

# UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

**Recomendación UIT-R M.1903-1**  
(09/2019)

**Características y criterios de protección  
de las estaciones terrenas receptoras del  
servicio de radionavegación por satélite  
(espacio-Tierra) y de los receptores  
del servicio de radionavegación  
aeronáutica que funcionan en  
la banda 1 559-1 610 MHz**

**Serie M**

**Servicios móviles, de radiodeterminación,  
de aficionados y otros servicios  
por satélite conexos**



## Prólogo

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

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

### Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

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

#### Series de las Recomendaciones UIT-R

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

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

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

Publicación electrónica  
Ginebra, 2020

© UIT 2020

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

## RECOMENDACIÓN UIT-R M.1903-1

**Características y criterios de protección de las estaciones terrenas receptoras del servicio de radionavegación por satélite (espacio-Tierra) y de los receptores del servicio de radionavegación aeronáutica<sup>1</sup> que funcionan en la banda 1 559-1 610 MHz**

(Cuestiones ITU-R 217-2/4 y ITU-R 288/4)

(2012-2019)

**Cometido**

Características y criterios de protección de las estaciones terrenas receptoras del servicio de radionavegación por satélite (SRNS) y ciertas estaciones receptoras del servicio de radionavegación aeronáutica (SRNA) que funcionan en la banda de 1 559-1 610 MHz. Dicha información está destinada a analizar los efectos de la interferencia de radiofrecuencia en los receptores del SRNS (espacio-Tierra) que funcionan en la banda de 1 559-1 610 MHz causada por otras fuentes radioeléctricas distintas del SRNS.

**Palabras clave**

SRNS, criterios de protección, efecto de la interferencia de frecuencias radioeléctricas

**Siglas/Glosario**

AWGN	ruido gaussiano blanco aditivo ( <i>Additive white Gaussian noise</i> )
PDC	ciclo de trabajo impulsivo ( <i>Pulse duty cycle</i> )
PNT	posición, navegación y temporización ( <i>Position, navigation and timing</i> )
PRF	frecuencia de repetición de los impulsos ( <i>Pulse repetition frequency</i> )
RHCP	polarización circular dextrógira ( <i>Right-hand circular polarization</i> )
SQPN	ruido pseudoaleatorio escalonado en cuadratura ( <i>Staggered quadrature pseudo-random noise</i> )
SQPSK	modulación por desplazamiento alternado de fase en cuadratura ( <i>Staggered quadrature phase-shift keying</i> )
SSC	coeficiente de separación espectral ( <i>Spectral separation coefficient</i> )

**Recomendaciones e Informes de la UIT conexos**

Recomendación UIT-R M.1318-1	Modelo de evaluación de interferencias continuas causadas por otras fuentes radioeléctricas distintas a las del servicio de radionavegación por satélite a los sistemas y redes del servicio de radionavegación por satélite en las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz, 1 559-1 610 MHz y 5 010-5 030 MHz
Recomendación UIT-R M.1787-3	Descripción de sistemas y redes del servicio de radionavegación por satélite (espacio-Tierra y espacio-espacio) y características técnicas de estaciones espaciales transmisoras que funcionan en las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz

---

<sup>1</sup> Véase la Nota 3.

Recomendación UIT-R M.1901-2	Directrices sobre Recomendaciones del UIT-R relativas a sistemas y redes del servicio de radionavegación por satélite que funcionan en las bandas de frecuencias 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz, 1 559-1 610 MHz, 5 000-5 010 MHz y 5 010-5 030 MHz
Recomendación UIT-R M.1902-1	Características y criterios de protección de las estaciones terrenas receptoras del servicio de radionavegación por satélite (espacio-Tierra) que funcionan en la banda 1 215-1 300 MHz
Recomendación UIT-R M.1904-1	Características, requisitos de calidad de funcionamiento y criterios de protección de las estaciones receptoras del servicio de radionavegación por satélite (espacio-espacio) que funcionan en las bandas de frecuencias 1 164-1 215 MHz, 1 215 -1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz
Recomendación UIT-R M.1905-1	Características y criterios de protección de las estaciones terrenas receptoras del servicio de radionavegación por satélite (espacio-Tierra) que funcionan en la banda 1 164-1 215 MHz
Recomendación UIT-R M.1906-1	Características y criterios de protección de las estaciones espaciales receptoras y características de las estaciones terrenas transmisoras del servicio de radionavegación por satélite (Tierra-espacio) que funcionan en la banda 5 000-5 010 MHz
Recomendación UIT-R M.2030-0	Modelo de evaluación de la interferencia impulsiva causada por fuentes radioeléctricas pertinentes distintas de las del servicio de radionavegación por satélite a sistemas y redes del servicio de radionavegación por satélite que funcionan en las bandas de frecuencias 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz
Recomendación UIT-R M.2031-1	Características y criterios de protección de las estaciones terrenas receptoras y características de las estaciones espaciales transmisoras del servicio de radionavegación por satélite (espacio-Tierra) que funcionan en la banda 5 010-5 030 MHz

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que los sistemas y las redes del servicio de radionavegación por satélite (SRNS) proporcionan una información precisa a escala mundial destinada a numerosas aplicaciones de posicionamiento, navegación y temporización, incluidos los aspectos de seguridad para algunas bandas de frecuencia y bajo ciertas circunstancias y aplicaciones;
- b) que cualquier estación terrena adecuadamente equipada puede recibir información de navegación procedente de sistema y redes del SRNS en todo el mundo;
- c) que existen varios sistemas y redes del SRNS en funcionamiento y planificados;
- d) que es absolutamente necesario proteger las redes y los sistemas que funcionan en el SRNS en la banda 1 559-1 610 MHz;
- e) que existen servicios de seguridad del SRNS y que la utilización de estos servicios se extenderá en el futuro;

- f) que la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) ha elaborado normas para el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS), cuyos elementos incluyen redes y sistemas del SRNS;
- g) que la Organización Marítima Internacional (OMI) exige a los barcos ir equipados con dispositivos del SRNS para la navegación por vías de agua estrecha y para el atraque en los muelles;
- h) que existe un gran número de aplicaciones del SRNS aeronáuticas y no aeronáuticas que utilizan o tienen previsto utilizar la banda 1 559-1 610 MHz;
- i) que la Recomendación UIT-R M.1787 proporciona las descripciones técnicas de las redes y los sistemas del SRNS y las características técnicas de las estaciones espaciales transmisoras que funcionan en las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz;
- j) que la Recomendación UIT-R M.1904 proporciona las características técnicas y los criterios de protección de las estaciones espaciales receptoras del SRNS (espacio-espacio) en las bandas 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz y 1 559-1 610 MHz;
- k) que la Recomendación UIT-R M.1901 señala directrices sobre esta y otras Recomendaciones del UIT-R relativas a redes y sistemas del SRNS que funcionan en las bandas de frecuencia 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz, 1 559-1 610 MHz, 5 000-5 010 MHz y 5 010-5 030 MHz,

*reconociendo*

- a) que la banda 1 559-1 610 MHz esta atribuida a título primario al SRNS (espacio-Tierra) (espacio-espacio) y al SRNA en las tres Regiones;
- b) que existe un cierto número de receptores de señales del SRNS utilizados en aplicaciones de seguridad que procesan estas señales de formas distintas, como se describe en el Anexo 2;
- c) que existe un cierto número de diferentes mejoras actuales y previstas de los sistemas y redes del SRNS que soportan servicios de seguridad,

*observando*

que la Recomendación UIT-R M.1343 define los requisitos técnicos fundamentales de las estaciones terrenas móviles (ETM) que funcionan con sistemas mundiales del SMS no OSG en las bandas entre 1 y 3 GHz,

*recomienda*

- 1 que se utilicen las características y los criterios de protección de las estaciones terrenas receptoras indicados en el Anexo 2 para analizar efectos de la interferencia en los receptores del SRNS (espacio-Tierra) y ciertos receptores del SRNA mencionados en la Nota 3 que funcionan en la banda 1 559-1 610 MHz causada por otras fuentes radioeléctricas distintas del SRNS;
- 2 que se aplique un margen de seguridad, como se indica en el Anexo 1, para proteger los aspectos y aplicaciones de seguridad del SRNS y el SRNA cuando se lleven a cabo los análisis de interferencia;
- 3 que las siguientes Notas se consideren parte de esta Recomendación.

NOTA 1 – La presente Recomendación no tiene por objeto su utilización para constituir las bases de las futuras modificaciones de los máximos niveles de emisiones no deseadas para la banda 1 559-1 610 MHz que figuran en los Anexos a las Recomendaciones UIT-R M.1343-1 y UIT-R M.1480, para las ETM del SMS, y UIT-R SM.1757 para la banda ultraancho (UWB). Los citados niveles para la banda 1 559-1 610 MHz indicados en las Recomendaciones UIT-R M.1343-1 y UIT-R M. 1480 se han determinado con arreglo a una hipótesis de interferencia específica y no se tiene la intención de aplicarlos a ningún servicio distinto de las ETM del SMS en



la gama 1-3 GHz sin realizar antes más estudios. Los niveles que figuran en la Recomendación UIT-R SM.1757 son específicos a la tecnología de banda ultraancha.

NOTA 2 – El margen de seguridad de la radionavegación aeronáutica de 6 dB, indicado en el §3 del Anexo 1, se estableció para una aplicación de radionavegación aeronáutica específica del SRNS y el SRNA en la banda 1 559-1 610 MHz y no se tiene la intención de utilizarlo en aplicaciones no aeronáuticas. El nivel del margen de seguridad, caso de existir, que debe aplicarse a las aplicaciones de seguridad no aeronáuticas del SRNS debe establecerse basándose en los resultados de más estudios.

NOTA 3 – En determinados casos descritos en el Anexo 2, algunos tipos de receptores funcionan con transmisores terrenales que transmiten, utilizando la atribución coprimaria del SRNA, una señal de radionavegación del tipo SRNS destinada a receptores de estaciones de aeronaves que también reciben señales del SRNS (espacio-Tierra).

## Anexo 1

### Margen para aplicaciones de seguridad en el SRNS

#### 1 Introducción

Históricamente, la UIT y la OACI ha venido reservando una parte del balance de interferencia del enlace a un margen destinado a garantizar la protección de los aspectos de seguridad del servicio de radionavegación. Los valores de este margen se encuentran normalmente entre 6 y 10 dB, o más. Además, en el UIT-R existe un amplio precedente de un margen de seguridad para las aplicaciones de seguridad de la radionavegación, por ejemplo:

«Con independencia de las intenciones originales de los planificadores del espectro radioeléctrico, no hay ninguna duda de que las presiones para efectuar atribuciones adicionales en el espectro radioeléctrico a varios servicios de radiocomunicación pueden afectar a los criterios de protección aeronáutica considerados como criterios de compartición no aeronáuticos. En consecuencia, un servicio de seguridad debe adoptar precauciones considerables para asegurarse de que cualquier servicio radioeléctrico que comparta la misma banda, tenga una limitación suficiente para dejar un margen adecuado de forma que en todas las circunstancias probables la interferencia perjudicial total nunca rebase los criterios de protección requeridos.»<sup>2</sup>

Además, la Recomendación UIT-R M.1318-1 contiene en su Anexo un modelo para evaluar la interferencia causada a los receptores del SRNS por las fuentes radioeléctricas distintas al SRNS. Dicho modelo incluye la utilización de un factor denominado «margen de protección (dB)». Su descripción indica que se emplea «para garantizar la protección como se estipula en el número 4.10 del RR».

#### 2 Finalidad del margen de seguridad

En las aplicaciones de seguridad de la vida humana, es crucial disponer de un margen de seguridad (que puede también denominarse factor de seguridad pública) con el fin de eliminar el riesgo, real aunque no cuantificable, de pérdida de vidas humanas a causa de la existencia de interferencia de

---

<sup>2</sup> Este texto aparece en el Anexo 5 a la Recomendación UIT-R M.1477 (Ginebra, 2000), y en otros lugares.

radiofrecuencia. Para soportar aplicaciones de seguridad de la vida humana, deben tenerse en cuenta todas las fuentes de interferencia.

### 3 Aplicaciones en la radionavegación aeronáutica del margen de seguridad

#### 3.1 Consideraciones generales sobre el margen de seguridad en la radionavegación aeronáutica

La utilización de márgenes de seguridad en los sistemas de navegación está muy introducida. La OACI especifica un margen de seguridad para los sistemas de aterrizaje por microondas (MLS) de 6 dB (Anexo 10 al Convenio de la OACI: Normas Internacionales y prácticas recomendadas en las telecomunicaciones aeronáuticas, Vol. 1 – Ayudas a la radionavegación (Adjunto G, Cuadro G-2)). Los sistemas de aterrizaje con instrumentos (ILS) aplican un margen de seguridad de 8 dB (véase la Recomendación UIT-R SM.1009-1, Apéndice 3 del Anexo 2). En ambos casos el margen se define con respecto a la potencia de portadora del sistema de navegación.

Es decir, para comprobar la calidad de funcionamiento de estos sistemas se reduce la potencia de la señal a partir de su valor nominal en el valor del margen de seguridad, y se realizan entonces pruebas para determinar si el sistema proporciona la calidad de funcionamiento requerida en presencia de interferencia. En otras palabras, el fabricante debe diseñar el equipo para que sea capaz de tratar el nivel de interferencia previsto más elevado a la vez que recibe un nivel de señal deseada inferior (en el valor del margen de seguridad) al que de otro modo recibiría.

En el caso del GNSS<sup>3</sup> este planteamiento no es posible porque la reducción de la potencia de la portadora en 6 dB o más por debajo del nivel de potencia nominal ocasionaría la pérdida del algoritmo de seguimiento del receptor en los satélites. Esto es debido a que la potencia recibida en una satélite del GNSS es relativamente limitada, por lo que los receptores del GNSS funciona en una gama dinámica pequeña. Para los receptores del GNSS la principal medida de la calidad de la señal recibida es la relación  $C/N_{0,EFF}$ , que la relación entre la potencia de la portadora recuperada,  $C$ , y el ruido efectivo + la densidad espectral de potencia de la interferencia,  $N_{0,EFF} = N_0 + I_0$ . Los receptores del GNSS deben ser capaces de funcionar cerca del mínimo valor de  $C/N_{0,EFF}$ , que es una región en la que importantes parámetros de comportamiento, tales como la tasa de error de palabras o el error de fase de portadora detectados, aumentan rápidamente para pequeñas reducciones de  $C/N_{0,EFF}$  debido, por ejemplo, a la interferencia.

#### 3.2 Margen de seguridad para el GNSS en la banda 1 559-1 610 MHz

Como sucede con el MLS y el ILS, el método para el GNSS consiste en definir un nivel de interferencia de radiofrecuencia<sup>4</sup> (RFI) no aeronáutica que el receptor pueda aceptar sin dejar de cumplir las especificaciones de calidad de funcionamiento. Para el GNSS, el límite de la prueba de RFI del receptor (es decir, el umbral de diseño) rebasa el máximo nivel de interferencia combinada medioambiental admisible en el valor del margen de seguridad. Específicamente, si el límite de prueba de la interferencia continua combinada para el GNSS es  $J_{agg,máx}$  (dB) y se emplea un margen de seguridad  $M$  (dB), la máxima RFI continua combinada medioambiental de seguridad,  $J_{safe,máx}$  (dBW) es:

---

<sup>3</sup> GNSS se refiere al sistema mundial de navegación por satélite que se trata de un conjunto de sistemas del SRNS que proporcionan señales de satélite de radionavegación aeronáutica reconocidas por la OACI.

<sup>4</sup> Interferencia no aeronáutica hace referencia a la interferencia procedente de fuentes distintas a las de los equipos aeronáuticos instalados en las aeronaves equipadas con receptores del GNSS.

$$J_{safe,m\acute{a}x} = J_{agg,m\acute{a}x} - M$$

Para el GNSS en la banda 1 559-1 610 MHz, el margen de seguridad necesario,  $M$  (dB) es 6 dB.

Al determinar el límite de emisión de  $-70$  dB(W/MHz) adoptado en la Recomendación UIT-R M.1343-1, se utilizó un margen de seguridad de 5,6 dB. Sin embargo, para las aplicaciones de tipo general se ha ajustado ligeramente este margen a 6 dB, lo que le sitúa en la gama de márgenes de servicios de seguridad que han sido adoptados por el UIT-R para otras aplicaciones de seguridad, como se ha indicado en el § 3.1.

Por ejemplo, para soportar un nivel umbral de interferencia combinada de banda amplia de  $-140,5$  dB(W/MHz) en el modo de seguimiento de señal se ha diseñado y probado una aproximación de precisión de categoría I en los receptores de navegación aérea SBAS (véase el Cuadro 2 del Anexo 2) que funcionan en la banda  $1\,575,42 \pm 12$  MHz. Aplicando un margen de seguridad de 6 dB al umbral combinado, como se indica en la anterior ecuación, se obtiene un nivel de seguridad de la interferencia recibida admisible de  $-146,5$  dB(W/MHz).

Se precisa un margen de seguridad aeronáutica de 6 dB para proteger las aplicaciones de seguridad del GNSS. Se pueden necesitar márgenes adicionales dependiendo de:

- las repercusiones de las distribuciones estadísticas sobre todos los parámetros utilizados en los análisis de interferencia, salvo que se supongan las condiciones del caso más desfavorable; y
- las fuentes de la interferencia RF que no se han incluido específicamente en el análisis de interferencia pero que pueden constituir contribuciones potenciales a la interferencia del GNSS.

### **3.3 Cuantificación y cumplimiento de los riesgos de interferencia al servicio de radionavegación aeronáutica**

#### **3.3.1 Cuantificación del riesgo de interferencia**

Los análisis de interferencia que se aplican en las redes de comunicaciones, y que están basados en la indisponibilidad del servicio, no son aplicables a los servicios de seguridad de la vida humana puesto que una interrupción de estos servicios es inaceptable cuando supera una tasa de  $1 \times 10^{-6}$ /h (véase más adelante). Además, los análisis no toman en consideración los efectos sobre las emisiones no esenciales del envejecimiento o la disfuncionalidad del equipo, así como las variaciones de la calidad de funcionamiento de una unidad a otra. Existe también la tentación de descontar la repercusión de las fuentes de interferencia que no tienen una aparición periódica. Sin embargo, la comunidad aeronáutica intenta cuantificar los riesgos asociados con los sucesos que puedan causar interrupciones del servicio o pérdidas de información, incluso los muy improbables.

El equipo aeronáutico debe diseñarse de modo que pueda tratar sucesos muy poco frecuentes, partiendo del supuesto de que tales sucesos de hecho se producirán. A la vista de los millones de horas de vuelo que hacen las aeronaves civiles cada año, es cierta la probabilidad de que en alguna parte del mundo se produzca durante el año un suceso muy infrecuente ( $1 \times 10^{-6}$ /h). Es importante reconocer que cuando se realizan los análisis de interferencia debe evaluarse el riesgo creado por la misma.

Las normas de la OACI para los receptores a bordo de aeronaves de los sistemas GBAS (sistema de aumento basado en tierra) y SBAS (sistema de aumento basado en satélite) GNSS estipulan que se produzca un aviso de alerta en la navegación cuando se excede el nivel de susceptibilidad de interferencia RF del receptor. El análisis de riesgos del GNSS asigna un riesgo de  $1 \times 10^{-5}$  por la pérdida de continuidad en la aproximación en el caso de interferencia no GNSS en aproximaciones



de la categoría I. El objetivo del requisito de continuidad es limitar los eventos de interferencia RF a una de cada 100 000 aproximaciones. Durante las aproximaciones de precisión, los 6 dB del margen de seguridad aeronáutica pueden ser consumidos por variaciones de la relación  $C/N_{0,EFF}$  del GNSS, como se indica en el § 3.1. Por consiguiente cualquier aumento en la interferencia no aeronáutica combinada por encima del límite de  $-146,5$  dB(W/MHz) (dado en el ejemplo utilizado en el § 3.2) ocasionaría un suceso de pérdida de continuidad en el receptor del GNSS. Un precedente de esta interpretación es la definición de margen dado por el UIT-R para el ILS en el § 3.1. Como allí se establece, la interferencia de RF se evalúa en condiciones de  $C/N_{0,EFF}$  mínima en puntos espaciales seleccionados dentro del volumen de cobertura del ILS. En otros términos, no se asigna ningún crédito a la señal interferente debido a la existencia del margen de seguridad.

### 3.3.2 Consideraciones de conformidad

Cualquier propuesta de compartición de una banda de los servicios SRNA/SRNS debe incluir una exposición de los tipos de fallo del servicio propuesto. La propuesta debe identificar todo fallo que pueda representar una amenaza para el servicio de seguridad original y describir la forma en que tales tipos de fallo deberían ser detectados. Deberá también examinar cómo serán avisados los usuarios del servicio de seguridad y analizar el tiempo que debe transcurrir hasta que se produzca el aviso de alarma. La propuesta describirá también el modo en que serán archivadas para posteriores análisis las características más destacadas de cualquier fallo pertinente. Estos fallos incluirán las excursiones dentro y fuera de banda de la potencia radiada. Debe incluir también las desviaciones del espectro radiado -por ejemplo, banda estrecha versus banda ancha.

Dicha propuesta debe detallar también el modo en que se mantendría el margen de seguridad propuesto en todas las hipótesis operacionales pertinentes. Estos análisis incluirán los cálculos de la pérdida de trayecto del servicio propuesto a todos los usuarios del servicio de seguridad. Los análisis han de considerar todos los casos probables de proximidad del servicio propuesto a usuarios de aeronaves, barcos o sistemas terrestres de emergencia del servicio de seguridad.

Habría de tener también en cuenta en un grado razonable la posible multiplicidad de fuentes de interferencia. La propuesta debe asimismo examinar la probabilidad de que el servicio propuesto se encuentre próximo a las infraestructuras radioeléctricas fijas utilizadas por el servicio de seguridad.

Por último, la propuesta ha de considerar la repercusión sobre las ampliaciones recientes o planificadas del servicio de seguridad.

## 3.4 Conclusiones

**3.4.1** El margen de seguridad de 6 dB del GNSS da como resultado un margen de la relación  $C/N_{0,EFF}$  notablemente inferior a 6 dB. Este valor de la  $C/N_{0,EFF}$  es menor que los márgenes de seguridad de otros sistemas de navegación definidos por la OACI, pero se encuentra dentro de la gama de márgenes de seguridad aceptada por el UIT-R para los servicios de seguridad.

**3.4.2** La evaluación de la seguridad de los servicios de radionavegación requiere que la probabilidad de que una fuente de interferencia RF no aeronáutica rebase su límite de protección sea menor de 1 en 100 000 aproximaciones de la categoría I. Este riesgo de pérdida de continuidad no se incluye en el margen de seguridad del GNSS.

**3.4.3** El nivel admisible de interferencia no aeronáutica es un número fijo, y representa la interferencia combinada procedente de todas las fuentes conocidas. Si se ponen en funcionamiento nuevos servicios, sus emisiones deben restringirse para que no excedan el nivel de interferencia combinada admisible.

## Anexo 2

### **Características técnicas y criterios de protección para las estaciones terrenas receptoras del SRNS (espacio-Tierra) que funcionan en la banda 1 559-1 610 MHz**

#### **1 Introducción**

Este Anexo tiene por objeto ofrecer una descripción de algunas aplicaciones del receptor del SRNS, una breve descripción de las señales del SRNS en la banda 1 559-1 610 MHz y los niveles de protección del receptor del SRNS. La Recomendación UIT-R M.1787 aparece información más detallada sobre las señales del SRNS utilizadas por estos receptores. El § 2 presenta descripciones de las aplicaciones del SRNS. Los § 3 y 4 describen la utilización de los máximos umbrales de potencia de interferencia combinada recibida para la protección del receptor del SRNS y aparece una lista de las características técnicas y los criterios de protección. Los niveles de protección indicados tienen por objeto, en general, abordar las fuentes de interferencia continua e impulsiva<sup>5</sup> no procedente del SRNS.

En el Cuadro 2 aparecen los valores umbral de la máxima potencia de interferencia combinada recibida de fuentes radioeléctricas distintas al SRNS. Para la interferencia de banda estrecha se utiliza un valor de potencia recibida junto con un límite superior en la anchura de banda de la interferencia. Para la interferencia de banda amplia, se emplea una densidad espectral de potencia recibida junto con un límite inferior de la anchura de banda de la interferencia. Los umbrales se refieren a la interferencia combinada a la salida de la antena receptora.

#### **2 Aplicaciones del SRNS**

En el presente Anexo se describen varios tipos de receptor del SRNS para aplicaciones particulares. Existen unos pocos tipos de receptor aeronáutico para los que los requisitos están bastante bien desarrollados. Actualmente se sabe que ciertas aplicaciones no aeronáuticas son relativamente más susceptibles a la interferencia. Ello se debe fundamentalmente a unas pérdidas de trayecto excesivas (es decir, una señal recibida débil) en algunos casos o a unas pérdidas de procesamiento de la señal adicionales (por ejemplo, en procesamientos con codificación parcial) en otros casos. Como el SRNS continúa evolucionando, pueden que empiecen a utilizarse aplicaciones del SRNS que utilicen receptores más susceptibles a la interferencia de RF, lo que exige que esta Recomendación sea periódicamente actualizada para tener en cuenta esta circunstancia.

##### **2.1 Receptores aeronáuticos del SRNS**

###### **2.1.1 Receptores SBAS con aproximación de precisión de categoría I**

Un SBAS es un medio para proporcionar datos de integridad y corrección de errores en las mediciones regionales del SRNS a través de una señal de satélite OSG.

---

<sup>5</sup> Por interferencia impulsiva se entiende la interferencia que consiste en ráfagas de transmisión seguidas de periodos sin transmisiones. La compatibilidad con el SRNS es una función de la potencia y duración de la ráfaga, y el ciclo de trabajo de transmisión.

**Tipo 1**

Este tipo de receptor aeronáutico es un receptor de navegación a bordo de aeronave diseñado para proporcionar una aproximación de precisión de categoría I de la OACI. Debe satisfacer los requisitos de una especificación SBAS. Realiza un seguimiento de las señales<sup>6</sup> L1 C/A del SRNS y AMDC L1 del SBAS. Las señales L1 del SBAS tiene códigos similares a la señal L1 C/A transmitida a la misma frecuencia central (1 575,42 MHz). Las características de este tipo de receptor se especifican en el Cuadro 2, columna 1.

**Tipo 2**

Este tipo de receptor aeronáutico también es un receptor de navegación a bordo de aeronave que proporciona una aproximación de precisión de categoría I de la OACI.

Sin embargo, este tipo de receptor funciona con señales<sup>7</sup> AMDF del SRNS y SBAS en varias frecuencias portadoras simultáneamente. Realiza un seguimiento de las señales del SRNS y SBAS, que puede ser en distintas frecuencias portadoras. Las características de este tipo de receptor se especifican en el Cuadro 2, columna 2.

**2.1.2 Receptores GBAS con aproximación de precisión de categoría II/III****Tipo 1**

Este tipo de receptor aeronáutico es un receptor de navegación a bordo de aeronave diseñado para ofrecer una aproximación de precisión de categoría II/III de la OACI. Debe realizar un seguimiento de las señales de satélites (L1 C/A) del SRNS y de las señales de enlaces de datos del GBAS en la banda de ondas métricas. El receptor recibe señales AMDC. Las características de este tipo de receptor se especifican en el Cuadro 2, columna 3.

**Tipo 2**

Este tipo de receptor aeronáutico también es un receptor de navegación a bordo de aeronave diseñado para proporcionar una aproximación de precisión de categoría II/III de la OACI. Este tipo de receptor funciona con señales AMDF del SRNS en varias frecuencias portadoras simultáneamente. Debe realizar un seguimiento de las señales los satélites del SRNS y de las señales de enlaces de datos del GBAS en la banda de ondas métricas. Además, este receptor puede funcionar con información procedente de transmisores terrenales del SRNA que transmiten señales de radionavegación similares a las señales del SRNS (espacio-Tierra) hacia estaciones de aeronave. Las características de este tipo de receptor se especifican en el Cuadro 2, columna 4.

---

<sup>6</sup> El término «AMDC» se refiere a la utilización de la técnica de modulación mediante el acceso múltiple por división de código en la que todos los satélites del SRNA y/o SBAS transmiten en la misma frecuencia portadora pero con distintos códigos de modulación. Para más detalles sobre las señales consúltese el Anexo 1 (GLONASS) y el Anexo 2 (GPS) a la Recomendación UIT-R M.1787.

<sup>7</sup> El término «AMDF» se refiere a la técnica de modulación mediante acceso múltiple por división de frecuencia en la que todos los satélites del SRNS utilizan el mismo código de modulación pero cada satélite transmite en una frecuencia portadora distinta. Para más detalles véase al Anexo 1 (GLONASS) a la Recomendación UIT-R M.1787.

### 2.1.3 Receptor de referencia en tierra del SBAS

Este tipo de receptor aeronáutico es un receptor de referencia situado en tierra utilizado en el funcionamiento de la red terrestre SBAS para determinar los retardos ionosféricos y la integridad de la señal del SRNS. Este receptor utiliza una técnica de codificación parcial que explota una característica singular habilitada por la particular arquitectura de la señal del SRNS por medio de la cual se realiza un seguimiento de las señales de código L1 y L2 P(Y), gracias al conocimiento de una fase de portadora dinámica obtenido del código L1 C/A<sup>8</sup> y del seguimiento de portadora y el conocimiento de la velocidad media de reloj de encriptado. Esta técnica de correlación cruzada proporciona la capacidad de medir el retardo de la señal en L2, haciendo posible la determinación de las variaciones del retardo de señal debidas a la ionosfera. El esquema de correlación cruzada es posible en parte porque las señales L1 y L2 P(Y) tienen códigos idénticos. Este receptor también debe efectuar la adquisición y seguimiento de las señales del satélite SBAS a la misma frecuencia que la portadora L1 C/A. Los receptores de codificación parcial son más susceptibles a la interferencia porque funcionan sin la ventaja que supone conocer el código Y<sup>9</sup>. Los receptores en tierra SBAS desempeñan cometidos críticos tales como la comprobación de la integridad de las señales del SRNS en las estaciones en tierra SBAS situadas en emplazamientos fijos conocidos. Por consiguiente, debe garantizarse a estos receptores la protección adecuada para asegurar el acceso ininterrumpido continuo a las señales del SRNS; tales como, entre otras, las zonas físicas de amortiguación. Las características de este tipo de receptor se especifican en el Cuadro 2, columna 5.

Los receptores de referencia en tierra SBAS desempeñan tareas críticas tales como comprobación de la integridad de los sistemas del SRNS en las estaciones en tierra SBAS situadas en emplazamientos fijos conocidos. Por consiguiente, a estos receptores debe garantizárseles la protección adecuada para asegurar el acceso ininterrumpido continuo a las señales del SRNS; tales como, entre otras, las zonas físicas de amortiguación.

### 2.1.4 Receptor con aproximación de precisión de navegación aérea

Este tipo de receptor es un receptor de navegación aérea diseñado para proporcionar una aproximación de precisión. Funciona con señales AMDC y AMDF del SRNS y puede utilizar varias frecuencias portadoras simultáneamente. Las características de este tipo de receptor se especifican en el Cuadro 2, columna 6.

Las características de los receptores de navegación aérea también pueden aplicarse a los receptores desarrollados para aplicaciones terrestres y marítimas no descritas en el presente Anexo.

## 2.2 Receptores de alta precisión

La categoría de alta precisión representa receptores diseñados para proporcionar una precisión en el posicionamiento de uno o dos centímetros en tiempo real y en modo dinámico, utilizando una técnica de frecuencia doble o señales de frecuencia triple y también redes SBAS. Sus características son similares a las de los receptores aeronáuticos de referencia en tierra SBAS de codificación parcial descritos anteriormente, pero en algunas aplicaciones pueden ser más sensibles que en estas aplicaciones aeronáuticas ya que estos receptores de alta precisión funcionan en entornos difíciles, tales como bajo un manto de vegetación. Los sistemas y receptores de alta precisión se emplean en aplicaciones que requieren elevada precisión de posicionamiento, tales como la agricultura, la construcción, la minería, la gestión de los recursos naturales, la ciencia y el levantamiento de planos.

---

<sup>8</sup> Las señales L1 C/A y L1 P(Y) se encuentran en la banda de frecuencias del SRNS 1 559-1 610 MHz mientras que las señales L2 P(Y) se encuentran en la banda 1 215-1 300 MHz del SRNS. Para más detalles sobre estas señales véase el Anexo 2 (GPS) a la Recomendación UIT-R M.1787.

<sup>9</sup> El código Y es un código P modificado y encriptado con la misma velocidad de chip y características de modulación que el código P.

Los receptores del SRNS de alta precisión utilizan una técnica de codificación parcial por medio de la cual se realiza la adquisición y el seguimiento de dos o tres señales del SRNS con diferentes portadoras (por ejemplo, señales L1 y L2 P(Y)), con la ayuda del conocimiento de una fase de portadora dinámica obtenido del código de seguimiento de una de las señales (por ejemplo, L1 C/A). Estos receptores requieren protección en todas las bandas del SRNS utilizadas. Se utilizan dos modos básicos: 1) las señales del SRNS en las distintas bandas presentan una correlación cruzada; o 2) se realiza un seguimiento independiente de las señales del SRNS. También hay variaciones a estos métodos, o combinaciones de los dos métodos. En cualquier caso, el objetivo es proporcionar una estimación del retardo ionosférico o un conjunto independiente de mediciones de la fase de portadora que ayude a eliminar rápidamente las ambigüedades de la longitud de onda. Este proceso ofrece una precisión de la posición mejorada, aun cuando el receptor se encuentre en movimiento. El esquema de correlación cruzada es posible si las señales tienen códigos idénticos y casi sincronizados. Las señales en una frecuencia portadora son desplazadas en fase y retardadas por la ionosfera con respecto a las señales en otra frecuencia portadora del mismo satélite. No obstante, cuando las señales tienen idéntico código y portadora Doppler, puede existir la capacidad de ayudar al seguimiento con codificación parcial utilizando bucles de seguimiento de banda muy estrecha.

Las versiones más modernas de estos receptores también pueden realizar un seguimiento de la señal L2C<sup>10</sup> si está disponible en un satélite en particular, en cuyo caso puede que no funcionen en modo codificación parcial para ese satélite. Sin embargo, como estos receptores estarían funcionando en una red terrestre junto con receptores de codificación parcial, y junto con seguimiento con codificación parcial de señales de satélite sin L2C, su sensibilidad a la interferencia es la misma que la sensibilidad con codificación parcial a la interferencia.

También pueden utilizarse receptores multibanda en las redes de calidad comercial. En tales aplicaciones, las señales del SRNS pueden procesarse por métodos de codificación parcial para determinar el retardo ionosférico en las señales. Esta información es empleada por la red para mejorar la precisión a lo largo de una región amplia.

Los receptores de la red terrestre comerciales multibanda son generalmente más sensibles a la interferencia que los receptores aeronáuticos de codificación parcial descritos en el § 2.1, aunque también pueden realizar un seguimiento de la señal L2C procedente de satélites individuales. Generalmente están diseñados para funcionar en un entorno dinámico y no utilizan normalmente una referencia de frecuencia precisa. Los umbrales de interferencia indicados más adelante en el Cuadro 2 para los receptores del SRNS de alta precisión también son aplicables a los receptores de codificación parcial de calidad comercial.

Obsérvese que los umbrales de seguimiento pertinentes para estos receptores de codificación parcial (véase la columna «alta precisión» en el Cuadro 2) se basan en la más sensible de las señales sometidas a seguimiento. Por ejemplo, en algunas aplicaciones multibanda en que intervienen receptores que funcionan en la banda 1 559-1 610 MHz, la señal más sensible puede encontrarse en la banda 1 215-1 300 MHz, en cuyo caso los criterios de protección correspondientes aparecen en la Recomendación UIT-R M.1902.

En el Cuadro 2, columna 11, figuran tres tipos de receptores cada uno de los cuales utiliza un tipo diferente de señal de satélite del SRNS (AMDC para las señales L1 P(Y) y C/A; o para señales GLONASS, AMDC y/o AMDF), diversas gamas de frecuencias y distintas anchuras de banda del filtro. Los criterios de protección y las restantes características son iguales.

---

<sup>10</sup> En el Anexo 2 (GPS) de la Recomendación ITU-R M.1787 aparecen más detalles sobre la señal L2C.

### 2.3 Receptores del SRNS asistidos (SRNS-A)

SRNS-A se refiere a receptores del SRNS manuales de calidad comercial y asistidos. Esta clase de receptores funcionan en entornos difíciles tales como bajo espesas capas de vegetación, en interiores o en cañones urbanos. A veces son «teléfonos móviles asistidos» ya que se proporciona información de ayuda en tiempo real (Doppler, temporización, datos de navegación) para poder adquirir y realizar un seguimiento de la señal del SRNS a pesar de una elevada atenuación (tal como la que provocan las paredes de los edificios). Debido al espeso manto de vegetación o a la atenuación por las paredes no es adecuado definir niveles de la señal recibida del SRNS normalizada. Por consiguiente, los umbrales de potencia de la interferencia no pueden definirse con respecto a los niveles de la señal recibida.

Por tanto, el método aceptado consiste en definir el umbral de densidad de potencia de la interferencia combinada fijándolo en un nivel que no incremente el ruido de fondo total más de 1 dB por encima de ruido de fondo ambiental. En este caso, este ruido de fondo ambiental es el de un entorno en interiores ( $-144$  dBW/MHz), que se traduce en una densidad de potencia de ruido del receptor de  $-141$  dBW/MHz en un receptor con un factor de ruido de 3 dB, lo que da lugar a un umbral de densidad de potencia de la interferencia de banda amplia combinada de  $-146,9$  dBW/MHz a la salida de una antena pasiva con polarización circular de 0 dBi. En el caso de interferencia de banda estrecha combinada (véase la Fig. 1), el umbral de interferencia es, entonces,  $-156,9$  dBW. Como estos receptores están generalmente asistidos, los umbrales para la adquisición y el seguimiento son idénticos. Las características de este tipo de receptor se especifican en el Cuadro 2, columna 7.

### 2.4 Receptores polivalentes

La categoría polivalente (de uso general) representa varios tipos de receptores del SRNS diseñados para la navegación con vehículos, la navegación peatonal, el posicionamiento general, etc. En el Cuadro 2, en la columna 8 aparecen tres tipos de receptores y en la columna 9 un tipo. Los tres tipos N° 1 polivalentes en la columna 8 emplean diferentes tipos de señal (AMDC para la señal L1 C/A; o para señales GLONASS, AMDC y/o AMDF), diversas gamas de frecuencias y distintas anchuras de banda del filtro precorrelador. Los criterios de protección y las restantes características son iguales. El receptor N° 2 polivalente (columna 9) utiliza señales AMDC (B1-C)<sup>11</sup> y tiene diferentes características y criterios de protección que el N° 1 polivalente.

### 2.5 Posicionamiento en interiores

La categoría de posicionamiento en interiores representa a los receptores del SRNS destinados a su uso en interiores y que normalmente tiene una baja capacidad  $C/N_0$  (es decir, son receptores muy sensibles). Como no puede utilizarse seguimiento de portadora con las señales de baja potencia presentes en los entornos de interiores, en este tipo de receptor únicamente se emplea seguimiento de código. En el Cuadro 2, columna 10, se indican tres tipos de receptores cada uno de los cuales utiliza un tipo distinto de señal del satélite del SRNS (ya sea AMDC o para las señales GLONASS AMDC y/o AMDF), diversas gamas de frecuencias y distintas anchuras de banda de filtro precorrelador.

## 3 Umbrales de interferencia continua del SRNS para fuentes radioeléctricas distintas al SRNS

En las siguientes descripciones, los niveles de potencia recibida a la salida de antena se refieren a los niveles de potencia para la máxima ganancia de antena en la dirección de las fuentes de interferencia. En la Fig. 1 aparece un ejemplo de la especificación para el SRNS de los niveles de interferencia

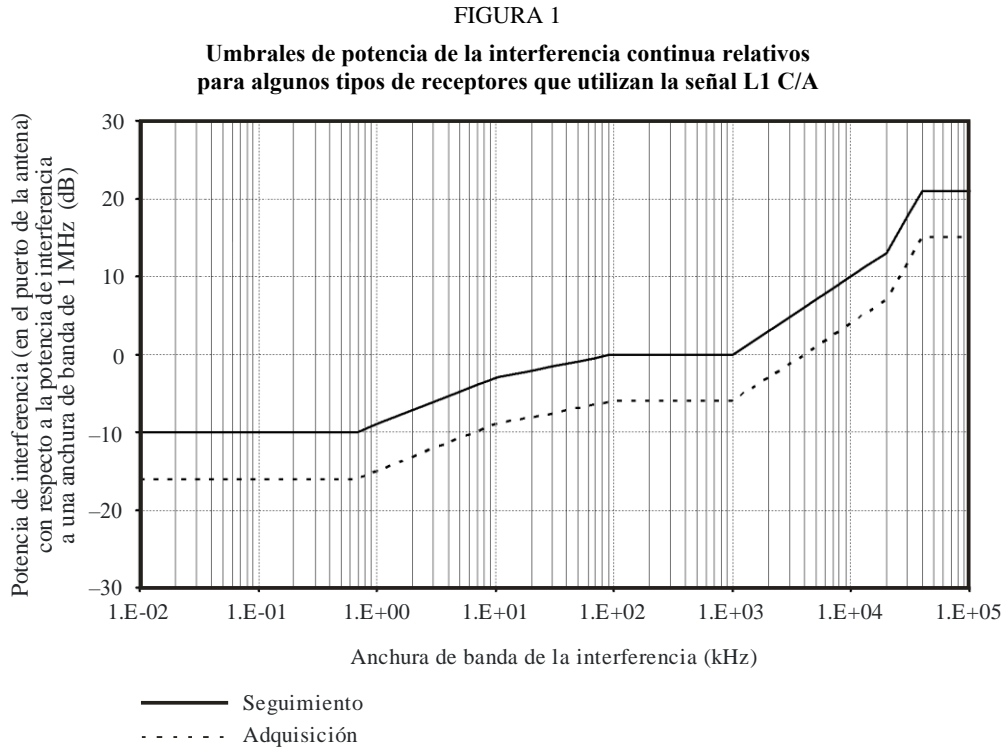
---

<sup>11</sup> En el Anexo 7 (COMPASS) a la Rec. UIT-R M.1787 aparecen más detalles sobre la señal B1-C.



combinada relativos en función de la anchura de banda de la fuente de interferencia para receptores que utilizan la señal L1 C/A. Los niveles de interferencia de la Fig. 1 están normalizados con respecto al nivel de potencia umbral del modo de seguimiento de la anchura de banda de interferencia de 1,0 MHz especificado para ciertos tipos de receptor L1 C/A en el Cuadro 2 (como indica la Nota 1).

La curva del modo de adquisición de la Fig. 1 se aplica a los receptores de tipo 1 SBAS y GBAS. La curva de adquisición para los receptores SRNS-A y de alta precisión es idéntica a la curva del modo de seguimiento de la Fig. 1. en el Cuadro 1 aparecen los puntos de cambio de pendiente según la anchura de banda y los valores del nivel relativo para las curvas de la Fig. 1.



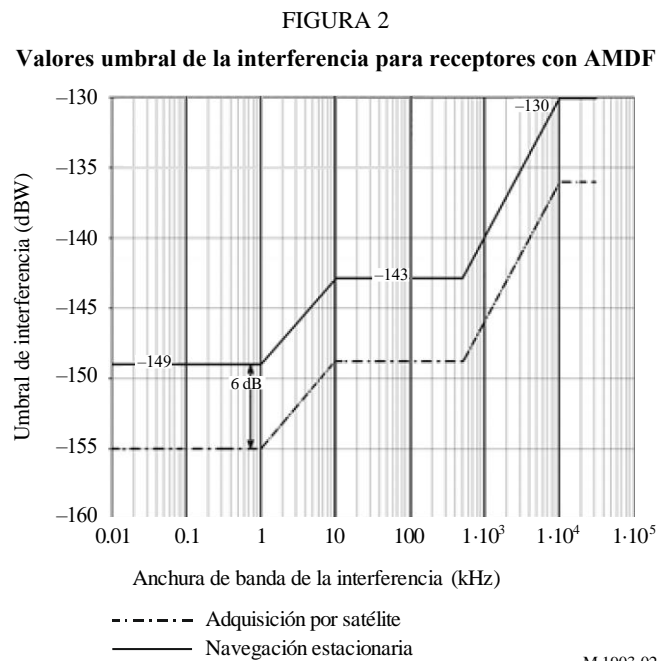
M.1903-01

CUADRO 1  
Umbrales de potencia de la interferencia continua relativos para algunos tipos de receptores que utilizan la señal L1 C/A

Anchura de banda	Nivel de interferencia relativo
$0 \leq BW_I \leq 700 \text{ Hz}$	-10 dB
$700 \text{ Hz} < BW_I \leq 10 \text{ kHz}$	Incremento lineal de -10 dB a -3 dB
$10 \text{ kHz} < BW_I \leq 100 \text{ kHz}$	Incremento lineal de -3 dB a 0 dB
$100 \text{ kHz} < BW_I \leq 1 \text{ MHz}$	0 dB
$1 \text{ MHz} < BW_I \leq 20 \text{ MHz}$	Incremento lineal de 0 a 13 dB <sup>(1)</sup>
$20 \text{ MHz} < BW_I \leq 30 \text{ MHz}$	Incremento lineal de 13 a 19,4 dB <sup>(1)</sup>
$30 \text{ MHz} < BW_I \leq 40 \text{ MHz}$	Incremento lineal de 19,4 a 21 dB <sup>(1)</sup>
$40 \text{ MHz} < BW_I$	21 dB <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Para anchuras de banda de la interferencia mayores de 1 MHz, la densidad espectral de potencia de la interferencia no deberá rebasar el umbral de banda amplia pertinente indicado en el Cuadro 2 en la gama de frecuencias  $1\,575,42 \pm 10 \text{ MHz}$ .

La Fig. 2 ilustra el caso de receptores de navegación aérea que realizan el seguimiento de señales del SRNS con AMDF y proporciona los niveles umbral de interferencia asociados en función de la anchura de banda de la fuente de interferencia. Cabe señalar que los valores umbral de la Fig. 2 no tienen en cuenta un margen de seguridad (unos 6 dB) que normalmente aplica la OACI en las normas pertinentes.



#### 4 Características técnicas y criterios de protección del receptor del SRNS

El Cuadro 2 presenta las características técnicas y los criterios de protección (máximos umbrales de interferencia combinada) para varias aplicaciones del SRNS representativas en la banda 1 559-1 610 MHz. En la Recomendación UIT-R M.1787 aparece más información sobre la señal del SRNS. La aplicabilidad y la aplicación de los márgenes de seguridad para proteger el receptor del SRNS figuran en el Anexo 1.

El Cuadro 2 propone diferentes niveles de protección dependiendo del tipo de receptor del SRNS o de la aplicación. En el cuadro se han incluido los siguientes receptores y aplicaciones:

- Receptor del SBAS de categoría I (2 tipos) y receptor del GBAS de categoría II/III (2 tipos) (véanse los § 2.1.1 y 2.1.2 y el Cuadro 2, columnas 1 a 4).
- Receptor de referencia en tierra del SBAS (véase el § 2.1.3 y el Cuadro 2, columna 5).
- Receptor de aproximación de precisión de navegación aérea (véase el § 2.1.4 y el Cuadro 2, columna 6).
- Alta precisión (3 tipos) (véase el § 2.2 y el Cuadro 2, columna 11).
- SRNS-A (véase el § 2.3 y el Cuadro 2, columna 7).
- Polivalente N° 1 (3 tipos) (véase el § 2.4 y el Cuadro 2, columna 8).
- Polivalente N° 2 (véase el § 2.4 y el Cuadro 2, columna 9).
- Posicionamiento en interiores (3 tipos) (véase el § 2.5 y el Cuadro 2, columna 10).

CUADRO 2

**Características técnicas y criterios de protección para los receptores del SRNS (espacio-Tierra) que funcionan en la banda 1 559-1 610 MHz**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Aplicación (véase § 4) Parámetro	SBAS Categoría I Tipo 1	SBAS Categoría I Tipo 2	GBAS Categoría II/III Tipo 1	GBAS Categoría II/III Tipo 2	Receptor de referencia en tierra SBAS*	Receptor con aproximación de precisión de navegación aérea	SRNS-A	Polivalente N° 1	Polivalente N° 2	Posicionamiento en interiores	Alta precisión* (Nota 11)
Gama de frecuencias de la señal (MHz)	1 575,42 ± 15,345	1 602 + 0,5625K ± 5,11, donde K = -7, ..., +6 y 1 602 + 0,5625N ± 0,511, donde N = +7, ..., +12 (Nota 12)	1 575,42 ± 15,345	1 602 + 0,5625K ± 5,11, donde K = -7, ..., +6 y 1 602 + 0,5625N ± 0,511, donde N = -12, ..., -8 (Nota 15)	1 575,42 ± 15,345	1 602 + 0,5625K ± 5,11, donde K = -7, ..., +6 (Nota 17)	1 575,42 ± 15,345	1 575,42 ± 12 1 602 + 0,5625K ± 5,11, donde K = -7, ..., +6 1 600,995 ± 7,7	1 561,098 ± 2,046 1 589,742 ± 2,046	1 575,42 ± 12 1 602 + 0,5625K ± 5,11, donde K = -7, ..., +6 1 600,995 ± 7,7	1 575,42 ± 15,345 1 602 + 0,5625K ± 5,11, donde K = -7, ..., +6 1 600,995 ± 7,7
Máxima ganancia de la antena del receptor en el hemisferio superior (dBi)	+3,0 (circular) (Nota 5)	+7 (circular) (Nota 13)	+3,0 (circular) (Nota 5)	+7 (circular) (Notas 13 y 16)	-2,0 (circular) (Nota 6)	+7 (circular) (Nota 13)	0,0	6	3	6	+3,0
Máxima ganancia de la antena del receptor en el hemisferio inferior (dBi)	-5,0 (lineal) (Nota 7)	-10 (circular)	-5,0 (lineal) (Nota 8)	-10 (circular)	-9,0 (circular) (Nota 6)	-10 (circular)	0,0	6 (Nota 18)	-10	6 (Nota 18)	-5,0 (Nota 10)
Anchura de banda a 3 dB del filtro de RF (MHz)	24,0	30	24,0	30	24,0	30	30,69	32 30	4,196	32 30	30, 69 6 32 30
Anchura de banda a 3 dB del filtro de precorrección (MHz)	20,46	22	20,46	22	20,46	22 25	20,46	2 22 25	4,096	2 22 25	20,46 22 25
Temperatura de ruido del sistema receptor (K)	513	400	513	400	513	400	513	645	330	645	513

CUADRO 2 (continuación)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Aplicación (véase § 4) Parámetro	SBAS Categoría I Tipo 1	SBAS Categoría I Tipo 2	GBAS Categoría II/III Tipo 1	GBAS Categoría II/III Tipo 2	Receptor de referencia en tierra SBAS*	Receptor con aproximación de precisión de navegación aérea	SRNS-A	Polivalente N° 1	Polivalente N° 2	Posiciona- miento en interiores	Alta precisión* (Nota 11)	
<i>Umbrales para interferencia continua</i>												
Nivel de potencia umbral en modo seguimiento de la interferencia combinada de banda estrecha a la salida de la antena pasiva (dBW)	-150,5 (Notas 1 y 2)	-149 (Notas 3 y 14)	-150,5 (Notas 1 y 2)	-149 (Notas 3 y 14)	-160,0 (Nota 9)	-149 (Notas 3 y 14)	-156,9 (Nota 2)	-152 (Nota 2, AMDC) (Nota 3, AMDF y AMDC (frecuencia portadora 1 600,995 MHz))	-150 (Nota 4)	-184 (Nota 2, AMDC) (Nota 3, AMDF y AMDC (frecuencia portadora 1 600,995 MHz))	-157,4 (Nota 2)	-157,4 (Nota 3)
Nivel de potencia umbral en modo adquisición de la interferencia combinada de banda estrecha a la salida de la antena pasiva (dBW)	-156,5 (Notas 1 y 2)	-155 (Notas 3 y 14)	-156,5 (Notas 1 y 2)	-155 (Notas 3 y 14)	-157,4 (Nota 9)	-155 (Notas 3 y 14)	-156,9 (Nota 2)	-158 (Nota 2, AMDC) (Nota 3, AMDF y AMDC (frecuencia portadora 1 600,995 MHz))	-156 (Nota 4)	-190 (Nota 2, AMDC) (Nota 3, AMDF y AMDC (frecuencia portadora 1 600,995 MHz))	-157,4 (Nota 2)	-157,4 (Nota 3)
Nivel de densidad de potencia umbral en modo seguimiento de la interferencia combinada de banda amplia a la salida de la antena pasiva (dB(W/MHz))	-140,5 (Notas 1 y 2)	-140 (Notas 3 y 14)	-140,5 (Notas 1 y 2)	-140 (Notas 3 y 14)	-146,0 (Nota 9)	-140 (Notas 3 y 14)	-146,9 (Nota 2)	-136 (Nota 2, AMDC) (Nota 3, AMDF y AMDC (frecuencia portadora 1 600,995 MHz))	-140 (Nota 4)	-142 (Nota 2, AMDC) (Nota 3, AMDF y AMDC (frecuencia portadora 1 600,995 MHz))	-147,4 (Nota 2)	-147,4 (Nota 3)

CUADRO 2 (fin)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Aplicación (véase § 4) Parámetro	SBAS Categoría I Tipo 1	SBAS Categoría I Tipo 2	GBAS Categoría II/III Tipo 1	GBAS Categoría II/III Tipo 2	Receptor de referencia en tierra SBAS*	Receptor con aproximación de precisión de navegación aérea	SRNS-A	Polivalente N° 1	Polivalente N° 2	Posiciona- miento en interiores	Alta precisión* (Nota 11)	
Nivel de densidad de potencia umbral en modo adquisición de la interferencia combinada de banda amplia a la salida de la antena pasiva (dB(W/MHz))	-146,5 (Notas 1 y 2)	-146 (Notas 3 y 14)	-146,5 (Notas 1 y 2)	-146 (Notas 3 y 14)	-147,4 (Nota 9)	-146 (Notas 3 y 14)	-146,9 (Nota 2)	-142 (Nota 2, AMDC) (Nota 3, AMDF y AMDC (frecuencia portadora 1 600,995 MHz))	-146 (Nota 4)	-148 (Nota 2, AMDC) (Nota 3, AMDF y AMDC (frecuencia portadora 1 600,995 MHz))	-147,4 (Nota 2)	-147,4 (Nota 3)
<i>Umbral para interferencia impulsiva (véase la Nota 22)</i>												
Nivel de saturación a la entrada del receptor (dBW) (Nota 19) (Nota 22)	-135 (Nota 20)	-80	-135 (Nota 20)	-80	-135 (Nota 20)	-80		-70	-70	-100	-120	
Nivel de supervivencia del receptor (dBW) (Nota 22)	-10 (Nota 21)	-1	-10 (Nota 21)	-1	-10 (Nota 21)	-1		-20	-20	-17	-20	
Tiempo de recuperación de sobrecarga (s) (Nota 22)	$25,0 \times 10^{-6}$	$(1 \text{ a } 5) \times 10^{-6}$	$25,0 \times 10^{-6}$	$(1 \text{ a } 5) \times 10^{-6}$	$25,0 \times 10^{-6}$	$(1 \text{ a } 5) \times 10^{-6}$		$30 \times 10^{-6}$	$30 \times 10^{-6}$	$30 \times 10^{-6}$	$(1 \text{ a } 30) \times 10^{-6}$	

Notas relativas al Cuadro 2:

\* Estas columnas del Cuadro cubren las características y los umbrales para receptores que funcionan en la banda 1 559-1 610 MHz (los receptores con AMDC de este tipo funcionan con las señales descritas en el Anexo 2 a la Recomendación UIT-R M.1787). Sobre las características y los umbrales para receptores que también realizan adquisición y seguimiento de las señales del SRNS en las bandas 1 215-1 300 MHz y/o 1 164-1 215 MHz véanse también las Recomendaciones UIT-R M.1903 y/o UIT-R M.1905.

NOTA 1 – Cuando se utiliza en el modelo de evaluación de la interferencia de la Recomendación UIT-R M.1318-1, el valor umbral se inserta en la línea (a) y 6 dB (el margen de seguridad descrito en el Anexo 1) se inserta en la línea (b) de la plantilla de evaluación.

NOTA 2 – Se considera que la interferencia continua de banda estrecha tiene una anchura de banda inferior a 700 Hz. La interferencia continua de banda amplia se considera que tiene una anchura de banda mayor de 1 MHz. Los umbrales para las anchuras de banda de la interferencia entre 700 Hz y 1 MHz aparecen en el § 3 (véase la Fig. 1 y el Cuadro 1). Estos valores son para el código L1 C/A y no están destinados para su utilización en un entorno con interferencia impulsiva significativa.

NOTA 3 – Para el procesamiento de la señal con AMDF y AMDC (frecuencia portadora 1 600,995 MHz), se considera que la interferencia continua de banda estrecha tiene una anchura de banda inferior a 1 kHz. La interferencia continua de banda amplia se considera que tiene una anchura de banda superior a 500 kHz. Los umbrales del ancho de banda de interferencia entre 1 kHz y 500 kHz se indican en la Fig. 2.

NOTA 4 – Se considera que la interferencia continua de banda estrecha tiene una anchura de banda inferior a 700 Hz. La interferencia continua de banda amplia se considera que tiene una anchura de banda superior a 1 MHz.

NOTA 5 – La máxima ganancia de antena del receptor RHCP en el hemisferio superior se aplica para un ángulo de elevación de al menos 75° con respecto al plano horizontal de la antena.

NOTA 6 – El máximo valor de ganancia en el hemisferio superior indicado se refiere a un ángulo de elevación de 30° (máximo ángulo de llegada de la interferencia de RF esperada). El máximo valor de ganancia en el hemisferio inferior indicado se refiere a un ángulo de elevación de 5°.

NOTA 7 – El máximo valor de ganancia indicado se refiere a un ángulo de elevación de 0°. Para ángulos de elevación comprendidos entre 0° y –30°, la máxima ganancia disminuye a –10 dBi y permanece constante en ese valor para ángulos de elevación entre –30° y –90°.

NOTA 8 – El máximo valor de ganancia en el hemisferio inferior indicado se refiere a un ángulo de elevación de 0°. Para ángulos de elevación comprendidos entre 0° y –30° la máxima ganancia disminuye a –10 dBi y permanece constante en ese valor para ángulos de elevación entre –30° y –45°. Para ángulos de elevación entre 45° y –90° el máximo límite de ganancia es –13 dBi.

NOTA 9 – Los valores de seguimiento se aplican a la señal L1 SBAS. Los umbrales de seguimiento se basan en la especificación FAA-E-2892B, Modificación N° 0012, de la FAA. Los valores de adquisición se aplican a la señal L1 C/A con una  $I/N$  de –6 dB. Los límites de anchura de banda de la interferencia continua para los umbrales de banda estrecha y de banda amplia son 70 Hz (máximo) y 1 MHz (mínimo), respectivamente. No se especifican los umbrales para las anchuras de banda de la interferencia entre estos límites y quizá requieran más estudios.

NOTA 10 – El máximo valor de ganancia en el hemisferio inferior indicado se refiere a ángulos de elevación inferiores a + 0°.

NOTA 11 – Las características y los niveles de protección que figuran en esta columna también se aplican a los receptores del SRNS diseñados para funcionar en aplicaciones del SRNS especializadas (por ejemplo, redes en tierra monofrecuencia y navegación de precisión). (Véase en el § 2.2 la definición de alta precisión). Los parámetros de la respuesta a la interferencia impulsiva para este tipo de receptor deben ser objeto de más estudios enmarcados en los trabajos del UIT-R sobre un método general de evaluación de la interferencia de RF impulsiva.

NOTA 12 – Este tipo de receptor funciona en varias frecuencias portadoras simultáneamente. Las frecuencias portadoras se definen como sigue:  $f_c$  (MHz) = 1 602 + 0,5625K, donde  $K = -7, \dots, +6$  (señales del SRNS) y  $f_c$  (MHz) = 1 602 + 0,5625N, donde  $N = +7, \dots, +12$  (señales del SBAS).

NOTA 13 – La mínima ganancia de la antena del receptor para un ángulo de elevación de 5° es –5,5 dBic.

NOTA 14 – Este umbral debe tener en cuenta la interferencia combinada. El valor del umbral no incluye ningún margen de seguridad.

NOTA 15 – Este tipo de receptor funciona en varias frecuencias portadoras simultáneamente. Las frecuencias portadoras se definen como sigue:  $f_c$  (MHz) = 1 602 + 0,5625K,  $K = -7, \dots, +6$  (señales del SRNS) y  $f_c$  (MHz) = 1 602 + 0,5625N, donde  $N = -12, \dots, -8$  (señales SRNA).

NOTA 16 – La mínima ganancia de la antena del receptor para un ángulo de elevación de 5° es –21 dBi (señales SRNA).

NOTA 17 – Este tipo de receptor funciona en varias frecuencias portadoras simultáneamente. Las frecuencias portadoras se definen como sigue:  $f_c$  (MHz) = 1 602 + 0,5625K, donde  $K = -7$  a +6. Los receptores de navegación fabricados con anterioridad a 2006 pueden funcionar con señales de navegación cuyos números de frecuencia portadora (K) van de –7 a +12.

NOTA 18 – Dado que en algunas aplicaciones del receptor del SRNS la antena podría apuntarse potencialmente en cualquier dirección, la máxima ganancia de antena en el hemisferio inferior podría ser igual (en las condiciones más desfavorables) a la del hemisferio superior.

NOTA 19 – A menos que se especifique lo contrario, para los receptores que funcionan con la frecuencia portadora 1 575,42 MHz, el nivel de saturación a la entrada del receptor en esta fila se aplican a la correspondiente anchura de banda a 3 dB del filtro de RF en la fila 4 de este Cuadro, siempre que la anchura de banda a 3 dB del filtro de RF el receptor no vaya más allá de la banda 1 559-1 610 MHz. Para otras frecuencias portadoras se está estudiando actualmente el ancho de banda de RF correspondiente para el nivel de saturación de la entrada del receptor.

NOTA 20 – Estos niveles de saturación a la entrada del receptor se corresponden para la potencia en un ancho de banda de 1 MHz.

NOTA 21 – Estos niveles de supervivencia se corresponden para el nivel de potencia de cresta de una señal impulsiva con un ciclo de trabajo máximo del 10%.

NOTA 22 – Los valores de estas filas deben utilizarse para evaluar la interferencia causada por fuentes impulsivas junto con la metodología indicada en la Recomendación UIT-R M.2030.