

INFORME UIT-R RS.2096

**Compartición de la banda 10,6-10,68 GHz entre los servicios fijo y móvil
y el servicio de exploración de la Tierra por satélite (pasivo)**

(2007)

ÍNDICE

Página

1	Introducción.....	2
2	SETS (pasivo).....	2
2.1	Aplicaciones	2
2.2	Parámetros de los sensores pasivos	2
2.3	Criterios de interferencia admisible.....	4
2.4	Niveles actuales de interferencia radioeléctrica en la banda 10,6-10,68 GHz ...	5
3	Parámetros de los servicios fijo y móvil.....	6
3.1	Servicio fijo	6
3.2	Servicio móvil.....	9
4	Estudios basados en la simulación	9
4.1	Metodología general de la simulación.....	9
4.2	Estudio basado en simulaciones número 1	10
4.2.1	Sistemas del servicio fijo punto a punto	11
4.2.2	Sistemas del servicio fijo punto a multipunto.....	14
4.3	Estudio basado en simulaciones número 2	17
4.4	Estudio basado en simulaciones número 3	20
4.4.1	Sistemas del servicio fijo punto a multipunto.....	20
4.4.2	Sistemas del servicio fijo punto a punto	22
4.4.3	Sistemas móviles.....	24
4.5	Estudio basado en la simulación número 4.....	25
4.5.1	Sistemas del servicio fijo punto a punto	26
4.5.2	Sistemas móviles.....	28
4.6	Resumen de los resultados del estudio de compartición.....	33
5	Técnicas de mitigación.....	39
5.1	Servicio de exploración de la Tierra por satélite (pasivo).....	39
5.2	Servicio fijo	40
5.3	Servicio móvil.....	43
6	Conclusión.....	43
7	Documentos complementarios del UIT-R.....	44

1 Introducción

En el presente Informe se resumen los resultados de los estudios sobre la compartición de la banda 10,6-10,68 GHz entre los servicios fijo y móvil, por una parte, y el servicio de exploración de la Tierra por satélite (SETS) (pasivo), por la otra.

2 SETS (pasivo)

2.1 Aplicaciones

La banda 10,6-10,7 GHz es sumamente importante para medir la lluvia, la nieve, el estado del mar y el viento oceánico en las superficies oceánicas y terrestres. Esta banda de frecuencias se considera adecuada para determinar mediante sistemas multiespectrales las propiedades materiales de la superficie en todas las regiones climáticas.

- En el caso de las superficies terrestres, las mediciones a la frecuencia de 10 GHz son idóneas para estimar la biomasa vegetal una vez conocida la contribución de la humedad del suelo.
- En el caso de las superficies oceánicas, la banda a 10 GHz resulta adecuada para medir la superficie del mar y la velocidad del viento. En particular, las mediciones a 10 GHz de la velocidad del viento son esenciales para conocer con precisión la temperatura de la superficie del mar utilizando los datos a 6 GHz que ofrecen la mayor sensibilidad a la temperatura de la superficie marina.

Varios sensores ya utilizan esta banda de frecuencias para realizar tales mediciones y se prevé que la utilizarán en el futuro inmediato. Estas mediciones se utilizan plenamente en todo el mundo (empleo regular de los datos, continuidad del servicio, diversidad de resultados basados en estos datos). Las organizaciones meteorológicas de todas las regiones utilizan e intercambian los datos así obtenidos. Cabe destacar que los parámetros se obtienen en realidad de un conjunto de mediciones realizadas en cinco frecuencias interrelacionadas (6, 10, 18, 24 y 36,5 GHz),

2.2 Parámetros de los sensores pasivos

En el Cuadro 1 se resumen los parámetros de los sensores pasivos con barrido cónico que funcionan o funcionarán en la banda 10,6-10,68 GHz, según se ilustra en la Fig. 1.

CUADRO 1

Parámetros de los sensores pasivos

Canal 10,6-10,7 GHz	SENSOR 1 10 GHz	AMSR-E	CMIS
Anchura de banda del canal (GHz)	100	100	100
Tamaño del píxel sobre la trayectoria (diámetro) (km)	56,7	27,5	42,9
Ángulo de desplazamiento respecto al nadir o ángulo del semicono α (grados)	44,3	47,5	48,6
Ángulo de incidencia i en el centro de la zona de iluminación (grados)	52	55	58,1
Polarización	H, V	H, V	H, V, R, L
Altitud del satélite (km)	817	705	833
Ganancia máxima de la antena (dBi)	36	42	45

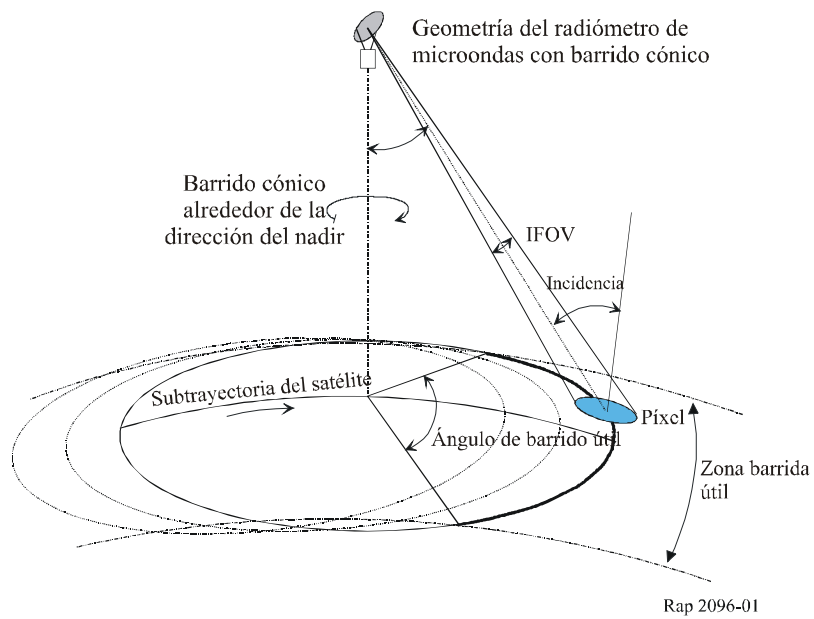
CUADRO 1 (Fin)

Canal 10,6-10,7 GHz	SENSOR 1 10 GHz	AMSR-E	CMIS
Diámetro del reflector (m)	0,9	1,6	2,2
Zona barrida útil (km)	1 594	1 450	1 893
Anchura del haz de la antena a media potencia θ_{3dB} (grados)	2,66	1,4	1,02
Velocidad de barrido en rpm (revoluciones por minuto)	20	40	31,6

H: horizontal V: vertical R: dextrógira L: levógira

FIGURA 1

Geometría de los radiómetros de microondas pasivos con barrido cónico



Las antenas de los sensores pasivos se diseñan con arreglo a las Figs. 2 a 4 siguientes.

FIGURA 2

Diagrama de ganancia de la antena de SENSOR-1 a 10,6 GHz

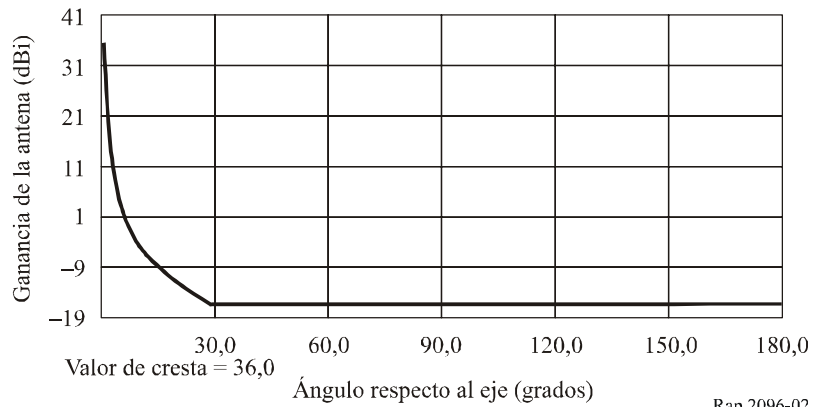


FIGURA 3

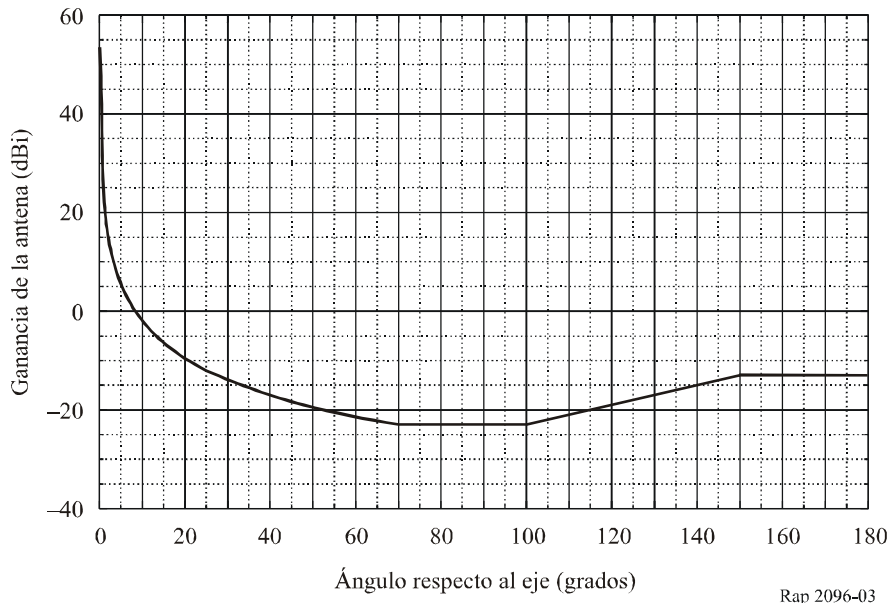
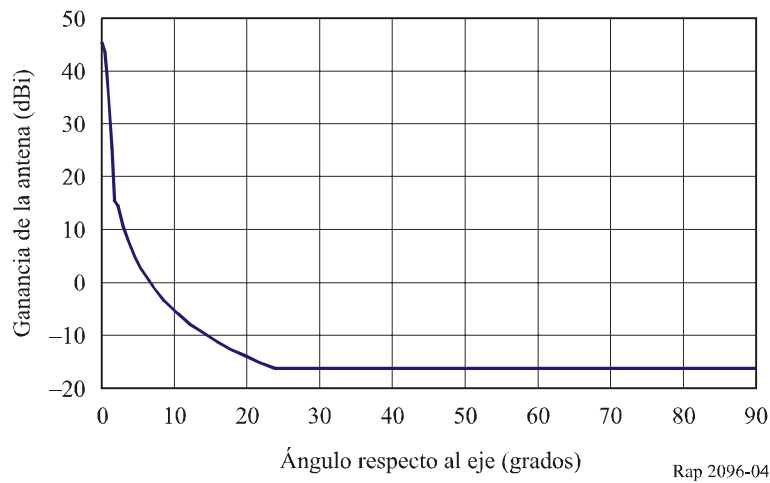
Diagrama de ganancia de la antena de AMSR-E a 10,6 GHz

FIGURA 4

Diagrama de ganancia de la antena de CMIS a 10,6 GHz

2.3 Criterios de interferencia admisible

En la Recomendación UIT-R RS.1029 – Criterios de interferencia para la teledetección pasiva por satélite, se estipulan los niveles admisibles de interferencia y las anchuras de banda de referencia que se habrán de utilizar al evaluar la interferencia o en los estudios de compartición. Para los sensores pasivos actuales, el nivel de interferencia admisible en la banda 10,6-10,7 GHz es de -156 dBW en una anchura de banda de referencia de 100 MHz, y para los futuros sensores pasivos de -166 dBW en una anchura de banda de referencia de 100 MHz, por cuanto estos últimos son más sensibles que los utilizados en la actualidad. La primera magnitud se refiere a las condiciones de compartición alrededor de 2003; mientras que la segunda, a las aplicaciones científicas que pueden lograrse técnicamente con los sensores en los próximos 5-10 años. En la Recomendación UIT-R RS.1029 también especifica que estos niveles de interferencia no deben rebasarse en más de un 0,1% de la zona de observación del sensor, definida como una zona de

medición cuadrada sobre la superficie de la Tierra de 10 000 000 km², a menos que se justifique otro valor.

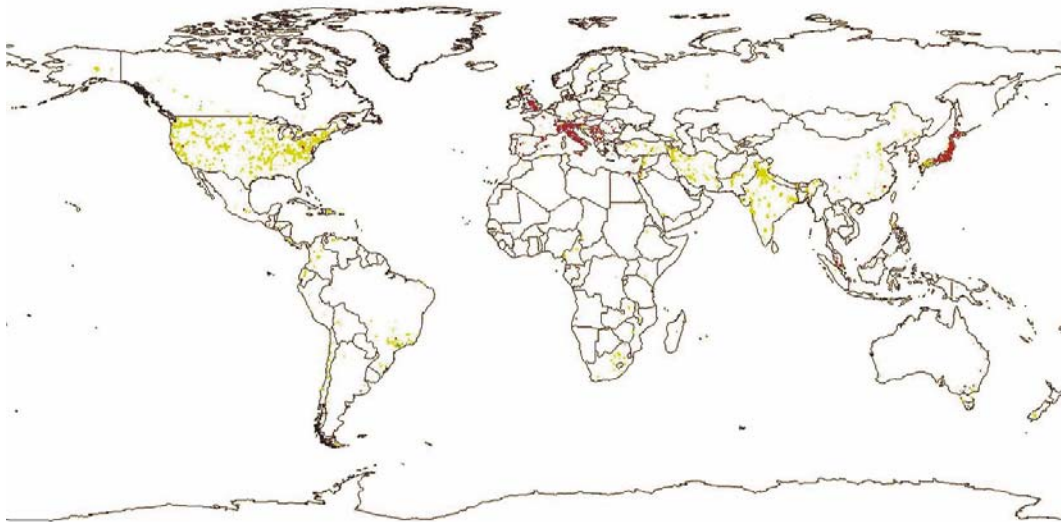
2.4 Niveles actuales de interferencia radioeléctrica en la banda 10,6-10,68 GHz

En general, la recepción de niveles de interferencia bajos a la entrada de los sensores pasivos degrada el funcionamiento de los sensores pasivos dado que, en este caso particular, estos sensores no son capaces de distinguir entre las radiaciones naturales y las radiaciones artificiales.

Por otra parte, cuando los niveles de interferencia son muy altos, esto es, de varios órdenes de magnitud comparados con la sensibilidad, los correspondientes niveles pueden considerarse artificiales naturales, por lo que han de descartarse.

En la Fig. 5 se muestra una imagen mundial compuesta de la interferencia radioeléctrica a diferentes frecuencias de microondas generada a partir de los datos medidos durante un mes con el sensor AMSR-E (agosto de 2004) (el amarillo corresponde a las frecuencias 6-7 GHz y el rojo a 10,6 GHz).

FIGURA 5
Interferencia radioeléctrica causada al sensor pasivo AMSR-E
en las bandas 6-7 GHz y 10,6 GHz



Rap 2096-05

Esta figura se basa en el análisis de las mediciones realizadas mediante el sensor pasivo con polarizaciones horizontal y vertical, en el que se han aplicado criterios de diferencias de polarización negativa de 5 K (es decir, la diferencia entre las polarizaciones H y V). De hecho, se reconoce que a estas longitudes de onda una polarización negativa mayor que 5 K sólo puede producirse cuando las emisiones son artificiales con polarización H.

Obsérvese que esta figura sólo muestra una forma de interferencia (emisiones con polarización horizontal) y, en general, no indica cuánta interferencia indetectable existe. No obstante, resulta razonable suponer que en regiones con gran interferencia detectable habrá probablemente extensas zonas de interferencia indetectable. Así pues, los niveles altos de interferencia detectable son un indicio de que existe un problema, lo que no implica que la ausencia de interferencia detectable signifique que no exista un problema.

En cuanto al nivel de interferencia potencial, partiendo del supuesto de que estas cifras corresponden a polarizaciones negativas mayores que 5 K, se puede suponer aproximadamente que la interferencia es, como mínimo, también mayor que estos 5 K (lo que corresponde a -142 dBW/100 MHz).

Habida cuenta del actual umbral de interferencia estipulado en las Recomendación UIT-R RS.1029 (a saber, 166 dBW/100 MHz correspondiente a 0,02 K), se observa que estas interferencias están al menos 24 dB por encima del umbral.

Por otra parte, la Recomendación UIT-R RS.1029 también indica que en la banda 10,6-10,7 GHz puede rebasarse el nivel de interferencia admisible en un 0,1% de la zona de medición de 10 000 000 km². Considerando en términos generales las zonas actuales afectadas, puede observarse que la zona de alta contaminación corresponde al 2,8%, que excede con mucho el criterio relativo a la zona (0,1%), lo que significa que están contaminadas otras zonas no detectables y, por ende, no se tienen en cuenta en esta estimación.

En caso de tal interferencia, los modelos de asimilación tendrán que enfrentarse a la siguiente situación que podría dar lugar a previsiones meteorológicas erróneas:

- nivel elevado de interferencia detectable que tendría que descartarse pero que, en tal caso, faltarían datos sobre ciertas zonas;
- niveles de interferencia no detectable, cuya probabilidad es mayor en superficies extensas, que podrían dar lugar a datos erróneos;
- píxeles para los que no se experimenta interferencia o que ésta es inferior al umbral estipulado en la Recomendación UIT-R RS.1029 y que, por lo tanto, ofrecen datos correctos,

obsérvese además que no se hará distinción entre las dos situaciones descritas en los dos últimos guiones.

3 Parámetros de los servicios fijo y móvil

3.1 Servicio fijo

En los Cuadros 2 y 3 se indican los parámetros de los sistemas del SERVICIO FIJO punto a punto (P-P) y punto a multipunto (P-MP), respectivamente, que se utilizaron en estos estudios sobre la compatibilidad.

La banda 10,6-10,68 GHz se utiliza en Francia solamente en equipos inalámbricos fijos en caso de ruptura de la red de comunicaciones y reparación de los enlaces del servicio fijo en otras bandas. Por consiguiente, su utilización es limitada y temporal. En la última columna del Cuadro 2 figuran las características de estos enlaces de emergencia del servicio fijo P-P.

CUADRO 2

Parámetros de funcionamiento del equipo del enlace fijo P-P en la banda 10,6-10,68 GHz

Fuente	Recomendación UIT-R F.758			Contribuciones de la administración		
	128-TM			ASK, PESKY	ASK, PESKY	4-PESKY
Modulación	128-TM			ASK, PESKY	ASK, PESKY	4-PESKY
Caso de simulación del servicio fijo ⁽¹⁾	1	2	3	4	5	6
Capacidad (Mbit/s)	3,1	12,4	24,7	8	16	34
Separación de canal (MHz)	0,8	2,5	5	7	14	14
Canales/80 MHz	100	32	16	12	6	6
Ganancia (máxima) de la antena (dBi)	51	51	51	49	49	36-45
Atenuación (mínima) en el alimentador/multiplexor (dB)	0	0	0	0	0	4
Tipo de antena	Parabólica	Parabólica	Parabólica	Parabólica	Parabólica	Parabólica
Potencia máxima de salida del TX (dBW)	-3	-3	-3	-2 ⁽²⁾	-2 ⁽²⁾	-7
p.i.r.e. (máxima) (dBW)	48 ⁽²⁾	48 ⁽²⁾	48 ⁽²⁾	47 ⁽²⁾	47 ⁽²⁾	34
Anchura de banda IF del receptor (MHz)	0,8	2,5	5	7	14	20,4
Factor de ruido del receptor (dB)	4	4	4	3	3	8
Ruido térmico del receptor (dBW)	-141	-136	-133	-132,5	-129,5	-113
Nivel nominal a la entrada del Rx (dBW)	-60	-60	-60	-60	-60	-68
Nivel a la entrada del Rx para 1×10^{-3} BER (dBW)	-110	-104	-101	-117	-114	-108

⁽¹⁾ Esta fila se utiliza como referencia más adelante en este Informe al describir ciertos estudios de simulación.

⁽²⁾ Excepto en determinados países, el número 5.482 del RR limita la p.i.r.e. a 40 dBW y la potencia del transmisor a -3 dBW, a falta de acuerdo con arreglo al número 9.21 del RR. Si se efectuaran simulaciones utilizando los límites de potencia estipulados en el número 5.482 del RR se obtendrían niveles de interferencia 7-8 dB inferiores a los indicados en la Fig. 7.

CUADRO 3

Parámetros de funcionamiento de equipos del enlace fijo P-MP en la banda 10,6-10,68 GHz

Parámetros	Estación central	Estación terminal del cliente
Modulación	QPSK	
Método de acceso	Múltiplex por división en el tiempo (TDM)	
Anchura de banda/portadora	3,5 MHz	3,5 MHz
Tipo de antena	Sectorial	Parabólica
Ganancia de antena (dBi)	13, lóbulo posterior -10 dBi	19-26
Apertura del haz de la antena	120°	12°-7°
Número de portadoras activas/sector	5	5

CUADRO 3 (Fin)

Parámetros	Estación central	Estación terminal del cliente
Número de sectores	3	–
Longitud del trayecto (km) ⁽¹⁾	0,1-10	
Potencia máxima de transmisión por portadora (dBW)	–10	–10
Control de potencia	No	Sí
Atenuación en la línea del sistema de recepción (dB)	0	0
Nivel nominal a la entrada del receptor/portadora (dBW)	–110	–110

⁽¹⁾ Son posibles longitudes de trayecto mayores que 10 km, dependiendo de los factores de bloqueo ambientales.

Los sistemas P-MP en esta banda se despliegan sobre todo en zonas urbanas y suburbanas, y rara vez en zonas rurales. Habida cuenta de las disposiciones de bloques de radiofrecuencias estipuladas en la Recomendación UIT-R F.1568 (a saber, cinco pares de bloques, dos de los cuales coinciden en parte con la banda 10,6-10,68 GHz) y del radio característico de las células de acceso inalámbrico de hasta 10 km, es de prever que haya un máximo de dos redes de acceso inalámbrico en una determinada zona urbana o suburbana extensa. Según la disposición de canales de radiofrecuencia, cada bloque tiene una anchura de banda de 25 ó 30 MHz a lo sumo. Por otra parte, el número máximo de estaciones terminales puede ser del orden de 300. Las estaciones centrales y terminales de estos sistemas no podrán transmitir simultáneamente en la banda 10,6-10,68 GHz, dado que la mayoría de los sistemas P-MP suelen recurrir a técnicas dúplex por división de frecuencia (FDD).

La ganancia de la antena y la apertura del haz de las estaciones terminales P-MP en esta banda varían, respectivamente, entre 19-26 dBi y 12° y 7°. La altura característica de la antena de la estación terminal en esta banda es de 20 m respecto al nivel del suelo (instalada en los tejados). Esto significa que el ángulo de inclinación de una antena normal de estación central será del orden de 4° o inferior, por debajo del plano horizontal.

Por consiguiente, son posibles tres configuraciones de despliegue P-MP en zonas urbanas/suburbanas:

- Cada una de las dos estaciones centrales en la zona urbana funciona en uno de los dos bloques de frecuencias comprendidos en la anchura de banda del sensor pasivo.
- Una estación central funciona en uno de los bloques de frecuencia comprendido en la anchura de banda del sensor pasivo, y 150 estaciones terminales clientes funcionan en el otro bloque de frecuencias.
- Ninguna de las dos estaciones centrales funciona en los bloques de frecuencia comprendidos en la anchura de banda del sensor pasivo, sino que las 150 estaciones terminales clientes de cada una de las dos estaciones centrales funcionan dentro de la banda del sensor pasivo, lo que implica un total de 300 transmisores interferentes en la zona urbana.

La ganancia y apertura del haz de la antena del terminal cliente de las estaciones terminales P-MP en esta banda varían, respectivamente, entre 19-26 dBi y 12° y 7°. La altura característica de la antena de la estación terminal en esta banda es de 20 m respecto al nivel del suelo (instalada en los tejados). Esto significa que el ángulo de inclinación de una antena normal de estación central será del orden de 4° o inferior, por debajo del plano horizontal.

3.2 Servicio móvil

En el Cuadro 4 se muestran las características técnicas de los sistemas móviles que funcionan en la banda 10,6-10,68 GHz. Esta banda se utiliza especialmente para enlaces vídeo P-P de manera temporal y ocasional (en particular, para el periodismo electrónico, la radiodifusión de televisión en exteriores y la producción electrónica en el terreno), los cuales pueden considerarse parte del servicio móvil. Obsérvese que las características de estas estaciones del servicio móvil son muy similares a las de las estaciones del servicio fijo empleadas en las simulaciones dinámicas, por lo que en general se considerará que las conclusiones de los estudios del servicio fijo son igualmente aplicables al servicio móvil.

4 Estudios basados en simulaciones

4.1 Metodología general de las simulaciones

En estos estudios de compartición se han realizado simulaciones dinámicas con los resultados exigidos en la Recomendación UIT-R RS.1029 en relación con el porcentaje de una zona de medición de 10 millones de km² en que la interferencia rebasa el nivel admisible. Estas simulaciones dinámicas generan funciones de distribución acumulativa (FDA) de los niveles de interferencia recibida en dichas zonas de medición de tal modo que las estadísticas de interferencia pueden compararse directamente con los criterios de interferencia especificados.

CUADRO 4

Banda de frecuencias	10,6-10,68 GHz			
Norma ARIB	STD-B33	STD-B33	STD-B11	Antena omnidireccional
Separación de canal (MHz)	9 (SDTV)	18 (HDTV)	18 (HDTV)	18
Capacidad (cabida útil) (Mbit/s)	Hasta 30	Hasta 60	Hasta 66	No disponible
Modulación	QPSK-MDFO 16-QAM- MDFO 32-QAM- MDFO 64-QAM- MDFO		QPSK 16-QAM 32-QAM 64-QAM	No disponible
Ganancia típica de la antena transmisora (dBi)	29-35	29-35	29-35	0
Tipo de antena transmisora	Parabólica	Parabólica	Parabólica	Omnidireccional
Potencia del transmisor (máxima) (dBW)	-3	-3	-3	-3
p.i.r.e. (máxima) (dBW)	40	40	40	-3
Ganancia típica de la antena transmisora (dBi)	29-35	29-35	29-35	No disponible
Tipo de antena receptora	Parabólica	Parabólica	Parabólica	No disponible
Atenuación (máxima) en el alimentador del receptor (dB)	1	1	1	No disponible
Anchura de banda IF del receptor (MHz)	9	18	18	No disponible
Factor de ruido del receptor (dB)	4	4	4	No disponible
Ruido térmico del receptor (dBW)	-130,5	-127,4	-127,4	No disponible

Notas relativas al Cuadro 4:

NOTA 1 – Los ángulos de elevación no se especifican cuando las estaciones receptoras están instaladas en vehículos, aeronaves y edificios altos o torres. Esto significa que la antena puede apuntar con cualquier ángulo de elevación para evitar obstáculos sobre la superficie y que sus antenas transmisoras se desplazan porque la antena receptora puede instalarse en vehículos o aeronaves. Los eventos pueden suceder en cualquier momento del día, siendo el número de eventos considerablemente inferior durante la noche, entre las 12 de la noche y las 6 de la mañana. Los datos se recaban normalmente con una duración que varía entre media hora y una hora. Ahora bien, en el caso de eventos especiales la duración puede variar entre 2 y 5 horas. En algunos casos, la duración se puede prolongar durante días e incluso semanas.

NOTA 2 – Algunas administraciones han informado de que la banda 10,6-10,68 GHz se utiliza en aplicaciones móviles y portátiles para el periodismo electrónico (ENG), la radiodifusión de televisión en exteriores (OB) y producción electrónica en el terreno. Muchas de estas características se indican en el Cuadro 4. Ahora bien, algunos sistemas de ENG y OB no figuran en estos estudios ni en este cuadro y sus especificaciones técnicas se indican en el Informe ERC 38 (potencia del transmisor de 6 dBW y p.i.r.e. entre 6 y 16 dBW) (véase el Manual de sistemas y equipos de radiocomunicaciones, enlaces vídeo para ENG/OB).

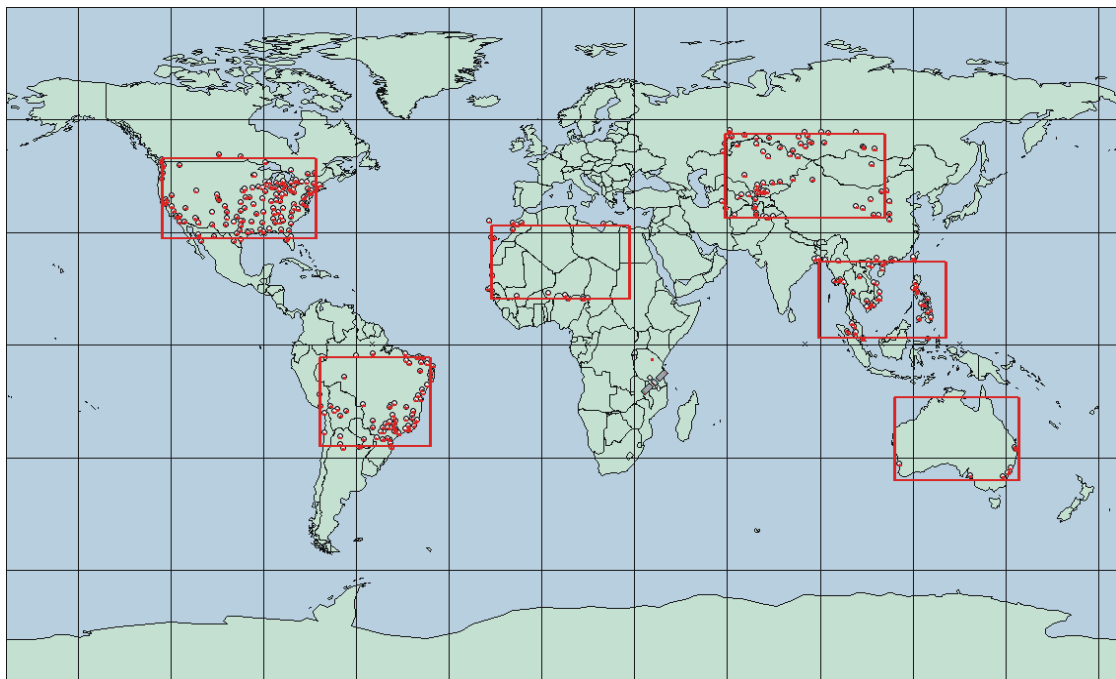
NOTA 3 – En el Informe UIT-R BT.2069 figura más información acerca del periodismo electrónico terrenal digital.

4.2 Estudio basado en simulaciones número 1

En este estudio basado en simulaciones se parte del supuesto de que los sistemas del servicio fijo están desplegados en zonas urbanas y suburbanas y muy pocos, de haberlos, en zonas rurales. Se han realizado varios estudios de simulaciones en los que las estaciones del servicio fijo presentan una distribución aleatoria alrededor de las ciudades dentro de la zona de simulación, siendo el número de estaciones del servicio fijo por ciudad el correspondiente a una sola utilización de la banda en cada zona urbana. En la Fig. 6 se ilustran seis zonas de despliegue de este tipo utilizadas en las simulaciones. La información relativa al número de ciudades en cada zona de medición se facilita en Cuadro 5.

FIGURA 6

Zonas de medición del SETS utilizadas en las simulaciones



CUADRO 5

Densidad de ciudades en la zona de medición

Zona de medición	Ciudades en la simulación	Ciudades dentro de la zona de medición
Australia	8	8
África del Norte	18	9
Asia Sudoriental	65	50
América del Sur	82	69
Asia Central	74	60
Territorio continental de Estados Unidos de América	157	142

4.2.1 Sistemas del servicio fijo punto a punto

En estas simulaciones se tomaron cinco tipos de sistemas del servicio fijo P-P. En el Cuadro 6 figuran los principales parámetros de cada uno de los sistemas del servicio fijo P-P, y la gama de interferencia en las seis zonas de medición y dos sensores pasivos. Las FDA generadas mediante estas simulaciones se presentan en la Fig. 7.

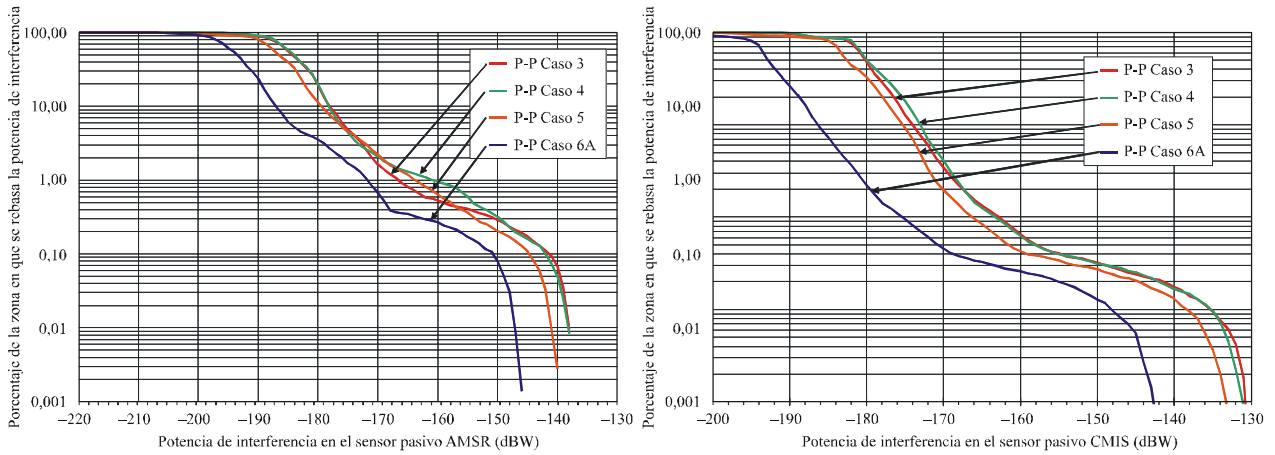
CUADRO 6

Resultados para el modelo de despliegue del servicio fijo P-P en seis zonas de medición y con dos sensores

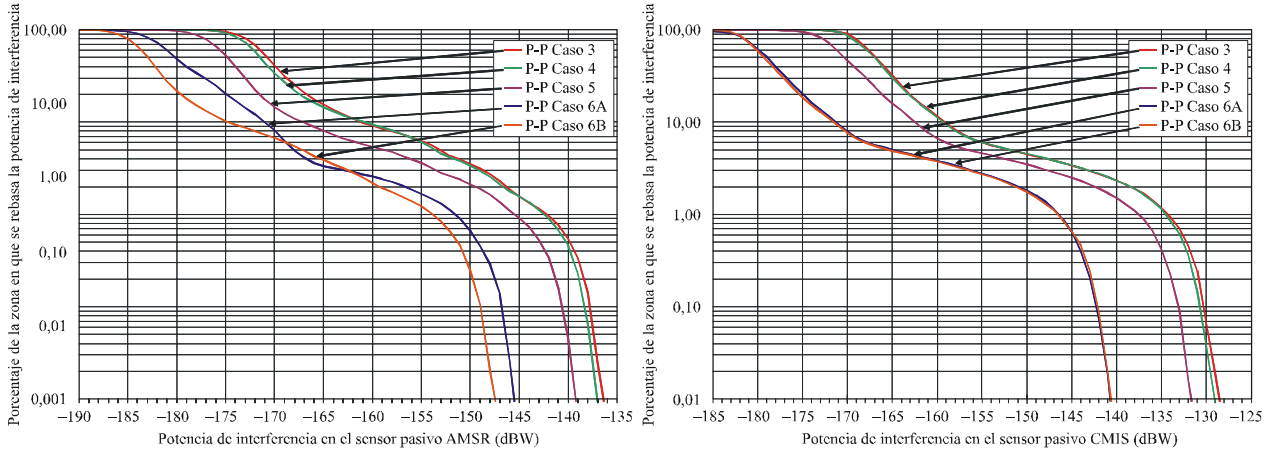
Referencia del sistema del servicio fijo	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6A	Caso 6B
Separación de canal (MHz)	5	7	14	14	14
Número de canales en 80 MHz	16	12	6	6	6
Ganancia de la antena (dBi)	51	49	49	36	45
Atenuación en el alimentador/multiplexor (dB)	0	0	0	4	4
Potencia de salida del transmisor (dBW)	-3	-2	-2	-7	-7
p.i.r.e. (dBW)	48	47	47	25	34
Potencia de interferencia que se rebasa en el 0,1% de la zona de medición (dBW)	-142 a -131	-142 a -131	-146 a -134	-151 a -142	-151 a -142

FIGURA 7

Interferencia del servicio fijo P-P causada a los sensores pasivos AMSR-E y CMIS a 10,6 GHz

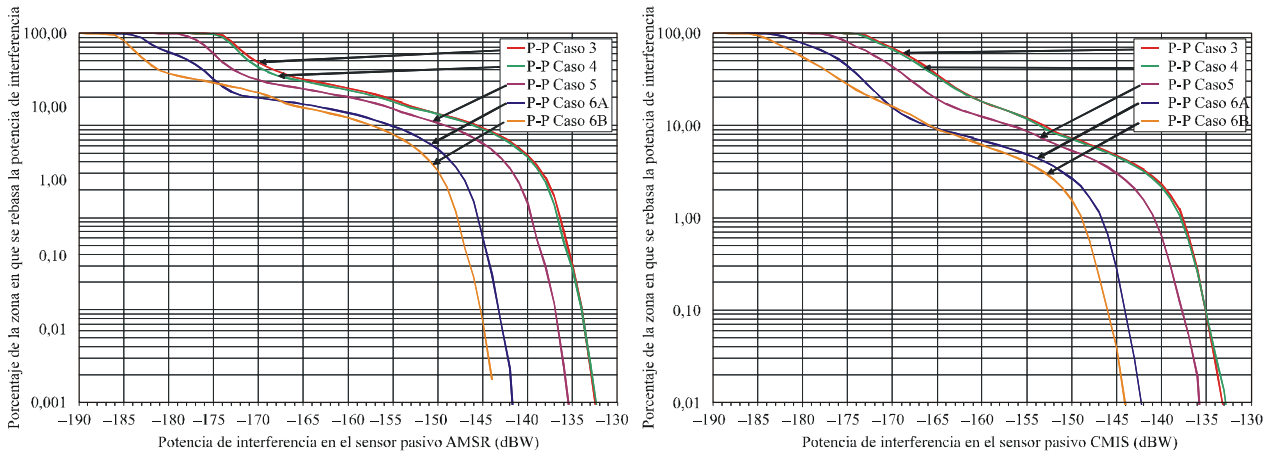


A) Zona de medición en Australia



b) Zona de medición en Asia Central

Las FDA para los casos 6A y 6B y 3 y 4, son muy similares a las que aparecen superpuestas en este gráfico

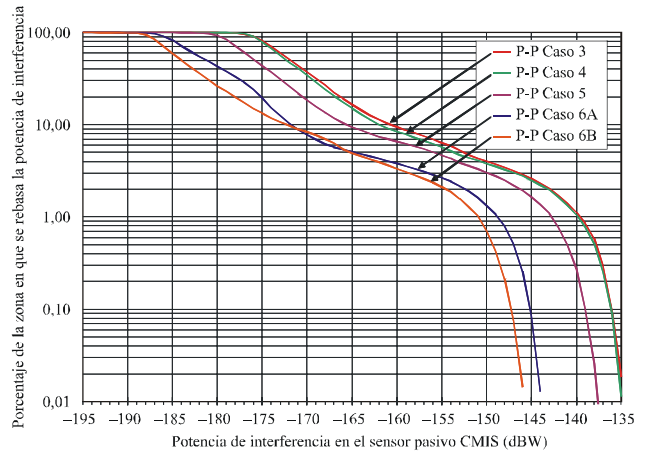
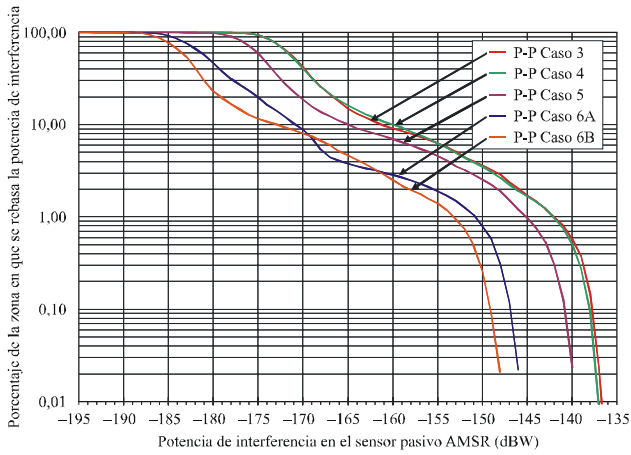


c) Zona de medición en el territorio continental de EE.UU.

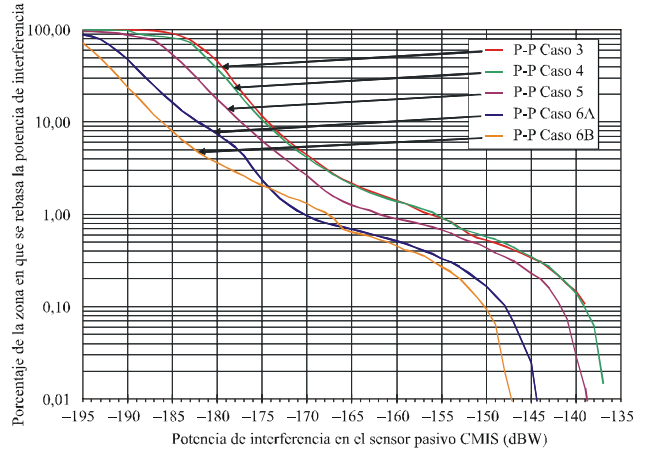
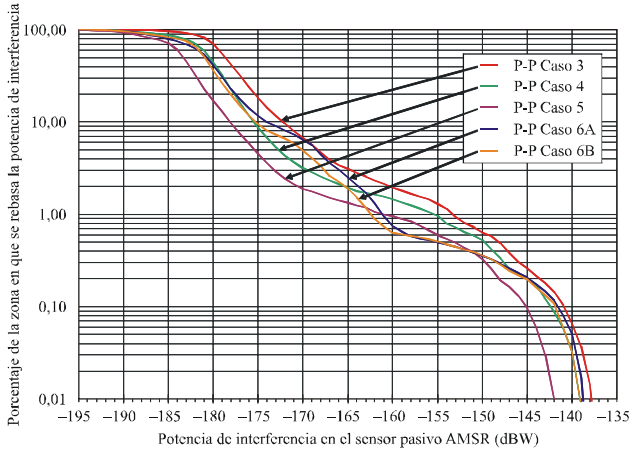
Nota - 1 Las pequeñas diferencias entre estas FDA da lugar a representaciones que parecen estar superpuestas.

FIGURA 7 (fin)

Interferencia del servicio fijo P-P causada a los sensores pasivos AMSR-E y CMIS a 10,6 GHz

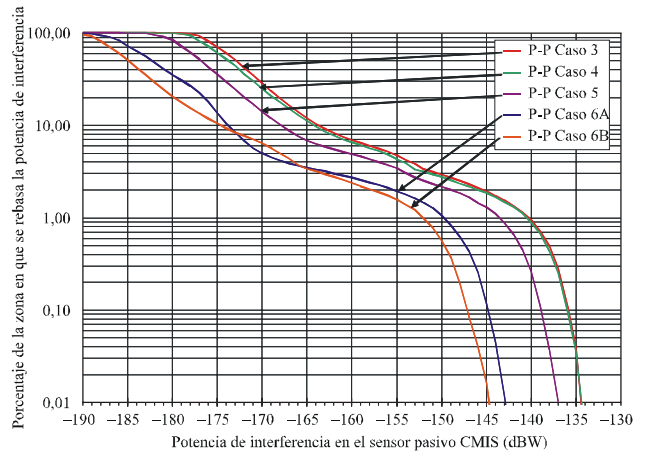
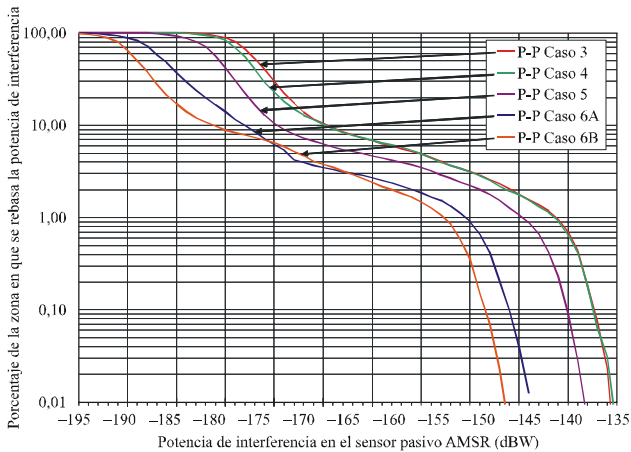


d) Zona de medición en América del Sur



e) Zona de medición en Norte de África

Las FDA para los casos 6A y 6B y 3 y 4 son muy similares a las que aparecen superpuestas en este gráfico



f) Zona de medición en Asia

4.2.2 Sistemas del servicio fijo punto a multipunto

Se utilizó el mismo modelo de simulación dinámica para calcular los niveles de interferencia producidos por el sistema P-MP desplegados en las seis zonas de medición y para las tres posibles configuraciones de los dos canales del plan contenido en la Recomendación UIT-R F.1568¹ comprendidos en la banda 10,6-10,68 GHz, es decir, dos estaciones centrales, una estación central y una estación cliente en el otro canal, y dos estaciones clientes una en cada canal. Los resultados se presentan en el Cuadro 7. Las FDA obtenidas mediante estas simulaciones se presentan en la Fig. 8.

CUADRO 7

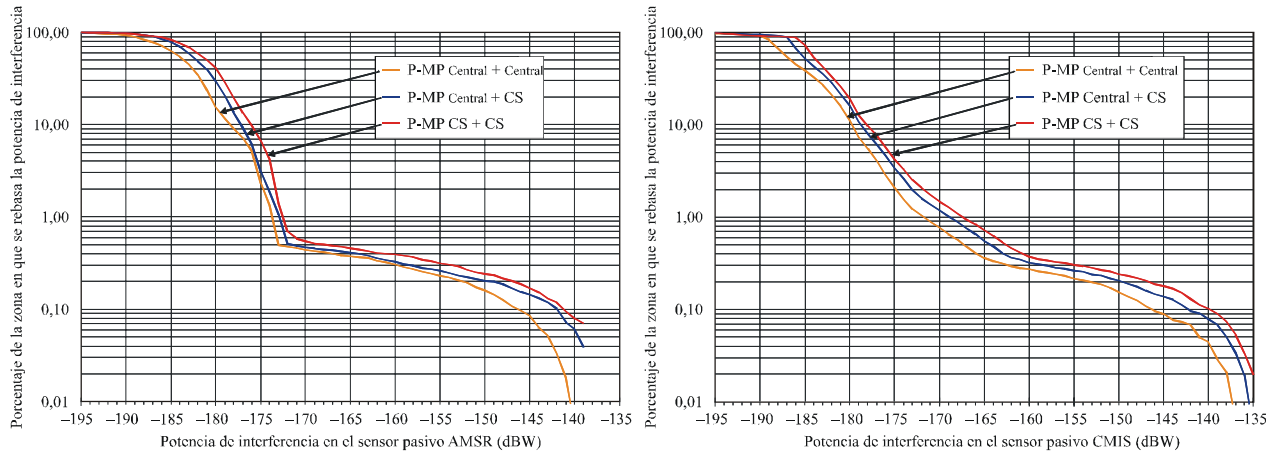
**Resultados para el modelo de despliegue del servicio fijo P-MP
en seis zonas de medición y dos sensores**

Configuración P-MP	Central + Central	Central + estación cliente	Estación cliente + estación cliente
Potencia de interferencia que se rebasa en el 0,1% de la zona de medición (dBW)	-147 a -137	-143 a -130	-144 a -127

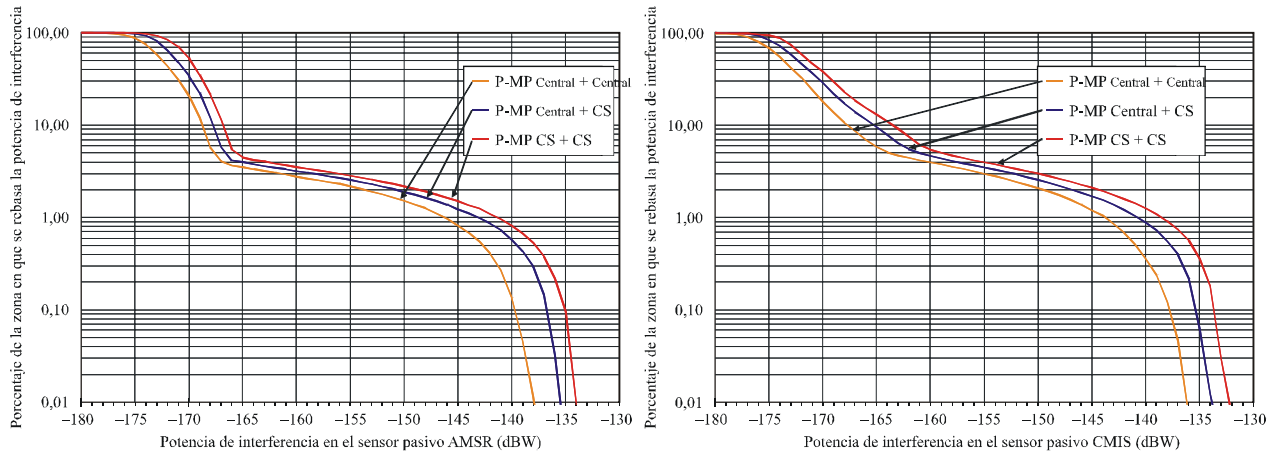
¹ Recomendación UIT-R F.1568 – Disposiciones de bloques de radiofrecuencias para sistemas de acceso inalámbrico fijo en la gama 10,15-10,3/10,5-10,65 GHz.

FIGURA 8

Interferencia del servicio fijo P-MP causada a los sensores pasivos AMSR-E y CMIS a 10,6 GHz

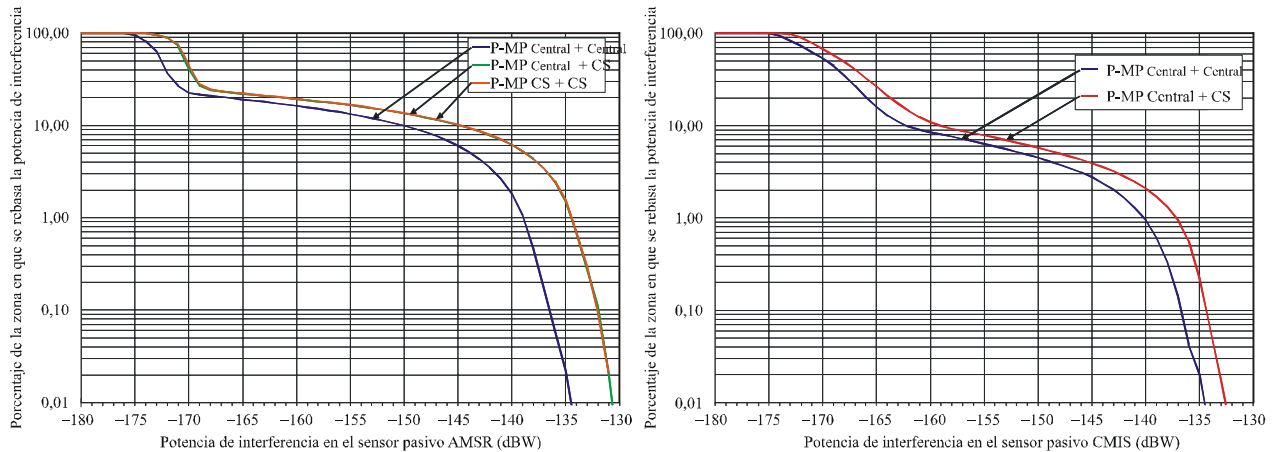


a) Zona de medición en Australia



b) Zona de medición en Asia Central

Las FDA para los casos 6A y 6B y 3y 4, son muy similares a las que aparecen superpuestas en este gráfico

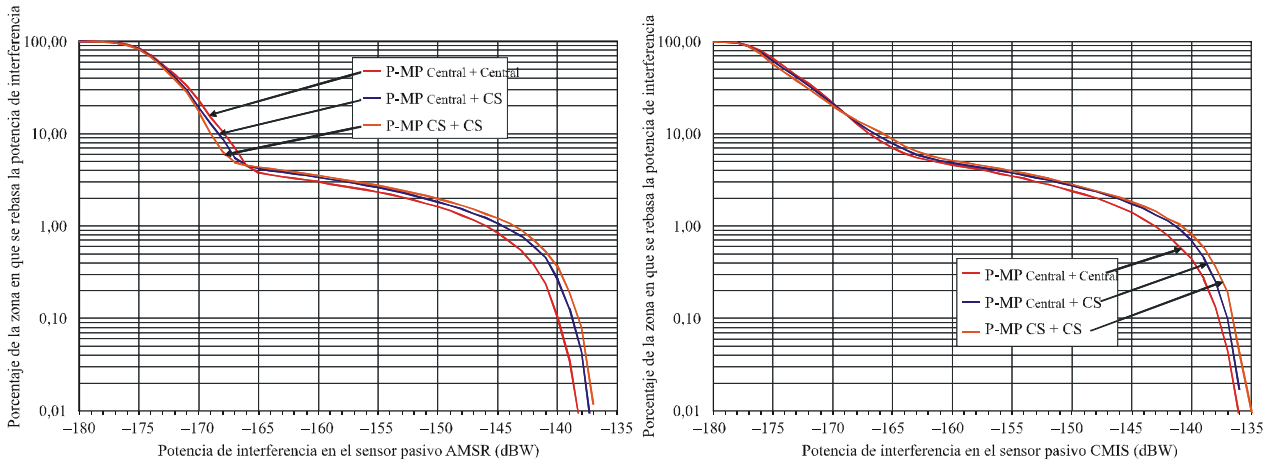


c) Zona de medición en el territorio continental de EE.UU.

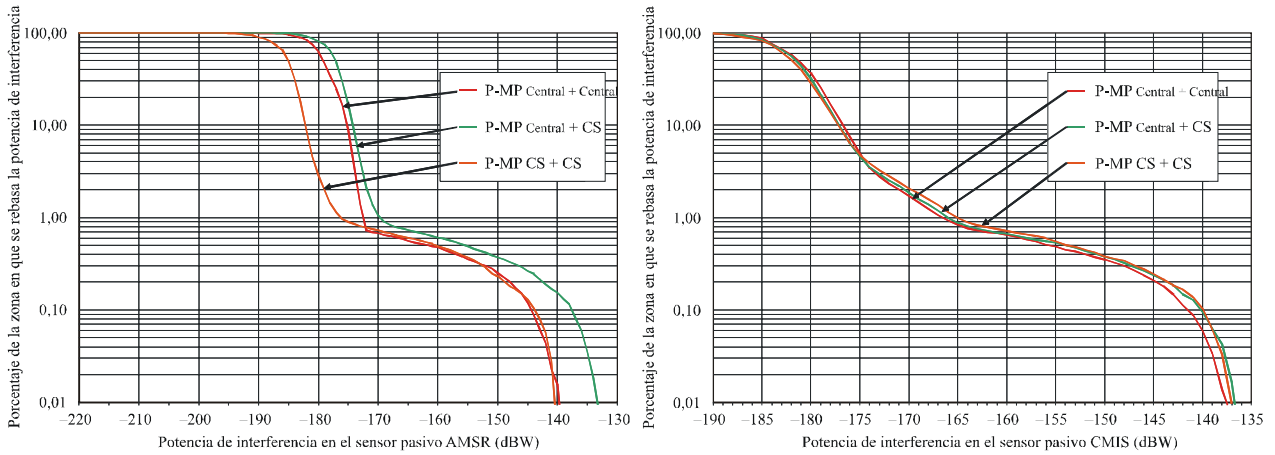
Nota - I Las pequeñas diferencias entre estas FDA da lugar a representaciones que parecen estar superpuestas.

FIGURA 8 (fin)

Interferencia del servicio fijo P-MP causada a los sensores pasivos AMSR-E y CMIS a 10,6 GHz

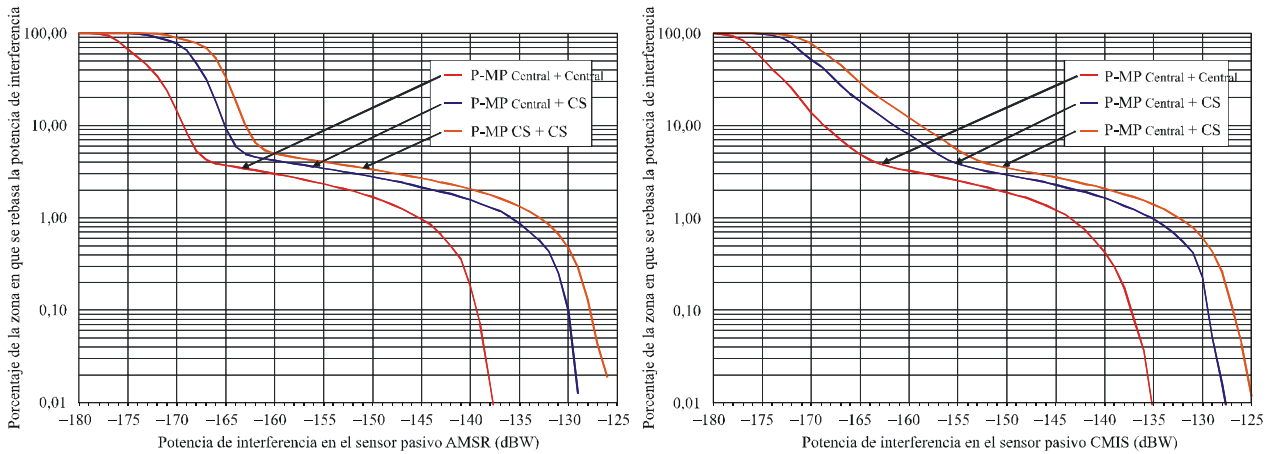


d) Zona de medición en América del Sur



c) Zona de medición en África del Norte

Las FDA para los casos 6A y 6B y 3y 4, son muy similares a las que aparecen superpuestas en este gráfico



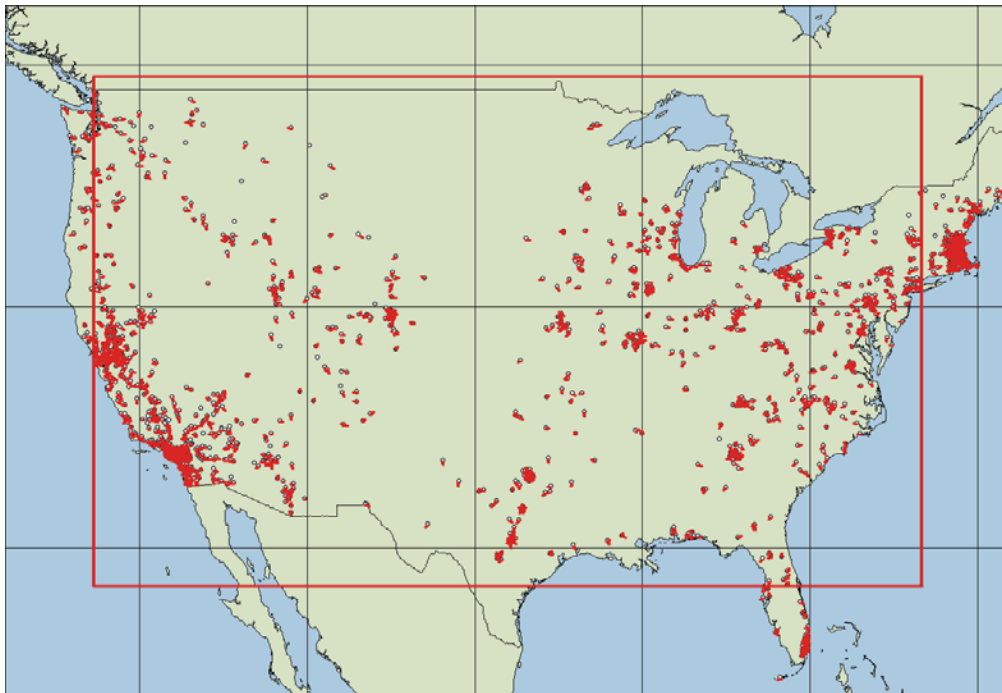
f) Zona de medición en Sudeste de Asia

4.3 Estudio basado en simulaciones número 2

Los datos públicos disponibles sobre las estaciones con licencia en Estados Unidos de América y Australia en 2005 estaban en un formato que permitía construir un modelo de simulación dinámica con el fin de comparar las FDA de interferencia producidas mediante los modelos de despliegue del servicio fijo basados en los datos de la licencia y en las distribuciones aleatorias de estaciones del servicio fijo alrededor de las principales ciudades. En las Figs. 9 y 10 se ilustran los modelos de despliegue del servicio fijo para zonas de medición con sensores pasivos que abarcan, respectivamente, el territorio de Estados Unidos de América y Australia. Cada punto representa estaciones del servicio fijo cuyos parámetros se especificaban en los datos de la estación con licencia. Estos parámetros son las coordenadas geográficas, el ángulo acimut de puntería, la potencia del transmisor, la ganancia máxima de la antena y la apertura del haz a 3 dB para 2 652 estaciones de Estados Unidos de América y 966 en Australia. Se definió un conjunto de diagramas de antena de referencia basado en la Recomendación UIT-R F.1245² que abarcara la gama de ganancias de antena del servicio fijo y de aperturas de haz a 3 dB que figuran en los datos de las estaciones con licencia de cada país. Para cada estación del servicio fijo en el modelo de simulación se seleccionó el diagrama de antena más cercano a la ganancia y apertura de haz de la estación según lo especificado en los datos de la licencia.

FIGURA 9

Modelos de despliegue del servicio fijo en Estados Unidos de América

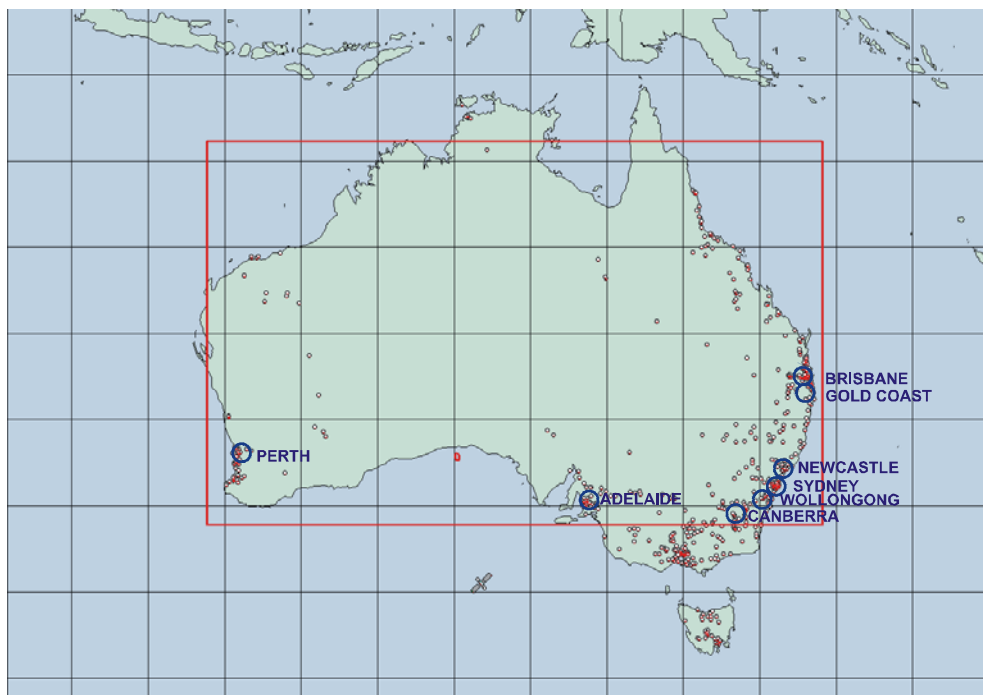


Rap 2096-09

² Recomendación UIT-R F.1245 – Modelo matemático de diagramas de radiación media y diagramas conexos para antenas de sistemas de radioenlaces punto a punto con visibilidad directa para aplicarlo en ciertos estudios de coordinación y en la evaluación de la interferencia en la gama de frecuencias de 1 GHz a unos 70 GHz.

En la Fig. 10 los ocho círculos más grandes con los nombres de las ciudades ilustran la zona dentro de la cual las estaciones del servicio fijo están distribuidas aleatoriamente en los modelos teóricos de despliegue del servicio fijo en las ciudades utilizados en algunas de las primeras simulaciones para esta zona descritas en § 4.2. En esos modelos de simulación todas las estaciones tienen idénticos diagramas de antena y potencias de transmisión, pero su posición presenta una distribución aleatoria entre 0,1 y 30 km desde el centro nominal de la ciudad; los ángulos acimut de puntería se seleccionaron aleatoriamente entre -180° y 180° con una distribución de probabilidad uniforme.

FIGURA 10
Modelos de despliegue del servicio fijo en Australia



En las Figs. 11 y 12 se presentan los resultados de las simulaciones con estos modelos de despliegue del servicio fijo. Se representan gráficamente otros tres casos para comparar. En un caso se utilizó el mismo modelo de despliegue para estación del servicio fijo con licencia, pero suponiendo que la potencia de transmisión de todas las estaciones era de -3 dBW en lugar de la indicada en la licencia. Los otros dos casos se presentan para comparar con los primeros modelos teóricos de despliegue basado en la ciudad. Las referencias a estas figuras son los casos de P-P de la Fig. 7 en § 4.2.1.

FIGURA 11

Comparación de las FDA de interferencia para varios modelos de despliegue del servicio fijo en Estados Unidos de América

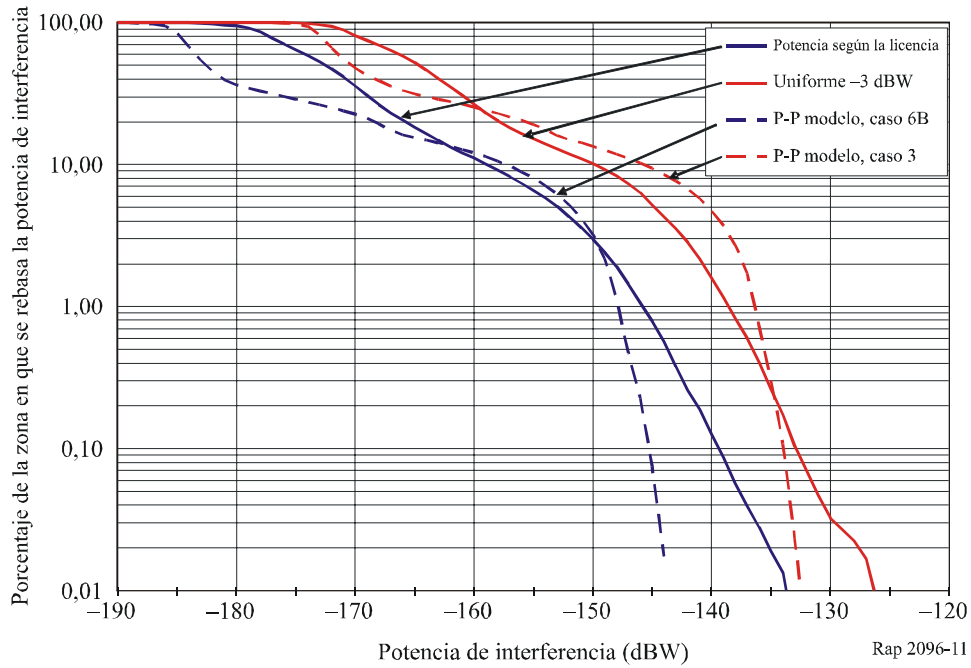
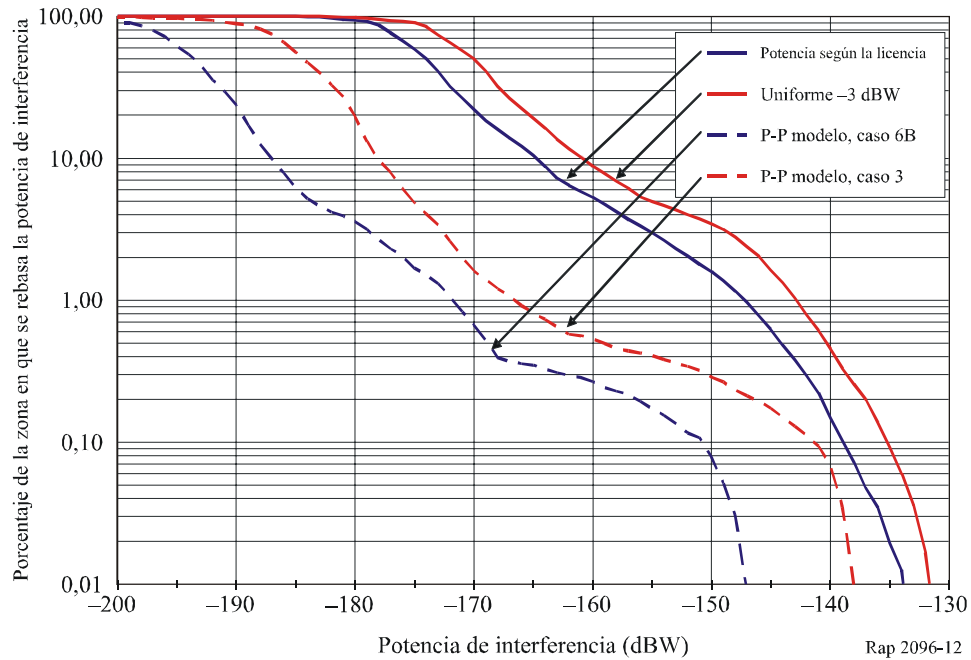


FIGURA 12

Comparación de las FDA de interferencia para varios modelos de despliegue del servicio fijo en Australia



La FDA de interferencia para las estaciones del servicio fijo con licencia en Estados Unidos de América se encuentra entre los casos de mayor y menor densidad utilizados en las simulaciones mediante el modelo teórico de despliegue del servicio fijo. Sin embargo, la FDA correspondiente a las estaciones del servicio fijo con licencia en Australia (Fig. 12) presenta niveles de interferencia mayores que en los primeros modelos teóricos de despliegue del servicio fijo. Esta diferencia se debe, al parecer, a que el número de ciudades utilizado en modelo teórico para Australia es mucho menor (8 comparado con las 157 en el caso de Estados Unidos de América), razón por la cual no incluye estaciones interferentes en zonas extensas del país, aparte de las pocas zonas urbanas en las que existe un número considerable de estaciones del servicio fijo con licencia de explotación.

4.4 Estudio basado en simulaciones número 3

A continuación se presentan los resultados de las simulaciones dinámicas para diversos despliegues de sistemas P-MP, P-P y móviles. Las simulaciones se dejaron funcionando hasta que se estabilizó la distribución acumulativa.

4.4.1 Sistemas del servicio fijo punto a multipunto

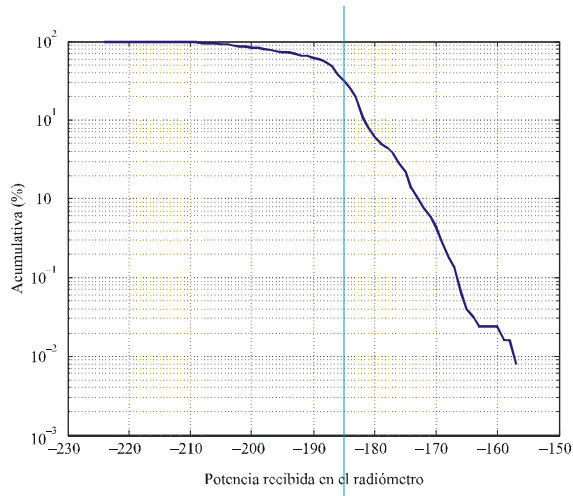
En las simulaciones dinámicas P-MP se tomaron 200 estaciones P-MP distribuidas uniformemente en una zona de Norte América (Canadá, Estados Unidos de América) y que funcionan en la banda pasiva compartida 10,6-10,68 GHz. En la zona urbana funcionan dos estaciones centrales y uno de los dos bloques de frecuencias queda comprendido en la anchura de banda del sensor pasivo. Cada estación central transmite 5 portadoras por sector (120°), lo que resulta en una potencia de transmisión de -3 dBW (-10 dBW + $10 \log(5)$) con una antena sectorial de ganancia máxima igual a 13 dBi. Cada estación de abonado transmite a una potencia de -10 dBW con una antena de potencia máxima igual a 26 dBi (con apertura del haz de 7°).

En la Fig. 13 se muestran las FDA producidas por los sistemas P-MP.

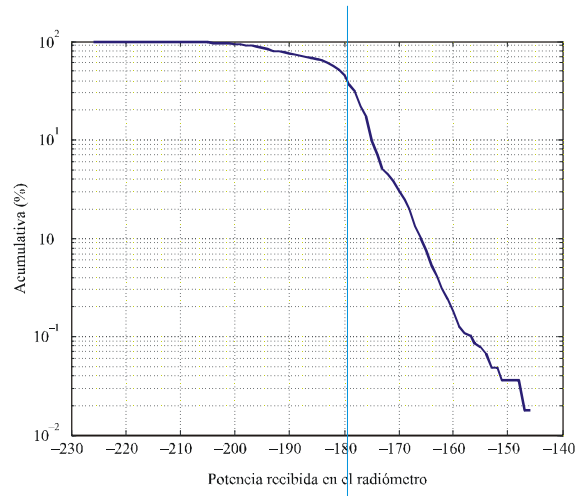
En el Cuadro 8 se comparan los resultados de estas simulaciones en cuanto al nivel de interferencia, I_{EES} , que se rebasa en el sensor pasivo en más de 0,1% de la zona de medición con los criterios de interferencia admisible estipulados en la Recomendación UIT-R RS.1029, y se indica la potencia máxima del transmisor del servicio fijo, P_t , a la que se cumple este criterio.

FIGURA 13

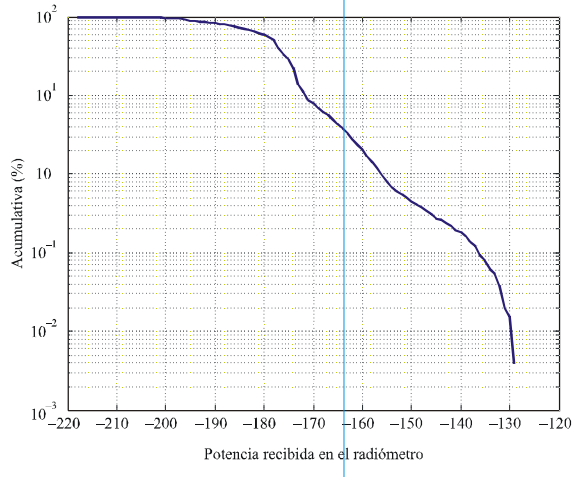
FDA de la interferencia P-MP causada a los sensores pasivos



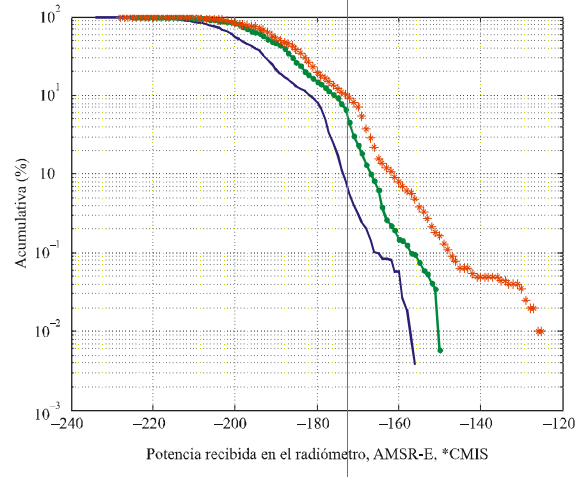
a) 200 estaciones centrales P- MP al sensor 1



b) 200 estaciones centrales P- MP al AMSR-E



c) 200 estaciones centrales P- MP al CMIS



d) 200 estaciones centrales P- MP al sensor 1, AMSR-E y CMIS

CUADRO 8

Resumen de los resultados de la simulación

Simulación	I_{EES} a 0,1%	Criterios del sensor actual		Criterios del sensor futuro	
		Margen	P_t máxima (dBW)	Margen	P_t máxima (dBW)
200 estaciones centrales P-MP al sensor 1	-167 dBW/100 MHz	Positivo	0	Positivo	-10
200 estaciones centrales P-MP al AMSR-E	-156 dBW/100 MHz	Positivo	-10	-10	-10
200 estaciones centrales P-MP al CMIS	-136 dBW/100 MHz	-20 dB	-30	-30	-40
200 estaciones de abonado P-MP al sensor 1	-166 dBW/100 MHz	Positivo	0	Positivo	-10
200 estaciones de abonado P-MP al AMSR-E	-157 dBW/100 MHz	Positivo	-10	-9	-19
200 estaciones de abonado P-MP al CMIS	-148 dBW/100 MHz	-8 dB	-18	-18	-28

4.4.2 Sistemas del servicio fijo punto a punto

En los modelos de despliegue del servicio fijo P-P se parte del supuesto de que hay 100 sistemas P-P. Estas estaciones P-P están uniformemente distribuidas dentro del rectángulo 40° N, 0° E y 60° N, 20° E. Cada estación transmite con una potencia de -3 dBW mediante una antena parabólica cuya ganancia máxima es de 50 dBi. Cabe observar que algunas estaciones fijas funcionan a menor potencia.

Pese a la carencia de información relativa al número de bloques de frecuencia que transmiten en la banda del sensor pasivo de 10,6-10,68 GHz, se supone que sólo se utiliza un bloque de frecuencia.

La Fig. 14 presenta las FDA de los sistemas P-P generadas por los sistemas P-P.

En el Cuadro 9 se comparan los resultados de estas simulaciones en cuanto al nivel de interferencia I_{EES} que se rebasa en el sensor pasivo en más del 0,1% de la zona de medición con los criterios de interferencia admisible estipulados en la Recomendación UIT-R RS.1029, y se indica la potencia máxima del transmisor del servicio fijo, P_t , a la que se cumple este criterio.

FIGURA 14a
FDA de la interferencia P-P causada
al sensor 1 (100 sistemas P-P)

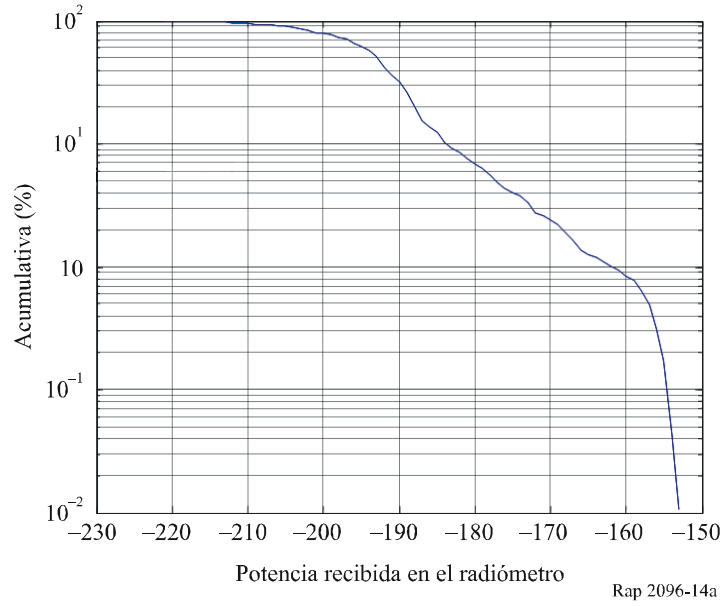
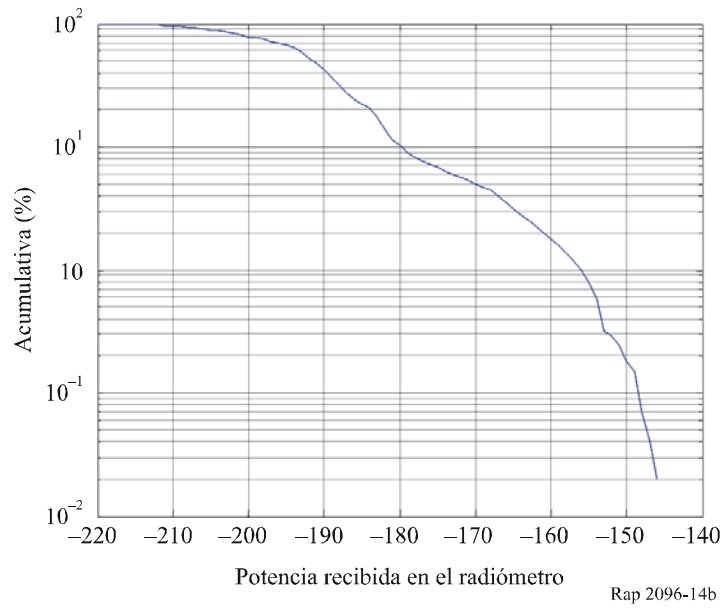
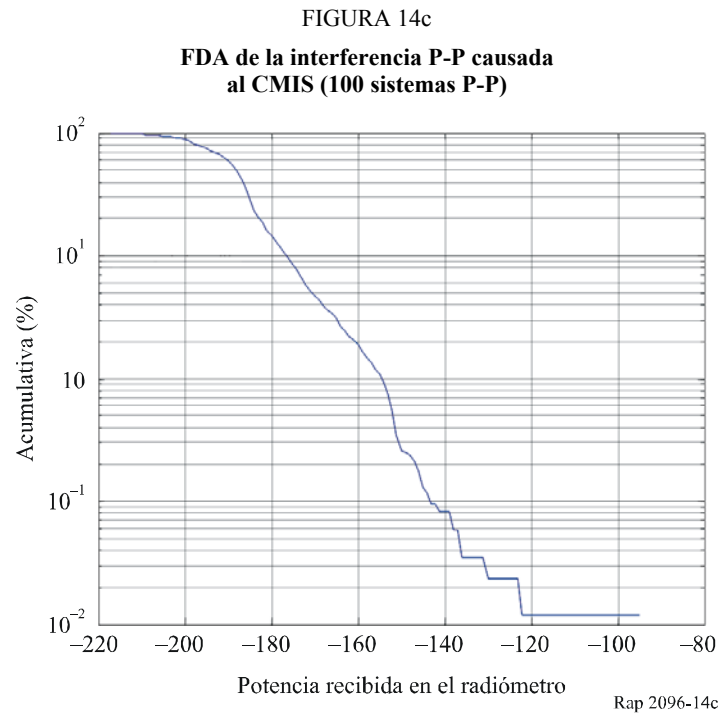


FIGURE 14b
FDA de la interferencia P-P causada
al AMSR-E (100 sistemas P-P)





CUADRO 9

Resumen de los resultados de la simulación

Simulación	I_{EES} a 0,1%	Criterios del sensor actual		Criterios del sensor futuro	
		Margen (dB)	P_t máxima (dBW)	Margen (dB)	P_t máxima (dBW)
100 P-P al sensor I	-155 dBW/100 MHz	0	-3	-11	-14
100 P-P al AMSR-E	-148 dBW/100 MHz	-8	-11	-18	-21
100 P-P al CMIS	-144 dBW/100 MHz	-12	-15	-22	-25

4.4.3 Sistemas móviles

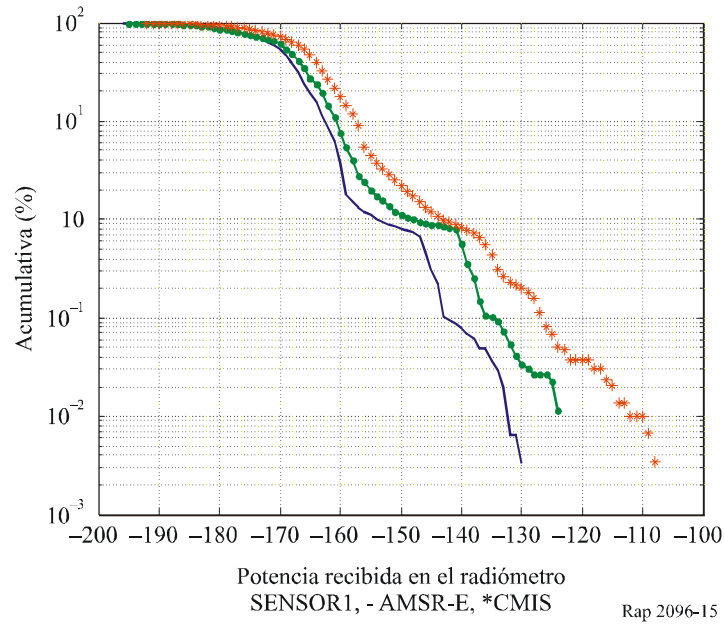
Se parte del supuesto de que la densidad de despliegue móvil consta de 100 enlaces vídeo distribuidos uniformemente en Europa. Cada estación transmite a -3 dBW con una ganancia de antena de 32 dBi (apertura del haz = $4,5^\circ$).

En la Fig. 15 se presenta la FDA producida por los sistemas móviles.

En el Cuadro 10 se comparan los resultados de estas simulaciones en cuanto al nivel de interferencia I_{EES} que se rebasa en el sensor pasivo en más del 0,1% de la zona de medición con los criterios de interferencia admisible estipulados en la Recomendación UIT-R RS.1029, y se indica la potencia máxima del transmisor del servicio fijo, P_t , a la que se cumple este criterio.

FIGURA 15

FDA de la interferencia causada por el servicio móvil a los sensores pasivos



CUADRO 10

Resumen de los resultados de la simulación

Simulación	I_{EESS} a 0,1%	Criterios del sensor actual		Criterios del sensor futuro	
		Margen (dB)	P_t máxima (dBW)	Margen (dB)	P_t máxima (dBW)
100 enlaces vídeo al sensor 1	-142 dBW/100 MHz	-14	-17	-24	-27
100 enlaces vídeo al AMSR-E	-135 dBW/100 MHz	-21	-24	-31	-34
100 enlaces vídeo al CMIS	-126 dBW/100 MHz	-30	-33	-40	-43

4.5 Estudio basado en la simulación número 4

A continuación se presentan los resultados de las simulaciones dinámicas para los sistemas de los servicios fijo y móvil. Se efectuaron las simulaciones durante un mes a intervalos de tiempo de 0,5 s.

4.5.1 Sistemas del servicio fijo punto a punto

Los estudios de compartición se efectuaron utilizando simulaciones dinámicas por computador con el fin de generar una función de distribución acumulativa (FDA) de los niveles de interferencia recibidos por un sensor pasivo AMSR-E con barrido cónico y procedentes de estaciones del servicio fijo mientras se toman medidas en una zona de medición de 10^7 km^2 , habida cuenta de los niveles de interferencia admisibles estipulados en la Recomendación UIT-R RS.1029. En los Cuadros 11 y 12 figuran las hipótesis adoptadas en los estudios de compartición. Las simulaciones se efectuaron durante un mes con un incremento de tiempo de 0,5 s.

CUADRO 11

Parámetros del SETS (pasivo) (AMSR-E/AQUA)

Parámetro	Valor
Altitud (km)	705
Inclinación orbital (grados)	98,2
Ganancia de la antena (dBi)	42,4
Diagrama de la antena	Véase la Fig. 3
Ángulo respecto al nadir (grados)	47,5
Gama de frecuencias (GHz)	10,6-10,68

CUADRO 12

Parámetros de las estaciones del servicio fijo

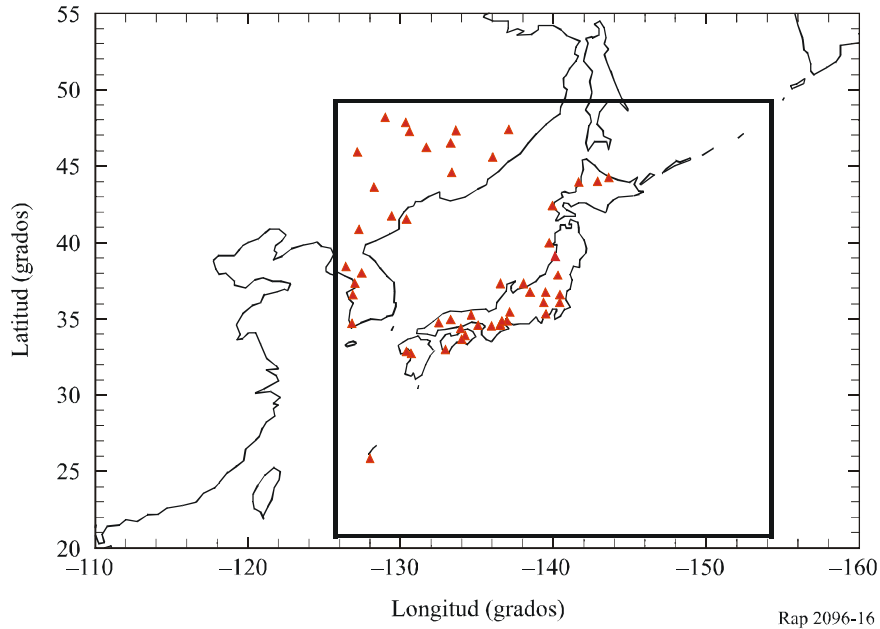
Parámetro	Valor
Potencia del transmisor (dBW)	-3,0
Anchura de banda (MHz)	18
Ganancia de la antena (dBi)	43.0
p.i.r.e. (dBW)	40.0
Ángulo de elevación (grados)	0~20° (distribución uniforme)
Dirección acimut (grados)	0~360° (véase la Nota 1)
Diagrama de la antena	Recomendación UIT-R F.1245
Número de estaciones	51 estaciones (véase la Nota 2)
Distribución	Uniforme
Factor de actividad (%)	100

NOTA 1 – La dirección acimut de cada estación es aleatoria en 360°.

NOTA 2 – El número de estaciones (51) se ha obtenido de que existen 32 estaciones en Japón y 19 fuera de este país. El número de estaciones en países extranjeros se calcula a partir de la relación entre la población de Japón y la de los países extranjeros en la zona de medición (véase la Fig. 16).

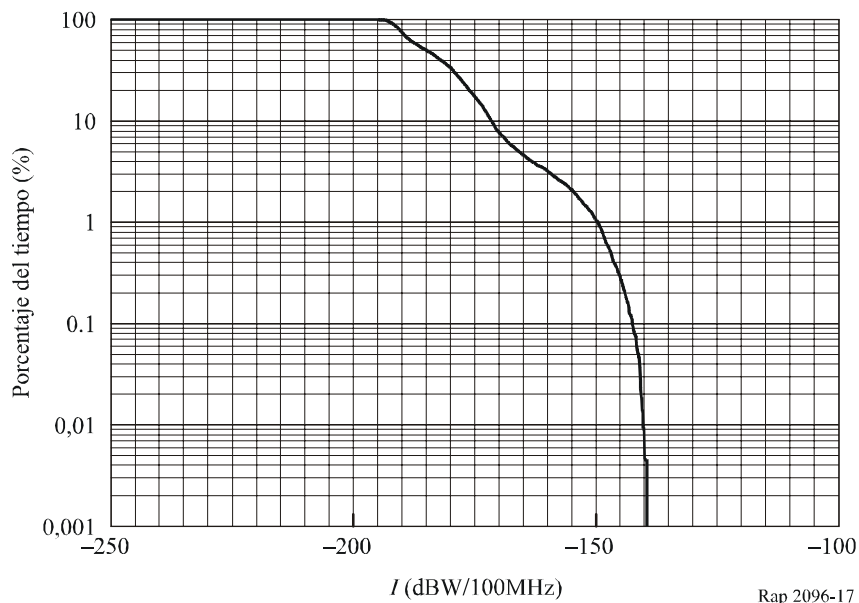
La curva de FDA así calculada para las estaciones del servicio fijo indicadas en la Fig. 16 se muestra en la Fig. 17.

FIGURA 16
Despliegue de estaciones del servicio fijo
(32 estaciones en Japón y 19 fuera de este país)



Rap 2096-16

FIGURA 17
Curva de las FDA de interferencia causada
por las estaciones del servicio fijo



Rap 2096-17

En el Cuadro 13 se muestra los porcentajes de tiempo de 2,3% y 5,1% en los que la interferencia rebasa los niveles admisibles de -156 dBW/100 MHz y -166 dBW/100 MHz, respectivamente.

En el Cuadro 14 se muestran las diferencias respecto a los niveles de interferencia admisibles, la potencia del transmisor y la p.i.r.e. que cumplen los criterios de interferencia. En relación con el nivel de interferencia admisible de los futuros sensores pasivos de -166 dBW/100 MHz, existe un margen negativo de unos -24 dB, la potencia del transmisor no es mayor que -27 dBW y la p.i.r.e. no supera los 16 dBW. En lo que respecta al nivel de interferencia admisible para los actuales sensores pasivos es de -156 dBW/100 MHz, existe un margen negativo de unos -14 dB, la potencia de transmisión no supera los -17 dBW aproximadamente y la p.i.r.e. es inferior a unos 26 dBW.

El margen negativo puede reducirse utilizando los siguientes elementos que no se emplearon en la simulación:

- control automático de la potencia del transmisor (ATPC) o control de la configuración de potencia;
- polarizaciones distintas;
- atenuación en el alimentador del transmisor del servicio fijo.

CUADRO 13

Porcentaje de tiempo en que la interferencia rebasa los niveles admisibles

Niveles de interferencia admisibles (dBW/100 MHz)	Porcentaje de tiempo (%)
-166	5,1
-156	2,3

CUADRO 14

Diferencia respecto a los niveles de interferencia admisible, potencia del transmisor y p.i.r.e. que cumplen los criterios de interferencia

Niveles de interferencia admisibles (dBW/100 MHz)	Nivel de interferencia durante 0,1% (dBW/100 MHz)	Diferencia respecto a los niveles de interferencia admisibles (dB)	Potencia del transmisor (dBW)	p.i.r.e. (dBW)
-166	-142,4	23,6	-26,6	16,4
-156	-142,4	13,6	-16,6	26,4

4.5.2 Sistemas móviles

Los estudios de compartición se efectuaron utilizando simulaciones dinámicas por computador con el fin de generar una función de distribución acumulativa (FDA) de los niveles de interferencia recibidos por un sensor pasivo AMSR-E con barrido cónico y procedentes de estaciones del servicio móvil desplegadas (del tipo ENG/OB), mientras se toman medidas en una zona de medición de 10^7 km², habida cuenta de los niveles de interferencia admisibles estipulados en la Recomendación UIT-R RS.1029. En los Cuadros 15 y 16 figuran las hipótesis adoptadas en los estudios de

compartición. En lo que respecta al diagrama de la antena, las estaciones móviles en esta banda utilizan otros tipos de antenas además de las parabólicas, tales como omnidireccionales, de hélice y de bocina, y las simulaciones se efectuaron para antenas de tipo parabólica y no direccional. Las simulaciones se efectuaron durante un mes a intervalos de tiempo de 0,5 s.

CUADRO 15

Parámetros del SETS (pasivo) (AMSR-E/AQUA)

Parámetro	Valor
Altitud (km)	705
Inclinación orbital (grados)	98,2
Ganancia de la antena (dBi)	42,4
Diagrama de la antena	Véase la Fig. 3
Ángulo respecto al nadir (grados)	47,5
Gama de frecuencias (GHz)	10,6-10,68

CUADRO 16

Parámetros de las estaciones del servicio móvil

Parámetro	Valor	
Potencia del transmisor (dBW)	-3,0	
Anchura de banda (MHz)	18	
Tipo de antena	Antena parabólica	Antena omnidireccional
Ganancia de antena (dBi)	35,0	0
p.i.r.e. (dBW)	32,0	-3
Ángulo de elevación (grados)	-90~ 90°	
Dirección acimut (grados)	0~360° (véase la Nota 1)	
Diagrama de la antena	Recomendación UIT-R F.1245	Omnidireccional 0 dBi
Número de estaciones	628 estaciones en Japón y 354 fuera de Japón (véase la Nota 2)	
Distribución	Uniforme	
Factor de actividad (%)	0,34 (véase la Nota 3)	

NOTA 1 – La dirección acimut de cada estación es aleatoria en 360°.

NOTA 2 – El número de estaciones en países extranjeros se ha calculado teniendo en cuenta la relación entre la población en Japón y en países extranjeros en la zona de medición (véase la Fig. 18).

NOTA 3 – Este valor se basa en las estadísticas de utilización de las estaciones del servicio móvil en Japón. Es la relación de horas de funcionamiento de la estación en la banda 10,6-10,68 GHz durante el año respecto al número total de horas en un año.

FIGURA 18a

Despliegue de estaciones móviles

(Factor de actividad 100%, 628 estaciones en Japón y 354 estaciones fuera de Japón)

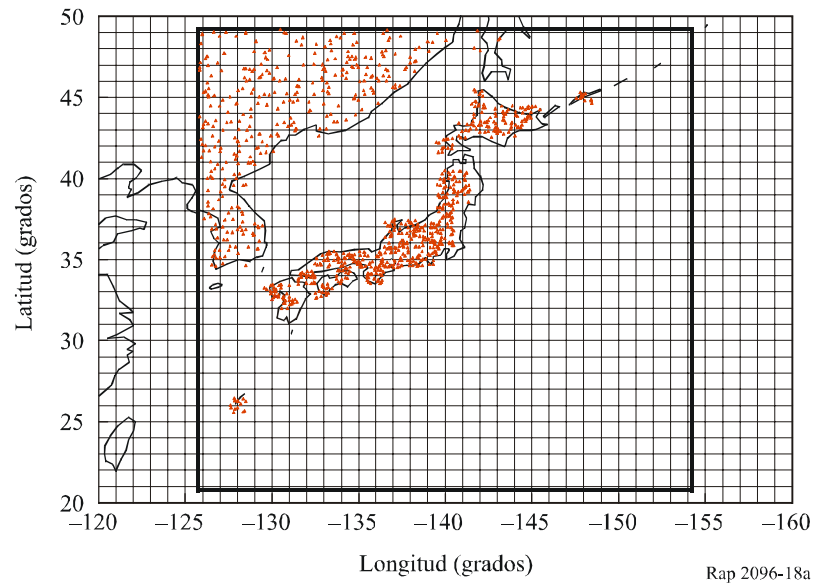
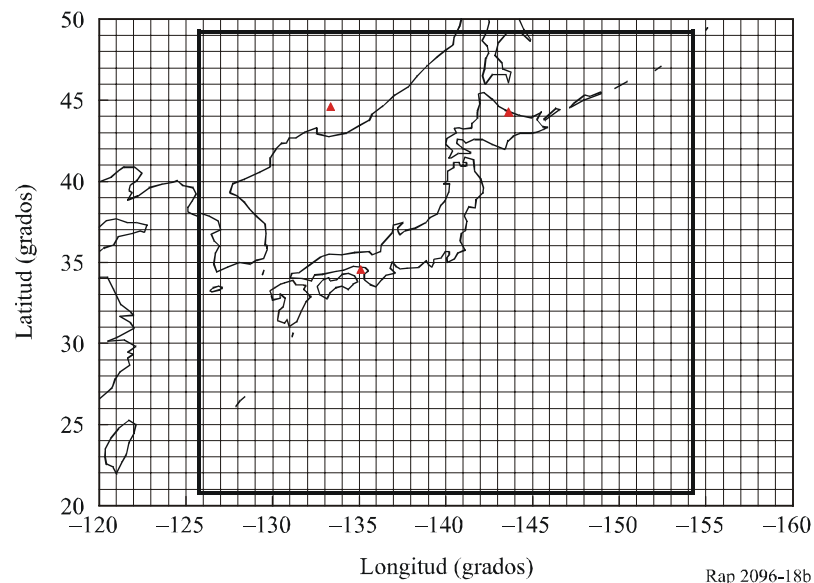


FIGURA 18b

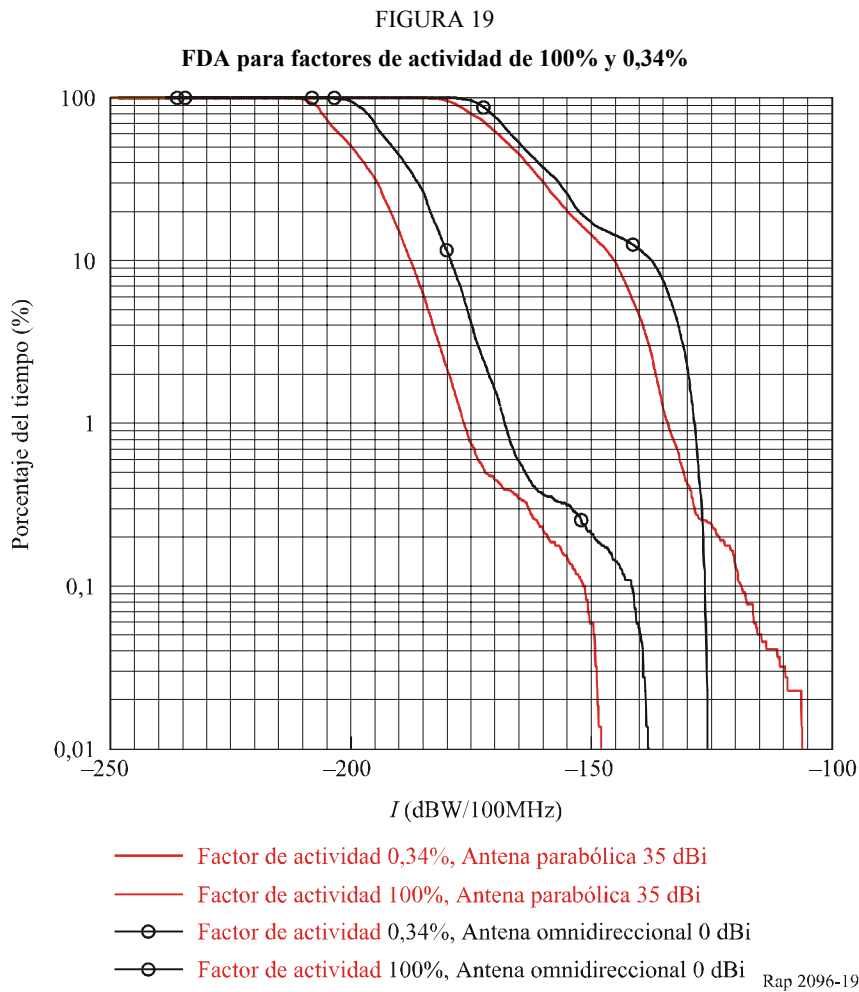
Despliegue de estaciones móviles

(Factor de actividad 0,34%, dos estaciones en Japón y una estación fuera de Japón)



En la Fig. 19 se muestra la curva de la FDA en las Fig. 18a y 18b calculada para las estaciones del servicio móvil desplegadas indicada. En la Fig. 18b se muestran tres estaciones móviles seleccionadas de manera aleatoria con un factor de actividad de 0,34%. En la Fig. 19 se indican la diferencia entre las curvas de la FDA con factores de actividad del 100% y 0,34% para dos diagramas de antena diferentes.

En el Cuadro 17 se muestran los porcentajes de tiempo en los que la interferencia rebasa el nivel admisible de -156 dBW/100 MHz para los actuales sensores pasivos con factores de actividad de 0,34% y 100%. En el caso del factor de actividad de 0,34%, el porcentaje de tiempo durante el cual la interferencia rebasa -156 dBW/100 MHz es del 0,16% con antena parabólica y del 0,32% con antena omnidireccional.



CUADRO 17

Porcentaje de tiempo en que la interferencia rebasa el nivel admisible

Factor de actividad (%)	Tipo de antena	Nivel de interferencia admisible (dBW/100 MHz)	Porcentaje de tiempo (%)
0,34	Parabólica 35 dBi	-156	0,16
		-166	0,37
	Omnidireccional 0 dBi	-156	0,32
		-166	0,675
100	Parabólica 35 dBi	-156	21,9
		-166	48,2
	Omnidireccional 0 dBi	-156	28,1
		-166	57,0

En el Cuadro 18 se muestran las diferencias con respecto a los niveles de interferencia admisibles, la potencia de transmisor y la p.i.r.e. que cumplen los criterios de interferencia. Cuando se considera criterio de interferencia -156 dBW/100 MHz, con un factor de actividad de 0,34% existe un margen negativo de $-4,4$ dB en el caso de antena parabólica y de $-14,4$ dB en el caso de antena omnidireccional.

CUADRO 18

Diferencias con respecto a los niveles de interferencia admisibles, a potencia de transmisor y la p.i.r.e. que cumplen los criterios de interferencia

Factor de actividad (%)	Tipo de antena	Nivel de interferencia para 0,1% (dBW/100 MHz)	Nivel de interferencia admisible (dBW/100 MHz)	Diferencia respecto a los niveles de interferencia admisibles (dB)	Potencia del transmisor (dBW)	p.i.r.e. (dBW)
0,34	Parabólica 35 dBi	-151,6	-156	4,4	-7,4	27,6
			-166	14,4	-17,4	17,6
	Omnidireccional 0 dBi	-141,6	-156	14,4	-17,4	-17,4
			-166	24,4	-27,4	-27,4
100	Parabólica 35 dBi	-119	-156	37	-40	-5
			-166	47	-50	-15
	Omnidireccional 0 dBi	-126	-156	30	-33	-33
			-166	40	-43	-43

Las principales causas de que niveles de interferencia sean más elevados son el acoplamiento entre el haz principal del sensor pasivo a bordo de la aeronave y el nivel del lóbulo lateral de las estaciones del servicio móvil cuando el factor de actividad es pequeño.

En este criterio de interferencia, pueden compensarse un margen negativo de unos $-4,4$ dB o $-14,4$ dB mediante la técnica adecuada de configuración de potencia u otras posibles técnicas de mitigación que no se han empleado en esta simulación.

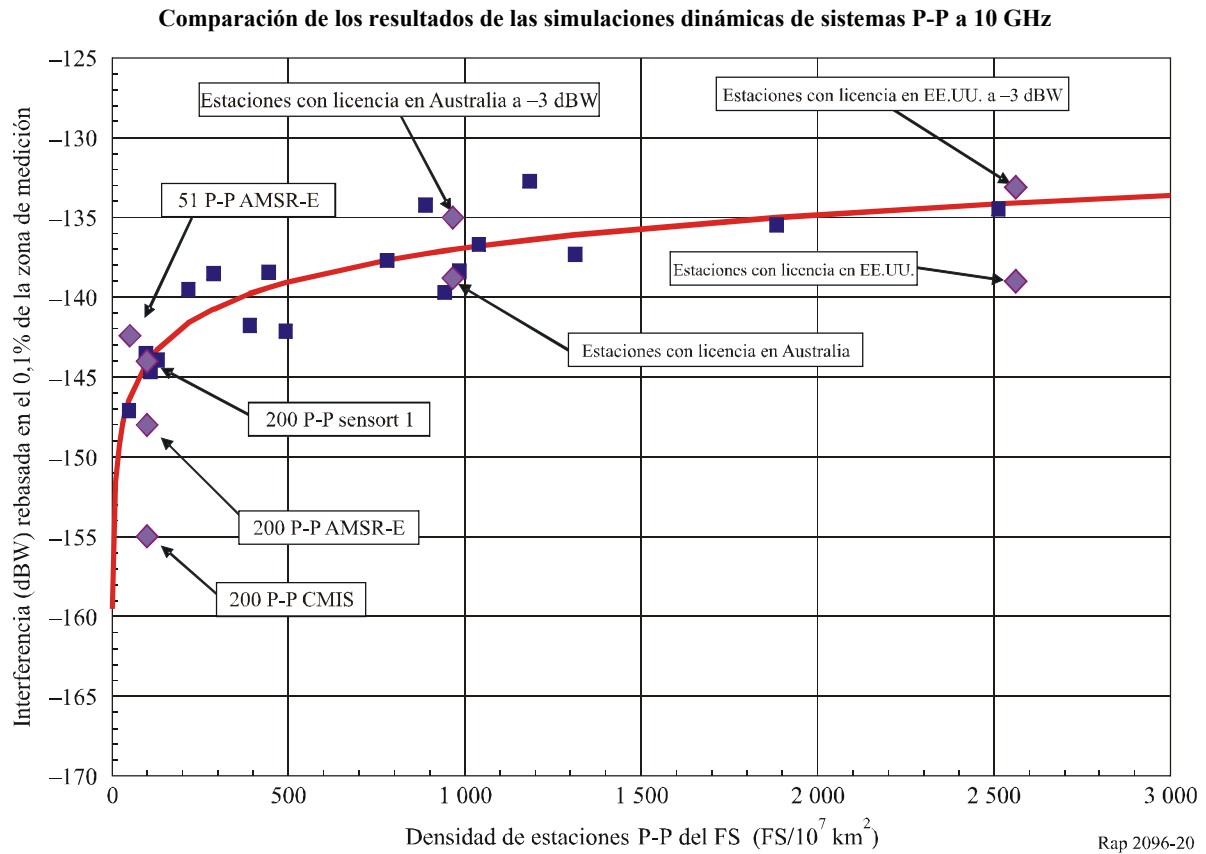
Para la compartición con el SETS (pasivo) no se recomienda utilizar antenas omnidireccionales.

Se ha detectado que existe un margen negativo de $-14,4$ dB relativo al nivel de interferencia admisible de -156 dBW/100 MHz para los actuales sensores pasivos. Cuando las estaciones del servicio móvil utilizan diversos tipos de antenas, los valores medios que rebasan el nivel de interferencia admisible pueden hallarse entre los niveles correspondientes a los dos casos de antenas.

4.6 Resumen de los resultados del estudio de compartición

En la Fig. 20 se muestran los resultados procedentes de las simulaciones dinámicas de § 4.2.1 realizadas para los modelos de despliegue del servicio fijo P-P; se representa la potencia de interferencia que rebasa el 0,1% de la zona de medición, determinada a partir de cada FDA e indicada en la figura mediante puntos, con respecto a la densidad de estaciones del servicio fijo en la simulación con la que se generó la FDA. Los niveles de interferencia se normalizaron a la potencia de transmisión del servicio fijo de -3 dBW y, cuando se disponía de varias FDA resultantes de distintas simulaciones con la misma densidad de estaciones del servicio fijo, se representó el valor medio de los niveles de interferencia para dicha densidad. Estos resultados se han de examinar habida cuenta del nivel admisible estipulado en la Recomendación UIT-R RS.1029 de -156 dBW/100 MHz correspondiente a este porcentaje. En la figura también se representa la curva que mejor se ajusta a estos datos, que obedece a una función de tipo $I = a * x^b$, siendo I la potencia de interferencia, x es la densidad de despliegue del servicio fijo y a y b constantes. Asimismo, se incluyen los resultados de las simulaciones dinámicas basadas en los datos de la estación con licencia en Australia y Estados Unidos de América que figuran en § 4.2, cuyos puntos se basan en la potencia real indicada en la licencia suponiendo que cada estación funciona a una potencia de transmisión de -3 dBW a los efectos de comparar con otros resultados de la simulación, y con los resultados de las simulaciones de los sistemas P-P indicados en § 4.1, 4.3 y 4.4. Los resultados de estos estudios basados en los datos de las estaciones con licencia en la banda 10,6-10,68 GHz son coherentes con los primeros estudios basados en modelos teóricos y parecen sentar las bases par determinar gamas razonables de las densidades de despliegue del servicio fijo en casos teóricos de despliegue de otras simulaciones dinámicas.

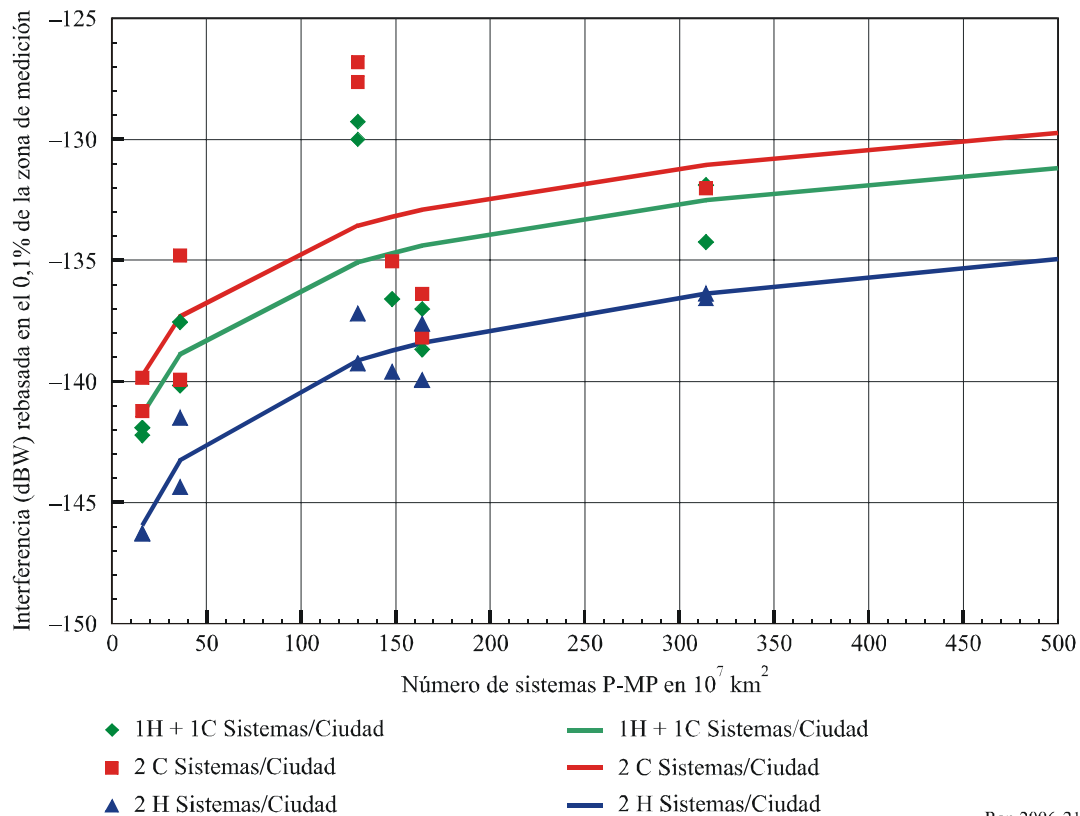
FIGURA 20



La Fig. 21 muestra los resultados de las simulaciones dinámicas realizadas para los modelos de despliegue del servicio fijo P-MP indicados en § 4.2.2 y en la Fig. 7 se representan las FDA resultantes del despliegue del servicio fijo punto a multipunto (P-MP) alrededor de las principales ciudades en seis partes distintas del mundo. La potencia de interferencia que se rebasa en 0,1% de la zona de medición se determinó a partir de cada FDA y se representa mediante puntos en la Fig. 21 respecto a la densidad de sistemas P-MP en la simulación con la que se generó la FDA. La Fig. 21 también muestra la curva que mejor se ajusta a estos puntos. «H» indica una estación central y «C» una estación cliente para las tres posibles configuraciones de los dos canales radioeléctricos P-MP que están comprendidos dentro de la banda 10,6-10,68 GHz del SETS (pasivo).

FIGURA 21

Comparación de los resultados de la simulación dinámica P-MP



En cada uno de los estudios precedente se compara el nivel de interferencia que recibe el receptor del SETS (pasivo) con los niveles de interferencia admisibles especificados en la Recomendación UIT-R RS.1029. Ahora bien, al evaluar los resultados de estos estudios, es preciso tomar en consideración otros factores.

En primer lugar, en todas las simulaciones la interferencia recibida por el sensor pasivo se calcula mediante la potencia media integrada en el radiómetro. Así pues, el valor de las potencia del transmisor del servicio fijo en las simulaciones dinámicas debe interpretarse como un nivel de potencia medio. Sin embargo, los límites reglamentarios se suelen especificar en niveles de potencia de cresta, que son entre 2 y 4 dB mayores que el nivel medio (promedio) de las transmisiones digitales. En segundo lugar, los haces de la antena del sensor pasivo tienen polarización lineal con un elevado nivel de polarización pura, mientras que la interferencia del servicio fijo se debe normalmente al lóbulo lateral o posterior de la estación cuya polarización está muy poco o nada definida. Este factor, que podría reducir los niveles de interferencia calculados en 2 ó 3 dB, no se incluye en general en los cálculos de interferencia. Por último, en dos simulaciones basadas en las estaciones del servicio fijo con licencia en la banda 10,6-10,68 GHz, se observó que el nivel de interferencia del sensor pasivo calculado con los niveles de potencia indicados en la licencia era 3,8-6,4 dB inferior al nivel de interferencia correspondiente al 0,1% de la FDA calculada suponiendo que cada estación transmitía a un nivel igual al reglamentario. Los resúmenes de los estudios de simulación utilizan las funciones de distribución acumulativa de la interferencia en el sensor pasivo obtenidos de las simulaciones dinámicas con el fin de determinar la potencia máxima del servicio fijo con la que se satisface los criterios de interferencia admisible especificados en la Recomendación UIT-R RS.1029 cuando todas las estaciones funcionan con el mismo nivel de potencia. Habida cuenta de los tres factores mencionados, los niveles de potencia utilizados al

establecer los límites recomendados de las potencias de transmisión de cresta que se aplicará como medida reglamentaria será equivalente a aplicar una potencia media de unos 7,8 a 13,4 dB inferior a estos niveles admisibles de potencia de transmisión determinados mediante el ajuste de las FDA de interferencia obtenidas en las simulaciones dinámicas.

En el Cuadro 19 se resumen los estudios de compartición descritos anteriormente. En cada estudio de simulación, las dos primeras columnas se utilizan para identificar el tipo de estación del servicio fijo o móvil considerada en la simulación y la potencia del transmisor del servicio fijo o móvil de cada estación en el modelo de despliegue del servicio fijo o móvil. En algunos de estos estudios, se realizaron simulaciones dinámicas para diversas densidades de despliegue del servicio fijo basado en el número de ciudades importantes en diferentes zonas de medición y el número de canales radioeléctricos disponible en cada ciudad con arreglo a los planes de canales del UIT-R. En el cuadro se indica la mayor y la menor densidades de estaciones del servicio fijo utilizadas en las simulaciones incluidas en cada uno de los estudios. Para cada simulación dinámica se obtuvo una FDA de la interferencia recibida por el sensor pasivo, I_{EES} . El nivel de I_{EES} rebasado el 0,1% de la zona de medición del sensor pasivo se indica en el Cuadro 19, en el caso en que se realizaron simulaciones para diversas densidades de despliegue de estaciones del servicio fijo, los valores máximo y mínimo de I_{EES} en 0,1%. En el cuadro también se indica las potencias máxima y mínima calculadas del transmisor del servicio fijo que satisfacen los criterios de interferencia admisible de -156 dBW estipulados en la Recomendación UIT-R RS.1029 para los sensores pasivos utilizados en la actualidad que corresponden a los valores máximo y mínimo de los niveles de interferencia del sensor pasivo obtenidos a partir de las FDA de simulación.

A continuación se describen dos factores de corrección, uno para polarizaciones distintas (2-3 dB) y otro para la distribución de los niveles de potencia según las licencias (3,8-6,4 dB). Estos factores son aplicables para utilizar las FDA de interferencia desarrolladas mediante estas simulaciones dinámicas con el fin de definir posibles criterios de compartición. En el Cuadro 19, las columnas de la derecha indican la gama de niveles de potencia del servicio fijo/servicio móvil admisibles que se han calculado para cada simulación, de modo que el valor más pequeño corresponde al menor nivel de transmisión del servicio fijo ajustado y el factor de corrección combinado más pequeño de 5,8 dB y el valor más grande corresponde al mayor nivel de transmisión del servicio fijo ajustado y el mayor factor de corrección combinado de 9,4 dB. Obsérvese además que todos los niveles de potencia utilizados en el Cuadro 19 son niveles medios integrados por el radiómetro del sensor pasivo durante cada medición y que en la sección 4 se describe otro factor de corrección cuando se desea expresar los criterios de compartición en niveles de potencia de cresta. En el caso de P-MP, «H» indica estación central y «C» estación cliente para las tres configuraciones posibles (1H + 1C, 2H o 2C) para los dos canales radioeléctricos P-MP en la banda 10,6-10,68 GHz del STES (pasivo).

CUADRO 19

Resumen de los resultados de los estudios por simulación a 10 GHz

Estudio por simulación a 10 GHz N°	NOTAS	Potencia del transmisor P_t (dBW)	Densidad de estaciones del servicio fijo/servicio móvil por 10^7 km ²	I_{EES} para 0,1% en dBW	Máxima P_t (dBW) para cumplir los niveles de protección de la Rec. UIT-R RS.1029	Máxima P_t (dBW) habida cuenta del factor de corrección 5,8-9,4 dB
1	P-P	-3	48 a 2 512	-151 a -130,5 ⁽¹⁾	-8 a -28,5 ^(5a) -18 a -38,5 ^(5b)	-22,7 a 1,4 -32,7 a -8,6
1	P-MP (1H1C)	-3	16 a 314	-142,2 a -129,3 ⁽¹⁾	-16,8 a -29,7 ^(5a) -26,8 a -39,7 ^(5b)	-23,9 a -7,4 -33,9 a -17,4
1	P-MP (2C)	-10	16 a 314	-141,2 a -126,8 ⁽¹⁾	-24,8 a -39,2 ^(5a) -34,8 a -49,2 ^(5b)	-33,4 a -15,4 -43,4 a -25,4
1	P-MP (2H)	-3	16 a 314	-146,3 a -136,4 ⁽¹⁾	-12,7 a -22,6 ^(5a) -22,7 a -32,6 ^(5b)	-16,8 a -3,3 -26,8 a -13,3
2	Base de datos Australia	-3	966	-135,2	-23,8 ^(5a) -33,8 ^(5b)	-18 a -14,4 -28 a -24,4
2	Base de datos Estados Unidos de América	-3	2 652	-132,9	-26,1 ^(5a) -36,1 ^(5b)	-20,3 a -16,7 -30,3 a -26,7
3	200 P-MP	-10	200	-167 a -136 ⁽³⁾	-10 a -30 ^(5a) -10 a -40 ^(5b)	-4,2 a -20,6 -4,2 a -30,6
3	100 P-P	-3	100	-155 a -144 ⁽³⁾	-3 a -15 ^(5a) -14 a -25 ^(5b)	2,8 a -5,6 -8,2 a -15,6
3	100 móvil	-3	100	-142 a -126 ⁽³⁾	-17 a -33 ^(5a) -27 a -43 ^(5b)	-11,2 a -23,6 -21,2 a -33,6
4	51 P-P	-3	51	-142,4	-16,6 ^(5a) -26,6 ^(5b)	-10,8 a -7,2 -20,8 a -17,2
4	982 móvil	-3	100	-126 ó -119	-33 ó -40 ^(5a) -43 ó -50 ^(5b)	-27,2 a -23,6 -37,2 a -33,6
4	3 móvil	-3	100	-151,6 ó -141,6	-7,4 ó -17,4 ^(5a) -17,4 a -27,4 ^(5b)	-1,6 a 2 -11,6 a -8

(1) Gama de densidades del servicio fijo y diferentes sensores.

(2) Valores para dos densidades del servicio fijo.

(3) Valores para tres sensores diferentes.

(4) Los valores de la potencia del servicio fijo son valores «medios», mientras que los de la potencia del servicio móvil son valores «de cresta».

(5a) Valores obtenidos utilizando el criterio de -156 dBW/100 MHz de la Recomendación UIT-R RS.1029.

(5b) Valores obtenidos utilizando el criterio de -166 dBW/100 MHz de la Recomendación UIT-R RS.1029.

En varios casos, los niveles de potencia admisibles indicados en las columnas de la derecha del Cuadro 19 rebasan el nivel de potencia del servicio fijo empleado en el estudio de las simulaciones, y puede llegarse a la conclusión de que la compatibilidad entre el servicio fijo y el SETS (pasivo) ha quedado demostrado en estas bandas. En aquellos casos en que los niveles de potencia admisibles eran inferiores a los niveles de potencia del transmisor del servicio fijo, se examinaron las FDA de interferencia generadas mediante la simulación para determinar la incidencia sobre los actuales sensores pasivos en cuanto al porcentaje de la zona de medición en que la interferencia rebasa el nivel de potencia admisible de -156 dBW (o -166 dBW) cuando la potencia del transmisor del servicio fijo se limita al valor adoptado en las simulaciones o, en el caso de la simulación número 4, los valores de las licencias de las estaciones que se especifican en niveles de potencia de cresta. La gama de valores de porcentaje para la simulación número 2 abarca la gama de densidades de despliegue de estaciones del servicio fijo, cuya gama de valores en la simulación número 3 representa la incidencia sobre los diferentes sensores pasivos para el mismo modelo de despliegue. Estos resultados se presentan en el Cuadro 20.

CUADRO 20

Porcentaje de la zona de medición en que la potencia de interferencia rebasa el nivel admisible

Estudio por simulación a 10 GHz N°	Tipo servicio fijo/ servicio móvil	Potencia del transmisor P_t en dBW	Densidad de estaciones del servicio fijo/ servicio móvil por 10^7 km ²	Porcentaje de la zona de medición en que se rebasa -156 dBW	Porcentaje de la zona de medición en que se rebasa -166 dBW
1	P-P	-3	48 a 2 512	< 0,1 a 13	0,4 a 30
1	P-MP (1H1C)	-3	16 a 314	0,2 a 13	0,2 a 20
1	P-MP (2C)	-10	16 a 314	0,2 a 13	0,2 a 20
1	P-MP (2H)	-3	16 a 314	0,1 a 10	0,8 a 10
2	Base de datos de Australia	-3	966	1,8	0,5 a 20
2	Base de datos de Estados Unidos de América	-3	2 652	3,6	10 a 30
3	200 P-MP	-10	200	< 0,1 a 0,8	0,1 a 11
3	100 P-P	-3	100	< 0,1 a 0,6	1 a 5
3	100 móvil	-3	100	1 a 3	11 a 50
4	51 P-P	-3	51	1,1	3,3
4	982 móvil (antena 35 dBi)	-3	982	14,6	31
4	982 móvil (antena omnidireccional 0 dBi)	-3	982	17,44	38
4	3 móvil (35 dBi antena)	-3	3	0,06	0,2
4	3 móvil (antena omnidireccional 0 dBi)	-3	3	0,22	0,4

5 Técnicas de mitigación

5.1 Servicio de exploración de la Tierra por satélite (pasivo)

Los sensores actuales y futuros integran la señal recibida en el satélite, por lo que es imposible distinguir las emisiones naturales de las artificiales. Si la interferencia rebasa los niveles admisibles, existe el riesgo de obtener mediciones incorrectas en diversas zonas que pueden afectar a la fiabilidad de las previsiones meteorológicas u otras aplicaciones científicas que utilizan los datos obtenidos de los sensores. No existen técnicas de eficacia probada que permitan identificar las mediciones de los sensores pasivos afectadas por interferencia y reducir los efectos de estas mediciones en las predicciones meteorológicas y otros estudios científicos que emplean estos datos.

Por consiguiente, las técnicas de reducción aplicables al SETS (pasivo) consisten principalmente en métodos para reducir el nivel de interferencia en el satélite.

Se han examinado y evaluado diversas características técnicas y operativas de los instrumentos del SETS (pasivo) con el fin de obtener los siguientes métodos para reducir o minimizar la probabilidad de interferencia:

- Limitar el ángulo de incidencia máximo, con lo que se mantiene controlada la amplitud de acoplamiento directo entre los servicios terrenales activos y el receptor del SETS (pasivo). En cambio, al reducir los ángulos de puntería con respecto al nadir de los sensores pasivos con barrido cónico por debajo de los valores de diseño, no se reducen considerablemente los niveles de interferencia.
- Exigir una eficacia mínima del haz principal, con lo que se podría controlar directamente la forma del diagrama de la antena y reducir así la potencia de interferencia recibida fuera de la región del haz principal.
- Limitar la resolución espacial, lo que podría disminuir la probabilidad o el número de elementos interferentes, para un cierto tamaño de píxel del instrumento del SETS (pasivo).
- Mejorar el funcionamiento del lóbulo lateral de la antena del SETS (pasivo), logrando así reducir los niveles de interferencia. Por ejemplo, al comparar el diagrama de la antena de referencia elaborado para el SETS (pasivo) y el diagrama de antena del SFS, especificado en la Recomendación UIT-R S.672³, se observa que la reducción del nivel del lóbulo lateral da lugar a un menor porcentaje de interferencia.

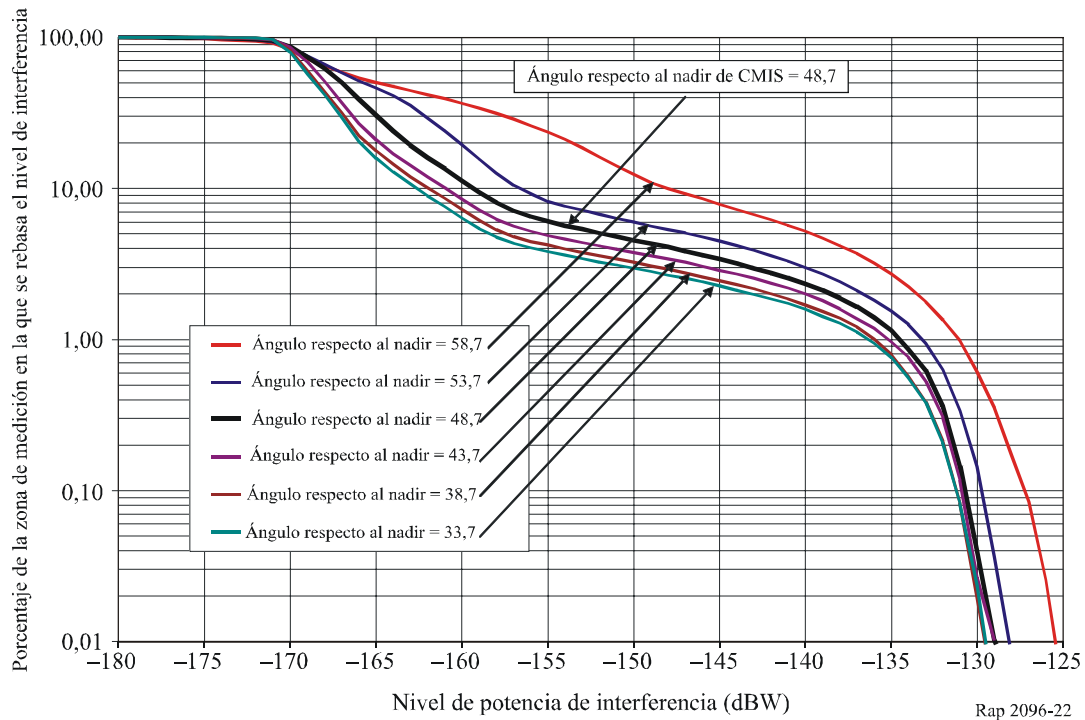
El haz principal de los sensores pasivos con barrido cónico intersecta la superficie de la Tierra a un ángulo de elevación constante que queda determinado por la altitud del satélite y el ángulo de puntería respecto al nadir de la antena receptora. Para examinar la incidencia de estas variaciones del ángulo de elevación del servicio fijo, se volvió a efectuar una de las simulaciones indicadas previamente para diversos ángulos de puntería con respecto al nadir del sensor pasivo, que varían entre 15° por debajo y 10° por arriba del ángulo de 48,7° respecto al nadir del sensor CMIS. Los resultados de estas simulaciones se muestran en la Fig. 22.

Como puede verse en la figura, la reducción del ángulo respecto al nadir del CMSI no reduce considerablemente el nivel de interferencia. Ahora bien, la reducción podría menguar considerablemente la zona barrida por el sensor pasivo y la superficie de la zona en la que se recaban datos al pasar cada satélite. Al aumento el ángulo respecto al nadir del CMIS no parece que incrementar significativamente los niveles de interferencia.

³ Recomendación UIT-R S.672 – Diagramas de radiación de antenas de satélite para utilizar como objetivo de diseño en el servicio fijo por satélite que emplea satélites geoestacionarios.

FIGURA 22

Interferencia en función del ángulo respecto al nadir del SETS



5.2 Servicio fijo

Se han examinado y evaluado diversas características técnicas y operativas de las estaciones del servicio fijo con el fin de obtener los siguientes métodos para reducir o minimizar la probabilidad de interferencia en las operaciones que funcionan en esta banda:

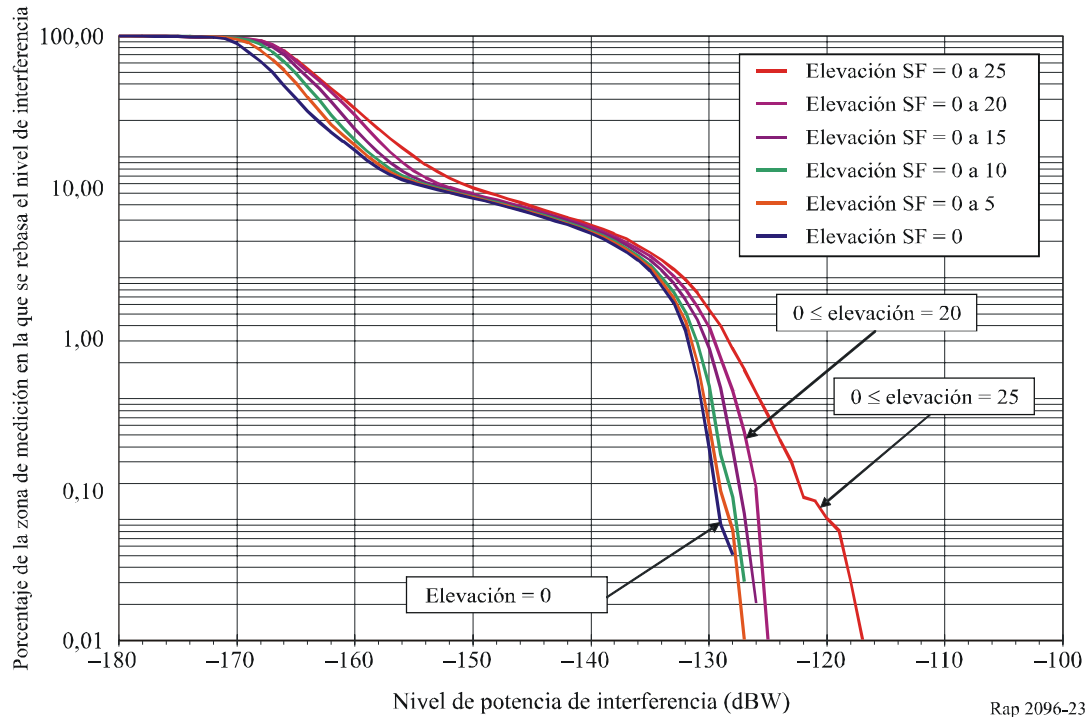
- Limitar la p.i.r.e. máxima de la estación del servicio fijo.
- Imponer un valor máximo del ángulo de elevación del haz principal de la estación del servicio fijo; no obstante, en el caso de una distribución uniforme de ángulos de elevación del servicio fijo, situación poco realista y negativa para los estudios de compartición, los niveles de interferencia causada a un sensor pasivo de barrido cónico no aumentan considerablemente siempre que el ángulo de elevación del servicio fijo no rebase los 20° aproximadamente.
- Exigir que la potencia de transmisión del servicio fijo tenga un valor tal que cumpla el nivel deseado de la señal recibida en condiciones de cielo despejado con un determinado margen de desvanecimiento; este método permitiría reducir considerablemente los niveles de interferencia causada al sensor pasivo.

En las simulaciones de interferencia precedentes se ha partido del supuesto de que todos los transmisores del servicio fijo funcionan con un ángulo de elevación igual a 0°. Sin embargo, en los sistemas reales cabe prever cierta variación de dicho ángulo. Para examinar cómo afectan estas variaciones del ángulo de elevación del servicio fijo, se volvió a efectuar una de las simulaciones indicadas anteriormente asignando un ángulo de elevación aleatorio a cada estación del servicio fijo con arreglo a una distribución uniforme de ángulos de elevación entre 0° y un máximo de 5° a 25°. Para simplificar, en estas simulaciones se tomó una distribución uniforme de ángulos de elevación del servicio fijo, aunque las distribuciones reales serán probablemente de tipo Gaussiana. El modelo de despliegue del servicio fijo es el designado mediante los parámetros del caso 4 P-P del servicio fijo para el sensor pasivo CMIS y la zona de medición de Asia Central en una contribución anterior. Los resultados de estas simulaciones se muestran en la Fig. 23.

Como puede observarse en esta figura, se produce un pequeño aumento del nivel de interferencia en el 0,01% de la zona de medición cuando el ángulo de elevación máximo del servicio fijo varía entre 0° y 20° y el aumento es considerable para ángulos comprendidos entre 20° y 25° .

FIGURA 23

Interferencia en función del ángulo de elevación del servicio fijo



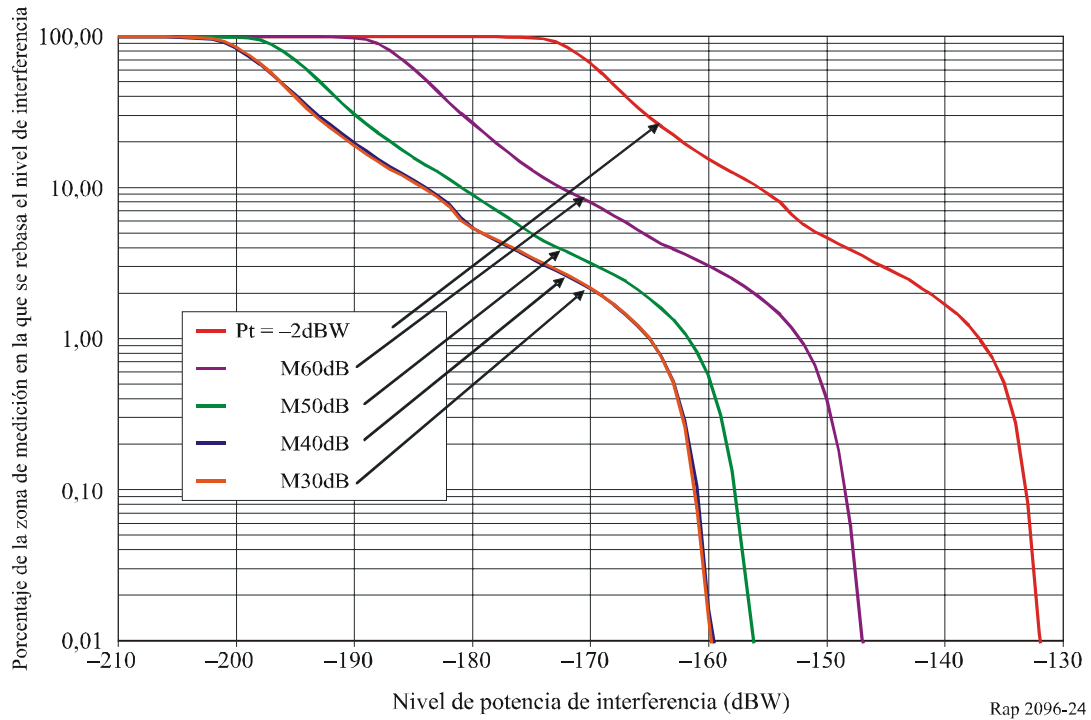
NOTA – Si bien en estos estudios se tienen en cuenta ángulos de elevación del servicio fijo de hasta 25° para determinar el ángulo de elevación en el que el nivel de interferencia aumenta considerablemente, en los sistemas reales raras veces rebasan los 5° .

Las simulaciones de interferencia precedentes se basan en la hipótesis de que todos los transmisores del servicio fijo funcionan con la misma potencia. Ahora bien, al examinar algunos registros de licencia en otras bandas del servicio fijo se han observado diferentes potencias del transmisor autorizadas. En función de la variación de la potencia del transmisor, podrían surgir diferencias en la longitud del trayecto del enlace de radiocomunicaciones.

Se ha creado un modelo de simulación en el que se asignan las potencias de transmisión de las estaciones P-P del servicio fijo a niveles comprendidos entre -30 dBW y -2 dBW que corresponden justo a un determinado nivel de recepción en condiciones de propagación en el espacio libre por un trayecto de longitud aleatoria entre 0,5 y 30 km que presenta una distribución de probabilidad uniforme. El nivel de recepción especificado incluye márgenes de desvanecimiento de 30 y 60 dB por encima del nivel mínimo deseado de la señal recibida de -117 dBW. En la Fig. 24 se ilustra la incidencia en los niveles de interferencia de los sensores pasivos resultante de utilizar esta técnica para asignar los niveles de potencia de transmisión en comparación con el caso en que todos los transmisores funcionan al mismo nivel máximo de potencia de transmisión. En la figura se incluye también la FDA para el caso en que cada estación del servicio fijo transmite al nivel máximo de potencia de -2 dBW especificado.

FIGURA 24

**Interferencia en función de la potencia de transmisión
dependiente de la longitud del trayecto P-P**

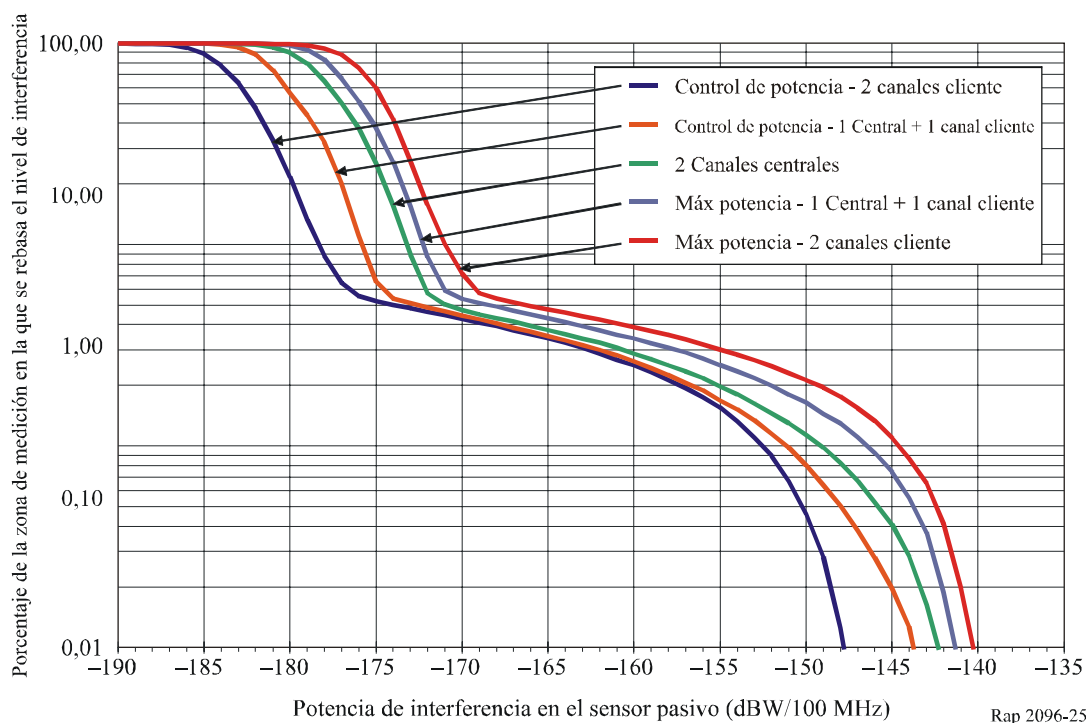


NOTA – Las leyendas tales como «M30dB» que califican las FDA se refieren al margen de la propagación en el espacio libre correspondiente a la potencia del transmisor del servicio fijo.

Se realizaron otras simulaciones para los sistemas P-MP, en las que las potencias de transmisión de los enlaces de estaciones cliente en los sistemas P-MP se ajustaron entre los límites de -10 y -30 dBW para proporcionar el nivel nominal de la señal recibida de -110 dBW. Se partió del supuesto de que la potencia de transmisión de las estaciones centrales era de -3 dBW en todos los casos. En las simulaciones se tomó una ganancia de la antena de la estación cliente igual a 23 dBi y las longitudes de los trayectos se varió entre 0,1 y 10 km. Los resultados de estas simulaciones se presentan en la Fig. 25. Estas simulaciones indican una reducción considerable en los niveles de interferencia del sensor pasivo cuando se recurre al control de potencia en los enlaces de las estaciones cliente en comparación con el caso en que las estaciones centrales utilizan los dos canales P-MP en la banda del sensor pasivo al nivel máximo de potencia de transmisor de -3 dBW. Sin embargo, el nivel de interferencia del sensor pasivo sería incluso menor en el caso en que las estaciones centrales utilizaran los canales a una potencia del transmisor total máxima de -10 dBW.

FIGURA 25

Resultados de interferencia según las potencias de transmisión que dependen de la longitud del trayecto P-MP



Rap 2096-25

5.3 Servicio móvil

Dado que las aplicaciones del servicio móvil consideradas en estos estudios se basan en sistemas del servicio móvil de características similares a los sistemas del servicio fijo P-P, las consideraciones del § 5.2 relativas a la mitigación son igualmente aplicables a estas aplicaciones del servicio móvil.

6 Conclusión

En el presente Informe se muestran los resultados de diversos estudios de simulación para calcular los niveles de interferencia que podrían recibir los receptores del SETS (pasivo) en la banda 10,6-10,68 GHz para diversos tipos de estaciones del servicio fijo. En § 4.6 se resumen los resultados de estos estudios. En el Cuadro 19 se indica la gama de potencias del servicio fijo y el servicio móvil que cumplen los criterios estipulados en la Recomendación UIT-R RS.1029 para diversos modelos de despliegue del servicio fijo y el servicio móvil y los sensores pasivos del SETS examinados en los estudios. En el Cuadro 20 se indica el porcentaje de la zona de medición del sensor pasivo en la que se rebasaría el nivel de interferencia admisible causada a los sensores pasivos según la Recomendación UIT-R RS.1029 para los niveles de potencia del servicio fijo y el servicio móvil supuestos en estos estudios

Se han examinado diversas características técnicas y de funcionamiento de los sensores del SETS (pasivo) y de los sistemas del servicio fijo y servicio móvil, y se han examinado y evaluado los posibles métodos para reducir o minimizar el nivel de interferencia. En el Cuadro 15 se identifican los límites que podrían imponerse a las características técnicas y operativas de estos sistemas para facilitar la compartición de la banda 10,6-10,68 GHz entre el SETS (pasivo), por una parte, y el servicio fijo y el servicio móvil, por la otra. Cabe observar que al preparar este cuadro se ha tratado de especificar límites que logran un equilibrio entre evitar imponer restricciones indebidas a los servicios activos y, a su vez, proteger adecuadamente el SETS (pasivo)

CUADRO 21

Posibles criterios de compartición de la banda 10,6-10,68 GHz

SETS (pasivo)	servicio fijo	servicio móvil
Ángulo de incidencia $\leq 60^\circ$, definido éste como el ángulo en la superficie de la Tierra entre la vertical local y el centro del haz de la antena del sensor pasivo	Ángulo de elevación $\leq 20^\circ$	
Resolución espacial ≤ 50 km, siendo ésta la máxima sección transversal del sensor pasivo con un contorno de -3 dB sobre la superficie de la Tierra	Máxima potencia del transmisor P-P: ≤ -15 dBW, o ≤ -5 dBW con 10 dB ATPC Máxima potencia del transmisor P-P: ≤ -17 dBW estaciones centrales ≤ -10 dBW estaciones cliente	Potencia máxima del transmisor -17 dBW
Eficiencia del haz principal $\geq 85\%$, definida como la energía (de las componentes de polarización principal y ortogonal) dentro de 2,5 veces la región de la anchura del haz a -3 dB, relativa a la energía total para todos los ángulos	p.i.r.e. máxima de la estación central P-MP ≤ -4 dBW	

Cada uno de los parámetros del Cuadro 15, por ejemplo la potencia máxima, se basa en las simulaciones efectuadas sin aplicar técnicas de reducción de interferencia al servicio activo. Los límites indicados en el Cuadro 15 serían menos restrictivos si se aplicaran técnicas de reducción, tales como establecimiento flexible del nivel de potencia, un control adaptativo de la potencia del transmisor (CAPT) de 10 dB o más para reducir el desvanecimiento o la utilización de antenas direccionales de alto rendimiento. En el cuadro anterior se indica, por ejemplo, el caso en que se utiliza un CAPT de 10 dB. En el caso de los sistemas P-P del servicio fijo que utilizan CAPT, el límite máximo de la potencia del transmisor puede aumentarse por un valor correspondiente al CAPT utilizado por el sistema. Según los resultados de los estudios de simulaciones realizados con los valores indicados en el cuadro, los niveles de interferencia rebasan los criterios de interferencia admisible estipulados en la Recomendación UIT-R RS.1029 en algunos modelos de despliegue examinados en estos estudios. No obstante, este resultado se considera aceptable para los sistemas del SETS (pasivo), habida cuenta de la necesidad de encontrar un equilibrio al establecer los criterios de compartición para los servicios que comparten esta banda.

7 Documentos complementarios del UIT-R

Recomendación UIT-R F.758: Consideraciones relativas a la elaboración de criterios para la compartición entre el servicio fijo terrenal y otros servicios.

Recomendación UIT-R RS.1803: Características técnicas y operativas que han de tener los sensores pasivos del servicio de exploración de la Tierra por satélite (pasivo) y el servicio de investigación espacial (pasivo) para facilitar la compartición con los servicios fijo y móvil en las bandas 10,6-10,68 GHz y 36-37 GHz.