

INFORME UIT-R M.2041

Compartición y compatibilidad de banda adyacente en la banda 2,5 GHz entre las componentes terrenales y de satélite de las IMT-2000

(2003)

ÍNDICE

Página

1	Introducción.....	3
2	Métodos de compartición y de compatibilidad en banda adyacente	3
2.1	Mecanismos de interferencia	3
2.2	Enfoques de las pérdidas de acoplamiento mínimas (MCL) y de Monte Carlo ..	6
2.3	Modelos de propagación.....	7
3	Conclusiones sobre compartición de la misma frecuencia.....	7
4	Resumen de los resultados para la banda adyacente	8
5	Conclusiones y análisis sobre la banda adyacente.....	13
5.1	Conclusiones generales.....	13
5.2	Viabilidad de la compatibilidad en banda adyacente para el SRI-E.....	17
5.3	Viabilidad de la compatibilidad de banda adyacente para el sistema S-DMB ...	18
6	Glosario y abreviaturas.....	19
	Anexo 1 – Parámetros de sistema	20
1	Parámetros del sistema T-IMT-2000.....	20
2	Parámetros del sistema de interfaz radioeléctrica de satélite E (SRI-E)	23
3	Parámetros del sistema de radiodifusión multimedio digital por satélite (S-DMB).....	27
	Anexo 2 – Análisis detallado de la compartición y la compatibilidad.....	35
1	Interferencia procedente de los satélites del SMS en el sistema T-IMT-2000.....	35
2	Interferencia de la MES del SMS en el sistema T-IMT-2000.....	47
3	Interferencia procedente del sistema T-IMT-2000 en los satélites del SMS.....	59
4	Interferencia procedente del sistema T-IMT-2000 en las MES del SMS.....	67
5	Análisis de sensibilidad para la interfaz radioeléctrica de satélite-E (SRI-E).....	79

NOTA – En relación con la componente de satélite de las IMT-2000, este Informe abarca algunas interfaces radioeléctricas de satélite IMT-2000 actuales y posibles.

1 Introducción

La CMR-2000 identificó tres bloques distintos de espectro adicional para las IMT-2000, incluyendo la banda 2 500-2 690 MHz. Dicha banda 2 500-2 690 MHz está atribuida actualmente con carácter primario a diversos servicios espaciales, al servicio fijo y al servicio móvil. Este Informe limita su alcance a la interferencia entre el SMS y la componente terrenal de las IMT-2000.

Este Informe utiliza los parámetros pertinentes necesarios para los estudios de interferencia en la fecha de publicación. Debe señalarse que los parámetros supuestos en este Informe para los sistemas terrenales IMT-2000 son los de la IMT-2000 AMDC con dispersión directa/AMDC DDT (denominados en adelante en el Informe T-IMT-2000); no se han considerado otras interfaces radioeléctricas terrenales IMT-2000 porque los estudios actuales sólo contemplan dicha interfaz. Se investigan los problemas de interferencia mediante enfoques deterministas y estadísticos para los distintos escenarios. Este Informe ofrece conclusiones técnicas relativas a las bandas de guarda necesarias entre la T-IMT-2000 y el SMS en la banda 2 500-2 690 MHz. Como estas conclusiones se basan en parámetros que son correctos en la fecha de publicación y en los escenarios de despliegue previstos, debe señalarse que todo cambio de los parámetros, por ejemplo, en las máscaras de emisión T-IMT-2000, exigiría volver a considerar las conclusiones del Informe.

2 Métodos de compartición y de compatibilidad en banda adyacente

2.1 Mecanismos de interferencia

2.1.1 Trayectos de la interferencia para la compartición y las evaluaciones de compatibilidad S-IMT-2000/T-IMT-2000

Los diversos trayectos de la interferencia pueden agruparse de diversas maneras. El enfoque escogido se basa en el sistema deseado o en el interferente y en si el trayecto de la interferencia es la componente de satélite (incluyendo posiblemente los repetidores terrenales) o la componente terrenal. Este enfoque se seleccionó porque el sentido del satélite IMT-2000 (S-IMT-2000) (enlace ascendente o enlace descendente) determina el enfoque para el establecimiento de modelos.

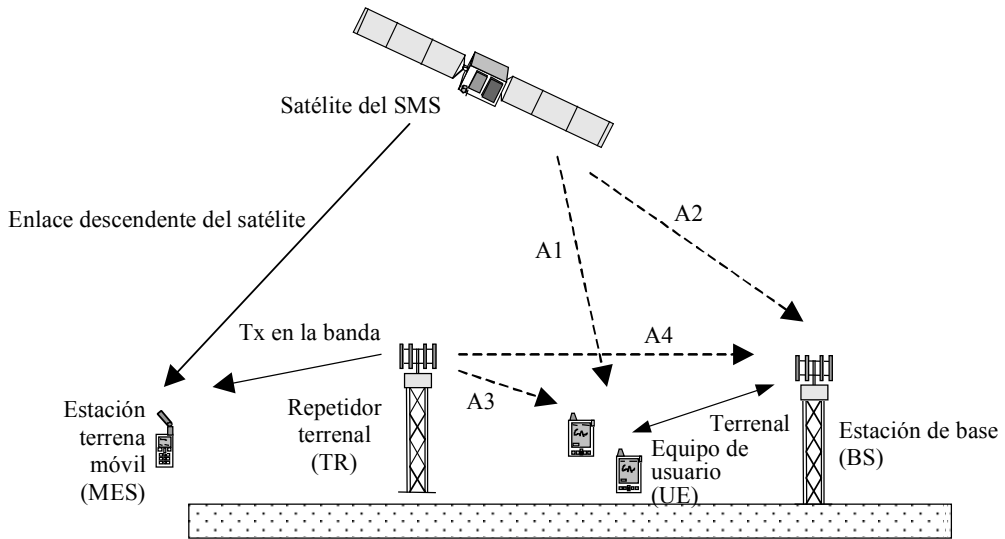
El resultado se traduce en cuatro trayectos principales de interferencia, tal como se muestra en el Cuadro 1 y en las Figs. 1 a 4.

CUADRO 1

Trayectos de interferencia

Trayecto de interferencia	SMS descendente a 2 520 MHz	SMS ascendente a 2 670 MHz
Señal T-IMT-2000 deseada Señal SMS interferente	A	B
Señal T-IMT-2000 interferente Señal SMS deseada	D	C

FIGURA 1
Trayecto de interferencia A
 2 500-2 520 MHz

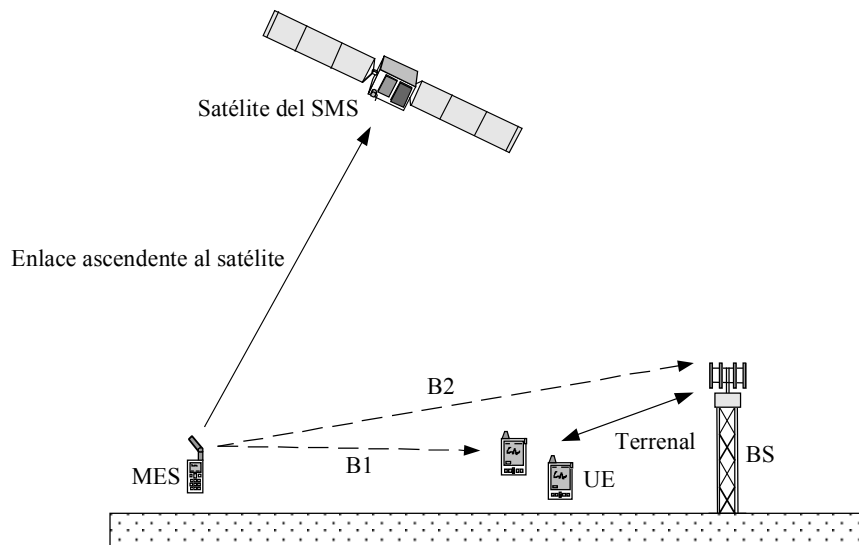


Trayecto de interferencia:

- A1: SMS → UE
- A2: SMS → BS
- A3: TR → UE
- A4: TR → BS

Rap 2041-01

FIGURA 2
Trayecto de interferencia B
 2 670-2 690 MHz

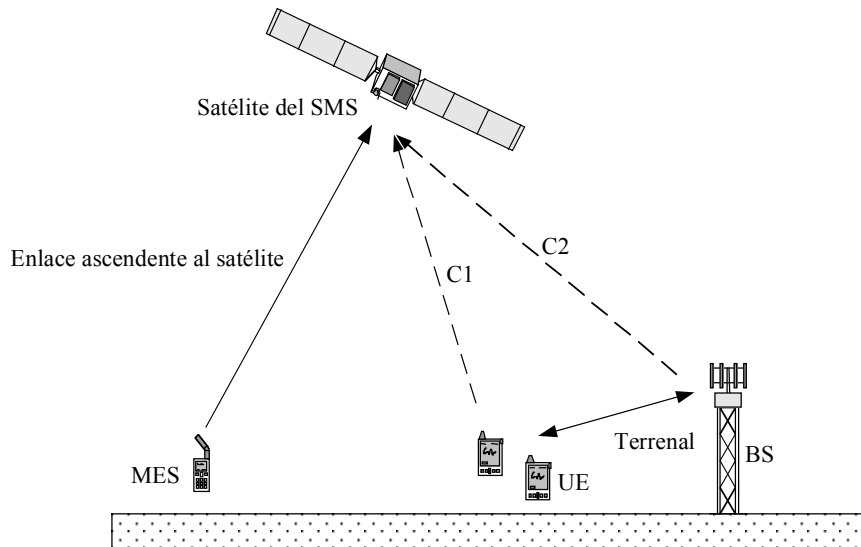


Trayecto de interferencia:

- B1: MES → UE
- B2: MES → BS

Rap 2041-02

FIGURA 3
Trayecto de interferencia C
 2 670-2 690 MHz

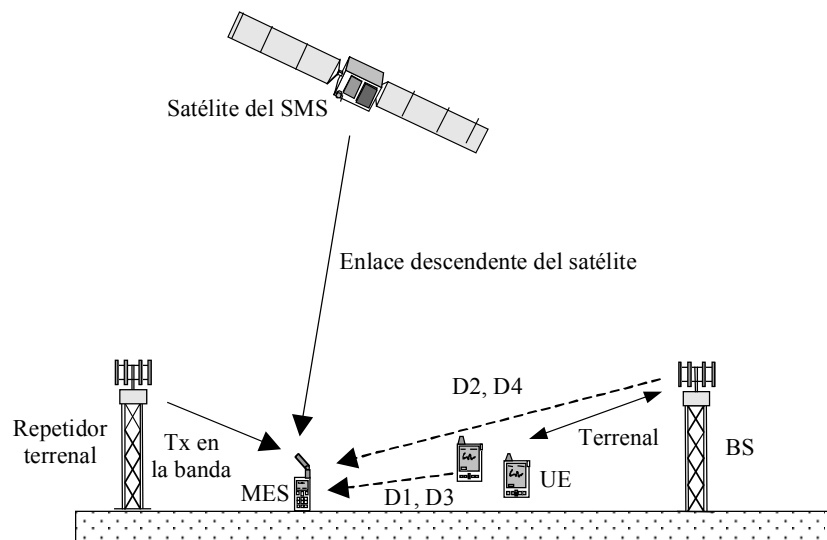


Trayecto de interferencia:

- C1: UE → SMS
- C2: BS → SMS

Rap 2041-03

FIGURA 4
Trayecto de interferencia D
 2 500-2 520 MHz



Trayecto de interferencia:

- D1: UE → MES (recepción del satélite)
- D2: BS → MES (recepción del satélite)
- D3: UE → MES (recepción del TR)
- D4: BS → MES (recepción del TR)

Rap 2041-04

2.2 Enfoques de las pérdidas de acoplamiento mínimas (MCL) y de Monte Carlo

En este Informe, se han utilizado dos enfoques hasta ahora para evaluar la interferencia de dos sistemas.

a) El primero, el de las pérdidas de acoplamiento mínimas (MCL), permite el cálculo para un sistema determinado (dado un conjunto de parámetros del transmisor y del receptor) de las pérdidas mínimas de propagación (y de allí la obtención de la distancia de separación mínima) y/o el aislamiento mínimo de la banda adyacente (y de allí, la obtención de la banda de guarda mínima). Para los sistemas de tipo 3GPP (terrenales o de satélite) que funcionan con la misma anchura de banda, el aislamiento de la banda adyacente se expresa mediante la relación de interferencia del canal adyacente (ACIR) que se explica a continuación. Debe señalarse que el concepto de ACIR es útil si se prevén separaciones normalizadas de frecuencias portadoras de 5, 10 ó 15 MHz. En los demás casos, es necesario utilizar máscaras de espectro de los Tx/Rx.

Las MCL entre un transmisor interferente (Tx) y un receptor víctima (Rx) se definen como:

$$MCL = Potencia T_x(\text{dBm/Ref.Bw}) + Ganancia de la antena T_x (\text{dBi}) + \\ Ganancia de la antena R_x (\text{dBi}) - Umbral de interferencia R_x(\text{dBm/Ref.Bw})$$

En el caso de un cálculo con distancia de separación mínima, D_{min} :

$$MCL = Modelo de propagación (D_{min})$$

En el caso de un cálculo de banda de guarda mínima, $f_{separation}$:

$$MCL = Modelo de propagación (D_{min}) - ACIR (f_{separation})$$

La ACIR se define como:

$$ACIR = \frac{1}{\frac{1}{ACLR} + \frac{1}{ACS}} \quad (\text{en términos lineales})$$

La ACLR es la relación de fugas del canal adyacente del transmisor interferente (es decir la relación de potencia fuera de banda que cae en el canal adyacente) y la ACS es la selectividad del canal adyacente (es decir, la potencia recibida en el canal adyacente tras el filtro de entrada) del receptor víctima.

No obstante, en los sistemas T-IMT-2000, la interferencia suele traducirse en pérdidas de capacidad y/o de cobertura. La evaluación del efecto de la interferencia exige por tanto en algunos casos una simulación con un gran número de transmisores y receptores, y las MCL pueden no ser adecuadas para investigar estas pérdidas. Además, las MCL no incorporan un modelo del control de potencia o situaciones dinámicas que pueden ser determinantes en algunos escenarios, tales como por ejemplo, aquellos en los que intervienen terminales de usuario como víctima.

b) El segundo enfoque es la simulación de Monte Carlo que da una probabilidad de interferencia para un conjunto determinado de parámetros y un modelo de despliegue y de control de potencia.

La probabilidad de interferencia aceptable utilizada en los estudios de Monte Carlo dependerá del escenario que se considere. Por ejemplo, en el caso de interferencia entre una MES y el UE terrenal, se considera que la probabilidad máxima de interferencia aceptable para un sistema IMT-2000 AMDC con dispersión directa es de 2%.

En la mayoría de las simulaciones Monte Carlo que se presentan en el Informe se empleó el útil Monte Carlo Seamcat¹. En el Anexo 2 se detallan las hipótesis adoptadas en las simulaciones de Monte Carlo y basadas en los trabajos del UIT-R. También se incluye información adicional junto con los estudios de compatibilidad reseñados.

Se entiende que ninguno de los dos enfoques descritos es suficiente por sí solo para describir con detalle el problema de la interferencia y para llegar a conclusiones sobre el problema de las bandas de guarda. A fin de efectuar la comparación de los enfoques deterministas y estadísticos los puntos que siguen son interesantes:

- El método MCL es útil para una evaluación inicial de la compartición de frecuencias, y es adecuado para situaciones de interferencia bastante «estáticas» (por ejemplo, las de enlaces fijos frente a estaciones de base móviles). No obstante, en algunos casos se puede ser pesimista.
- El método de Monte Carlo dará generalmente resultados más realistas. No obstante es complejo de implementar y sólo arrojará resultados precisos si las distribuciones de probabilidad de todos los parámetros son bien conocidas.

2.3 Modelos de propagación

Los modelos de propagación que han de utilizarse para obtener las distancias de separación con el enfoque MCL así como con el de Monte Carlo son los siguientes:

Para trayectos espacio-Tierra y Tierra-espacio

Las pérdidas del trayecto en el espacio libre y la atenuación debida a la absorción gaseosa se definen en la Recomendación UIT-R P.676. Cuando no se precisa una exactitud muy elevada de los resultados, la atenuación por lluvia gaseosa puede despreciarse a frecuencias por debajo de 3 GHz.

Para trayectos terrenales

- Para distancias <20 km, se utilizan en el enfoque MCL las pérdidas medianas modificadas del modelo Hata-Cost 231. Pueden utilizarse para distancias de hasta 100 km con algunas precauciones. Típicamente se utilizan para sistemas en la misma ubicación, por ejemplo, en los estudios de separación de frecuencias. Este modelo se implementa también en SEAMCAT, añadiendo un factor de desvanecimiento logarítmico-normal.
- Para distancias >20 km, se utiliza la Recomendación UIT-R P.452 correspondiente a Tierra lisa. Típicamente, se utiliza ésta para sistemas que no están en la misma ubicación, por ejemplo, cuando hay una separación geográfica.

3 Conclusiones sobre compartición de la misma frecuencia

Al considerar la compartición de la misma banda de frecuencias entre la componente terrenal de las IMT-2000 y el SMS, el análisis detallado muestra (véase el Anexo 2) que dicha compartición no es factible en la misma zona geográfica. En consecuencia, la Comisión de Estudio 8 de Radiocomunicaciones llegó a la conclusión de que la compartición de la misma frecuencia no es factible para las redes que funcionan en la misma zona geográfica.

La viabilidad de la compartición cofrecuencia se reexaminó en el marco de los estudios que se emprendieron para este Informe. Las conclusiones se resumen más adelante para cada uno de los dos sistemas del SMS considerados:

¹ <http://www.ero.dk/971f102b-c3b2-42d4-a186-82162f695ee9.W5Doc>.

Para la SRI-E

En general, se vio que la compartición de la misma frecuencia entre la componente de satélite de la interfaz radioeléctrica de satélite (SRI)-E y la componente terrenal era difícil, llegando en algunos trayectos a niveles extremadamente elevados de interferencia.

En particular, el funcionamiento en la misma frecuencia del enlace ascendente y el descendente del satélite en una banda con sistemas terrenales no sería factible, sobre la base de las hipótesis y de los modelos de este estudio. Ello es debido principalmente a los elevados niveles de interferencia combinada procedente de los sistemas T-IMT-2000 en el enlace ascendente de la S-IMT-2000. Hay un cierto potencial para el funcionamiento del enlace descendente de la S-IMT-2000 en la misma frecuencia que la de los sistemas T-IMT-2000, pero ello exigiría grandes distancias de separación entre la zona de servicio de la S-IMT-2000 y la de la T-IMT-2000.

Los trayectos más problemáticos eran de la T-IMT-2000 a las S-IMT-2000, es decir:

Trayecto C: desde un sistema T-IMT-2000 (enlace ascendente o descendente) a un satélite S-IMT-2000, en 2 670-2 690 MHz.

Trayecto D: desde un sistema T-IMT-2000 (enlace ascendente o descendente) a una estación terrena móvil (MES) S-IMT-2000, en 2 500-2 520 MHz.

En general los trayectos A y B, de S-IMT-2000 a T-IMT-2000 dieron lugar a niveles de interferencia menores.

Para la S-DMB

Al igual que para la SRI-E, la compartición en la misma frecuencia no es factible en la misma zona geográfica. Al considerar la interferencia procedente del satélite, se necesita una discriminación de unos 20-25 dB de la antena del satélite en la zona de servicio de la T-IMT-2000. A la inversa, la protección cocanal de la recepción del satélite contra la interferencia terrenal exigiría una discriminación de la antena del satélite de 25 a 40 dB en la zona de servicio de la T-IMT-2000, dependiendo de las hipótesis de despliegue y del carácter de las fuentes de interferencia (estación móvil o estación de base). La interferencia creada por los repetidores terrenales de radiodifusión multimedio digital por satélite (S-DMB) en la T-IMT-2000 es un factor adicional que impide el funcionamiento en la misma ubicación y con la misma frecuencia de los sistemas S-DMB y los T-IMT-2000.

4 Resumen de los resultados para la banda adyacente

Los resultados sobre la compatibilidad de la banda adyacente se resumen en el Cuadro 2. Las características del sistema y los resultados del estudio se detallan en los Anexos 1 y 2. El Cuadro 2 muestra los resultados en términos de separación de frecuencias portadoras o en términos de bandas de guarda de frecuencia. Se considera que un escenario no es factible cuando las bandas de guarda exceden de 15 MHz. En relación con las simulaciones de la IMT-2000 AMDC DDT, los resultados dependen considerablemente de las hipótesis de despliegue.

CUADRO 2

Resultados sobre la compatibilidad en banda adyacente

Escenario Fuente interferente → víctima	S-DMB	SRI-E
1 (Trayecto A1) Satélite. Descendente → UE IMT-2000 AMDC con dispersión directa. Descendente @ 2 520 MHz	Factible con separación de portadoras normalizada de 5 MHz	Factible sin ninguna banda de guarda
2 (Trayecto A1) Satélite. Descendente → Rx de UE IMT-2000 AMDC DDT @ 2 520 MHz	Factible con separación de portadoras normalizada de 5 MHz	Factible sin ninguna banda de guarda ⁽¹⁾
3 (Trayecto A2) Satélite. Descendente → BS IMT-2000 AMDC con dispersión directa. Ascendente @ 2 520 MHz	Factible con separación de portadoras de 5,3 MHz (puede mejorarse optimizando las técnicas del filtrado en el satélite)	Factible sin ninguna banda de guarda
4 (Trayecto A2) (Satélite. Descendente → Rx de BS IMT-2000 AMDC DDT @ 2 520 MHz	Factible con separación de portadoras de 5,3 MHz (puede mejorarse optimizando las técnicas del filtrado en el satélite)	Factible sin ninguna banda de guarda ⁽¹⁾
5 (Trayecto A3) TR → IMT-2000 AMDC con dispersión directa. Descendente @ 2 520 MHz	Factible con separación normalizada de portadoras de 5 MHz (no se requiere banda de guarda).	No aplicable: no hay repetidores terrenales con SRI-E
6 (Trayecto A3) TR → Rx de MS IMT-2000 AMDC DDT @ 2 520 MHz	Factible con separación normalizada de portadoras de 5 MHz (no se requiere banda de guarda).	No aplicable: no hay repetidores terrenales con SRI-E
7 (Trayecto A4) TR → IMT-2000 AMDC con dispersión directa. Ascendente @ 2 520 MHz	No es factible: la separación de portadoras requerida es superior a 20 MHz	No aplicable: no hay repetidores terrenales con SRI-E
8 (Trayecto A4) TR → Rx de BS IMT-2000 AMDC DDT @ 2 520 MHz	La separación de portadoras requerida depende del despliegue IMT-2000 AMDC DDT. Se aplican los resultados de los estudios de coexistencia T-IMT-2000	No aplicable: no hay repetidores terrenales con SRI-E

CUADRO 2 (Continuación)

9 (Trayecto B1) MES de satélite. Ascendente → UE IMT-2000 AMDC con dispersión directa. Descendente @ 2 670 MHz	La separación de portadoras de 5 MHz es adecuada	Factible: no requiere banda de guarda
10 (Trayecto B1) MES de satélite. Ascendente → Rx de UE IMT-2000 AMDC DDT @ 2 670 MHz	La separación normalizada de portadoras de 5 MHz es adecuada	Factible: No requiere banda de guarda
11 (Trayecto B2) MES de satélite. Ascendente → BS IMT-2000 AMDC con dispersión directa. Ascendente @ 2 670 MHz	Factible con separación normalizada de portadoras de 5 MHz para todos los terminales S-DMB, excepto para los terminales S-DMB, que funcionan en células rurales, a los que se aplican las siguientes restricciones operativas específicas: <ul style="list-style-type: none"> – se aplicará una separación de portadora de 10 MHz (banda de guarda de 5 MHz) o el terminal S-DMB portátil sufrirá la prohibición de transmitir al satélite en las células terrenales en las que se explote el canal adyacente de 5 MHz. En este caso, la separación normalizada de portadoras de 5 MHz es adecuada 	Factible: No requiere banda de guarda
12 (Trayecto B2) MES de satélite. Ascendente → Rx de BS IMT-2000 AMDC DDT @ 2 670 MHz	Factible con separación normalizada de portadoras de 5 MHz	Factible: No requiere banda de guarda
13 (Trayecto C1) UE IMT-2000 AMDC con dispersión directa. Ascendente → Satélite. Ascendente @ 2 670 MHz	Factible con separación de portadoras de 5 MHz (no se requiere banda de guarda)	Factible con una banda de guarda de 1 MHz

CUADRO 2 (Continuación)

14 (Trayecto C1) Tx de UE IMT-2000 AMDC DDT → Satélite. Ascendente @ 2 670 MHz	Factible con separación de portadoras de 5 MHz (no se requiere banda de guarda)	Factible: No requiere banda de guarda
15 (Trayecto C2) BS IMT-2000 AMDC con dispersión directa. Descendente → Satélite. Ascendente @ 2 670 MHz	Factible con una separación de portadoras de 5 MHz	La banda de guarda excede de 7 MHz. Para el análisis de sensibilidad, véase también el Anexo 2, § 5
16 (Trayecto C2) Tx de BS IMT-2000 AMDC DDT → Satélite. Ascendente @ 2 670 MHz	Factible con una separación de portadoras de 5 MHz	Factible: No requiere banda de guarda ²
17 (Trayecto D1) UE IMT-2000 AMDC con dispersión directa. Ascendente → MES. Descendente @ 2 520 MHz	No es necesario el estudio: los terminales S-DMB tienen modo doble y requieren una separación dúplex mínima de 20 MHz En consecuencia, ésta es la hipótesis más restrictiva en este escenario	Macrocélula peatonal: No es factible independientemente de la banda de guarda. Macrocélula de vehículos: Factible sin las bandas de guarda. Para el análisis de sensibilidad, véase también el Anexo 2, § 5
18 (Trayecto D1) Tx de UE IMT-2000 AMDC DDT → MES. Descendente @ 2 520 MHz	No es necesario el estudio si los terminales S-DMB implementan las IMT-2000 AMDC DDT: Los terminales S-DMB tienen modo doble y exigen una separación dúplex mínima de 20 MHz. De no ser así, se aplican los resultados de los estudios de coexistencia T-IMT-2000	Suburbano: La banda de guarda excede de 8 MHz. Urbano: La banda de guarda excede de 8 MHz. Para el análisis de compatibilidad, véase también el Anexo 2, § 5
19 (Trayecto D2) BS IMT-2000 AMDC con dispersión directa. Descendente → MES. Descendente (modo de recepción de satélite) @ 2 520 MHz	Factible con separación normalizada de portadoras de 5 MHz	Peatonal-micro: banda de guarda de 6 MHz. Vehículos-macro: banda de guarda >8 MHz. Rural: banda de guarda de 5 MHz Para el análisis de sensibilidad, véase también el Anexo 2, § 5

CUADRO 2 (Fin)

<p>20 (Trayecto D2) Tx de BS IMT-2000 AMDC DDT → MES. Descendente (modo de recepción del satélite) @ 2 520 MHz</p>	<p>Factible con separación normalizada de portadoras de 5 MHz</p>	<p>Suburbano: banda de guarda de 6 MHz. Urbano: banda de guarda de 0,5 MHz. Para el análisis de sensibilidad, véase también el Anexo 2, § 5</p>
<p>21 (Trayecto D3) IMT-2000 AMDC con dispersión directa. Ascendente → MES. Descendente (modo de recepción del repetidor terrenal) @ 2 520 MHz</p>	<p>No es necesario el estudio: Los terminales S-DMB tienen modo doble y necesitarían una separación de portadoras superior a 20 MHz entre las bandas del Tx y del Rx</p>	<p>No aplicable: No hay repetidores terrenales con SRI-E</p>
<p>22 (Trayecto D3) Tx de MS IMT-2000 AMDC DDT → MES. Descendente (modo de recepción del repetidor terrenal) @ 2 520 MHz</p>	<p>No es necesario el estudio si los terminales S-DMB implementan las IMT-2000 AMDC DDT terrenales: Los terminales S-DMB tienen modo doble y requieren una separación dúplex mínima de 20 MHz. De no ser así, se aplican los resultados de los estudios de coexistencia T-IMT-2000</p>	<p>No aplicable: No hay repetidores terrenales con SRI-E</p>
<p>23 (Trayecto D4) IMT-2000 AMDC con dispersión directa. Descendente → MES. Descendente (modo de recepción del repetidor terrenal) @ 2 520 MHz</p>	<p>Factible con separación normalizada de portadoras de 5 MHz</p>	<p>No aplicable: No hay repetidores terrenales con SRI-E</p>
<p>24 (Trayecto D4) Tx de BS IMT-2000 AMDC DDT → MES. Descendente (modo de recepción del repetidor terrenal) @ 2 520 MHz</p>	<p>Factible con separación normalizada de portadoras de 5 MHz</p>	<p>No aplicable: No hay repetidores terrenales con SRI-E</p>

- (1) Los resultados de los escenarios IMT-2000 AMDC DDT se han obtenido a partir de los resultados de la IMT-2000 AMDC con dispersión directa en el mismo sentido de transmisión. Por lo general, la compatibilidad se facilita al utilizar parámetros del sistema IMT-2000 AMDC DDT en relación con el caso de utilizar parámetros del sistema IMT-2000 AMDC con dispersión directa.
- (2) Para los escenarios 14 y 16, se despliega la IMT-2000 AMDC DDT en el entorno específico que se propone en el Cuadro 9 del Anexo 1.

5 Conclusiones y análisis sobre la banda adyacente

5.1 Conclusiones generales

El Cuadro 3 ofrece una panorámica de los resultados de los estudios de compartición en las consideraciones sobre la compatibilidad de los sistemas, junto con los contextos sobre implementaciones del espectro.

Para cada combinación posible de compartición en banda adyacente de las IMT-2000 AMDC con dispersión directa/IMT-2000 AMDC DDT y el SMS, los requisitos generales en términos de separación de frecuencias portadoras o de bandas de guarda entre estos sistemas tendrán que asegurar la protección de las estaciones víctimas T-IMT-2000 y SMS de ambos sistemas o el funcionamiento compatible de dichos sistemas.

El Cuadro 3 presenta todas las posibles combinaciones de compartición en banda adyacente entre las T-IMT-2000 y sistemas del SMS. Para la lectura de los Cuadros de dos entradas y a fin de reflejar que los resultados de la compatibilidad entre sistemas T-IMT-2000 y S-DBM y entre sistemas T-IMT-2000 y SRI-E pueden ser diferentes debido a los distintos esquemas de implementación², el Cuadro 3 se divide en los Cuadros 3a a 3d) (estos Cuadros presentan la evaluación general de la compatibilidad de los sistemas T-IMT-2000 y los S-DMB y entre los sistemas IMT-2000 y los SRI-E, respectivamente).

Los resultados se han agrupado en estas partes del Cuadro 3, manteniendo en las dos primeras filas de información a cada sistema «víctima». La última fila es el resultado del estudio general de compatibilidad, que combina los resultados relativos a cada sistema «víctima».

En algunos casos, la banda de guarda depende del entorno en que funciona el SMS.

Todos los resultados del Cuadro 3 se obtuvieron utilizando las hipótesis básicas convenidas para los sistemas del SMS y T-IMT-2000, que figuran en el Anexo 1.

² Por ejemplo, el sistema S-DMB utiliza repetidores terrenales y los terminales de usuario responden a un funcionamiento en modo doble (terrenal y por satélite) que afecta a los trayectos de interferencia y también a diversas características y criterios.

CUADRO 3

a) S-DMB descendente @ 2 520 MHz y T-IMT-2000 por encima de 2 520 MHz

	IMT-2000 AMDC DDT	IMT-2000 AMDC con dispersión directa, descendente	IMT-2000 AMDC con dispersión directa, ascendente
T-IMT-2000 víctima	SMS ↓→ MS y BS IMT-2000 AMDC DDT banda de guarda = el valor máximo de 0,3 MHz o los resultados T-IMT-2000 ⁽¹⁾	SMS ↓→ MS IMT-2000 AMDC con dispersión directa No banda de guarda ⁽²⁾	SMS TR ↓→ BS IMT-2000 AMDC con dispersión directa La coubicación de los repetidores terrenales S-DMB y la BS T-IMT-2000 es difícil con separaciones de frecuencias portadoras de hasta 15 MHz ⁽³⁾
SMS víctima	MS y BS → MES Similar a los resultados IMT-2000 AMDC DDT/ IMT-2000 AMDC con dispersión directa ⁽⁴⁾ si no se implementa el modo IMT-2000 AMDC DDT en los terminales S-DMB ⁽⁵⁾ .	BS IMT-2000 AMDC con dispersión directa → MES No banda de guarda	MS IMT-2000 AMDC con dispersión directa → MES No es necesario su estudio (la separación dúplex mínima requerida de 20 MHz por el funcionamiento en modo doble de los terminales S-DMB es la hipótesis más restrictiva de este escenario)
Resultado de la compatibilidad combinando las filas 1 y 2	Valor máximo de 0,3 MHz o los resultados de las IMT-2000 AMDC DDT/ IMT-2000 AMDC con dispersión directa) si los terminales S-DMB no implementan el modo IMT-2000 AMDC DDT	No banda de guarda	Separación de portadoras = 25 MHz debido a la necesidad de una banda de guarda de 20 MHz en los terminales en modo doble S-DMB. Además, la compatibilidad BS-TR requiere al menos una banda de guarda de 10 MHz

⁽¹⁾ Posible combinación de banda de guarda y distancias de separación en relación con la MS/repetidores terrenales (véase también IMT.COEX).

⁽²⁾ No hay banda de guarda adicional entre los dos bloques de 5 MHz. Como las portadoras adyacentes son de 3,84 MHz, en bloques de 5 MHz, ya existe una banda de guarda.

⁽³⁾ El escenario A3 (satélite S-DMB descendente → BS terrenal de IMT-2000 AMDC con dispersión directa) exigiría bandas de guarda de 0,3 MHz.

⁽⁴⁾ Posible combinación de banda de guarda y distancias de separación en relación con la MS/MES (véase también el Informe UIT-R M.2030).

⁽⁵⁾ Si se implementa el modo IMT-2000 AMDC DDT en los terminales S-DMB, se necesita una banda de guarda superior a 20 MHz.

CUADRO 3 (Continuación)

b) S-DMB ascendente @ 2 670 MHz y T-IMT-2000 por debajo de 2 670 MHz

	IMT-2000 AMDC DDT	IMT-2000 AMDC con dispersión directa, descendente	IMT-2000 AMDC con dispersión directa, ascendente
T-IMT-2000 víctima	MES → MS y BS IMT-2000 AMDC DDT No banda de guarda	MES → MS IMT-2000 AMDC con dispersión directa No banda de guarda	MES → BS IMT-2000 AMDC con dispersión directa No banda de guarda excepto para terminales portables que requieran una banda de guarda de 5 MHz en zonas rurales, a menos que el terminal portátil esté sujeto a prohibición de transmitir en células terrenales en las que se explote el bloque adyacente de 5 MHz. En este último caso, no se requiere banda de guarda
SMS víctima	MS y BS IMT-2000 AMDC DDT → Satélite No banda de guarda	BS IMT-2000 AMDC con dispersión directa → Satélite No banda de guarda	MS IMT-2000 AMDC con dispersión directa → Satélite No banda de guarda
Resultados de la compatibilidad combinando las filas 1 y 2	No banda de guarda	No banda de guarda	No banda de guarda excepto para terminales portátiles que requieran una banda de guarda de 5 MHz en zonas rurales, a menos que el terminal portátil esté sujeto a prohibición de transmitir en células terrenales en las que se explote el bloque adyacente de 5 MHz. En este último caso, no se requiere banda de guarda

CUADRO 3 (Fin)

c) SRI-E (descendente) @ 2 520 MHz y T-IMT-2000 por encima de 2 520 MHz

	IMT-2000 AMDC DDT	IMT-2000 AMDC con dispersión directa, descendente	IMT-2000 AMDC con dispersión directa, ascendente
T-IMT-2000 víctima	(Satélite ↓→ MS y BS IMT-2000 AMDC DDT) No banda de guarda	(Satélite ↓→ MS IMT-2000 AMDC DDT) No banda de guarda	(Satélite ↓→ BS IMT-2000 AMDC DDT) No banda de guarda
SMS víctima	MS y BS IMT-2000 AMDC DDT → MES No es factible si las MES y el sistema T-IMT-2000 funcionan en el mismo entorno	MS IMT-2000 AMDC con dispersión directa → MES No es factible para las MES en entorno de vehículos-macro. Se requiere una banda de guarda mínima de 6 MHz para las MES de entornos peatonal-micro y de 5 MHz en el rural	MS IMT-2000 AMDC con dispersión directa → MES No es factible para las MES en entorno peatonal-micro. Para los demás escenarios, es factible sin banda de guarda (rural, vehículos-macro)
Resultados de la compatibilidad combinando las filas 1 y 2	No es factible si las MES y la T-IMT-2000 funcionan en el mismo entorno	Se requiere una banda de guarda mínima de 5 MHz para las MES en entorno rural y de 6 MHz para el entorno peatonal-micro. No es factible para las MES en el entorno de vehículos-macro	No se necesita una banda de guarda para los entornos rural y de vehículos-macro. No es factible para las MES en el entorno peatonal-micro

CUADRO 3

d) SRI-E ascendente @ 2 670 MHz y T-IMT-2000 por debajo de 2 670 MHz

	IMT-2000 AMDC DDT	IMT-2000 AMDC con dispersión directa, descendente	IMT-2000 AMDC con dispersión directa, ascendente
T-IMT-2000 víctima	MES → MS y BS IMT-2000 AMDC DDT No banda de guarda	MES → MS IMT-2000 AMDC con dispersión directa No banda de guarda	MES → BS IMT-2000 AMDC con dispersión directa No banda de guarda
SMS víctima	MS y BS IMT-2000 AMDC DDT → Satélite No banda de guarda	BS IMT-2000 AMDC con dispersión directa → Satélite La banda de guarda excede de 7 MHz.	MS IMT-2000 AMDC con dispersión directa → Satélite banda de guarda 1 MHz
Resultados de la compatibilidad combinando las filas 1 y 2	No banda de guarda	La banda de guarda excede de 7 MHz	banda de guarda 1 MHz

A fin de perfeccionar el análisis de los difíciles resultados del estudio de compatibilidad para el enlace descendente SRI-E del Cuadro 3c), y del enlace ascendente SRI-E respecto al enlace descendente de la IMT-2000 AMDC con dispersión directa del Cuadro 3d) (debido a la elevada sensibilidad de las MES de SRI-E a la interferencia), se emprendieron algunas evaluaciones adicionales de la interferencia de los escenarios más desfavorables correspondientes en los que intervenían estaciones SRI-E como víctima, con hipótesis más optimistas que las de base, principalmente mediante una revisión de los parámetros T-IMT-2000 (que dan una relajación de 6 a 12 dB: véase el Anexo 2, § 5. Estas evaluaciones adicionales revelan una mejora sensible de los resultados de compatibilidad en algunos casos. En el caso de interferencia procedente del enlace descendente de T-UTMS IMT-2000 AMDC con dispersión directa en el enlace ascendente SRI-E, las bandas de guarda se reducen desde más de 7 MHz a 1,5 MHz. En el caso de interferencia procedente del enlace descendente IMT-2000 AMDC con dispersión directa terrenal en el enlace descendente SRI-E, la compatibilidad resulta factible en todos los entornos con una banda de guarda de 1 MHz. La validez de estas hipótesis no está garantizada ni acordada, y si se demuestra que son demasiado optimistas, el sistema del SMS tendrá tal vez que aceptar interferencia superior a la de los criterios de interferencia aceptada.

5.2 Viabilidad de la compatibilidad en banda adyacente para el SRI-E

Para la banda del enlace descendente (alrededor de 2 520 MHz), los resultados de compatibilidad dependen en gran medida del entorno en el que funcionarán las MES y en el que se despliegue el sistema terrenal:

- Si los sistemas IMT-2000 AMDC DDT se despliegan en la banda adyacente, no sería factible explotar las MES en las mismas zonas geográficas.
- Si el enlace descendente IMT-2000 AMDC con dispersión directa se despliega en la banda adyacente, con las hipótesis básicas, se necesitaría una banda de guarda mínima de 6 MHz para el entorno peatonal-micro y de 5 MHz para el entorno rural, y no sería posible explotar las MES en el entorno macro de vehículos. No obstante, si el SMS acepta ciertos riesgos adicionales de interferencia, una banda de guarda de 1 MHz sería suficiente en todos los entornos sobre la base de las hipótesis más optimistas, aunque la validez de ello no está garantizada ni acordada.
- Si el enlace ascendente de IMT-2000 AMDC con dispersión directa se despliega en la banda adyacente, con las hipótesis básicas, no se necesita una banda de guarda para los entornos de vehículos-macro y rural y puede no ser posible explotar las MES en zonas peatonales-micro.

Para la banda del enlace ascendente (alrededor de 2 670 MHz), los resultados de compatibilidad son generalmente favorables:

- Si el sistema IMT-2000 AMDC DDT funciona en la banda adyacente, no es necesaria una banda de guarda normal o reducida.
- Si el enlace descendente de la IMT-2000 AMDC con dispersión directa funciona en la banda adyacente, según las hipótesis básicas, la banda de guarda excede de 7 MHz. No obstante, si el operador del SMS acepta algunos riesgos adicionales de interferencia, una banda de guarda de 1,5 MHz sería suficiente sobre la base de las hipótesis más optimistas, aunque la validez de ello no está garantizada o acordada.
- Si el enlace ascendente de la IMT-2000 AMDC con dispersión directa funciona en la banda adyacente, puede ser necesaria una banda de guarda de 1 MHz.

5.3 Viabilidad de la compatibilidad de banda adyacente para el sistema S-DMB

5.3.1 Compatibilidad de banda adyacente con la IMT-2000 AMDC con dispersión directa terrenal

En el sentido del enlace descendente (unos 2 520 MHz), el sistema S-DMB es capaz de funcionar en las bandas del SMS adyacentes a la atribución terrenal de las IMT-2000 con una separación normalizada de frecuencias portadoras de 5 MHz entre una portadora S-DMB y una portadora IMT-2000 terrenal, siempre que estas portadoras funcionen en el mismo sentido dúplex de frecuencia. No obstante, en el caso en que los terminales portátiles S-DMB se utilicen en células rurales, lo que da lugar a una separación de portadoras de 10 MHz, es necesario proteger la estación de base IMT-2000 de las zonas rurales, a menos que los terminales portátiles estén deshabilitados para transmitir en células terrenales rurales en las que funciona el bloque adyacente de 5 MHz. En este último caso, la separación normalizada de 5 MHz es adecuada. Si los sentidos dúplex de frecuencia son opuestos en las bandas adyacentes, se necesitan al menos 25 MHz de separación de portadoras, debido a las restricciones de filtrado asociadas al carácter de modo doble de los terminales S-DMB, y debido a la interferencia procedente de los repetidores terrenales en las estaciones de base IMT-2000 AMDC con dispersión directa.

En el caso en que las transmisiones de satélites y terrenales estén alineadas, ha de señalarse que la co-ubicación de los repetidores terrenales con las estaciones de base, aunque no es necesaria, mejora la situación de compatibilidad.

En el sentido del enlace ascendente (unos 2 670 MHz), el sistema S-DMB es capaz de funcionar en la banda del SMS adyacente al sistema terrenal con una separación normalizada de frecuencias portadoras de 5 MHz entre una portadora S-DMB y una portadora IMT-2000 terrenal, cualquiera que sea el sentido dúplex elegido para el sistema IMT-2000 terrenal.

5.3.2 Compatibilidad de banda adyacente con la IMT-2000 AMDC DDT terrenal

En el sentido del enlace descendente (unos 2 520 MHz):

a) Si los terminales S-DMB implementan la IMT-2000 AMDC DDT terrenal:

En términos generales, los aspectos de la implementación en modo doble en el terminal S-DMB impedirán el funcionamiento en banda adyacente con la IMT-2000 AMDC DDT. En cuanto a la IMT-2000 AMDC con dispersión directa, una banda de guarda de 20 MHz no será suficiente para resolver esta dificultad.

b) Si los terminales S-DMB no implementan la IMT-2000 AMDC DDT terrenal:

La compatibilidad (con separación de portadoras de 5 MHz) de la IMT-2000 AMDC DDT respecto al S-DMB con funcionamiento en la atribución adyacente del enlace descendente del SMS es difícil: la compatibilidad TR-BS plantea problemas difíciles de implementación y planificación que dependerán considerablemente del despliegue IMT-2000 AMDC DDT. Es probable que la separación necesaria de portadoras sea la misma que la separación entre la IMT-2000 AMDC DDT y la IMT-2000 AMDC con dispersión directa. El resultado de los estudios de coexistencia de sistemas T-IMT-2000 efectuados por la Comisión de Estudio 8 de Radiocomunicaciones puede ofrecer nuevas orientaciones.

La compatibilidad en banda adyacente (con separación de portadoras de 5 MHz) del sistema IMT-2000 AMDC DDT respecto al S-DMB con funcionamiento en la atribución adyacente del enlace ascendente del SMS es posible sin restricciones de despliegue.

En el sentido del enlace ascendente (unos 2 670 MHz):

La compatibilidad en banda adyacente entre la T-IMT-2000 respecto al S-DMB es posible con una separación normalizada de portadoras de 5 MHz.

6 Glosario y abreviaturas

Compartición cocanal

La compartición cocanal se refiere al caso en que las componentes terrenal y de satélite están separadas geográficamente.

Compatibilidad de banda adyacente

La compatibilidad de banda adyacente se refiere al caso en que ambas componentes del sistema están ubicadas en la misma posición o en que la componente terrenal está dentro de la zona que ilumina el haz del satélite.

ACI_{max}	Interferencia de canal adyacente máxima
ACIR	Relación de interferencia de canal adyacente
ACLR	Relación de fugas de canal adyacente
ACS	Selectividad de canal adyacente
BS	Estación de base en el sistema T-IMT-2000
CBD	Distrito comercial central
DL	Enlace descendente. En el caso terrenal: la BS transmite y el UE recibe
IMT-2000 AMDC con dispersión directa	Interfaz radioeléctrica IMT-2000, que también se denomina dúplex por división de frecuencia
IMT-2000 AMDC DDT	Interfaz radioeléctrica IMT-2000, que también se denomina dúplex por división en el tiempo
MCL	Pérdidas de acoplamiento mínimas
MES	Estación terrena móvil en el sistema de satélite
SM	Servicio móvil
SMS	Servicio móvil por satélite
Sat	Estación de satélite
S-DMB	Radiodifusión multimedia digital por satélite
S-IMT-2000	Interfaz radioeléctrica de satélite IMT-2000
SRI-E	Interfaz radioeléctrica de satélite E
T-IMT-2000	Interfaz radioeléctrica terrenal IMT-2000 AMDC con dispersión directa/IMT-2000 AMDC DDT
TR	Repetidor terrenal
UE	Equipo de usuario en la T-IMT-2000
UL	Enlace ascendente. En el caso terrenal: el UE transmite y la BS recibe.

Anexo 1

Parámetros de sistema

1 Parámetros del sistema T-IMT-2000

1.1 Estación de base

El texto de referencia para los parámetros de las componentes del sistema terrenal es el Informe UIT-R M.2039.

1.1.1 Estación de base como sistema deseado

CUADRO 4

Parámetros de recepción de la estación de base IMT-2000

Tipo de célula	Rural
Tipo de antena	Sectorial de 120°
Ganancia máxima de la antena (dBi) incluyendo las pérdidas del alimentador	17
Ángulo de inclinación descendente (grados)	2,5
Altura de la antena (m)	30
Polarización	Lineal
Factor de ruido del receptor (dB)	5
Ruido térmico del receptor (dB/W/MHz)	-139
Criterio de interferencia ($I_{sat}/N_{ésimo}$) (dB)	-10
Selectividad de canal adyacente	DDF: TS 25,104 [3] DDT: TS 25,105 [4]

1.1.2 Estación de base como sistema interferente

CUADRO 5

Parámetros de transmisión de la estación de base IMT-2000

Tipo de célula	Rural (IMT-2000 AMDC con dispersión directa)	Vehículos- Macro (IMT-2000 AMDC con dispersión directa)	Peatonal- Micro (IMT-2000 AMDC con dispersión directa)	Pico-CBD (IMT-2000 AMDC con dispersión directa)	Suburbana y urbana (IMT-2000 AMDC DDT)
Tamaño de la célula (km)	10	1	0,315	0,04	0,2
Potencia máxima de transmisión para un canal de 5 MHz (dBm) (normas)	43	43	38	27	27
Potencia típica de transmisión para un canal de 5 MHz (dBm)	40	40	35	27	27 ⁽¹⁾
Anchura de banda de funcionamiento (MHz)	5	5	5	5	5
Tipo de antena	Sectorial de 120°	Sectorial de 120°	Sectorial de 120°	Omnidireccional	Omnidireccional
Ganancia máxima de la antena (dBi) incluyendo las pérdidas del alimentador	17	17	5	0	0
Ángulo de inclinación descendente (grados)	2,5	2,5	0	0	0
Altura de la antena (m)	30	30	5	1,5	1,5
Polarización	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal
ACLR	TS 25,104 [3]				25,105 [4]

⁽¹⁾ Dependiendo del tipo de servicios y del nivel correspondiente de asimetría, se ha de añadir a la potencia típica de transmisión un ciclo de trabajo comprendido entre el 0% y el 100%, al tratar el modo IMT-2000 AMDC DDT. En el análisis, se ha supuesto un ciclo de trabajo del 50%, que da una reducción de la potencia típica del transmisor de 3 dB.

1.2 Estación móvil

Los parámetros de la estación móvil para todos los entornos figuran en los Cuadros 6 y 7.

1.2.1 Estación móvil como estación deseada

CUADRO 6

Parámetros de recepción de la estación móvil IMT-2000

Tipo de antena	Isótropa
Ganancia máxima de la antena (dBi)	0
Pérdidas del alimentador de la antena (dB)	0
Altura de la antena (m)	1,5
Polarización	Lineal
Factor de ruido del receptor (dB)	9
Ruido térmico del receptor (dBW/MHz)	-135
Criterio de interferencia ($I/N_{\text{ésimo}}$) (dB)	-10
ACS	IMT-2000 AMDC con dispersión directa: 25,101 [1] IMT-2000 AMDC DDT : 25,102 [2]

1.2.2 Estación móvil como estación interferente

CUADRO 7

Parámetro de transmisión de la estación móvil IMT-2000

Potencia máxima de transmisión (dBm)	21 ó 24			
Potencia media de transmisión (dBm) en el sistema IMT-2000 AMDC con dispersión directa (de [7])	Rural	Vehículos-macro	Peatonal-micro	Pico-CBD
	8,3 dBm	7,5 dBm	6,6 dBm	-2,5 dBm
Potencia media de transmisión (dBm) en el sistema IMT-2000 AMDC DDT	1,6 dBm ⁽¹⁾			
Anchura de banda de funcionamiento (MHz)	5			
Tipo de antena	Isótropa			
Ganancia máxima de la antena (dBi)	0			
Pérdidas en el alimentador de la antena (dB)	0			
Altura de la antena (m)	1,5			
Polarización	Lineal			
ACLR	IMT-2000 AMDC con dispersión directa: 25,101 [1] IMT-2000 AMDC DDT: 25,102 [2]			

⁽¹⁾ Incluyendo un factor de actividad del 50%.

1.3 Características del tráfico

El Cuadro 3 del Informe UIT-R M.2039 da las características del modelo de tráfico IMT-2000 para una red madura, obtenidas del Informe UIT-R M.2023. Algunas de estas características son parámetros clave al establecer el modelo de la interferencia causada por los enlaces ascendentes T-IMT-2000 (estación móvil transmisora) en los sistemas del SMS. Se resumen en los Cuadros 8 y 9.

CUADRO 8

Parámetros terrenales del sistema IMT-2000 AMDC con dispersión directa

Número medio de equipos de usuario/célula	Macro – rural	0,3 usuarios/célula
	Macro-vehículos	7 usuarios/célula
	Micro-peatonal	65 usuarios/célula
	Pico – en edificios	2 usuarios/célula
Extensión de la célula	Macro – rural	10 km
	Macro-vehículos	1 km
	Micro-peatonal	315 m
	Pico – en edificios	40 m
Porcentaje de superficie terrenal	Macro – rural	57%
	Macro-vehículos	2%
	Micro-peatonal	2%
	Pico – en edificios	0,02%
	Sin cobertura	38,98%

CUADRO 9

Parámetros terrenales del sistema IMT-2000 AMDC DDT

Cobertura	Entorno urbano y suburbano de interiores
Número medio de equipos de usuario/célula	53,42 usuarios/célula
Extensión de la célula	200 m
Porcentaje de superficie terrenal	30% del despliegue urbano y suburbano, en interiores, como se describe en el Cuadro 8

2 Parámetros del sistema de interfaz radioeléctrica de satélite E (SRI-E)

Este punto presenta los parámetros de un sistema de satélite, basado en la SRI-E que se define en la Recomendación UIT-R M.1457. Estos parámetros se han actualizado cuando ha sido necesario sobre la base de la especificación de la interfaz radioeléctrica de satélite E IMT-2000 de la Recomendación UIT-R M.1455.

2.1 Estación de satélite

Los parámetros del satélite dependen del escenario de interferencia que se considere y varían por tanto dependiendo de si el satélite es el sistema deseado o el interferente. En los Cuadros 10 y 11 se indican los parámetros necesarios para establecer un modelo de cada escenario.

Según los casos, se utilizaron en el análisis longitudes OSG de 54° W, 65° E y 190° E.

2.1.1 Satélite como sistema deseado

CUADRO 10

Parámetros de recepción del satélite del SMS

Diagrama de ganancia (Recomendación UIT-R S.672)	$L_s = -25$ dB
Ganancia máxima de la antena (dBi)	43,1
Ganancia relativa en el extremo de la cobertura (dB)	-3
G/T del satélite en el extremo de la cobertura (dB/K)	12
Temperatura de ruido del sistema (dB/K)	28,1
Temperatura de ruido del receptor (K)	638,3
Anchura de banda (kHz)	200
Ruido térmico del receptor (dB(W/MHz))	-140,6
Criterio de interferencia (dB) a los fines de este estudio	$\Delta T/T = 6\%$ en la banda $\Delta T/T = 3\%$ fuera de la banda

2.1.2 Satélite como sistema interferente

CUADRO 11

Parámetros de transmisión del satélite del SMS

Diagrama de ganancia (Recomendación UIT-R S.672)	$L_s = -25$ dB
Ganancia máxima de la antena (dBi)	43,1
Diagrama del haz	Hexagonal
Número de haces activos	19
Reutilización de frecuencias	Grupos de 7 haces
p.i.r.e. por portadora (dBW)	43
Anchura de banda (kHz)	200
Emisiones no deseadas	Apéndice 3 del RR

2.1.3 Parámetros del haz del satélite

El Cuadro 12 muestra con más detalle las características del diagrama del haz del satélite.

CUADRO 12

Características del haz del satélite

Diagrama del haz	Hexagonal
Número de anillos hexagonales	11
Separación entre hexágonos	1,0°
Ángulo máximo del satélite	8,9°
Número total de haces	295
Número de haces de transmisión cuando el satélite es la fuente interferente	19 (del Cuadro 11)
Apertura del haz	1,2°
Ganancia de cresta	43,1 dBi (del Cuadro 11)
Caída (Recomendación UIT-R S.672)	$L_s = -25$ dB (del Cuadro 11)

2.2 Estación terrena móvil (MES)

Los parámetros de la MES S-IMT-2000 se basan en el terminal de Clase 2 descrito en la Recomendación UIT-R M.1455, configurado para utilización de datos. Se supone que este terminal tiene una antena direccional con una ganancia de cresta de 14 dBi y una p.i.r.e. de 15 dBW.

Los parámetros de la MES dependen del escenario de interferencia que se considere y varían por tanto dependiendo de si la componente S-IMT-2000 es el sistema deseado o el interferente.

2.2.1 MES como sistema deseado

CUADRO 13

Parámetros de recepción de la MES

Diagrama de ganancia	Recomendación UIT-R M.1091
Ganancia máxima de la antena (dBi)	14
Altura de la antena (m)	1,5
Elevación mínima (grados)	10
G/T máxima de la MES (dB/K)	-13,5
Temperatura de ruido del sistema (dB/K)	27,5
Temperatura de ruido del receptor (K)	562,34
Anchura de banda (kHz)	200
Ruido térmico del receptor (dB(W/MHz))	-141,1
Criterio de interferencia (dB) a los fines de este estudio	$\Delta T/T = 6\%$ en la banda $\Delta T/T = 3\%$ fuera de la banda (Cuando se utilizan los métodos de Monte Carlo, los criterios pueden rebasarse hasta en un 20% del tiempo o el 20% de los emplazamientos MES)

2.2.2 MES como sistema interferente

CUADRO 14

Parámetros de transmisión de la MES

Potencia típica de transmisión (dBW)	1
Anchura de banda de funcionamiento (kHz)	200
Diagrama de ganancia	Recomendación UIT-R M.1091
Ganancia máxima de la antena (dBi)	14
p.i.r.e. máxima de transmisión.(dBW)	15
Altura de la antena (m)	1,5
Polarización	Dextrógira
Emisiones no deseadas	Recomendación UIT-R M.1343

2.3 Densidad de usuarios

La densidad de los usuarios de MES puede obtenerse de la Recomendación UIT-R M.1457.

CUADRO 15

Parámetros clave de la densidad de usuario

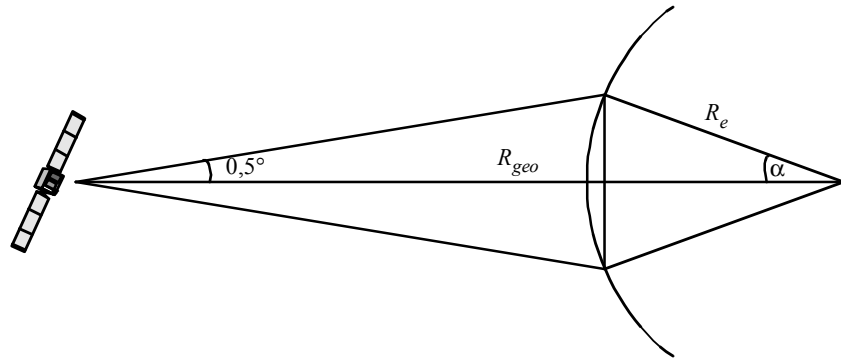
Atribución al SMS	20 MHz/sentido
Reutilización entre haces de satélites	7
Anchura de banda de la portadora	200 kHz
Separación entre haces	1°

A partir de la atribución al SMS y la reutilización, puede calcularse la capacidad media por haz que es $20 \text{ MHz}/7 = 2,86 \text{ MHz}$. Para una anchura de banda de portadora de 200 kHz, se puede redondear a 14 portadoras, con una anchura de banda total de 2,8 MHz.

Suponiendo que un usuario de datos activo ocupa una portadora única³, esto representa 14 usuarios/haz. La densidad de usuarios máxima en usuarios/km² se daría para el haz más pequeño que es el directamente subsatelital. La geometría se representa en la Fig. 5.

³ Debe señalarse que la interfaz SRI-E utiliza para este estudio el método de acceso AMDT. Por tanto, al realizar el modelo de la combinación a partir de múltiples usuarios que utilizan los métodos de Monte Carlo, si se emplea la portadora para un servicio vocal, seguirá habiendo un usuario activo únicamente por portadora en un momento determinado.

FIGURA 5
Geometría para calcular la zona que cubre un haz



Rap 2041-05

Utilizando la geometría normalizada, puede calcularse el ángulo $\alpha = 2,81^\circ$. La superficie puede calcularse integrando esa parte de la esfera mediante la fórmula:

$$A = 2\pi R^2(1 - \cos \alpha)$$

Así pues, la superficie es de $306\,670\text{ km}^2$, y la zona media por usuario es de $21\,905\text{ km}^2$, aproximadamente un cuadrado de lado 148 km .

En general, no se espera que los usuarios estén situados con una distribución uniforme a lo largo de la zona de servicio, sino que se agruparán en concentraciones próximas a los puntos de densidad elevada de tráfico. Un método que puede utilizarse para tener esto en cuenta es el de determinar el área por usuario basándose en el cuadrado del número de usuarios. Ello implicaría:

$$A_1 = \left(\frac{1}{14}\right)^2 A_{14} = 1\,564,6\text{ km}^2$$

Esto es igual a una superficie de un cuadrado de lado 40 km .

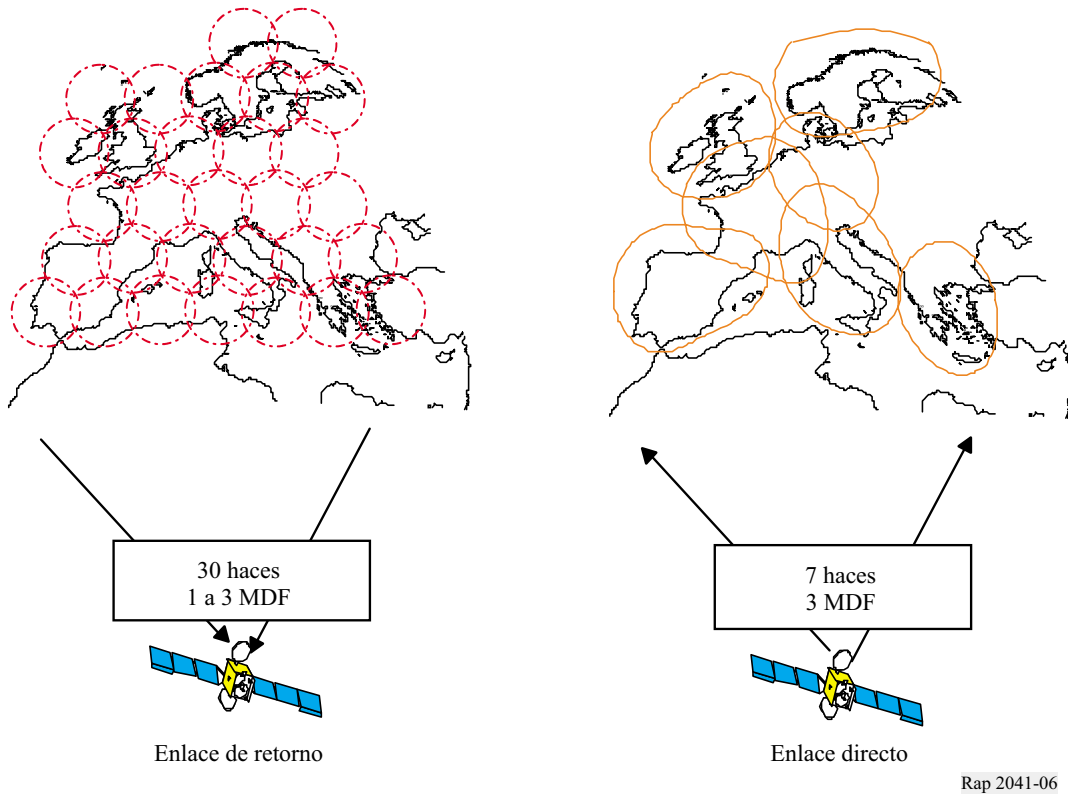
3 Parámetros del sistema de radiodifusión multimedia digital por satélite (S-DMB)

Este punto presenta los parámetros del sistema de satélite S-DMB.

3.1 Segmento de satélite

Para el proyecto S-DMB se seleccionó el sistema de referencia OSG. La Fig. 6 representa la arquitectura prevista para el enlace directo y el de retorno.

FIGURA 6
Configuración de satélites S-DMB



Quedan aún por determinar las longitudes precisas de los satélites. La posición orbital de 10° E es muy probable.

3.2 Enlace directo S-DMB

La arquitectura de satélites ofrece un caudal total de 6,2 Mbit/s en Europa (es decir, 16 códigos de canal a 384 kbit/s, compartidos entre 7 haces).

3.2.1 Calidad de RF

En el Cuadro 16 se resumen las características de RF.

CUADRO 16

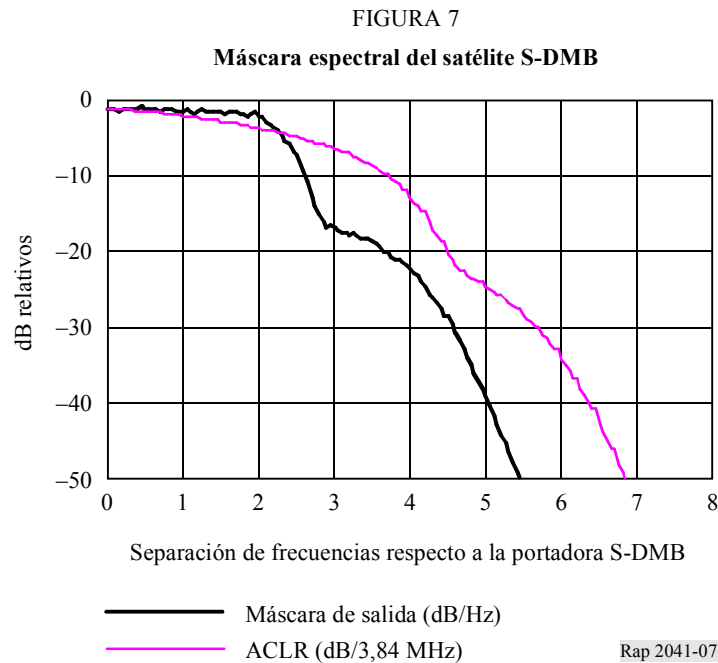
Características de RF del enlace directo S-DMB

Frecuencia del enlace descendente (satélite a UE de S-DMB) (MHz)	2 170-2 200/2 500-2 520
Polarización del enlace descendente	Levógira o dextrógira
Número de haces puntuales (enlace descendente)	7
p.i.r.e. máxima (dBW)	76
Anchura de banda útil (MHz)	4,68 (3,84 Mchip/s, 1,22 de factor de caída)

3.2.2 Emisiones fuera de banda

Se ha simulado la carga útil S-DMB y la Fig. 7 ofrece la máscara de emisión fuera de banda resultante. En esta máscara se tiene en cuenta:

- La contribución de ruido térmico de la carga útil.
- Los productos de intermodulación de la señal a través de la cadena de amplificación.
- El filtro de salida: la calidad del filtro supuesto es inferior a la que permite la mejor tecnología actual. La elección de la técnica de filtrado es el resultado de diversos compromisos que todavía no han concluido.



Debe señalarse que esta máscara cumple la Recomendación UIT-R SM.329 para las emisiones no esenciales y la Recomendación UIT-R SM.1541 para las emisiones fuera de banda.

La Fig. 7 también muestra la ACLR (relación de fugas de canal adyacente) en un canal IMT-2000 adyacente en función de la separación de canales. A continuación se indican las cifras resultantes de la ACLR del satélite para una separación de canales normalizada:

	Separación de canales 5 MHz	Separación de canales 10 MHz
ACLR (dB)	24,6	>50

3.3 Enlace de retorno S-DMB

El satélite implementa un esquema de haz puntal/reutilización de frecuencias, tal como se representa en la Fig. 6. Las características de RF del satélite para el enlace de retorno figuran en el Cuadro 17.

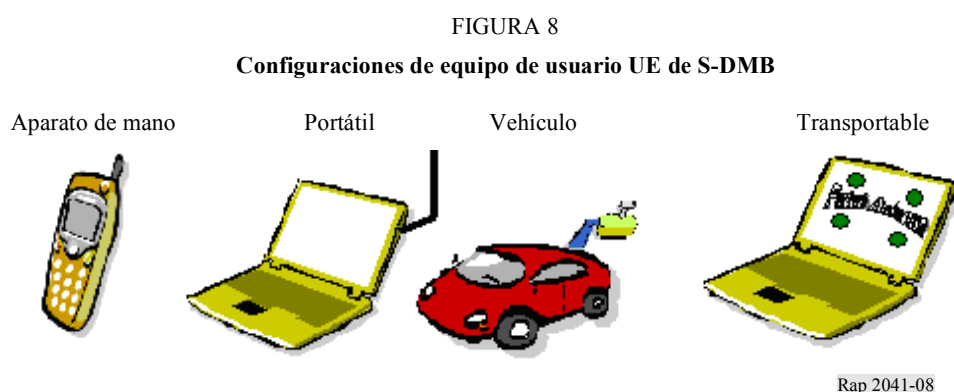
CUADRO 17

Características RF del enlace de retorno S-DMB

Anchura de banda útil por MDF (MHz)	4,68 (3,84 Mchip/s, factor de caída 1,22)
Requisitos de protección en el receptor del satélite	$\Delta T/T < 50\%$
Temperatura de ruido del sistema (K)	550

3.4 Terminal de usuario

El equipo de usuario S-DMB (UE de S-DMB) puede ser de diversos tipos, como se representa a continuación:

*Aparato de mano normalizado 3G*

Este tipo de terminal se compone de un aparato de mano multimodo 2G/3G capaz de recibir en paralelo la señal de difusión S-DMB (interfaz radioeléctrica T-IMT-2000) y de establecer conexiones terrenales punto a punto para el enlace S-DMB interactivo o servicios de monodifusión independiente (por ejemplo, señal de voz, ...). La conexión punto a punto adicional puede utilizar un modo GPRS. En este enfoque, se implementarán modificaciones específicas del soporte lógico S-DMB en el interior del terminal de mano multimodo T-IMT-2000/GPRS, incluyendo una memoria «cache» (ya existente en algunos productos comerciales 2G). Este tipo de terminal puede pertenecer a las clases de potencia 3GPP 1, 2 ó 3.

Portátil

La configuración portátil se constituye con un computador personal portátil al que se añade una antena exterior.

Vehículos

La configuración de vehículos se obtiene instalando en el techo del automóvil un módulo de RF conectado al UE de S-DMB en el interior.

Transportable

La configuración transportable se forma con computador personal que tiene una tapa en la que van antenas pegadas. Este tipo de terminal es más específico para utilizaciones exteriores a la cobertura terrenal y ofrecerá capacidades de enlace de retorno con velocidad binaria mayor.

Para las transmisiones de enlace ascendente, los terminales utilizarán capacidad terrenal (2G o 3G) siempre que sea posible. El enlace de retorno a través del satélite se utilizará únicamente fuera de la cobertura terrenal, o cuando ya no se disponga de capacidad terrenal (por ejemplo, en situaciones de desastre).

Las características de potencia y de ganancia de las configuraciones de UE de S-DMB se resumen en el Cuadro 18:

CUADRO 18

Potencia de transmisión máxima, ganancia de antena y p.i.r.e. del UE de S-DMB

Tipo de UE de S-DMB	Potencia máxima de transmisión	Ganancia máxima de antena	p.i.r.e. máxima
Aparato de mano 3G			
Clase 1	2 W (33 dBm)	0 dBi	3 dBW
Clase 2	500 mW (27 dBm)	0 dBi	-3 dBW
Clase 3	250 mW (24 dBm)	0 dBi	-6 dBW
Portátil	2 W (33 dBm)	2 dBi	5 dBW
Vehículos	8 W (39 dBm)	4 dBi	13 dBW
Transportable	2 W (33 dBm)	14 dBi	17 dBW

Las características de RF del UE de S-DMB se indican en el Cuadro 19:

CUADRO 19

Características de RF del UE de S-DMB

Frecuencia de recepción (MHz)	2 170-2 200/2 500-2 520	
Frecuencia de transmisión (MHz)	1 980-2 010/2 670-2 690	
Polarización de la recepción	Lineal	
Polarización de la transmisión	Lineal	
Factor de ruido (dB)	9	
Umbral mínimo del ruido del receptor (dBw)	-99	
Potencia máxima de salida (dBw)	24/27/33/39	
Ganancia de la antena (dBi)	0/2/4/14	
Máscara de transmisión	Conforme a los requisitos de UE 3GPP (véase TS 25.101)	
ACLR (relación de fugas de canal adyacente) en función de la separación de portadoras (de TS 25.101)	5 MHz	10 MHz
	33 dB	43 dB
ACS (selectividad de canal adyacente) en función de la separación de portadoras (cumple los requisitos de UE de [2])	5 MHz	10 MHz
	33 dB	43 dB

Requisitos de protección de la recepción en el UE de S-DMB contra la interferencia exterior

En este punto se desarrollan criterios de protección respecto a los dos servicios de prueba:

- 64 kbit/s: se trata de una velocidad binaria de multidifusión que se introdujo al principio del despliegue S-DMB. Con esta velocidad binaria, la recepción de la señal de multidifusión por el UE de S-DMB debe ser posible en la mayoría de las situaciones, incluyendo el entorno de interiores. Ello permitirá la prestación del servicio S-DMB cuando todavía no se hayan desplegado los repetidores terrenales.
- 1 Mbit/s: ésta es la velocidad binaria de multidifusión cuando el sistema S-DMB alcance un nivel de despliegue maduro, con un número suficiente de repetidores terrenales. Esta velocidad binaria se compone de tres canales de 384 kbit/s que utilizan códigos ortogonales.

En el Cuadro 20 figuran los requisitos de protección en términos de la relación $C/(N + I)$ para los servicios de prueba que han de utilizarse en los estudios de compartición:

CUADRO 20

Requisitos de protección para el UE de S-DMB

Servicio de prueba	E_b/N_t ⁽¹⁾	$C/(N + I)$ ⁽²⁾
64 kbit/s – exteriores	11,92 dB	-5,86 dB
1 Mbit/s (3 × 384 kbit/s) – exteriores	13,77 dB	3,77 dB
64 kbit/s – interiores	16,62 dB	-1,16 dB
1 Mbit/s (3 × 384 kbit/s) – interiores	17,77 dB	7,77 dB

⁽¹⁾ Las cifras de E_b/N_t se han tomado de las especificaciones 3GPP 25.101, para el entorno de prueba peatonal (Caso 2), y el entorno de prueba de interiores (Caso 1). Para el servicio de prueba en 1 Mbit/s la relación E_b/N_t contiene una provisión adicional de 1 dB dada la degradación de la ortogonalidad del código debida a la transmisión a través de la carga útil del satélite.

⁽²⁾ $C/(N + I) = (E_b/N_t) - \text{Menos ganancia de procesamiento (dB)}$.

Ha de señalarse que estos criterios de protección deben utilizarse para evaluaciones de interferencia cuando el terminal S-DMB recibe la señal de multidifusión directamente del satélite o de repetidores terrenales.

3.5 Segmento terrenal de repetidores

Para el sistema S-DMB se espera que en zonas rurales y suburbanas un satélite pueda ofrecer servicios con la disponibilidad requerida, simplemente implementando un margen razonable del balance del enlace. No obstante, en zonas urbanas/suburbanas muy ensombrecidas, el satélite no será capaz por sí solo de dar servicios con la disponibilidad planificada. Una solución para superar este problema en zonas urbanas densas es retransmitir la señal del satélite utilizando repetidores terrenales.

Cabe prever dos clases de arquitectura:

- *Repetidores «en el canal»* que utilizan la misma banda para la recepción y la transmisión de la señal. Estos repetidores tienen una ganancia limitada de unos 80 dB (para evitar la autooscilación) y ofrecen una cobertura estrecha.

- *Repetidores «fuera del canal»* que utilizan bandas de frecuencia distintas para la recepción y la retransmisión de la señal. Permiten lograr una cobertura más amplia que la de los repetidores en el canal, pero exigen una banda de frecuencias adicional para la alimentación (banda del SFS). Se ha seleccionado este tipo de repetidores para el sistema de S-DMB. En esta categoría, se prevén distintas subcategorías:
 - *Repetidores de conversión simple de frecuencia*: banda de 30/20 GHz a 2 GHz.
 - *Repetidores de nodo B*: el enlace de alimentación satélite-repetidor actúa como un enlace de retaguardia y conecta el repetidor a través de una interfaz normalizada. Este tipo de repetidor permite una reutilización máxima del equipo normalizado.
 - *Conjunto de subsistema de red radioeléctrica*: en esta configuración, hay un único punto de acceso al satélite compartido por varios repetidores de nodo B. La distribución local de la señal de radiodifusión/multidifusión se basa en el RNC (control de la red radioeléctrica). Esta arquitectura es interesante para conectar diversas pico-células de interiores o islas en exteriores locales.

Los repetidores son siempre unidireccionales, es decir, que funcionan en el sentido del enlace descendente únicamente. Para el sistema S-DMB se prevén únicamente «repetidores fuera del canal» que se desplegarán ampliamente. Los repetidores «en el canal» pueden utilizarse en circunstancias muy específicas, similares a las de las condiciones en las que se utilizarían los repetidores IMT-2000 (por ejemplo, cobertura de túneles).

La antena del Rx (que recibe la señal procedente del satélite) asociada al repetidor terrenal se sitúa en la línea de visibilidad del satélite. Los repetidores terrenales pueden co-ubicarse fácilmente con emplazamientos de nodo B para dar la misma cobertura. Se diseñarán para reutilizar algunos subsistemas de nodo B (por ejemplo, antenas sectoriales) pues las bandas de frecuencia para las componentes de satélite y terrenal de las IMT-2000 son adyacentes.

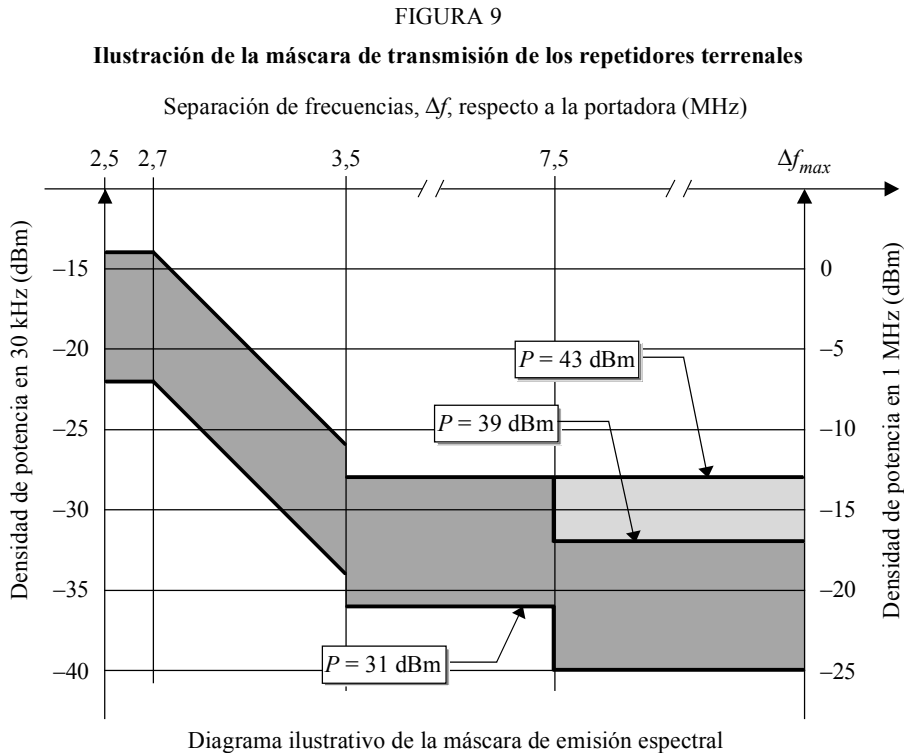
En el Cuadro 21 se resumen las características de RF de los repetidores terrenales.

CUADRO 21

Repetidor terrenal S-DMB - Características de RF

Frecuencia de recepción (MHz)	Banda del SFS		
Frecuencia de transmisión (MHz)	2 170-2 200/2 500-2 520		
Polarización de la recepción	Lineal		
Polarización de la transmisión	Vertical		
Zona de cobertura (grados)	Hasta 360° (es decir, 120° por sector)		
Clases de repetidor terrenal	Repetidores de zona amplia para aplicaciones de macrocélula	Repetidores de alcance medio para microcélulas	Repetidores de zona local para picocélulas
Altura supuesta de los repetidores terrenales (m)	30	6	6
Potencia máxima de salida (dBm)	43	30	24
Ganancia máxima de la antena (tx) (dBi)	15	6	0
Máscara de transmisión	Cumple los requisitos 3GPP para la estación de base de [1], como se ilustra en la Fig. 9		
ACLR (relación de fugas de canal adyacente) en función de la separación de portadoras (cumple los requisitos de la BS de [1])	5 MHz	10 MHz	15 MHz
	45 dB	50 dB	67 dB

Máscaras de transmisión de repetidores terrenales:



Nota – Esta máscara es similar a la máscara de transmisión de estación de base cuyos requisitos figuran en [3].

Rap 2041-09

Referencias Bibliográficas

- [1] 3GPP 25.101 v530: Technical Specification Group Radio Access Networks. UE Radio Transmission and Reception (FDD).
- [2] 3GPP 25.102 v510: Technical Specification Group Radio Access Networks. UE Radio Transmission and Reception (TDD).
- [3] 3GPP 25.104 v530: Technical Specification Group Radio Access Networks. BS Radio Transmission and Reception (FDD).
- [4] 3GPP 25.105 v510: Technical Specification Group Radio Access Networks. BS Radio Transmission and Reception (TDD).
- [5] ERC Report 65: Adjacent band compatibility between UMTS and other services in the 2 GHz band.

Anexo 2

Análisis detallado de la compartición y la compatibilidad

1 Interferencia procedente de los satélites del SMS en el sistema T-IMT-2000

Esta situación se produce en unos 2 520 MHz y corresponde al trayecto A.

En esta configuración, el receptor víctima es una BS o un UE T-IMT-2000 que reciben interferencia de un satélite S-IMT-2000 (SRI-E o S-DMB) o de un repetidor terrenal S-IMT-2000 (S-DMB).

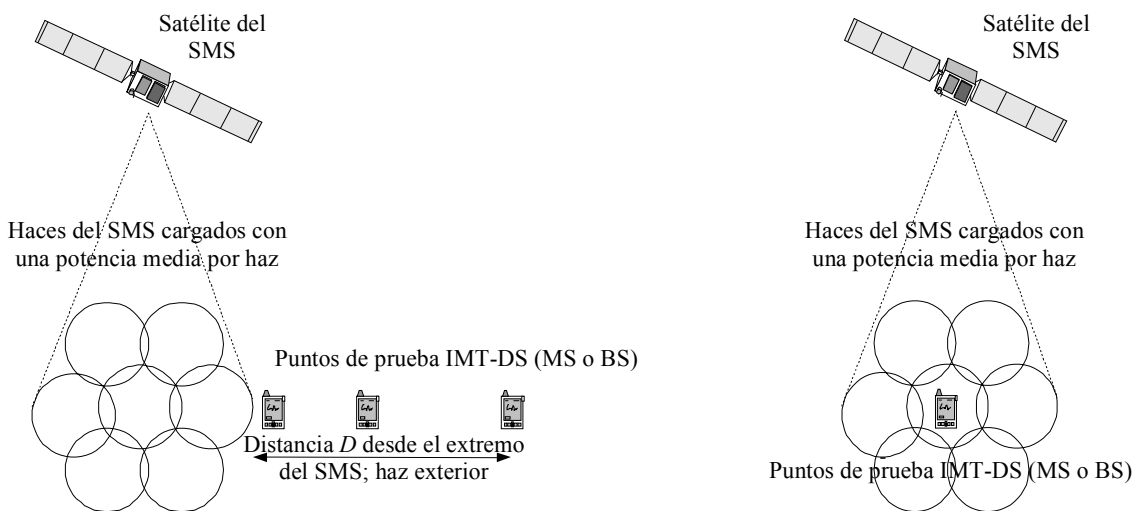
1.1 SRI-E

1.1.1 Metodología para el trayecto A

Este trayecto de interferencia se produce entre el enlace descendente S-IMT-2000 que interfiere en el sistema T-IMT-2000, como se representa en la Fig.10.

FIGURA 10

Trayecto de interferencia A: Separación geográfica y de frecuencias



Rap 2041-10

Interferencia en las estaciones móviles

Esta interferencia combinada en las estaciones móviles es la suma de la de todos los haces de transmisión en la misma frecuencia del sistema interferente. Para el trayecto de interferencia A, se trata de los haces del satélite S-IMT-2000. Puede establecerse un modelo del tráfico por cada haz en agregación, utilizando la potencia media por haz y la anchura de banda media por haz, en vez de establecer un modelo detallado para cada portadora.

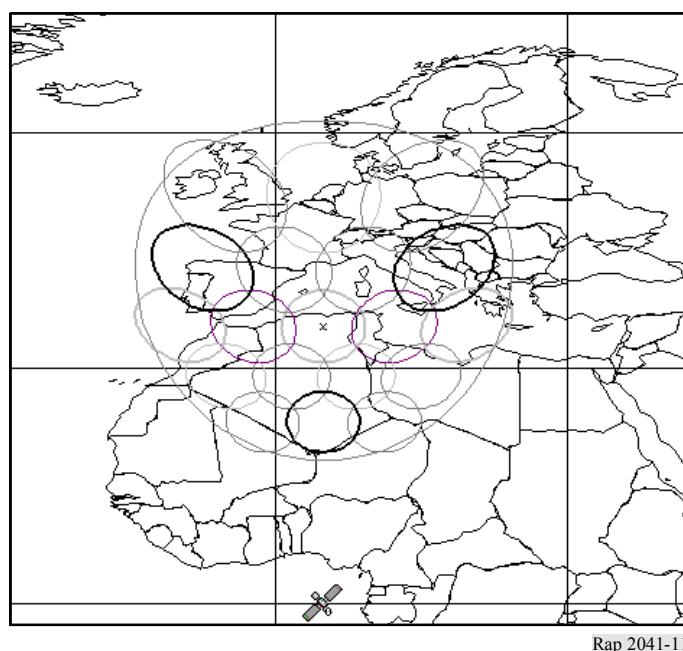
Mientras que un satélite puede tener cientos de haces, no todos estarán activos simultáneamente -de hecho las restricciones de reutilización de potencia y de frecuencia harían que ello no fuese factible.

Por tanto, se establece un modelo de un subconjunto de haces, suficiente para dar cobertura a una zona continental. Para un sistema OSG con haces separados 1° , ello puede traducirse en un conjunto de 19 haces activos que dan cobertura a una zona de unos 5° , suficiente para el servicio en una zona puntual de tamaño continental, tal como se representa en la Fig. 11. Los haces van cargados de forma que los 20 MHz de espectro atribuidos se utilicen plenamente con el tráfico que da servicio a esta región.

Para el caso de los sistemas OSG, los modelos de propagación y del tráfico son constantes, y así la I/N en un punto aislado es independiente del tiempo. Por tanto, es factible situar una estación en el extremo de la zona de cobertura y desplazarla linealmente en longitud para obtener una gama de separaciones geográficas.

FIGURA 11

Ejemplo de diagrama de haces de satélite OSG



Rap 2041-11

Interferencia en las estaciones de base

Se estableció un modelo de la interferencia en las estaciones de base de forma similar al de las estaciones móviles que se ha descrito. Además, fue necesario considerar el carácter sectorial de la antena y ajustar la I/N recibida mediante un factor de ponderación, de forma que pudiese compararse con el umbral.

Separación de frecuencias

Se estableció un modelo de este caso teniendo en cuenta los términos fuera de banda (OoB). El emplazamiento de la estación T-IMT-2000 se fijó en el centro del haz del satélite y los haces que funcionaban en los dos bloques de frecuencia más próximos a las T-IMT-2000 se activaron con el término OoB A. A continuación se calculó la I/N equivalente.

Como el modelo de geometría y de propagación es fijo, se varió la frecuencia durante la simulación a fin de obtener la I/N a medida que variaba el tamaño de la banda de guarda.

1.1.2 Análisis co-frecuencia (SRI-E, trayecto A)

Para la compartición cofrecuencia se consideró el caso en que los sistemas S-IMT-2000 y T-IMT-2000 funcionaban en la misma frecuencia, 2,52 GHz, pero estaban separados geográficamente. Se consideraron los dos trayectos A y D. En cada caso hay dos subtrayectos dependiendo de si se usaba el sistema T-IMT-2000 para el enlace ascendente o para el descendente.

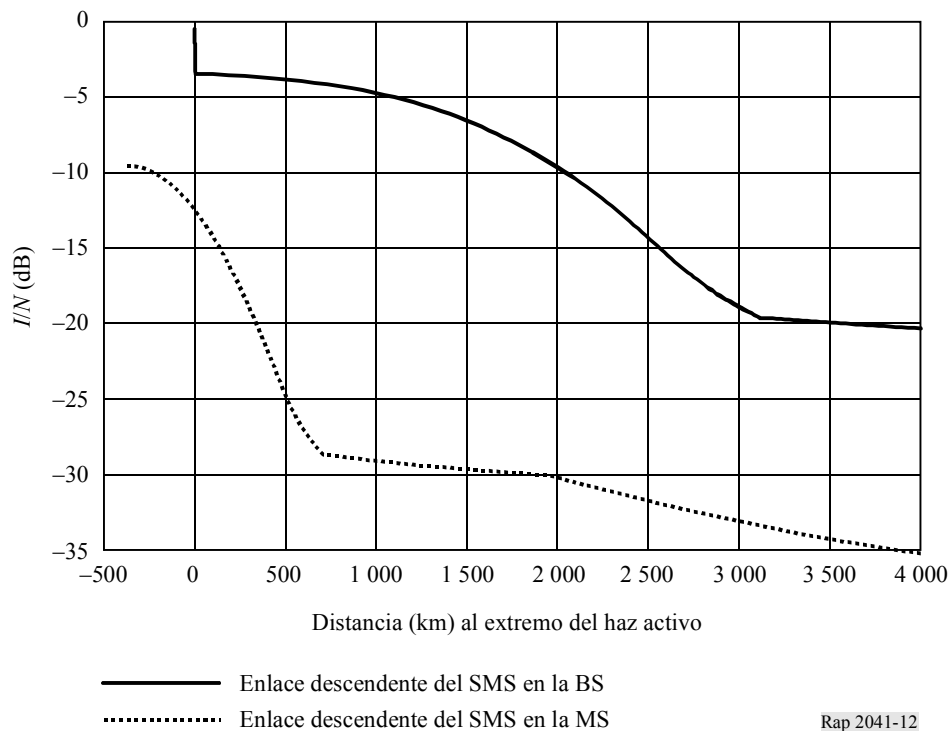
En el trayecto A, se consideraron distintas geometrías para cada subtrayecto:

- para el receptor de la MS (enlace descendente), se consideró que el caso más desfavorable era el subsatelital;
- para el receptor de la BS (enlace ascendente), se consideró que el peor caso era en el horizonte.

En cada caso, se orientó un conjunto de enlaces activos hacia el exterior de la MS/BS para crear una separación geográfica entre el extremo del haz y el emplazamiento T-IMT-2000. En la Fig. 12 se representa la I/N en función de la distancia.

FIGURA 12

Trayecto A, separación geográfica, I/N en función de la distancia



Rap 2041-12

NOTA – Las distancias inferiores a cero son factibles en el caso de la MS, pues representan dicha MS dentro de uno de los haces más exteriores. Ello no es factible para los otros casos, pues la BS está situada en el extremo del campo de visión del satélite, y el extremo del haz no incide por tanto en la Tierra. Se representa una gama de 3 dB de valores de la I/N para el caso de distancia a la BS = 0, a fin de representar la variación desde el eje de puntería orientado a la BS al extremo del haz co-incidente con la BS.

La interferencia era menor en el caso de la MS que en el de la BS porque la ganancia era inferior (0 dBi en lugar de una ganancia de cresta de 18 dBi) y el ruido era superior (2291 K en vez de 912 K).

1.1.3 Análisis en la banda adyacente (SRI-E, trayecto A)

Para la compartición de la misma ubicación se consideró el caso en que los sistemas S-IMT-2000 y T-IMT-2000 funcionaban en la misma zona geográfica, pero estaban separados en frecuencia.

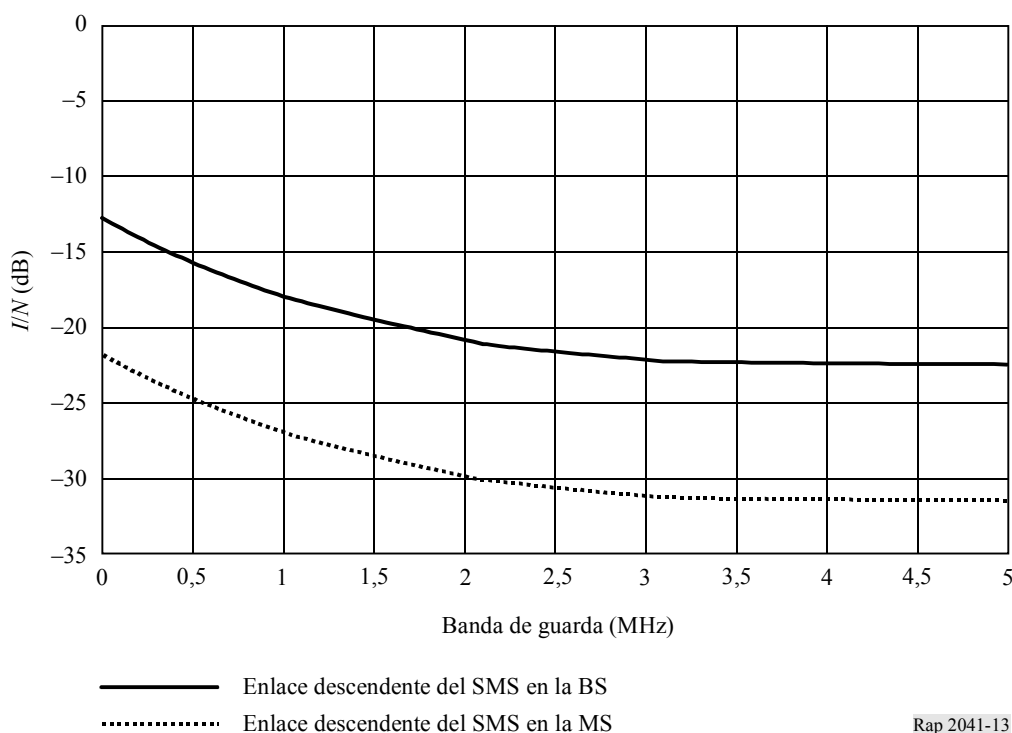
Para el trayecto A, se utilizaron también las dos mismas geometrías consideradas anteriormente. No obstante, se consideró un número inferior de haces, a saber, únicamente los dos bloques de frecuencia más próximos al límite de 2,52 GHz:

- para la recepción de la MS (enlace descendente), se consideró que el caso más desfavorable era el subsatelital;
- para la recepción de la BS (enlace ascendente) se consideró que el caso más desfavorable estaba en el horizonte.

Se aumentó la frecuencia de la estación T-IMT-2000 correspondiente al funcionamiento justamente al otro lado del límite de 2,52 GHz, con una banda de guarda de 10 MHz. En la Fig. 13 se muestran las representaciones de las I/N resultantes.

FIGURA 13

Trayecto A, separación de frecuencias, I/N en función de la banda de guarda



1.2 Radiodifusión multimedia digital por satélite (S-DMB)

1.2.1 Metodología para la interferencia de vehículo espacial (escenarios 1 a 4)

La evaluación de la interferencia se realiza siguiendo un método determinista, válido para los sistemas IMT-2000 AMDC DDT y IMT-2000 AMDC con dispersión directa.

El nivel de la interferencia del satélite se evalúa sobre la base de un balance del enlace. Para la compatibilidad de banda adyacente, se aplica la máscara espectral del satélite. El nivel de interferencia se compara entonces con el ruido térmico del receptor terrenal 3G. Sólo se considera el

nivel de una sola fuente procedente de un único satélite. La interferencia procedente de múltiples sistemas de satélite no debe producirse en una zona geográfica determinada, porque los terminales de satélite utilizan antenas con directividad reducida. El funcionamiento en la misma frecuencia y en la misma cobertura de múltiples sistemas de satélite es por tanto operacionalmente imposible.

Se considera que la interferencia es aceptable si:

$$\frac{I}{N} \leq -10 \text{ dB}$$

Este criterio se aplica a la interferencia recibida por los UE o las BS para cualquier tamaño de célula. Debe ofrecer un nivel adecuado de protección de las macrocélulas (véanse las Notas⁽⁶⁾ y ⁽⁹⁾ del Cuadro 3 del Informe UIT-R M.2039). En la práctica, puede ser adecuado un criterio menos estricto para microcélulas o células menores.

1.2.2 Análisis cofrecuencia (S-DMB, trayecto A, escenarios 1 a 4)

El Cuadro 22 muestra un cálculo del efecto de una situación cofrecuencia de emisiones de satélite en la recepción de la MS o en la BS.

CUADRO 22

Interferencia del enlace descendente de satélite (cofrecuencia)

		MS	BS	
Terrenal	Ganancia máxima de la antena	0,00	17,00	dB
	Pérdidas del alimentador	0,00	1,00	dB
	Ángulo de inclinación	0,00	2,50	grados descendente
	Discriminación de la antena (Recomendación UIT-R F.1336, $k = 0,2$, elevación 10°)		15,30	dB
	Factor de ruido del Rx	9,00	5,00	dB
	Nivel de ruido del Rx	-134,98	-138,98	dB(W/MHz)
	I/N requerida	-10,00	-10,00	dB
	Interferencia de canal adyacente máxima admisible	-144,98	-144,98	dB(W/MHz)
Satélite	Altitud del satélite	36 000,00	36 000,00	km
	Frecuencia	2 520,00	2 520,00	MHz
	Pérdidas del trayecto	191,60	191,60	dB
	Densidad de la p.i.r.e. del satélite máxima admisible	46,62	41,92	dB(W/MHz)
	p.i.r.e. del satélite	74,00	74,00	dBW
	Anchura de banda	3,84	3,84	MHz
	Densidad de la p.i.r.e. máxima en la banda	68,16	68,16	dB(W/MHz)
	Atenuación requerida	21,54	26,24	dB

A partir de estos cálculos parece que la compartición de la misma frecuencia con la misma cobertura será imposible. En algunos casos, puede haber factores de reducción de la interferencia: una mejor discriminación de la antena de la BS para ángulos de elevación mayores, relajación posible del criterio en la $I/N_{ésima}$ para pequeñas células, etc.

No obstante, estos factores no permitirán mejorar suficientemente la situación para hacer posible la compartición en la misma frecuencia y en la misma zona geográfica.

La compartición cofrecuencia en coberturas separadas podría ser posible, siempre que la ganancia de la antena de transmisión del satélite ofrezca el aislamiento necesario, tal como se indica en el Cuadro 22.

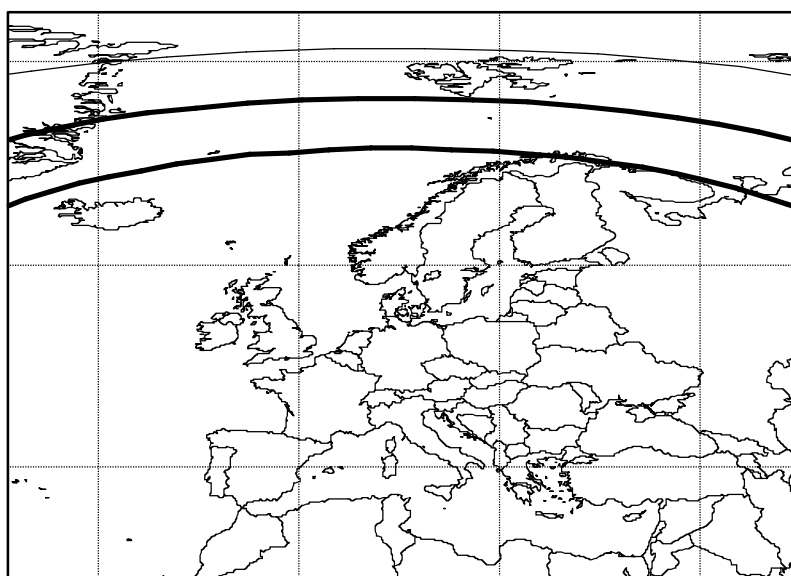
Efecto del ángulo de elevación del satélite

En el cálculo que representa el Cuadro 22, se supuso un ángulo de elevación de 10° .

La interferencia del satélite en la recepción por la estación de base depende en gran medida del ángulo de elevación del satélite, cuando dicho ángulo es reducido (típicamente inferior a 5° , incluyendo la inclinación hacia abajo).

La Fig. 14 siguiente muestra los contornos de elevación de 0° , 5° y 10° para un satélite situado en una longitud de 10° E.

FIGURA 14
Mapa de elevación del satélite



Rap 2041-14

Como se ilustra en la Fig. 14, en cualquier punto de Europa Occidental el satélite se verá con un ángulo de incidencia superior a 10° . Esta situación limita la interferencia a las BS direccionales y desde éstas.

1.2.3 Compatibilidad de banda adyacente (S-DMB, trayecto A, escenarios 1 a 4)

La Fig. 7 del § 3 del Anexo 1 muestra la ACLR (relación de fugas de canal adyacente) de la carga útil S-DMB en un canal adyacente IMT-2000, en función de la separación de canales.

A fin de cumplir los requisitos de protección de los sistemas 3G terrenales que funcionan en banda adyacente (véase el Cuadro 22), la separación de canales requerida es:

- 4,6 MHz para la protección de las estaciones móviles (T-IMT-2000);
- 5,3 MHz para la protección de las estaciones de base (T-IMT-2000).

La utilización de esquemas de filtrado optimizados en la carga útil del satélite debe reducir la separación requerida, en particular para la protección de la recepción en la BS. Este último caso, no obstante, es improbable que se dé, pues la planificación de los canales del satélite y terrenales puede estar alineada, a fin de facilitar la integración de la red.

1.2.4 Repetidores terrenales S-DMB que interfieren en redes T-IMT-2000: metodología y resultados (escenarios 5 a 8)

1.2.4.1 Escenarios 7 y 8: Interferencia procedente de los repetidores terrenales S-DMB en la recepción (enlace ascendente) de la BS T-IMT-2000

En este escenario, tanto el receptor víctima como el transmisor interferente son fijos. Por tanto, conviene aplicar un método estático para evaluar la viabilidad de la compatibilidad.

Las características de la BS víctima y del transmisor interferente se resumen en los Cuadros 23 y 24:

CUADRO 23

Características de la BS víctima, como en [6]

	Macro BS IMT-2000 AMDC con dispersión directa	Micro BS IMT-2000 AMDC con dispersión directa	Pico BS T-IMT-2000
Ganancia de antena (dBi)	17	5	0
Entorno de propagación	Suburbano	Urbano	Urbano
Altura de la antena (m)	30	5	1,5
ACS (dB) con una separación de 5 MHz	46	46	46

CUADRO 24

Características de los repetidores terrenales interferentes, como en [3]

Clases de repetidor terrenal	Repetidores de zona amplia para aplicación de macrocélulas	Repetidores de alcance medio para repetidores de microcélulas	Repetidores de zona local para picocélulas
Altura supuesta de los repetidores terrenales (m)	30	6	6
Potencia máxima de salida (dBm)	43	30	24
Ganancia máxima de la antena (tx) (dBi)	15	6	0
ACLR (dB) para una separación de 5 MHz	45	45	45

El requisito de pérdidas mínimas de acoplamiento puede calcularse de la siguiente manera:

$$MCL = P_{TR} + G_{BS} + G_{TR} - ACIR - ACI_{m\acute{a}x}$$

El término ACIR se calcula mediante:

$$ACIR = \frac{1}{\frac{1}{ACLR} + \frac{1}{ACS}} \quad (\text{en términos lineales})$$

(ACLR, ACS) = (45, 46) dB implica que ACIR = 42,5 dB.

Se supone que la $ACI_{m\acute{a}x}$ es similar a la que se propone en el Informe UIT-R M.2030.

Tipo de célula	ACI_{ext} máxima resultante (dBm)
Macro rural	-114
Macro centro de ciudad	-100
Micro exteriores	-97
Pico en edificios	-85

Para repetidores de macrocélula (rural): $MCL = 43 + 15 + 17 - 42,5 - (-114) = 146,5$ dB

Para repetidores de macrocélulas (centro de ciudad):

$$MCL = 43 + 15 + 17 - 42,5 - (-100) = 132,5$$
 dB

Para repetidores de microcélulas: $MCL = 30 + 6 + 5 - 42,5 - (-97) = 95,5$ dB

Para repetidores de picocélulas: $MCL = 24 + 6 + 0 - 42,5 - (-85) = 72,5$ dB

Puede señalarse que dichos requisitos en cuanto a las MCL prohíben la colocación de los repetidores terrenales S-DMB con las estaciones de base.

De los requisitos en cuanto a las MCL también es posible obtener la distancia de separación requerida entre el repetidor terrenal (TR) y la BS (teniendo en cuenta la ganancia máxima de la antena del TR y de la BS):

Se utiliza el modelo de propagación Hata-COST 231 modificado.

CUADRO 25

**Distancias de separación entre un repetidor terminal
interferente y las estaciones de base (m)**

	Macro BS deseada de IMT-2000 AMDC con dispersión directa	Micro BS deseada de IMT-2000 AMDC con dispersión directa	Pico BS deseada de IMT-2000
Macro TR interferente propagación rural	20 700	2 000	720
Macro TR interferente propagación suburbana	7 200	650	235
Micro TR interferente propagación suburbana	411	78	58
Pico TR interferente propagación suburbana	123	50	43

Del Cuadro 25 pueden extraerse algunas conclusiones:

Los repetidores macro terrenales interfieren en las BS a distancias muy elevadas que harán que resulte impráctica la implementación de este tipo de repetidores.

Los micro/pico repetidores terrenales han de estar separados de las micro BS en una distancia que sea del orden de magnitud de la cobertura de la correspondiente BS: ello implica que el emplazamiento del repetidor terrenal estará muy restringido antes del despliegue de las BS. A la inversa, la presencia de repetidores terrenales en ciertos emplazamientos puede restringir la implementación posterior de nuevas BS.

Los escenarios en los que intervienen células amplias son por tanto los más críticos, mientras que los escenarios en los que intervienen células más pequeñas tienen menos dificultad, aunque siguen siendo muy restrictivos. Además, la capacidad para lograr la colocación de las estaciones de base IMT-2000 AMDC con dispersión directa y los repetidores terrenales S-DMB se considera fundamental para el despliegue del sistema S-DMB.

En el caso de estaciones de base IMT-2000 AMDC con dispersión directa interferidas por repetidores terrenales, incluso con una separación de frecuencias de 15 MHz, la situación no mejorará significativamente como para permitir la compatibilidad en las células amplias o con cualquier tipo de célula en una situación de coubicación.

El caso de las estaciones de base IMT-2000 AMDC DDT interferidas por repetidores terrenales es similar al caso de las estaciones de base IMT-2000 AMDC DDT interferidas por estaciones de base IMT-2000 AMDC con dispersión directa. La distancia de separación para este caso figura en el Cuadro 25 de la Recomendación UIT-R M.1036 y varía mucho conforme a las hipótesis del despliegue IMT-2000 AMDC DDT y la separación de frecuencias (5, 10 ó 15 MHz). Como éste es el caso más problemático para la coexistencia T-IMT-2000, puede suponerse que la separación de frecuencias que se implementará entre los sistemas IMT-2000 AMDC DDT e IMT-2000 con dispersión directa (debido al escenario BS-BS) se aplicará también al caso TR-BS (IMT-2000 AMDC DDT).

Debe señalarse que en este escenario, la banda del Rx del terminal S-DMB en esta atribución al SMS es vecina a la banda del Tx S-DMB en la atribución al SM. Como se explica en el § 4.2.1 del Anexo 2, el carácter de modo doble del terminal S-DMB impondrá una separación de frecuencias portadoras de 20-30 MHz respecto al enlace ascendente del IMT-2000 AMDC con dispersión directa terrenal. Ha de considerarse esta limitación, junto con la derivada del escenario TR-BS.

1.2.4.2 Escenarios 5 y 6: Interferencia procedente de los repetidores terrenales S-DMB en el enlace descendente T-IMT-2000

Como se ha mencionado, los repetidores terrenales son similares a las estaciones de base de IMT-2000 AMDC con dispersión directa, al considerar los temas de interferencia. Su despliegue depende del entorno, y los requisitos en términos de potencia, altura de la antena y ganancia de la antena son los mismos que los de las estaciones de base.

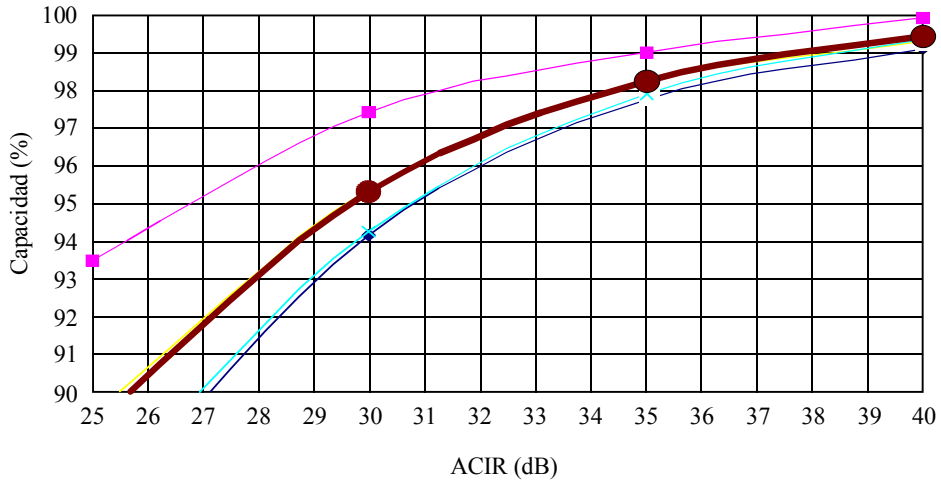
Hay otro factor que refuerza la similitud entre las BS y los TR: a fin de disminuir el costo del segmento TR y de facilitar la integración, conviene reutilizar al máximo posible el equipo normalizado 3GPP. Ello se traduce, entre otros, en máscaras espectrales idénticas para las TR y las BS.

Estas similitudes permiten reutilizar los estudios disponibles que ha elaborado el sector 3GPP para evaluar la coexistencia IMT-2000 AMDC con dispersión directa/IMT-2000 AMDC con dispersión directa en el sentido del enlace descendente.

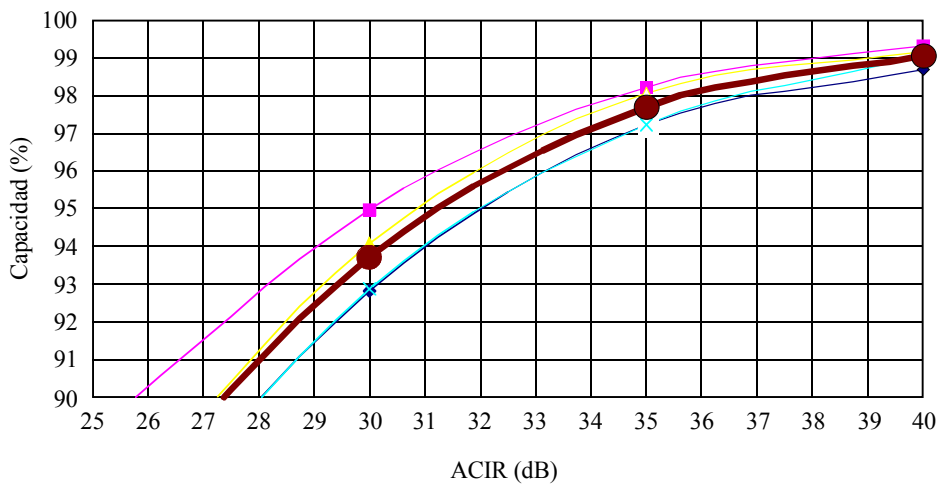
Las Figs. 15a) y 15b) se han obtenido de la norma 25.942.v500 3GPP [9] y ofrecen una estimación de la pérdida de capacidad de unas redes IMT-2000 AMDC con dispersión directa en entorno macro urbano debidas al funcionamiento en el canal adyacente de 5 MHz de una red idéntica, en función de la ACIR (relación de interferencia de canal adyacente).

FIGURA 15

Capacidad en función de la ACIR para la coexistencia IMT-2000 AMDC con dispersión directa/IMT-2000 AMDC con dispersión directa (enlace descendente, señal vocal)



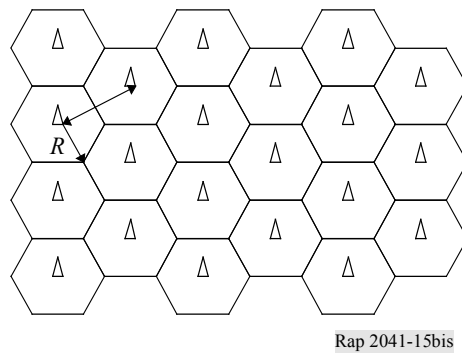
a) Enlace descendente, señal vocal (8 kbit/s): caso de ACIR intermedia



b) Enlace descendente, señal vocal (8 kbit/s): caso más desfavorable de ACIR



En una red, las BS se sitúan en el centro de una trama hexagonal:

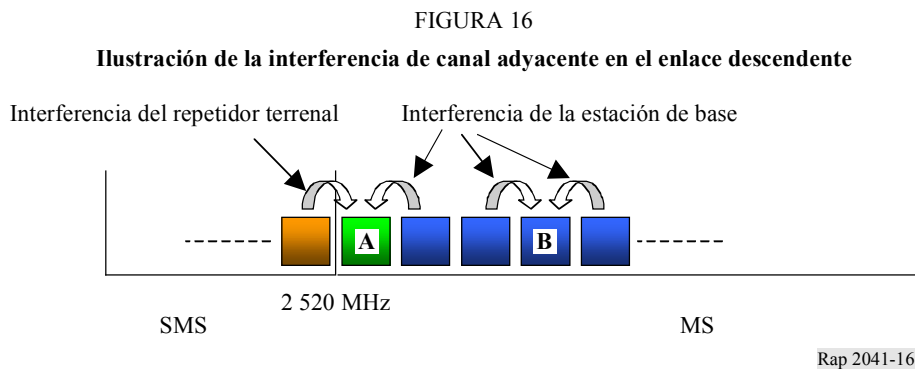


El escenario de coexistencia más desfavorable corresponde al caso en que dos redes están desplazadas en un radio de célula (577 m en la simulación 3GPP). El escenario de caso intermedio corresponde a una deriva de la mitad del radio de la célula. El caso de coubicación (caso óptimo) no se considera en el estudio 3GPP 25.942 [7].

Extrapolación de los resultados para los repetidores terrenales

En la simulación 25.942 para la coexistencia IMT-2000 AMDC con dispersión directa/IMT-2000 con dispersión directa, se evalúa el efecto en términos de pérdidas del número máximo de usuarios. Se supone que las estaciones de base de la red terrenal deseada e interferente funcionan próximas a su potencia máxima asignada. Si las BS de la red interferente se sustituyen por repetidores terrenales S-DMB con características equivalentes, la interferencia vista por la red deseada permanece siendo la misma. Por tanto, las conclusiones de la coexistencia IMT-2000 AMDC con dispersión directa/IMT-2000 AMDC con dispersión directa son también aplicables a la coexistencia IMT-2000 AMDC con dispersión directa/repetidor terrenal.

En el escenario que se estudia en este punto, el enlace descendente IMT-2000 AMDC con dispersión directa está en la parte inferior de la banda de 2,5 GHz. Las portadoras de 5 MHz deben organizarse de la manera siguiente:



En la Fig. 16, puede verse que la interferencia que procede de los bloques adyacentes es equivalente para el bloque A y el B, siempre que los repetidores terrenales S-DMB y las estaciones de base tengan características de despliegue y de RF similares.

Por tanto, el funcionamiento de repetidores terrenales en el bloque superior de 5 MHz de la atribución 2 500-2 520 MHz al SMS no creará restricciones adicionales a la portadora IMT-2000 AMDC con dispersión directa inferior de 5 MHz del enlace descendente de una red T-IMT-2000, en comparación con la de la portadora terrenal de 5 MHz IMT-2000 AMDC con dispersión directa del enlace descendente que debe situarse en frecuencias superiores de la atribución al enlace descendente T-IMT-2000. Por tanto, para este escenario es adecuada una separación normalizada de portadoras de 5 MHz.

Puede señalarse que las conclusiones sobre la compatibilidad entre los TR y el receptor del equipo de usuario IMT-2000 AMDC DDT (enlace descendente) son similares a las relativas al receptor de equipo de usuario (enlace descendente) IMT-2000 AMDC con dispersión directa. No obstante, el tema principal de la compatibilidad para el sistema IMT-2000 AMDC DDT surge de la protección del receptor de la BS de IMT-2000 AMDC DDT contra la interferencia del TR; véase el párrafo anterior.

2 Interferencia de la MES del SMS en el sistema T-IMT-2000

Esta situación se produce en unos 2 670 MHz y corresponde al trayecto B.

2.1 SRI-E

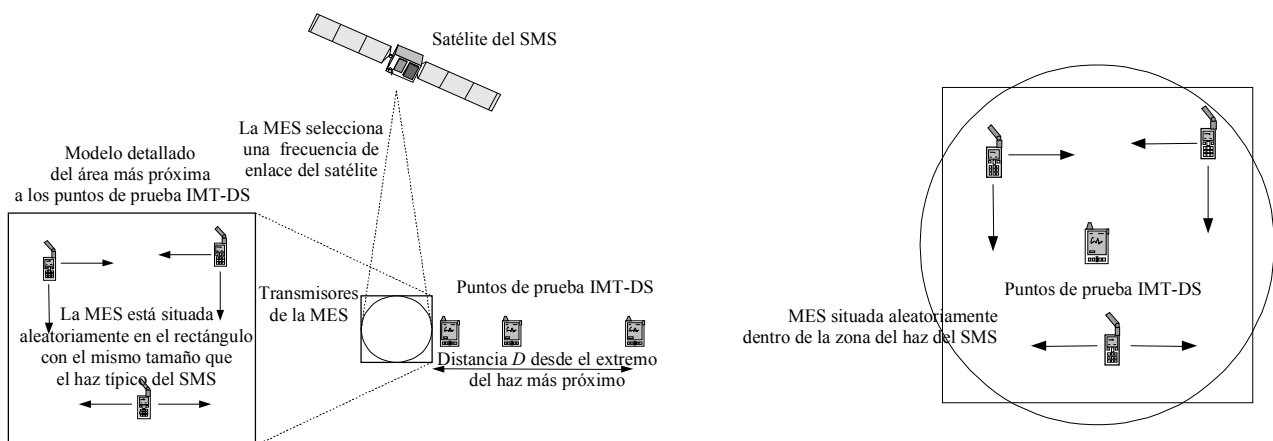
2.1.1 SRI-E (método 1)

2.1.1.1 Metodología (SRI-E, trayecto B, escenarios 9 a 12)

Este trayecto de interferencia se establece cuando el enlace ascendente S-IMT-2000 interfiere en el sistema T-IMT-2000, tal como se representa en la Fig. 17.

FIGURA 17

Trayecto B de interferencia: Separación geográfica y en frecuencias



Rap 2041-17

Interferencia en las estaciones móviles

En este caso, la interferencia es la suma de las interferencias procedentes de múltiples estaciones terrenales móviles (MES). Se supuso que la MES situada en el haz de satélite más próximo al despliegue T-IMT-2000 funcionaba en la misma frecuencia, como es probable que suceda en el caso más desfavorable. Por lo tanto, es probable que los haces adyacentes estén más apartados y no funcionen en la misma frecuencia, lo que dará lugar a niveles muy inferiores de interferencia y no se han seguido considerando.

Así pues, esta suma es la de todas las MES dentro del haz de satélite más próximo al despliegue T-IMT-2000. En el modelo de cada MES, éstas transmitían con la potencia media en la anchura de banda de una única portadora S-IMT-2000.

Hubo dos elementos aleatorios en la simulación:

- Se supuso que las MES tenían una densidad de usuarios uniforme a lo largo del haz, por lo que el modelo tuvo un carácter aleatorio dentro de dicha zona.
- Las distancias que habían de considerarse fueron en general superiores a 20 km, por lo que se utilizó el modelo de propagación de la Recomendación UIT-R P.452 que incluye un elemento aleatorio. Como es probable que cada MES esté separada una distancia significativa, puede suponerse que hay diferentes condiciones de propagación para cada trayecto interferente. Así pues, en el cálculo de la Recomendación UIT-R P.452 se utilizó un porcentaje de tiempo diferente para cada MES.

Para un emplazamiento T-IMT-2000 determinado, debe realizarse una convolución de estas dos distribuciones para elaborar una distribución de la I/N . Con este fin, se situó un conjunto de estaciones T-IMT-2000 de prueba a una serie de distancias desde el extremo del haz del satélite S-IMT-2000 y se calculó la probabilidad de rebasar el umbral.

Interferencia en las estaciones de base

El modelo para la interferencia en las estaciones de base se hizo de manera similar al de las estaciones móviles descrito. Hubo que considerar dos factores adicionales, el cálculo de la I/N combinada y la puntería de la antena de la BS. La BS se configuró con un sector apuntando hacia el haz del satélite S-IMT-2000 y los otros dos separados en azimut $\pm 120^\circ$.

Separación de frecuencias

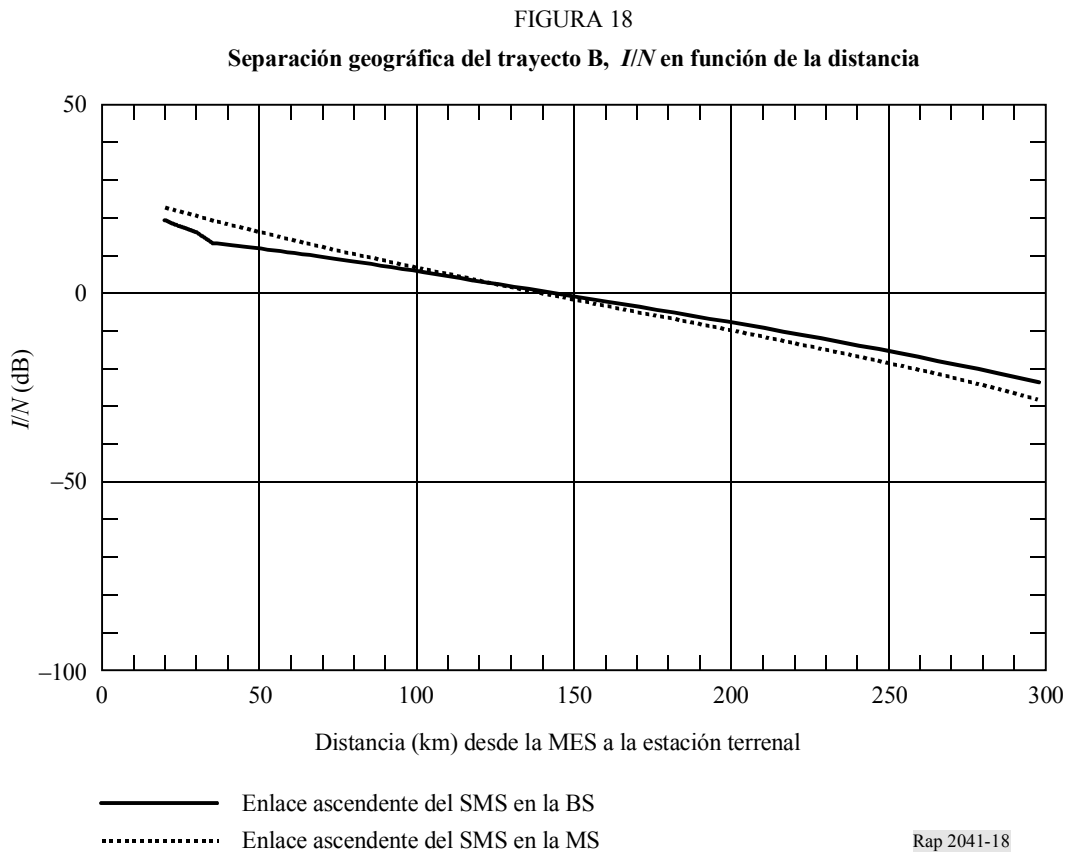
Con la separación de frecuencias, el emplazamiento de la estación T-IMT-2000 era fijo en el centro de la red de satélite S-IMT-2000, sufriendo la interferencia procedente de los terminales de usuarios S-IMT-2000 en la banda adyacente. El caso más desfavorable es cuando el haz que da cobertura al emplazamiento de la estación T-IMT-2000 está más próximo en frecuencia, pues entonces serán mínimas la atenuación fuera de banda y la separación geográfica. Otros haces tendrían separaciones geográficas y de frecuencia mayores, por lo que no siguieron considerándose. De esta manera, la suma de los haces es simplemente la de las MES situadas dentro de un único haz en la estación T-IMT-2000, por lo que hay un único término A(OoB) más que una suma de ellos.

Mientras que el haz del satélite contendría múltiples MES, sólo hay que establecer el modelo de una de ellas, si se trata de la más próxima en distancia y frecuencia, pues las restantes tendrían una repercusión mínima.

2.1.1.2 Análisis cofrecuencia (SRI-E, trayecto B, escenarios 9 a 12)

La compartición cofrecuencia consideraba el caso en que los sistemas S-IMT-2000 y T-IMT-2000 funcionaban en la misma frecuencia, 2,67 GHz, pero estaban separados geográficamente.

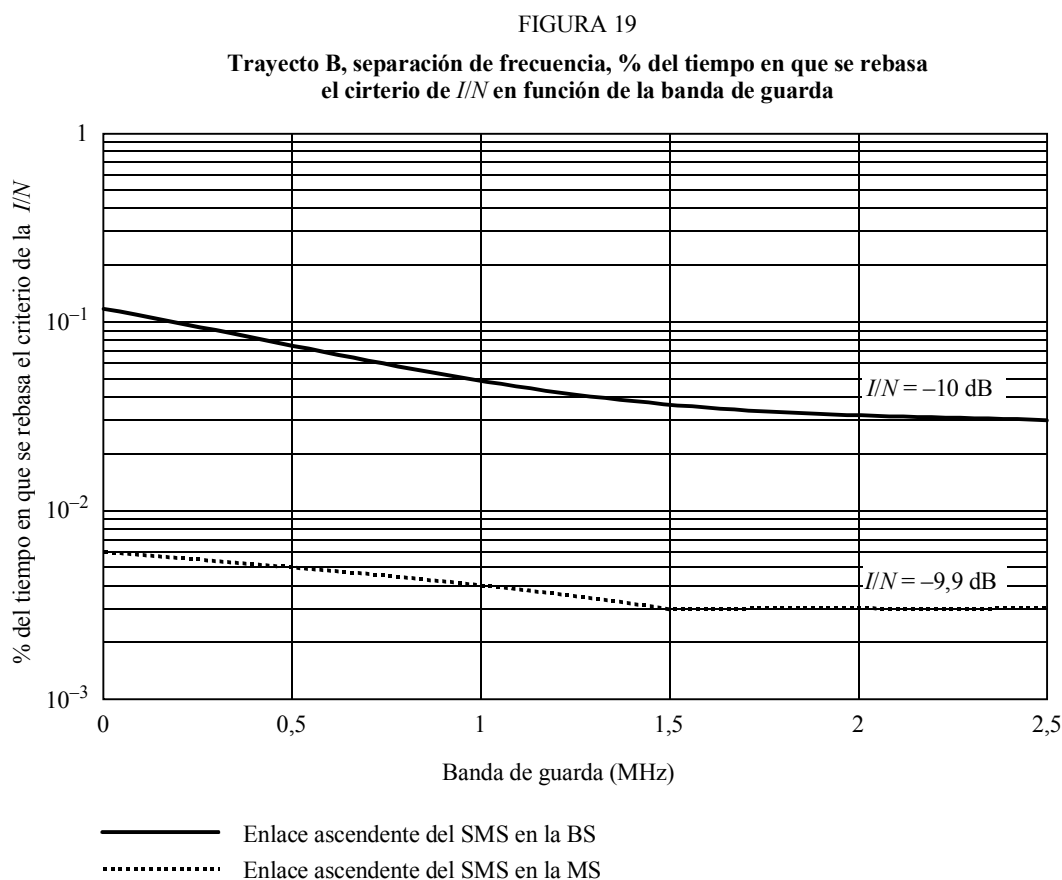
Para el trayecto B, se considera que la interferencia procede de una única MES transmisora (enlace descendente S-IMT-2000) en el enlace descendente T-IMT-2000 (receptor de la MS) o en el ascendente (receptor de la BS), para una gama de distancia de separación comprendida entre 20 km y 2 000 km. La Fig. 18 muestra la distribución resultante de la I/N en función de la distancia.



2.1.1.3 Análisis en la banda adyacente (SRI-E, trayecto B, escenarios 9 a 12)

La compartición en la misma ubicación consideraba el caso en que los sistemas S-IMT-2000 y T-IMT-2000 funcionaban en la misma región geográfica pero estaban separados en frecuencia. Para el trayecto B, se consideraba que la interferencia procedía de una única MES (enlace ascendente S-IMT-2000) y que interfería en el enlace descendente T-IMT-2000 (receptor de la MS) o en el enlace ascendente T-IMT-2000 (receptor de la BS). La región geográfica se definía como un cuadrado de 20×20 km dentro del cual se situaba la MES de manera aleatoria en cada intervalo de tiempo de la simulación. La MS o la BS T-IMT-2000 estaba situada en el centro del cuadrado y se calculaba la interferencia utilizando el modelo de propagación de Hata. La simulación se repitió para 100 000 muestras a fin de obtener una distribución del % de muestras en las que el criterio de la I/N se rebasaba para distintas bandas de guarda comprendidas entre 0 y 2,5 MHz.

Los resultados se representan en la Fig. 19.



Nota – En la Figura sólo se representan los valores inferiores al 1%.

Rap 2041-19

2.1.2 SRI-E (método 2)

2.1.2.1 Metodología (SRI-E, trayecto B, escenarios 9 a 12)

Los resultados se calculan con el útil del Comité Europeo de Comunicaciones (CEC) SEAMCAT. Las especificaciones funcionales del soporte lógico SEAMCAT se definen en el Informe ERC 68 (ERC es el Comité Europeo de Radiocomunicaciones que el CEC ha sustituido por la Comisión de Comunicaciones y Electrónica de la CEPT). Con este útil se puede estimar la probabilidad de interferencia en un enlace víctima dependiendo de la densidad de fuentes de interferencia en la misma zona, o la distancia de separación mínima entre el transmisor interferente y el receptor víctima. Estos cálculos pueden efectuarse para distintas separaciones de frecuencias portadoras. De esta manera, puede estimarse la eficacia de la banda de guarda.

Al considerar la simulación T-IMT-2000, se requiere un nivel aproximado del 2% de probabilidad de interferencia para asegurar el 5% convenido de interrupciones.

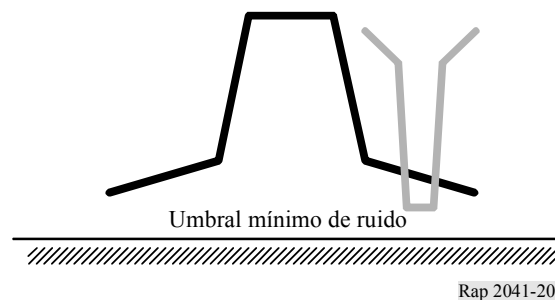
En el SEAMCAT se consideran tres fuentes de interferencia distintas:

- emisiones fuera de banda;
- efectos de bloqueo;
- efectos de los productos de intermodulación.

El cálculo de la simulación que se efectúa en este Informe tiene en cuenta únicamente dos portadoras adyacentes para estimar la interferencia procedente de cada sistema. Como los productos de intermodulación afectan únicamente a frecuencias más alejadas que la adyacente, este mecanismo de interferencia se considerará únicamente si la anchura de banda del receptor víctima incluye $(2 \cdot f_1 \pm f_2)$ o $(2 \cdot f_2 \pm f_1)$ ⁴. De no ser así, se pueden reducir los mecanismos de interferencia a las emisiones fuera de banda únicamente y a la desensibilización potencial de un receptor por una fuente de interferencia en un canal adyacente.

Las emisiones fuera de banda de un móvil de una tecnología en una portadora pueden afectar al receptor de la otra tecnología en otra portadora, elevando el nivel mínimo de ruido en el receptor (véase la Fig. 20).

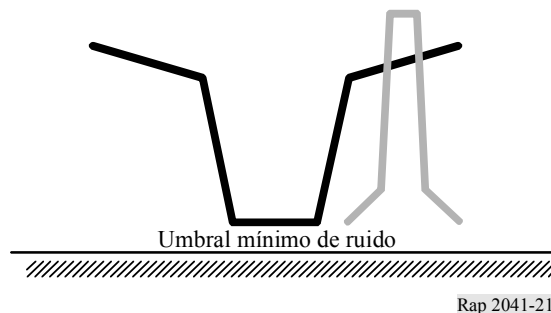
FIGURA 20
Emisiones fuera de banda que afectan al receptor de otra tecnología



El resultado de dicha interferencia será una reducción efectiva de la sensibilidad utilizable del receptor, lo que se traduce en una reducción del margen en el balance del enlace. Normalmente un receptor no puede hacer nada contra este ruido no deseado, aunque es posible reducir las emisiones en la banda lateral en el transmisor fuente, mediante la utilización de filtros. También es posible encajar esta clase de interferencia en el diseño del sistema, ajustando potencias o modificando los requisitos en cuanto al margen en el balance del enlace.

El segundo tipo de interferencia se refiere a la desensibilización potencial de un receptor a causa de una fuente de interferencia intensa en un canal adyacente (Fig. 21). La fuente de interferencia puede ser suficientemente intensa para afectar al paso de entrada de RF, los controles de ganancia o el comportamiento en FI, si llega una señal suficientemente potente a los filtros de FI.

FIGURA 21
Desensibilización de un receptor por una fuente interferente en un canal adyacente



⁴ La experiencia práctica muestra que la intermodulación es muy difícil de predecir teóricamente y generalmente es un problema que ha de resolverse en cada caso mediante técnicas de reducción utilizando la ingeniería del terreno.

El resultado de dicha interferencia es una reducción de la sensibilidad del receptor mediante un letargo (insensibilización), que impide la recepción de las señales deseadas con niveles reducidos. Es posible reducir esta clase de interferencia utilizando filtros en el receptor o modificando los parámetros del diseño del sistema para asegurar que los niveles de la señal deseada sean suficientemente intensos para superar toda desensibilización del receptor.

Con el fin de simular los efectos de bloqueo en el útil informático SEAMCAT, es posible introducir la máscara de filtrado del receptor víctima o utilizar como parámetro de entrada un valor de bloqueo constante definido en las normas de los sistemas. Para esta simulación, se implementa la máscara del receptor.

2.1.2.2 Resultados

Interferencias internas en la red IMT-2000 AMDC con dispersión directa

A fin de establecer un modelo de las interferencias intracélula e intercélula en una red celular, se añade un aumento de 1 dB de ruido al umbral mínimo de ruido en las zonas rurales, y de 3 dB en las zonas urbanas. Esta hipótesis se aplica también al equipo de usuario, aun cuando la elevación del ruido dependa de su posición en la célula.

Escenario 9: Efectos de la MES en la IMT-2000 AMDC con dispersión directa, en 2 670-2 690 MHz

Resultados en zonas urbanas con microcélulas de 315 m de radio

La víctima es el equipo de usuario T-IMT-2000 que recibe servicios vocales y la fuente interferente es el equipo de usuario de la MES para los servicios de datos ($C/(N + I) = -19$ B). Una fuente interferente por célula en las zonas urbanas es el caso más desfavorable que se explica en el punto relativo a la densidad de MES activas. Una fuente interferente por célula corresponde a 3,2 fuentes interferentes/km².

CUADRO 26

Resultados del escenario 9 (315 m de radio, $C/(N + I) = -19$ dB)

Densidad de fuentes interferentes (1/km ²)	$1,8 \times 10^{-4}$	3,2
Separación de frecuencias portadoras (MHz)		
2,6 (no banda de guarda)	0%	0,76%
2,8 (200 kHz banda de guarda)	0%	0,7%

La víctima es el equipo de usuario T-IMT-2000 que recibe servicios vocales y la fuente interferente es el equipo de usuario de la MES para los servicios de datos ($C/(N + I) = -11$ dB en zona urbana).

CUADRO 27

Resultados del escenario 9 (315 m de radio, $C/(N + I) = -11$ dB)

Densidad de fuentes interferentes (1/km ²)	$1,8 \times 10^{-4}$	3,2
Separación de frecuencias portadoras (MHz)		
2,6 (no banda de guarda)	0%	1,8%
2,8 (200 kHz banda de guarda)	0%	1,8%

La víctima es el equipo de usuario T-IMT-2000 que recibe servicios vocales y la fuente interferente es el equipo de usuario de la MES para los servicios de datos ($C/(N+I) = -19$ dB en zona urbana).

Resultados en zonas rurales con células de 10 km de radio

La víctima es el equipo de usuario T-IMT-2000 que recibe servicios vocales y la fuente interferente es el equipo de usuario de la MES para los servicios de datos ($C/(N+I) = -19$ dB). Aquí se considera una fuente interferente por célula en zonas rurales. Una fuente interferente por célula corresponde a $3,2 \times 10^{-3}$ fuentes interferentes/km².

CUADRO 28

Resultados del escenario 9 (10 km de radio, $C/(N+I) = -19$ dB)

Densidad de fuentes interferentes (1/km ²)	$1,8 \times 10^{-4}$	$3,18 \times 10^{-3}$
Separación de frecuencias portadoras (MHz)		
2,6 (no banda de guarda)	0%	0%
2,8 (200 kHz banda de guarda)	0%	0%

La víctima es el equipo de usuario T-IMT-2000 que recibe servicios vocales y la fuente interferente es el equipo de usuario de la MES para servicios de datos ($C/(N+I) = -11$ dB en entorno rural).

CUADRO 29

Resultados del escenario 9 (10 km de radio, $C/(N+I) = -11$ dB)

Densidad de fuentes interferentes (1/km ²)	$1,8 \times 10^{-4}$	$3,18 \times 10^{-3}$
Separación de frecuencias portadoras (MHz)		
2,6 (no banda de guarda)	0%	0,002%
2,8 (200 kHz banda de guarda)	0%	0%

Escenario 11: efectos de la MES en la BS IMT-2000 AMDC con dispersión directa, en 2 670-2 690 MHz

Resultados para zonas urbanas en microcélulas

La víctima es la BS T-IMT-2000 con una ganancia de 5 dBi que recibe servicios de datos ($C/(N+I) = -21$ dB en entorno rural) y la fuente interferente es el equipo de usuario de la MES para los servicios de datos.

CUADRO 30

Resultados del escenario 11 (315 m radio, $C/(N + I) = -21$ dB)

Densidad de fuentes interferentes (1/km ²)	$1,8 \times 10^{-4}$	3,2
Separación de frecuencias portadoras (MHz)		
2,6 (no banda de guarda)	0%	1,6%
3,6 (1 MHz banda de guarda)	0%	0,7%

La víctima es la BS T-IMT-2000 con una ganancia de 5 dBi que recibe servicios vocales ($C/(N + I) = -12$ dB en entorno rural) y la fuente interferente es el equipo de usuario de la MES para los servicios de datos.

CUADRO 31

Resultados del escenario 11 (315 m de radio, $C/(N + I) = -12$ dB)

Densidad de fuentes interferentes (1/km ²)	$1,8 \times 10^{-4}$	3,2
Separación de frecuencias portadoras (MHz)		
2,6 (no banda de guarda)	0%	2,2%
3,6 (1 MHz banda de guarda)	0%	1,5%

Resultados en zonas rurales con células de 10 km de radio

La víctima es la BS T-IMT-2000 con ganancia de 15 dBi que recibe servicios de datos ($C/(N + I) = -21$ dB) y la fuente interferente es el equipo de usuario de la MES para los servicios de datos.

CUADRO 32

Resultados del escenario 11 (10 km de radio, $C/(N + I) = -21$ dB)

Densidad de fuentes interferentes (1/km ²)	$1,8 \times 10^{-4}$	$3,18 \times 10^{-3}$
Separación de frecuencias portadoras (MHz)		
2,6 (no banda de guarda)	0,03%	0,44%
2,8 (200 kHz banda de guarda)	0%	0,38%

La víctima es la BS T-IMT-2000 con ganancia de 15 dBi que recibe servicios vocales ($C/(N+I) = -12$ dB) y la fuente interferente es el equipo de usuario de la MES para los servicios de datos.

CUADRO 33

Resultados del escenario 11 (10 km de radio, $C/(N+I) = -12$ dB)

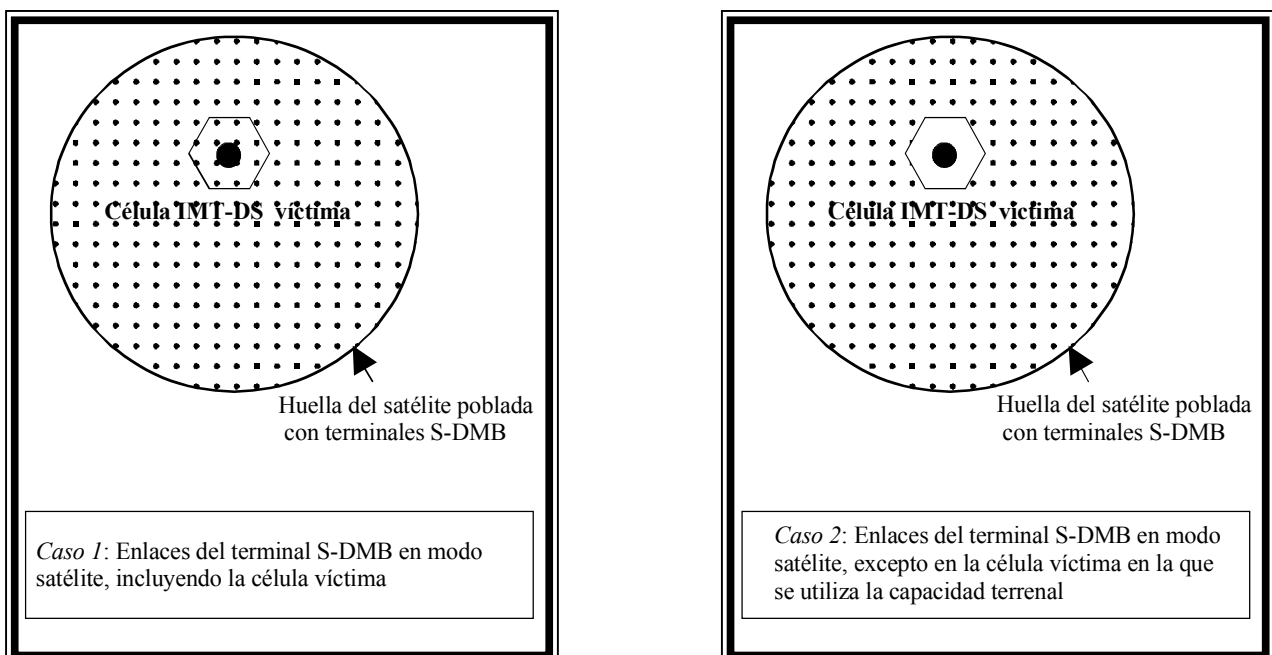
Densidad de fuentes interferentes ($1/\text{km}^2$)	$1,8 \times 10^{-4}$	$3,18 \times 10^{-3}$
Separación de frecuencias portadoras (MHz)		
2,6 (no banda de guarda)	0,13%	0,002%
2,8 (200 kHz banda de guarda)	0,1%	0%

2.2 S-DMB**2.2.1 Metodología y evaluación (S-DMB, trayecto B, escenarios 9 a 12)**

Estos escenarios se estudiaron utilizando el programa SEAMCAT. Se supone que los terminales S-DMB interferentes están uniformemente dispersos a lo largo de la zona de simulación. Su densidad se calcula a partir de la capacidad máxima supuesta del enlace ascendente y la superficie de la huella del haz del satélite. Los terminales S-DMB serán capaces de utilizar la capacidad terrenal (GSM/3G) para sus transmisiones de enlace ascendente cuando esté disponible. Por tanto, se han de examinar dos situaciones:

- Los enlaces ascendentes del terminal S-DMB al satélite, cualquiera que sea su posición, e incluyendo la célula terrenal víctima.
- Los enlaces del terminal S-DMB al satélite, excepto cuando están situados en la célula terrenal víctima, porque en ésta se utiliza la capacidad terrenal disponible en dicha célula.

FIGURA 22

Configuraciones de interferencia de enlace ascendente del terminal S-DMB

Para todos los casos desarrollados en este punto, se supone que las características de RF y de despliegue del terminal S-DMB son las siguientes:

CUADRO 34
Características del terminal S-DMB interferente

	Terminal de mano	Vehículos	Portátil
Potencia máxima (dBm) No hay control de potencia en el enlace ascendente	24	33	39
Ganancia máxima de la antena (dBi)	0	4	2
Ganancia de la antena hacia la BS y el UE víctimas (dBi)	0	2	0
ACLR (dB) del terminal S-DMB, en el primer canal adyacente	33	33	33
Número de terminales S-DMB transmitiendo simultáneamente por haz de satélite	250	100	100

El diámetro del haz del satélite es de unos 700 km, y se supone que los terminales S-DMB están distribuidos uniformemente a lo largo de la huella del satélite.

Las características de los sistemas terrenales víctimas (véase el Informe UIT-R M.2039) se representan en el Cuadro 35:

CUADRO 35
Características del sistema terrenal víctima

	BS DE IMT-2000 AMDC con dispersión directa rural macro	UE DE IMT-2000 AMDC con dispersión directa rural macro	BS DE IMT-2000 AMDC con dispersión directa suburbano macro	UE DE IMT-2000 AMDC con dispersión directa suburbano macro	BS de IMT-2000 AMDC DDT urbano pico	UE de IMT-2000 AMDC DDT urbano pico
Umbral mínimo de ruido (dBm)	-103	-99	-103	-99	-103	-99
Umbral de la I/N (dB)	-10	-10	-10	-10	-10	-10
Ganancia de la antena (dBi)	17	0	17	0	0	0
Entorno de propagación	Rural	Rural	Suburbano	Suburbano	Urbano-exteriores	Urbano-exteriores
Altura de la antena (m)	30	1,5	30	1,5	1,5	1,5
Radio de la célula (km)	10	10	1	1	0,04	0,04

Las simulaciones SEAMCAT dieron como resultado las siguientes probabilidades de interferencia para una separación normalizada de 5 MHz entre las portadoras S-DMB y T-IMT-2000:

CUADRO 36

Resultados del caso 1: Emisiones S-DMB autorizadas en la cobertura T-IMT-2000

	BS DE IMT-2000 AMDC con dispersión directa rural macro	UE DE IMT-2000 AMDC con dispersión directa rural macro	BS DE IMT-2000 AMDC con dispersión directa suburbano macro	UE DE IMT-2000 AMDC con dispersión directa suburbano macro	BS de IMT-2000 AMDC DDT urbano pico	UE de IMT-2000 AMDC DDT urbano pico
Aparato de mano	2,85%	0,02%	0,26%	0	0	0
Vehículos	4,25%	0,03%	0,42%	0	0	0
Portátil	7,05%	0,03%	0,55%	0	0	0

CUADRO 37

Resultados del caso 2: Emisiones S-DMB no autorizadas en la célula víctima

	BS DE IMT-2000 AMDC con dispersión directa rural macro	UE DE IMT-2000 AMDC con dispersión directa rural macro	BS DE IMT-2000 AMDC con dispersión directa suburbano macro	UE DE IMT-2000 AMDC con dispersión directa suburbano macro	BS de IMT-2000 AMDC DDT urbano pico	UE de IMT-2000 AMDC DDT urbano pico
Aparato de mano	0,03%	0	0,02%	0	0	0
Vehículos	0,39%	0	0,18%	0	0	0
Portátil	1,04%	0	0,2%	0	0	0

Comentarios sobre los resultados

Las probabilidades de interferencia son, para la mayoría de los escenarios, bastante reducidas. La razón de ello es la densidad muy pequeña de terminales S-DMB. Por ejemplo, sólo hay un terminal de mano por superficie de 1 500 km², en promedio. No obstante, al considerar únicamente las zonas vecinas al terminal S-DMB, la probabilidad de interferencia sería significativamente superior. Tiene por tanto interés el caso en que haya una correlación entre los emplazamientos en los que se utilizan terminales S-DMB y las ubicaciones de los receptores T-IMT-2000. En general, se prevé que las zonas en las que transmitan terminales S-DMB estén algo separadas respecto a las de despliegues T-IMT-2000 densos.

Los resultados más desfavorables corresponden al caso en que los terminales S-DMB portátiles transmiten en las proximidades de una célula rural y afectan a la recepción de la BS. En dicho caso, la probabilidad de que la I/N exceda de -10 dB es de alrededor 7% si se permite a los terminales S-DMB transmitir aun cuando haya una cobertura terrenal (es decir, en la célula víctima) y del orden del 1% si las transmisiones S-DMB en la banda del enlace ascendente del SMS se evitan dentro de la célula víctima.

Se identifican otros factores que influyen en la probabilidad de interferencia:

- *Efecto de isla*: los valores del Cuadro 37 corresponden al caso en que la célula víctima rural está aislada y en un entorno en el que los terminales S-DMB pueden transmitir por el enlace al satélite. En el estudio, se supone que la célula rural está geográficamente separada del resto de la cobertura terrenal. En una situación real, dicha célula rural aislada puede representar casos excepcionales. Las células más afectadas son las situadas en el extremo de la cobertura terrenal constituida por una yuxtaposición de células. Las células «del extremo» experimentarán interferencia procedente únicamente de las emisiones S-DMB que se producen en el lado exterior de la cobertura terrenal. Las células rurales situadas en la parte interior de la cobertura terrenal no deben experimentar interferencia, gracias al aislamiento del trayecto terrenal entre el receptor T-IMT-2000 (BS o MS) y la MES interferente, que está situada fuera de la cobertura terrenal. Esto supone que las transmisiones de la MES están prohibidas dentro de la cobertura terrenal.
- *Criterio de protección*: se ha utilizado un criterio genérico de la I/N de -10 dB para calcular las probabilidades de los Cuadros 28 y 29. Como la interferencia la sufrirá un número limitado de células, se podría haber utilizado un criterio de -6 dB (véase la Nota⁽⁶⁾ del Cuadro 2 del Informe UIT-R M.2039).
- *Mezcla de tipos de terminales*: el Cuadro 36 muestra que la probabilidad de interferencia en las macrocélulas rurales varía mucho conforme al tipo de terminal que se considera. Es probable que la población de terminales S-DMB sea una mezcla de las distintas categorías existentes y, por tanto, la probabilidad de interferencia real estará entre los valores extremos obtenidos respectivamente para los terminales de mano y portátiles.

En conclusión, el caso más difícil es el de protección de las células rurales aisladas contra la interferencia de enlace ascendente de los terminales portátiles S-DMB ($\sim 7\%$ de probabilidad de interferencia con una separación de 5 MHz). Con una separación de portadoras de 10 MHz, la probabilidad de interferencia de los terminales S-DMB portátiles en las estaciones de base rurales es del 2,6%. Si el terminal portátil S-DMB no transmite en la banda del SMS dentro de la célula víctima, se evalúa que la probabilidad de interferencia es del 1,04%, lo que es aceptable (dado el criterio del 2%). En otros casos (otros entornos terrenales, otros terminales S-DMB), la probabilidad de interferencia no es significativa.

3 Interferencia procedente del sistema T-IMT-2000 en los satélites del SMS

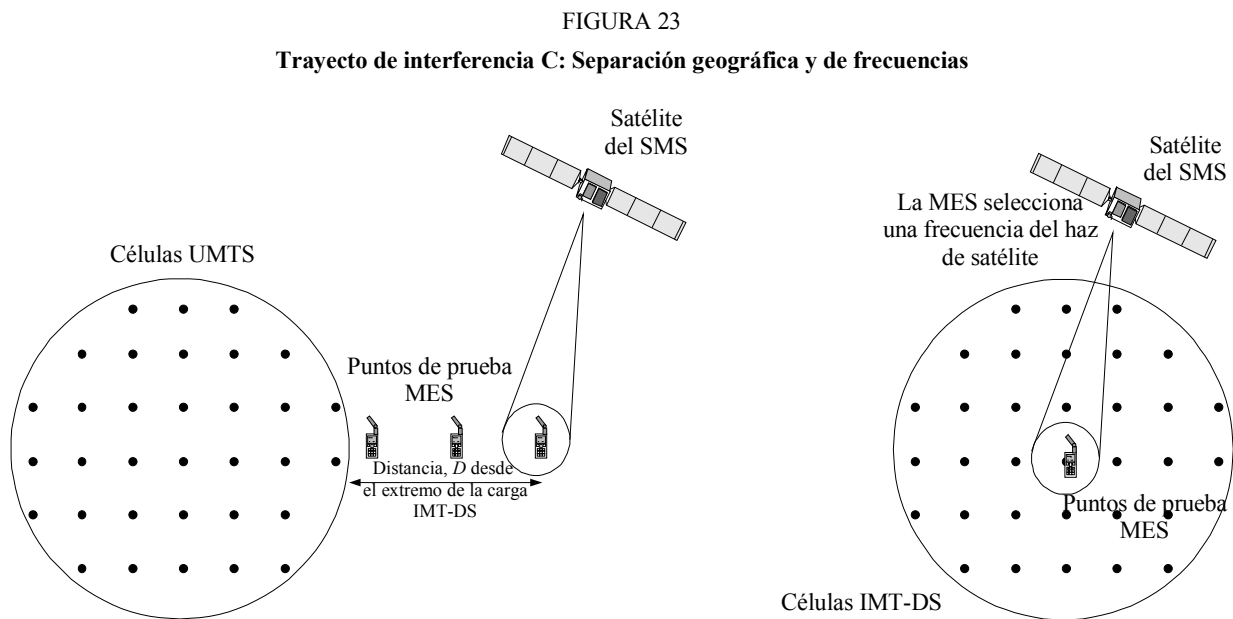
Esta situación se produce alrededor de 2 670 MHz y corresponde al trayecto C.

3.1 SRI-E

3.1.1 SRI-E (método 1)

3.1.1.1 Metodología (SRI-E, trayecto C, escenarios 13 a 16)

Este trayecto de interferencia se produce entre el sistema T-IMT-2000 (el transmisor de la BS o la MS) que interfiere en el enlace ascendente S-IMT-2000, tal como se muestra en la Fig. 23.



Rap 2041-23

Interferencia procedente de las estaciones móviles

Este escenario comprenderá interferencia procedente de un gran número de transmisores T-IMT-2000 en el enlace ascendente del satélite. Como no es factible establecer un modelo de cada uno individualmente, todos los transmisores dentro de una zona definida se representan mediante un único punto de prueba con su potencia de transmisión ajustada en consecuencia. El punto de prueba se sitúa en el centro de la zona que representa.

Para las transmisiones procedentes de los móviles, la potencia total por punto de prueba puede calcularse de la fórmula:

$$P_a = \sum_{environment} \frac{A_t}{A_c} \frac{p}{100} (P_v N_v + P_D N_D)$$

en la que todas las unidades son absolutas, no en dB, y siendo:

P_a : potencia total procedente de todos los transmisores representados por el punto de prueba

$\sum_{environment}$: suma para todos los entornos

A_t : zona total representada por el punto de prueba

A_c : superficie de la célula de este entorno

p : porcentaje de la zona que cubre este entorno

P_v : potencia media de transmisión de los usuarios vocales para este entorno

N_v : número medio de usuarios vocales en la célula para este entorno

P_D : potencia media de transmisión de los usuarios de datos para este entorno

N_D : número medio de usuarios de datos en la célula para este entorno.

En el caso en que la potencia de transmisión de los usuarios vocales y de datos sea la misma en todos los entornos, la fórmula se reduce a:

$$P_a = P N A_t \sum_{environment} \frac{p}{100 A_c}$$

siendo:

P : potencia media de transmisión del usuario

N : número medio de usuarios en la célula

La p.i.r.e. total para una antena omnidireccional con ganancia de 0 dB es entonces:

$$\text{p.i.r.e.} = 10 \log_{10} (P_a)$$

Estos puntos de prueba están entonces distribuidos con una separación en distancia de $\sqrt{A_t}$.

Puede entonces calcularse la interferencia combinada procedente de todos los puntos de prueba en un enlace ascendente de satélite que apunte a una estación terrena móvil separada geográficamente del despliegue T-IMT-2000.

Para el caso de sistemas OSG, los modelos de propagación y los modelos de tráfico son constantes, con lo que la I/N en un haz único es independiente del tiempo. Por tanto, es factible apuntar un haz a una estación situada en el extremo de la zona del despliegue T-IMT-2000 y desplazarlo linealmente en longitud a fin de obtener la I/N para una gama de separaciones geográficas.

Interferencia procedente de las estaciones de base

Se utilizó un enfoque similar para calcular la interferencia combinada procedente de las estaciones de base T-IMT-2000 en los enlaces ascendentes de satélite. No obstante, la p.i.r.e. combinada por punto de prueba tiene que tener en cuenta la validación de las características de la antena entre entornos. Por tanto, en las simulaciones, se estableció un modelo de cada punto de prueba con nueve antenas (tres antenas por entorno, cada una con tres sectores):

Sector 1: 3 antenas para el entorno rural.

Sector 2: 3 antenas para el entorno suburbano-macro.

Sector 3: 3 antenas para el entorno urbano-micro.

La primera antena de cada entorno se apuntó de manera aleatoria y a continuación las otras dos con una separación en azimut del eje de puntería de $\pm 120^\circ$. A lo largo de una gran zona, cabe esperar que los azimut de las BS presenten una distribución casi aleatoria, con lo que no se requiere una puntería específica.

Si la entrada es la potencia total por célula, P_c , la potencia combinada por antena en el punto de prueba es:

$$P_a = \frac{P_c}{3} \frac{A_t}{A_c} \frac{p}{100}$$

siendo:

P_a : potencia total procedente de todas las estaciones de base de un entorno específico en cada antena

P_c : potencia media transmitida por las estaciones de base del entorno especificado

A_t : superficie total representada por el punto de prueba

A_c : superficie de la célula de este entorno

p : porcentaje de la superficie que cubre este entorno.

Al igual que antes, las unidades son absolutas, no en dB, y los puntos de prueba se distribuyen con una distancia de separación de $\sqrt{A_t}$.

Como en el caso anterior, puede entonces calcularse la interferencia combinada procedente de todos los puntos de prueba en un enlace ascendente de satélite que apunte a una estación terrena móvil, separada geográficamente del despliegue T-IMT-2000. Se apuntaba un haz de satélite OSG a una estación situada en el extremo de la zona de despliegue T-IMT-2000 y se calculó la I/N para una gama de separaciones geográficas.

Separación de frecuencias

Para el caso de la separación de frecuencias se utilizaron enfoques similares, excepto en que el haz S-IMT-2000 se apuntaba a una MES de prueba situada en el centro del despliegue T-IMT-2000. Las dos portadoras T-IMT-2000 más próximas en frecuencia se incluyeron en la suma.

3.1.1.2 Análisis cofrecuencia (SRI-E, trayecto C, escenarios 13 a 16)

En la compartición cofrecuencia se consideraba el caso en que los sistemas S-IMT-2000 y T-IMT-2000 funcionasen en la misma frecuencia, de 2,67 GHz, pero estando separados geográficamente.

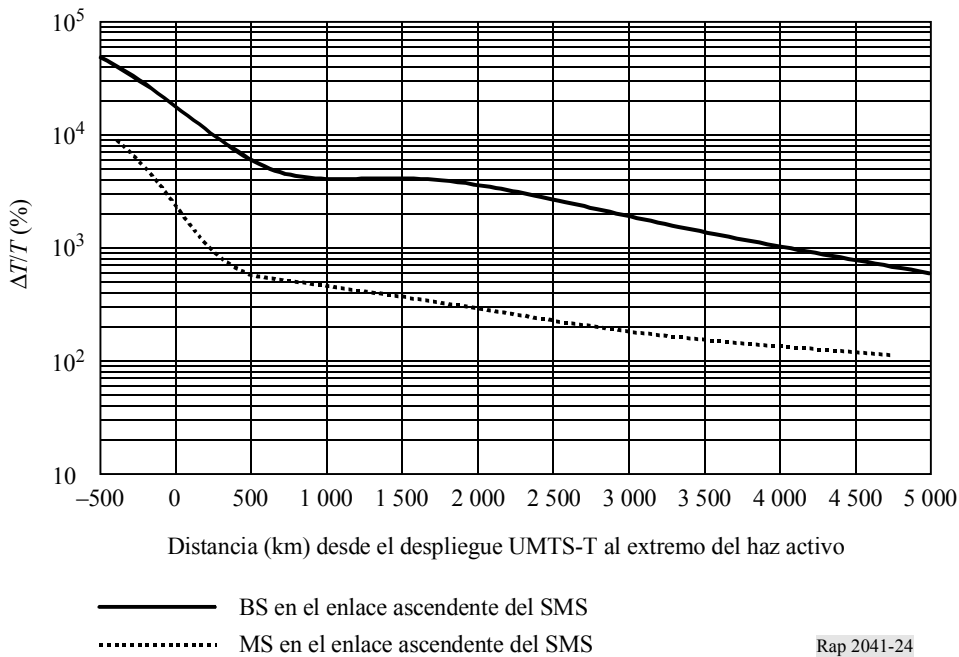
Para el trayecto C, se consideraba la interferencia procedente de un despliegue a gran escala de transmisores T-IMT-2000 (MS o BS) en el enlace ascendente S-IMT-2000. La geometría variaba dependiendo del subtrayecto considerado:

- para el transmisor de MS (enlace ascendente) se consideraba que el caso más desfavorable era el subsatelital;
- para el transmisor de BS (enlace descendente) se consideraba que el caso más desfavorable era cuando la MES está en el horizonte.

Se calculó la interferencia combinada sobre la base del modelo de propagación de la Recomendación UIT-R P.676. La distribución resultante era un gráfico de la $\Delta T/T$ en función de la distancia desde el despliegue T-IMT-2000 al extremo del haz activo, tal como se representa en la Fig. 24.

FIGURA 24

Trayecto C, separación geográfica, $\Delta T/T$ en función de la distancia desde el despliegue T-IMT-2000



3.1.1.3 Análisis de la banda adyacente (SRI-E, trayecto C, escenarios 13 a 16)

En la compartición del mismo emplazamiento se consideraba el caso en que los sistemas S-IMT-2000 y T-IMT-2000 funcionaban en la misma región geográfica pero estaba separada en frecuencias.

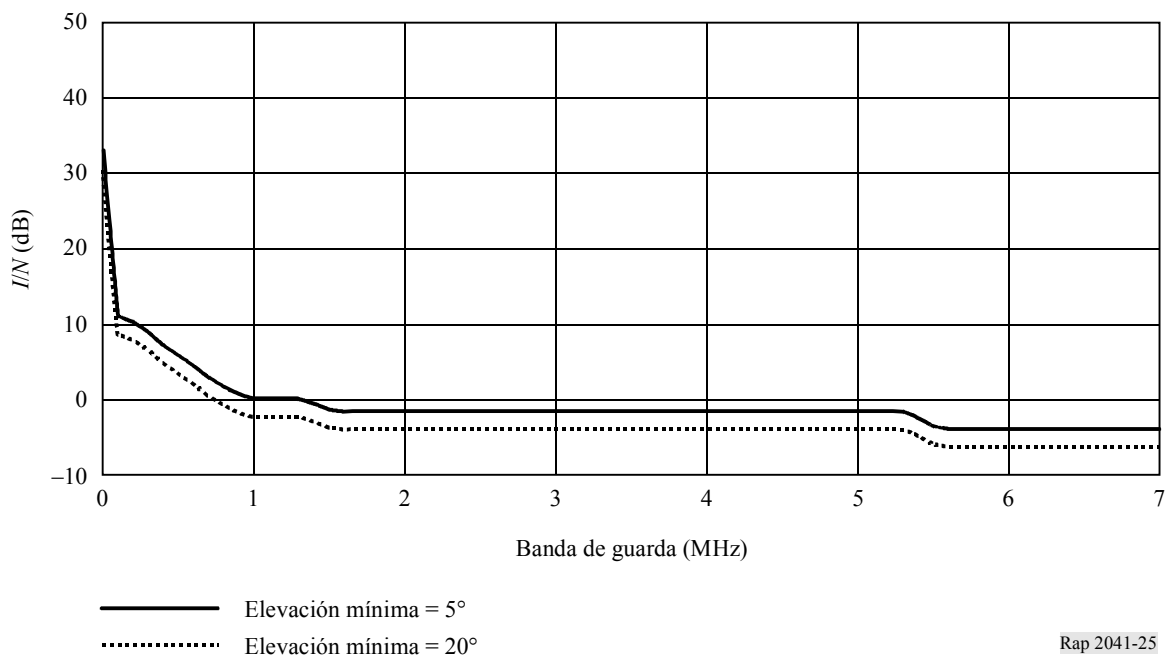
De forma similar al caso cofrecuencia, para el trayecto C la geometría variaba dependiendo de sus trayectos:

- para el transmisor de la MS (enlace ascendente) se consideraba que el caso más desfavorable era el subsatelital;
- para el transmisor de la BS (enlace descendente) se consideraba que el caso más desfavorable era cuando el despliegue BS y la MES están en el horizonte.

Los resultados para el escenario 15 se representan en la Fig. 25. Se muestran dos ejemplos: uno en que la elevación mínima del haz del SMS es de 5° y el otro en el que la elevación mínima del haz del SMS es de 20° .

FIGURA 25

Resultados para el escenario 15 (I/N en función de la banda de guarda)



Rap 2041-25

El criterio de interferencia (correspondiente a una $I/N = -15$ dB) se rebasa con independencia de la banda de guarda. Este escenario se examina con más detalle en el § 5.

3.1.2 SRI-E (método 2)

3.1.2.1 Metodología (SRI-E, trayecto C, escenarios 13 a 16)

La metodología es la misma que la utilizada para el sistema S-DMB y que se describe en el § 3.2.1. En esta metodología se combina la potencia de interferencia que cae en un haz de satélite procedente de todas las células terminales en el campo de visión del satélite. Teniendo en cuenta que una hipótesis clave de la metodología es la de cobertura celular terrenal uniforme en el campo de visión del satélite, pueden simplificarse considerablemente los cálculos examinando únicamente la interferencia procedente de las células terrenales en la apertura del haz de 3 dB del haz puntal del satélite, lo que corresponde a un ángulo de apertura de $1,2^\circ$ con el sistema SRI-E. Este ángulo lo utiliza el SRI-E para definir el radio del haz puntal.

Fuera del haz, se utilizará una ganancia de antena distinta para la BS y otro valor para las pérdidas debidas a los edificios.

3.1.2.2 Resultados sobre compatibilidad en la banda adyacente

En relación con la metodología para evaluar la interferencia causada al segmento espacial del SMS, se calcula la interferencia total en el satélite sumando las contribuciones de cada célula visible terrenal, conforme al método del Informe ECC 65. En los cálculos, el diagrama de radiación vertical de las antenas de la estación de base procede de la Recomendación UIT-R F.1336 con $k = 0,2$, y se utiliza para obtener la atenuación de la antena de la BS en los balances de enlace combinados. La potencia de ruido del satélite es de -169 dBm/Hz y el nivel máximo admitido de las interferencias exteriores es del orden del 3% del nivel de ruido.

El Cuadro 38 da los resultados de la simulación en la banda adyacente:

CUADRO 38

**Densidad de potencia interferente fuera de banda en el receptor del satélite (dBm/Hz)
que se compara con los valores de $-173,55$ dBm/Hz ($\Delta T/T = 50\%$)
y $-185,78$ dBm/Hz ($\Delta T/T = 3\%$)**

Eje de puntería de haz del satélite	Bandas de guarda sin interferencias	Interferencias con una banda de guarda de 1 MHz	Interferencias con una banda de guarda de 2 MHz	Interferencias con una banda de guarda de 6 MHz
10° E; 40° N	-181 (18% de $\Delta T/T$)	-181,9 (14% de $\Delta T/T$)	-183 (11,3% de $\Delta T/T$)	-183 (11,3% de $\Delta T/T$)
10° E; 50° N	-182,2	-183,1	-184,2	-184,2
10° E; 60° N	-183,3	-185,2	-185,3	-185,3

El criterio de la $\Delta T/T$ de 3% se rebasa para cualquier banda de guarda propuesta. Este escenario se examina con más detalle en el § 5 de este Anexo.

3.2 S-DMB

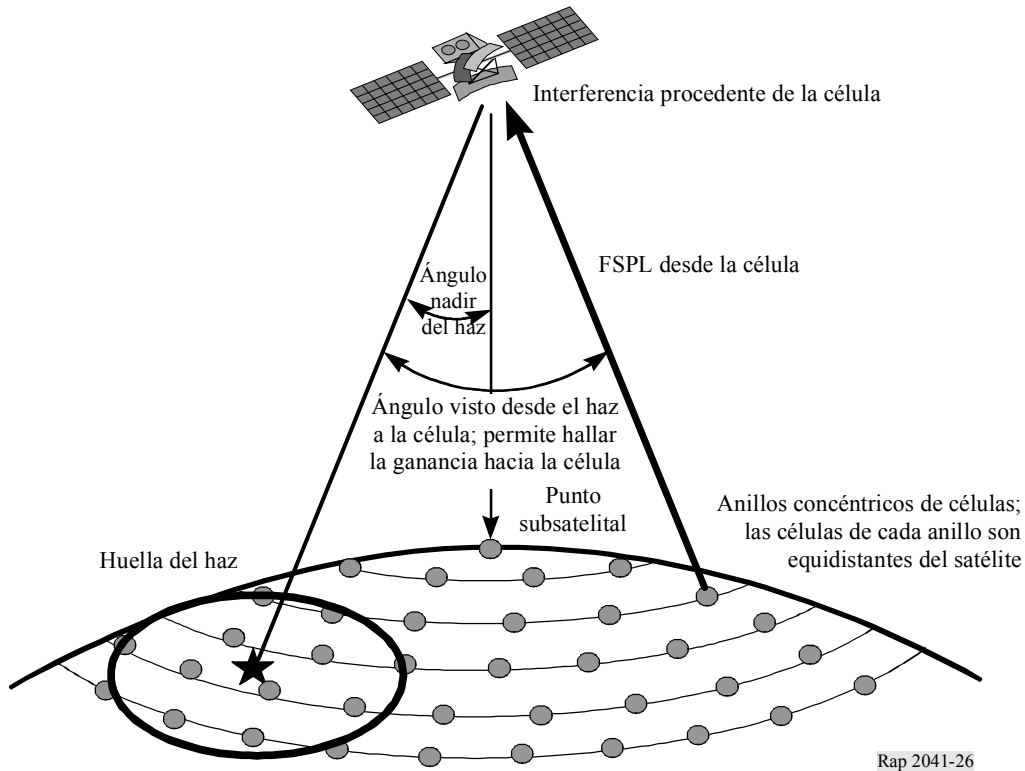
3.2.1 Metodología (S-DMB, trayecto C, escenarios 13 a 16)

Se ha utilizado la metodología descrita en el Informe ERC 65 (§ 3.2.1 y el presente Anexo) para evaluar la interferencia combinada vista por el receptor del satélite, procedente de las redes 3G terrenales visibles desde el satélite.

Esta metodología consiste en la agregación a lo largo de la huella del satélite de los valores de la p.i.r.e. interferente media por célula, procedente de las BS o de todos los UE transmisores del interior de la célula promedio. La determinación de los parámetros de la «célula promedio» se obtiene de las hipótesis de despliegue que figuran en el Anexo 1.

FIGURA 26

Metodología del Informe ERC 65 para evaluar la interferencia en la recepción del satélite



Basándose en la metodología descrita anteriormente y en [7], se calculan la p.i.r.e. media por célula de la MS y la potencia media por célula de la BS para los modos IMT-2000 CDMA TDD e IMT-2000 CDMA con dispersión directa.

A continuación se indican los parámetros medios terrenales 3G resultantes:

	IMT-2000 CDMA con dispersión directa	IMT-2000 CDMA TDD
Radio medio de la célula (km)	1,98	0,2
p.i.r.e. media de la MS por célula (dBm)	20,83	15,86
Potencia media de la BS por célula (dBm)	32,10	13,3

A fin de evaluar el nivel de la emisión acumulada de la BS en el satélite, se supone una ganancia media máxima en la BS de 13 dBi para el modo IMT-2000 CDMA con dispersión directa, y de 5 dBi para el modo IMT-2000 CDMA TDD. La ganancia de la BS hacia el satélite se obtiene a partir del ángulo de elevación del satélite y la ganancia máxima de la BS. El diagrama de ganancia de la BS se ajusta a la Recomendación UIT-R M.1336, suponiendo que $k = 0,2$, y un ángulo de inclinación descendente de $2,5^\circ$.

En primer lugar, se calcula la interferencia de la banda. A continuación se aplica la máscara espectral a la MS y a la BS, según el caso, a fin de determinar las bandas de guarda necesarias. Las máscaras espectrales se obtienen a partir de las especificaciones 3GPP aplicables (véase [1], [2], [3], [4]).

El nivel de interferencia se compara con el ruido térmico en el receptor del satélite. La interferencia es aceptable si representa una fracción del ruido térmico. Si la interferencia es inferior al 50% del nivel del ruido térmico, debe ser aceptable.

3.2.2 Análisis cofrecuencia (S-DMB, trayecto C, escenarios 13 a 16)

El Cuadro 39 indica el cálculo de la densidad de potencia interferente en la banda, en el receptor del satélite.

CUADRO 39

Densidad de potencia interferente en la banda, en el receptor del satélite (dBm/Hz)

Eje de puntería del haz del satélite	Sistema interferente		
	Equipos de usuario IMT-2000 AMDC con dispersión directa	Estaciones de base IMT-2000 AMDC con dispersión directa	IMT-2000 AMDC DDT (UE y BS)
10° E; 40° N	-144,5	-135,8	-178,5
10° E; 50° N	-143,0	-131,5	-176,6
10° E; 60° N	-141,9	-126,4	-174,6

Para el sistema IMT-2000 AMDC con dispersión directa, los valores anteriores están generalmente comprendidos entre 25 y 40 dB por encima del nivel del ruido térmico del satélite, lo que significa que la compartición cofrecuencia no es posible en la misma cobertura. El funcionamiento cofrecuencia en coberturas separadas sería posible si la antena del receptor de satélite ofrece el aislamiento necesario.

Con las hipótesis adoptadas para el sistema IMT-2000 AMDC DDT (despliegue en interiores únicamente) el nivel de la interferencia es del mismo orden de magnitud que el ruido térmico del receptor del satélite. En estas condiciones, la compartición parece difícil de lograr y dependería en gran medida del despliegue IMT-2000 AMDC DDT. La compartición con el sistema IMT-2000 AMDC DDT, cuando se despliega en exteriores, no sería factible.

3.2.3 Análisis en la banda adyacente (S-DMB, trayecto C, escenarios 13 a 16)

Teniendo en cuenta los requisitos aplicables en cuanto a la ACLR para la separación de canales de 5 MHz, el Cuadro 40 muestra el nivel de la interferencia vista desde el satélite. El porcentaje equivalente del ruido térmico del satélite, $N_{ésimo}$, figura entre paréntesis.

CUADRO 40

**Densidad de potencia interferente de canal adyacente
en el receptor del satélite (dBm/Hz)**

Eje de puntería del haz del satélite	Sistema interferente		
	Equipos de usuario IMT-2000 AMDC con dispersión directa	Estaciones de base IMT-2000 AMDC con dispersión directa	IMT-2000 AMDC DDT (UE y BS)
10° E; 40° N	-177,5 (23,4% del $N_{ésimo}$)	-180,8 (11,0% del $N_{ésimo}$)	-218,1 (29,5% del $N_{ésimo}$)
10° E; 50° N	-176,0 (33,5% del $N_{ésimo}$)	-176,5 (29,8% del $N_{ésimo}$)	-215,8 (45,7% del $N_{ésimo}$)
10° E; 60° N	-174,9 (43,1% del $N_{ésimo}$)	-171,4 (95,4% del $N_{ésimo}$)	-214,5 (64,6% del $N_{ésimo}$)

Suponiendo una separación de canales normalizada de 5 MHz, la recepción en el satélite queda adecuadamente protegida contra las emisiones de los terminales móviles IMT-2000 AMDC con dispersión directa. La misma conclusión es aplicable a la interferencia procedente de las estaciones de base IMT-2000 AMDC con dispersión directa, cuando están situadas en latitudes bajas/medias. Debe señalarse que el satélite sufre más interferencia cuando el haz da cobertura a latitudes septentrionales. En una situación real, la interferencia debe ser significativamente menor, pues la densidad de población es inferior en los países septentrionales que en otras áreas de Europa para las que se realizaron las hipótesis de tráfico. No se prevén problemas de compatibilidad de canal adyacente con el sistema IMT-2000 AMDC DDT. Si hubiera un despliegue en exteriores limitado del sistema IMT-2000 AMDC DDT, la compatibilidad de banda adyacente sería sin duda factible, dado el margen disponible muy elevado.

4 Interferencia procedente del sistema T-IMT-2000 en las MES del SMS

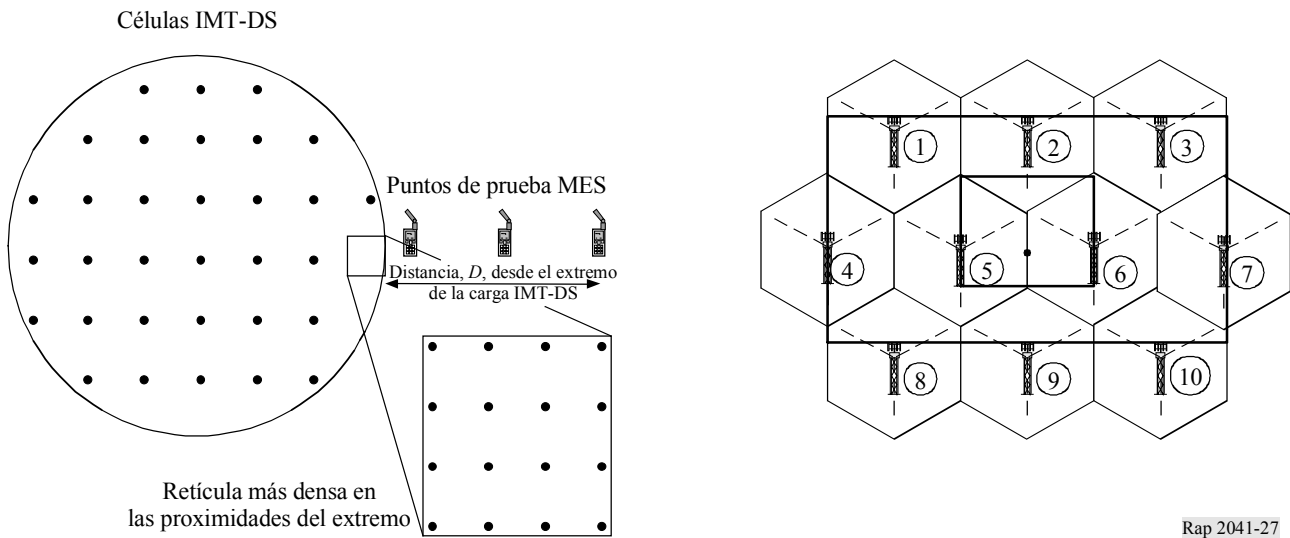
Esta situación se produce en unos 2 520 MHz y corresponde al trayecto D.

4.1 SRI-E

4.1.1 Metodología (SRI-E, trayecto D, escenarios 17 a 20)

Este trayecto de interferencia va de las T-IMT-2000 (el transmisor de las BS o las MS) interfiriendo al enlace descendente IMT-2000, tal como se representa en la Fig. 27.

FIGURA 27

Trayecto D de interferencia: separación geográfica-frecuencia*Interferencia procedente de las estaciones móviles*

En un enfoque similar al del trayecto C de interferencia, se utilizaron puntos de prueba para representar todas las transmisiones interiores a una zona, y se determinó la interferencia combinada en las MES mediante la suma de la interferencia en cada punto de prueba.

Se utilizaron dos retículas -una en las proximidades del extremo del despliegue T-IMT-2000 y la otra más alejada. Se calculó la potencia total en cada punto de prueba utilizando el mismo método que en el trayecto C.

A continuación se calculó la interferencia en un conjunto de MES separadas por una serie de distancias desde el extremo de la zona de despliegue T-IMT-2000. El modelo de propagación utilizado en este caso era el de la Recomendación UIT-R P.452 para zona lisa con, al igual que anteriormente, un porcentaje aparte de tiempo para cada trayecto de interferencia.

El modelo de propagación de la Recomendación UIT-R P.452 se basa en la predicción de las pérdidas del trayecto que cabe esperar rebasar durante un porcentaje de tiempo especificado. Es por tanto necesario definir para cada trayecto de interferencia un porcentaje de tiempo utilizando un generador de números pseudoaleatorios. Por congruencia con los valores utilizados en la Recomendación, todo porcentaje superior al 50% o inferior al 0,001% debe truncarse para situarlo en dicha gama.

En la Recomendación UIT-R R P.452 no hay orientaciones en cuanto a la forma de establecer el modelo de la correlación de los trayectos de propagación a partir de grandes números de transmisores separados geográficamente. El enfoque utilizado consistía en suponer que los entornos de propagación para todos los transmisores en una zona geográfica especificada guardaban una correlación total, pero entre zonas geográficas dispares serían estadísticamente independientes. Así pues, se asignó al trayecto de interferencia desde cada punto de prueba su propio porcentaje aleatorio que a continuación se utilizó en el modelo de la Recomendación UIT-R P.452 para determinar las pérdidas de propagación pertinentes. Se calculó la interferencia total agregando las señales recibidas desde todos estos trayectos.

Se consideraron dos alternativas:

- un porcentaje de tiempo por separado para cada uno de los puntos de prueba en la retículas gruesa y fina (como en la Fig. 27);
- un porcentaje de tiempo por separado para cada uno de los puntos de prueba de la retícula gruesa y el mismo porcentaje de tiempo utilizado por todos los puntos de prueba en la retícula fina.

Este cálculo de interferencia agregada se repitió 100 000 veces para producir una función de distribución acumulada de interferencia agregada recibida en función del porcentaje de tiempo durante el que se rebasaba la interferencia.

Interferencia procedente de las estaciones de base

Al igual que para la estación móvil y para el trayecto de interferencia C, se utilizó un conjunto de puntos de prueba con antenas que representan cada entorno y se calculó como en el caso anterior la potencia transmitida. De forma similar, se utilizaron dos retículas con distintas potencias, entornos y puntos de prueba.

Separación de frecuencias

Al estudiar el funcionamiento con frecuencias separadas pero en la misma ubicación, las MES se situaban dentro de una zona poblada por sistemas T-IMT-2000. Se utilizó un método de Monte Carlo para determinar el porcentaje de emplazamientos durante el que se excedía el criterio de interferencia de la MES. Se analizaron por separado cada uno de los escenarios de exteriores («rural», «vehículo-macro» y «peatonal-micro»).

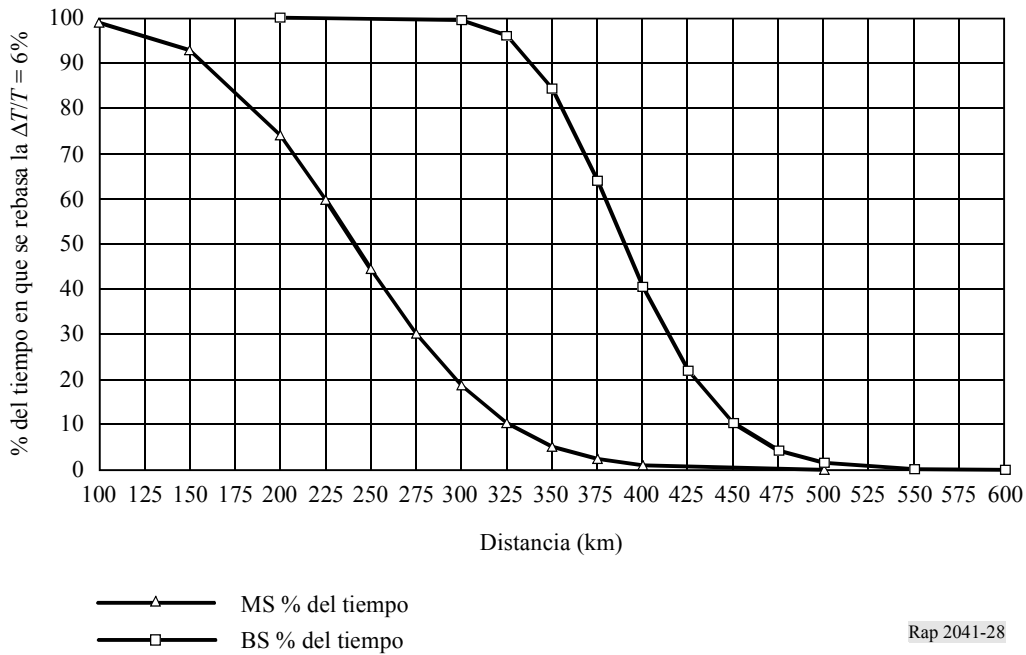
4.1.2 Análisis cofrecuencia (SRI-E, trayecto D, escenarios 17 a 20)

En la compartición cofrecuencia se consideraba el caso en que los sistemas S-IMT-2000 y T-IMT-2000 funcionaban en la misma frecuencia, 2,52 GHz, pero estaban separados geográficamente.

El resultado después de 100 000 muestras era las funciones de distribución acumulada de la $\Delta T/T$ en función del tiempo durante el que se rebasaba dicha $\Delta T/T$. Estas funciones se utilizaron para determinar el tanto por ciento del tiempo durante el que se rebasaba el umbral de la $\Delta T/T = 6\%$ para diversas distancias, como se representa en la Fig. 28.

FIGURA 28

Porcentaje de tiempo durante el que se rebasa la $\Delta T/T = 6\%$ en función de la distancia



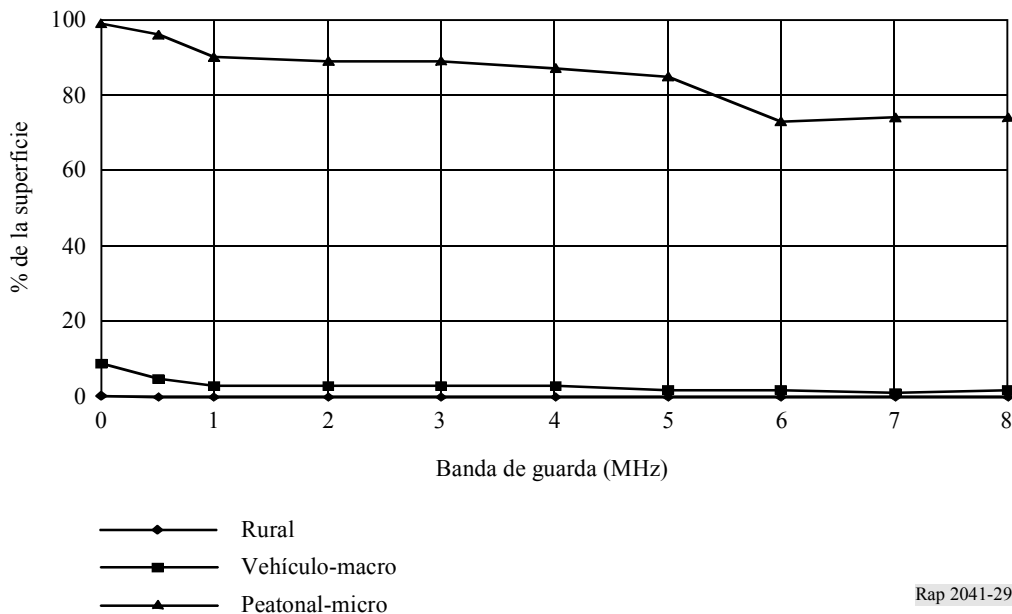
Rap 2041-28

4.1.3 Análisis de la banda adyacente (SRI-E, trayecto D, escenarios 17 a 20)

En la compartición coubicación se consideraba el caso en que los sistemas S-IMT-2000 y T-IMT-2000 funcionaban en la misma región geográfica pero estaban separados en frecuencia. Los niveles de interferencia varían dependiendo del entorno T-IMT-2000 y de ahí que la interferencia recibida por una MES en cada uno de los entornos se considerase por separado. Cada resultado comprende una representación del porcentaje de las ubicaciones MES en las que se rebasa la $\Delta T/T = 3\%$ en la MES para diversos tamaños de la banda de guarda, como se muestra a continuación.

FIGURA 29

Porcentaje de emplazamientos MES en los que se excede el criterio de interferencia de la MS (IMT-2000 AMDC con dispersión directa) en la MES para diversos entornos (escenario 17)

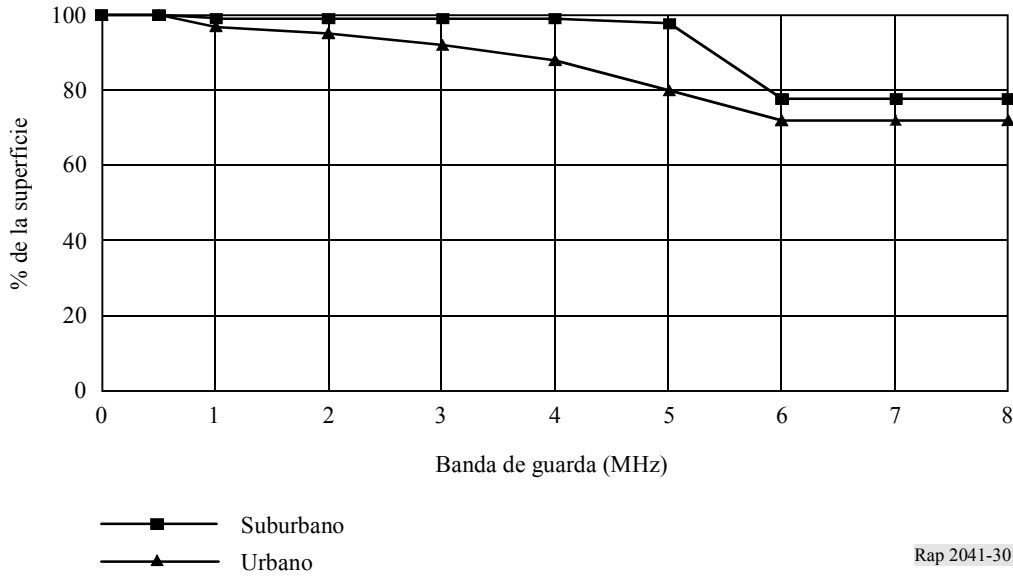


Rap 2041-29

En los entornos rural y de vehículos-macro no es necesaria ninguna banda de guarda. En el entorno peatonal-micro la banda de guarda necesaria excede de 8 MHz.

FIGURA 30

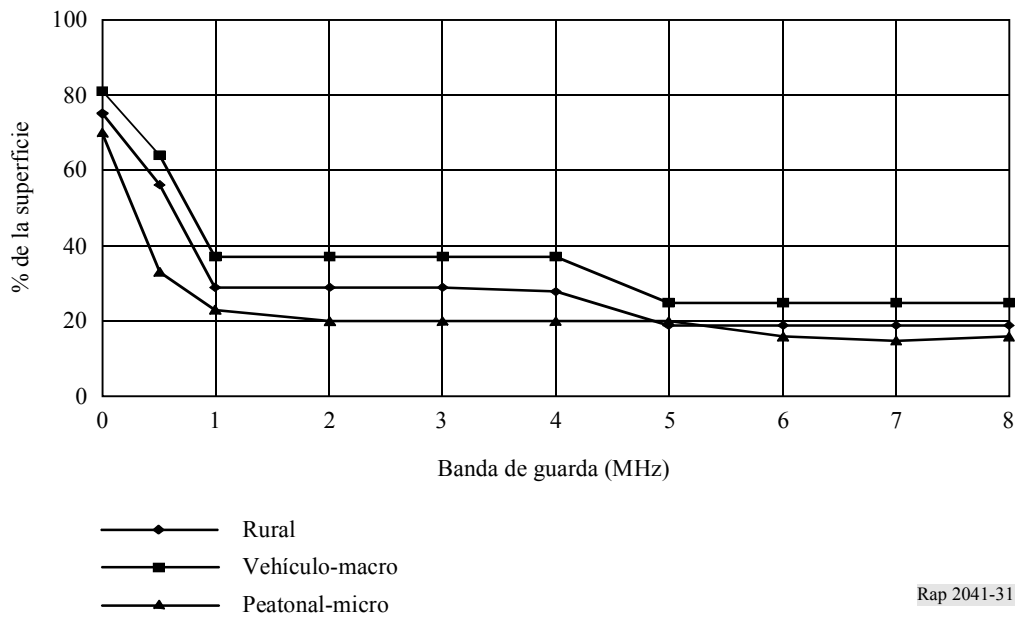
Porcentaje de emplazamientos MES en los que se excede el criterio de interferencia de la MS (IMT-2000 AMDC con DDT) en la MES para diversos entornos (escenario 18)



En ambos entornos se rebasa el criterio de interferencia para las bandas de guarda que exceden de 8 MHz.

FIGURA 31

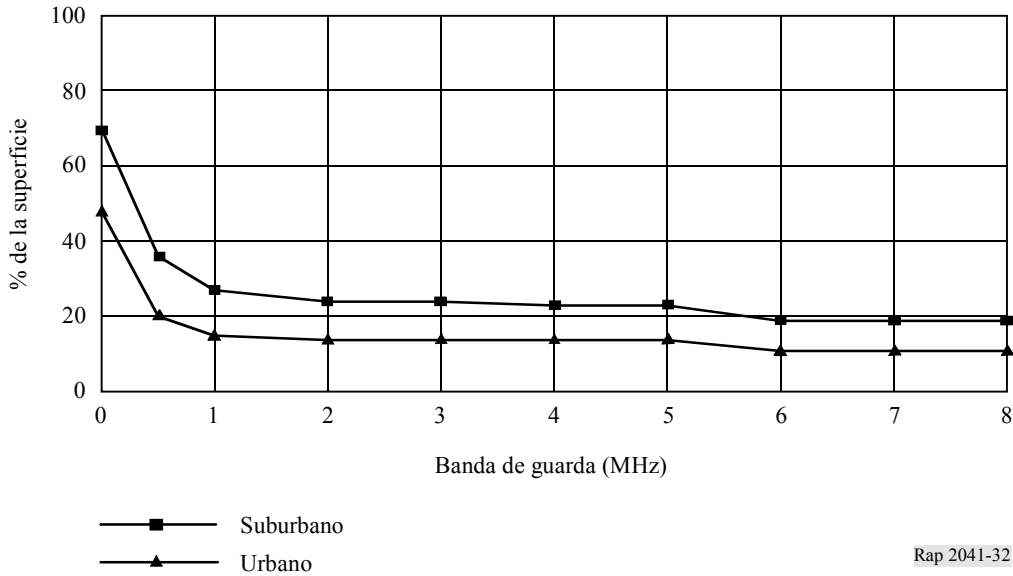
Porcentaje de emplazamientos MES en los que se excede el criterio de interferencia de la BS (IMT-2000 AMDC con dispersión directa) en la MES para diversos entornos (escenario 19)



El criterio de interferencia se cumple en el 20% de emplazamientos con una banda de guarda de 5 MHz en el entorno rural, y de 6 MHz en el entorno peatonal-micro. En el entorno de vehículo-macro, la banda de guarda necesaria excede de 8 MHz.

FIGURA 32

Porcentaje de emplazamientos MES en los que se excede el criterio de interferencia de la BS (IMT-2000 AMDC con DDT) en la MES para diversos entornos (escenario 20)



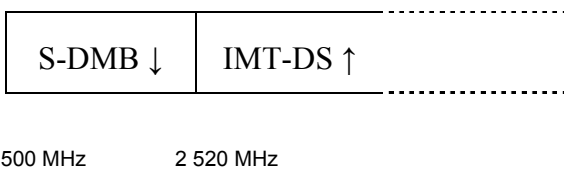
Rap 2041-32

En cada uno de estos cuatro escenarios, se requieren grandes bandas de guarda en entornos particulares. Por tanto, estos escenarios se examinan con más detalle en el § 5 del presente Anexo.

4.2 S-DMB

4.2.1 Escenarios 17 y 21: Interferencia procedente del enlace ascendente del equipo de usuario IMT-2000 AMDC con dispersión directa en los terminales S-DMB

Este caso corresponde a una situación en la que el enlace ascendente IMT-2000 AMDC con dispersión directa funciona en la parte inferior de la banda de 2,5 GHz, adyacente a la atribución de 2 500-2 520 MHz del SMS.



Todos los terminales S-DMB serán terminales de modo doble, es decir, que implementarán las capacidades T-IMT-2000 y S-DMB. Debido a restricciones de filtrado, no es práctico implementar en el mismo terminal los módulos Tx y Rx que funcionan en los bloques adyacentes de 5 MHz. Incluso con una separación de frecuencias mayor (10 ó 15 MHz), la situación no mejoraría significativamente. Además, en la Recomendación UIT-R M.1036 se menciona que la separación de frecuencias entre los bloques de frecuencias del enlace ascendente y del enlace descendente deben ser como mínimo de 20-30 MHz, utilizando tecnologías previsibles de terminal duplexor y de

filtrado. Como los terminales de mano IMT-2000 que implementan las capacidades S-DMB utilizarán la misma etapa de entrada RF para los servicios S-DMB que para el funcionamiento terrenal, es necesaria una separación similar de 20-30 MHz entre el extremo superior de la atribución al enlace descendente del SMS y el extremo inferior de la atribución al enlace ascendente IMT-2000 AMDC con dispersión directa.

4.2.2 Escenarios 18 y 22: Interferencia del enlace descendente del equipo de usuario IMT-2000 AMDC DDT en los terminales S-DMB

En este escenario, han de distinguirse dos casos:

- El terminal S-DMB implementa el enlace ascendente terrenal IMT-2000 AMDC DDT en el bloque de frecuencias adyacente a la banda 2 500-2 520 MHz del SMS. Al igual que en el escenario anterior, las bandas del Tx y Rx serán adyacentes, lo que es extremadamente difícil de implementar. En este caso no puede asegurarse la compatibilidad.
- El terminal S-DMB *no* implementa las capacidades IMT-2000 AMDC DDT en los bloques de frecuencia adyacente superiores a la banda 2 500-2 520 MHz del SMS, aun cuando se identifiquen estos bloques para el sistema IMT-2000 AMDC DDT. En este caso, la separación de frecuencia requerida puede obtenerse a partir de los estudios de coexistencia T-IMT-2000 en un caso similar. No obstante, el caso BS-a-BS analizado en los estudios T-IMT-2000 que es conocido por ser el más problemático, determinará la separación requerida de frecuencias portadoras.

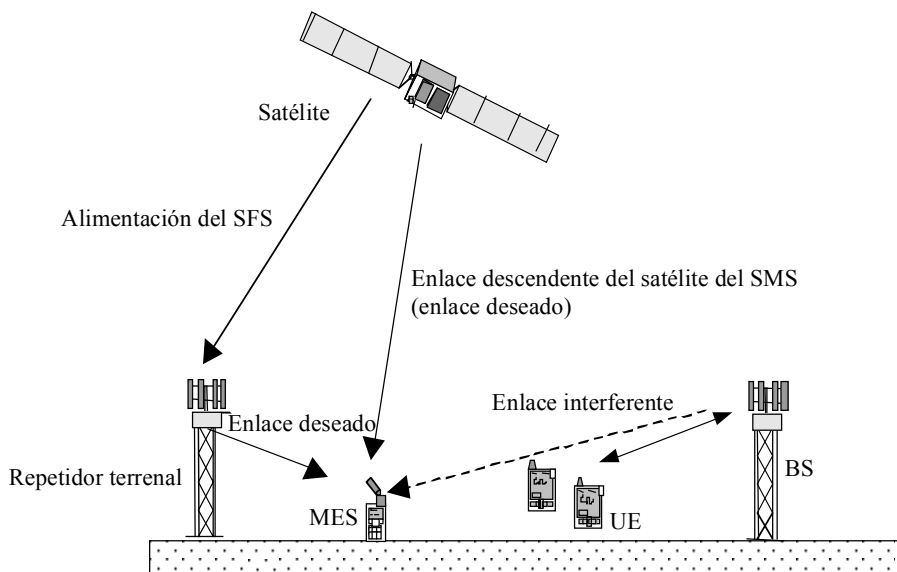
4.2.3 Escenarios 19, 20, 23, 24: Interferencia procedente de la BS T-IMT-2000 en los terminales S-DMB



El terminal S-DMB puede recibir la señal deseada directamente del satélite o de un repetidor terrenal. En este punto se prevén ambos casos y se representan en la Fig. 33:

FIGURA 33

Trayectos de la señal deseada y la señal interfeferente (terminal S-DMB víctima)



Para el enlace deseado se prevén las velocidades binarias siguientes:

CUADRO 41

Velocidades binarias previstas en el enlace descendente S-DMB

Modo de recepción del terminal S-DMB	Velocidad binaria de la señal deseada del Rx
Del satélite	64 kbit/s
	3×384 kbit/s
De los repetidores terrenales	3×384 kbit/s

Se supone que el terminal S-DMB es un terminal de mano.

Este escenario se investigó con una evaluación clásica $C/(N + I)$ basada en los balances de enlace estático. Su objetivo es dar un orden de magnitud de los problemas que pueden presentarse.

El objetivo en cuanto a la $C/(N + I)$ supuesta corresponde a la recepción en exteriores en un entorno peatonal normalizado T-IMT-2000:

$$C/(N + I) @ 64 \text{ kbit/s} = -5,86 \text{ dB}$$

$$C/(N + I) @ 384 \text{ kbit/s} = 3,77 \text{ dB}$$

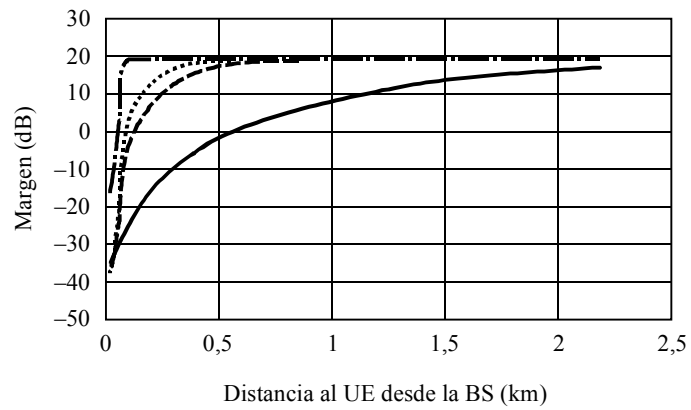
Se utilizó el modelo de propagación modificado Hata-COST 231. Se calculó el efecto de la interferencia en función de la distancia entre el terminal de usuario deseado S-DMB (denominado «UE S-DMB») y una estación de base interferente única.

Escenarios 19 y 20: UE S-DMB en modo de recepción de satélite

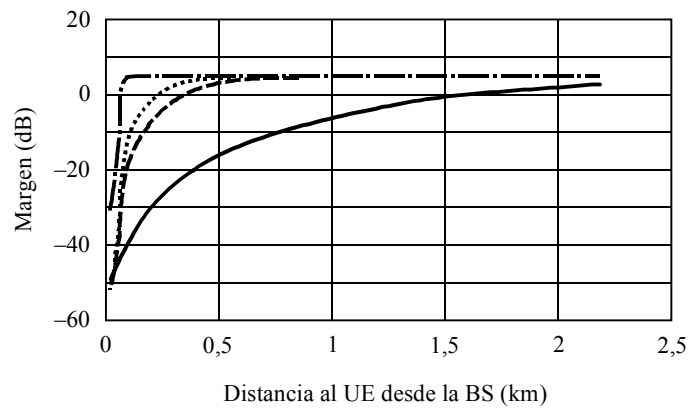
Los diagramas siguientes indican el margen del Rx en dB (en relación con la $C/(N + I)$ objetivo) en la recepción del UE S-DMB para las 2 velocidades binarias de prueba propuestas y diferentes entornos de interferencia. Se supone una separación de portadoras convencional de 5 MHz:

FIGURA 34

Efecto de la interferencia de la BS en el S-DMB



a) Margen del Rx del UE S-DMB (en modo satélite) – 64 kbit/s



b) Margen del Rx del UE S-DMB (en modo satélite) – 3x384 kbit/s

- 43 dBm, $G = 17$ dBi, $h = 30$ m, entorno rural.
- - - 43 dBm, $G = 17$ dBi, $h = 15$ m, entorno suburbano
- 43 dBm, $G = 17$ dBi, $h = 15$ m, entorno urbano
- · - · 33 dBm, $G = 5$ dBi, $h = 5$ m, entorno urbano

El Cuadro 42 da las distancias de separación correspondientes (que corresponden a un margen de 0 dB en las Figs. 34a) y b) para una separación de portadoras de 5 MHz y de 10 MHz:

CUADRO 42

Radio de la interferencia de la BS (m) (víctima: terminal S-DMB)

	Separación de portadoras	5 MHz		10 MHz	
	Velocidad de enlace descendente S-DMB	64 kbit/s	3 × 384 kbit/s	64 kbit/s	3 × 384 kbit/s
BS interferente (potencia, ganancia, altura, entorno)	43 dBm, 17 dBi, 30 m, rural	580	1 650	310	860
	43 dBm, 17 dBi, 15 m, suburbano	130	370	80	190
	43 dBm, 17 dBi, 15 m, urbano	93	240	72	125
	33 dBm, 5 dBi, 5 m, urbano	51	70	42	58

Suponiendo un radio de la célula del repetidor terrenal de 10 km, 2 km, 1 km y 315 m, respectivamente, para los cuatro entornos previstos en el Cuadro 42, la pérdida de cobertura que resulta de la interferencia de la BS es la siguiente:

CUADRO 43

Zona de la interferencia de la BS (porcentaje de la superficie de la célula)

	Separación de portadoras	5 MHz		10 MHz	
	Velocidad de enlace descendente S-DMB	64 kbit/s	3 × 384 kbit/s	64 kbit/s	3 × 384 kbit/s
BS interferente (potencia, ganancia, altura, entorno)	43 dBm, 17 dBi, 30 m, rural	0,34%	2,72%	0,10%	0,74%
	43 dBm, 17 dBi, 15 m, suburbano	0,42%	3,42%	0,16%	0,90%
	43 dBm, 17 dBi, 15 m, urbano	0,86%	5,76%	0,52%	1,56%
	33 dBm, 5 dBi, 5 m, urbano	2,62%	4,94%	1,78%	3,39%

Comentarios sobre los resultados

La recepción de la señal en 64 kbit/s resulta interferida por la emisión de la BS, si la distancia a dicha BS es inferior a 130 m en el entorno suburbano y a 93 m en el entorno urbano-macro. En un entorno rural, la distancia de separación aumenta a unos 600 m. En el entorno urbano micro-célula, la distancia de separación requerida desde la BS interferente es de unos 50 m. Estas distancias muestran que el servicio es posible con cierta degradación cuando el móvil se aproxima a una estación de base que funcione en el bloque de frecuencias de 5 MHz adyacente. Una separación adicional de 5 MHz (separación de 10 MHz) permite reducir ligeramente las distancias de separación. Tal como se mostró en el Cuadro anterior, la pérdida de cobertura es inferior al 3% para la señal de 64 kbit/s, considerándose suficiente la separación de portadoras normalizada de 5 MHz.

La señal de 1 Mbit/s (3×384 kbit/s) sufrirá interferencia a una distancia relativamente grande desde la BS: 1 650 m en el entorno rural-macro, 370 m y 240 m en los entornos suburbano y urbano con macrocélulas, y de 70 m para el entorno urbano y microcélulas. Estas distancias son del orden de magnitud del radio de la célula para los entornos respectivos. Por tanto, la recepción de la señal de 1 Mbit/s directamente del satélite no puede asegurarse adecuadamente en dichos entornos, y serán necesarios repetidores terrenales. En un entorno sin interferencias, el margen de recepción es de unos 5 dB, lo que permite la recepción de la señal de 1 Mbit/s en condiciones de visibilidad directa del satélite o con un enmascaramiento limitado.

Escenarios 23 y 24: UE S-DMB en el modo de recepción de repetidor terrenal

Se ha efectuado la evaluación de la interferencia para el tren de 3×384 kbit/s, al ser ésta la velocidad binaria prevista en un segmento de repetidores terrenales S-DMB totalmente desplegado. Se supone que el repetidor terrenal y la BS interferente funcionan en el mismo entorno (tamaño de célula/condiciones de propagación), y que tienen la misma ganancia de antena y la misma altura de la antena.

Se supone una separación de portadoras normalizada de 5 MHz.

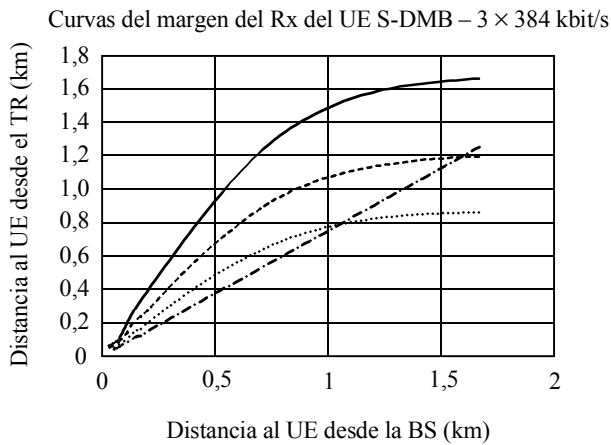
Los valores supuestos para el despliegue de la BS y los TR son:

CUADRO 44

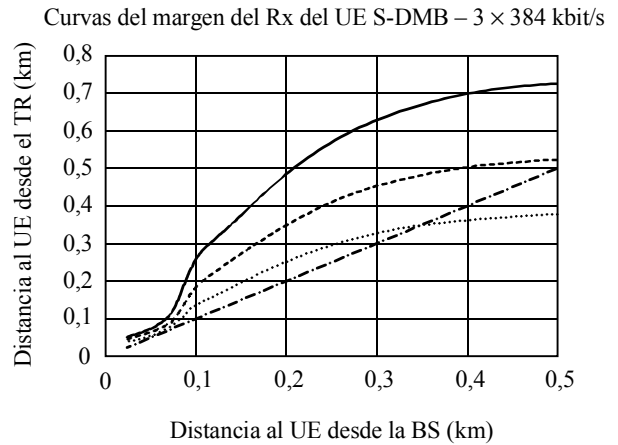
Hipótesis BS/TR

	Suburbano macro	Urbano macro	Urbano micro
Potencia de la BS y del TR (dBm)	43	43	33
Ganancia de las antenas de la BS y del TR (dBi)	17	17	6
Altura de la antena de la BS y del TR (m)	30	15	6

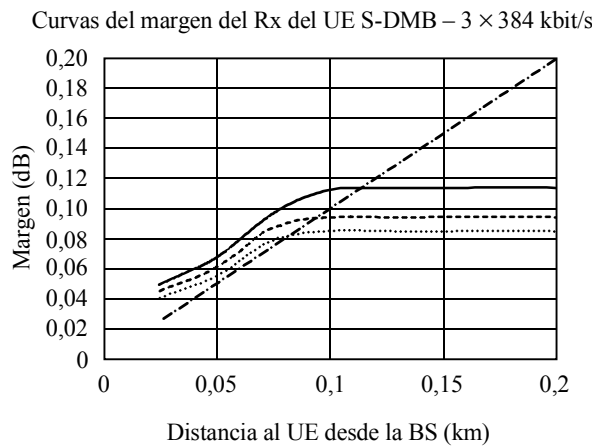
Se ha calculado el margen de la $C/(N + I)$ para varias combinaciones de distancias BS-UE (enlace interferente) y TR-UE (enlace deseado), que han dado las curvas siguientes:



a) Macro suburbano



b) Macro urbano



c) Micro urbano

- 10 dB
- - - 15 dB
- 20 dB
- · - · - Coubicado

Rap 2041-34bis

En los diagramas que muestran el margen de la $C/(N + I)$, la curva «coubicado» indica la ecuación $y = x$ y mediante la intersección con las curvas es posible obtener el margen en el caso de que la BS y el repetidor terrenal estén en la misma ubicación.

Comentarios sobre los resultados

Las curvas muestran la relación entre la distancia al repetidor terrenal y la distancia mínima a la estación de base para un margen de Rx objetivo. Cuando el TR y la BS están coubicados, las curvas muestran que es posible mantener un margen del Rx superior a 15-20 dB (que es adecuado para la penetración en interiores) para distancias a la BS inferiores a 1 km, aproximadamente, en un entorno suburbano, a 0,4 km en un entorno urbano-macro y a 100 m en un entorno urbano-micro, cuando el repetidor terrenal y las estaciones de base están en la misma ubicación.

Estas distancias corresponden aproximadamente a los radios operacionales de las células para estos entornos. Por tanto, el terminal S-DMB que reciba del repetidor terrenal no experimentará interferencia perjudicial procedente de la BS.

Si la BS y el TR no están en la misma ubicación, el margen del Rx decrece rápidamente cuando el terminal S-DMB se acerca a la BS interferente. Haciendo mantener el margen entre 15 y 20 dB, la distancia a la BS tiene que ser del orden de la distancia al repetidor terrenal. Si los emplazamientos de las BS y de los TR son independientes, habrá grandes zonas en que el terminal S-DMB esté más próximo a la BS interferente que al TR. En dichas zonas, no puede mantenerse el margen deseado.

Como conclusión, la coubicación facilita la coexistencia en el canal adyacente para este escenario. La coubicación puede asegurarse con la BS del operador terrenal utilizando el sistema S-DMB. La coubicación con los otros operadores no puede asegurarse en general y cabe esperar que el terminal receptor S-DMB experimente una interferencia perjudicial que pueda reducir su cobertura.

5 Análisis de sensibilidad para la interfaz radioeléctrica de satélite-E (SRI-E)

Se realizó un análisis de sensibilidad para ensayar e identificar los parámetros del sistema que más afectan a los niveles de interferencia. Los resultados se presentan en los puntos siguientes. Se han considerado hipótesis algo más optimistas en los trayectos C y D, a fin de estimar la medida en que puede reducirse la banda de guarda. No obstante, no se ha acordado la idoneidad de los valores supuestos de los parámetros en los resultados de las nuevas simulaciones de análisis de sensibilidad.

5.1 Banda del enlace descendente del SMS

Trayecto A

El análisis básico indicó que la compartición en el canal adyacente en el sentido del enlace descendente del SMS al terminal terrenal sería posible sin utilizar bandas de guarda adicionales. Por tanto, no se realizaron análisis de sensibilidad para sistemas coubicados en el trayecto A.

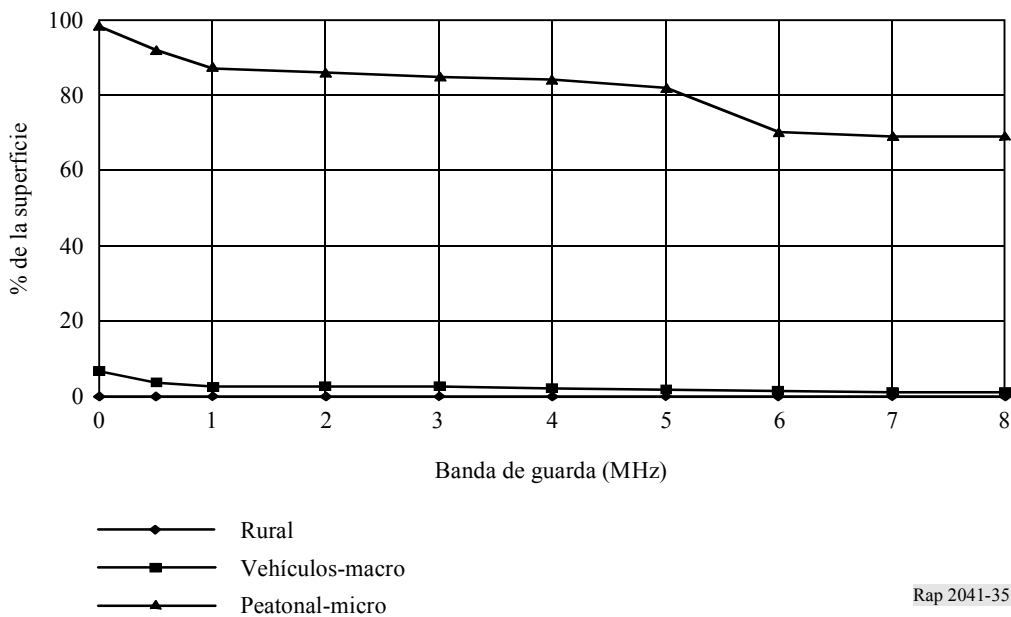
Trayecto D

Los resultados básicos para los escenarios 7 a 19 (§ 4.1.4) mostraron la necesidad de grandes bandas de guarda respecto a las MES que funcionan en ciertos entornos. Para el escenario 17, la banda de guarda necesaria es de 8 MHz en el entorno peatonal-micro, mientras que en los entornos rural y de vehículos-macro, no es necesaria una banda de guarda. Para el escenario 18, la banda de guarda necesaria es de 8 MHz en cada uno de los entornos en los que se prevé la utilización del

sistema IMT-2000 AMDC DDT. Para el escenario 19, se requiere una banda de guarda superior a 5 MHz en todos los entornos. Por último, para el escenario 20, se requiere una banda de guarda de unos 6 MHz en el entorno suburbano, mientras que se precisa una banda de guarda de 0,5 MHz en el entorno urbano. Para todos estos escenarios, se examinan las hipótesis más optimistas que pueden adoptarse respecto a los valores de los parámetros y al efecto de éstas en los resultados.

Las emisiones fuera de banda de la estación de base y del transmisor del UE actuarán sin duda mejor que la máscara que figura en las normas del equipo. Se supone para ello un factor de 3 dB. Además, el sistema terrenal utiliza la polarización lineal, mientras que el sistema de satélite utiliza la polarización circular. Se supone para ello un factor de 3 dB. En total, puede considerarse una mejora de 6 dB, lo que lleva a los resultados siguientes para los escenarios 17 a 19.

FIGURA 35
 Resultados mejorados para el escenario 17 (UE de IMT-2000 AMDC con dispersión directa que interfiere con la MES)

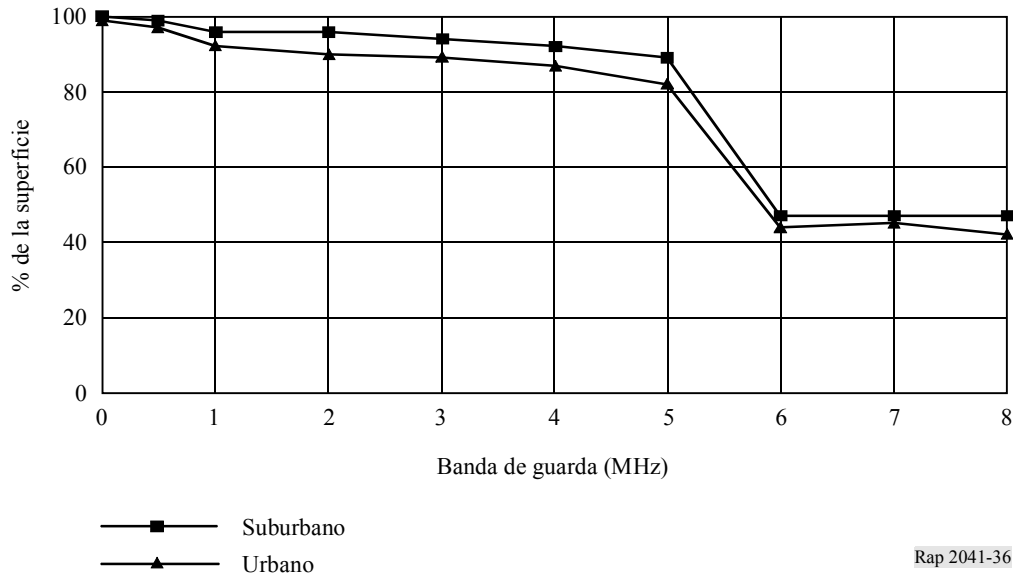


Rap 2041-35

Para los entornos rural y de vehículo-macro, no se necesita una banda de guarda. En el entorno peatonal-micro, se excede el criterio en un margen considerable, incluso con una banda de guarda de 8 MHz.

FIGURA 36

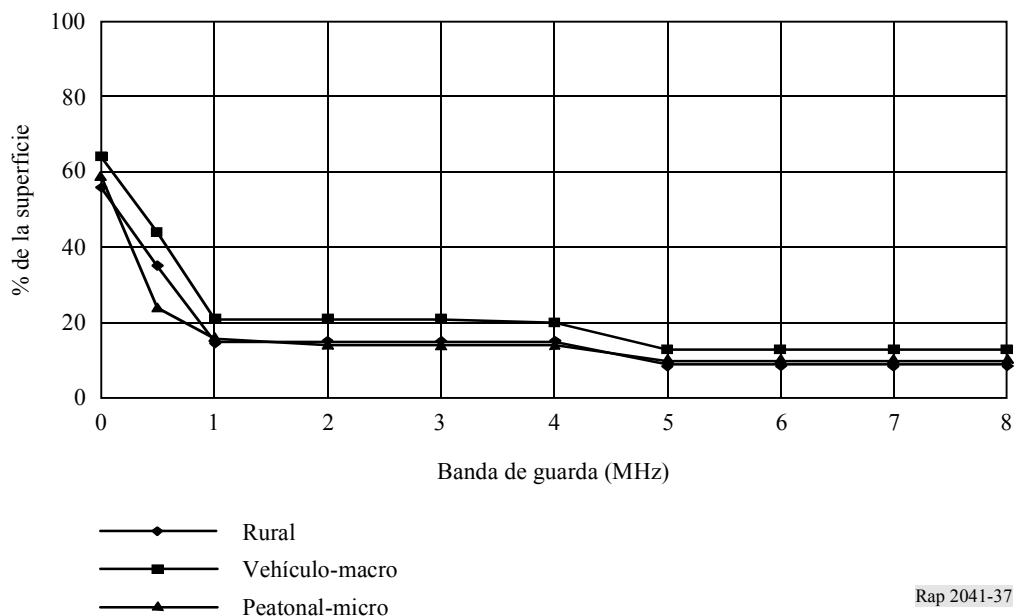
Resultados mejorados para el escenario 18 (UE de IMT-2000 AMDC DDT que interfiere con la MES)



En ambos entornos, la banda de guarda necesaria excede de 8 MHz.

FIGURA 37

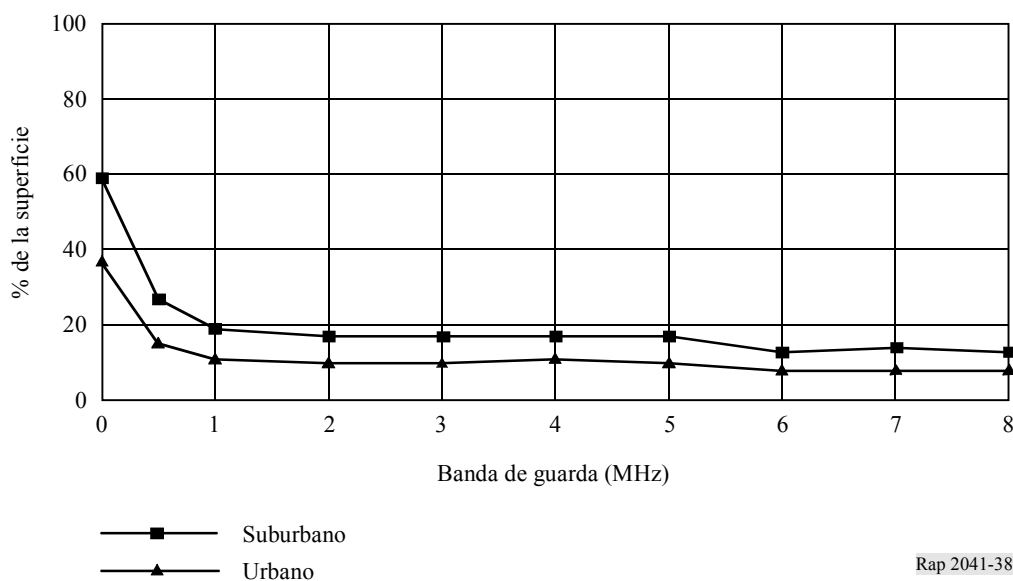
Resultados mejorados para el escenario 19 (BS de IMT-2000 AMDC con dispersión directa que interfiere con la MES)



Para los entornos rural y peatonal-micro, la banda de guarda necesaria es de 0,75 MHz. Para el caso de vehículos-macro, el porcentaje de emplazamientos de la MES en el que se excede el criterio de la $\Delta T/T$ es del 21% aproximadamente, para una banda de guarda comprendida entre 1 y 4 MHz. Si este valor es aceptable (de hecho, excede ligeramente el criterio básico del 20%), la banda de guarda necesaria para este entorno es de 1 MHz.

FIGURA 38

Resultados mejorados para el escenario 20 (BS de IMT-2000 AMDC DDT que interfiere con la MES)



En el caso suburbano, la banda de guarda necesaria es de 1 MHz, aproximadamente, y en el caso urbano, la banda de guarda necesaria es de 0,4 MHz.

5.2 Banda del enlace ascendente del SMS

Trayecto B

El análisis básico indicó que el funcionamiento en banda adyacente en el sentido del enlace ascendente del SMS al terminal terrenal sería posible sin la necesidad de bandas de guarda. Por tanto, no se realizó ningún análisis de sensibilidad para sistemas coubicados en el trayecto B.

Trayecto C

Los resultados del análisis básico para el escenario 15 (interferencia de banda adyacente procedente de las estaciones de base en el satélite del SMS), indicaron que se causaría una interferencia excesiva con una banda de guarda superior a 7 MHz. Dado este resultado, se examinaron los parámetros de entrada para ver si podían adoptarse hipótesis más optimistas.

Al considerar la interferencia combinada procedente de un gran número de fuentes interferentes dispersas en una amplia zona geográfica, pueden considerarse las siguientes variaciones de las hipótesis:

- En el cálculo se supone que cada estación de base transmite en el canal adyacente (y en el segundo canal adyacente) a la banda del satélite en todas las células y con una potencia constante (la «potencia típica de transmisión»). En promedio, la potencia de transmisión puede ser al menos 3 dB inferior a este valor.
- En el cálculo se supone que las emisiones fuera de banda de la estación de base cumplen justamente los límites de la norma en cada punto de la escala de frecuencias. En realidad, hay un cierto margen entre las emisiones reales fuera de banda y la máscara, lo que permite adoptar una tolerancia para los componentes utilizados en la fabricación. Además, los

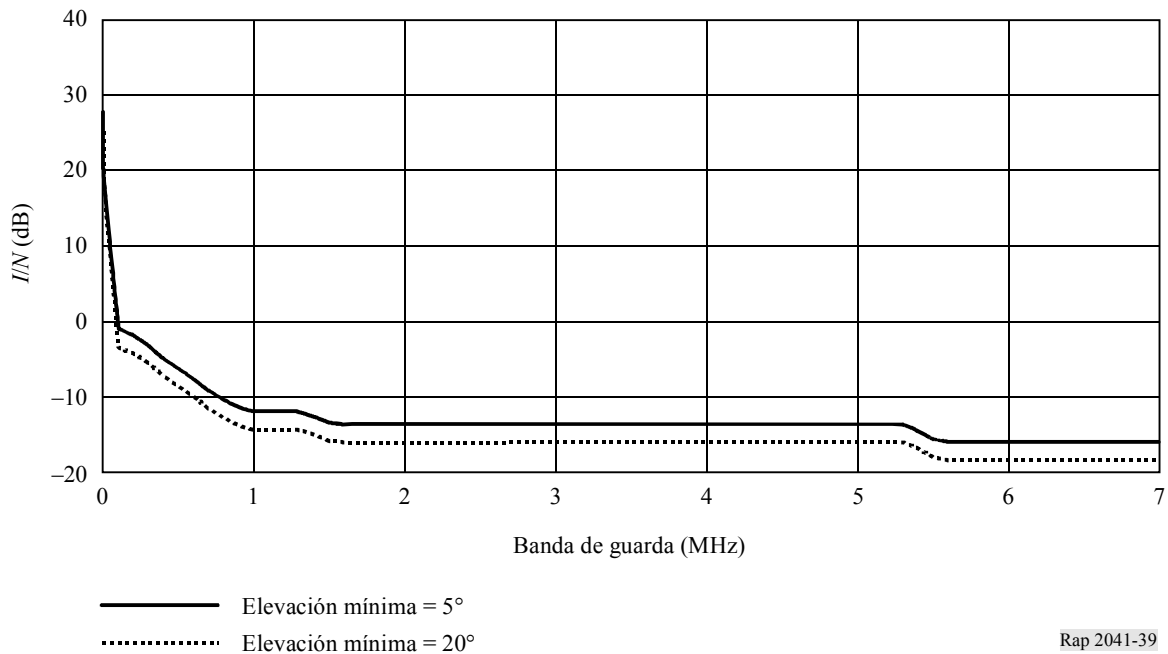
límites se han de cumplir en una gama de condiciones cambiantes y por ello, el equipo actuará mejor en condiciones más típicas. Por último, si las emisiones fuera de banda están próximas a la máscara, suelen producirse en algunos puntos específicos, más que de forma continua a lo largo de la gama de frecuencias definida. En total, puede suponerse un beneficio de unos 5 dB.

- En el cálculo se supone que la antena de la estación de base se ajusta exactamente al diagrama de antena de referencia, mientras que en la práctica cabe esperar que la antena actúe mejor, especialmente para ángulos mayores respecto al eje. Además, los cálculos básicos no incluyen ningún bloqueo por el terreno o los edificios entre las estaciones de base y el satélite. Esto puede ser significativo para ángulos de elevación reducidos. En total, puede suponerse un beneficio de unos 2 dB para todos los ángulos de elevación.
- En el cálculo básico no se incluye ninguna ventaja derivada del aislamiento de polarización (los sistemas terrenales utilizan la polarización lineal y los sistemas del SMS la circular). Ello puede dar un beneficio de 3 dB.

En conjunto, puede suponerse un beneficio de unos 12-13 dB de todos estos factores. En la Fig. 39 se muestran los resultados para el escenario 15 incluyendo un beneficio de 12 dB. Se muestran los resultados para dos valores típicos de elevación mínima hacia el satélite.

FIGURA 39

Resultados mejorados para la SRI-E (escenario 15)



Puede verse que una banda de guarda de 1,5 MHz da lugar a valores de la I/N de -14 dB y de -16 dB. Comparando este resultado con el criterio para la interferencia de la banda adyacente (equivalente a una I/N de -15 dB), parece que esta banda de guarda puede considerarse aceptable.

Comparando los resultados del Informe ECC 65 con estos nuevos resultados básicos, es decir, 12 dB de atenuación suplementaria, el Cuadro 45 muestra los resultados de la simulación de la banda adyacente.

CUADRO 45

**Densidad de potencia interferente fuera de banda en el receptor del satélite (dBm/Hz)
en comparación con el valor $-185,78$ dBm/Hz ($\Delta T/T = 3\%$)**

Eje de puntería del haz del satélite	Interferencias sin banda de guarda	Interferencias con una banda de guarda de 1 MHz	Interferencias con una banda de guarda de 2 MHz
10° E; 40° N	-193 (14% $\Delta T/T$)	-193,9	-194,9
10° E; 50° N	-194,3	-195,1	-196,1
10° E; 60° N	-196,5	-197,3	-198,3

En consecuencia no se requerirá una banda de guarda con dicha metodología.

Por tanto, se ve que cualquiera que sea la metodología, con una banda de guarda de 1,5 MHz se asegura una protección eficaz del receptor del satélite SRI-E.

Referencias Bibliográficas

- [1] 3GPP 25.101 v530: Technical Specification Group Radio Access Networks. UE Radio Transmission and Reception (FDD).
- [2] 3GPP 25.102 v510: Technical Specification Group Radio Access Networks. UE Radio Transmission and Reception (TDD).
- [3] 3GPP 25.104 v530: Technical Specification Group Radio Access Networks. BS Radio Transmission and Reception (FDD).
- [4] 3GPP 25.105 v510: Technical Specification Group Radio Access Networks. BS Radio Transmission and Reception (TDD).
- [5] ERC Report 65: Adjacent band compatibility between UMTS and other services in the 2 GHz band.
- [6] ETSI TC-SES TR 102 058 v004 (Draft): Satellite UMTS - Evaluation of the W-CDMA UTRA FDD as a satellite radio interface.
- [7] 3GPP 25.942 v500: RF Systems scenarios.