

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R RS.2106-0
(07/2017)

**Detección y resolución de la interferencia
de radiofrecuencia causada a los sensores
del servicio de exploración de la Tierra
por satélite (pasivo)**

Serie RS
Sistemas de detección a distancia



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 el Anexo 1 a 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 <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

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

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

Publicación electrónica
Ginebra, 2018

© UIT 2018

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 RS.2106-0

Detección y resolución de la interferencia de radiofrecuencia causada a los sensores del servicio de exploración de la Tierra por satélite (pasivo)

(Cuestión UIT-R 255/7)

(2017)

Cometido

Las administraciones que explotan sensores pasivos del SETS que sufren interferencias de radiofrecuencias perjudiciales deben utilizar la información de la presente Recomendación y su formulario de información sobre interferencia para registrar y dar cuenta del caso de interferencia a la administración que tenga jurisdicción sobre las estaciones transmisoras causantes de la interferencia. El formulario de información sobre interferencia adjunto debe presentarse junto con el formulario del Apéndice **10** del Reglamento de Radiocomunicaciones y está previsto que las administraciones lo utilicen para proporcionar información detallada adicional sobre la interferencia causada a los sensores pasivos del SETS.

Palabras clave

Interferencia perjudicial, interferencia de radiofrecuencias, sensores pasivos, formulario de información

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a)* que en la Resolución **673 (Rev.CMR-12)** – Importancia de las aplicaciones de radiocomunicaciones para la observación de la Tierra, se insta a las administraciones a tener en cuenta las necesidades de radiofrecuencias de los servicios de observación de la Tierra y, en particular, la protección de los sistemas de observación de la Tierra en las bandas de frecuencias correspondientes;
- b)* que las recientes imágenes de microondas obtenidas a través de los sensores del SETS (pasivo) han demostrado que cada vez es mayor el número de eventos donde se recogen datos que están contaminados por la interferencia;
- c)* que, en particular, la interferencia perjudicial se sufre en las bandas de frecuencias identificadas por el número **5.340** del RR, que prohíbe cualquier emisión en las bandas indicadas en esa nota;
- d)* que la interferencia sufrida por los sensores del SETS (pasivo) suele proceder de emisores en tierra;
- e)* que el número de fuentes de interferencia individuales que afectan a los sensores del SETS (pasivo) suele ser superior a 100 y que esas fuentes están dispersas por toda la superficie de la Tierra;
- f)* que los operadores de sensores pasivos experimentan dificultades para resolver esos casos de interferencia y, en particular, para satisfacer la necesidad de hacer frente a los numerosos fenómenos de interferencia que se producen a nivel global y que suponen un gran esfuerzo económico para los operadores de sensores pasivos, pues deben interactuar con todas las administraciones pertinentes;
- g)* que este proceso de resolución de la interferencia normalmente se extiende a lo largo de muchos años,

reconociendo

- a) que, de acuerdo con la Constitución y el Convenio de la UIT, uno de los objetivos de la UIT es coordinar esfuerzos para eliminar la interferencia perjudicial;
- b) que el Artículo 15 del RR y, en particular, sus disposiciones 15.21 (sección Informes de infracción) y 15.22-15.46 (sección Procedimiento a seguir en caso de interferencia perjudicial) son de aplicación en caso de interferencia perjudicial;
- c) que en el Apéndice 10 del Reglamento de Radiocomunicaciones se indica la forma en que deben documentarse, siempre que sea posible, todos los detalles de un evento de interferencia perjudicial;
- d) que en el Apéndice 10 del RR se dispone que se debe facilitar a la administración receptora del informe de interferencia información suficiente para que se pueda llevar a cabo una investigación adecuada;
- e) que el objetivo del Apéndice 10 es dar cuenta de la interferencia perjudicial relativa a los servicios terrenales y que su aplicabilidad a los casos de interferencia de radiofrecuencia causada a los sensores del SETS (pasivo) es limitada;
- f) que en el Informe UIT-R SM.2181 se señala la manera en que, además de las características indicadas en el Apéndice 10 del RR, pueden documentarse otros campos e informaciones en el Informe de interferencia perjudicial causada por estaciones espaciales;
- g) que las disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT mencionadas en los *reconociendo b) y c)* se formularon para los casos en que la interferencia entre servicios de comunicación tiene una sola fuente,

recomienda

que, además de la información indicada en el formulario del Apéndice 10 del RR, se utilice el formulario reproducido en el Anexo a la presente Recomendación para dar cuenta de la interferencia perjudicial causada por los sensores del SETS (pasivo) a las administraciones en cuya jurisdicción se encuentran las estaciones interferentes.

Anexo**Formulario de información de interferencia causada
a sensores del SETS (pasivo)****1 Detalles de la información general que se ha de facilitar**

En el siguiente Cuadro 1 se definen los campos de Información general que ha de completar la administración que comunica un evento de interferencia de radiofrecuencia.

CUADRO 1

Información general

Administración o entidad que presenta el informe:	[Nombre de la Administración (o entidad) que presenta el informe de interferencia]		
Persona de contacto:	[Persona de la Administración que presenta el informe con la que se ha de contactar] Nombre & título Dirección, teléfono, fax Correo-e	Fecha:	DD-MM-AAAA
		Nº de informe o caso	[Nº de informe o Nº de caso utilizado por la Administración que presenta el informe de interferencia]
Asunto:	[EJEMPLO: Informe de la interferencia RF perjudicial observada por el satélite XXX en el {país } el {fecha} en la banda de frecuencias {FFFF-FFFF MHz}]		
Acción solicitada:	[EJEMPLO: Identificación de la(s) fuente(s) de interferencia comunicadas y adopción de las medidas correctivas necesarias para garantizar la supresión de la interferencia causada.]		
Agencia de la Administración encargada de la interferencia:	[Nombre de la Administración y de su Autoridad de gestión de frecuencias (de haberla) que recibe el informe de interferencia]		
Persona de contacto:	[Persona de la Administración receptora del informe de interferencia] Nombre & título Dirección, teléfono, fax Correo-e	Nº de referencia:	[Reservado para uso por la Administración receptora del informe de interferencia]
Base para la identificación de la Administración responsable	[Base para la identificación del emplazamiento de la fuente de interferencia – EJEMPLO: 'X' (número) de pasos del satélite con datos perdidos o corrompidos al situarse sobre el territorio de (país)...]		
Frecuencia o banda de frecuencias afectada	[EJEMPLO: banda de detección del SETS (pasivo) 1 400-1 427 MHz]		
Reglamentación del UIT-R pertinente	[EJEMPLO: número 5.340 del RR (prohibidas todas las emisiones en banda); Resolución 750 (CMR-15) , Compatibilidad entre el SETS (pasivo) y los servicios activos pertinentes]		
Copia del informe a	[Copias del informe presentadas a la BR-UIT, la entidad de explotación del sensor, etc., en función del emisor y del receptor]		

2 Detalles del sistema del SETS (pasivo) afectado

En el siguiente Cuadro 2 se definen los campos que se han de cumplimentar para dar cuenta de las características del sistema del SETS (pasivo) afectado.

CUADRO 2

Características del sistema del SETS (pasivo) afectado

Satélite	[Ejemplo: nombre de la misión espacial]
Sitio web de la misión	http://XXX.YYY
Fecha de lanzamiento	DD-MM-AAAA
Carga útil	[Descripción del instrumento en carga útil afectado]
Características del sensor en carga útil	[Frecuencia/ancho de banda/ selectividad RF, etc. del sensor]
Objetivo principal	[Principal función del instrumento en carga útil afectado]
Ancho de franja (km)	[Distancia lineal en tierra abarcada en la dirección transversal.]
Resolución espacial (km)	[Capacidad para distinguir entre dos objetos muy cercanos en una imagen]
Polarización	[vertical/horizontal/circular, etc.]
Tipo de órbita	[Por ejemplo : circular o elíptica, heliosíncrona (SSO) o no heliosíncrona (NSS)]
Altitud (km)	[Altura sobre el nivel medio del mar]
Inclinación (grados)	[Ángulo entre el Ecuador y el plano de la órbita]
LST del nodo ascendente	[La hora solar local (LST) del nodo ascendente es la hora solar local en que la órbita ascendente del vehículo espacial cruza el ecuador]
Excentricidad	[Relación entre la distancia que separa los dos focos de la órbita (elíptica) y la longitud del eje mayor]
Tiempo de iteración (días)	[Tiempo que tarda la huella del haz de la antena en volver a (aproximadamente) la misma posición geográfica. Difiere del «periodo de repetición» en que este último es el tiempo que tarda el satélite en volver a la misma posición geográfica a la misma hora local.

3 Detalles de la interferencia

3.1 Resumen de las fuentes de interferencia RF

En el siguiente Cuadro 3 se definen los campos del formulario Resumen de las fuentes de interferencia RF que ha de cumplimentar la Administración que da cuenta de un evento de interferencia RF.

CUADRO 3

Resumen de las fuentes de interferencia RF

Fecha de la información sobre interferencia actualizada	[Fecha(s) de las observaciones del sensor utilizadas para la identificación de la interferencia RF]
Número TOTAL de casos de interferencia RF detectados	[Número total de casos de interferencia RF detectados, incluidos los nuevos y los resueltos. Cabe señalar que normalmente cada caso de interferencia RF se asocia a una única fuente o interferente, aunque en algunos casos la interferencia se debe al efecto combinado de múltiples fuentes]

CUADRO 3 (fin)

Fuentes de interferencia RF activas	[Número de fuentes de interferencia RF detectadas sin resolver]
** fuentes de interferencia RF activas antiguas	[Número de fuentes de interferencia RF sin resolver] interferencia RF [Listado de fuentes de interferencia RF resueltas con número ID único, empezando por «ID 001», y notas pertinentes] [EJEMPLO DE ENTRADA: ID 035 (15 000 K). Muy fuerte. Emisión impulsiva. Coherente con emisión de radar.]
** Fuentes de interferencia RF activas nuevas	[Número de fuentes de interferencia RF nuevas detectadas desde el informe anterior] interferencia RF [EJEMPLO DE ENTRADA: ID 036 (1 000 K) en [ubicación], sólo pasos descendentes. Coherente con emisión de radioenlace.]
Fuentes de interferencia RF resueltas	[Número de casos de interferencia RF resueltos desde el inicio del informe] interferencia RF

3.2 Geolocalización y otra información detallada sobre la interferencia RF

En esta cláusula se presenta información detallada sobre los casos de interferencia RF detectados en el territorio de una administración. Estos datos se han de presentar en el Registro detallado de las fuentes de interferencia indicado en el Cuadro 4.

La precisión de la localización de la interferencia RF es un parámetro importante que la administración que presenta el informe sobre interferencia RF debe facilitar en el marco de esta cláusula.

Las investigaciones suelen ser procesos iterativos en que la administración informante actualiza los informes previamente presentados. Para la administración que recibe el informe resulta útil estar informada de la eventual modificación de la información ya presentada. Para ello se recomienda que los nuevos informes sobre interferencia RF estén resaltados en amarillo.

A continuación se describen los distintos campos del Cuadro 4:

Campo 1: ID de la fuente

Número de identificación único de la fuente de interferencia RF: [XXX-01], [XXX-02], etc. para facilitar su consulta, se recomienda utilizar los **códigos** alfabéticos de la UIT en lugar de XXX para identificar el país en que se ha detectado una fuente de interferencia RF.

Campo 2: Geolocalización observada

Ubicación geográfica de la fuente de interferencia RF en longitud y latitud con una precisión de decimales de grado. El número de decimales indicará la precisión de la localización de la interferencia. Por ejemplo, una precisión de 10 km es equivalente a unos 0,008 grados de la circunferencia de la Tierra.

Campo 3: Frecuencia central

Por lo general es la parte más fuerte de la emisión o donde se puede observar claramente una portadora y es el mejor punto de partida para investigar la frecuencia. La frecuencia de la parte más fuerte de la emisión interferente (o la frecuencia central, si ninguna parte de la emisión es claramente más fuerte) debe indicarse en la columna «Frecuencia central».

Campo 4: Características de detección de la fuente

- Fuente puntual o amplia de la interferencia RF. Los radiómetros pueden detectar la emisión que causa la interferencia como un punto o una fuente amplia. Las fuentes puntuales son aquellas donde sólo hay un emisor interferente en la resolución espacial del sensor en tierra. Cuando la interferencia se debe a una única emisión, estas fuentes pueden detectarse, caracterizarse y geolocalizarse con más precisión cuando están rodeada por zonas libres de interferencia. Cuando hay múltiples emisores dentro de la huella del sensor, la fuente se denomina amplia. Las fuentes amplias, cuando están causadas por decenas o cientos de interferentes RF, suelen estar ligadas a un sistema implantado (por ejemplo, una red de transmisores) en tierra. El sensor no puede distinguir la geolocalización de cada una de las fuentes que contribuyen a la interferencia amplia, por lo que sólo se puede facilitar una ubicación de referencia. Este tipo de interferencia aumenta el ruido de fondo detectado por los sensores. La resolución de las interferencias amplias suele ser un proceso más complejo que el de las interferencias puntuales.
- Direccionalidad de la fuente de interferencia RF. Puede sospecharse que se trata de una fuente direccional cuando se detecta una mayor interferencia cuando el sensor pasa en un sentido que en el otro (por ejemplo, Norte-Sur en lugar de Sur-Norte).
- Emisión impulsiva o continua. Las emisiones impulsivas pueden indicar que la fuente de interferencia RF es un sistema de radar.

Campo 5: Nivel de interferencia detectado por el sensor

En este campo se indica la intensidad de la interferencia en temperatura de brillo (T_B en grados Kelvin) o en otras unidades utilizadas por el sensor.

Campo 6: Nivel de potencia recibida estimado

Las agencias de la administración encargadas del espectro están familiarizadas con la información sobre la potencia de interferencia RF recibida (P_R) por sus receptores, medida en vatios, y prefieren recibir los informes en esa unidad.

Por lo general, para aproximar T_B a la p.i.r.e. de una sola fuente de interferencia, puede utilizarse la fórmula de Friis para sustituir P_R como función de la p.i.r.e., como se describe en el Adjunto 2. Sin embargo, para algunos sensores con muchas antenas (por ejemplo, radiómetros por interferometría, como SMOS) este método puede no ser muy preciso. En tales casos, los sistemas de detección a distancia pueden utilizar otras unidades, como la temperatura de brillo (T_B , en grados Kelvin).

Campo 7: Ciudad/Provincia/Región en que se ha localizado la fuente de interferencia RF

Campo 8: Otras observaciones

Esta columna se utiliza para facilitar otras características de la interferencia RF que pueden ser útiles para facilitar el trabajo de las agencias responsables a la hora de identificar las fuentes de interferencia. Los factores que se indicarán aquí dependerán del tipo de interferencia RF y pueden ser, por ejemplo, los siguientes:

- radio de precisión estimado de las coordenadas identificadas y otros factores como, por ejemplo, si la interferencia:
 - es impulsiva o continua;
 - tiene un ancho de banda observable;
 - se observa en polarización horizontal, vertical y/o circular;
 - es de naturaleza intermitente, etc. En algunos casos es posible que la interferencia no se observe en todos los pasos y este dato también es pertinente para los investigadores.

Campo 9: Registro fecha/hora

En esta columna puede incluirse la siguiente información:

- Fecha de la primera detección de la interferencia RF.
- Fecha del primer informe de interferencia RF.
- Fecha/hora de la última observación del sensor. La comprobación técnica y el procesamiento de los datos del sensor para detectar la interferencia pueden llevar varios días. Por consiguiente, si data de unas pocas semanas, esta fecha no ha de considerarse como una indicación de que ya no hay interferencia.

Campo 10: Situación actual de la fuente de interferencia: activa, inactiva

CUADRO 4

Registro detallado de la fuente de interferencia

Número de fuentes ACTIVAS enumeradas: [##]

Registro detallado de la fuente de interferencia										
1. ID de la fuente	2. Geolocalización observada		3. Frecuencia central (MHz)	4. Características de la detección de la fuente	5. Nivel de interferencia detectado por el sensor	6. Potencia recibida o (dBm o watts)	7. Ciudad/provincia/región	8. Otras observaciones (incluida la precisión)	9. Registro fecha/hora	10. Situación actual
	Longitud (grados)	Latitud (grados)								
Número de identificación de la fuente utilizado para el rastreo	Longitud en décimas de grado	Latitud en décimas de grado	Frecuencia central o parte más fuerte de la emisión, si se conoce	Fuente direccional, fuente puntual o fuente amplia	Temperatura de brillo (T_B en grados Kelvin) o en otras unidades utilizadas por el sensor	Potencia recibida en dBm o densidad de potencia estimada a partir de las medidas del sensor	Descripción de la zona geográfica, por ejemplo, región, pueblo, ciudad, etc.	Comentarios sobre las observaciones de la interferencia, incluido el radio de precisión estimado en torno a lat/long, si se conoce	Fecha/hora de la primera detección, la primera información, la última observación del sensor	Interferencia 'ACTIVA' 'INACTIVA'

3.3 Información auxiliar

En esta cláusula se presenta la información auxiliar destinada a facilitar las investigaciones de la administración para localizar las emisiones interferentes. En esta sección puede incluirse la siguiente información:

- mapas de probabilidad de interferencia RF (mundiales, regionales o detallados de un emplazamiento concreto);
- mapas de temperatura de brillo o instantáneas de las zonas pertinentes;
- categorías de interferencia RF con indicación de la intensidad de la interferencia RF;
- categorías de interferencia RF por regiones;
- comentarios sobre observaciones de interferencia RF concretas;
- registros de interferencia RF que muestren los casos resueltos y el tipo de emisión interferente encontrada tras la investigación de las autoridades.

En el Adjunto 1 se presentan algunos ejemplos.

Adjuntos del Anexo:

Adjunto 1 – Ejemplo del informe de interferencia indicado en § 3.2 (Cuadro A1-1) y § 3.3

Adjunto 2 – Utilización de la ecuación de FRIIS para aproximar los niveles de potencia del emisor interferente a partir de la T_B en el caso de una sola fuente interferente

Adjunto 3 – formularios de informe de interferencia RF vírgenes (Cuadros A3-1 a A3-4)

Adjunto 1

del Anexo

Parte 1: Registro detallado de la fuente de interferencia RF (Cuadro 4, § 3.2)

Registro detallado de la fuente de interferencia										
1. ID de la fuente	2. Geolocalización observada		3. Frecuencia central (MHz)	4. Características de la detección de la fuente	5. Nivel de interferencia detectado por el sensor (Kelvin)	6. Potencia recibida o (dBm o watts)	7. Ciudad/provincia/región	8. Otras observaciones (incluida la precisión)	9. Registro fecha/hora	10. Situación actual
	Longitud (grados)	Latitud (grados)								
ADM-01	xx.xxx	yy.yyy	1 413,5 MHz (interferencia RF observada en toda la banda pasiva)	<ul style="list-style-type: none"> – fuente puntual – emisión impulsiva – Observada en todos los pasos con la misma intensidad 	400	No disponible para este tipo de sensor	Región x	Compatible con emisiones de radar. Precisión de la geolocalización: 5 km	<ul style="list-style-type: none"> – Primera detección: 15 de mayo de 2012 – última observación: 20 de noviembre de 2016 	ACTIVA
ADM-03	xx.xxx	yy.yyy	1 413,5 MHz (interferencia RF observada en toda la banda pasiva)	<ul style="list-style-type: none"> – fuente amplia – emisión continua – Observada en todos los pasos con la misma intensidad 	1 500	No disponible	Ciudad x	Interferencia en una zona amplia, compatible con múltiples fuentes combinadas		ACTIVA
ADM-04	xx.xxx	yy.yyy	1 413,5 MHz (interferencia RF observada en toda la banda pasiva)	<ul style="list-style-type: none"> – fuente puntual – emisión continua – Direccionalidad: detectada en los pasos ascendentes con mayor intensidad 	5 000	No disponible	Zona rural x	Compatible con radioenlace u otro tipo de emisor direccional	No	ACTIVA

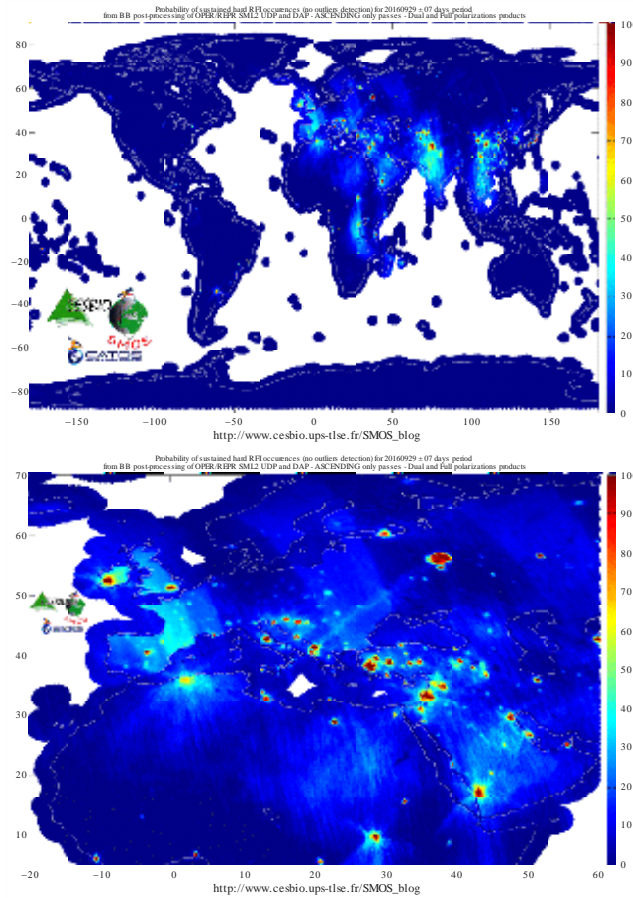
Registro detallado de la fuente de interferencia										
1. ID de la fuente.	2. Geolocalización observada		3. Frecuencia central (MHz)	4. Características de la detección de la fuente	5. Nivel de interferencia detectado por el sensor (Kelvin)	6. Potencia recibida o (dBm o watts)	7. Ciudad/provincia/región	8. Otras observaciones (incluida la precisión)	9. Registro fecha/hora	10. Situación actual
ADM-05	xx.xxx	yy.yyy	1 413,5 MHz (interferencia RF en toda la banda pasiva)	Emisión direccional	2 000	No disponible	Región x	Transmisor de vigilancia local localizado por las autoridades y apagado (11 de noviembre de 2016)	No se han observado interferencias RF desde el 13 de noviembre de 2016	INACTIVA
ADM-08	xx.xxx	yy.yyy		<ul style="list-style-type: none"> - fuente puntual - emisión continua - observada en todos los pasos 	12 000	No disponible	Región x	Interferencia muy fuerte que perturba gravemente el sensor	INTERFERENCIA RF NUEVA Detectada el 20 de noviembre de 2016	ACTIVA

Parte 2: Ejemplos de información auxiliar (conforme al § 3.3)

a) Mapas de probabilidad de interferencia RF mundiales

FIGURA 1

Mapas SMOS de probabilidad de interferencia RF del mundo y de Europa (octubre de 2016). Fuente: CESBIO

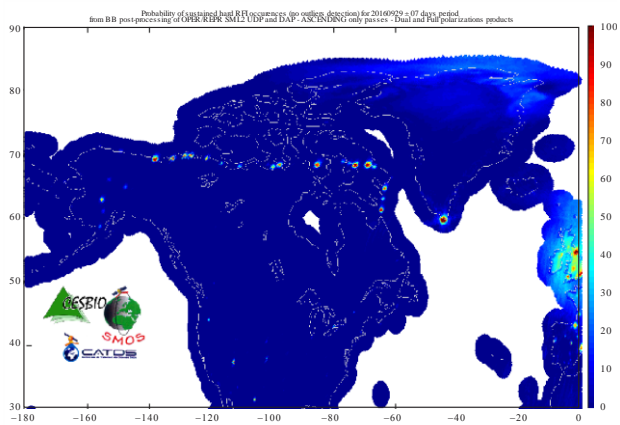


RS.2106-01

b) Mapas de probabilidad de interferencia RF regionales

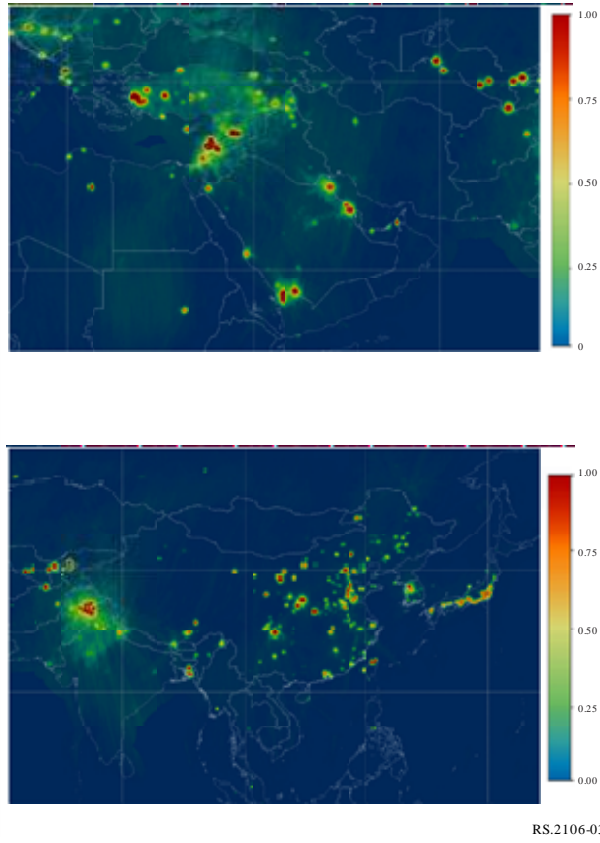
FIGURA 2

Mapa SMOS de probabilidad de interferencia RF en América del Norte (mayo de 2010). Fuente: CESBIO



RS.2106-02

FIGURA 3
Mapas SMOS de probabilidad de interferencia RF regionales
(16 a 31 de mayo de 2016). Fuente: ESA/ESAC



c) **Imágenes e instantáneas locales**

FIGURA 4
Instantáneas con medición de la temperatura de brillo de España (izquierda)
y Hawái (derecha). Fuente: ESA/ESAC

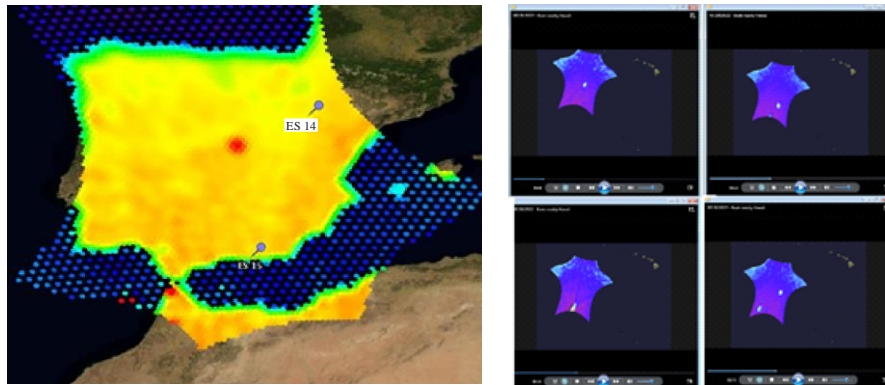
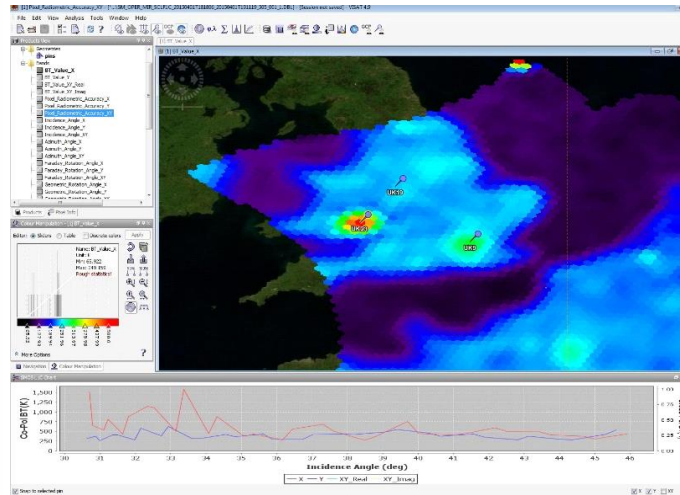
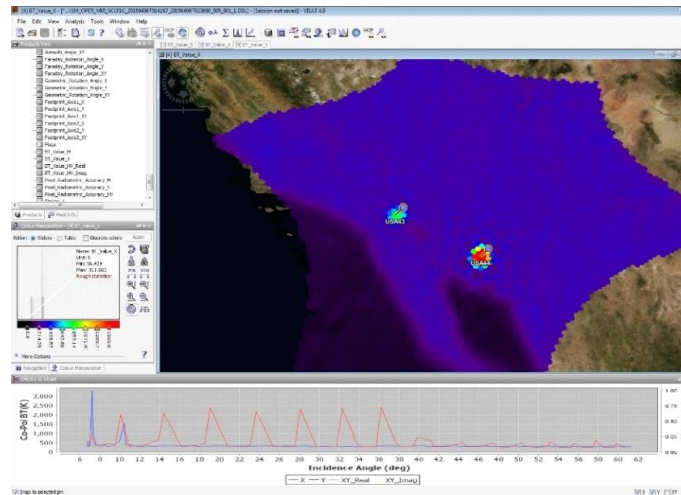


FIGURA 5
Instantánea de UK23 y UK9 tomada el 1 de abril de 2015



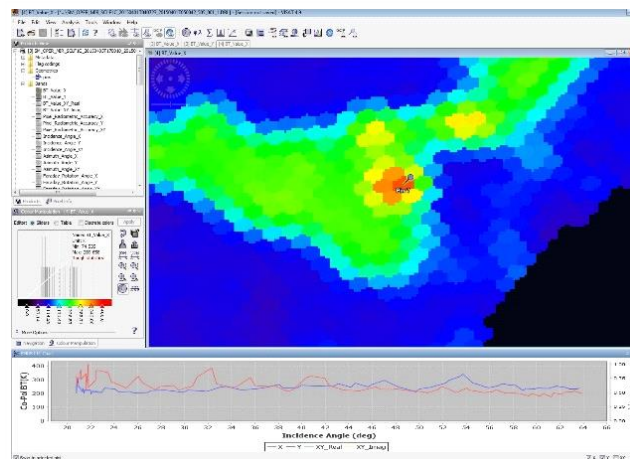
RS.2106-05

FIGURA 6
Instantánea de USA 43/Arizona y USA 44/California tomada el 6 de abril de 2015



RS.2106-06

FIGURA 7
Instantánea de IT45/ Catania, Sicilia, tomada el 1 de abril de 2015



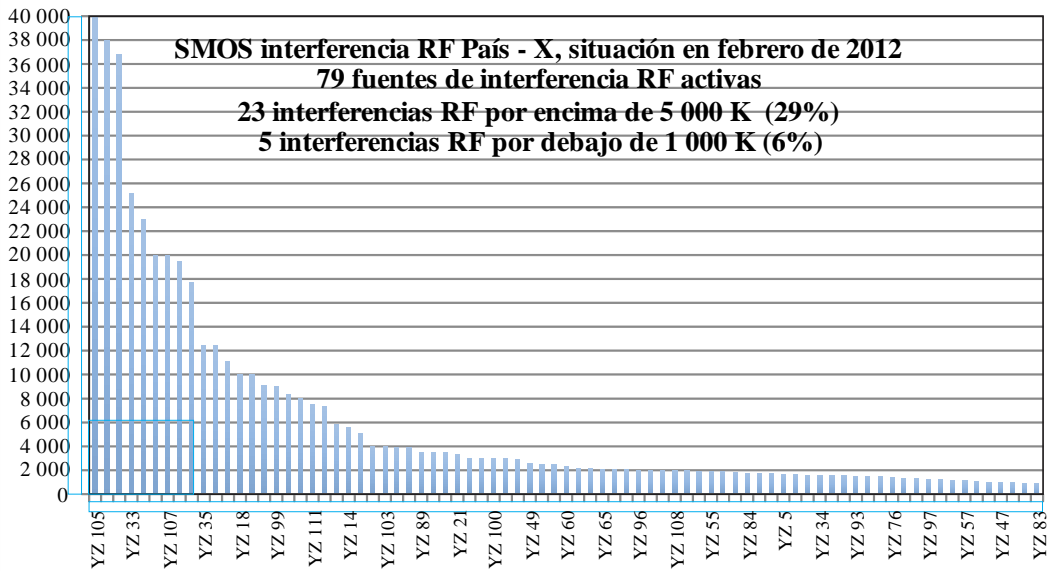
RS.2106-07

d) Clasificación de la interferencia RF por intensidad (situación al dd.mm.aaaa)

- interferencia RF muy fuerte ($T_B > 5\ 000\ K$) 20 fuentes de interferencia RF
- interferencia RF fuerte ($5\ 000\ K > T_B > 1\ 000\ K$) 39 fuentes de interferencia RF
- interferencia RF moderada ($T_B < 1\ 000\ K$) 17 fuentes de interferencia RF

FIGURA 8

Clasificación de la interferencia RF por intensidad



CUADRO A1-1

**Cuadro recapitulativo de los casos de interferencia RF resueltos
en {nombre de la administración}**

ID.	Geolocalización observada		Nivel de interferencia detectado por el sensor (Kelvin)	Ciudad/provincia/región		Situación
	Longitud (grados)	Latitud (grados)				
ADM-02	xx.xxx	yy.yyy	400	Región x	Tipo de fuente: Radar Precisión de geolocalización (con respecto a la posición real): 4.7 km	INACTIVA. Solucionada por las medidas tomadas por la administración
ADM-06	xx.xxx	yy.yyy	1 500	Ciudad x	Tipo de fuente: desconocida	INACTIVA. La interferencia RF ha desaparecido sin tomar medida alguna
ADM-07	xx.xxx	yy.yyy	5 000	Zona rural x	Tipo de fuente: funcionamiento erróneo de un radioenlace en banda Precisión de geolocalización (con respecto a la posición real): 6,2 km	INACTIVA. Solucionada por las medidas tomadas por la administración

— — — Fin del ejemplo — — —

Adjunto 2

del Anexo

Utilización de la ecuación de FRIIS para aproximar los niveles de potencia del emisor interferente a partir de la T_B en el caso de una sola fuente interferente

El nivel de potencia de la señal de los interferentes no suele medirse directamente con instrumentos de satélites de detección pasivos, como los radiómetros, a causa de los objetivos de detección de esos instrumentos. En algunos casos (por ejemplo, el satélite SMOS explotado por la Agencia Espacial Europea), los radiómetros miden la «temperatura de brillo» (T_B).

Estimar la magnitud de la potencia de la emisión de una sola fuente interferente resulta útil para los reguladores a la hora de determinar qué instrumentos, antenas y/o preamplificadores podrían ser necesarios para captar la señal en la zona de búsqueda de una fuente de interferencia. Sin embargo, cabe señalar que la potencia de la fuente de interferencia no puede determinarse con precisión debido a una serie de factores desconocidos, entre los que se cuentan los siguientes:

- dirección y ganancia de la antena de la fuente de interferencia;

- orientación y ganancia precisas de la antena del satélite (puesto que T_B puede ser un nivel agregado resultante de una serie de detecciones realizadas a diferentes distancias, como con una antena de apertura sintética, donde la dirección del lóbulo principal puede variar);
- orientación de la antena de la fuente de la emisión y de la antena del sensor de satélite;
- otros efectos, como las ondas por trayectos múltiples.

Estos y otros factores hacen que sea difícil calcular precisamente la potencia de un interferente detectado. Sin embargo, puede utilizarse la ecuación de transmisión de Friis, que define la relación entre la potencia recibida, la ganancia de la antena y la potencia transmitida, para calcular a grandes rasgos la potencia del emisor a partir de la T_B medida por un radiómetro. Hay que decir que se han de formular hipótesis para los parámetros desconocidos y que ello afectará a la precisión de la estimación de la potencia interferente de una sola fuente.

En condiciones ideales, la entidad que explota el satélite e informa de la interferencia facilitará algún tipo de estimación global de la potencia de la emisión a partir de la mejor información de que se disponga en el momento de elaborar el informe. Las agencias reglamentarias que resuelven los incidentes de interferencia comunicados deberán tener en cuenta lo anterior en sus investigaciones. En el siguiente ejemplo se utiliza la fórmula de transmisión de Friis para determinar la p.i.r.e. estimada del transmisor infractor en el caso de un sensor SMOS que encuentra una interferencia de una sola fuente con una T_B recibida de 5 000°K.

Fórmula de transmisión de FRIIS

$$P_t G_t(\theta_r, \varphi_r) = kB \left(\frac{4\pi}{\lambda} \right)^2 \frac{T_B R^2}{G_{smos}(\theta_T, \varphi_T)} \quad (1)$$

donde:

- k = constante de Boltzmann ($1,38 \times 10^{-23}$ W/H/K)
- T_B = temperatura de brillo (K)
- B = ancho de banda de 3 dB del receptor que sufre interferencia (Hz, especificado como 20 MHz [$2,0 \times 10^7$ Hz])
- R = distancia al satélite de detección (m)
- λ = longitud de onda en la frecuencia central del sensor (0,21 m @ 1413 MHz).

El producto $P_t G_t(\theta_r, \varphi_r)$ también se denomina *potencia isotropa radiada equivalente* (p.i.r.e.) de la fuente de interferencia en la dirección del receptor que sufre la interferencia (en este ejemplo, el radiómetro SMOS).

$G_{smos}(\theta_T, \varphi_T)$ es la ganancia de la antena receptora (dBi) en la dirección del interferente. (En el caso del satélite SMOS, la ganancia en el lóbulo principal de la antena del radiómetro es de unos 24 dBi, por lo que el cálculo con este valor supone una alineación del lóbulo principal con la fuente, lo que no siempre es necesariamente así.)

La ecuación (1) puede simplificarse combinando los valores constantes k , B , π , $G_{smos}(\theta_T, \varphi_T)$ y el valor 1 000 m/km:

$$p.i.r.e = 3,9345 \times 10^{-9} T_B R^2 \quad (2)$$

o en forma logarítmica:

$$p.i.r.e. (dBW) = -84,05 + 10\log(T_B) + 20\log(R) \quad (3)$$

donde R es la distancia entre el satélite y la zona estimada del emisor en kilómetros.

El cálculo para estimar la potencia con $T_B = 5\,000^\circ K$ y $R = 1\,000$ km es el siguiente:

$$p.i.r.e. (dBW) = -84,05 + 10\log(5000) + 20\log(1000) = -84,05 + 36,9897 + 60,0 = 12,9 \text{ dBW}$$

Cabe señalar que la carga útil SMOS es un radiómetro por interferometría 2D de microondas pasivo formado por 69 elementos de antena. La fórmula de transmisión de Friis da una aproximación de la potencia recibida por un radiómetro de haz estrecho que apunta a una fuente amplia. En este caso, T_B es la temperatura de brillo del lugar al que apunta el radiómetro. La fórmula de Friis también puede utilizarse para un sistema de interferometría considerando todas las direcciones espaciales. En tal caso, la potencia recibida por el sistema de interferometría puede interpretarse como la potencia que recibiría un radiómetro convencional que apuntase a la misma ubicación en tierra, si el diagrama de la antena fuese idéntico al diagrama sintetizado por el sistema de interferometría en la misma dirección.

Adjunto 3

del Anexo

Formulario de información de interferencia RF virgen (Cuadros A3-1 a A3-4)

Además del formulario, formado por los siguientes cuatro Cuadros, de este Adjunto 3, que ha de cumplimentar la administración que realiza el informe, también se debe presentar información auxiliar destinada a facilitar las investigaciones que lleve a cabo la administración para localizar las emisiones interferentes. Las informaciones auxiliares pueden ser, entre otras, las siguientes:

- mapas de probabilidad de interferencia RF (mundiales, regionales o detallados de un emplazamiento concreto);
- mapas de temperatura de brillo o instantáneas de las zonas pertinentes;
- categorías de interferencia RF con indicación de la intensidad de la interferencia RF;
- categorías de interferencia RF por regiones;
- comentarios sobre observaciones de interferencia RF concretas;
- registros de interferencia RF que muestren los casos resueltos y el tipo de emisión interferente encontrada tras la investigación de las autoridades.

Se presentan ejemplos en el Adjunto 1 de la presente Recomendación.

CUADRO A3-1
Información general

Administración o entidad que presenta el informe:			
Persona de contacto:		Fecha:	
		Nº de informe o caso	
Asunto:			
Acción solicitada:			
Agencia de la Administración encargada de la interferencia:			
Persona de contacto:		Nº de referencia:	
Base para la identificación de la Administración responsable			
Frecuencia o banda de frecuencias afectada			
Reglamentación del UIT-R pertinente			
Copia del informe a			

CUADRO A3-2
Características del sistema del SETS (pasivo) afectado

Satélite	
Sitio web de la misión	
Fecha de lanzamiento	
Carga útil	
Características del sensor en carga útil	
Objetivo principal	
Ancho de franja (km)	
Resolución espacial (km)	
Polarización	
Tipo de órbita	
Altitud (km)	
Inclinación (grados)	
LST del nodo ascendente	
Excentricidad	
Tiempo de iteración (días)	

CUADRO A3-3

Resumen de las fuentes de interferencia RF

Fecha de la información sobre interferencia actualizada	
Número TOTAL de casos de interferencia RF detectados	
Fuentes de interferencia RF activas	
** fuentes de interferencia RF activas antiguas	
** Fuentes de interferencia RF activas nuevas	
Fuentes de interferencia RF resueltas	

CUADRO A3-4

Registro detallado de las fuentes de interferencia

Número de fuentes ACTIVAS enumeradas: [##]

1. ID de la fuente	2. Geolocalización observada		3. Frecuencia central (MHz)	4. Características de la detección de la fuente	5. Nivel de interferencia detectado por el sensor (Kelvin)	6. Potencia recibida o (dBm o watts)	7. Ciudad/provincia/región	8. Otras observaciones (incluida la precisión)	9. Registro fecha/hora	10. Situación actual
	Longitud (grados)	Latitud (grados)								
