

Recomendación UIT-R BT.2036-5

(05/2023)

Serie BT: Servicio de radiodifusión (televisión)

Características de un sistema receptor de referencia para la planificación de frecuencias de sistemas de televisión digital terrenal



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 <https://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

Series	Título
BO	Distribución por satélite
BR	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
BS	Servicio de radiodifusión (sonora)
BT	Servicio de radiodifusión (televisión)
F	Servicio fijo
M	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
P	Propagación de las ondas radioeléctricas
RA	Radioastronomía
RS	Sistemas de detección a distancia
S	Servicio fijo por satélite
SA	Aplicaciones espaciales y meteorología
SF	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
SM	Gestión del espectro
SNG	Periodismo electrónico por satélite
TF	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
V	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, 2023

© UIT 2023

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 BT.2036-5

Características de un sistema receptor de referencia para la planificación de frecuencias de sistemas de televisión digital terrenal

(Cuestiones UIT-R 114/6 y UIT-R 132-3/6)

(2013-2016-2018-2019-2021-2023)

Cometido

Esta Recomendación define las características de los sistemas de recepción de referencia para diversos sistemas de televisión digital terrenal empleados como base en la planificación de frecuencias de los servicios de televisión digital terrenal en las bandas de ondas métricas y decimétricas.

Palabras clave

Características del receptor, ondas decimétricas, ondas métricas, planificación de frecuencias, radiofrecuencia, relación de protección, selectividad del canal adyacente, televisión digital terrenal

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que actualmente los servicios de televisión digital terrenal que emplean una variedad de sistemas son ampliamente utilizados;
- b) que el UIT-R tiene la responsabilidad de la planificación internacional de frecuencias y la compartición entre servicios para garantizar un uso equitativo y eficaz del espectro radioeléctrico;
- c) en las Recomendaciones UIT-R BT.1306 y UIT-R BT.1877 se definen, respectivamente, los métodos de corrección de errores, de configuración de trama de datos, de modulación y de emisión para la primera y la segunda generación de sistemas de radiodifusión de televisión digital terrenal (DTTB);
- d) que en las Recomendaciones UIT-R BT.1368 y BT.2033 aparecen los criterios para la planificación de los servicios de televisión digital terrenal en las bandas de ondas métricas y decimétricas;
- e) que los parámetros de planificación de frecuencias para la radiodifusión de vídeo digital terrenal (DVB-T) en la Región 1 y en la República Islámica del Irán se definen en el Acuerdo GE06 que planificó la Banda III (174-230 MHz) para la radiodifusión sonora y de televisión digital y las Bandas IV/V (470-862 MHz) para la radiodifusión de televisión digital. El Acuerdo GE06 establece el marco para coordinar la planificación de frecuencias entre los países de la Región 1 y la República Islámica del Irán;
- f) que la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) tiene responsabilidades relativas a las normas y métodos de medición del receptor de TV y a las definiciones;
- g) que en la CEI se han establecido para los diversos sistemas de DTTB las características nominales y los métodos de medición de los receptores de televisión digital;
- h) que si bien es necesario una conexión entre las características requeridas del receptor, tales como las especificaciones límite para la fabricación, la utilización eficaz del espectro y la planificación de frecuencias deben tener en cuenta el sistema de recepción completo y deben basarse en un sistema receptor de referencia en vez de en las especificaciones límite de «caso más desfavorable»,

recomienda

- 1 que como base para la planificación de frecuencias se utilicen las características comunes de los sistemas de recepción de televisión de referencia indicados en el Anexo 1;
- 2 que como base para la planificación de frecuencias¹ se utilicen las características de los sistemas de recepción de televisión de referencia de primera generación indicados en el Anexo 2;
- 3 que como base para la planificación de frecuencias¹ se utilicen las características de los sistemas de recepción de televisión de referencia de segunda generación que se indican en el Anexo 3.

Anexo 1

Características comunes del sistema de recepción de la televisión digital terrenal para la planificación de frecuencias

En los Cuadros 1 a 5 aparecen los valores de las características comunes del receptor aplicables a cualquier sistema de televisión digital terrenal en la planificación de frecuencias.

CUADRO 1

Altura de la antena del receptor (m)

Modo de recepción	Recepción con antena de techo fija	Portátil en exteriores/ móvil	Portátil en interiores
Altura de la antena del receptor sobre el suelo	10	1,5	1,5

CUADRO 2

Directividad de la antena de recepción

Directividad de la antena de recepción	Véase la Rec. UIT-R BT.419
--	----------------------------

CUADRO 3

Factor de ruido del receptor (dB)

	Banda I	Banda III	Bandas IV/V
Frecuencia (MHz)	47-68	174-230	470-862
Factor de ruido del receptor	7 a 10	6 a 10	6 a 7

¹ Las definiciones, los métodos de medición y la presentación de los resultados utilizados en el Anexo 1 se ajustan a las normas/especificaciones de los CEI pertinentes.

CUADRO 4
Ganancia de la antena (dBd)

	Banda I	Banda III	Banda IV	Banda V
Frecuencia (MHz)	47-68	174-230	470-582	582-862
Recepción con antena de techo fija	4	5 a 7	8 a 10	9 a 12

CUADRO 5
Pérdidas en el alimentador (dB)

	Banda I	Banda III	Banda IV	Banda V
Frecuencia (MHz)	47-68	174-230	470-582	582-862
Recepción con antena de techo fija	1	2	3 a 4	4 a 5

Anexo 2

Características del sistema de recepción de referencia de primera generación de la televisión digital terrenal para la planificación de frecuencias²

1 Introducción

Las características de los sistemas de recepción de televisión de referencia de primera generación indicadas en este anexo deben utilizarse como base para la planificación de frecuencias.

1.1 Definiciones

Selectividad del canal adyacente (ACS): se trata de una medida de la capacidad del receptor para recibir una señal deseada en su canal de frecuencias asignado en presencia de una señal no deseada del canal adyacente con una desviación de frecuencia dada con respecto a la frecuencia central del canal asignado. Se define muy frecuentemente como la relación entre la atenuación del filtro del receptor sobre la frecuencia del canal adyacente y la atenuación del filtro del receptor sobre la frecuencia del canal asignado.

Relación de protección de la radiofrecuencia (PR): es el valor mínimo, generalmente expresado en decibelios, de la relación entre la señal deseada y la señal no deseada a la entrada del receptor, determinado en condiciones especificadas, que permite obtener una calidad de recepción especificada de la señal deseada a la salida del receptor (véase § 1.170 del Art. 1 del RR (2004)). En general, la PR se especifica como una función de la desviación de frecuencia entre las señales deseada e interferente en una amplia gama de frecuencias.

² Como la tecnología de los sistemas de recepción DTTB avanza rápidamente, se invita a las administraciones a que estudien toda mejora de los parámetros de planificación que pueda derivarse de las características mejoradas del receptor.

1.2 Características del receptor de referencia DVB-T

Los valores de referencia para los parámetros de un sistema de recepción de referencia DVB-T se definen para tres modos de recepción distintos³:

- Modo de recepción RM1 para una recepción con antena de techo fija.
- Modo de recepción RM2 para una recepción portátil en exteriores o una recepción móvil.
- Modo de recepción RM3 para una recepción portátil en interiores.

En los Cuadros 6 y 7 figuran las características del receptor DVB-T de referencia en los tres modos de recepción para una disposición de canal de 7 y 8 MHz, respectivamente, en la Banda III. El Cuadro 8 proporciona las características del receptor DVB-T de referencia para los tres modos de recepción en las Bandas IV/V.

Los parámetros de referencia de los modos de recepción que aparecen en los Cuadros 6, 7 y 8 no están asociados a una variante concreta del sistema DVB-T ni a una implementación real de red DVB-T, sino que se refieren a un gran número de distintas implementaciones reales.

CUADRO 6

Características del receptor DVB-T de referencia en la Banda III, disposición de canal de 7 MHz

Modo de recepción	RM1	RM2	RM3
Frecuencia f_r (MHz)	200	200	200
Ancho de banda de ruido equivalente (MHz)	6,66	6,66	6,66
Factor de ruido del receptor (dB)	7	7	7
Potencia de ruido a la entrada del receptor	-128,7	-128,7	-128,7
Relación señal/ruido en RF de referencia C/N (dB)	21	19	17
Mínima potencia de la señal a la entrada del receptor (dBW)	-107,7	-109,7	-111,7
Mínima tensión equivalente a la entrada del receptor, 75 Ω (dB(μ V))	31	29	27
Mínima intensidad de campo de referencia (E_{\min}) _{ref} (dB(μ V/m)) para $f_r = 200$ MHz	38,5	43,5	41,5
ACS (dB)	Véase más abajo la Nota		

NOTA – En la Recomendación UIT-R BT.1368-10 aparece información sobre el cálculo de los valores de selectividad de canal adyacente (ACS) para receptores DVB-T.

³ Estos modos de recepción son equivalentes a las configuraciones de planificación de referencia para la recepción con antena de techo fija, portátil en exteriores/móvil y portátil en interiores del Acuerdo GE06.

CUADRO 7

**Características del receptor DVB-T de referencia en la Banda III,
disposición de canal de 8 MHz**

Modo de recepción	RM1	RM2	RM3
Frecuencia f_r (MHz)	200	200	200
Ancho de banda de ruido equivalente (MHz)	7,61	7,61	7,61
Factor de ruido del receptor (dB)	7	7	7
Potencia de ruido a la entrada del receptor (dBW)	-128,2	-128,2	-128,2
Relación señal/ruido en RF de referencia C/N (dB)	21	19	17
Mínima potencia de la señal a la entrada del receptor (dBW)	-107,2	-109,2	-111,2
Mínima tensión equivalente a la entrada de receptor, 75 Ω (dB(μ V))	31,5	29,5	27,5
Mínima intensidad de campo de referencia ($E_{mín})_{ref}$ (dB(μ V/m)) para $f_r = 200$ MHz	39	44	42
ACS (dB)	Véase más abajo la Nota		

NOTA – En la Recomendación UIT-R BT.1368-10 aparece información sobre el cálculo de los valores de selectividad de canal adyacente (ACS) para receptores DVB-T.

CUADRO 8

**Características del receptor DVB-T de referencia en la Banda IV/V,
disposición de canal de 8 MHz**

Modo de recepción	RM1	RM2	RM3
Frecuencia f_r (MHz)	650	650	650
Ancho de banda de ruido equivalente (MHz)	7,61	7,61	7,61
Factor de ruido del receptor (dB)	7	7	7
Potencia de ruido a la entrada del receptor (dBW)	-128,2	-128,2	-128,2
Relación señal/ruido en RF de referencia C/N (dB)	21	19	17
Mínima potencia de la señal a la entrada del receptor (dBW)	-107,2	-109,2	-111,2
Mínima tensión equivalente a la entrada de receptor, 75 Ω (dB(μ V))	31,5	29,5	27,5
Mínima intensidad de campo de referencia ($E_{mín})_{ref}$ (dB(μ V/m)) para $f_r = 650$ MHz	47	52	50
ACS (dB)	Véase más abajo la Nota		

NOTA – En la Recomendación UIT-R BT.1368-10 aparece información sobre el cálculo de los valores de selectividad de canal adyacente (ACS) para receptores DVB-T.

La fórmula para calcular la mínima intensidad de campo aparece en el Adjunto 1 del Anexo 2 a la Recomendación UIT-R BT.1368. Para otras frecuencias, los valores de mínima intensidad de campo de referencia de los Cuadros 6 y 7 deberán ajustarse añadiendo el factor de corrección definido según la siguiente regla:

$$(E_{mín})_{ref}(f) = (E_{mín})_{ref}(f_r) + 20 \log_{10} (f/f_r)$$

siendo f la frecuencia real y f_r la frecuencia de referencia de la banda pertinente indicada en el Cuadro.

En la Recomendación UIT-R BT.1368 figuran más parámetros de planificación, incluidos los valores de C/N , las relaciones de protección y los umbrales de sobrecarga para las variantes concretas del sistema DVB-T.

En los Cuadros 9 y 10 se presentan algunos parámetros relativos al sistema DVB-T de recepción. El Anexo 1 proporciona las características comunes del receptor aplicables a cualquier sistema de televisión digital terrenal en la planificación de frecuencias.

CUADRO 9

Ganancia de antena (dBd)

	Banda III	Banda IV	Banda V
Frecuencia (MHz)	174-230	470-582	582-862
Recepción con antena de techo fija	7	10	12
Recepción portátil/móvil	-2,2	0	0

CUADRO 10

Pérdidas en el alimentador (dB)

	Banda III	Banda IV	Banda V
Frecuencia (MHz)	174-230	470-582	582-862
Recepción con antena de techo fija	2	3	5

1.3 Características del receptor de referencia del Sistema A (ATSC)⁴

En los Cuadros 11 a 15 figuran los valores de referencia para los parámetros de un sistema de recepción de referencia (Sistema A) del *Advanced Television System Committee* (ATSC) con una anchura de banda de 6 MHz.

Los valores para el receptor de referencia en los siguientes puntos tienen por objeto garantizar una recepción fiable y pueden diferir de los criterios de protección para la planificación y atribución de canales de la Recomendación UIT-R BT.1368.

1.3.1 Características de RF

En el Cuadro 11 se indican las características de funcionamiento básicas en RF.

⁴ Por «Sistema A» se entiende un sistema de radiodifusión de televisión digital terrenal de primera generación, cuyas características se ajustan a lo dispuesto en la norma de televisión digital del ATSC, A/53-2007, denominada informalmente ATSC-1.0.

CUADRO 11

**Características de RF de un sistema de recepción
de referencia ATSC de 6 MHz**

Parámetro	Valor de referencia
Gamas de frecuencia (MHz)	47-68, 174-216, 470-806
Anchura de banda de ruido equivalente (MHz)	6
Mínima proporción de bits erróneos (BER) para recepción	3×10^{-6}
Máxima sensibilidad del receptor (dBm)	-83
Mínima sobrecarga del receptor (dBm)	-5
Mínimo valor de S/N (dB)	15,19
Mínima duración de la ráfaga de ruido	165 μ s con repetición de 10 Hz

1.3.2 Protección cocanal

El Cuadro 12 presenta las relaciones mínimas para la protección de la interferencia cocanal para un nivel de señal ATSC «débil deseado» (-68 dBm) y para un nivel de señal ATSC «moderado deseado» (-53 dBm) a la entrada del receptor. Obsérvese que se necesitan diferentes relaciones para la interferencia procedente de señales de TV digital ATSC a diferencia de la interferencia de la TV analógica (NTSC).

CUADRO 12

**Relaciones de protección cocanal para un sistema de recepción de referencia ATSC
de 6 MHz interferido por una señal digital ATSC de 6 MHz
o una señal analógica NTSC**

Tipo de interferencia	Relación entre señales deseada/no deseada cocanal (dB)	
	Señal ATSC deseada débil (-68 dBm)	Señal ATSC deseada moderada (-53 dBm)
Interferencia ATSC en ATSC	+15,5	+15,5
Interferencia NTSC en ATSC	+2,5	+2,5

NOTA – Todos los valores ATSC son potencia media; todos los valores NTSC son potencia de cresta.

1.3.3 Relaciones de protección del primer canal adyacente

El Cuadro 13 presenta las relaciones de protección de la interferencia de primer canal adyacente para varios niveles de señales «deseadas» a la entrada del receptor. Cabe señalar que los valores de relación de protección de TVD en TVD de la Recomendación UIT-R BT.1368 son -28 y -26 dB para las interferencias del canal adyacente superior e inferior, respectivamente. Estas relaciones de protección se basaban en la interferencia asimétrica del transmisor en el primer canal adyacente. Para esta Recomendación, se utiliza -27 dB y se añade un margen de 6 dB para alcanzar -33 dB. El margen se añade para permitir la mejora de la tecnología de transmisión de la TVD.

CUADRO 13

Relaciones de protección del primer canal adyacente para un sistema de recepción de referencia ATSC de 6 MHz contra la señal interferente de 6 MHz (digital o analógica) en los canales adyacentes inferior ($N - 1$) o superior ($N + 1$) para unos niveles de potencia media de la señal deseada a la entrada del receptor

Tipo de interferencia	Relación entre señales deseada/no deseada del canal adyacente (dB)		
	Deseada débil (-68 dBm)	Deseada moderada (-53 dBm)	Deseada intensa (-28 dBm)
Interferencia ATSC inferior en ATSC ($N - 1$)	-33	-33	-20
Interferencia ATSC superior en ATSC ($N + 1$)	-33	-33	-20
Interferencia NTSC inferior en ATSC ($N - 1$)	-40	-35	-26
Interferencia NTSC superior a ATSC ($N + 1$)	-40	-35	-26

NOTA – Todos los valores NTSC son potencia de cresta; todos los valores ATSC son potencia media.

1.3.4 Relaciones de protección de múltiples canales adyacentes

En el Cuadro 5 de la Recomendación UIT-R BT.1368 figuran las relaciones de protección de múltiples canales adyacentes para un sistema de recepción ATSC de 6 MHz de referencia contra una señal interferente de 6 MHz (digital o analógica) en los múltiples canales adyacentes, $N \pm 2$ a $N \pm 15$, para unos determinados niveles de potencia media de la señal deseada a la entrada del receptor.

Múltiples fuentes de interferencia en varios canales adyacentes afectan de manera importante a las relaciones de protección del canal adyacente para un sistema receptor de referencia ATSC de 6 MHz. Las combinaciones de señales no deseadas pueden causar interferencia en un canal deseado. En particular si el canal deseado es N , las señales en los canales $N + K$ y $N + 2K$ (o $N - K$ y $N - 2K$), donde K es un número entero entre 1 y 10, se combinarán para causar interferencia en el canal deseado N . La relación entre la señal deseada y la interferencia no deseada de los pares de señales a la entrada del receptor representa la relación de protección necesaria para asegurar la recepción. En el Cuadro 14 se resumen las relaciones de protección para un sistema receptor de referencia ATSC de 6 MHz en presencia de pares de fuentes de interferencia de igual potencia de señal.

CUADRO 14

Relaciones de protección (dB) para una señal ATSC de 6 MHz ATSC (canal deseado N) con interferencia de dos señales ATSC de 6 MHz (no deseadas) de igual potencia de señal en múltiples canales adyacentes, $N + K$ y $N + 2K$ (o $N - K$ y $N - 2K$), donde $K = 2, 3, \dots, 10$, a niveles de potencia media de la señal deseada a la entrada del receptor

Tipo de interferencia	Relación de nivel de señal deseada para cada nivel de señal no deseada (dB)		
	Señal ATSC deseada muy débil (-78 dBm)	Señal ATSC deseada débil (-68 dBm)	Señal ATSC deseada moderada (-53 dBm)
$N + 1$ y $N + 2$ ($N - 1$ y $N - 2$)	-30,0	-31,5	-30,5
$N + 2$ y $N + 4$ ($N - 2$ y $N - 4$)	-38,2	-37,6	-35,1
$N + 3$ y $N + 6$ ($N - 3$ y $N - 6$)	-42,2	-38,8	-35,2
$N + 4$ y $N + 8$ ($N - 4$ y $N - 8$)	-41,6	-38,9	-35,8
$N + 5$ y $N + 10$ ($N - 5$ y $N - 10$)	-40,8	-40,8	-37,1
$N + 6$ y $N + 12$ ($N - 6$ y $N - 12$)	-44,3	-42,7	-37,7
$N + 7$ y $N + 14$ ($N - 7$ y $N - 14$)	-47,7	-43,4	-38,1
$N + 8$ y $N + 16$ ($N - 8$ y $N - 16$)	-52,3	-44,2	-39,4
$N + 9$ y $N + 18$ ($N - 9$ y $N - 18$)	-48,8	-43,2	-38,7
$N + 10$ y $N + 20$ ($N - 10$ y $N - 20$)	-50,9	-43,6	-37,3

1.3.5 Selectividad del canal adyacente

La selectividad de canal adyacente (ACS) se expresa en dB y puede calcularse con arreglo a la Recomendación UIT-R BT.1368 como sigue:

$$ACS \text{ (dB)} = -10 \log \left(10^{-\frac{ACIR \text{ (dB)}}{10}} - 10^{-\frac{ACLR \text{ (dB)}}{10}} \right) \quad (1)$$

donde:

ACIR: Relación de interferencia del canal adyacente

ACLR: Relación de potencia de fuga de la señal no deseada del canal adyacente.

Obsérvese que:

$$ACIR \text{ (dB)} = PR_{co-ch} \text{ (dB)} - PR_{adj-ch} \text{ (dB)}$$

donde:

PR_{co-ch} (dB): Relación de protección cocanal del receptor

PR_{adj-ch} (dB): Relación de protección del canal adyacente del receptor.

1.3.6 Respuesta al impulso de canal

El receptor de referencia ATSC de 6 MHz debe tener una respuesta al impulso de canal en la gama de $-30 \mu\text{s}$ (preeco) a $+40 \mu\text{s}$ (posteco), decreciendo las amplitudes con el desplazamiento. El Cuadro 15 presenta la magnitud del perfil de la respuesta al impulso de canal del receptor en condiciones estáticas o casi estáticas en presencia de un solo eco estático. El receptor debe ser insensible a la fase del eco sencillo. La condición casi estática introduce un desplazamiento de fase utilizando un efecto Doppler lento de 0,05 Hz.

CUADRO 15

Magnitud máxima de la respuesta al impulso de canal para un sistema de recepción de referencia ATSC de 6 MHz en presencia de un solo eco estático de retardo variable

Retardo del eco (μs)	Amplitud (dB)
-40,0	-15
-30,0	-7
-20,0	-7
-15,0	-5
-10,0	-3
-5,0	-0,5
+5,0	-0,5
+10,0	-1
+15,0	-1
+20,0	-2
+30,0	-3
+40,0	-4
+50,0	-15

Además de los ecos estáticos sencillos del Cuadro 15, cabe esperar que el sistema de recepción de referencia ATSC de 6 MHz funcione en entornos dinámicos más difíciles. En la práctica recomendada ATSC, A/74⁵, se definen una serie de conjuntos de laboratorio de múltiples ecos dinámicos y de conjuntos de campo real.

⁵ «ATSC Recommended Practice: Receiver Performance Guidelines», Document A/74:2010, Advanced Television Systems Committee, Washington, DC, 7 de abril de 2010.
http://www.atsc.org/cms/standards/a_74-2010.pdf

1.3.7 Factores de planificación para la recepción ATSC

CUADRO 16

Factores de planificación para la recepción ATSC utilizando el Sistema A (ATSC)

Parámetros	Símbolo	Parte inferior de la banda de ondas métricas	Parte superior de la banda de ondas métricas	Ondas decimétricas
Frecuencia (MHz)	F	47-68	174-216	470-806
Factor del dipolo (dBm a dB(μ V/m))	K_d	-111,8	-120,8	-130,8
Ajuste del factor del dipolo	K_a	0,0	0,0	Véase la Nota
Ruido térmico (dBm)	N_t	-106,2	-106,2	-106,2
Ganancia de la antena (dBd)	G	4	6	10
Pérdidas en el cable de descarga (dB)	L	1	2	4
Factor de ruido del receptor (dB)	N_s	10	10	7
Relación señal/ruido requerida (dB)	S/N	15,19	15,19	15,19
Relación lóbulo frontal-lóbulo posterior de la antena (digital, ATSC)		10	12	14
Relación lóbulo frontal-lóbulo posterior de la antena (analógica, NTSC)		6	6	6

NOTA – El ajuste, $K_a = 20 \log (615/(\text{frecuencia media de canal}))$, se añade a K_d para tener en cuenta las mayores intensidades de campo requeridas a frecuencias de ondas decimétricas elevadas y las menores intensidades de campo requeridas a frecuencias de ondas decimétricas más bajas.

La mínima intensidad de campo definida para una cobertura ATSC puede obtenerse de los valores del Cuadro 16 y mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Intensidad de campo (dB}\mu\text{V/m)} = S/N + N_t + N_s + L - G - K_d - K_a \quad (2)$$

1.4 Características del sistema de recepción de referencia RDSI-T

1.4.1 Característica del receptor

En el Cuadro 17 aparecen los valores de los parámetros del receptor de referencia de la radiodifusión digital de servicios integrados terrenal (RDSI-T) que funciona en la Banda III, la Banda IV y la Banda V.

Los valores del Cuadro se aplican a los receptores que van a utilizarse en los estudios de compartición.

Se especifican las características del receptor para una red monofrecuencia; en la Fig. 2 se representa un ejemplo en forma de máscara del intervalo de guarda⁶.

⁶ Véase el Informe UIT-R BT.2209 para una definición detallada.

CUADRO 17

**Características del receptor RDSI-T de referencia
para la planificación de la DTTB**

Parámetros		Valores		
Anchura de banda de ruido equivalente, b (MHz)		5,57	6,5	7,43
Factor de ruido del receptor, F (dB)		7	7	7
Tensión de entrada de ruido del receptor (dB μ V) para 75 Ω y 290 K		9,2	9,9	10,5
C/N de referencia (dB) ⁽¹⁾		20,1	20,1	20,1
Mínima tensión a la entrada del receptor, V_{\min} (dB μ V) ⁽¹⁾		29,3	30,0	30,6
Umbral de sobrecarga del receptor (dB μ V) (todos) ⁽²⁾		109	109	109
Amplitud proporcional del ruido (APN) (con respecto a la amplitud de la señal de entrada en el receptor) (dB) ⁽³⁾		-35	-35	-35
Filtro de interpolación utilizado para la recuperación de portadora (características en el dominio del tiempo (μ s)) ⁽⁴⁾	Plano	-126 a 126	-108 a 108	-94,5 a 94,5
	Transición	-168 a -126 y 126 a 168	-144 a -108 y 108 a 144	-126 a -94,5 y 94,5 a 126
Margen de ajuste de la ventana (μ s) ⁽⁵⁾		6	5,1	4,5

⁽¹⁾ Los valores corresponden a una variante del sistema 64-MAQ-FEC 3/4 y el entorno de recepción fija. Los valores son distintos para otras variantes del sistema u otros entornos de recepción. Para más detalles véase la Recomendación UIT-R BT.1368.

⁽²⁾ El umbral de sobrecarga del receptor (todos) se define como el límite admisible de la tensión de entrada del receptor.

⁽³⁾ APN es el ruido cuya amplitud crece/decrece de forma equivalente en proporción al nivel de señal de entrada del receptor y se expresa por el valor con respecto al nivel de señal de entrada. En el Informe UIT-R BT.2209 aparece una definición detallada.

⁽⁴⁾ Como el sistema RDSI-T envía señales piloto dispersas (SP) que contienen información de portadora de referencia cada tres portadoras MDFO, el receptor debe recuperar otras portadoras MDFO que no son SP. Para esta recuperación se utiliza un filtro de interpolación. Los valores se refieren a la variante del sistema de Modo 3 (8k FFT). Los valores para el Modo 2 (4k FFT) se dividen por dos y los valores para el Modo 1 (2k FFT) se dividen por cuatro. En el Informe UIT R BT.2209 aparecen más detalles al respecto.

⁽⁵⁾ En entornos de red monofrecuencia, el receptor fija su ventana FFT en la mejor posición por varias medidas. Aunque la gama de ajuste de la posición de la ventana FFT es teóricamente $\pm GI/2$ (GI se refiere a la duración del intervalo de guarda), el *hardware* del receptor debe fijar algunos márgenes frente a esta posición. En el Informe UIT-R BT.2209 aparecen más detalles al respecto.

CUADRO 18

Inmunidad contra la interferencia de señales fuertes⁽¹⁾ del receptor RDSI-T para la planificación de la DTTB

Parámetros	Valor ⁽²⁾		
	6 MHz	7 MHz	8 MHz
Anchura de banda nominal del canal	6 MHz	7 MHz	8 MHz
1 ^{er} canal adyacente	-30 dB ⁽³⁾	-30 dB ⁽³⁾	-30 dB ⁽³⁾
2 ^o canal adyacente	-45 dB	-45 dB	-45 dB
3 ^{er} canal adyacente	-50 dB	-50 dB	-50 dB
4 ^o canal adyacente y canales adyacentes superiores	-55 dB	-55 dB	-55 dB

- (1) La inmunidad contra la interferencia de señales fuertes es la capacidad del receptor de recibir la señal deseada en presencia de una fuerte señal no deseada, expresada en la relación del nivel de señal deseada respecto del nivel de la señal no deseada.
- (2) Los valores se definen por el espectro de fuga de la señal no deseada que satisface la plantilla de límite de espectro de la emisión crítica especificada en la Recomendación UIT-R BT.1206. Los valores para variantes del sistema distintas de 64QAM FEC-3/4 se facilitan en el Informe UIT-R BT.2209.
- (3) Se aplica el valor de -35 dB para las señales no deseadas sin espectro de fuga.

FIGURA 1

Características de la relación señal deseada/señal interferente para el primer canal adyacente sin espectro de fuga de señal no deseada para la variante de sistema de 64-MAQ FEC 3/4

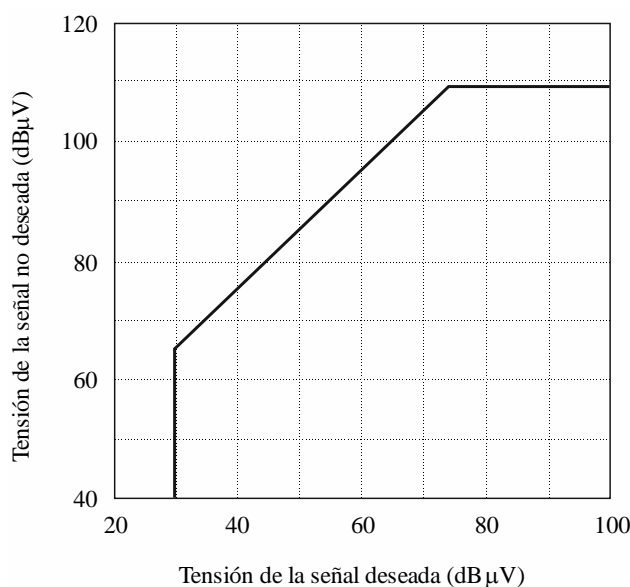
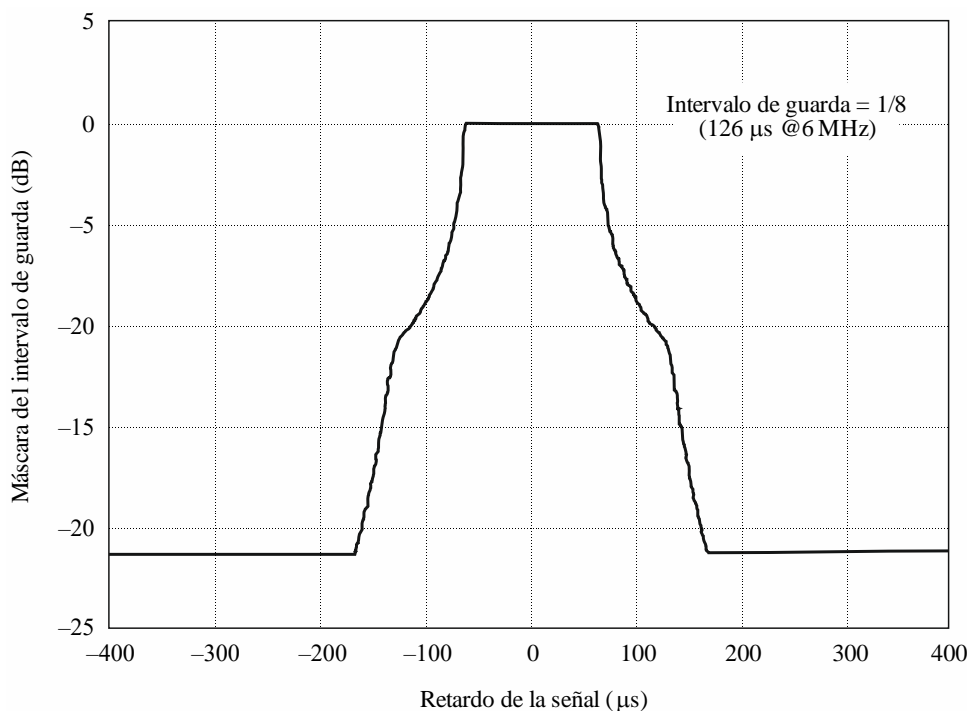


FIGURA 2

Características de la máscara del intervalo de guarda para 6 MHz
(para GI = 1/8, 64-MAQ-FEC 3/4)⁷



BT.2036-02

1.4.2 Características del sistema de antena de recepción

En el Anexo 1 se indican los valores de la ganancia de antena de recepción de referencia y de pérdidas del cable utilizados en los estudios de planificación. De acuerdo con el entorno de recepción pueden aplicarse valores distintos de los que figuran en el Anexo 1.

1.5 Características del sistema de recepción de referencia DTMB

1.5.1 Características de recepción

Los valores de referencia para los parámetros de un sistema de recepción de referencia DTMB se definen para tres modos de recepción distintos:

- el modo de recepción RM1 requiere una C/N de 8 dB, que se puede utilizar en la recepción móvil con correspondencia para la constelación QPSK y una velocidad de código de 0,4;
- el modo de recepción RM2 requiere una C/N de 14 dB, que se puede utilizar en la recepción con antena de techo fija con correspondencia para la constelación 64 QAM y una velocidad de código de 0,4;
- el modo de recepción RM3 requiere una C/N de 20 dB, que se puede utilizar en la recepción en interiores con correspondencia para la constelación 64 QAM y una velocidad de código de 0,6.

⁷ El método para obtener las características de la máscara del intervalo de guarda se describe con detalle en el Informe UIT-R BT.2209. Las características dependen de la variante del sistema empleada.

En los Cuadros 19 y 20 figuran las características del receptor DTMB de referencia en los tres modos de recepción para una disposición de canal de 8 MHz, respectivamente, en la Banda III. El Cuadro 21 proporciona las características del receptor DTMB de referencia para los tres modos de recepción en las Bandas IV/V.

Los parámetros de referencia de los modos de recepción que aparecen en los Cuadros 19 y 20 no están asociados a una variante concreta del sistema DTMB ni a una implementación real de red DTBM, sino que se refieren a un gran número de distintas implementaciones reales.

CUADRO 19

**Características de recepción DTMB de referencia
en la Banda III, disposición de canal de 8 MHz**

Modo de recepción	RM1	RM2	RM3
Frecuencia f_r (MHz)	200	200	200
Ancho de banda de ruido equivalente (MHz)	7,56	7,56	7,56
Factor de ruido del receptor (dB)	5	5	5
Potencia de ruido a la entrada del receptor (dBW)	-128,23	-128,23	-128,23
Relación señal/ruido en RF de referencia C/N (dB)	8	14	20
Mínima potencia de la señal a la entrada del receptor (dBW)	-120,23	-114,23	-108,23
Mínima tensión equivalente a la entrada del receptor, 75 Ω (dB μ V)	18,47	24,47	30,47
Mínima intensidad de campo de referencia (E_{min}^{ref}) (dB(μ V/m)) para $f_r = 200$ MHz	27	33	39

CUADRO 20

**Características de recepción DTMB de referencia
en la Banda IV/V, disposición de canal de 8 MHz**

Modo de recepción	RM1	RM2	RM3
Frecuencia f_r (MHz)	700	700	700
Ancho de banda de ruido equivalente (MHz)	7,56	7,56	7,56
Factor de ruido del receptor (dB)	7	7	7
Potencia de ruido a la entrada del receptor (dBW)	-128,23	-128,23	-128,23
Relación señal/ruido en RF de referencia C/N (dB)	8	14	20
Mínima potencia de la señal a la entrada del receptor (dBW)	-120,23	-114,23	-108,23
Mínima tensión equivalente a la entrada del receptor, 75 Ω (dB μ V)	18,47	24,47	30,47
Mínima intensidad de campo de referencia (E_{min}^{ref}) (dB(μ V/m)) para $f_r = 650$ MHz	35	41	47

La fórmula para calcular la mínima intensidad de campo aparece en el Adjunto 1 del Anexo 2 a la Recomendación UIT-R BT.1368. Para otras frecuencias, los valores de mínima intensidad de campo de referencia de los Cuadros 19 y 20 deberán ajustarse añadiendo el factor de corrección definido según la siguiente regla:

$$(E_{\min})_{ref}(f) = (E_{\min})_{ref}(f_r) + 20 \log_{10}(f/f_r)$$

siendo f la frecuencia real y f_r , indicada en los Cuadros 19 y 20, la frecuencia de referencia de la banda pertinente.

En la Recomendación UIT-R BT.1368 figuran más parámetros de planificación, incluidos los valores de C/N , las relaciones de protección y los umbrales de sobrecarga para las variantes concretas del sistema DTMB.

1.5.2 Características del sistema de antena receptora

Los valores de ganancia de la antena receptora de referencia y de pérdida en el cable que se aplican en los estudios de planificación se indican en los Cuadros 21 y 22 siguientes.

CUADRO 21

Ganancia de antena (dBd)

	Banda III	Banda IV	Banda V
Frecuencia (MHz)	174-230	470-582	582-862
Recepción con antena de techo fija	5	10	12
Recepción portátil/móvil	-2,2	0	0

CUADRO 22

Pérdida del alimentador (dB)

	Banda III	Banda IV	Banda V
Frecuencia (MHz)	174-230	470-582	582-862
Recepción con antena de techo fija	3	3	5

Anexo 3

Características del sistema de recepción de referencia de la segunda generación de la televisión digital terrenal para la planificación de frecuencias⁸

1 Introducción

Las características de los sistemas de recepción de TV de segunda generación de referencia que aparecen en este anexo deben utilizarse como base para la planificación de frecuencias.

1.1 Características del receptor de referencia DVB-T2

Los valores de referencia para los parámetros de un sistema de recepción de referencia de la radiodifusión de vídeo digital terrenal de segunda generación (DVB-T2) se definen para cuatro modos de recepción distintos, a saber:

- Modo de recepción RM1 para una recepción con antena de techo fija.
- Modo de recepción RM2 para una recepción portátil en exteriores y para una recepción móvil RM2b. Los valores para la recepción móvil se incluirán posteriormente cuando se lleven a cabo más mediciones con DVB-T2 para ese modo de recepción.
- Modo de recepción RM3 para la recepción portátil en interiores.

Los valores de referencia para los parámetros de un sistema de recepción de referencia DVB-T2 aparecen en los Cuadros 23 y 24, para una disposición de canal de 7 y 8 MHz, respectivamente. El Cuadro 25 presenta las características del receptor DVB-T2 de referencia para las Bandas IV/V.

Los parámetros de referencia de los modos de recepción que figuran en los Cuadros 23 a 25 no están asociados a una variante concreta del sistema DVB-T2 ni a una implementación de red DVB-T2 real sino que se refieren a un gran número de diferentes implementaciones reales.

⁸ Como la tecnología de los sistemas de recepción DTTB avanza rápidamente, se invita a las administraciones a que estudien toda mejora de los parámetros de planificación que pueda derivarse de las características mejoradas del receptor.

CUADRO 23

**Características del receptor DVB-T2 de referencia a la Banda III,
para una disposición de canal de 7 MHz**

Modo de recepción	RM1	RM2a	RM2b	RM3
Frecuencia f_r (MHz)	200	200	200	200
Ancho de banda de ruido equivalente (MHz)	6,66	6,66	6,66	6,66
Factor de ruido del receptor (dB)	6	6	Por completar	6
Potencia de ruido a la entrada del receptor	-129,7	-129,7	Por completar	-129,7
Relación señal/ruido en RF de referencia C/N (dB)	20	18	Por completar	18
Mínima potencia de la señal a la entrada del receptor (dBW)	-109,7	-111,7	Por completar	-111,7
Mínima tensión equivalente a la entrada del receptor, 75Ω (dB(μ V))	29	27	Por completar	27
Mínima intensidad de campo de referencia (E_{min}) _{ref} (dB(μ V/m)) para $f_r = 200$ MHz	36,5	41,5	Por completar	41,5
ACS (dB)	Véase la Nota más abajo			

NOTA – En la Recomendación UIT-R BT.2033 aparece información sobre el cálculo de los valores de selectividad de canal adyacente (ACS) para receptores DVB-T2.

CUADRO 24

**Características del receptor DVB-T2 de referencia a la Banda III,
para una disposición de canal de 8 MHz**

Modo de recepción	RM1	RM2a	RM2b	RM3
Frecuencia f_r (MHz)	200	200	200	200
Ancho de banda de ruido equivalente (MHz)	7,77	7,77	7,77	7,77
Factor de ruido del receptor (dB)	6	6	Por completar	6
Potencia de ruido a la entrada del receptor	-129	-129	Por completar	-129
Relación señal/ruido en RF de referencia C/N (dB)	20	18	Por completar	18
Mínima potencia de la señal a la entrada del receptor (dBW)	-109	-111	Por completar	-111
Mínima tensión equivalente a la entrada del receptor, 75Ω (dB(μ V))	29,75	27,75	Por completar	27,75
Mínima intensidad de campo de referencia (E_{min}) _{ref} (dB(μ V/m)) para $f_r = 200$ MHz	37	42,5	Por completar	42,5
ACS (dB)	Véase la Nota más abajo			

NOTA – En la Recomendación UIT-R BT.2033 aparece información sobre el cálculo de los valores de selectividad de canal adyacente (ACS) para receptores DVB-T2.

CUADRO 25

Características de receptor DVB-T2 de referencia a la Banda IV/V

Modo de recepción	RM1	RM2a	RM2b	RM3
Frecuencia f_r (MHz)	650	650	650	650
Ancho de banda de ruido equivalente (MHz)	7,77	7,77	7,77	7,77
Factor de ruido del receptor (dB)	6	6	Por completar	6
Potencia de ruido a la entrada del receptor (dBW)	-129	-129	Por completar	-129
Relación señal/ruido en RF de referencia C/N (dB)	20	18	Por completar	18
Mínima potencia de la señal a la entrada del receptor (dBW)	-109	-111	Por completar	-111
Mínima tensión equivalente a la entrada del receptor, 75 Ω (dB(μ V))	29,7	27,7	Por completar	27,75
Mínima intensidad de campo de referencia ($E_{mín})_{ref}$ (dB(μ V/m)) para $f_r = 650$ MHz	45,5	50,5	Por completar	50,5
ACS (dB)	Véase la Nota más abajo			

NOTA – En la Recomendación UIT-R BT.2033 aparece información sobre el cálculo de los valores de selectividad de canal adyacente (ACS) para receptores DVB-T2.

La fórmula para calcular la mínima intensidad de campo aparece en el Anexo 1 al Informe UIT-R BT.2254. Para otras frecuencias los valores de mínima intensidad de campo de referencia de los Cuadros 17 y 18 deberán ajustarse añadiendo el factor de corrección definido en la siguiente ecuación:

$$(E_{mín})_{ref}(f) = (E_{mín})_{ref}(f_r) + 20 \log_{10} (f/f_r)$$

siendo f la frecuencia real y f_r la frecuencia de referencia de la banda pertinente indicada en el Cuadro.

En la Recomendación UIT-R BT.2033 aparece la información sobre la planificación de frecuencias y redes de DVB-T2 incluidos los valores de C/N , las relaciones de protección y los umbrales de sobrecarga para unas variantes concretas del sistema DVB-T2.

En los Cuadros 26 y 27 figuran algunos parámetros relativos al sistema DVB-T2 de recepción. El Anexo 1 presenta las características comunes del receptor aplicables a cualquier sistema de televisión digital terrenal en la planificación de frecuencias.

CUADRO 26

Ganancia de antena (dBd)

	Banda III	Banda IV	Banda V
Frecuencia (MHz)	174-230	470-582	582-862
Antena de techo fija	7	10	12
Recepción portátil/móvil	-2,2	0	0

CUADRO 27

Pérdidas en el alimentador (dB)

	Banda III	Banda IV	Banda V	Modo de recepción
Frecuencia (MHz)	174-230	470-582	582-862	
Antena de techo fija	2	3	5	De techo fija

1.2 Características de referencia del receptor ATSC 3.0⁹

En el Cuadro 28 se indican las características de referencia del receptor ATSC 3.0 en tres modos de recepción: interior urbano, interior suburbano y casi despejado/rural¹⁰. Los parámetros del receptor ATSC 3.0 son los siguientes: MAQ-16, código LDPC 2/15 y FFT 8K.

CUADRO 28

Características de referencia del receptor ATSC 3.0,
canal de 8 MHz

Modo de recepción	Interior urbano	Interior suburbano	Casi despejado/rural
Frecuencia f_r (MHz)	700	700	700
Ancho de banda de ruido equivalente (MHz)	7,78	7,78	7,78
Factor de ruido del receptor (dB)	7	7	7
Potencia de ruido a la entrada del receptor (dBW)	-128	-128	-128
Relación señal/ruido en RF de referencia C/N (dB)	1,0	1,0	1,0
Mínima potencia de la señal a la entrada del receptor (dBW)	-127	-127	-127
Mínima intensidad de campo de referencia ($E_{min})_{ref}$ (dB(μ V/m)) para $f_r = 650$ MHz	46,1	44,1	44,1

En el Cuadro 29 *infra* se indican las características de referencia del receptor ATSC 3.0, para los casos en que se utilice una antena externa en exterior, instalada a una altura de 10 metros, y un modelo de canal de Rice. Los parámetros del receptor ATSC 3.0 son los siguientes: MAQ-64, código LDPC 11/15 y 32K FFT.

⁹ Los receptores ATSC 3.0 vienen especificados en la norma de televisión digital del ATSC, A/300-2019, y sus normas constitutivas.

¹⁰ Los modos de recepción son coherentes con el modelo de pérdidas por propagación de Hata, descrito en el Anexo B a la especificación ETSI TR 143 030 V9.0.0, entre otros documentos. La recepción casi despejada/rural equivale al modo de recepción RM2 de la sección 1.2 de dicho documento, y la recepción en interiores es análoga al modo de recepción RM3.

CUADRO 29

**Características de referencia del receptor ATSC 3.0,
canal de 6 MHz, antena exterior**

Frecuencia central del canal (MHz)	69	195	605
Ancho de banda del canal (MHz)	6	6	6
Factor de ruido del receptor (dB)	7,0	7,0	7,0
Factor de ruido equivalente en la entrada de la antena (dBm)	-89,7	-99,8	-102,6
Relación C/N mínima (dB)	16,9	16,9	16,9
Potencia mínima en la entrada de la antena (dBm)	-72,8	-82,9	-85,7
Intensidad de campo mínima requerida en la antena (dB μ V/m)	39,0	38,0	44,9
Intensidad de campo mínima requerida en la antena con margen (dB(μ V/m))	41,9	40,8	47,8

En el Cuadro 30 *infra* se indican las características de referencia del receptor ATSC 3.0 para la recepción en automóviles, utilizando un modelo de canal de Rayleigh. Los parámetros del receptor ATSC 3.0 son los siguientes: MAQ-16, código LDPC 5/15 y 16K FFT. Se asume una pérdida de bajada equivalente a la de un cable coaxial RG-59 de 10 pies (3,0 m).

CUADRO 30

**Características de referencia del receptor ATSC 3.0,
canal de 6 MHz, recepción en automóviles**

Frecuencia central del canal (MHz)	69	195	605
Ancho de banda del canal (MHz)	6	6	6
Ganancia de la antena (dB)	-4,0	-2,0	0,0
Factor de ruido del receptor (dB)	7,0	7,0	7,0
Factor de ruido equivalente en la entrada de la antena (dBm)	-88,8	-95,8	-97,9
Relación C/N mínima (dB)	7,8	7,8	7,8
Potencia mínima en la entrada de la antena (dBm)	-81,0	-88,0	-90,1
Intensidad de campo mínima requerida en la antena (dB(μ V/m))	30,8	32,8	40,6