

Departamento de Servicios Espaciales

ANÁLISIS DE COMPATIBILIDAD ENTRE REDES DE SATÉLITES GEOESTACIONARIOS (OSG)

Resumen

El objetivo de este documento es proporcionar una visión general de los distintos criterios utilizados para evaluar la compatibilidad de las redes de satélites geoestacionarios, identificando aquellas con las que es necesario realizar una coordinación y presentando los métodos que pueden emplearse para facilitar la coordinación y lograr una situación de funcionamiento sin interferencias. Incluye las últimas actualizaciones de la CMR-15 y las introducidas por los estudios en curso destinados a la CMR-19.

El documento también considera el caso en que una Administración notificante desee presentar las características de su red de satélites a la UIT, ilustrando algunos aspectos que pueden tenerse en cuenta a la hora de preparar la notificación con objeto de optimizar el resultado, representando al mismo tiempo la situación real de la forma más precisa posible.

En todos los casos los temas se han abordado tanto desde el punto de vista conceptual como desde el punto de vista práctico, con cierto detalle pero sin perder de vista el objetivo global.

1 Identificación de los requisitos de coordinación

El Apéndice 5 del Reglamento de Radiocomunicaciones presenta los criterios técnicos que deben utilizarse en cada caso, incluyendo:

- La disposición reglamentaria que establece la forma de coordinación.
- Las situaciones de compartición asociadas al caso correspondiente.
- La banda de frecuencias y la Región.
- Los servicios.
- El umbral/condición.
- El método de cálculo.

Los Cuadros 5-1, 5-2, y el Anexo 1 al Apéndice 5 presentan una detallada descripción de los distintos casos.

En el caso de coordinación con arreglo al número 9.7 del RR entre redes OSG, pueden hallarse los siguientes criterios:

1.1 Arco de Coordinación

Consiste en identificar redes de satélites con superposición de frecuencias que funcionan en el mismo sentido de transmisión dentro de una ventana de ± 6 , ± 7 , ± 8 a ± 12 , ó ± 16 grados (dependiendo de la banda de frecuencias y del servicio) con respecto a la longitud orbital nominal de la nueva red.

Este método lo utiliza la Oficina para identificar los requisitos de coordinación de las redes de satélites en el SFS y el SRS no planificados, así como en el servicio de meteorología por satélite, el servicio de investigación espacial y sus respectivas asignaciones de frecuencia asociadas para las operaciones espaciales, en las bandas de frecuencias específicas descritas en el Apéndice 5.

En el cuadro que aparece a continuación figura un resumen de los distintos casos:

Banda de frecuencias, Región	Servicios y arco de coordinación aplicable
1) 3 400-4 200 MHz 5 725-5 850 MHz (Región 1) 5 850-6 725 MHz 7 025-7 075 MHz	Cualquier red del SFS y cualquier función asociada para las operaciones espaciales con una estación espacial dentro de un arco orbital de $\pm 7^\circ$ respecto a la posición orbital nominal de una red propuesta del SFS
2) 10,95-11,2 GHz 11,45-11,7 GHz 11,7-12,2 GHz (Región 2) 12,2-12,5 GHz (Región 3) 12,5-12,75 GHz (Regiones 1 y 3) 12,7-12,75 GHz (Región 2) 13,4-13,65 GHz (Región 1) 13,75-14,8 GHz	- Cualquier red del SFS o del SRS, no sujeta a un Plan , y cualquier función asociada para las operaciones espaciales con una estación espacial dentro de un arco orbital de $\pm 6^\circ$ respecto a la posición orbital nominal de una red propuesta del SFS o del SRS, no sujeta a un Plan - En la banda 13,4-13,65 GHz toda red del servicio de investigación espacial (SIE) o toda red del SFS y cualquier función asociada para las operaciones espaciales (véase el número 1.23), con una estación espacial dentro de un arco orbital de $\pm 6^\circ$ respecto de la posición orbital nominal de una red propuesta en el SFS o el SIE - En la banda 14,5-14,8 GHz cualquier red del servicio de investigación espacial (SIE) o del SFS no sujeta a un Plan y cualquier función asociada para las operaciones espaciales (véase el número 1.23), con una estación espacial dentro de un arco orbital de $\pm 6^\circ$ respecto de la posición orbital nominal de una red propuesta en el SIE o el SFS no sujeta a un Plan
3) 17,7-20,2 GHz (Regiones 2 y 3) 17,3-20,2 GHz (Región 1) y 27,5-30 GHz	Cualquier red del SFS y cualquier función asociada para las operaciones espaciales con una estación espacial dentro de un arco orbital de $\pm 8^\circ$ respecto a la posición orbital nominal de una red propuesta del SFS
4) 17,3-17,7 GHz (Regiones 1 y 2) 5) 17,7-17,8 GHz (el número 5.517 se aplica en la Región 2)	Cualquier red del SFS y cualquier función asociada para las operaciones espaciales con una estación espacial dentro de un arco orbital de $\pm 8^\circ$ respecto a la posición orbital nominal de una red propuesta del SRS, o viceversa
6) 18,0-18,3 GHz (Región 2) 18,1-18,4 GHz (Regiones 1 y 3)	Cualquier red del SFS o del servicio de meteorología por satélite y cualquier función asociada para las operaciones espaciales con una estación espacial dentro de un arco orbital de $\pm 8^\circ$ respecto a la posición orbital nominal de una red propuesta del SFS o del servicio de meteorología por satélite
6bis) 21,4-22 GHz (Regiones 1 y 3)	Cualquier red del SRS y cualquier función asociada para las operaciones espaciales con una estación espacial dentro de un arco orbital de $\pm 12^\circ$ respecto a la posición orbital nominal de una red propuesta del SRS . Véanse también las Resoluciones 553 y 554 (CMR-12)

7) Bandas por encima de 17,3 GHz, salvo los definidos en § 3) y 6)	Cualquier red del SFS y cualquier función asociada para las operaciones espaciales con una estación espacial dentro de un arco orbital de $\pm 8^\circ$ respecto a la posición orbital nominal de una red propuesta del SFS (véase también la Resolución 901 (Rev.CMR-07))
8) Bandas por encima de 17,3 GHz, salvo los definidos en § 4) y 5)	Cualquier red del SFS o del SRS, no sujeta a un Plan , y cualquier función asociada para las operaciones espaciales con una estación espacial dentro de un arco orbital de $\pm 16^\circ$ respecto a la posición orbital nominal de una red propuesta del SFS o del SRS, no sujeta a un Plan, excepto el SFS con relación al SFS (véase también la Resolución 901 (Rev. CMR-07))

En aplicación de la Resolución **901 (CMR-15)** y como resultado de los estudios del UIT-R y las decisiones de futuras conferencias, los valores del arco de coordinación pueden ampliarse a otras bandas de frecuencias y servicios.

1.2 Criterio de $\Delta T/T > 6\%$ (Apéndice 8 del Reglamento de Radiocomunicaciones)

Este método lo utiliza la BR a fin de establecer los requisitos de coordinación con arreglo a las disposiciones del número **9.7** del Reglamento de Radiocomunicaciones para cualquier otro caso en que no se aplique el arco de coordinación. También lo emplean las Administraciones para solicitar a la BR la inclusión o exclusión de sus nombres o de redes de satélites en el proceso de coordinación de conformidad con las disposiciones del número **9.41** del RR.

Define un valor umbral a partir del cual pueden producirse interferencias perjudiciales. No obstante, si no se rebasa, garantiza la compatibilidad entre las asignaciones de frecuencia correspondientes.

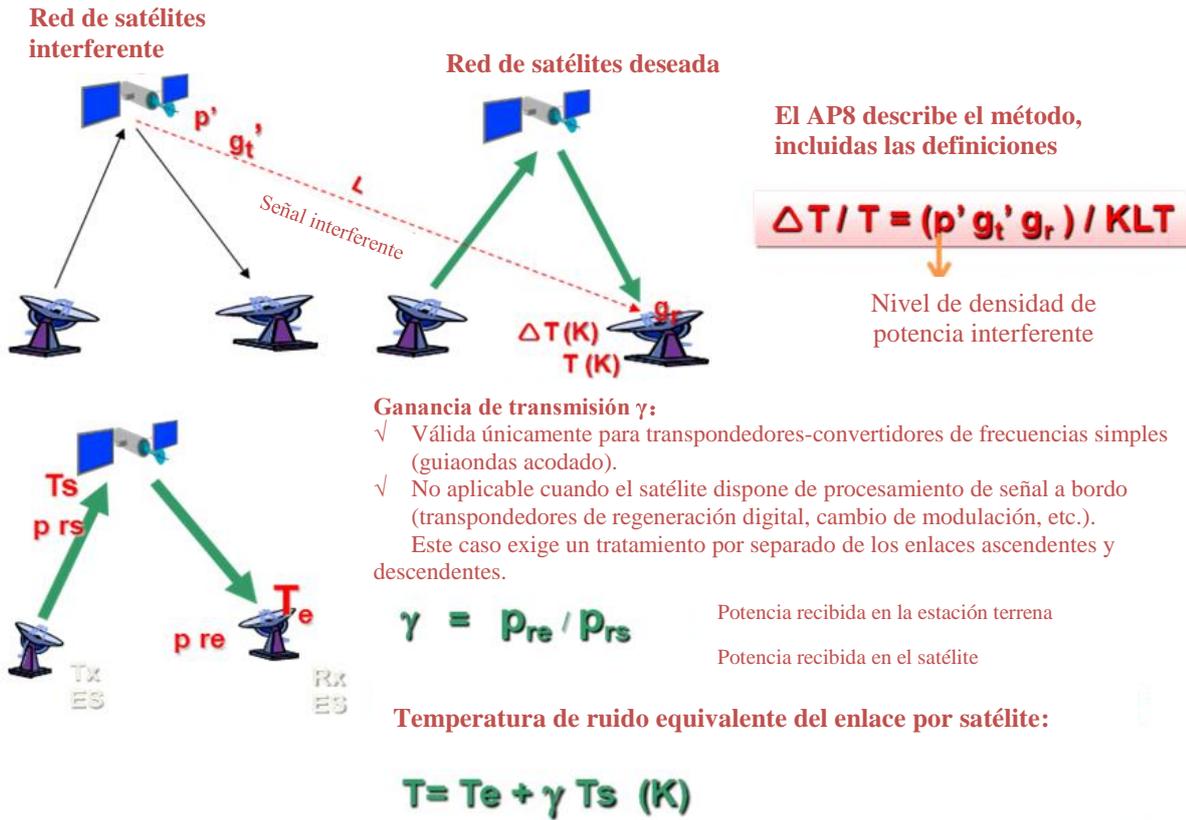
Básicamente, mide el incremento de la temperatura de ruido en el receptor debido a la interferencia.

Es muy importante destacar que en caso de $\Delta T/T > 6\%$, son necesarios nuevos análisis para asegurar que las asignaciones estudiadas no son compatibles. Ello se debe a que el criterio $\Delta T/T$ no tiene en cuenta la señal deseada y la forma del espectro de la señal interferente, por ejemplo.

Existen otros métodos, como el de C/I, que son más precisos.

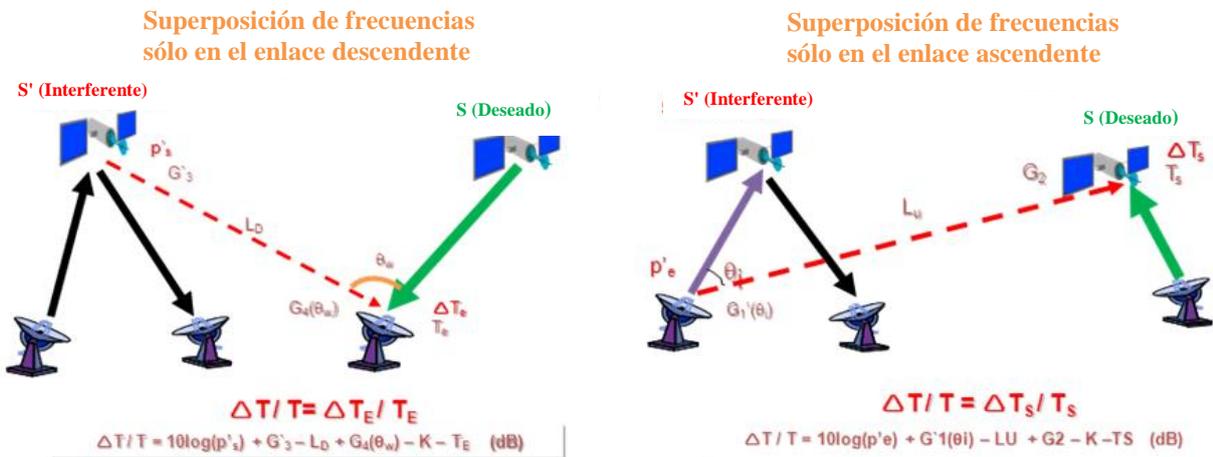
Las siguientes imágenes describen el concepto general, los distintos casos posibles y las ecuaciones aplicadas:

Concepto general

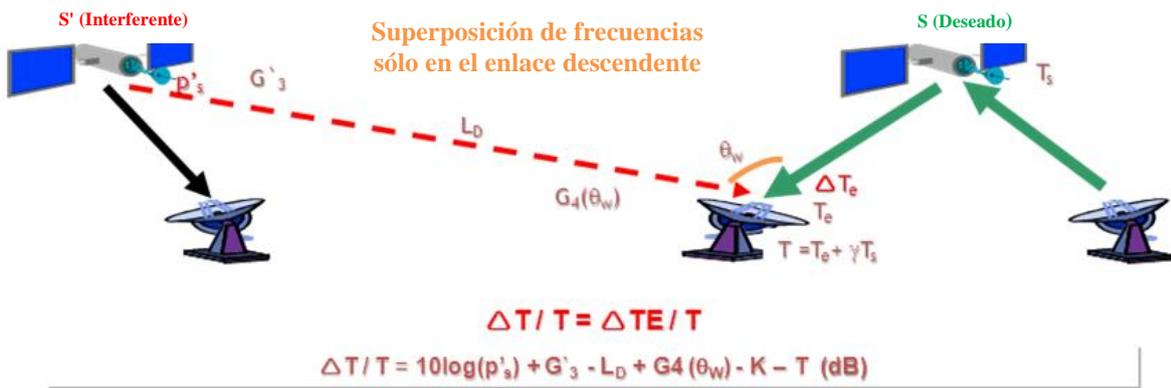
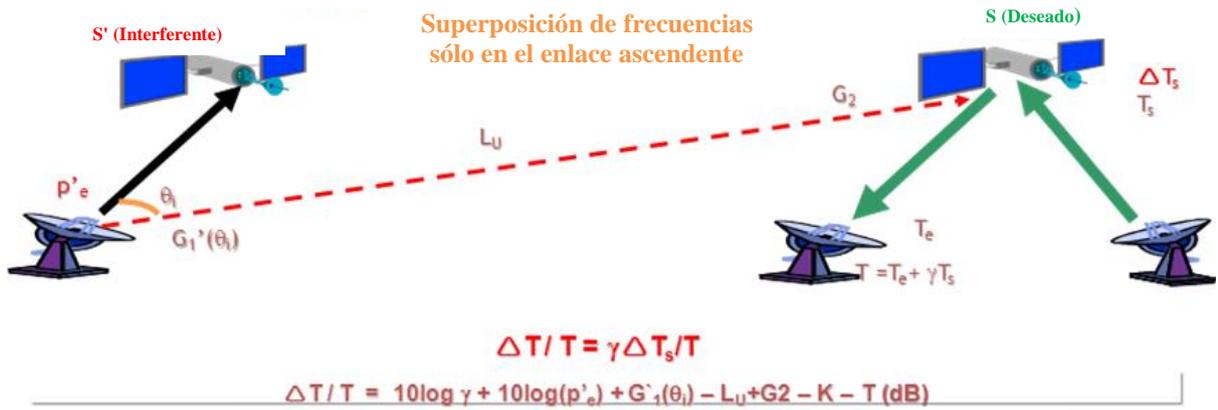


$\Delta T/T$ Caso I: Superposición de frecuencias codireccional

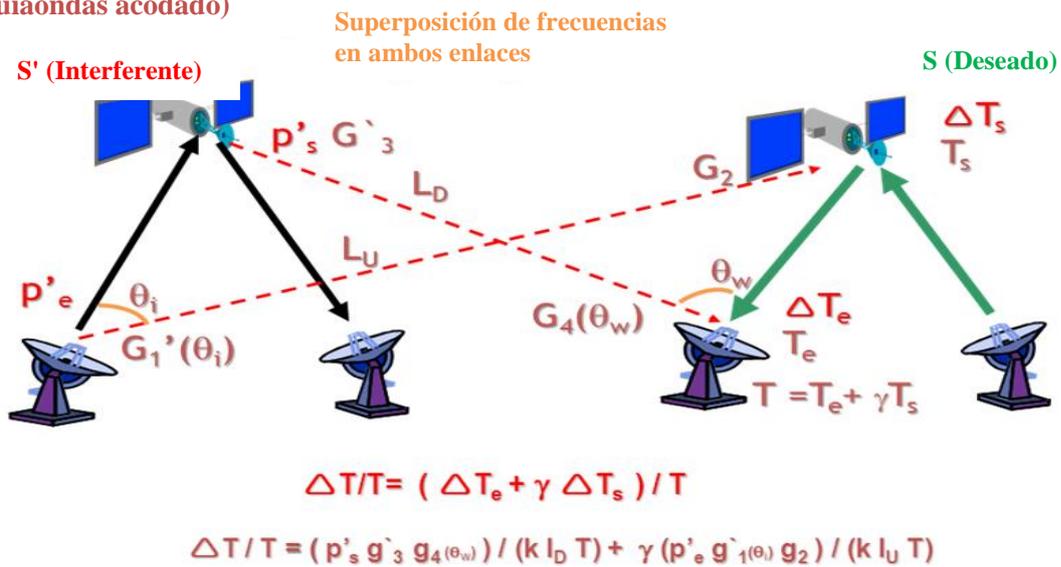
Tratamiento separado para el enlace ascendente y el enlace descendente (el satélite deseado cuenta con procesamiento de la señal a bordo)



**Traspondedor-convertidor de frecuencias simples
(guiaondas acodado)**



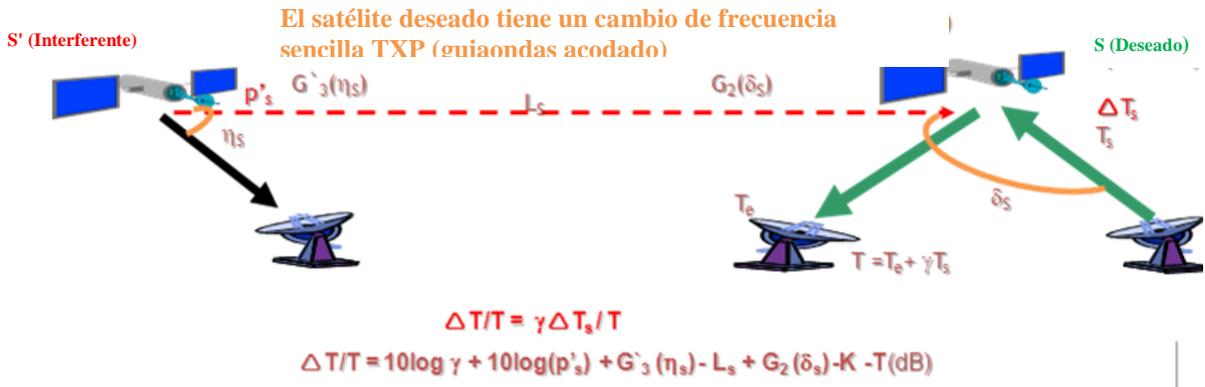
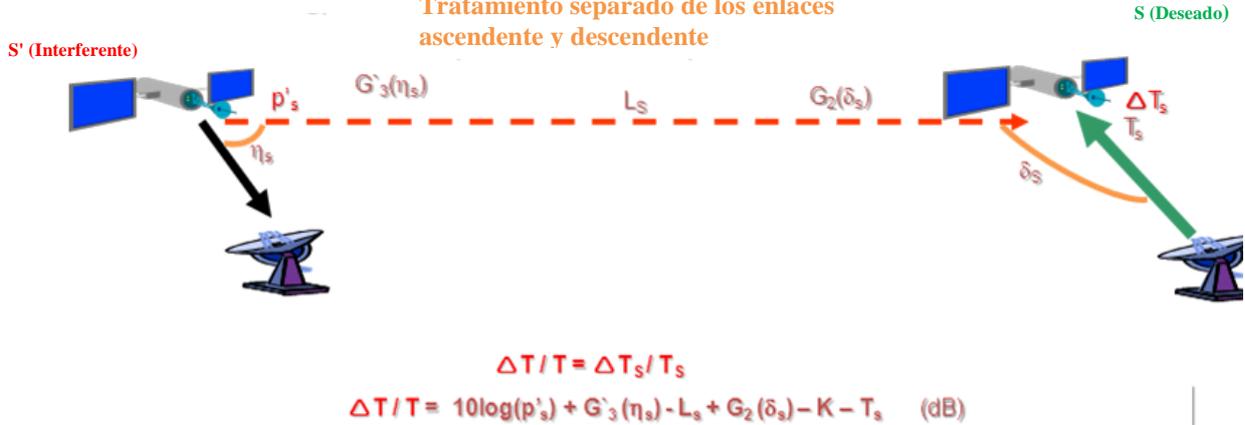
**Traspondedor-convertidor de frecuencias simples
(guiaondas acodado)**



$\Delta T/T$ Caso II: Superposición de frecuencias en sentidos de transmisión opuestos (entre satélites)

Enlace descendente (interferente) se superpone al enlace ascendente (deseado)

Tratamiento separado de los enlaces ascendente y descendente



$\eta_s =$ Sentido, desde el satélite interferente S' , del satélite deseado

$\delta_s =$ Sentido, desde el satélite S , del satélite interferente S'

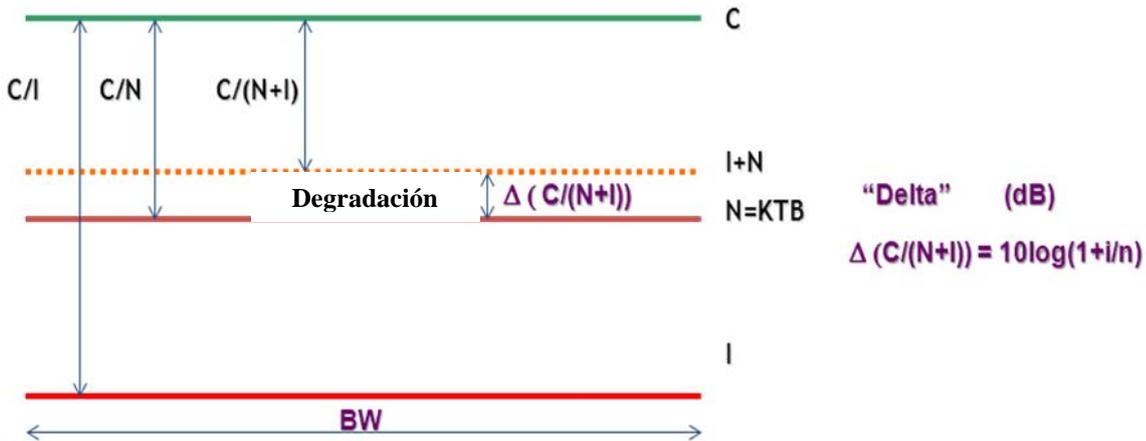
2 Criterio C/I

Aunque este método no se emplea en el Reglamento de Radiocomunicaciones para establecer los requisitos de coordinación, lo aplica la Oficina durante el examen de las notificaciones de redes de satélites a fin de llevar a cabo un estudio más detallado de la probabilidad de que aparezca interferencia perjudicial de conformidad con la disposición del número **11.32A** del RR, cuando lo solicita la administración notificante. Este criterio es utilizado a menudo por los operadores de satélites durante las reuniones de coordinación.

El examen realizado por la BR se basa en la metodología y en los criterios de protección definidos por las Recomendaciones UIT-R S.740, UIT-R S.741-2 y las Reglas de Procedimiento asociadas de la Junta del Reglamento de Radiocomunicaciones, o establecidos de común acuerdo entre las administraciones.

Entre otros datos, tiene en cuenta la señal deseada (nivel y tipo de modulación de portadora), la señal interferente (nivel y distribución espectral) y la anchura de banda superpuesta, haciéndolo más preciso que los sencillos criterios de I/N o $\Delta T/T$ antes indicados, en particular cuando el análisis de compartición entre redes exige el cumplimiento de ciertos objetivos de calidad y disponibilidad.

La siguiente figura representa los niveles de portadora típicos y la degradación referida a la potencia de ruido del receptor (N) causada por la interferencia:



$I/N = -12 \text{ dB} \rightarrow$ **Degradación** $\cong 0.26 \text{ dB} \rightarrow \Delta T/T = 6\%$
 $I/N = -10 \text{ dB} \rightarrow$ **0.4 dB**
 $I/N = -6 \text{ dB} \rightarrow$ **1 dB**

Para interferencias procedentes de una sola fuente

Sin entrar en la secuencia del análisis de C/I, que se presenta en otros documentos, se describen algunas características y ventajas, como se ha mencionado anteriormente, para proporcionar ciertas directrices al lector.

De esta manera, el concepto general se expresa mediante la fórmula:

$$C/I = C/N + K$$

donde:

- K: relación de protección (generalmente es un valor comprendido entre 12,2 y 14 dB, dependiendo del tipo de portadora).
- C/N: resultado del balance del enlace (considerando objetivos tales como S/N o BER, disponibilidad, etc.).
- C/I: protección necesaria para asegurar la compatibilidad entre redes.

El resultado de la ecuación anterior puede mejorarse considerando el factor de ventaja de anchura de banda, que es la relación entre la potencia de la portadora interferente contenida en la anchura de banda de la señal deseada y la potencia de la portadora interferente total.

En principio, el análisis puede llevarse a cabo suponiendo condiciones de cielo despejado y considerando a continuación factores adicionales tales como las pérdidas de propagación (las Recomendaciones UIT-R P.676-8 y UIT-R SF.766 pueden ser muy útiles al respecto).

También pueden tenerse en cuenta las pérdidas en el alimentador y las pérdidas por error de puntería a fin de lograr resultados más reales.

Si se consideran **múltiples fuentes de interferencia**, pueden expresarse en términos de C/I como sigue:

$$c/i_{\text{Total}} = \frac{1}{\frac{1}{c/i_{\text{Sat, adyacente}}} + \frac{1}{c/i_{\text{Terrestre}}} + \frac{1}{c/i_{\text{Otros}}}}$$

3 Criterio de la DFP

Otro método para evaluar la compatibilidad entre las redes de satélites OSG consiste en comparar el nivel de densidad de flujo de potencia producida en la superficie de la Tierra o en la órbita OSG con un umbral. De superarse, se requiere la coordinación o, en el caso de la aplicación del número **11.32A** se considera que tiene el potencial para crear interferencia perjudicial. Se resume a continuación un ejemplo típico introducido por la CMR-15:

Resolución 762 (CMR-15)

Aplicación de criterios de densidad de flujo de potencia para evaluar el potencial de interferencia perjudicial con arreglo al número **11.32A** para las redes del servicio fijo por satélite y del servicio de radiodifusión por satélite en las bandas de frecuencias 6 GHz y 10/11/12/14 GHz no sujetas a un Plan.

Para las redes de satélites que funcionan en:

- las bandas de frecuencias 5 725-5 850 MHz (Región 1), 5 850-6 725 MHz y 7 025-7 075 MHz (Tierra-espacio) con una separación orbital nominal en la órbita de los satélites geoestacionarios de más de 7°, las asignaciones a una red de satélites del servicio fijo por satélite (SFS) no pueden causar interferencia perjudicial a otras redes del SFS si la dfp producida en la posición de la órbita de los satélites geoestacionarios de la otra red del SFS, suponiendo condiciones de propagación en el espacio libre, no rebasa los $-204,0 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$;
- las bandas de frecuencias 10,95-11,2 GHz, 11,45-11,7 GHz, 11,7-12,2 GHz (Región 2), 12,2-12,5 GHz (Región 3), 12,5-12,7 GHz (Regiones 1 y 3) y 12,7-12,75 GHz (espacio-Tierra), las asignaciones a una red de satélites del SFS o del servicio de radiodifusión por satélite (SRS) no sujetas a un Plan con una separación orbital nominal en la órbita de los satélites geoestacionarios de más de 6° no pueden causar interferencia perjudicial a otras redes del SFS o del SRS si la dfp producida, suponiendo condiciones de propagación en el espacio libre, no rebasa los valores de umbral que se indican a continuación en cualquier punto de la zona de servicio de la asignación potencialmente afectada:

$$5,8^\circ < \theta \leq 20,9^\circ \quad d_{fp} = -187,2 + 25 \log(\theta/5) \quad \text{dB (W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$$

$$20,9^\circ < \theta \quad d_{fp} = -171,67 \quad \text{dB (W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$$

siendo θ la separación orbital mínima en la órbita de los satélites geoestacionarios, en grados, entre las estaciones espaciales deseada e interferente teniendo en cuenta la tolerancia de mantenimiento de la posición longitudinal de la estación;

- la banda de frecuencias 13,75-14,5 GHz (Tierra-espacio) con una separación orbital nominal en la órbita de los satélites geoestacionarios de más de 6°, las asignaciones a una red de satélites del SFS no pueden causar interferencia perjudicial a otras redes de satélites del SFS si la dfp producida en la ubicación de la órbita de satélites geoestacionarios nominal de las demás redes del SFS, suponiendo condiciones de propagación en el espacio libre, no rebasa los $-208 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{Hz))}$.

4 Contribuciones de las Comisiones de Estudio

La Comisión de Estudio 4, y especialmente los Grupos de Trabajo 4A y 4C, están estudiando constantemente nuevas propuestas o actualizaciones referentes a los actuales criterios de interferencia y procedimientos reglamentarios asociados.

En la preparación de la CMR-19, con arreglo al punto 7 del orden del día se están llevando a cabo estudios a fin de tomar en consideración la introducción del arco de coordinación con un valor de [8] grados como umbral para la coordinación entre los sistemas del SFS y el SMS en las bandas de frecuencias 29,9-30 GHz (Tierra-espacio)/20,1-20,2 GHz (espacio-Tierra) en las 3 Regiones y 29,5-29,9 GHz (Tierra-espacio)/19,7-20,1 GHz (espacio-Tierra) en la Región 2. Pueden consultarse los resultados de los estudios presentados a los GT 4A y 4C y las discusiones avanzadas en el Anexo 31 al Informe del Presidente del Grupo de Trabajo 4A de julio de 2018.

Además, en relación con el punto 1.5 del orden del día de la CMR-19, se están llevando a cabo estudios para considerar la utilización de las bandas de frecuencias 17,7-19,7 GHz (espacio-Tierra) y 27,5-29,5 GHz (Tierra-espacio) por las estaciones terrenas en movimiento (ESIM) que se comunican con estaciones espaciales geoestacionarias en el servicio fijo por satélite. En el Anexo 13 al Informe del Presidente del Grupo de Trabajo 4A de julio de 2018 pueden hallarse informaciones generales sobre las discusiones, los estudios operacionales y los puntos de vista en esta fase avanzada del ciclo de estudios.

Los progresos realizados con respecto a las mencionadas propuestas deben examinarse detenidamente en las próximas reuniones puesto que los resultados de las discusiones pueden requerir modificaciones en los actuales criterios y procedimientos explicados en partes anteriores del documento.

5 Métodos para facilitar la coordinación y casos de compartición entre redes de satélites geoestacionarios (OSG)

A estas alturas del documento, una vez presentados los métodos para identificar a las redes de satélites que requieren coordinación así como los criterios para determinar el nivel de interferencia que debe reducirse, el siguiente tema planteado es la forma de conseguir que las redes de satélites sean compatibles entre sí.

Por tanto, se presentan a continuación algunos métodos que se usan generalmente para lograr la deseada compatibilidad y pueden ayudar al lector, teniendo presente que se trata sólo de unos cuantos entre otros muchos al respecto. La Recomendación UIT-R SM.1132-2 proporciona más información sobre este asunto.

En principio, la elección del método que va a aplicarse dependerá de la etapa en que se encuentre el proyecto del satélite.

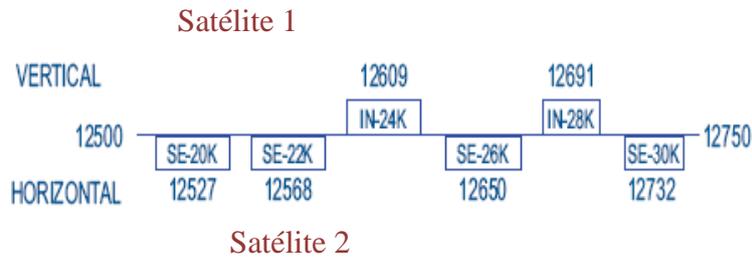
En las primeras etapas de diseño del vehículo espacial, pueden introducirse modificaciones referentes a los aspectos relacionados con los haces de la estación espacial y los contornos de ganancia de antena asociados.

En cambio, si el satélite ya ha sido fabricado, las elecciones estarán más limitadas al segmento en tierra y las posibles modificaciones podrían centrarse en las estaciones terrenas, por ejemplo.

A continuación se indican métodos típicos:

5.1 Separación de frecuencias (mediante segmentación de la banda o por plan de canalización)

5.2 Ventajas de la Polarización

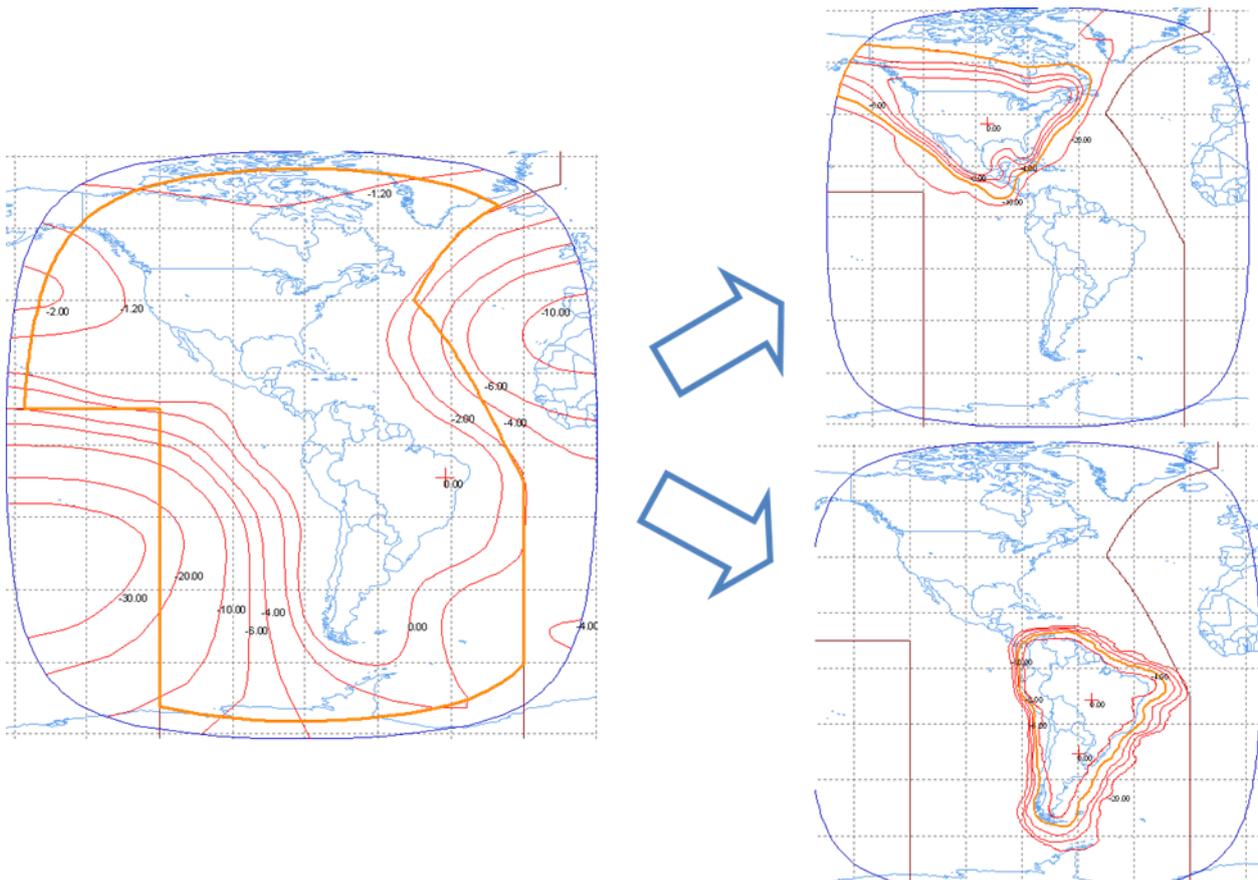


5.3 Mejora de la discriminación espacial del sistema de antenas

- 1) Rediseño de las especificaciones de los contornos de ganancia de antena, desbordamientos y zonas de servicio asociadas a los haces del satélite.
- 2) Modificación de los diámetros de antena en el segmento en tierra.
- 3) Mejora del diagrama de radiación de la antena de estación terrena.

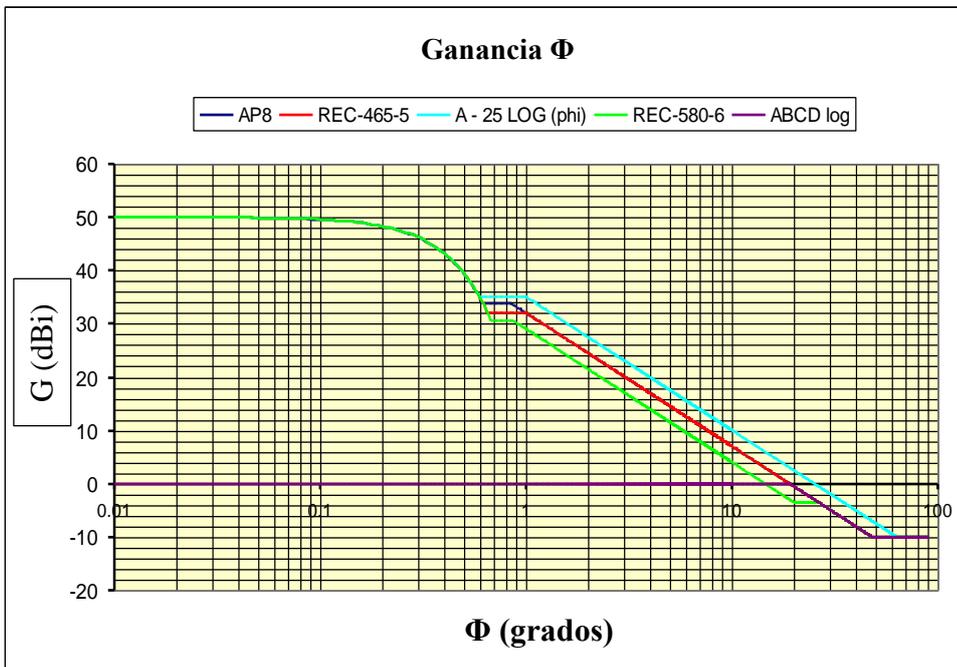
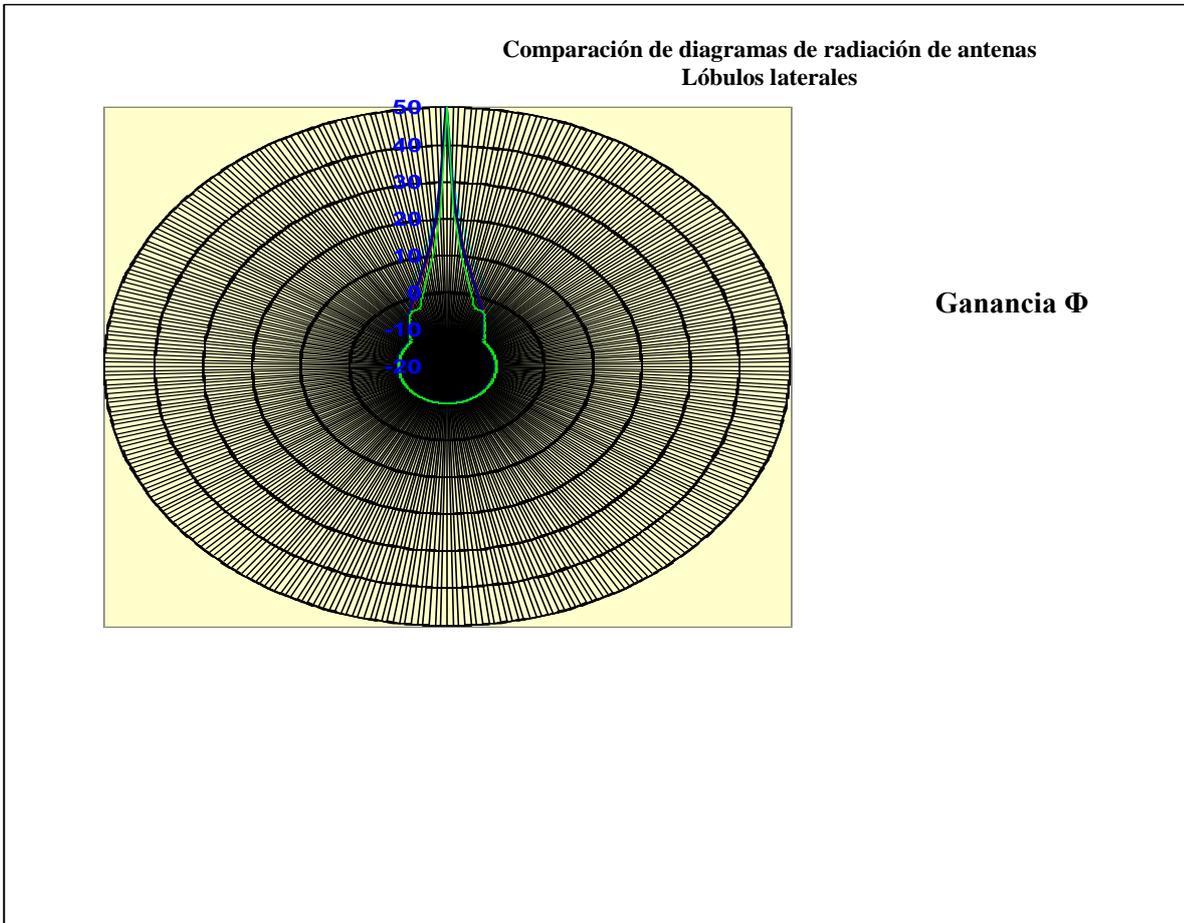
Segmento Espacial

En la imagen siguiente se observa cómo pueden aislarse dos o más zonas distintas utilizando haces de zona o puntuales en vez de haces hemisféricos. En este caso, si la coordinación con otras redes es más difícil en ciertas zonas, no tiene repercusiones en el resto de la zona de servicio. Además, permitirá la reutilización de frecuencias y la mejora correspondiente en la utilización del recurso órbita-espectro.



Segmento en tierra

Las imágenes siguientes ilustran el efecto que tiene, en términos de reducción de la interferencia causada a satélites próximos, la modificación del diagrama de radiación de antena asociada a las estaciones terrenas.

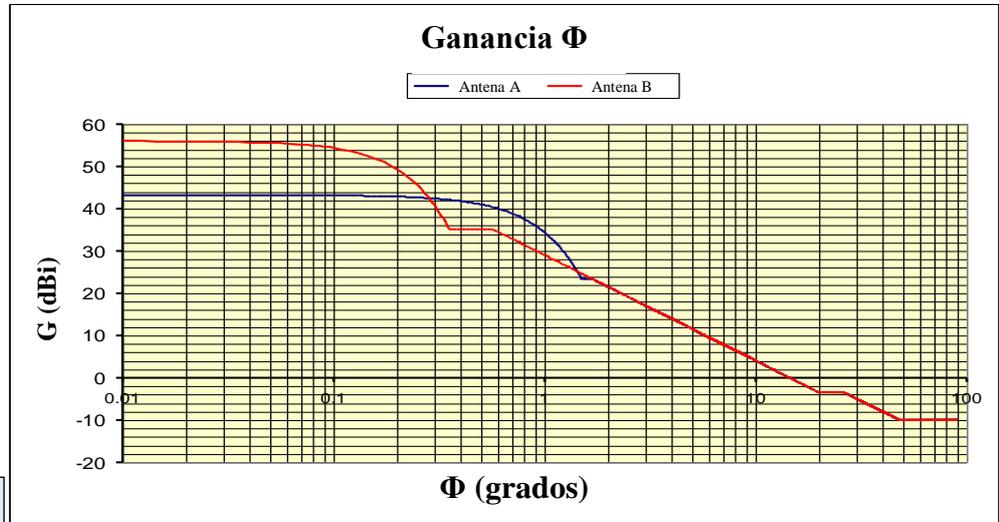


El siguiente diagrama muestra cómo resulta modificado el lóbulo principal cuando varía el diámetro de la antenna, observándose una reducción de la interferencia de unos 5 dB en un satélite situado a 1 grado de separación cuando se aumenta el diámetro de la antenna de 1,2 a 13 metros.

Ga max [dBi]=	43.2
Gb max [dBi]=	56

Lóbulo principal y lóbulos laterales cercanos Diagrama de la antenna de la REC-580-6

Antena A	
G1 =	23,34
γ m =	1,50
D/L =	59,40
γ r =	1,68
γ b =	47,86
Anchura de haz =	0,35
Antena B	
G1 =	35,21
γ m =	0,35
D/L =	259,28
γ r =	0,56
γ b =	47,86
Anchura de haz =	0,27



REFERENCIAS - COMENTARIOS

Antena A= Típica 1,2M
Antena B= Típica 1,3M

5.4 Modificación de la separación orbital entre satélites adyacentes

El siguiente ejemplo ilustra una disminución de la interferencia de 4,8 dB si la separación entre dos satélites se aumenta de 2 a 3 grados:

Suponiendo $D/\lambda = 100$; y el diagrama de antenna de la estación terrena acorde a la Recomendación UIT-R S.465-5 o a la Recomendación UIT-R S.580-6.

Reducción de la interferencia:

$$I_f - I_i = 25 \cdot \log(\varphi_i / \varphi_f)$$

donde:

φ_f : mínima separación final entre satélites

φ_i : mínima separación inicial entre satélites

Hipótesis 1

$\Theta_{1n} - \Theta_{2n} = 2^\circ \rightarrow$ separación orbital nominal

$\Delta\Theta_1 = \Delta\Theta_2 = \pm 0,1^\circ \rightarrow$ mantenimiento en posición de la estación en sentido E-O

Hipótesis 2

$\Theta_{1n} - \Theta_{2n} = 3^\circ$

$\Delta\Theta_1 = \Delta\Theta_2 = \pm 0,1^\circ$

Reducción de la interferencia con respecto a la hipótesis 1

$$I_f - I_i = 25 \cdot \log(1,8 / 2,8) = -4,8 \text{ dB}$$

Aunque parece una buena solución en algunos casos desde el punto de vista técnico, cabe señalar que hoy en día en la mayoría de los servicios y bandas de frecuencias habituales, como el SFS y las bandas C y Ku, el hecho de desplazar la posición orbital de un satélite ocasionará un incremento de la interferencia (medida en términos de $\Delta T/T$) causada a ciertas redes de satélites que comparten la misma banda de frecuencias situadas en la dirección hacia la que se desplazó el primer satélite.

Desde el punto de vista reglamentario, de acuerdo con la Reglas de Procedimiento relativas al número **9.27**, párrafo 2, y considerando la situación actual de elevada congestión de satélites en la órbita de los satélites geoestacionarios para los casos mencionados, tal incremento de la interferencia generará unos requisitos de coordinación nuevos o modificados, algo que no siempre es deseable y cuya repercusión debe estudiarse detenidamente.

5.5 Reorganización de la distribución de los diferentes tipos de portadora

Básicamente, consiste en los siguientes pasos:

- Identificar diversos tipos de portadoras tales como:
 - TT&C
 - analógica (TV/FM)
 - datos digitales
- Considerar sus características de diversidad en términos de anchura de banda, máxima potencia y distribución de la densidad espectral.
- Agruparlas en el dominio de la frecuencia teniendo presente la distribución de portadoras similares utilizadas por satélites próximos.
- Durante el proceso de coordinación, se pueden acordar contornos (máscaras) de p.i.r.e. fuera del eje asociados al tipo de portadora y a las bandas de frecuencias, como así también restricciones o relajaciones operativas.

5.6 Utilización de tecnologías de modulación/FEC avanzadas (por ejemplo, DVB-S2), codificación de la señal y técnicas de procesamiento (espectro ensanchado o AMDC, etc.)

5.7 Rediseño del balance del enlace, incluida la modulación/FEC, los niveles de densidad de potencia y el ajuste de los objetivos de calidad y disponibilidad para tolerar niveles de interferencia más elevados

6 ¿Cómo optimizar una notificación que se presentará a la UIT?

6.1 Situación actual

A estas alturas, se ha mostrado la manera de identificar los requisitos de coordinación, varios criterios de interferencia para evaluar la compatibilidad entre las redes de satélites OSG y los posibles métodos que pueden utilizarse a fin de facilitar la coordinación y las hipótesis de compartición entre redes OSG.

En los Artículos **9** y **11** del RR se describe el proceso completo indicado en el Reglamento de Radiocomunicaciones destinado a lograr los objetivos principales que son la inscripción de las asignaciones de frecuencia en el MIFR y la obtención del reconocimiento y protección internacionales, así como los derechos y obligaciones asociados. Dicho proceso supone dos etapas:

- publicación anticipada de la información o coordinación; y
- notificación.

La Oficina de Radiocomunicaciones ha elaborado varias herramientas informáticas para aplicar los mencionados procedimientos, incluyendo la presentación de notificaciones.

Cada notificación tiene una estructura que recopila el conjunto completo de características de las asignaciones de frecuencias asociadas a las redes de satélites en cuestión, ya sea para la coordinación o para las peticiones de notificación.

A continuación se indican algunas características:

- haz de la estación espacial;
- zona de servicio;
- banda de frecuencias;
- niveles de densidad de potencia;
- estación terrena asociada.

Estas características y algunas otras se organizan en **Grupos** de asignaciones de frecuencias, que son utilizados por las Administraciones para coordinar y, finalmente, notificar la red de satélites a la UIT.

Cada Administración es libre de elegir la manera de organizar el conjunto completo de asignaciones de frecuencias en varios grupos. Sin embargo, el objetivo de cada notificación es recibir el mayor número de conclusiones favorables posible a fin de inscribir las respectivas asignaciones en el MIFR. De esta forma, este capítulo pretende ofrecer al lector ciertas orientaciones con objeto de mejorar la eficiencia, que podría medirse como la relación entre el número de asignaciones de frecuencias inscritas en el Registro y el número total de asignaciones de frecuencias presentadas, dependiendo de la estructura empleada para organizar las notificaciones.

Reconociendo la libertad de agrupar las asignaciones que se presentan en una solicitud de coordinación o notificación, puede ser interesante destacar el hecho de que, si se presentan de manera que el resultado del examen a nivel de grupo es coherente con la utilización real de las asignaciones, no sólo se asegurarán las posibilidades de inscripción sin necesidad de aplicar la disposición del número **11.41** del RR sino también se contribuirá a la futura utilización eficaz del recurso órbita-espectro por otras redes de satélites debido a la mejora de la información disponible en el MIFR.

También es importante entender que, durante la etapa de coordinación, se necesita mayor flexibilidad en términos de varias combinaciones de las características que se están estudiando y sólo quedarán definidas al finalizar el proceso de coordinación con otras redes de satélites y una vez que se conozcan las necesidades definitivas que debe satisfacer el proyecto de satélite.

Por tanto, cabe esperar que la solicitud de coordinación sea un método más general que el simple conjunto específico y preciso de asignaciones presentadas para notificación.

6.2 Aspectos que pueden considerarse en la organización de la notificación

Se pueden tener en cuenta las características mencionadas en el punto 5.1 para explicar la posible optimización de una notificación, como sigue:

a) Haz de la estación espacial y zona de servicio

Durante el análisis con respecto a otras redes de satélite próximas, puede que se observe que el funcionamiento en una zona es más viable que en otra zona. En consecuencia, las zonas de servicio pueden dividirse en varios grupos o incluso en haces distintos. De esa manera, se garantiza una inscripción satisfactoria de las asignaciones de frecuencias asociadas a la zona de servicio más favorable, mientras que las otras pueden continuar el proceso de coordinación o pueden ser modificadas posteriormente.

b) Banda de frecuencias

Puede utilizarse el mismo concepto para la planificación de frecuencias. El segmento de una banda de frecuencias que ha sido coordinado satisfactoriamente puede organizarse en un grupo distinto al del otro segmento para el que la coordinación aún no se ha completado. De no ser así, toda la gama de frecuencias obtendría conclusiones desfavorables debido a un pequeño conjunto de asignaciones incluido en un solo grupo asociado a toda la banda de frecuencias.

c) Niveles de densidad de potencia

Dependiendo de la emisión, pueden encontrarse varios niveles de densidad de potencia que satisfacen los requisitos del balance del enlace deseado. Algunas de estas portadoras podrían coordinarse satisfactoriamente mientras que otras requerirían continuar el procedimiento. En este caso, nuevamente, es conveniente dividir el grupo teniendo presente la variedad de niveles de potencia.

Un ejemplo típico podría consistir en separar las portadoras de operaciones espaciales de los datos digitales o de las portadoras analógicas de TV-FM, en las cuales los máximos niveles de potencia podrían diferir en varios dB.

d) Estación terrena asociada

Con respecto a las estaciones terrenas, como se indicó en el punto 4, el diámetro de la antena determinará la característica del lóbulo principal y su capacidad de causar interferencia a satélites próximos o recibir interferencia de los mismos. En consecuencia, la hipótesis de compatibilidad para una estación terrena que utilice una antena de 9 metros de diámetro será más favorable que la relativa a una antena de 1,2 metros de diámetro, por ejemplo. También en este caso, la utilización de distintos grupos dependiendo del tamaño de la antena garantizará la inscripción de las asignaciones de la manera correspondiente, sin que resulte afectada por el caso más desfavorable del mismo grupo.
