

**REF.: FIJA NORMA TÉCNICA RELATIVA AL
DETALLE DEL MÉTODO DE
CÁLCULO DE LA ZONA DE SERVICIO
PARA RADIODIFUSIÓN TELEVISIVA
DIGITAL/**

RESOLUCIÓN EXENTA N° 3518

SANTIAGO, 28 MAYO 2015



VISTOS:

- a) La Ley N° 18.168, General de Telecomunicaciones;
- b) El Decreto Ley N° 1.762, de 1977, que creó la Subsecretaría de Telecomunicaciones;
- c) La Ley N° 18.838, de 1989, que creó el Consejo Nacional de Televisión, en adelante el Consejo, modificada por Ley N° 20.750, de 2014;
- d) El Decreto Supremo N° 71, de 1989, que aprobó el Plan de Radiodifusión Televisiva, modificado por Decreto Supremo N° 167, de 2014, ambos del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones;
- e) La Resolución N° 1.600, de 2008, de la Contraloría General de la República, que fija normas sobre exención del trámite de toma de razón, y;

CONSIDERANDO:

Que, conforme a lo dispuesto en el artículo 7° y la disposición Transitoria Décimo Tercera del Plan de Radiodifusión Televisiva, citado en la letra d) de los Vistos, la Subsecretaría de Telecomunicaciones, deberá dictar la normativa complementaria relativa al detalle del método de cálculo de la zona de servicio para radiodifusión televisiva digital; y en uso de mis atribuciones legales,

RESUELVO:

Fíjase la siguiente norma técnica relativa al detalle del método de cálculo de la zona de servicio para radiodifusión televisiva digital.

Artículo 1° Conforme a lo establecido en el Plan de Radiodifusión Televisiva, para fines de estimación de la zona de servicio, se empleará el método de cálculo basado en el modelo de predicción de propagación descrito en la Recomendación P.1546-4 de la UIT-R. De existir diferencias entre los resultados propuestos por la postulante o concesionaria, según sea el caso, y los obtenidos por la Subsecretaría de Telecomunicaciones, en adelante la Subsecretaría, primarán estos últimos, debiendo en todo caso, si obtienen la respectiva concesión, adecuarse a los resultados obtenidos por la Subsecretaría.

Artículo 2° Para efectos de cálculos predictivos de propagación, la zona de servicio de una estación transmisora de televisión digital será la zona geográfica en torno a ella delimitada por el contorno cuya intensidad de campo eléctrico sea de $48 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ para la banda UHF¹, sin exceder los 60 km medidos desde la estación transmisora. Para efectos de cálculo y planificación, el valor de la intensidad del campo eléctrico al modelar teóricamente el sistema se considerará el 90% de las ubicaciones y el 50% del tiempo, con una antena de recepción externa a 10 metros de altura.

Artículo 3° Sin perjuicio de lo anteriormente señalado, tratándose de concesionarias de categoría nacional, en las áreas que cuenten con Plan Regulador Metropolitano, también se deberá dar cumplimiento a un segundo contorno, denominado contorno urbano, que estará delimitado por el valor de la intensidad del campo eléctrico de $66 \text{ dB}\mu\text{V/m}$, calculado para el 90% de las ubicaciones y el 50% del tiempo, con una antena de recepción externa a 10 metros de altura. Este contorno contendrá a lo menos el 90% de la parte urbana definida por el instrumento de planificación territorial de la zona de servicio de la concesión respectiva, sin exceder los 15 km medidos desde la estación transmisora, en la dirección de máxima radiación.

Artículo 4° Para realizar los cálculos de propagación, independientemente de la herramienta de cálculo empleada, se deberá utilizar el mapa de la NASA SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) con resolución de 3 segundos de arco (90 metros) y, en caso de emplear métodos manuales, también se podrá emplear cartas geográficas del Instituto Geográfico Militar. La información correspondiente a las elevaciones del terreno en torno a un punto podrá ser consultada a la Subsecretaría según procedimiento descrito en la guía de uso de la herramienta "Método de Cálculo de Intensidad de Campo Eléctrico" mencionada en el punto 5.4 del artículo siguiente.

Artículo 5° Para el cálculo de la zona de servicio, basado en la Recomendación P.1546-4 de la UIT-R se considerará lo siguiente:

- 5.1 Setenta y dos (72) radiales, cada uno para una distancia de 100 km trazados sobre una carta topográfica escala 1:50.000, uniformemente distribuidos cada 5 grados en sentido horario a partir del norte geográfico (0°), considerando como punto de origen la ubicación del sistema radiante. El perfil topográfico requerido deberá considerar la medición de cotas geográficas cada 500 m en la dirección de cada uno de estos radiales.
- 5.2 Las curvas de nivel de campo en función de la distancia y de la altura efectiva (h_1) de la antena transmisora, considerando una potencia radiada de 1 kW y una probabilidad de 50% de las ubicaciones y 50% del tiempo para otros valores de potencia y probabilidades de ubicaciones deberán efectuarse las correcciones que corresponda.
- 5.3 El tipo de trayecto que se considerará será solo terrestre.
- 5.4 El cálculo podrá realizarse de forma electrónica debiendo utilizarse la herramienta "Método de Cálculo de Intensidad de Campo Eléctrico", que estará disponible en la página web www.subtel.gob.cl de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, junto con una guía de uso.
- 5.5 Sin perjuicio de lo anterior, el siguiente procedimiento explica los pasos a seguir para efectos de realizar el cálculo de forma manual, para lo cual se deberá emplear y completar los formularios TV-1 y TV-2 adjuntos en Apéndice.

¹ Para establecer el valor del contorno de la zona de servicio y de las relaciones de protección se considera señales con modulación digital 64 QAM, Modo 3 (ISDB-T), FEC 3/4 y una antena receptora de 10 dBd.

5.5.1 Calcular la altura efectiva de la antena transmisora h_1 , en metros .

Se debe calcular h_1 para cada uno de los radiales considerados con las alturas de las cotas determinadas a partir de la carta topográfica 1:50.000 a las distancias indicadas, como se señala a continuación:

$$h_1 = h_o + h_{ot} - h_{im}(d) \text{ [m]} \quad \text{para } 3 < d < 15 \text{ km}$$

$$h_1 = h_o + h_{ot} - h_{im}(15) \text{ [m]} \quad \text{para } d \geq 15 \text{ km}$$

Donde,

$h_{im}(d)$ = altura promedio de cotas entre $0,2*d$ y d sobre el nivel del mar [m]

h_o = altura del terreno del punto de transmisión sobre el nivel del mar [m]

h_{ot} = altura antena transmisora sobre el nivel terreno [m]

- 5.5.2 Los valores de intensidad de campo E_F para una frecuencia requerida deberán obtenerse interpolando entre los valores correspondientes a los de las frecuencias nominales de 100 MHz, 600 MHz y 2000 MHz (Figuras 1, 2 y 3 del Apéndice, respectivamente). En el caso de frecuencias por debajo de 100 MHz la interpolación debe ser reemplazada por una extrapolación a partir de los dos valores de frecuencia nominal más cercanos.

$$E_F = E_{F_{inf}} + (E_{F_{sup}} - E_{F_{inf}}) \log (f / f_{inf}) / \log(f_{sup} / f_{inf}) \text{ [dB}\mu\text{V/m]}$$

donde:

f : frecuencia para la que se requiere la predicción (MHz)

f_{inf} : frecuencia nominal inferior : 100 MHz para $f < 600$ MHz
600 MHz para $f \geq 600$ MHz

f_{sup} : frecuencia nominal superior : 600 MHz para $f < 600$ MHz
2000 MHz para $f \geq 600$ MHz

$E_{F_{inf}}$: valor de la intensidad de campo para la frecuencia nominal inferior

$E_{F_{sup}}$: valor de la intensidad de campo para la frecuencia nominal superior

- 5.5.3 Obtener el valor del campo eléctrico $E(h_1)$ para la frecuencia nominal inferior y superior.

Se debe obtener el valor de la intensidad de campo a partir de las curvas de las figuras 1, 2 o 3 según corresponda, para las frecuencias nominales inferior (f_{inf}) y superior (f_{sup}), según distancia y altura efectiva correspondiente (h_1).

Si la altura efectiva coincide con los valores definidos en las curvas (10 m, 20 m, 37,5 m, 75 m, 150 m, 300 m, 600 m, 1.200 m) se debe obtener el valor de intensidad de campo $E(h_1)$ directamente de las curvas trazadas o de las tabulaciones asociadas.

Si no es así, se debe interpolar, de acuerdo a lo siguiente:

- a) Para $10 \text{ m} < h_1 < 3.000 \text{ m}$

$$E(h_1) = E_{inf} + (E_{sup} - E_{inf}) * \log(h_1/h_{inf}) / \log(h_{sup}/h_{inf}) \text{ [dB}\mu\text{V/m]}$$

Donde,

h_{inf} = 600 m si $h_1 < 1.200$ m, de no ser así, la altura efectiva nominal más cercana por debajo de h_1 .

$h_{sup} = 1.200 \text{ m}$ si $h_1 > 1.200 \text{ m}$, de no ser así, la altura efectiva nominal más cercana por encima de h_1 .

E_{inf} = valor de intensidad de campo para h_{inf} a la distancia requerida.

E_{sup} = valor de intensidad de campo para h_{sup} a la distancia requerida.

b) Para $0 < h_1 < 10 \text{ m}$

$$E(h_1) = E_{zero} + 0,1 * (E_{10} - E_{zero}) \text{ [dB}\mu\text{V/m]}$$

Donde,

$$E_{zero} = E_{10} + 0,5 * (C_{1020} - C_{h1neg10}) \text{ [dB}\mu\text{V/m]}$$

$$C_{1020} = E_{10} - E_{20} \text{ [dB]}$$

$$C_{h1neg10} = C_{h1}(h_1=-10\text{m}) \text{ [dB]}$$

$$E_{10} \text{ y } E_{20} = E(h_1=10) \text{ y } E(h_1=20)$$

c) Para $h_1 < 0 \text{ m}$

En este caso, se debe considerar la corrección según el ángulo de despejamiento antena transmisora como se indica a continuación:

$$E(h_1) = E_{zero} + C_{h1} \text{ [dB}\mu\text{V/m]}$$

Donde,

$$C_{h1} = J(v') - J(v) \text{ [dB]}$$

$$J(v) = [6,9 + 20 * \log(\sqrt{(v - 0,1)^2 + 1} + v - 0,1)] \text{ [dB]}$$

$$v' = 0,036 * \sqrt{f}$$

$$v = 0,065 * \theta_1 * \sqrt{f}$$

$$\theta_1 = \text{máx. ángulo despejamiento antena transmisora (obstáculos hasta 15 km)} \text{ [}^\circ\text{]}$$

$$f = \text{frecuencia portadora [MHz]}$$

5.5.4 Con los resultados obtenidos de intensidad de campo eléctrico $E(h_1)$ para la frecuencia nominal inferior $E_{F_{inf}}$ y frecuencia nominal superior $E_{F_{sup}}$ se interpola o extrapola la intensidad de campo obtenida en función de la frecuencia según el punto 5.5.2.

5.5.5 Calcular el factor de corrección de potencia (FcP).

$$FcP = P + G - L - P_{lob} \text{ [dB]}$$

Donde,

P = Potencia del transmisor a la salida del amplificador de potencia [dB(1kW)]

G = Ganancia máxima en el plano horizontal [dB]

L = Pérdidas en cables, conectores, divisor de potencia y otros [dB]

P_{lob} = Pérdidas por lóbulo por radial [dB]

5.5.6 Calcular el factor de corrección según altura de la antena receptora (FcR).

$$FcR = 6,03 - J(v) \text{ [dB]} \quad \text{para } h_2 < R'$$

$$FcR = K_{h2} * \log(h_2 / R') \text{ [dB]} \quad \text{para } h_2 \geq R'$$

$$R' = (1000 * d * R - 15 * h_1) / (1000 * d - 15) \text{ [m]}$$

$$\text{para } d > (h_1 - R) / 6,5, R' = R$$

$$v = K_{nu} * \sqrt{(h_{dif} * \theta_{clut})}$$

$$K_{nu} = 0,0108 * \sqrt{f}$$

$$h_{dif} = R' - h_2 \text{ [m]}$$

$$\theta_{clut} = \text{arctg}(h_{dif} / 27) \text{ [}^\circ\text{]}$$

$$K_{h2} = 3,2 + 6,2 * \log(f)$$

Donde,

$h_2 = 10$ [m] (altura antena receptora)

R' = ajuste según curvatura terrestre [m]

$R = 20$ [m] (altura de ocupación del terreno)

5.5.7 Calcular el factor de corrección según trayectos urbanos (FcU).

$$FcU = -3,3 * \log(f) + (1 - 0,85 * \log(d)) * (1 - 0,46 * \log(1 + h_1 - R)) \text{ [dB]}$$

para $d < 15$ km y si $(h_1 - R) < 150$ m

5.5.8 Calcular el factor de corrección según ángulo de despejamiento de la antena receptora ($FcAR$).

$$FcAR = E_{zero} + C_{h1} \text{ [dB]}$$

Donde,:

$$C_{h1} = J(v') - J(v) \text{ [dB]}$$

$$J(v) = [6,9 + 20 * \log(\sqrt{(v - 0,1)^2 + 1} + v - 0,1)] \text{ [dB]}$$

$$v' = 0,036 * \sqrt{f}$$

$$v = 0,065 * \theta_{tca} * \sqrt{f}$$

$$\theta_{tca} = \theta_2 - \theta_r \text{ [}^\circ\text{] entre } 0,55^\circ < \theta_{tca} < 40^\circ$$

$$\theta_r = \arctg((h_{1s} - h_{2s} / 1000 * d) \text{ [}^\circ\text{]}$$

Donde,

θ_2 = máx. ángulo incidencia antena receptora (obstáculos hasta 16 km) [°]

θ_r = ángulo de referencia entre transmisora y receptora [°]

h_{1s} = altura sobre el nivel del mar antena transmisora [m]

h_{2s} = altura sobre el nivel del mar antena receptora [m]

5.5.9 Para corregir la intensidad de campo para el 90% de las ubicaciones se utiliza la siguiente expresión:

$$FcPL = Q_i (pl/100) * \sigma_L \text{ [dB]}$$

Donde,

Q_i = distribución normal acumulativa complementaria inversa en función de la probabilidad

pl = porcentaje de ubicaciones [%]

σ_L = desviación típica de la distribución gaussiana de las medias locales en la zona

En el caso particular de televisión digital se empleará el 90% de las ubicaciones ($pl = 90$), por lo cual el valor de Q_i (90/100) corresponde a -1,282 y el valor de la desviación típica (σ_L) a 5,5, para la banda UHF, de acuerdo a los Cuadros 2 y 3 del Anexo 5 de la Recomendación P.1546-4. En consecuencia $FcPL = - 7,0$ [dB]

5.5.10 Calcular el valor de la intensidad de campo corregido a una distancia dada, según se señala a continuación:

$$E_{corr} = E_F + FcP + FcR + FcU + FcAR + FcPL \text{ [dB}\mu\text{V/m]}$$

El procedimiento para la obtención del valor de contorno de la zona de servicio es el siguiente:

- a) Se realiza el cálculo de *Ecorr* desde los 0,5 km, cada 0,5 km y hasta encontrar un punto donde el valor sea inferior al definido como contorno de zona de servicio ($E_{Zs} = 48$ dB μ V/m).
- b) La distancia de tolerancia de cálculo, para efectos de obtener el contorno de la zona de servicio será de 1 km.
- c) Dentro de la distancia de tolerancia de cálculo, se busca el primer valor superior o igual a E_{Zs} , procediéndose como a continuación se indica:
 - c.1 Si no se encuentra un valor de *Ecorr* superior a E_{Zs} , el valor a emplear como última distancia calculada será el obtenido en a).
 - c.2 Si se encuentra un valor de *Ecorr* superior a E_{Zs} , se realiza el procedimiento desde la letra a), a partir de la última distancia desde donde se encontró un valor de *Ecorr* inferior a E_{Zs} .
- d) La última distancia calculada debe ser interpolada con su valor anterior para obtener la distancia final asociada a esta intensidad de campo, como se indica a continuación:

Para d_n = última distancia calculada inferior a E_{Zs}

$$d(E_{Zs}) = d_n + (d_{n-1} - d_n) * \log(E_{Zs}/E_{corr_n}) / \log(E_{corr_{n-1}}/E_{corr_n}) \text{ [m]}$$

5.5.11 El contorno que determina la zona de servicio estará determinado por la unión mediante líneas rectas de las distancias $d(E_{Zs})$ encontradas para radiales consecutivos.

5.5.12 El mismo procedimiento se empleará para determinar el contorno urbano señalado en el artículo 3° de la presente resolución.

Disposiciones Transitorias

Primera.- Para efectos de la migración análogo-digital, la zona de servicio analógica que se reemplaza, se estimará teóricamente empleando el mismo método de cálculo descrito en la presente resolución, considerando los valores de intensidad de campo eléctrico en el contorno de la zona de servicio definidos para televisión analógica.

Segunda.- La Subsecretaría, para dar cumplimiento al punto 5.4 de la presente resolución, en el plazo de 30 días hábiles contados desde la publicación de la presente resolución pondrá a disposición de los interesados en su sitio de Internet, el software denominado "Método de Cálculo de Intensidad de Campo Eléctrico".

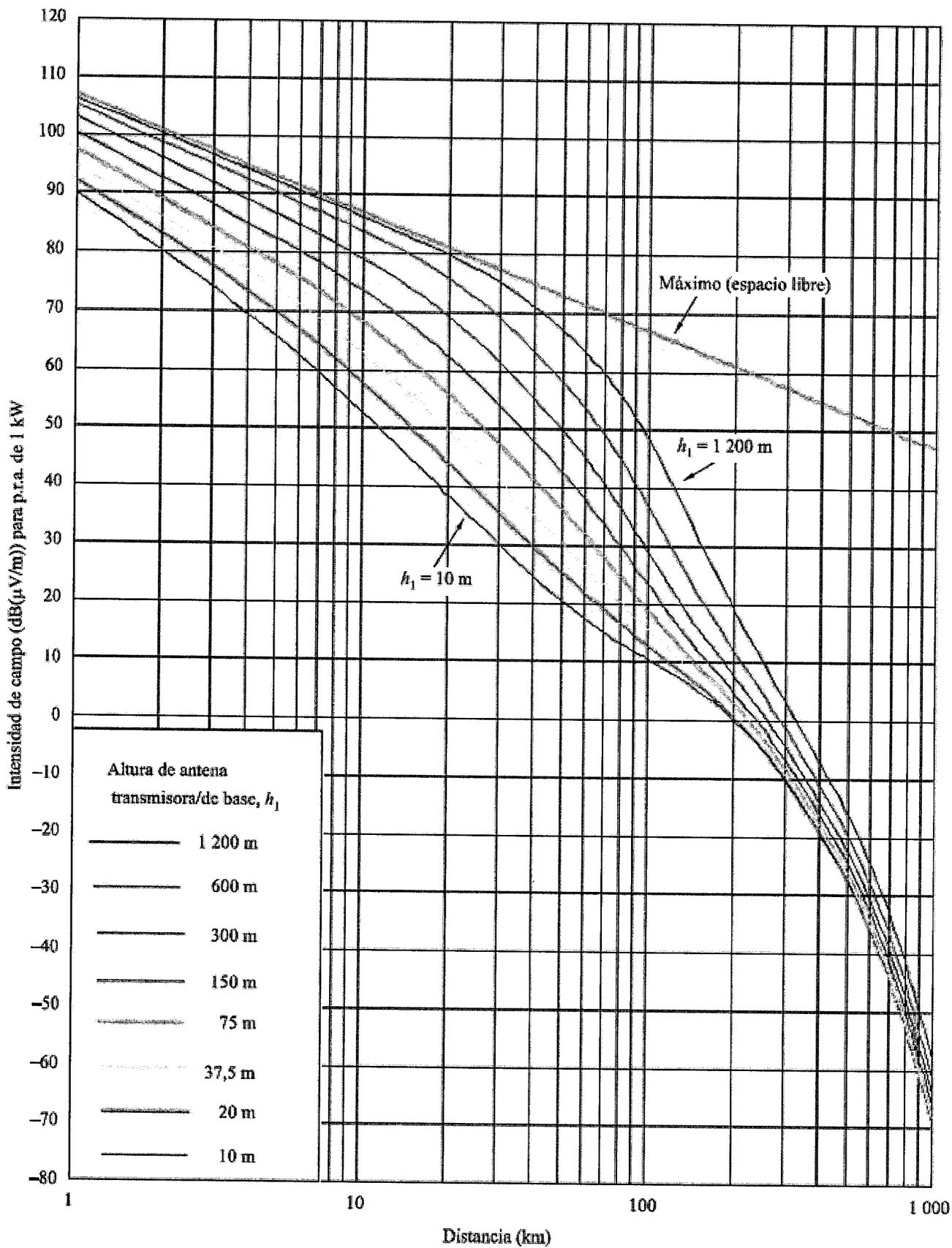
ANÓTESE Y PUBLÍQUESE EN EL DIARIO OFICIAL


SUBSECRETARÍA DE TELECOMUNICACIONES
PEDRO HUICHALAF ROA
SUBSECRETARIO DE TELECOMUNICACIONES

APÉNDICE

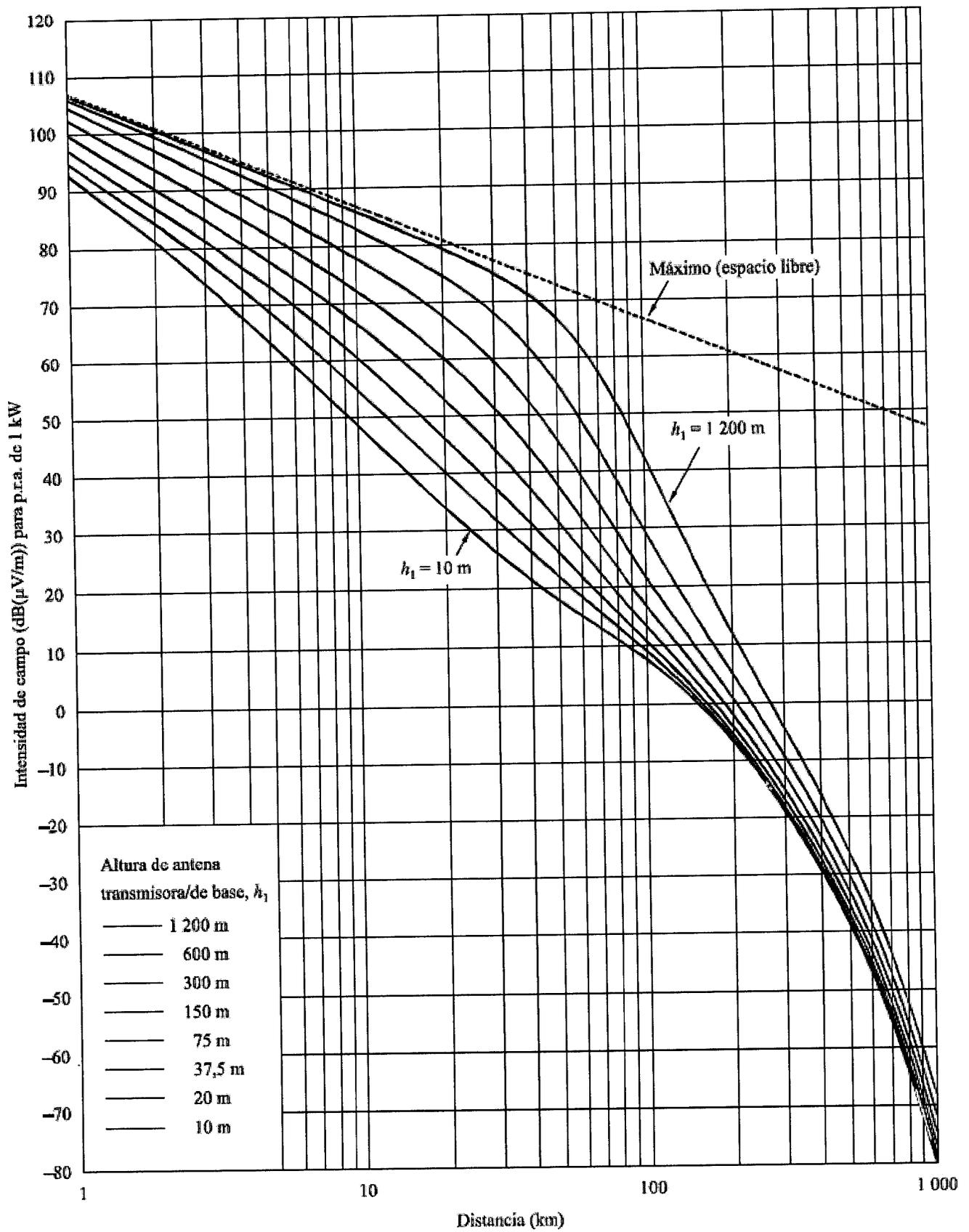
Figura 1

100 MHz, trayecto terrestre, 50% del tiempo



50% de las ubicaciones

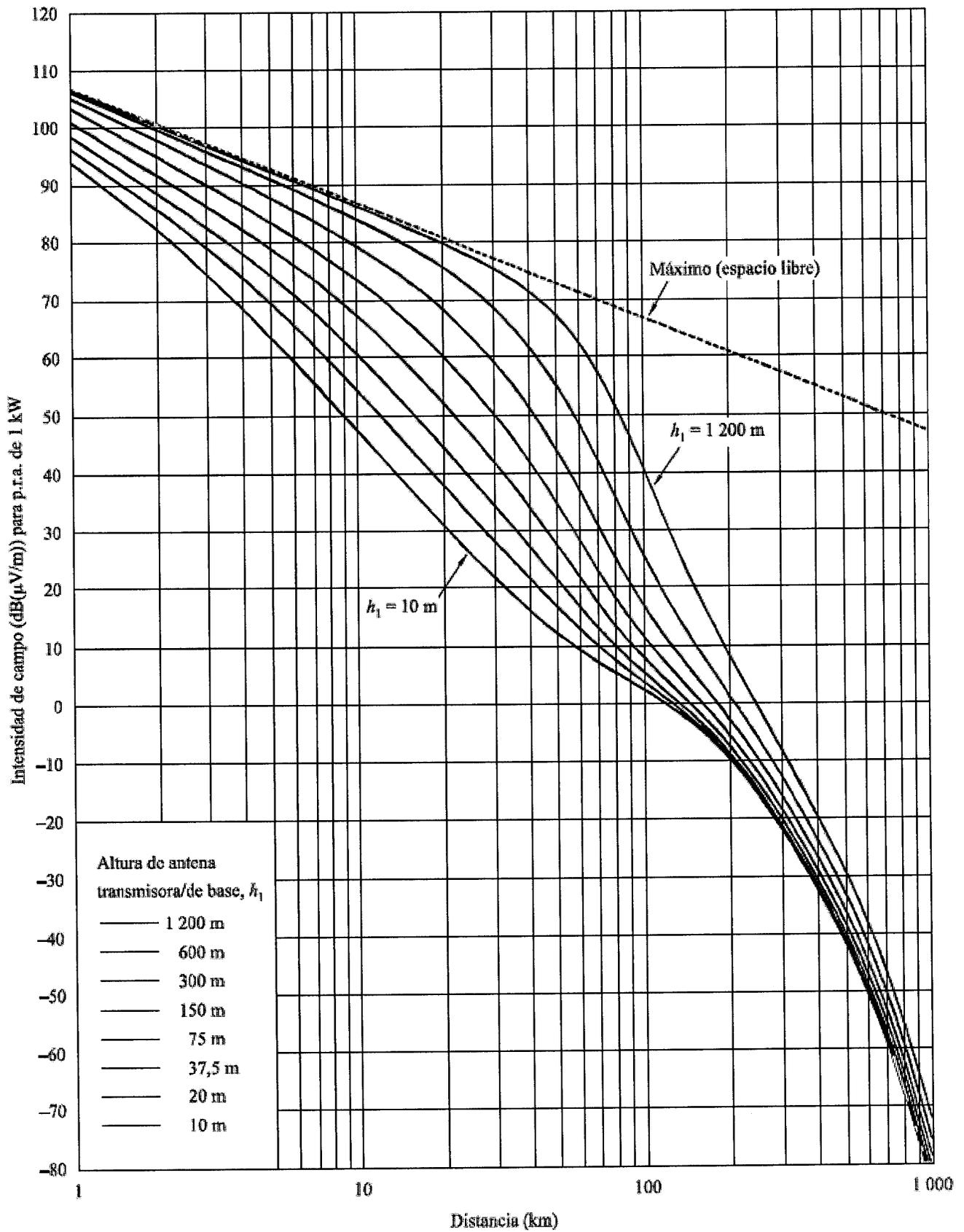
Figura 2
600 MHz, trayecto terrestre, 50% del tiempo



50% de las ubicaciones

Figura 3

2 000 MHz, trayecto terrestre, 50% del tiempo



50% de las ubicaciones

