

## RECOMENDACIÓN UIT-R BO.1443-1

**Diagramas de antena de referencia de estación terrena del SRS para utilizar en la evaluación de la interferencia entre satélites no OSG en las bandas de frecuencias incluidas en el Apéndice 30 del RR\***

(Cuestión UIT-R 93/11)

(2000-2002)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que en relación con las antenas de estación terrena del SRS se utilizaron los diagramas de radiación de antena de referencia para antenas receptoras del SRS OSG del Anexo 5 al Apéndice 30 del RR a fin de desarrollar los Planes del SRS y prescribir un diagrama de radiación de referencia que representase una envolvente de los lóbulos laterales;
- b) que dichos diagramas de radiación de referencia son necesarios para los cálculos de la interferencia entre receptores fijos o portátiles del SRS y los satélites OSG, a fin de asegurar una protección adecuada de los Planes del SRS;
- c) que en las circunstancias en las que hay múltiples fuentes interferentes cuyas posiciones varían sustancialmente en el tiempo, el nivel de la interferencia recibida depende inevitablemente de las crestas y los valles del diagrama de ganancia de la antena de la estación terrena del SRS que sufre la interferencia;
- d) que en el caso de las estaciones terrenas del SRS, se necesitan diagramas de radiación de referencia adecuados para utilizar en la evaluación de la interferencia procedente de los sistemas del SFS no OSG;
- e) que para facilitar las simulaciones por computador de la interferencia, los diagramas de referencia deben abarcar ángulos respecto al eje comprendidos entre  $0^\circ$  y  $\pm 180^\circ$  en todos los planos;
- f) que los diagramas de referencia deben ser coherentes con los resultados de las mediciones en una amplia gama de antenas de estación terrena del SRS de consumo;
- g) que conviene establecer distintos diagramas de referencia para las diferentes gamas de tamaños de antena;
- h) que los diagramas deben tener características que pueden ser importantes al establecer modelos de la interferencia no OSG, por ejemplo, en el caso de pequeñas antenas con alimentación descentrada,

*recomienda*

- 1 que para los cálculos de la interferencia causada por los satélites del SFS no OSG en las antenas de estación terrena del SRS, se utilicen los diagramas de radiación de antena de estación terrena de referencia descritos en el Anexo 1;

---

\* La base de los diagramas contenidos en esta Recomendación, incluida la metodología para analizar y representar gráficamente los datos que miden la precisión de la concordancia entre el conjunto de datos y el diagrama recomendado, figura en el Informe UIT-R BO.2029 – Mediciones de los diagramas de antena de estación terrena del SRS y análisis conexos. Este Informe junto con el conjunto de datos en bruto y las hojas de cálculo utilizados para llevar a cabo el análisis gráfico aparecen en un CD-ROM disponible en la UIT.

2 que se utilice la metodología descrita en el Anexo 2 para convertir los ángulos de acimut y de elevación relativos del satélite no OSG que se investiga al mismo sistema de coordenadas que el utilizado para el diagrama de antena tridimensional;

3 que se consideren parte integrante de la presente Recomendación las siguientes Notas:

NOTA 1 – El diagrama de radiación de polarización cruzada puede tener importancia en los cálculos de la interferencia no OSG. Este tema requiere nuevos estudios.

NOTA 2 – Esta Recomendación se basa en mediciones y análisis de antenas de paraboloides. Si se desarrollan o se considera la utilización en el SRS de nuevas antenas de estación terrena, los diagramas de antena de referencia de esta Recomendación deben actualizarse en consecuencia.

## ANEXO 1

### Diagramas de radiación de antena de referencia del SRS

Para  $11 \leq D/\lambda \leq 25,5$

$$G(\varphi) = G_{\max} - 2,5 \times 10^{-3} \left( \frac{D\varphi}{\lambda} \right)^2 \quad \text{para} \quad 0 \leq \varphi < \varphi_m$$

$$G(\varphi) = G_1 \quad \text{para} \quad \varphi_m \leq \varphi < 95\lambda/D$$

$$G(\varphi) = 29 - 25 \log(\varphi) \quad \text{para} \quad 95\lambda/D \leq \varphi < 36,3^\circ$$

$$G(\varphi) = -10 \quad \text{para} \quad 36,3^\circ \leq \varphi < 50^\circ$$

para  $56,25^\circ \leq \theta < 123,75^\circ$

$$G(\varphi) = M_1 \cdot \log(\varphi) - b_1 \quad \text{para} \quad 50^\circ \leq \varphi < 90^\circ$$

$$G(\varphi) = M_2 \cdot \log(\varphi) - b_2 \quad \text{para} \quad 90^\circ \leq \varphi < 180^\circ$$

siendo:

$$M_1 = \frac{2 + 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{90}{50}\right)} \quad \text{y} \quad b_1 = M_1 \cdot \log(50) + 10$$

siendo:

$$M_2 = \frac{-9 - 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{180}{90}\right)} \quad \text{y} \quad b_2 = M_2 \cdot \log(180) + 17$$

para  $0^\circ \leq \theta < 56,25^\circ$  y  $123,75^\circ \leq \theta < 180^\circ$

$$G(\varphi) = M_3 \cdot \log(\varphi) - b_3 \quad \text{para} \quad 50^\circ \leq \varphi < 120^\circ$$

$$G(\varphi) = M_4 \cdot \log(\varphi) - b_4 \quad \text{para} \quad 120^\circ \leq \varphi < 180^\circ$$

siendo:

$$M_3 = \frac{2 + 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{120}{50}\right)} \quad \text{y} \quad b_3 = M_3 \cdot \log(50) + 10$$

siendo:

$$M_4 = \frac{-9 - 8 \cdot \sin(\theta)}{\log\left(\frac{180}{120}\right)} \quad \text{y} \quad b_4 = M_4 \cdot \log(180) + 17$$

para  $180^\circ \leq \theta < 360^\circ$

$$G(\varphi) = M_5 \cdot \log(\varphi) - b_5 \quad \text{para} \quad 50^\circ \leq \varphi < 120^\circ$$

$$G(\varphi) = M_6 \cdot \log(\varphi) - b_6 \quad \text{para} \quad 120^\circ \leq \varphi < 180^\circ$$

siendo:

$$M_5 = \frac{2}{\log\left(\frac{120}{50}\right)} \quad \text{y} \quad b_5 = M_5 \cdot \log(50) + 10$$

siendo:

$$M_6 = \frac{-9}{\log\left(\frac{180}{120}\right)} \quad \text{y} \quad b_6 = M_6 \cdot \log(180) + 17$$

siendo:

$D$ : Diámetro de la antena

$\lambda$ : Longitud de onda expresada en la misma unidad que el diámetro

$\varphi$ : Ángulo de la antena respecto al eje de puntería (grados)

$\theta$ : Ángulo plano de la antena (grados) (el  $0^\circ$  de acimut es el plano horizontal).

$$G_{m\acute{a}x} = 20 \log\left(\frac{D}{\lambda}\right) + 8,1 \quad \text{dBi}$$

$$G_1 = 29 - 25 \log\left(95 \frac{\lambda}{D}\right) \quad \text{dBi}$$

$$\varphi_m = \frac{\lambda}{D} \sqrt{\frac{G_{m\acute{a}x} - G_1}{0,0025}} \quad \text{grados}$$

Para  $25,5 < D/\lambda \leq 100$

$G(\varphi) = G_{m\acute{a}x} - 2,5 \times 10^{-3} (D\varphi/\lambda)^2$	dBi	para	$0 < \varphi < \varphi_m$
$G(\varphi) = G_1$		para	$\varphi_m \leq \varphi < (95\lambda/D)$
$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi$	dBi	para	$(95\lambda/D) \leq \varphi < 33,1^\circ$
$G(\varphi) = -9$	dBi	para	$33,1^\circ < \varphi \leq 80^\circ$
$G(\varphi) = -4$	dBi	para	$80^\circ < \varphi \leq 120^\circ$
$G(\varphi) = -9$	dBi	para	$120^\circ < \varphi \leq 180^\circ$

siendo:

$$G_{m\acute{a}x} = 20 \log (D/\lambda) + 8,1 \quad \text{dBi}$$

$$G_1 = 29 - 25 \log (95\lambda/D) \quad \text{dBi}$$

$$\varphi_m = (\lambda/D) \sqrt{\frac{G_{m\acute{a}x} - G_1}{0,0025}}$$

Para  $D/\lambda > 100$

$$G(\varphi) = G_{m\acute{a}x} - 2,5 \times 10^{-3} (D\varphi/\lambda)^2 \quad \text{dBi} \quad \text{para} \quad 0 < \varphi < \varphi_m$$

$$G(\varphi) = G_1 \quad \text{para} \quad \varphi_m \leq \varphi < \varphi_r$$

$$G(\varphi) = 29 - 25 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{para} \quad \varphi_r \leq \varphi < 10^\circ$$

$$G(\varphi) = 34 - 30 \log \varphi \quad \text{dBi} \quad \text{para} \quad 10^\circ \leq \varphi < 34,1^\circ$$

$$G(\varphi) = -12 \quad \text{dBi} \quad \text{para} \quad 34,1^\circ \leq \varphi < 80^\circ$$

$$G(\varphi) = -7 \quad \text{dBi} \quad \text{para} \quad 80^\circ \leq \varphi < 120^\circ$$

$$G(\varphi) = -12 \quad \text{dBi} \quad \text{para} \quad 120^\circ \leq \varphi < 180^\circ$$

siendo:

$$G_{m\acute{a}x} = 20 \log (D/\lambda) + 8,1 \quad \text{dBi}$$

$$G_1 = -1 + 15 \log (D/\lambda) \quad \text{dBi}$$

$$\varphi_m = (\lambda/D) \sqrt{\frac{G_{m\acute{a}x} - G_1}{0,0025}}$$

$$\varphi_r = 15,85 (D/\lambda)^{-0,6} \quad \text{grados}$$

## ANEXO 2

### Conversiones geométricas para utilizar con el modelo de antena tridimensional

#### 1 Introducción

Este Anexo ofrece la geometría orbital suplementaria que debe utilizarse junto con los diagramas tridimensionales. La posición del satélite no OSG en cuestión se determina en el mismo sistema de coordenadas que el del diagrama de antena. A fin de poder utilizar este modelo tridimensional en los estudios de interferencia no OSG es necesario trasladar el acimut y la elevación del satélite no OSG interferente a los ángulos respecto al eje y planos sobre los que se basa el modelo tridimensional.

#### 2 Cálculo del ángulo respecto al eje

En la Fig. 1, P representa la posición de la estación terrena OSG, N la posición del satélite no OSG y S la intersección del Plano II (definido a continuación) y el eje de puntería de la estación terrena receptora.

Etapas del procedimiento:

*Etapa 1:* Se traza el Plano I tangente a la superficie de la tierra en P;

*Etapa 2:* Se traza el Plano II que pasa por N y es perpendicular al Plano I y a la proyección del eje de puntería OSG sobre el Plano I;

*Etapa 3:* Se unen los puntos.

En la Fig. 1, A es la proyección de N y B es la proyección de S en el Plano I; S es la intersección del eje de puntería con el Plano II, C es un punto del segmento SB tal que el segmento NC es paralelo al AB.

Los parámetros de entrada supuestos son:

- $\widehat{SPB}$ , ángulo de elevación del satélite OSG en P ( $0^\circ \leq \text{elevación(OSG)} \leq +90^\circ$ ).
- $\widehat{NPA}$ , ángulo de elevación variable en el tiempo del satélite no OSG en P ( $0^\circ \leq \text{elevación(no OSG)} \leq +90^\circ$ ).
- $\widehat{BPA}$ , acimut relativo variable en el tiempo del satélite no OSG en P (se supone el sentido dextrógiro positivo,  $-180^\circ \leq \text{acimut} \leq +180^\circ$ ).
- Distancia PN desde la estación terrena al satélite no OSG.

(NOTA 1 – Como el objetivo es determinar ángulos que dependan únicamente de la relación de distancias, la distancia real no es fundamental, pero se utiliza PN como referencia ya que puede calcularse a partir de parámetros conocidos si es necesario (por ejemplo, en la determinación de las pérdidas del trayecto).)

- Por definición,  $\widehat{NAP}$ ,  $\widehat{SBP}$ ,  $\widehat{NAB}$ ,  $\widehat{SBA}$ ,  $\widehat{NCB}$  y  $\widehat{ABP}$  son ángulos rectos.

El parámetro resultante necesario en esta fase es:

- $\widehat{SPN}$ , ángulo respecto al eje del satélite no OSG.

Mediante la solución convencional de triángulos:

$$PA = PN \cos(\widehat{NPA})$$

$$NA = PN \sin(\widehat{NPA}) = CB$$

$$AB = PA \sin(\widehat{BPA}) = NC$$

$$PB = PA \cos(\widehat{BPA})$$

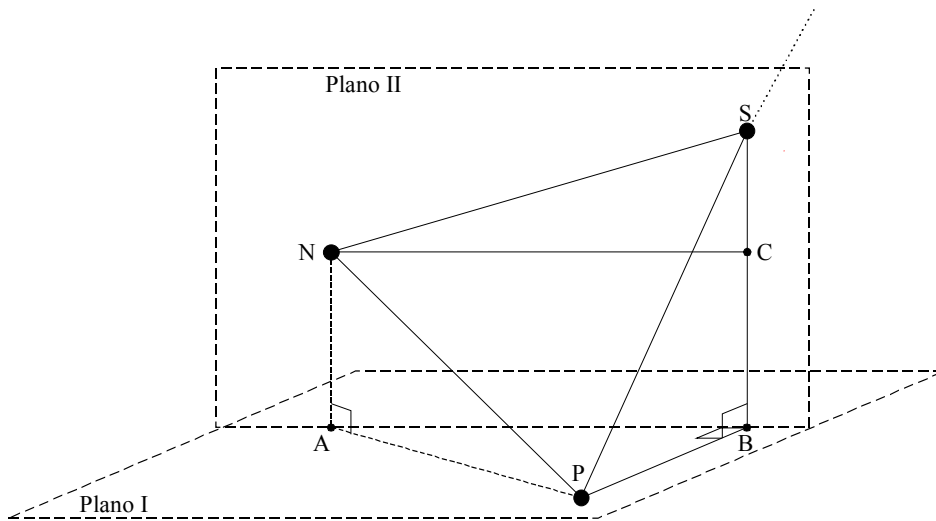
$$SB = PB \operatorname{tg}(\widehat{SPB})$$

$$PS = PB \operatorname{sec}(\widehat{SPB})$$

$$NS = \sqrt{(NC^2 + (SB - CB)^2)}$$

$$\widehat{SPN} = \arccos((PN^2 + PS^2 - NS^2)/(2 PN PS))$$

FIGURA 1  
Geometría I de exposición a un satélite no OSG



1443-01

### 3 Cálculo del ángulo plano

El plano de referencia (correspondiente a  $\theta = 0^\circ$ ) supuesto aquí se basa en un montaje normal del alimentador desplazado de la antena, situando el grupo de alimentación en el extremo inferior de ésta. Se prevé que esta disposición de montaje se aplique a la mayoría de las antenas de este tipo. Otras disposiciones de montaje se traducirán en un plano de referencia distinto.

Para la segunda fase del cálculo, se gira el Plano II alrededor del eje NC de forma que el Plano III resultante sea perpendicular al eje de puntería de la estación OSG. Siendo G la intersección del Plano III y del eje de puntería, ND y GE son perpendiculares a la unión del Plano I y del Plano III, PGH es el plano de referencia de la antena y A es la posición vertical del satélite no OSG sobre el Plano I como anteriormente (véase la Fig. 2).

Los parámetros conocidos son:

- $\widehat{GPE}$ , elevación del satélite OSG en P ( $= \widehat{SPB}$  de la disposición precedente).
- $\widehat{GPN}$ , ángulo respecto al eje ( $= \widehat{SPN}$  de la disposición calculada en primer lugar).
- La distancia PN desde la estación terrena al satélite no OSG como en el caso anterior.
- La distancia NA de la disposición precedente.
- Por definición,  $\widehat{PGN}$  y  $\widehat{PGE}$  son ángulos rectos,  $\widehat{GEP} = \widehat{NDA} = \pi/2 - \widehat{GPE}$ , y  $ND = CE$ .

El parámetro resultante requerido es:

$\widehat{HGN}$  ( $= -\widehat{GNC}$ ), ángulo plano del satélite no OSG en relación con el plano de cero grados del modelo de antena (el plano PGH correspondiente a un grupo alimentador normal desplazado montado en el extremo inferior).

NOTA 1 – Para esta orientación normal, la alineación del plano de cero grados llega al horizonte local en P y no es paralela al arco OSG en el satélite deseado.

Como anteriormente, mediante la solución convencional de triángulos planos:

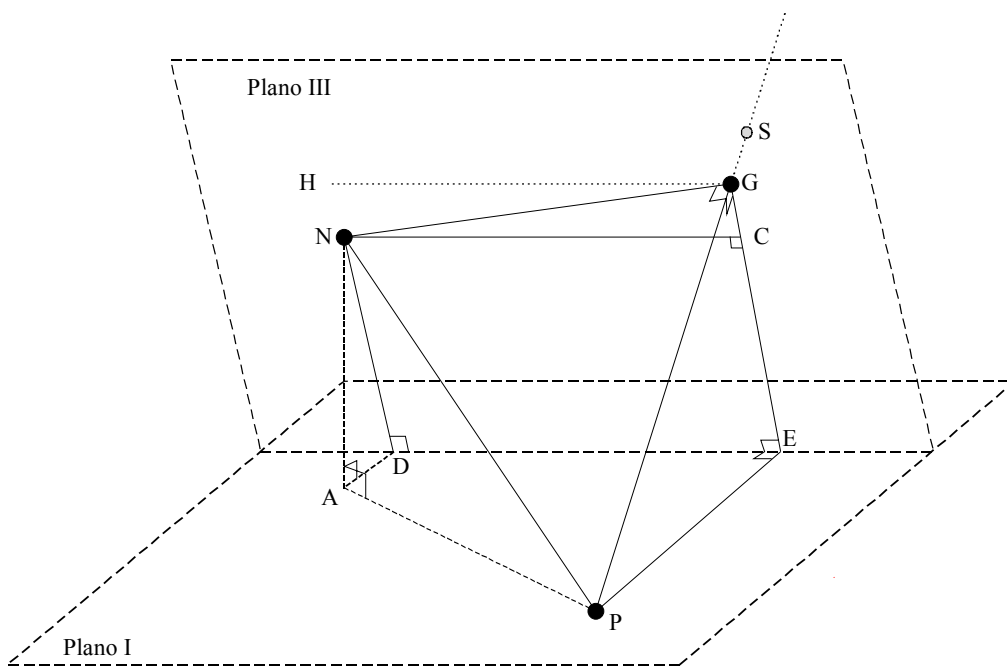
$$NG = PN \operatorname{sen}(\widehat{GPN})$$

$$GE = PG \operatorname{tg}(\widehat{EPG})$$

$$ND = NA \operatorname{cosec}(\widehat{NDA}) = NA \operatorname{sec}(\widehat{GPE})$$

$$\widehat{GNC} = \operatorname{arcsen}((GE - ND)/NG) = -\widehat{HGN}$$

FIGURA 2  
Geometría II de exposición a un satélite no OSG



1443-02

#### 4 Convenios cuadrantes

El ángulo respecto al eje,  $\varphi$ , y el ángulo de corte plano  $\theta$  y sus derivadas deben ser continuos a lo largo de los contornos cuadrantes con la salvedad de que, como los cortes planos del diagrama de antena tridimensional se definen entre  $0^\circ$  y  $+180^\circ$ , habrá transiciones desde, por ejemplo, un ángulo respecto al eje negativo en un plano justamente por debajo de  $+180^\circ$  a un ángulo respecto al eje positivo en un plano justamente por encima de  $0^\circ$ . Ello se ilustra en la Fig. 4 que corresponde a la situación en la que el satélite no OSG tiene una elevación inferior a la del satélite OSG. Dicha transición se da cerca de un ángulo de acimut relativo de  $\pm 60^\circ$  en este ejemplo. La Fig. 3 representa la situación complementaria -el satélite no OSG tiene una elevación superior a la del satélite OSG. En ambas Figuras, el acimut relativo es la variable. Con cada Figura se dan los ajustes necesarios para los ángulos respecto al eje y de corte plano calculados a fin de ajustarse a las limitaciones de cuadrante y de continuidad.

Ajustes para la continuidad y la gama:

– Ángulo respecto al eje,  $\varphi$ :

$$\varphi = + \widehat{SPN} \quad \text{para } -180^\circ \leq \text{acimut} < 180^\circ$$

– Ángulo plano,  $\theta$ :

$$\theta = 180^\circ + \widehat{GNC} \quad \text{para } -180^\circ \leq \text{acimut} < 0^\circ$$

$$\theta = - \widehat{GNC} \quad \text{para } 0^\circ \leq \text{acimut} < +180^\circ$$

Este ejemplo ilustra el ángulo respecto al eje de  $90^\circ$  en el corte plano de  $90^\circ$  la región de desbordamiento del alimentador desplazado que se produce en un acimut relativo de  $\pm 180^\circ$ , es decir, cuando el satélite no OSG está detrás de la estación terrena OSG.

Ajustes para la continuidad y la gama:

– Ángulo respecto al eje  $\varphi$ :

$$\varphi = + \widehat{SPN} \quad \text{para } -180^\circ \leq \text{acimut} < -60^\circ$$

$$\varphi = - \widehat{SPN} \quad \text{para } -60^\circ \leq \text{acimut} < +60^\circ$$

$$\varphi = + \widehat{SPN} \quad \text{para } +60^\circ \leq \text{acimut} < +180^\circ$$

– Ángulo plano  $\theta$ :

$$\theta = 180^\circ - \widehat{GNC} \quad \text{para } -180^\circ \leq \text{acimut} < -60^\circ$$

$$\theta = - \widehat{GNC} \quad \text{para } -60^\circ \leq \text{acimut} < 0^\circ$$

$$\theta = 180^\circ + \widehat{GNC} \quad \text{para } 0^\circ \leq \text{acimut} < +60^\circ$$

$$\theta = + \widehat{GNC} \quad \text{para } +60^\circ \leq \text{acimut} < +180^\circ$$

NOTA 1 – El ángulo plano para un satélite no OSG en un ángulo de elevación inferior al del satélite OSG se calcularía normalmente dando un valor relativo para acimuts relativos pequeños. No obstante, como los cortes planos no se definen para ángulos negativos, es necesario tomar el complemento en los ángulos plano y respecto al eje.

NOTA 2 – Para ambas situaciones (satélite no OSG por encima y por debajo del satélite OSG), las transiciones del ángulo plano se producen a un acimut relativo de  $0^\circ$ .

NOTA 3 – Las transiciones para un acimut de  $\pm 60^\circ$  variarán con los ángulos de elevación del satélite OSG y del satélite no OSG. Esta transición se determina fácilmente fijando una condición adecuada en  $\widehat{GNC}$ .

NOTA 4 – Lo anterior ilustra que el lóbulo de desbordamiento a  $90^\circ$  respecto al eje en el plano de  $90^\circ$  puede también presentarse en esta configuración (considérese por ejemplo la situación inversa de la Fig. 3, es decir, el satélite OSG a  $70^\circ$  y el no OSG a  $20^\circ$ , en cuyo caso el lóbulo de desbordamiento se produce a un acimut relativo de  $180^\circ$ , como antes).



FIGURA 3  
**Ángulos de corte plano y respecto al eje para el satélite no OSG a 70° de elevación  
 y el satélite OSG a 20° de elevación**

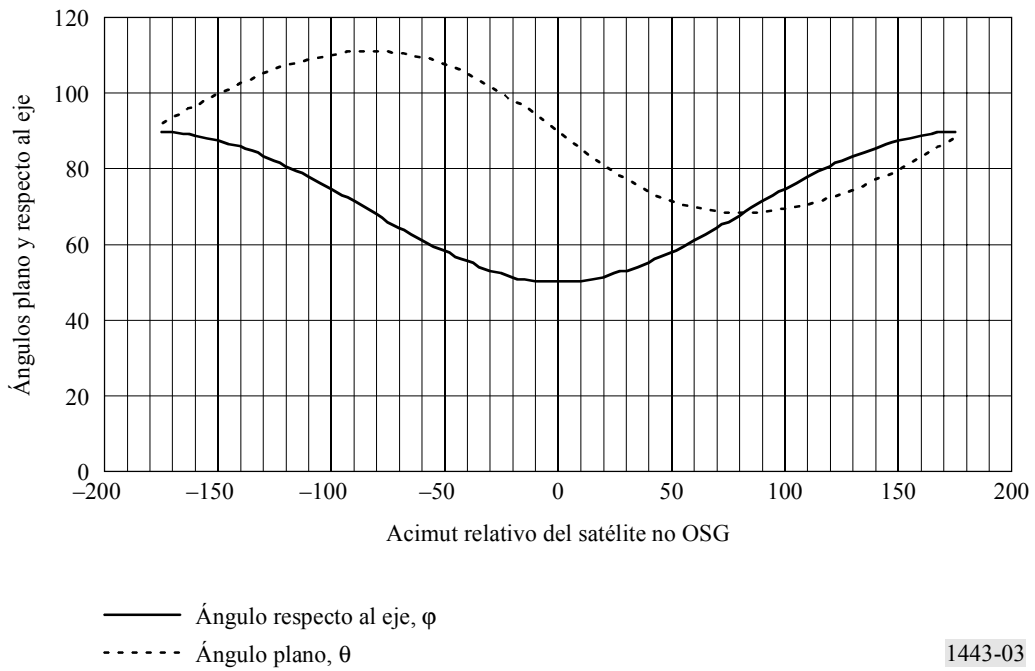


FIGURA 4  
**Ángulos de corte plano y ángulo respecto al eje para el satélite no OSG a 20° de elevación  
 y el satélite OSG a 40° de elevación**

