

**UIT-R**

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

**Recomendación UIT-R P.678-2**  
(09/2013)

**Caracterización de la variabilidad  
de los fenómenos de propagación  
y estimación del riesgo asociado  
al margen de propagación**

**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
<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>	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
<b>P</b>	<b>Propagación de las ondas radioeléctricas</b>
<b>RA</b>	Radioastronomía
<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, 2014

© UIT 2014

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.678-2

**Caracterización de la variabilidad de los fenómenos de propagación  
y estimación del riesgo asociado al margen de propagación**

(1990-1992-2013)

**Cometido**

Esta Recomendación proporciona tres métodos de predicción de:

- la variación prevista de un año a otro de la fracción de tiempo de rebasamiento del mes más desfavorable;
- la variabilidad interanual de las estadísticas de intensidad de lluvia y atenuación debida a la lluvia;
- los parámetros de riesgo asociados a la variación de las estadísticas de atenuación debida a la lluvia.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a)* que es necesario conocer la variabilidad natural de los fenómenos de propagación para lograr el adecuado compromiso entre costes y calidad de funcionamiento en el análisis de la fiabilidad, la disponibilidad y la calidad de los sistemas;
- b)* que es preciso establecer un procedimiento de predicción a fin de estimar los parámetros de riesgo asociados con la variación de las estadísticas de propagación para formular los criterios de comportamiento de los sistemas de radiocomunicaciones;
- c)* que existe un procedimiento de predicción para estimar las estadísticas de las variaciones de un año a otro en la fracción de tiempo de rebasamiento del mes más desfavorable del año, definida en la Recomendación UIT-R P.581,

*recomienda*

- 1** que se utilice la Fig. 1 del Anexo 1 para estimar la variación de un año a otro de la fracción de tiempo de rebasamiento del mes más desfavorable del año;
- 2** que la variación prevista alrededor de un valor medio predicho a largo plazo se indique en función del periodo de retorno;
- 3** que la variabilidad interanual de las estadísticas de intensidad de lluvia y atenuación debida a la lluvia en torno a estadísticas medias a largo plazo se calcule mediante el Anexo 2;
- 4** que los parámetros de riesgo asociados a la variación de las estadísticas de propagación se calculen con arreglo al Anexo 3.

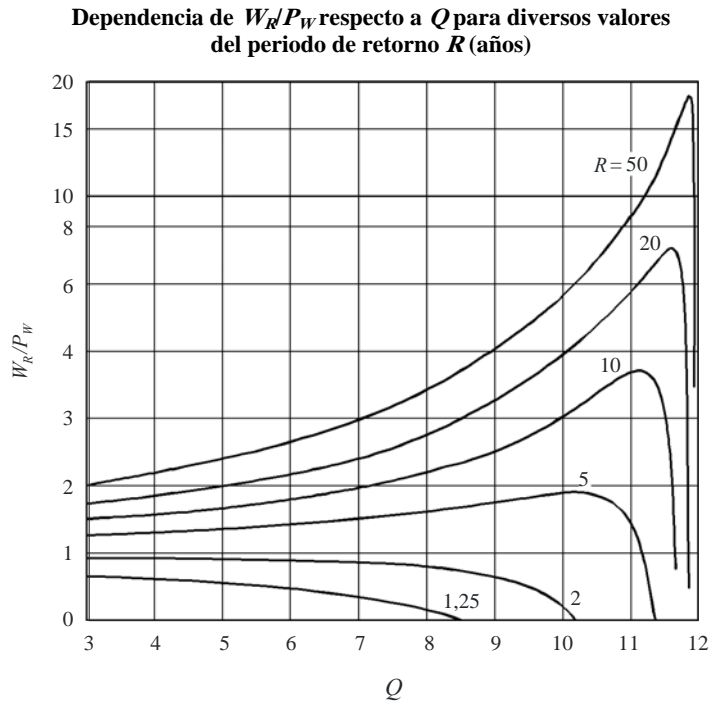
NOTA 1 – El periodo de retorno es el intervalo de tiempo medio transcurrido entre dos ocurrencias consecutivas de un suceso estocástico definido. Para una serie larga de observaciones, el valor del periodo de retorno es  $1/P$  (multiplicado por el intervalo medio entre todos los pares de sucesos consecutivos), donde  $P$  es la probabilidad de ocurrencia del suceso. Por ejemplo, el valor mediano de una larga serie de valores de fracción de tiempo de rebasamiento del mes más desfavorable del año tendría un periodo de retorno de 2 años.

NOTA 2 – El riesgo se define como la probabilidad de que no se satisfaga la disponibilidad anual garantizada.

## Anexo 1

### Estimación de la variación prevista de un año a otro de la fracción de tiempo de rebasamiento del mes más desfavorable del año

FIGURA 1



$P_W$ : Media de la fracción de tiempo de rebasamiento del mes más desfavorable del año

$W_R$ : Fracción de tiempo de rebasamiento del mes más desfavorable del año, asociada a un periodo de retorno de  $R$  años

$Q$ : Coeficiente del mes más desfavorable – factor climático de propagación (véase la Recomendación UIT-R P.841)

Nota 1 –  $P_W$ ,  $W_R$  y  $Q$  deben referirse al mismo valor de umbral predeterminado.

P.0678-01

## Anexo 2

### Variabilidad interanual de las estadísticas de intensidad de lluvia y atenuación debida a la lluvia

Para un emplazamiento deseado, las fluctuaciones interanuales de las estadísticas de intensidad de lluvia y atenuación debida a la lluvia en torno a una función de distribución acumulativa complementaria (CCDF)  $p$  se distribuyen normalmente con una media  $p$  y una varianza anual  $\sigma^2$  de manera que:

$$\sigma^2(p) = \sigma_C^2(p) + \sigma_E^2(p) \quad (1)$$

siendo:

$\sigma_E^2$ : la varianza de la estimación

$\sigma_C^2$ : la varianza climática interanual

El siguiente método de predicción proporciona un procedimiento paso a paso para calcular el valor de  $\sigma^2(p)$  asociado a la probabilidad de rebasamiento  $p$  ( $0 \leq p \leq 1$ ).

Se necesita conocer los siguientes parámetros:

$p$ : Probabilidad de rebasamiento (%)

$r_c$ : Relación climática

Los valores de  $r_c$  la relación climática, son parte integrante de esta Recomendación y están disponibles en forma de mapas digitales en el fichero [R-REC-P.678-2-201309-III-ZIP-E](#). Estos mapas se obtuvieron recopilando 50 años de datos de la base de datos GPCC.

**Paso 1:** Para la probabilidad de rebasamiento deseada,  $p$ , se calcula.

$$C = \sum_{i=-N+1}^{N-1} c_U(i\Delta t, p) \quad (2)$$

siendo

$$\begin{aligned} N &= 525960 \\ \Delta t &= 60 \end{aligned} \quad (3)$$

$$c_U(i\Delta t, p) = \exp(-a \cdot |i\Delta t|^b)$$

con

$$\begin{aligned} b &= b_1 \cdot \ln(p) + b_2 \\ a &= 0,0265 \text{ s}^{-1} \\ b_1 &= -0,0396 \\ b_2 &= 0,286 \end{aligned} \quad (4)$$

**Paso 2:** La varianza de la estimación  $\sigma_E^2$  se calcula como sigue:

$$\sigma_E^2(p) = \frac{p(1-p)}{N} \cdot C \quad (5)$$

**Paso 3:** Se extrae la variable  $r_c$  para los cuatro puntos más próximos en latitud ( $Lat$ ) y longitud ( $Lon$ ) a las coordenadas geográficas del emplazamiento deseado.

**Paso 4:** A partir de los valores de  $r_c$  en los cuatro puntos de la rejilla, se obtiene el valor de  $r_c(Lat, Lon)$  en el emplazamiento deseado mediante una interpolación bilineal, como se describe en la Recomendación UIT-R P.1144.

**Paso 5:** Se determina la varianza climática interanual  $\sigma_C^2$  de forma que:

$$\sigma_C^2(p) = (r_c(Lat, Lon) \cdot p)^2 \quad (6)$$

Si se utiliza un valor de CCDF previsto en vez de experimental, dicho valor no coincidirá exactamente con los valores reales de intensidad de lluvia o de atenuación debida a la lluvia (por ejemplo, la CCDF medida de atenuación debida a la lluvia no coincidirá exactamente con la CCDF de la atenuación debida a la lluvia calculada con arreglo a la Recomendación UIT-R P.618). En este caso, debe considerarse un error adicional  $\sigma_M^2(p)$ , en cuyo caso la ecuación (1) pasa a ser:

$$\sigma^2(p) = \sigma_C^2(p) + \sigma_E^2(p) + \sigma_M^2(p) \quad (7)$$

Donde  $\sigma_M^2(p)$  es el error en la CCDF prevista. Para evaluar la influencia de la varianza  $\sigma^2(p)$ , es conveniente referirse al intervalo de confianza del 68%  $[p - \sigma(p), p + \sigma(p)]$ , que corresponde a más o menos una desviación típica en torno a la probabilidad de una cantidad con distribución normal.

El procedimiento es aplicable para porcentajes de tiempo de rebasamiento del 2% al 0,01% y para la gama de frecuencias de 12 a 50 GHz.

### Anexo 3

#### Estimación del riesgo asociado al margen de propagación

Dada una atenuación debida a la lluvia fija  $A_r$  rebasada para una probabilidad determinada  $p$  ( $0 \leq p \leq 1$ ) tal como  $P(A > A_r) = p$ , el riesgo  $\mathfrak{R}$  (probabilidad) de que la probabilidad anual  $p_{\mathfrak{R}}$  ( $0 \leq p_{\mathfrak{R}} \leq 1$ ) se rebase, satisface la siguiente ecuación:

$$\mathfrak{R} = Q\left(\frac{p_{\mathfrak{R}} - p}{\sigma(p)}\right) \quad (8)$$

o, de forma equivalente:

$$p_{\mathfrak{R}} = \sigma(p)Q^{-1}(\mathfrak{R}) + p = \sqrt{2}\sigma(p)\text{erfc}^{-1}(2\mathfrak{R}) + p \quad (9)$$

donde  $\sigma(p)$  puede calcularse a partir del Anexo 2 y donde (véase la Recomendación UIT-R P.1057):

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

Es importante observar que si  $p_{\mathfrak{R}} = p$  en la ecuación (8) da lugar, como cabía esperar, a un valor de  $\mathfrak{R} = 0,5$ .