

## **Recomendación UIT-R M.2161-0**

**(12/2023)**

Serie M: Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos

**Directrices para ayudar a las administraciones a reducir la interferencia dentro de la banda causada a las estaciones IMT por las estaciones terrenas del servicio fijo por satélite que funcionan en las bandas de frecuencias 24,65-25,25 GHz, 27-27,5 GHz, 42,5-43,5 GHz y 47,2-48,2 GHz**

## Prólogo

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

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

## Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

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

### Series de las Recomendaciones UIT-R

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

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

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

Publicación electrónica  
Ginebra, 2024

© UIT 2024

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

## RECOMENDACIÓN UIT-R M.2161-0

**Directrices para ayudar a las administraciones a reducir la interferencia dentro de la banda causada a las estaciones IMT por las estaciones terrenas del servicio fijo por satélite que funcionan en las bandas de frecuencias 24,65-25,25 GHz, 27-27,5 GHz, 42,5-43,5 GHz y 47,2-48,2 GHz**

(2023)

**Cometido**

El objetivo de esta Recomendación es describir las directrices para ayudar a las administraciones a reducir la interferencia dentro de la banda causada a las estaciones de Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) por las estaciones terrenas del servicio fijo por satélite (SFS). Las bandas de frecuencias 24,65-25,25 GHz en las Regiones 1 y 3 de la UIT, 24,75-25,25 GHz en la Región 2 de la UIT y 27-27,5 GHz en las Regiones 2 y 3 de la UIT que están atribuidas al servicio fijo por satélite (SFS) (Tierra-espacio) a título primario. Las bandas de frecuencias 42,5-43,5 GHz y 47,2-48,2 GHz están atribuidas al servicio fijo por satélite (SFS) (Tierra-espacio) a título primario en las tres Regiones de la UIT. Las bandas de frecuencias 24,65-25,25 GHz, 27-27,5 GHz y 42,5-43,5 GHz están identificadas para su utilización por las administraciones que deseen implementar la componente terrenal de las IMT en las tres Regiones de la UIT. La banda de frecuencias 47,2-48,2 GHz está identificada para su utilización por las administraciones que deseen implementar la componente terrenal de las IMT en la Región 2 de la UIT y en algunos países de las Regiones 1 y 3 de la UIT.

**Palabras clave**

IMT, SFS, estaciones terrenas, interferencia

**Abreviaturas/Glosario**

DFP	Densidad de flujo de potencia
IMT	Telecomunicaciones Móviles Internacionales
SETS	Servicio de exploración de la Tierra por satélite
SFS	Servicio fijo por satélite
SIE	Servicio de investigación espacial

**Resoluciones, Recomendaciones e Informes conexos de la UIT**

Resolución **242 (CMR-19)**

Resolución **243 (CMR-19)**

Resolución **750 (Rev.CMR-19)**

Recomendación UIT-R P.452-16 – Procedimiento de predicción para evaluar la interferencia entre estaciones situadas en la superficie de la Tierra a frecuencias superiores a unos 0,1 GHz

Recomendación UIT-R P.2001 – Modelo de propagación terrenal de amplia gama en la gama de frecuencias de 30 MHz a 50 GHz

Recomendación UIT-R P.2108 – Predicción de las pérdidas debidas a la ocupación del suelo

Recomendación UIT-R S.465 – Diagrama de radiación de referencia de las antenas de estación terrena del servicio fijo por satélite para su utilización en la coordinación y en la evaluación de la interferencia en la gama de frecuencias de 2 a 31 GHz

Recomendación UIT-R S.580 – Diagramas de radiación que han de utilizarse como objetivos de diseño para las antenas de las estaciones terrenas que funcionan con satélites geoestacionarios

Recomendación UIT-R S.1855 – Diagrama de radiación de referencia alternativo para antenas de estación terrena utilizadas con satélites en la órbita de los satélites geoestacionarios para su utilización en la coordinación y/o evaluación de la interferencia en la gama de frecuencias de 2 a 31 GHz

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que las bandas de frecuencias 24,65-25,25 GHz en las Regiones 1 y 3 de la UIT, 24,75-25,25 GHz en la Región 2 de la UIT y 27-27,5 GHz en las Regiones 2 y 3 de la UIT están atribuidas al servicio fijo por satélite (SFS) (Tierra-espacio) a título primario;
- b) que las bandas de frecuencias 42,5-43,5 GHz y 47,2-48,2 GHz están atribuidas al servicio fijo por satélite (SFS) (Tierra-espacio) a título primario en las tres Regiones de la UIT;
- c) que las bandas de frecuencias 24,65-25,25 GHz, 27-27,5 GHz, 42,5-43,5 GHz y 47,2-48,2 GHz están atribuidas al servicio móvil (SM) a título primario en las tres Regiones de la UIT;
- d) que los estudios técnicos realizados en las bandas de frecuencias 24,65-25,25 GHz, 27-27,5 GHz, 42,5-43,5 GHz y 47,2-48,2 GHz entre los sistemas de Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT) y estaciones terrenas del SFS, suponiendo un emplazamiento conocido de la estación terrena del SFS (y/o la estación de base IMT), y determinadas características técnicas y modelos de propagación, muestran que la coexistencia puede lograrse mediante el cálculo de las distancias de separación;
- e) que las administraciones se beneficiarán de directrices para determinar las zonas de coordinación basadas en las distancias de separación, a fin de evaluar y garantizar la coexistencia entre el SFS y las IMT;
- f) que las distancias de separación indicadas en el *considerando d)* pueden variar de un caso a otro, dependiendo de varios factores, incluyendo el diámetro de la antena de la estación terrena y su ganancia en la dirección del trayecto de interferencia, las características del receptor, el ángulo de elevación, el terreno circundante, los mecanismos de propagación de las ondas radioeléctricas, las pérdidas por ecos parásitos, el apantallamiento del emplazamiento, las pérdidas por polarización y las características y diseño del sistema de las IMT,

*reconociendo*

- a) que las bandas 24,65-25,25 GHz en la Región 1 de la UIT y 24,65-24,75 GHz en la Región 3 de la UIT están limitadas a un diámetro de antena mínimo de 4,5 m para el SFS (Tierra-espacio) (véase el número **5.532B** del RR);
- b) que la CMR-19 ha identificado las bandas de frecuencias 24,25-27,5 GHz (en las tres Regiones), 42,5-43,5 GHz (en las tres Regiones) y 47,2-48,2 GHz (en la Región 2 y en algunos países de las Regiones 1 y 3) para su utilización por las administraciones que deseen introducir el componente terrenal de las IMT, y que dicha identificación no excluye su utilización por otras aplicaciones de los servicios a los que está atribuida y no establece prioridad en el ámbito del Reglamento de Radiocomunicaciones (véanse los números **5.532AB**, **5.550B** y **5.553B** del RR);
- c) que en la Resolución **242 (CMR-19)** se ha invitado al UIT-R a elaborar Recomendaciones para ayudar a las administraciones a reducir la interferencia causada por las estaciones terrenas del SFS a las estaciones IMT que funcionan en las bandas de frecuencias 24,65-25,25 GHz y 27-27,5 GHz, y se alienta a las administraciones a garantizar que las disposiciones para la implantación de las IMT permitan la utilización continua de las estaciones terrenas del servicio de exploración de la Tierra por satélite (SETS), del servicio de investigación espacial (SIE), del SFS y su futuro desarrollo;

d) que en la Resolución **243 (CMR-19)** ha invitado al UIT-R a elaborar Informes y Recomendaciones del UIT-R, según proceda, para ayudar a las administraciones a garantizar la coexistencia entre las IMT y el servicio de radiodifusión por satélite (SRS) y el SFS, incluidas las aplicaciones de alta densidad del servicio fijo por satélite (AD-SFS) de conformidad con el número **5.516B**, en las gamas de frecuencias 37-43,5 GHz y 47,2-48,2 GHz, según proceda,

*observando*

a) que la repercusión de las estaciones terrenas de satélite en el despliegue de los sistemas IMT podría minimizarse si se toman medidas de coexistencia o si se instalan pasarelas del SFS lejos de zonas donde podría esperarse una demanda de IMT en las bandas de frecuencias 24,65/24,75-25,25 GHz, 27-27,5 GHz, 42,5-43,5 GHz y 47,2-48,2 GHz;

b) que las directrices proporcionadas en esta Recomendación no son aplicables en el caso de una instalación ubicua de estaciones terrenas del SFS, donde la ubicación de las estaciones terrenas no se conoce en ubicaciones fijas,

*recomienda*

1 que las administraciones consideren la metodología y/o el enfoque descrito en los Anexos como una directriz para determinar zonas geográficas para la coexistencia entre las estaciones base IMT y las estaciones terrenas transmisoras del SFS en las bandas de frecuencias 24,65/24,75-25,25 GHz, 27-27,5 GHz, 42,5-43,5 GHz y 47,2-48,2 GHz;

2 que las administraciones deberán considerar la proximidad entre las estaciones terrenas de pasarela de satélite del SFS y las estaciones base IMT en estas bandas en las que se prevé instalar estaciones base IMT.

## Anexo 1

### **Ejemplo de metodología para permitir la utilización de estaciones terrenas del SFS existentes y planificadas en las bandas de frecuencias 24,65/24,75-25,25 GHz, 27,0-27,5 GHz, 42,5-43,5 GHz y 47,2-48,2 GHz, reduciendo al mismo tiempo su interferencia en las estaciones de base IMT**

#### ÍNDICE

	<i>Página</i>
A1.1 Introducción.....	4
A1.2 Metodología general .....	4
A1.3 Determinación de los parámetros .....	4
A1.4 Cálculo de la interferencia .....	6
A1.5 Nivel de interferencia máximo aceptable para una estación de base IMT .....	7
A1.6 Determinación del contorno de la zona de coordinación.....	7
A1.7 Medidas de mitigación en caso de que la estación terrena del SFS funcione en la zona de coordinación .....	9
A1.8 Ejemplo de zonas de coordinación calculadas.....	10

### A1.1 Introducción

Las estaciones terrenas del SFS que transmiten en las gamas de frecuencias de 24,65/24,75 a 25,25 GHz, 27 a 27,5 GHz, 42,5 a 43,5 GHz y 47,2 a 48,2 GHz (cuando proceda) pueden causar interferencia a los sistemas IMT. Por consiguiente, puede ser necesario establecer zonas de coordinación alrededor de las estaciones de base IMT para minimizar el riesgo de interferencia a los sistemas IMT. El cálculo de estas zonas de coordinación debe ser específico del sitio y estudiando cada caso individualmente.

La zona de coordinación que se determina mediante esta metodología puede ser relativamente grande si se utiliza el análisis del caso más desfavorable. Por consiguiente, dichas zonas deben considerarse zonas de coordinación en las que aún podrían desplegarse estaciones terrenas del SFS/estaciones de base IMT, tras realizar análisis más detallados que superen esta metodología, o de que pueda llegarse a un acuerdo entre los operadores de las IMT y las estaciones terrenas del SFS.

### A1.2 Metodología general

La metodología general para calcular una zona de coordinación se establece en los siguientes pasos:

Paso 1: Determinar los parámetros para la estación de base IMT y la estación terrena del SFS. Esto se hace caso por caso, según los detalles específicos de la estación terrena del SFS, como se indica en el § A1.3.

Paso 2: Calcular la interferencia,  $I$ , (a partir de los parámetros determinados en el Paso 1) para cada píxel en una cuadrícula basándose en un tamaño de píxel de  $20 \times 20$  m a  $50 \times 50$  m (es decir, la interferencia que se ha de determinar para cada píxel de la cuadrícula)<sup>1</sup>. La zona de la cuadrícula para el cálculo debe ser lo suficientemente grande como para abarcar toda la zona de coordinación. La interferencia  $I$  de una estación terrena transmisora del SFS a una estación de base IMT receptora se calculará evaluando la potencia de transmisión y la ganancia de antena de una estación terrena transmisora del SFS hacia una estación de base IMT, como se muestra en el § A1.4.

Paso 3: Se compara la interferencia calculada para cada píxel (en una cuadrícula basada en un tamaño de píxel de  $20 \times 20$  m a  $50 \times 50$  m) con el nivel de interferencia máximo aceptable para una estación de base IMT, como se muestra en el § A1.5.

Paso 4: Determinar y dibujar la zona de coordinación a partir de la comparación del máximo nivel de interferencia aceptable para una estación de base IMT para cada píxel, como se muestra en el § A1.6.

Paso 5: Considerar una gama de mitigaciones en caso de que una estación terrena del SFS/estación de base IMT se sitúe en la zona de coordinación como se muestra en el § A1.7.

### A1.3 Determinación de los parámetros

La interferencia es una combinación de parámetros fijos y variables: ganancia de antena de la estación de base IMT hacia la estación terrena del SFS, pérdidas por propagación y ecos parásitos, apantallamiento del emplazamiento, ganancia de antena de la estación terrena del SFS hacia la estación de base IMT, pérdidas por polarización y pérdidas óhmicas de la antena IMT. Con respecto a la ganancia de antena de estación terrena del SFS hacia la estación de base IMT, es variable para la órbita no geoestacionaria (no OSG) y fija para la órbita geoestacionaria (OSG).

---

<sup>1</sup> Esto se basa en un *software* de simulación que utiliza una base de imagen rasterizada/cuadrícula/píxel en su método de cálculo. Alternativamente, en algunos programas informáticos de simulación, la zona de coordinación puede calcularse en radiales. Aquí es donde para cada acimut alrededor de la estación terrena del SFS, se calcula la distancia correspondiente desde la ubicación de la estación terrena del SFS.

### A1.3.1 Ganancia de antena de estación terrena de satélite hacia la estación de base IMT

Para el cálculo de la interferencia se necesita información sobre el diagrama de antena de estación terrena del SFS. La ganancia resultante hacia la estación de base IMT será una combinación del diagrama de la antena, la elevación y el acimut (es decir, el ángulo compuesto). Esta ganancia de antena de la estación terrena del SFS hacia la estación de base IMT deberá calcularse para cada punto de una cuadrícula basada en un tamaño de cuadrícula de  $20 \times 20$  m a  $50 \times 50$  m (cada píxel de la cuadrícula) al determinar la zona de coordinación.

En algunos casos, el fabricante/operador puede facilitar información precisa sobre el diagrama de la antena de la estación terrena del SFS.

Actualmente, se formulan las Recomendaciones pertinentes para la banda de frecuencias por debajo de 31 GHz:

- Recomendación UIT-R S.465
- Recomendación UIT-R S.1855
- Recomendación UIT-R S.580<sup>2</sup>

Antes de formular el diagrama de radiación de referencia para las bandas de frecuencias 42,5-43,5GHz y 47,2-48,2 GHz, podrían tomarse como referencia las tres Recomendaciones anteriores.

### A1.3.2 Cálculo de las pérdidas de propagación entre la estación terrena del SFS y la estación de base IMT

La señal que se propaga desde la estación terrena del SFS a la estación de base IMT está sujeta a las siguientes atenuaciones/pérdidas de propagación:

- Pérdidas de trayecto en el espacio libre;
- Difracción (es decir, del terreno);
- Pérdidas debidas a ecos parásitos;
- Apantallamiento del emplazamiento (cuando proceda).

Para cada píxel en una cuadrícula basada en un tamaño de píxel de  $20 \times 20$  m a  $50 \times 50$  m (o cada acimut alrededor de la estación de base IMT/estación terrena del SFS y cada distancia desde la estación de base IMT/estación terrena del SFS, en función del *software* de simulación), las pérdidas de propagación deben determinarse utilizando un modelo de propagación adecuado, como el que figura en la Recomendación UIT-R P.452-16 o en la Recomendación UIT-R P.2001, considerando la elevación del terreno en la zona de la cuadrícula para el cálculo de la zona de coordinación.

El modelo de elevación del terreno puede consistir en los datos de perfil del terreno con una resolución de 1 segundo de arco de un modelo digital de superficie (DSM), tal como la Misión Topográfica del Radar del Transbordador Espacial (Shuttle Radar Topography Mission, SRTM); sin embargo, pueden utilizarse modelos de terreno más detallados, incluidos modelos de zonas construidas. Los perfiles del terreno pueden muestrearse con un paso de acimut de un grado alrededor de la estación de base IMT/estación terrena del SFS de interés y una distancia de 25 m. Las pérdidas de la estación terrena del SFS a la estación IMT pueden calcularse alrededor de la estación con un paso de acimut de  $1^\circ$  y un paso de distancia de 100 m.

---

<sup>2</sup> Algunos métodos de cálculo de la Recomendación UIT-R S.580 proceden de la Recomendación UIT-R S.465.

Pueden utilizarse datos de terreno de alta resolución, o una base de datos de superficie más un modelo de zona construida, y/o muestreo de mayor resolución, para reflejar con mayor precisión las zonas edificadas.

NOTA – Las pérdidas de propagación constan de varios elementos. La Recomendación UIT-R P.452 es el modelo de propagación adecuado para trayectos terrenales, y la información sobre el terreno debe considerarse cuando se disponga de un DSM como de la misión SRTM. Los modelos de la Recomendación UIT-R P.452 están diseñados para calcular las pérdidas de propagación no rebasadas durante porcentajes de tiempo en la gama 0,001 y 50% y, por consiguiente, deben utilizarse como corresponde. También podría considerarse la Recomendación UIT-R P.2001, ya que predice la pérdida básica de transmisión debida a las mejoras y desvanecimientos de la señal en la gama de 0% a 100% de un año medio. Emplazamientos en los que hay un obstáculo de apantallamiento específico cerca de cada estación y se conocen la altura y la distancia al obstáculo. Puede utilizarse el § 4.5 de la Recomendación UIT-R P.452 para tener en cuenta las pérdidas por ecos parásitos. Cuando se necesita información específica sobre la distribución estadística de las pérdidas debidas a los ecos parásitos, debe utilizarse el método del § 3.2 de la Recomendación UIT-R P.2108 para calcular las pérdidas adicionales debidas a los ecos parásitos en entornos urbanos y suburbanos. Cabe señalar que el modelo no es aplicable a estaciones situadas en zonas abiertas.

### **A1.3.3 Pérdidas por polarización**

La pérdida de polarización será específica a la estación terrena del SFS y de su polarización, por lo que deberá estudiarse caso por caso. Cuando no se disponga de información específica, las pérdidas que podrían considerarse son:

- 3 dB para polarización circular a lineal (o viceversa);
- 1.5 dB para la misma polarización;
- 0 dB para el análisis del caso más desfavorable.

### **A1.3.4 Apantallamiento del emplazamiento**

Algunas estaciones terrenas de pasarela del SFS pueden tener apantallamientos naturales o artificiales cuando la estación terrena del SFS está situada detrás de un edificio o hay una estructura (por ejemplo, una pared) que apantalla las antenas de las ubicaciones de los sistemas IMT. Esto deberá considerarse caso por caso y deberá determinarse un valor apropiado de pérdida/atenuación.

### **A1.3.5 Distribución de la ganancia de antena de la estación de base IMT hacia la estación terrena del SFS**

La ganancia de antena de la estación de base IMT se describe en el § 5 de la Recomendación UIT-R M.2101 «Aplicación del diagrama de antena con formación de haz para estaciones de base (BS) y equipos de usuario (UE) de las IMT». También se necesita información sobre la altura de la antena, incluido el apuntamiento mecánico de la antena en elevación y el acimut.

Además, se necesita información sobre la ubicación del EU para determinar la ganancia de antena de la estación de base IMT. A fin de evaluar el caso más desfavorable, el EU debe estar situado en el mismo sentido de la estación de base IMT a la estación terrena del SFS y en el borde de una célula. También podrían considerarse otros escenarios, por ejemplo, la elección arbitraria de ubicaciones del EU en una zona de célula y la utilización de un modelo de la distribución de ubicaciones de UE en acimut y distancia desde una estación de base IMT.

## **A1.4 Cálculo de la interferencia**

Para determinar si una estación terrena del SFS existente o planificada puede causar interferencia a una estación de base IMT, se propone utilizar una metodología para calcular si se rebasan los criterios de interferencia de la estación de base IMT. Debe calcularse una distancia de separación o una zona de coordinación alrededor de la estación de base IMT/estación terrena del SFS, y si la estación terrena del SFS/estación de base IMT se encuentra dentro de dicha distancia de separación o zona de

coordinación, es necesario evaluar posibles medidas de mitigación adicionales. Se trata, pues, de un enfoque de dos pasos.

Como primer paso, debe calcularse el nivel de interferencia procedente del SFS utilizando la siguiente ecuación:

$$I_{IMT} = PIRE_{SFS}(\theta_{SFS}) - Pérdidas + G_{IMT}(\theta_{IMT}) - PP \quad (\text{dB}) \quad (1)$$

donde:

- $I_{IMT}$ : nivel de interferencia en la estación de base IMT
- $PIRE_{SFS}(\theta_{SFS})$ : densidad de *p.i.r.e.* fuera del eje de la estación terrena transmisora del SFS en dirección de la estación de base IMT receptora en dBW/Hz
- $Pérdidas$ : pérdidas de propagación en dB (incluidas las pérdidas debidas al terreno, a los ecos y al apantallamiento del terreno)
- $G_{IMT}(\theta_{IMT})$ : ganancia de la antena receptora de la estación de base IMT en dirección de la estación terrena transmisora del SFS en dBi
- $PP$ : pérdidas de polarización en dB (relacionadas con la orientación del haz IMT con respecto a la antena de estación terrena del SFS (por ejemplo, circular a lineal o vertical a horizontal).

### A1.5 Nivel de interferencia máximo aceptable para una estación de base IMT

Sobre la base de  $I/N = -6$  dB, el nivel máximo de interferencia puede evaluarse como sigue:

Para la banda de frecuencias de 26 GHz:

$$\begin{aligned} \text{Nivel máximo de interferencia} &= \text{Ruido de fondo del receptor IMT} - 6 \text{ dB} \\ &= \text{Ruido térmico} + \text{Factor de ruido} - 6 \text{ dB} \\ &= -204 \text{ dB(W/Hz)} + 10 \text{ dB} - 6 \text{ dB} \\ &= -200 \text{ dB(W/Hz)} \end{aligned}$$

NOTA 1 – Se basa en una temperatura de ruido de 290 K y un factor de ruido de 10 dB (a partir de los parámetros de las IMT para la banda de frecuencias de 26 GHz).

El máximo nivel de interferencia aceptable para una estación de base IMT es de  $-200$  dB(W/Hz).

Para las bandas de frecuencias de 42 GHz y 47 GHz:

$$\begin{aligned} \text{Nivel máximo de interferencia} &= \text{Ruido de fondo del receptor de la estación de base IMT} - 6 \text{ dB} \\ &= \text{Ruido térmico} + \text{factor de ruido} - 6 \text{ dB} \\ &= -204 \text{ dB(W/Hz)} + 12 \text{ dB} - 6 \text{ dB} \\ &= -198 \text{ dB(W/Hz)}. \end{aligned}$$

NOTA 2 – Se basa en una temperatura de ruido de 290 K y un factor de ruido de 12 dB (a partir de los parámetros de las IMT para las bandas de frecuencias de 42 GHz y 47 GHz).

El máximo nivel de interferencia aceptable para una estación de base IMT es de  $-198$  dB(W/Hz).

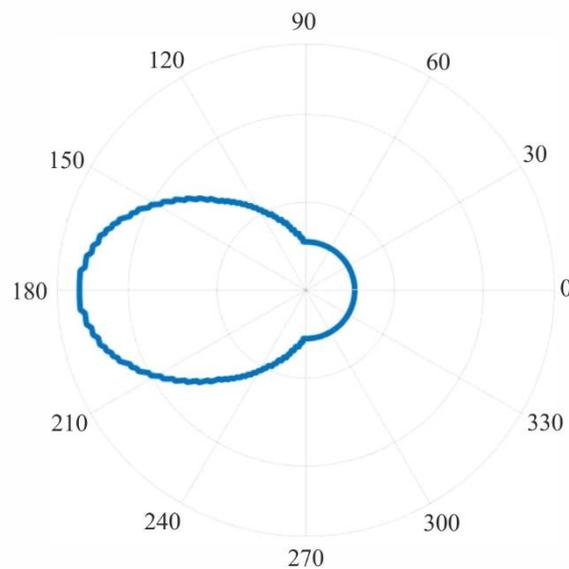
### A1.6 Determinación del contorno de la zona de coordinación

El cálculo de todas las zonas de coordinación debe realizarse caso por caso y en función del emplazamiento, ya que el tamaño y la forma de la zona de coordinación pueden variar considerablemente en función del emplazamiento de la estación de base IMT.

El cálculo de la interferencia para cada píxel en una cuadrícula basada en un tamaño de píxel de  $20 \times 20$  m a  $50 \times 50$  m se compara con el nivel de interferencia máximo aceptable para una estación de base IMT a fin de determinar el riesgo de interferencia en cada píxel. A continuación, se utiliza para determinar el tamaño y la forma de la zona de coordinación. Alternativamente, dependiendo del programa informático de simulación utilizado, la zona de coordinación podría calcularse en radiales. Aquí es donde se calcula cada acimut alrededor de la estación de base IMT/estación terrena del SFS, cada una de las distancias desde la ubicación de la estación de base IMT/estación terrena del SFS.

En la Fig. 1 se muestra un ejemplo de zona de coordinación alrededor de una estación de base IMT.

FIGURA 1  
Ejemplo de zona de coordinación alrededor de una estación de base IMT



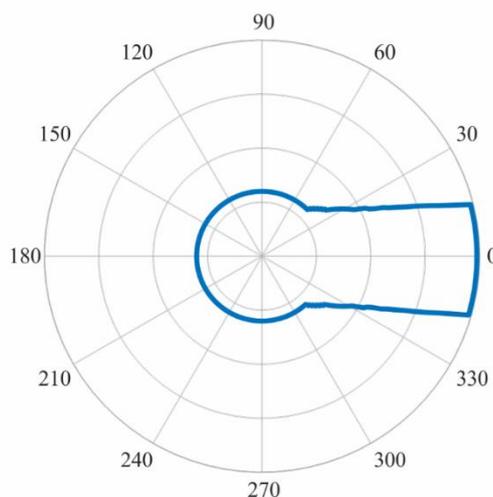
M.2161-01

Este contorno se basa en el caso más desfavorable. Se supone que el equipo de usuario IMT siempre está en la misma dirección de la estación de base IMT a la estación terrena del SFS y en el borde de una célula. El lóbulo principal de la estación terrena del SFS apunta horizontalmente a la estación de base IMT.

La Fig. 2 muestra un ejemplo de zona de coordinación alrededor de una estación terrena del SFS.

FIGURA 2

Ejemplo de zona de coordinación alrededor de una estación terrena del SFS



M.2161-02

Este contorno se basa en el caso más desfavorable. Se supone que el eje de apuntamiento de la EB IMT apunta a un EU en el borde de una célula y que el lóbulo principal de la estación terrena del SFS tiene un ángulo de elevación de 15°. Asimismo, se supone que el lóbulo principal de la estación terrena del SFS, el lóbulo principal de la EB IMT y el EU están en el mismo plano vertical.

#### A1.7 Medidas de mitigación en caso de que la estación terrena del SFS funcione en la zona de coordinación

Si se conoce la ubicación de la estación terrena del SFS y de la estación de base IMT, el cálculo de  $I/N$  determinará si pueden aplicarse técnicas de mitigación adicionales para un caso tan específico. Si uno de los dos emplazamientos no se conoce de antemano, puede calcularse una zona de coordinación utilizando la ecuación anterior (y generando puntos de la cuadrícula), que pueden mostrar la zona en la que se rebasarían los criterios de  $I/N$ .

El cálculo de la zona de coordinación se basará generalmente en las hipótesis del caso más desfavorable. Si una estación terrena del SFS funciona dentro de la zona de coordinación, hay una serie de medidas de mitigación que pueden considerarse para minimizar el riesgo de interferencia.

Las administraciones podrán considerar:

- 1 Realizar análisis técnicos más detallados para determinar el nivel de riesgo de interferencia; y/o,
- 2 Solicitar/pedir que la estación terrena del SFS y los operadores IMT emprendan la coordinación y las discusiones.

Algunas de las mitigaciones técnicas que podrían considerarse incluyen:

- a Utilizar datos más detallados del terreno o información sobre zonas de construcción que puedan proporcionar bloqueos adicionales. También podrían utilizarse diagramas de antena medidos para considerar la viabilidad con más detalle.
- b La presencia de apantallamiento adicional en el emplazamiento de la estación terrena pasarela del SFS.

- c Otras consideraciones sobre el acimut y elevaciones probables del haz principal de la estación de base IMT (por ejemplo, apuntamiento de sector). Cabe señalar que la metodología general descrita en el § A1.2 conduce al caso más desfavorable en el que la estación de base IMT apunta directamente a la estación terrena del SFS con su ganancia máxima para determinar la zona de coordinación.

Es posible que se disponga de otras técnicas de mitigación.

### A1.8 Ejemplo de zonas de coordinación calculadas

#### Ejemplo A (zonas de coordinación de 26 GHz alrededor de la estación de base IMT)

Se calcula un ejemplo de contorno alrededor de una estación de base IMT para mostrar las repercusiones que puede tener la utilización de los datos topográficos como técnica de reducción de la interferencia para ayudar a las administraciones a garantizar la compatibilidad entre una estación terrena transmisora del SFS y una estación de base IMT receptora.

Los parámetros utilizados en este cálculo para la estación terrena del SFS y la estación de base IMT figuran en los Cuadros 1 y 2. Se supuso que la antena de la estación terrena del SFS tenía un diámetro de 5,6 m, un ángulo de elevación de  $15^\circ$  y un ángulo acimutal de  $-70^\circ$  ( $0^\circ$  al norte). Para la estación de base IMT se supuso un sector de antena con un acimut de  $90^\circ$  y un ángulo mecánico de inclinación descendente de  $10^\circ$ . Se supuso la orientación electrónica hacia un terminal de usuario y se generan contornos para tres posiciones diferentes del terminal de usuario (a fin de simular diferentes escenarios de orientación electrónica). Se simuló que el acimut para la orientación electrónica era de  $48^\circ$ ,  $90^\circ$  y  $132^\circ$ . La elevación de la orientación electrónica fue de entre  $-1,7^\circ$  y  $-2,3^\circ$ . La elección de la posición de los terminales de usuario es arbitraria.

CUADRO 1

#### Parámetros de la estación de base IMT

Parámetro	Valor
Configuración del sistema de antenas $N_H \times N_V$	$8 \times 8$
Ganancia máxima del elemento (dBi)	5
Ganancia compuesta máxima de la antena (dBi)	23
Separación de los elementos radiantes H/V	$\lambda/2$
Altura de la antena (sobre el nivel del suelo)	6 (punto de acceso suburbano)
Abertura del haz a 3 dB H/V (grados)	65 para ambos
Ángulo acimutal (grados)	$-90^\circ$
Inclinación mecánica hacia abajo (grados)	10 (punto de acceso suburbano)
Ruido térmico (dB(W/Hz))	-204
Factor de ruido (dB)	10

## CUADRO 2

## Parámetros de estación terrena del SFS

Parámetro	Valor
Frecuencia de transmisión (GHz)	25,0
<b>Estación terrena</b>	
Diámetro de la antena (m)	5,6
Ganancia de cresta de la antena transmisora (dBi)	61,8
Densidad espectral de potencia de transmisión de cresta (cielo despejado) (dB(W/Hz))	-59
Diagrama de ganancia de antena	Rec. UIT-R S.465-6
Altura de la antena (sobre el nivel del suelo) (m)	6
Ángulo de elevación (grados)	15
Ángulo acimutal (grados)	-70

Se utilizó el *software* «Visualyse» para generar los contornos  $I/N$ . Para ello se creó una cuadrícula de 20 m por 20 m alrededor de la estación de base IMT y se situó la estación terrena del SFS en cada uno de esos puntos y se calculó la  $I/N$  para la estación de base IMT. Sobre la base de este cálculo de cuadrícula, se pueden generar contornos para cualquier valor específico de  $I/N$ .

Para calcular las pérdidas de propagación se utilizó la Recomendación UIT-R P.452-16. En particular, el porcentaje de tiempo se fijó en 10%<sup>3</sup>, la tasa media de variación del índice de refracción radioeléctrica hasta el kilómetro más bajo (N unidades por km) se fijó en 53, y la refractividad de la superficie a nivel del mar (N unidades) se fijó en 328. No se supone ninguna pérdida de polarización.

Para las pérdidas por ecos parásitos, se utilizaron los parámetros del § 4.5 de la Recomendación UIT-R P.452-16. En particular, los valores se tomaron del Cuadro 4 de la Recomendación para el caso suburbano. La ocupación del suelo se supuso únicamente en el lado de la estación de base IMT.

La ubicación de la estación terrena y de la estación de base del SFS fue aleatoria, junto con los datos topográficos aplicados (SRTM).

La Fig. 3 muestra en una sola visión general la diferencia entre realizar el análisis sin datos del terreno (contornos rojos) y con datos del terreno (contornos azules).<sup>4</sup> Este gráfico se ha creado exportando los contornos generados de Visualyse en formato kml a otra herramienta (patentada) para poder mostrar claramente el impacto de la aplicación del terreno. La conclusión que puede extraerse de este ejemplo es que la aplicación de datos topográficos mejora las posibilidades de coexistencia entre la estación terrena del SFS y la estación de base IMT, pues habría más zonas en las que podría instalarse la estación terrena del SFS sin rebasar el umbral de  $I/N$  (la zona cubierta por los contornos azules es mucho menor).

Es evidente que cualquier análisis que realice una administración deberá tener en cuenta los parámetros que se aplican localmente, y los resultados en función de cada caso.

Sin embargo, este ejemplo muestra que utilizar los datos del terreno puede ayudar a reducir la interferencia procedente de una estación terrena del SFS. Si se dispone de datos más localizados sobre

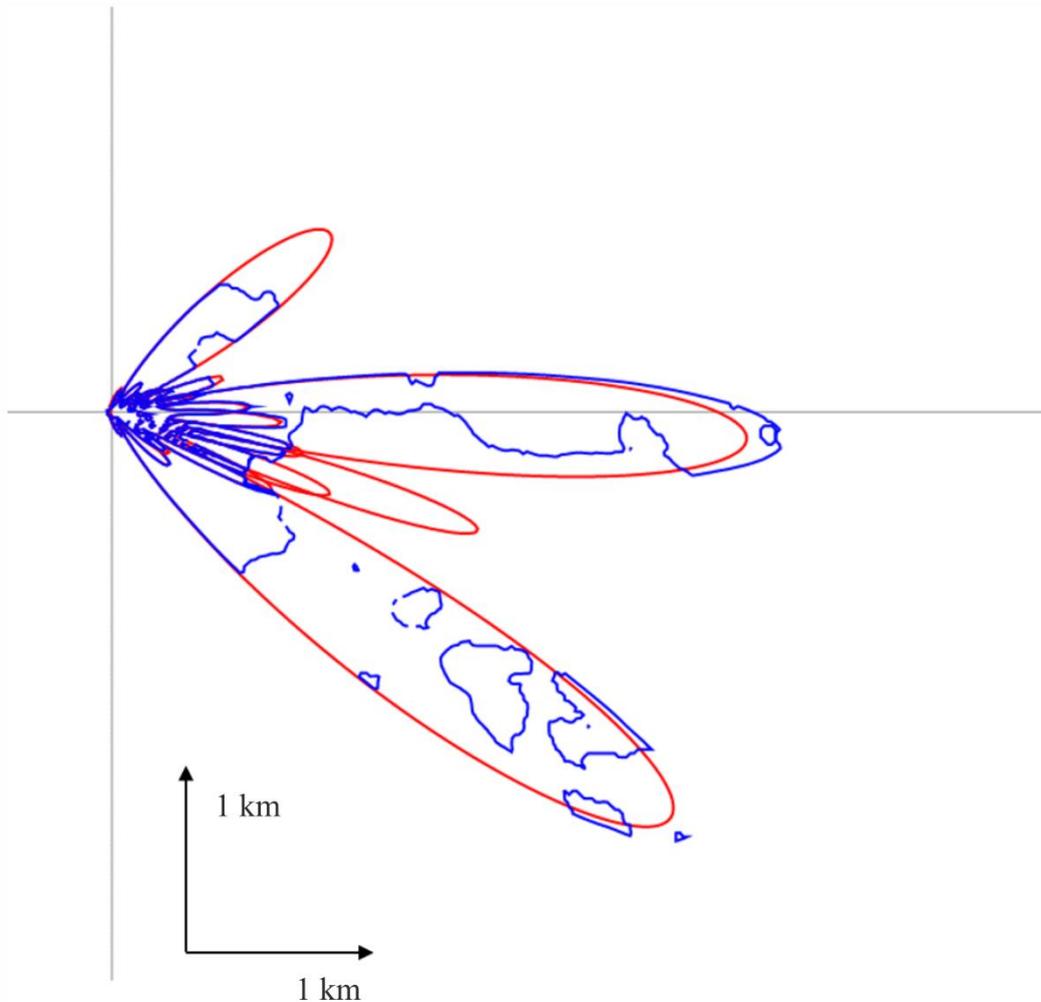
<sup>3</sup> Las administraciones podrían utilizar otros porcentajes aplicables.

<sup>4</sup> Los contornos para cada una de las diferentes posiciones de los terminales de usuario se generaron individualmente. Los contornos de la Fig. 3 son una combinación de los distintos casos de simulación ejecutados.

la ocupación del suelo (tanto en el lado de la estación terrena del SFS como en el lado de la estación de base IMT), el análisis puede perfeccionarse.

FIGURA 3

Los ejemplos de contornos rojos son sin datos del terreno y los contornos azules son con datos del terreno



M.2161-03

### Ejemplo B (zonas de coordinación en 42 GHz alrededor de la estación de base IMT)

Se calcula un ejemplo de contorno alrededor de una estación de base IMT para mostrar la repercusión de los siguientes factores que pueden ayudar a las administraciones a garantizar la compatibilidad entre una estación terrena transmisora del SFS y una estación de base IMT receptora.

- 1) considerando el apuntamiento de la estación terrena del SFS;
- 2) utilizando datos del terreno.

### Parámetros

Los parámetros de la estación de base IMT figuran en el Cuadro 3. Se supuso un sector de antena, con un acimut de  $180^\circ$  ( $0^\circ$  hacia el Este) y un ángulo mecánico de inclinación descendente de  $10^\circ$ .

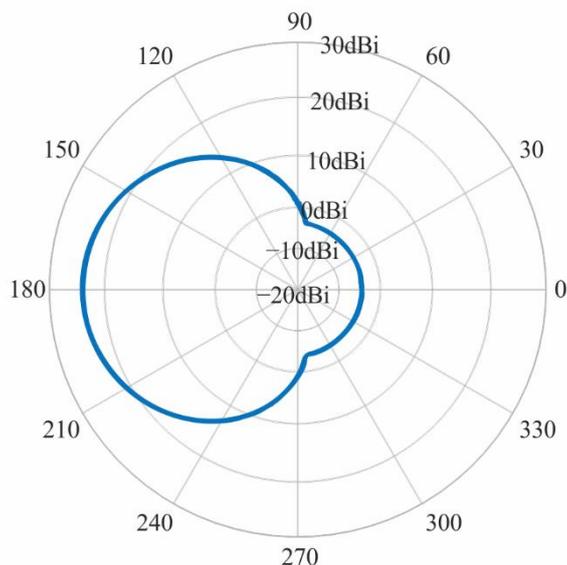
CUADRO 3

**Parámetros de la estación de base IMT**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Configuración del sistema de antenas $N_H \times N_V$	$8 \times 16$
Ganancia máxima del elemento (dBi)	5
Ganancia compuesta máxima de la antena (dBi)	26
Separación de los elementos radiantes H/V	$\lambda/2$
Altura de la antena (sobre el nivel del suelo) (m)	6 (punto de acceso urbano/suburbano)
Abertura del haz a 3 dB H/V (grados)	65 para ambos
Relación H/V anterior-trasera (dB)	30 para ambos
Inclinación mecánica hacia abajo (grados)	10 (punto de acceso urbano/suburbano)
Ruido térmico (dB(W/Hz))	-204
Factor de ruido (dB)	12
Polarización de la antena (grados)	Lineal $\pm 45$
Sectorización	Sector único
Ángulo acimutal (grados)	180

Para simular el caso más desfavorable, se supuso una dirección electrónica hacia un terminal de usuario. Los terminales de usuario se encuentran en la línea que va de la estación de base IMT a la estación terrena del SFS y en el borde de una célula. La elevación de la dirección electrónica fue de  $1^\circ$  a  $7,9^\circ$ . El cálculo eligió el valor de elevación para obtener la mayor ganancia hacia la estación terrena, como se muestra en la Fig. 4. Cuando el direccionamiento electrónico tiene el mismo acimut que el ángulo de la antena física, la ganancia horizontal hacia la estación terrena puede alcanzar el mayor valor de 25,79 dBi.

FIGURA 4  
Máxima ganancia de la estación de base IMT a la estación terrena del SFS



M.2161-04

Los parámetros de la estación terrena del SFS figuran en el Cuadro 4. Se supuso que la antena de la estación terrena del SFS tenía un tamaño de 4,5 m, un ángulo de elevación de 10° y un ángulo fuera del eje hacia la estación de base IMT de 10°/20°/48°.

CUADRO 4  
Parámetros de estación terrena del SFS

Parámetro	Valor
Frecuencia de transmisión (GHz)	42,5
Diámetro de la antena (m)	4,5
Ganancia de cresta de la antena transmisora (dBi)	55
Densidad espectral de potencia de transmisión de cresta (cielo despejado) (dB(W/Hz))	-64,5
Diagrama de ganancia de antena	Rec. UIT-R S.580-6
Altura de la antena (sobre el nivel del suelo) (m)	6
Ángulo de elevación (grados)	10
Ángulo acimutal	Ángulo con respecto al eje hacia la estación de base IMT de 10°/20°/48°

De conformidad con la Recomendación UIT-R S.580-6, la ganancia de antena entre la estación terrena del SFS y la estación de base IMT es de 4 dBi, -3,5 dBi y -10 dBi cuando el ángulo con respecto al eje hacia la estación de base IMT es de 10°/20°/48°. Si el ángulo con respecto al eje es superior a 48°, la ganancia de antena también es de -10 dBi.

Para calcular las pérdidas de propagación se utilizó la Recomendación UIT-R P.452. En particular, el porcentaje de tiempo se fijó en 50%<sup>5</sup>, la tasa media de variación del índice de refracción

<sup>5</sup> Las administraciones podrían utilizar otros porcentajes de tiempo aplicables.

radioeléctrica hasta el kilómetro más bajo (N unidades por km) se fijó en 53, y la refractividad de la superficie a nivel del mar (N unidades) se fijó en 328. Se supuso una pérdida de polarización de 3 dB.

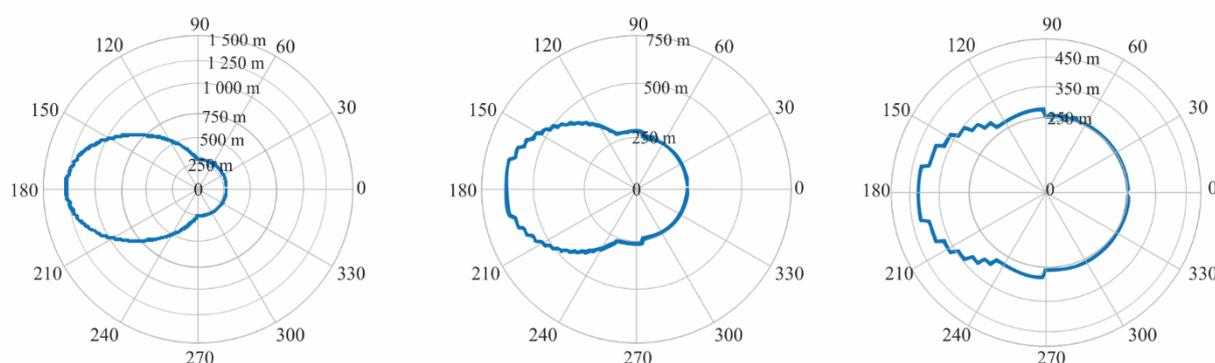
### Resultado A con distribución estadística de las pérdidas debidas a ecos parásitos utilizando la Recomendación UIT-R P.2108-1

Para calcular las pérdidas debidas a ecos parásitos se utilizó la Recomendación UIT-R P.2108-1. El porcentaje de ubicación se fijó en 50%.

En la Fig. 5 se muestra el resultado de la simulación, en la que el desplazamiento del eje de la estación terrena del SFS a la estación de base IMT se fijó a  $10^\circ$  (se refiere al lóbulo principal de la estación terrena del SFS hacia la estación de base IMT), a  $20^\circ$  y  $48^\circ$ .

FIGURA 5

Ejemplo de contornos con pérdidas estadísticas por ocupación del suelo (Rec. UIT-R P.2108-1) (fuera del eje (estación terrena SFS-estación de base IMT) es de  $10^\circ/20^\circ/48^\circ$ )



M.2161-05

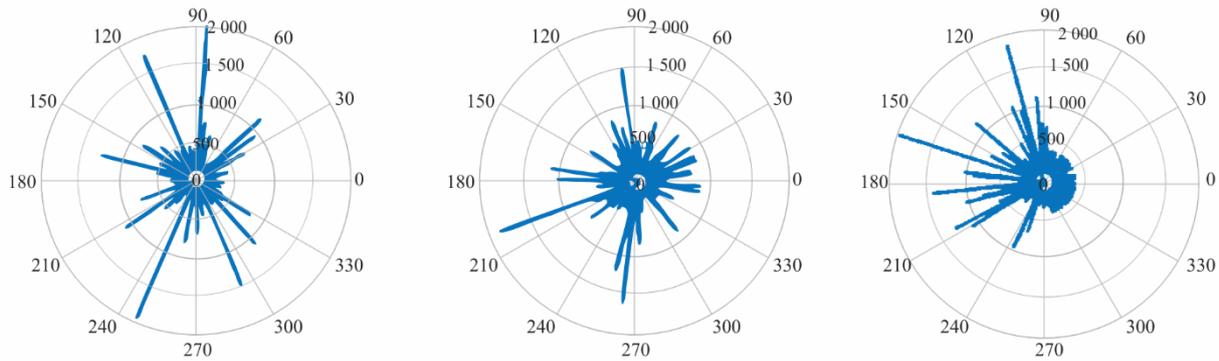
### Resultado B: cálculo de la pérdida debido a ecos parásitos con perfil aleatorio del terreno utilizando la Recomendación UIT-R P.452-16

Para las pérdidas por ecos parásitos, se utilizaron los parámetros del § 4.5 de la Recomendación UIT-R P.452. En particular, el perfil del terreno se muestreó con un paso de acimut de  $1^\circ$  en torno a la estación de base IMT y un paso de distancia de 25 m. Se determinó que la altura del 25% de píxeles (sólo una hipótesis) es mayor que 0, y la altura de cada píxel se determina aleatoriamente de 1 a 30 m (sólo una hipótesis).

En la Fig. 6 se muestra el resultado de la simulación, en la que el desplazamiento fuera del eje de la estación terrena del SFS a la estación de base IMT se fijó en  $10^\circ$  (es decir, el lóbulo principal de la estación terrena del SFS hacia la estación de base IMT), a  $20^\circ$  y  $48^\circ$ .

FIGURA 6

Ejemplo de contornos con perfil de terreno aleatorio (Rec. UIT-R P.452-16)  
(fuera del eje (estación terrena SFS-estación de base IMT) es de  $10^{\circ}/20^{\circ}/48^{\circ}$ )



M.2161-06

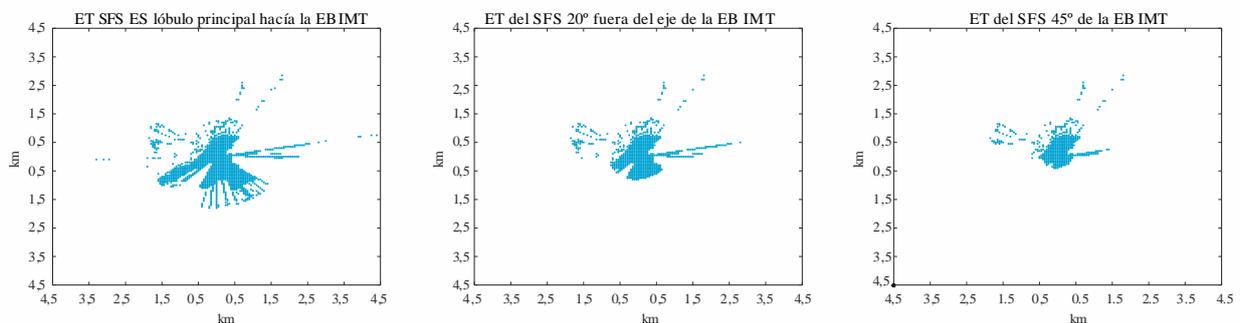
Se ha observado que el apuntamiento de la antena no es el factor más importante cuando se considera el perfil real del terreno.

### Resultado C: Cálculo de la pérdida debida a ecos parásitos en función del perfil del terreno utilizando la Recomendación UIT-R P.452-16

Para las pérdidas debidas a ecos parásitos, se utilizaron los parámetros del § 4.5 de la Recomendación UIT-R P.452. En particular, el perfil del terreno se muestreó con una cuadrícula basada en un tamaño de píxel de  $50 \times 50$  m en el que se consideró la altura de cada píxel. En la Fig. 7 se muestra el resultado de la simulación, en la que el ángulo con respecto al eje de la estación terrena del SFS a la estación base de IMT se fijó en  $10^{\circ}$ ,  $20^{\circ}$  y  $48^{\circ}$ .

FIGURA 7

Ejemplo de contornos con perfil del terreno (Rec. UIT-R P.452-16)  
(ángulo fuera del eje (estación terrena SFS-estación de base IMT) es de  $10^{\circ}/20^{\circ}/48^{\circ}$ )



M.2161-07

Se calcula un ejemplo de zona de coordinación alrededor de una estación terrena del SFS para demostrar que la repercusión de los siguientes factores puede ayudar a las administraciones a garantizar la compatibilidad entre una estación terrena transmisora del SFS y una estación de base IMT receptora:

- 1) considerando el apuntamiento de la estación terrena del SFS;

### Parámetros

Los parámetros de la estación de base IMT de este ejemplo son los mismos que los del ejemplo B. Se supone que la dirección electrónica de las EB IMT es el mismo acimut que el ángulo de la antena

física, y que el EU está situado en la misma dirección de la EB IMT a la estación terrena del SFS y en el borde de una célula. Se supone siempre que la ganancia de la EB hacia la ET es de 25,79 dBi.

Los parámetros de la estación terrena del SFS figuran en el Cuadro 5. Se supuso que la antena de la estación terrena del SFS tenía un tamaño de 5,6 m, con un ángulo de elevación de 15°.

CUADRO 5

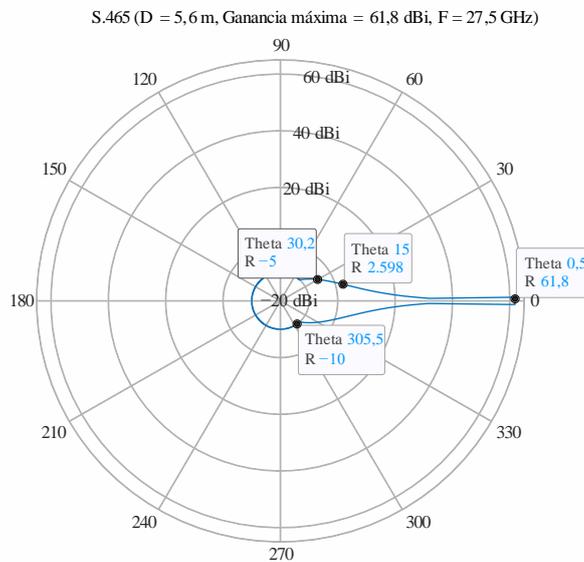
Parámetros de estación terrena del SFS

Parámetro	Valor
Frecuencia de transmisión (GHz)	27,5
Diámetro de la antena (m)	5,6
Ganancia de cresta de la antena transmisora (dBi)	61,8
Densidad espectral de potencia de cresta de transmisión (dB(W/Hz))	-59
Diagrama de ganancia de antena	Rec. UIT-R S.465-6
Altura de la antena (sobre el nivel del suelo) (m)	6
Ángulo de elevación (grados)	15

Según la Recomendación UIT-R S.465-6, la ganancia de antena entre la estación terrena del SFS y la estación de base IMT es de 2,6 dBi, -5 dBi y -10 dBi cuando el ángulo con respecto al eje hacia la estación de base IMT es de 15°/30°/48°, como se muestra en la Fig. 8. Si el ángulo con respecto al eje es superior a 48°, la ganancia de antena también es de -10 dBi. El ángulo de 15° respecto al eje de la estación terrena respecto de la estación de base IMT es la hipótesis de caso más desfavorable, ya que el ángulo de elevación de la estación terrena es de 15°.

FIGURA 8

Diagrama de ganancia de antena de estación terrena del SFS



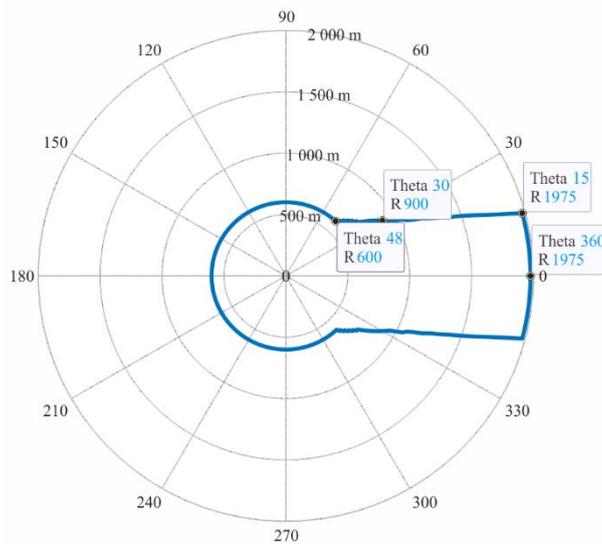
Para calcular las pérdidas de propagación se utilizó la Recomendación UIT-R P.452. En particular, el porcentaje de tiempo se fijó en 50%<sup>6</sup>, la tasa media de variación del índice de refracción radioeléctrica hasta el kilómetro más bajo (N unidades por km) se fijó en 53, y la refractividad de la superficie a nivel del mar (N unidades) se fijó en 328. Se supuso una pérdida de polarización de 3 dB.

### Resultado con distribución estadística de las pérdidas por ocupación del suelo utilizando la Recomendación UIT-R P.2108-1

Para calcular las pérdidas por ocupación del suelo se utilizó la Recomendación UIT-R P.2108-1. El porcentaje de ubicación se fijó en 50%.

La Fig. 9 muestra el resultado de la simulación.

FIGURA 9  
Ejemplo de contornos alrededor de la estación terrena del SFS con pérdidas estadísticas debidas a ecos parásitos (Rec. UIT-R P.2108-1)



M.2161-09

<sup>6</sup> Las administraciones podrían utilizar otros porcentajes de tiempo aplicables.

## Anexo 2

### **Ejemplo de método para permitir la utilización de estaciones terrenas del SFS en las bandas de frecuencias 24,65/24,75-25,25 GHz, 27,0-27,5 GHz, 42,5-43,5 GHz y 47,2-48,2 GHz reduciendo al mismo tiempo su interferencia a las estaciones de base IMT**

#### **A2.1 Introducción**

Este Anexo proporciona un enfoque pertinente para facilitar la compartición entre estaciones terrenas transmisoras del SFS con licencia individual y la implantación de sistemas IMT.

El enfoque incluye consideraciones de ubicación en la autorización de las estaciones terrenas del SFS y las operaciones de las IMT, y ulteriormente análisis técnicos basados en la hipótesis de que las estaciones IMT y las estaciones terrenas del SFS pueden compartir la banda de frecuencias en la misma zona geográfica, siempre que la población agregada dentro de los contornos de coordinación alrededor de las estaciones terrenas del SFS no rebase el límite establecido. Para aplicar este método es necesario calcular el contorno de coordinación, así como establecer el número admisible de población agregada que puede haber dentro de los contornos de coordinación.

#### **A2.2 Consideraciones de despliegue**

Las consideraciones de zona geográfica pueden fomentar la flexibilidad para ofrecer una variedad de servicios, acelerar el despliegue y tener en cuenta la posible utilización de las IMT en estas bandas. Equilibrar las autorizaciones nacionales en zonas amplias puede lograr un equilibrio entre proveedores grandes y pequeños de IMT y simplificar la coordinación de frecuencias, al tiempo que se incentiva la inversión en nuevas tecnologías y su rápida implantación. Del mismo modo, las estaciones terrenas transmisoras en las bandas de frecuencias en cuestión pueden causar interferencia a las estaciones IMT si no hay suficiente separación, por lo que la consideración de limitar la autorización a estaciones terrenas con licencia individual o de zona puede establecer un umbral inicial predecible en el que puede efectuarse una mayor coordinación. Se dispone de varias herramientas reglamentarias para implementar la coordinación a fin de garantizar el funcionamiento cofrecuencia compatible del SFS con las estaciones de base IMT. Por ejemplo, los límites de población combinada dentro del contorno de DFP de la estación terrena especificado o el número máximo establecido de estaciones terrenas del SFS que podrían funcionar en la misma zona IMT autorizada. Además, los requisitos de cobertura de población pueden equilibrar los requisitos de servicio de los operadores IMT al tiempo que proporcionan zonas geográficas para las operaciones del SFS.

#### **A2.3 Cálculo del contorno de coordinación**

El nivel de interferencia procedente de un transmisor de estación terrena del SFS, situado a cierta distancia del despliegue de un sistema IMT, se considera en el receptor de la estación de base IMT. El cálculo del contorno se basa en un determinado nivel máximo de interferencia aceptable para las IMT caracterizadas por una relación interferencia/ruido térmico ( $I/N$ ) del SFS en el receptor de la estación de base IMT.

Sobre la base del máximo nivel de interferencia aceptable para una IMT de  $I/N = -6$  dB y de los parámetros de las estaciones terrenas transmisoras del SFS existentes, el contorno de coordinación

alrededor de la ET podría definirse como una línea en la que la DFP, a 10 m por encima del nivel del suelo, produce por la ET un valor de  $-77,6 \text{ dBm/m}^2/\text{MHz}$ <sup>7</sup>.

Por ejemplo, un operador de una estación terrena transmisora en la banda tendría que demostrar la zona en la que la estación terrena genera una DFP, a 10 m por encima del nivel del suelo, superior o igual a  $-77,6 \text{ dBm/m}^2/\text{MHz}$ , junto con la zona generada por cualquier otra estación terrena desplegada en la misma zona geográfica<sup>8</sup> que no abarca, en conjunto, más de la cantidad de una limitación de población establecida en la zona de operaciones en la que está situada la estación terrena.

#### A2.4 Límite de población agregada dentro de los contornos de coordinación

Las administraciones tienen la flexibilidad de decidir qué condiciones acomodan mejor la utilización compartida de las estaciones terrenas del SFS con la implantación de estaciones IMT.

CUADRO 6

#### Ejemplo de limitaciones de la cobertura de población<sup>9</sup>

Población de la zona de operaciones de las IMT	Población agregada máxima permitida dentro del contorno de dfp de las estaciones terrenas de $-77,6 \text{ dBm/m}^2/\text{MHz}$
Más de 450 000	0,1 por ciento de la población en la zona operativa de las IMT
Entre 6 000 y 450 000	450 personas
Menos de 6 000	7,5 porcentaje de población en la zona de operaciones de las IMT

Dependiendo del despliegue previsto de los sistemas IMT, puede ser necesario verificar que el contorno de coordinación no infringe ningún lugar de celebración importante ni calle arterial, autopista o autopista, ruta de transporte público urbano, ferrocarril de pasajeros o puerto de cruceros.

Por último, antes de autorizar a los operadores de estaciones terrenas de satélite a operar, deben completar satisfactoriamente la coordinación de frecuencias con las estaciones IMT en la zona en la que la estación terrena genera un contorno de coordinación de la DFP a 10 m sobre el nivel del suelo e igual a  $-77,6 \text{ dBm/m}^2/\text{MHz}$  con respecto a las instalaciones existentes construidas y en funcionamiento por el sistema IMT.

Para facilitar el proceso de conformidad a un operador de estación terrena del SFS, se han de proporcionar orientaciones técnicas adicionales sobre el cálculo de los contornos de coordinación de la DFP, a saber, la utilización de modelos de propagación aplicables, diagramas de ganancia medidos, efecto del terreno, ecos parásitos y apantallamiento y otras condiciones. Las administraciones pueden publicar esta información para minimizar el impacto en las operaciones de las IMT y proporcionar un entorno operativo predecible que permita acomodar múltiples zonas de estaciones terrenas dentro de una zona de interés.

<sup>7</sup> Esta DFP, a título de ejemplo, se calculó partiendo de hipótesis para proteger las redes IMT de las estaciones terrenas transmisoras del SFS existentes.

<sup>8</sup> Por «misma zona geográfica» se entiende el territorio de todo o parte del país en función del régimen de licencias para las operaciones de las IMT.

<sup>9</sup> Este ejemplo puede variar de una administración a otra en función del tamaño geográfico, los parámetros de población y la estructura de concesión de licencias existente o nueva.