	Satélite a 30/20 GHz
Banda de frecuencia (GHz)	6/4	14/12	30/20
Longitud de onda (m)	0,05	0,02	0,01
Tipo de haz	MUNDIAL	PUNTUAL	Múltiple
G/T del receptor del satélite (dB/K)	-13,0	2,5	11,0
p.i.r.e. de saturación del transpondedor para una sola portadora (dBW)	29,0	45,8	54,5
SFD (dB(W/m ²))	-78,0	-83,0	-98,4
IBO-OBO (dB)	1,8	0,9	5,0
G_s (dB)	37,3	44,5	51,0
Ganancia del transpondedor #a (dB)	146,1	174,2	200,2
Ganancia de transpondedor #b (dB)	-55,3	-33,5	-14,0

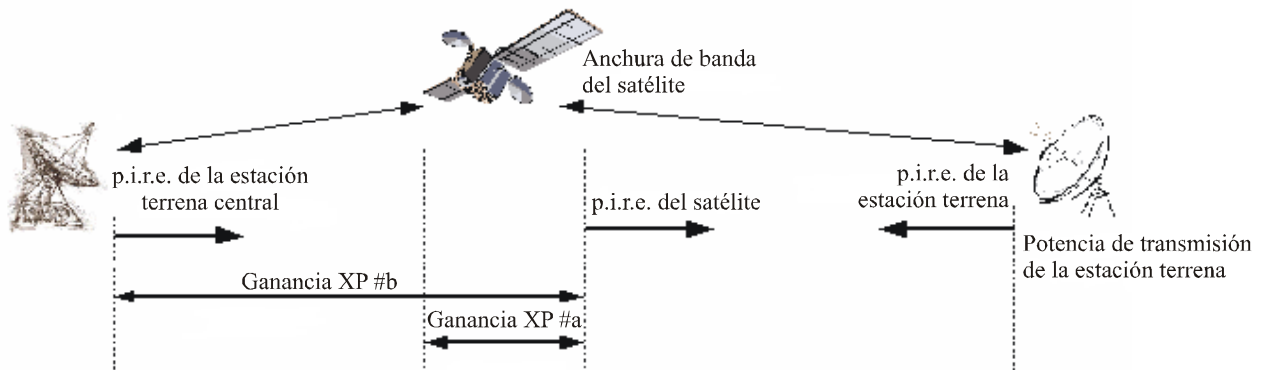
SFD: Densidad de flujo de saturación

IBO: Entrada auxiliar

OBO: Salida auxiliar.

FIGURA 1

Definición de la ganancia del transpondedor (ganancia XP)



$$\text{Ganancia XP \#a} = G_s + \text{p.i.r.e. (saturación del satélite)} - \text{SFD} + \Delta (\text{IBO-OBO})$$

$$\text{Ganancia XP \#b} = \text{p.i.r.e. del satélite} - \text{p.i.r.e. de la estación terrena central}$$

G_s : Ganancia de la antena de un metro cuadrado

CUADRO 2a

**Ejemplos de recursos de satélite y niveles p.i.r.e. de la
estación terrena necesarios en la banda 6/4 GHz**

IR ⁽¹⁾	Modulación/FEC	MDP-4 1/2 Conv. ⁽²⁾		MDP-4 3/4 Conv. ⁽²⁾		MDP-4 1/2 Conv. ⁽²⁾ +RS		MDP-4 1/2 TC	
	Diámetro de la antena	2,5 m	5,0 m	2,5 m	5,0 m	2,5 m	5,0 m	2,5 m	5,0 m
64 kbit/s	Anchura de banda atribuida al satélite (kHz)	90	90	60	60	90	90	60	60
	p.i.r.e. del satélite (dBW)	6,8	0,9	8,3	2,4	6,8	0,9	8,3	2,4
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	46,2	46,2	47,7	47,7	46,2	46,2	47,7	47,7
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	3,1	0,8	4,4	1,1	3,1	0,8	4,4	1,1
1 Mbit/s	Anchura de banda atribuida al satélite (kHz)	1 434	1 434	956	956	1 434	1 434	956	956
	p.i.r.e. del satélite (dBW)	18,8	12,9	20,3	14,4	18,8	12,9	20,3	14,4
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	58,2	58,2	59,7	59,7	58,2	58,2	59,7	59,7
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	50,3	12,6	71,1	17,8	50,3	12,6	71,1	17,8
6 Mbit/s	Anchura de banda atribuida al satélite (kHz)	8 602	8 602	5 734	5 734	8 602	8 602	5 734	5 734
	p.i.r.e. del satélite (dBW)	26,6	20,7	28,1	22,2	26,6	20,7	28,1	22,2
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	66,0	66,0	67,5	67,5	66,0	66,0	67,5	67,5
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	302,1	75,5	426,7	106,7	302,1	75,5	426,7	106,7

⁽¹⁾ IR: Velocidad de información

⁽²⁾ Longitud límite $K = 7$.

CUADRO 2b

**Ejemplos de recursos de satélite y niveles p.i.r.e. de la
estación terrena necesarios en la banda 14/12 GHz**

IR ⁽¹⁾	Modulación/FEC	MDP-4 1/2 Conv. ⁽²⁾		MDP-4 3/4 Conv. ⁽²⁾		MDP-4 1/2 Conv. ⁽²⁾ +RS		MDP-4 1/2 TC	
	Diámetro de la antena	1,2 m	3,0 m	1,2 m	3,0 m	1,2 m	3,0 m	1,2 m	3,0 m
64 kbit/s	Anchura de banda atribuida al satélite (kHz)	90	90	60	60	97	97	90	90
	p.i.r.e. del satélite (dBW)	14,7	7,4	16,2	8,9	13,0	5,7	11,7	4,4
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	35,6	35,6	37,1	37,1	33,9	33,9	32,6	32,6
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	0,3	0,1	0,5	0,1	0,2	0,04	0,2	0,03
1 Mbit/s	Anchura de banda atribuida al satélite (kHz)	1 434	1 434	956	956	1 556	1 556	1 434	1 434
	p.i.r.e. del satélite (dBW)	26,7	19,4	28,2	20,9	25,0	17,7	23,7	16,4
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	47,7	47,7	49,2	49,2	46,0	46,0	44,7	44,7
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	5,3	0,9	7,5	1,2	3,6	0,6	2,7	0,4
6 Mbit/s	Anchura de banda atribuida al satélite (kHz)	8 602	8 602	5 734	5 734	9 334	9 334	8 602	8 602
	p.i.r.e. del satélite (dBW)	34,5	27,2	36,0	28,7	32,8	25,5	31,5	24,2
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	55,4	55,4	56,9	56,9	53,7	53,7	52,4	52,4
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	32,0	5,1	45,1	7,2	21,6	3,5	16,0	2,6

⁽¹⁾ IR: Velocidad de información

⁽²⁾ Longitud límite $K = 7$.

CUADRO 2c

Ejemplos de recursos de satélite y niveles p.i.r.e. de la estación terrena necesarios en la banda 30/20 GHz

IR ⁽¹⁾	Modulación/FEC	MDP-4 1/2 Conv. ⁽²⁾		MDP-4 3/4 Conv. ⁽²⁾		MDP-4 1/2 Conv. ⁽²⁾ +RS		MDP-4 1/2 Codificación turbo	
	Diámetro de la antena	1,2 m	2,4 m	1,2 m	2,4 m	1,2 m	2,4 m	1,2 m	2,4 m
64 kbit/s	Anchura de banda atribuida al satélite (kHz)	90	90	60	60	97	97	90	90
	p.i.r.e. del satélite (dBW)	25,8	25,5	27,3	27,0	24,1	23,8	22,8	22,5
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	30,7	30,7	32,2	32,2	29,0	29,0	27,7	27,7
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	0,024	0,006	0,035	0,009	0,017	0,004	0,012	0,003
1 Mbit/s	Anchura de banda atribuida al satélite (kHz)	1 434	1 434	956	956	1 556	1 556	1 434	1 434
	p.i.r.e. del satélite (dBW)	37,9	37,6	39,4	39,1	36,2	35,9	34,9	34,6
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	42,8	42,8	44,3	44,3	41,1	41,1	39,8	39,8
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	0,4	0,1	0,6	0,1	0,3	0,1	0,2	0,05
6 Mbit/s	Anchura de banda atribuida al satélite (kHz)	8 602	8 602	5 734	5 734	9 334	9 334	8 602	8 602
	p.i.r.e. del satélite (dBW)	45,6	45,4	47,1	46,9	43,9	43,7	42,6	42,4
	p.i.r.e. de la estación terrena (dBW)	50,6	50,6	52,1	52,1	48,9	48,9	47,6	47,6
	Potencia de transmisión de la estación terrena (W)	2,3	0,6	3,3	0,8	1,6	0,4	1,2	0,3

⁽¹⁾ IR: Velocidad de información

⁽²⁾ Longitud límite $K = 7$.

3.1 Ejemplo de cálculo del balance de enlace

A título ilustrativo, en el Cuadro 3a se muestra en detalle el cálculo del balance de enlace indicado en el Cuadro 2a (en el caso de 6 Mbit/s de la banda 6/4 GHz con MDP-4 convolucional de índice 1/2 y un diámetro de antena de 2,5 m).

En el Cuadro 3a se indica mediante ⁽²⁾ los valores del Cuadro 2a que son el resultado del cálculo.

CUADRO 3a

**Cálculo del balance de enlace del Cuadro 2a
(6 Mbit/s de la banda C con MDP-4 convolucional de índice 1/2, antena de 2,5 m)**

Parámetro	Unidad	Valor
<i>A. Parámetro canal de transmisión</i>		
Modulación		MDP-4 convolucional de índice 1/2 ⁽¹⁾
BER		10 ⁻⁶
E_b/N_0 necesaria (dB)	dB	6,1
C/N necesaria (dB)	dB	6,1
<i>B. Parámetro principales del satélite</i>		
SFD (borde del haz)	dB(W/m ²)	-78,0
G/T (borde del haz)	dB/K	-13,0
p.i.r.e. de saturación del transpondedor para una sola portadora (borde del haz) (dBW)	dBW	29,0
IBO	dB	-5,4
OBO	dB	-4,5
Δ (IBO-OBO)	dB	0,9
Ganancia de la antena de 1 m cuadrado	dB	37,3
Ganancia TP (#a)	dB	145,2
<i>C. Parámetro portadora de transmisión</i>		
Velocidad de información	kbit/s	6 144,0
Velocidad FEC		0,5
Velocidad RS (Reed Solomon)		1,0
Velocidad de transmisión	kbit/s	12 288,0
Anchura de banda de ruido	kHz	6 144,0
Anchura de banda atribuida ⁽²⁾	kHz	8 601,6 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Longitud límite $K = 7$.

CUADRO 3a (Continuación)

<i>D. Parámetro principal de la estación terrena</i>			
<i>G/T</i>	dB/K	17,5 (estación terrena de 2,5 m)	35,0 (estación terrena concentradora)
<i>E. Cálculo del balance de enlace</i>			
		Saliente (de la estación terrena central a la estación terrena de 2,5 m)	Entrante (de la estación terrena 2,5 m a la central)
<i>1. C/N en el sentido ascendente (E/S desde la estación central hacia el satélite)</i>			
p.i.r.e. de la estación terrena/central	dBW	81,9	66,0 ⁽²⁾
Atenuación en el espacio libre (6 GHz)	dB	200,5	200,5
<i>G/T</i> del satélite (borde del haz)	dB/K	-13,0	-13,0
<i>C/N</i> (a)	dB	29,1	13,21
<i>2. IM (intermodulación) de la estación terrena</i>			
<i>C/N</i> (b)	dB	99,0	99,0
<i>3. IM (intermodulación) del satélite</i>			
<i>C/N</i> (c)	dB	99,0	99,0
<i>4. C/N del enlace descendente (del satélite hacia E/S)</i>			
p.i.r.e. del satélite	dBW	26,6 ⁽²⁾	10,7
Diagrama, etc.	dB	0,0	0,0
Atenuación en el espacio libre (4 GHz)	dB	196,7	196,7
<i>G/T</i> de la estación terrena	dB/K	17,5	35,0
<i>C/N</i> (d)	dB	8,1	9,7
<i>5. Interferencia cocanal</i>			
<i>C/N</i> (e)	dB	99,0	99,0
Total <i>C/N</i> (<i>C/N</i> (a) ~ <i>C/N</i> (e))	dB	8,1	8,1
Margen	dB	2,0	2,0
Total <i>C/N</i>	dB	6,1	6,1
Ganancia del transpondedor (#b)	dB	-55,3	
Atenuación debida a la conexión	dB		0,8
Ganancia de la antena de la estación terrena (2,5 m)	dBi		42,0
Potencia de transmisión necesaria de la estación terrena	W		<u>302,1</u> ⁽²⁾

4 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 equipos facsímil y teléfonos,
- medios auxiliares.

Este punto debe utilizarse como modelo de las características reales del sistema y de las estaciones terrenas pequeñas, tales como la capacidad de transmisión, el peso y el volumen así como el funcionamiento del subsistema.

4.1 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. La tecnología actual permite respetar estos límites sin grandes dificultades.

Las especificaciones de volumen y peso admisibles de las diversas aeronaves deben consultarse durante el diseño de los terminales de satélite para telecomunicaciones de socorro en caso de catástrofe.

4.2 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.

4.3 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 100 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 de estado sólido, los de tubos de onda progresiva (TOP) y los Klystron.

4.4 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.

Apéndice 1 al Anexo 1

Ejemplos de ejecución de estación terrena transportable e implantación del sistema

1 Estaciones terrenas transportables pequeñas

En la banda 14/12 GHz y 30/20 GHz la mayoría de las estaciones terrenas transportables tienen antenas de unos 1,2 m de diámetro.

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

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

CUADRO 4

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

Ejemplo N.º	1	2	3	4 ⁽¹⁾	5	6
Tipo de transporte	Instalada en un vehículo					
Diámetro de la antena (m)	2,6 × 2,4	1,8	1,2	1,8	0,9	1,5 × 1,35
p.i.r.e. (dBW)	72	70	62,5	65,1-71,2 (95-400 W) ⁽²⁾	54-64 (20-200 W) ⁽²⁾	72 (400 W) ⁽²⁾
Anchura de banda de RF (MHz)	24-27	20-30	30	1,4-60 Mbit/s	64 kbit/s-60 Mbit/s	1,4-60 Mbit/s
Peso total	6,4 t	6,0 t	2,5 t	250 kg ⁽³⁾	70 kg ⁽⁴⁾	210 kg
Paquetes:						
– Dimensiones totales (m)	–	–	–	2,62 × 1,95 × 0,88	1,2 × 1,1 × 0,4 m	2,37 × 1,53 × 0,45
– Número total	–	–	–	–	1	1
– Peso máximo (kg)	–	–	–	< 345 kg	–	–
Capacidad del generador o consumo de potencia (kVA, W)	7,5 kVA	10 kVA	5 kVA	~ 4 100 W	~ 4 100 W	~ 4 100 W
Número de personas necesarias	1-2	1-2	1-2	1	1	1

Ejemplo N.º	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tipo de transporte	Aerotransportable								
Diámetro de la antena (m)	1,8	1,4	1,2	0,75	0,9	0,9 × 0,66	1	0,9	0,9 × 0,66
p.i.r.e. (dBW)	70	64,9	62,5	42,5	44,0	51,7	55	66	51,7
Anchura de banda de RF (MHz)	20-30	30	30	Hasta 0,5	Hasta 0,5	2	6	64 k ~ 60 Mbit/s	64 k ~ 4 Mbit/s
Peso total (kg)	275	250	200	131	141	100	110	130	39
Paquetes:									
– Dimensiones totales (m)	<2	<2	<2	1	1,2	–	–	1 × 0,6 × 1,	70 × 47 × 3
– Número total	10	13	8	5	5	–	–	2	1
– Peso máximo (kg)	45	34	20	37	37	–	–	3 ⁽⁵⁾	39 kg
Capacidad del generador o consumo de potencia (kVA, W)	3 kVA	0,9-1,3 kVA	1,0 kVA	< 370 W	< 370 W	< 2 kVA	< 2 kVA	~ 4100 W	750 W
Número de personas necesarias	2-3	2-3	1-2	1-2	1-2	2	3	1	1

(1) Suelto

(2) El tamaño del amplificador puede seleccionarse a tal efecto

(3) El peso total no incluye el peso del coche

(4) Sin amplificador

(5) Hay tres paquetes; los tamaños son, respectivamente, 72 × 60 × 26 (cm), 51 × 29 × 40 (cm), y 100 × 60 × 40 (cm).

1.2 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 varios 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 5 contiene ejemplos de estaciones terrenas transportables pequeñas para funcionamiento en 30/20 GHz.

CUADRO 5

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

Banda de frecuencias de funcionamiento (GHz)	Peso total (toneladas)	Potencia necesaria (kVA)	Antena		p.i.r.e. máxima (dBW)	G/T (dB/K)	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
	3,5 ⁽⁴⁾	< 8,5	1,4	Cassegrain de desplazamiento	68	20	TV digital (se multiplexan tres canales vocales) ⁽¹⁾ o un canal de voz	> 1	En una furgoneta /SUV
	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

⁽⁴⁾ Incluido el vehículo.

2 Ejemplo de una red para situaciones de emergencia y de las estaciones terrenas asociadas

2.1 Ejemplo de una red de emergencia utilizada en Italia en la banda 14/12 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), 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 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 6 se resumen las principales características de esta red ad hoc para situaciones de emergencia.

CUADRO 6

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

Designación de la estación	Diámetro de la antena (m)	G/T (dB/K)	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 (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)	

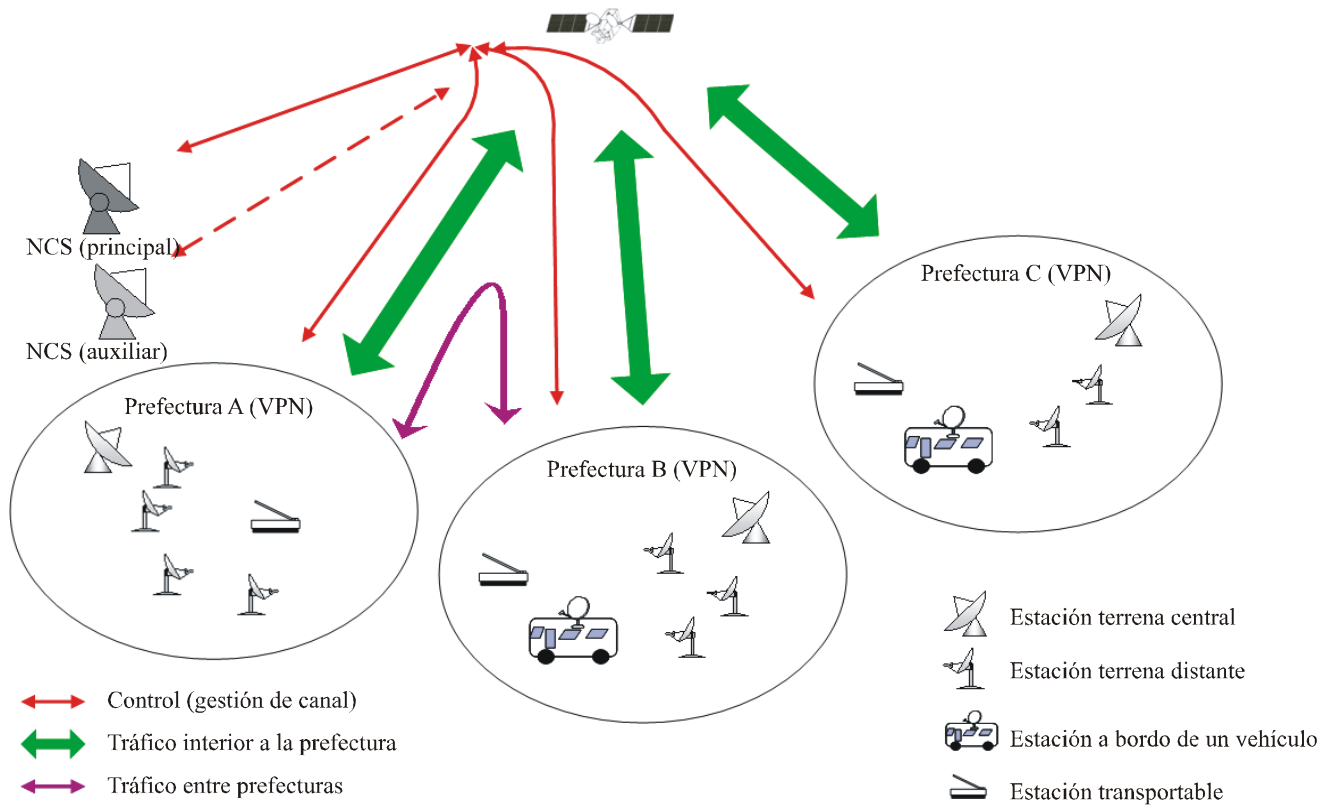
2.2 Ejemplo de una red de emergencia utilizada en Japón en la banda 14/12 GHz

Existe en Japón una red de satélites que funciona en la banda de frecuencias 14/12,5 GHz, que se utiliza principalmente para comunicaciones de emergencia y que cuenta con más de 4 700 estaciones terrenas incluidos los VSAT situados en oficinas municipales y departamentos de bomberos, estaciones terrenas transportables y estaciones terrenas a bordo de vehículos. La red ofrece servicios de voz, facsímil, anuncios (síplex), transmisión de vídeo y transmisión de datos IP a alta velocidad.

Como se muestra en la Fig. 2, la red se basa en AMAD de modo que los canales del satélite pueden compartirse eficazmente entre unas 5 000 estaciones terrenas. Cada estación terrena solicita a la estación de coordinación de red (NCS) la asignación de canales de tráfico tales como voz, facsímil y transmisión IP antes de comenzar la comunicación con otras estaciones terrenas. Obsérvese que la red dispone de dos NCS, la principal y la auxiliar.

La red tiene una topología multiestrella en la que cada prefectura (Japón consta de 47 prefecturas) configura una subred independiente de modo que la oficina principal de la prefectura sirve como estación central para las comunicaciones de emergencia en caso de que se produzca un evento. Dado que la red consiste en un grupo cerrado, las NCS pueden controlar recursos de satélite en función de la urgencia del evento. Por ejemplo, la NCS puede dar prioridad a las comunicaciones que procedan de una determinada prefectura, en la que se ha producido un evento de emergencia, sobre las comunicaciones normales en la prefectura. La red ofrece asimismo comunicaciones entre las prefecturas, si fuera necesario.

FIGURA 2
Configuración de la red de emergencia



1001-02

En el Cuadro 7 figura un resumen de los parámetros del canal. Existen seis tipos de canales que consisten en SCPC (voz/datos/fax), anuncios, transmisión de datos IP, vídeo digital, radiodifusión de datos de satélite y el canal de señalización común (CSC). Los canales SCPC (MICDA a 32 kbit/s) y los canales de transmisión de datos IP (de velocidad variable entre 32 kbit/s y 8 Mbit/s) son asignados por la NCS a estaciones terrenas previa solicitud. La estación terrena solicita la anchura de banda de un canal de transmisión de datos IP de acuerdo con su volumen instantáneo de tráfico de datos IP y la NCS asigna la anchura correspondiente. Por consiguiente, la NCS gestiona eficazmente los recursos de satélite mediante la distribución de canales de tráfico con anchura de banda variable utilizando para ello un algoritmo de gestión de canales innovador. Una estación

terrena concebida para transmisión TCP/IP a alta velocidad incorpora una pasarela TCP que divide en dos segmentos a fin de mejorar el volumen de tráfico TCP (véase la Recomendación UIT-R S.1711).

Para ayudar a establecer las comunicaciones con un área afectada por catástrofes, se están creando estaciones terrenas de usuario de tamaño más pequeño y características mejoradas. En el Cuadro 8 se enumeran los parámetros característicos de este tipo de estaciones terrenas. Existen dos tipos de estaciones terrenas a bordo de vehículos. La estación terrena de tipo A está concebida para transmitir imágenes en movimiento basadas en la tecnología MPEG-2 (es decir, 6 Mbit/s) y ofrecer simultáneamente un circuito de voz durante la transmisión de vídeo. La estación terrena se situará en un vehículo relativamente grande como por ejemplo una «furgoneta». Por otra parte, la estación terrena de tipo B está concebida para transmitir imágenes en movimiento lento basadas en la tecnología MPEG-4/IP (es decir 1 Mbit/s) que permite conmutar un canal de voz con la transmisión de vídeo. La estación terrena se situará sobre un vehículo más pequeño, por ejemplo un «todo terreno». Análogamente a las estaciones terrenas de tipo B situadas a bordo de un vehículo, la estación terrena transportable está concebida para transmitir imágenes de movimiento lento mediante la tecnología MPEG-4/IP y que permite conmutar circuitos de voz con retransmisión de vídeo. Su velocidad de transmisión de vídeo es de sólo 256 kbit/s.

CUADRO 7

Resumen de los parámetros de canal de la red de satélites

Parámetros	SCPC (voz, fax, datos)	Anuncio	Transmisión de datos IP	Transmisión de vídeo digital	Radiodifusión de datos de satélite	CSC
Sentido	bidireccional	bidireccional	bidireccional	unidireccional	unidireccional	bidireccional
Acceso múltiple ⁽¹⁾	AMDF-AS	AMDT-AP/ AMDF	AMDF-AS	AMDF-AS	AMDF-AS	AMDT-AA/ AMDF
Modulación	MDP-4 ⁽²⁾	MDP-4 ⁽³⁾	MDP-4	MDP-4	MDP-4	MDP-4 ⁽³⁾
Velocidad de información	32 kbit/s	32 kbit/s	32k-8 Mbit/s ⁽⁴⁾	7,3 Mbit/s	6,1 Mbit/s	32 kbit/s
FEC	1/2 FEC	1/2 FEC	1/2 FEC ⁽⁵⁾	3/4 FEC+RS	3/4 FEC+RS	1/2 FEC
Cifrado	N/D	N/D	(IPSec) ⁽⁶⁾	(MULTI2) ⁽⁶⁾	MISTY	N/D
Codificación	32 k MICDA	32 k MICDA	N/D	MPEG2	N/D	N/D

⁽¹⁾ Los acrónimos utilizados para el acceso múltiple son los siguientes:

AMDF-AS: Acceso múltiple por división en frecuencia – Asignación por solicitud

AMDT-AP: Acceso múltiple por división en el tiempo – Asignación permanente

AMDT-AA: Acceso múltiple por división en el tiempo – Acceso aleatorio

⁽²⁾ El canal de ráfagas se utiliza debido a la activación de voz.

⁽³⁾ El canal de ráfaga se utiliza en el sentido ascendente.

⁽⁴⁾ Velocidad variable de tipo asimétrica en IP.

⁽⁵⁾ Se utiliza 3/4 FEC + RS para canales de velocidad superior a 3 Mbit/s.

⁽⁶⁾ Opcional.

CUADRO 8

Parámetros de las estaciones terrenas a bordo de vehículos y transportables

Parámetros	Estación terrena a bordo de vehículos		Estación terrena transportable
	Tipo A	Tipo B	
Descripción	<ul style="list-style-type: none"> – Imágenes en movimiento basadas en la tecnología MPEG-2 – Circuito de voz simultáneo 	<ul style="list-style-type: none"> – Imágenes en movimiento lento basadas en IP con tecnología MPEG-4 – Conmutación entre el circuito de voz y el circuito de vídeo 	<ul style="list-style-type: none"> – Imágenes en movimiento basadas en IP con tecnología MPEG-4 – Conmutación entre el circuito de voz y el circuito de vídeo
Diámetro de la antena	1,5 m (parábola de foco desplazado)	75 cm (parábola de foco desplazado)	1 m (plana)
Potencia de salida	70 W (APES)	15 W (APES)	15 W (APES)
Número de canales y velocidad de transmisión	Vídeo: 1 canal (6 Mbit/s, MPEG-2) Voz/IP: 1 canal	Vídeo: 1 canal (1 Mbit/s, IP) Voz/IP: 1 canal	Vídeo: 1 canal (256 kbit/s, IP) Voz/IP: 1 canal
Tipo de vehículo	Furgoneta	Todo terreno	n.d.

2.3 Ejemplo de una red de emergencia utilizada en Asia sudoriental en la banda 14/12 GHz

En el Asia sudoriental un organismo ha instalado un sistema VSAT de banda ancha de extremo a extremo para mejorar las telecomunicaciones de banda ancha entre sus oficinas y perfeccionar la política de gestión de riesgos.

La red de satélites interconecta la sede con 13 oficinas nacionales, 25 oficinas del condado, 72 aldeas y 12 vehículos de emergencia. La red se basa en el protocolo internet (IP) y ofrece todos los servicios comunes de una intranet tales como acceso a servidores web y FTP, mensajería electrónica y distribución de contenido en multidifusión, por ejemplo transmisión en secuencias. Asimismo, ofrece aplicaciones de banda ancha importantes para la gestión de situaciones críticas (ciberservicios de riesgo): videoconferencias, funciones de colaboración y voz por IP.

En situaciones normales el sistema funciona a 8 Mbit/s:

- 2 Mbit/s que comparten todas las comunicaciones vocales;
- 3 Mbit/s para intercambio de datos centrales;
- 3 Mbit/s para compartir datos con otras centrales de datos;

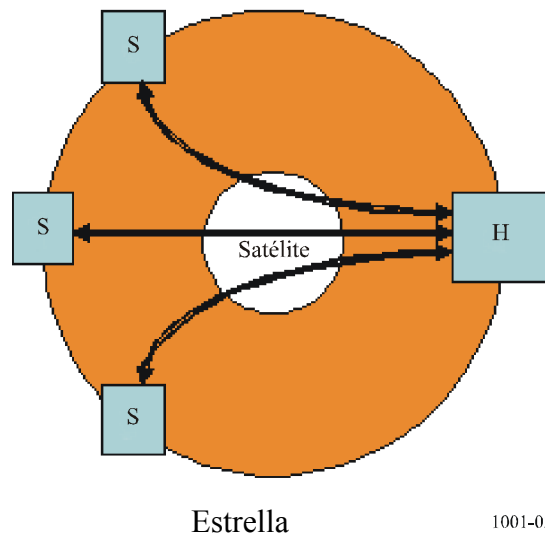
En situaciones críticas, el sistema alcanza una velocidad de 21 Mbit/s:

- 12 Mbit/s para dos trenes de vídeo;
- 9 Mbit/s para videoconferencia con hasta 16 terminales.

La red de satélites se basa en una tecnología en estrella DVB-RCS, donde RCS significa canal de retorno vía satélite. Esta tecnología es conforme a la norma EN 301 790 y permite el acceso a servicios multimedia por satélite mediante una antena parabólica pequeña. Esta tecnología se cita en la Recomendación UIT-R S.1709 – Características técnicas de las interfaces radioeléctricas para sistemas mundiales de comunicaciones por satélite en banda ancha.

Se ha seleccionado una topología en estrella (en lugar de una topología en malla) con una estación central instalada en la sede y los terminales satélites instalados en los lugares distantes citados antes.

FIGURA 3
Topología en estrella



Esta tipología resulta la más adecuada para servicios tales como videoconferencia dada la naturaleza punto a multipunto de éstos y la existencia de una unidad de control multipunto ubicada en la estación central. Esta unidad también permite el acceso a internet mediante un servidor de acceso de banda ancha. Deberá situarse lejos del lugar en el que se haya producido la catástrofe y por consiguiente existen menos limitaciones sobre los recursos; por ejemplo la antena puede ser tan grande como sea necesario.

La red funciona en la banda 14/12 GHz (la banda 14 GHz para los enlaces ascendentes y la banda 12 GHz para los descendentes). Las antenas en la banda 14/12 GHz son más pequeñas y más ligeras, lo que facilita la utilización y el transporte de material. Los terminales son modernos con un diámetro que varía entre 0,6 m y 1,2 m; el diámetro se selecciona para optimizar el equilibrio deseado entre la SNR (relación señal ruido) y la facilidad de transporte. Los subsistemas RF de los terminales distantes se le denomina en la norma unidad en exteriores (ODU).

El enlace de transmisión es conforme con la norma DVB-S, que consiste en una modulación MDP-4 y una combinación de un código exterior Reed-Solomon (188, 204) y un código interno convolucional de índice 1/2. La pila de protocolos para el enlace de retransmisión es IP/MPE/MPEG2-TS/DVB-S¹.

El enlace de retorno se basa en la modulación MDP-4 y una codificación turbo 2/3. La pila de protocolos para el enlace de retorno es IP/AAL5/ATM/DVB-RCS.

La tecnología de acceso por satélite que se utiliza en el enlace de retorno es el acceso múltiple por división de tiempo con multifrecuencia fija (AMDT-MF fija). Esta tecnología permite la comunicación entre un grupo determinado de satélites y la estación central gracias a un conjunto de frecuencias portadora de idéntica anchura de banda y la división del tiempo en intervalos de una misma duración. El centro de control de red en la estación central atribuye a cada terminal del satélite activo una serie de ráfagas, cada una de las cuales está definida por una frecuencia, una anchura de banda, un tiempo de inicio y una duración.

¹ MPE significa encapsulado multiprotocolo.

La red de satélites admite la calidad del servicio (QoS) gracias a las características normalizadas a nivel MAC: las denominadas categorías de capacidad; sin embargo, las arquitecturas permiten definir una política de QoS a niveles superiores tales como las políticas basadas en DiffServ o InterServ (por lo general se prefiere DiffServ).

Desde la estación central pueden controlarse y configurarse los terminales de satélite, así como detectar fallos producidos y descargar software.
