|  |
| --- |
| **Recomendación UIT-R P.835-6**  **(12/2017)** |
| **Atmósferas normalizadas de referencia** |
| **Serie P**  **Propagación de las ondas radioeléctricas** |

Prólogo

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

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

# Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

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

|  |  |
| --- | --- |
| Series de las Recomendaciones UIT-R  (También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>) | |
| **Series** | Título |
| **BO** | Distribución por satélite |
| **BR** | Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión |
| **BS** | Servicio de radiodifusión (sonora) |
| **BT** | Servicio de radiodifusión (televisión) |
| **F** | Servicio fijo |
| **M** | Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos |
| **P** | **Propagación de las ondas radioeléctricas** |
| **RA** | Radioastronomía |
| **RS** | Sistemas de detección a distancia |
| **S** | Servicio fijo por satélite |
| **SA** | Aplicaciones espaciales y meteorología |
| **SF** | Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo |
| **SM** | Gestión del espectro |
| **SNG** | Periodismo electrónico por satélite |
| **TF** | Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias |
| **V** | Vocabulario y cuestiones afines |

|  |
| --- |
|  |

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

*Publicación electrónica*

Ginebra, 2018

© UIT 2018

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

RECOMENDACIÓN UIT-R P.835-6[[1]](#footnote-1)\*

Atmósferas normalizadas de referencia

(Cuestión UIT-R 201/3)

(1992-1994-1997-1999-2005-2012-2017)

Cometido

En la Recomendación UIT-R P.835 aparecen las expresiones y datos para las atmósferas normalizadas de referencia necesarios en el cálculo de la atenuación gaseosa en los trayectos Tierra-espacio.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

*a)* la necesidad de utilizar un modelo de atmósfera de referencia en el cálculo de la atenuación causada por los gases a lo largo de un trayecto Tierra-espacio,

recomienda

**1** que, cuando no se disponga de datos locales más fiables, se utilice el modelo de atmósferas del Anexo 1 para determinar los valores de temperatura, presión y presión del vapor de agua en función de la altura en el cálculo de la atenuación debida a los gases;

**2** que los datos experimentales que aparecen en los Anexos 2 y 3 se utilicen para los emplazamientos de interés en lo que se refiere a las variaciones estacionales y mensuales.

Anexo 1

# 1 Atmósfera de referencia mundial anual media

La siguiente atmósfera de referencia mundial anual media refleja los perfiles medios anuales de temperatura y presión en relación con la altura cuando se promedian en todo el mundo.

## 1.1 Temperatura y presión

La atmósfera de referencia mundial anual media se aproxima a la United States Standard Atmosphere de 1976 con un error relativo insignificante. Los perfiles de temperatura y presión atmosféricas se definen en dos regímenes de altura[[2]](#footnote-2): 1) alturas geopotenciales entre 0 km' y 84,852 km'; y 2) alturas geométricas entre 86 km y 100 km. La conversión entre altura geopotencial, *h'* (km'), y altura geométrica, *h* (km) es la siguiente:

(1a)

y

(1b)

donde la altura geopotencial de 84,852 km' corresponde a una altura geométrica de 86 km. Dado que en varias Recomendaciones de la serie P (por ejemplo, la Recomendación UIT-R P.676, Anexo 1) se utiliza la altura geométrica, es posible calcular la temperatura y la presión a una altura geométrica *h* < 86 m convirtiendo la altura geométrica, *h*, en la correspondiente altura geopotencial, *h'*, y calculando la temperatura y la presión en la correspondiente altura geopotencial, *h'*.

En el primer régimen de altura, la temperatura, *T* (K), en la altura geopotencial, *h'* (km'), es:

*T*(*h'*) = 288,15 − 6,5 para 0 ≤ *h'* ≤ 11 (2a)

*T*(*h'*) = 216,65 para 11 < *h'* ≤ 20 (2b)

*T*(*h'*) = 216,65 + (*h'*−20) para 20 < *h'* ≤ 32 (2c)

*T*(*h'*) = 228,65 + 2,8 (*h'*−32) para 32 < *h'* ≤ 47 (2d)

*T*(*h'*) = 270,65 para 47 < *h'* ≤ 51 (2e)

*T*(*h'*) = 270,65 – 2,8 (*h'*−51) para 51 < *h'* ≤ 71 (2f)

*T*(*h'*) = 214,65 – 2,0 (*h'*−71) para 71 < *h'* ≤ 84,852 (2g)

y la presión, *P* (hPa) en la altura geopotencial, *h'* (km') es:

*P*()  para 0   11 (3a)

*P*(*h'*) = para 11 < *h'* ≤ 20 (3b)

*P*(*h'*) = para 20 < *h'* ≤ 32 (3c)

*P*(*h'*) = para 32 < *h'* ≤ 47 (3d)

*P*(*h'*) = para 47 < *h'* ≤ 51 (3e)

*P*(*h'*) = para 51 < *h'* ≤ 71 (3f)

*P*(*h'*) = para 71 < *h'* ≤ 84,852 (3g)

En el segundo régimen de altura, la temperatura, *T* (K), en la altura geométrica, *h* (km), es la siguiente:

*T*(*h*) = 186,8673 para 86 ≤ *h* ≤ 91 (4a)

*T*(*h*) = para 91 < *h* ≤ 100 (4b)

y la presión, *P* (hPa), en la altura geométrica, *h* (km), es:

*P*(*h*) = para 86 ≤ *h* ≤ 100 (5)

donde

a0 = 95,571899

a1 = –4,011801

a2 = 6,424731 × 10–2

a3 = –4,789660 × 10–4

a4 = 1,340543 × 10–6

Para facilitar su consulta, la temperatura y la presión en función de la altura geométrica se muestran en las Figs. 1 y 2, respectivamente.

FIGURA 1

Temperatura en función de la altura geométrica



FIGURA 2

Presión en función de la altura geométrica



## 1.2 Presión del vapor de agua

La distribución del vapor de agua en la atmósfera es generalmente muy variable, pero puede aproximarse por la ecuación:

ρ(*h*) = ρ0 exp (–*h* / *h*0)               g/m3 (6)

donde la altura de escala *h*0 = 2 km, y la densidad normal del vapor del agua al nivel del suelo es:

ρ0 = 7,5               g/m3 (7)

La presión del vapor se obtiene a partir de la densidad mediante la ecuación (véase la Recomendación UIT‑R P.453):

 (8)

La densidad del vapor de agua disminuye exponencialmente al aumentar la altura, hasta una altura en la que se verifica la relación de combinación *e*(*h*)/*P*(*h*) = 2 × 10–6. Por encima de esta altura, la relación de combinación se supone que es constante.

## 1.3 Cálculo de la atenuación debida a la atmósfera seca

El perfil de la densidad de los gases atmosféricos diferentes del vapor de agua (la «atmósfera seca») puede obtenerse a partir de los perfiles de temperatura y presión indicados en el § 1.1.

En los cálculos de la atenuación, este perfil de densidad se puede aproximar mediante un perfil exponencial según la ecuación (6) con:

*h*0 = 6 km (9)

# 2 Atmósfera de referencia anual para latitudes bajas

Para las latitudes bajas (inferiores a 22°) las variaciones estacionales no son muy importantes y puede utilizarse un único perfil anual.

La temperatura *T* (K) a la altura *h* (km) viene dada por:

*T*(*h*) = 300,4222 – 6,3533 *h* + 0,005886 *h*2 para 0 ≤ *h* < 17

*T*(*h*) =194 + (*h* – 17) 2,533 para 17 ≤ *h* < 47

*T*(*h*) = 270 para 47 ≤ *h* < 52

*T*(*h*) = 270 – (*h* – 52) 3,0714 para 52 ≤ *h* < 80

*T*(*h*) = 184 para 80 ≤ *h* ≤ 100

siendo la presión *P* (hPa):

*P*(*h*) =1012,0306 – 109,0338 *h* + 3,6316 *h*2 para 0 ≤ *h* ≤ 10

*P*(*h*) = *P*10 exp [–0,147 (*h* – 10)] para 10 < *h* ≤ 72

*P*(*h*) = *P*72 exp [–0,165 (*h* – 72)] para 72 < *h* ≤ 100

donde *P*10y *P*72 son las presiones a 10 y 72 km respectivamente.

Para el vapor de agua (g/m3):

ρ(*h*) = 19,6542 exp [–0,2313 *h* – 0,1122 *h*2 + 0,01351 *h*3

    – 0,0005923 *h*4] para 0 ≤ *h* ≤ 15

ρ(*h*) = 0 para *h* > 15

# 3 Atmósfera de referencia para latitudes medias

En el caso de latitudes medias (entre 22° y 45°) pueden utilizarse los siguientes perfiles para el verano y el invierno.

## 3.1 Latitud media en verano

La temperatura *T* (K) a la altura *h* (km) viene dada por:

*T*(*h*) = 294,9838 – 5,2159 *h* – 0,07109 *h*2 para 0 ≤ *h* < 13

*T*(*h*) = 215,5 para 13 ≤ *h* < 17

*T*(*h*) = 215,5 exp [(*h* – 17) 0,008128] para 17 ≤ *h* < 47

*T*(*h*) = 275 para 47 ≤ *h* < 53

*T*(*h*) = 275 + {1 – exp [(*h* – 53) 0,06] } 20 para 53 ≤ *h* < 80

*T*(*h*) = 175 para 80 ≤ *h* ≤ 100

siendo la presión *P* (hPa):

*P*(*h*) = 1012,8186 – 111,5569 *h* + 3,8646 *h*2 para 0 ≤ *h* ≤ 10

*P*(*h*) = *P*10 exp [–0,147 (*h* – 10)] para 10 < *h* ≤ 72

*P*(*h*) = *P*72 exp [–0,165 (*h* – 72)] para 72 < *h* ≤ 100

donde *P*10y *P*72 son las presiones a 10 y 72 km respectivamente.

Para el vapor de agua (g/m3):

ρ(*h*) = 14,3542 exp [–0,4174 *h* – 0,02290 *h*2 + 0,001007 *h*3] para 0 ≤ *h* ≤ 15

ρ(*h*) = 0 para *h* > 15

## 3.2 Latitud media en invierno

La temperatura *T* (K) a la altura *h* (km) viene dada por:

*T*(*h*) = 272,7241 – 3,6217 *h* – 0,1759 *h*2 para 0 ≤ *h* < 10

*T*(*h*) = 218 para 10 ≤ *h* < 33

*T*(*h*) = 218 + (*h* – 33) 3,3571 para 33 ≤ *h* < 47

*T*(*h*) = 265 para 47 ≤ *h* < 53

*T*(*h*) = 265 – (*h* – 53) 2,0370 para 53 ≤ *h* < 80

*T*(*h*) = 210 para 80 ≤ *h* ≤ 100

siendo la presión *P* (hPa):

*P*(*h*) = 1018,8627 – 124,2954 *h* + 4,8307 *h*2 para 0 ≤ *h* ≤ 10

*P*(*h*) = *P*10 exp [–0,147 (*h* – 10)] para 10 < *h* ≤ 72

*P*(*h*) = *P*72 exp [–0,155 (*h* – 72)] para 72 < *h* ≤ 100

donde *P*10y *P*72 son las presiones a 10 y 72 km respectivamente.

Para el vapor de agua (g/m3):

ρ(*h*) = 3,4742 exp [–0,2697 *h –* 0,03604 *h*2 + 0,0004489 *h*3] para 0 ≤ *h* ≤ 10

ρ(*h*) = 0 para *h* > 10

# 4 Atmósfera de referencia para latitudes altas

En el caso de latitudes altas (superiores a 45°) pueden utilizarse los siguientes perfiles para el verano e invierno.

## 4.1 Latitud alta en verano

La temperatura *T* (K) a la altura *h* (km) viene dada por:

*T*(*h*) = 286,8374 – 4,7805 *h* – 0,1402 *h*2 para 0 ≤ *h* < 10

*T*(*h*) = 225 para 10 ≤ *h* < 23

*T*(*h*) = 225 exp [(*h* – 23) 0,008317] para 23 ≤ *h* < 48

*T*(*h*) = 277 para 48 ≤ *h* < 53

*T*(*h*) = 277 – (*h* – 53) 4,0769 para 53 ≤ *h* < 79

*T*(*h*) = 171 para 79 ≤ *h* ≤ 100

siendo la presión *P* (hPa):

*P*(*h*) = 1008,0278 – 113,2494 *h* + 3,9408 *h*2 para 0 ≤ *h* ≤ 10

*P*(*h*) = *P*10 exp [–0,140 (*h* – 10)] para 10 < *h* ≤ 72

*P*(*h*) = *P*72 exp [–0,165 (*h* – 72)] para 72 < *h* ≤ 100

donde *P*10y *P*72 son las presiones a 10 y 72 km respectivamente.

Para el vapor de agua (g/m3):

ρ(*h*) = 8,988 exp [–0,3614 *h –* 0,005402 *h*2 – 0,001955 *h*3] para 0 ≤ *h* ≤ 15

ρ(*h*) = 0 para *h* > 15

## 4.2 Latitud alta en invierno

La temperatura *T* (K) a la altura *h* (km) viene dada por:

*T*(*h*) = 257,4345 + 2,3474 *h* – 1,5479 *h*2 + 0,08473 *h*3 para 0 ≤ *h* < 8,5

*T*(*h*) = 217,5 para 8,5 ≤ *h* < 30

*T*(*h*) = 217,5 + (*h* – 30) 2,125 para 30 ≤ *h* < 50

*T*(*h*) = 260 para 50 ≤ *h* < 54

*T*(*h*) = 260 – (*h* – 54) 1,667 para 54 ≤ *h* ≤ 100

siendo la presión *P* (hPa):

*P*(*h*) = 1010,8828 – 122,2411 *h* + 4,554 *h*2 para 0 ≤ *h* ≤ 10

*P*(*h*) = *P*10 exp [–0,147 (*h* – 10)] para 10 < *h* ≤ 72

*P*(*h*) = *P*72 exp [–0,150 (*h* – 72)] para 72 < *h* ≤ 100

donde *P*10y *P*72 son las presiones a 10 y 72 km respectivamente.

Para el vapor de agua (g/m3):

ρ(*h*) = 1,2319 exp [0,07481 *h –* 0,0981 *h*2 + 0,00281 *h*3] para 0 ≤ *h* ≤ 10

ρ(*h*) = 0 para *h* > 10

Anexo 2

# 1 Datos experimentales de perfiles verticales atmosféricos

Se han calculado para 353 emplazamientos en todo el mundo los valores medios mensuales de los perfiles verticales de temperatura, presión y humedad relativa, utilizando las observaciones realizadas por radiosonda a lo largo de un periodo de 10 años (1980-1989). Este conjunto de datos (DST.STD) está disponible en la Oficina de Radiocomunicaciones de la UIT y contiene los valores medios mensuales de los perfiles verticales, para las horas 00.00 UTC y 12.00 UTC, de la presión, temperatura y humedad relativa. Estos perfiles, calculados en ausencia de ganancia, van de 0 a 16 km con incrementos de 500 m. Los valores medios mensuales de los perfiles figuran en ficheros ASCII cuyo nombre es **<*WMO\_code*>.dat**, siendo *WMO\_code* el nombre del código del emplazamiento según la Organización Mundial de Meteorología (por ejemplo, en 03496.dat, 03496 es el código OMM de la estación para Hemsby, en Norfolk). En el Cuadro 2 aparece un ejemplo de uno de estos perfiles. La lista de emplazamientos figura en ficheros ASCII (en el formato CSV, campos separados por comas) cuyo nombre es **dst\_std\_lst.csv**. Cada registro en este fichero contiene los siguientes campos: código OMM, nombre de la estación, país, latitud, longitud, altitud sobre el nivel del mar. En el Cuadro 3 figura un ejemplo de este tipo de registro.

Por encima de la máxima altitud puede realizarse una extrapolación utilizando los perfiles de referencia que aparecen en Anexo 1. Para transformar la humedad relativa en valores absolutos de densidad de vapor de agua deben utilizarse las fórmulas que aparecen en la Recomendación UIT‑R P.453.

CUADRO 2

Formato de datos DST.STD – Ejemplo de valores medios mensuales de los perfiles (estación 10410)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| YYMMDDHH NL |  | | |
| 99 199 0 33 |  | | |
| Presión (hPa) | Z (km) | Temp (K) | HR (%/100) |
| 1 016,905 | 0,00 | 273,62 | 0,864E+00 |
| 956,686 | 0,50 | 273,33 | 0,830E+00 |
| 898,555 | 1,00 | 271,74 | 0,754E+00 |
| 844,014 | 1,50 | 269,59 | 0,665E+00 |
| 791,860 | 2,00 | 267,15 | 0,591E+00 |
| 742,661 | 2,50 | 264,56 | 0,518E+00 |
| 696,285 | 3,00 | 261,89 | 0,470E+00 |
| 651,977 | 3,50 | 258,94 | 0,458E+00 |
| 610,086 | 4,00 | 255,88 | 0,448E+00 |
| 570,467 | 4,50 | 252,69 | 0,445E+00 |
| 533,076 | 5,00 | 249,33 | 0,451E+00 |
| 497,767 | 5,50 | 245,90 | 0,453E+00 |
| 464,123 | 6,00 | 242,32 | 0,450E+00 |
| 432,441 | 6,50 | 238,75 | 0,450E+00 |
| 402,414 | 7,00 | 235,16 | 0,443E+00 |
| 374,177 | 7,50 | 231,59 | 0,437E+00 |
| 347,236 | 8,00 | 228,12 | 0,433E+00 |
| 322,281 | 8,50 | 224,88 | 0,427E+00 |
| 298,474 | 9,00 | 221,89 | 0,421E+00 |
| 276,492 | 9,50 | 219,27 | 0,416E+00 |
| 255,527 | 10,00 | 217,08 | 0,411E+00 |
| 236,297 | 10,50 | 215,62 | 0,402E+00 |
| 218,415 | 11,00 | 214,79 | 0,393E+00 |
| 201,366 | 11,50 | 214,14 | 0,348E+00 |
| 186,214 | 12,00 | 214,02 | 0,205E+00 |
| 172,093 | 12,50 | 214,24 | 0,104E+00 |
| 158,709 | 13,00 | 214,66 | 0,368E-01 |
| 146,492 | 13,50 | 214,94 | 0,351E-02 |
| 135,813 | 14,00 | 214,88 | 0,120E-02 |
| 125,690 | 14,50 | 214,50 | 0,117E-02 |
| 116,027 | 15,00 | 214,01 | 0,113E-02 |
| 106,798 | 15,50 | 213,56 | 0,110E-02 |
| 98,291 | 16,00 | 213,26 | 0,107E-02 |
| YY: Año (99 para los perfiles promediados mensualmente)  MM: Mes (1 = enero, 2 = febrero, ...)  DD: Día del mes (99 para los perfiles promediados mensualmente)  HH: Hora del día (UTC)  NL: Número de niveles verticales (NL = 33 para STD.DST)  Presión (hPa): Presión atmosférica total  Z (km): Altura sobre la superficie de la Tierra  Temp (K): Temperatura del aire  HR (%/100): Humedad relativa (fraccionaria)  NOTA 1 – Los valores de la temperatura y la presión pueden ponerse a cero si no se han registrado. | | | |

CUADRO 3

Fichero de información relativa a la estación DST\_STD\_LST.CSV–  
Ejemplo de la estructura del registro

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Código OMM | Nombre de la estación | País | Latitud (grados) | Longitud (grados) | Asl  (m) |
| 10 410 | ESSEN | DL | 51,4 | 6,967 | 153 |
| NOTA – Los valores de la latitud y la longitud están en grados decimales (es decir, 51,4 = 51° 24'). | | | | | |

Anexo 3

# 1 Datos numéricos de previsiones meteorológicas de perfiles verticales atmosféricos

Los valores medios mensuales, según la hora del día, de los perfiles verticales de temperatura, presión, y densidad de vapor de agua se calcularon utilizando el conjunto de datos de los últimos 15 años ECMWF (ERA15). Este conjunto de datos contiene los valores medios mensuales de los perfiles verticales, para las horas 00.00, 06.00, 12.00 y 18.00 UTC, de la presión total, la temperatura y la densidad de vapor de agua del aire en 32 niveles de altura desde una altura de referencia situada aproximadamente al nivel de la superficie de la Tierra hasta unos 30 km por encima de este nivel. Los datos de la longitud varían entre 0° y 360° y la latitud entre +90° y −90°, con una resolución de 1,5° en los dos casos. Todos los datos están almacenados en los ficheros en la representación normalizada de coma flotante IEEE de precisión simple (4 bytes, 32 bits) y en formato Big-Endian (se almacena primero la parte menos significativa).

Este conjunto de datos y los ficheros Matlab necesarios para acceder a los datos forman parte integrante de esta Recomendación y pueden encontrarse en el fichero suplementario R‑REC‑P.835‑6-201712-I!!ZIP-E. Los valores medios mensuales de los perfiles de cada parámetro meteorológico se almacenan en ficheros binarios **<*param*>\_<*hh*>.bin**, siendo *param* el nombre del parámetro meteorológico (**pres** = presión total de aire (hPa), **temp** = temperatura del aire (K), **vapd** = densidad de vapor de agua (g/m3) y *hh* la hora del día (por ejemplo, 00, 06, 12 y 18 (UTC)). Los niveles de las alturas de los perfiles asociados se almacenan en el fichero binario **hght.bin**. En el Cuadro 4 se muestra un ejemplo de perfil para una latitud = 45° N y una longitud = 9° E, en julio a las 12.00 UTC.

CUADRO 4

Ejemplo de perfil

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Z (m) | Presión (hPa) | Temp (K) | Vapd (g/m3) |
| 665,488 | 939,255 | 298,373 | 9,823 |
| 698,823 | 935,673 | 298,125 | 9,617 |
| 816,585 | 923,092 | 296,598 | 9,302 |
| 1 026,379 | 900,957 | 294,292 | 8,811 |
| 1 309,298 | 871,693 | 291,459 | 8,099 |
| 1 650,689 | 837,298 | 288,287 | 6,992 |
| 2 039,463 | 799,373 | 285,107 | 5,706 |
| 2 467,391 | 759,191 | 282,116 | 4,555 |
| 2 928,467 | 717,723 | 279,045 | 3,641 |
| 3 418,375 | 675,691 | 275,934 | 2,692 |
| 3 934,342 | 633,633 | 272,913 | 1,855 |
| 4 474,659 | 591,936 | 269,707 | 1,286 |
| 5 038,169 | 550,876 | 266,183 | 0,911 |
| 5 624,303 | 510,656 | 262,354 | 0,636 |
| 6 232,944 | 471,427 | 258,213 | 0,428 |
| 6 864,291 | 433,307 | 253,687 | 0,277 |
| 7 518,708 | 396,390 | 248,780 | 0,173 |
| 8 196,752 | 360,767 | 243,521 | 0,103 |
| 8 898,985 | 326,527 | 237,971 | 0,058 |
| 9 626,211 | 293,764 | 232,319 | 0,034 |
| 10 380,050 | 262,580 | 226,984 | 0,019 |
| 11 164,590 | 233,064 | 222,845 | 0,009 |
| 11 988,097 | 205,263 | 220,483 | 0,003 |
| 12 861,558 | 179,195 | 219,279 | 0,001 |
| 13 796,578 | 154,827 | 218,154 | 0,001 |
| 14 809,705 | 132,043 | 217,057 | 0,001 |
| 15 931,961 | 110,604 | 216,026 | 0,000 |
| 17 225,900 | 90,110 | 215,674 | 0,000 |
| 18 818,316 | 70,037 | 216,262 | 0,000 |
| 20 961,771 | 50,038 | 219,300 | 0,000 |
| 24 267,900 | 30,039 | 223,166 | 0,000 |
| 31 427,936 | 10,320 | 232,854 | 0,000 |
| Z (m): Altura con respecto al nivel del mar  Presión (hPa): Presión atmosférica total  Temp (K): Temperatura del aire  Vapd (g/m3): Densidad de vapor de agua | | | |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. \* La Comisión de Estudio 3 de Radiocomunicaciones introdujo cambios de edición en la presente Recomendación en el año 2020 con arreglo a la Resolución UIT-R 1. [↑](#footnote-ref-1)
2. La altura geopotencial se expresa en km' y la altura geométrica se expresa en km. [↑](#footnote-ref-2)