

2. Base teórica de la herramienta RPlanner, Información Interna

2.1. Introducción a la herramienta RPlanner

Para cada producto (o regulación y banda de frecuencia), la herramienta de cálculo “Radwin Radio Planner”, RPlanner, almacena la siguiente información necesaria para los resultados de los cálculos de balance radioeléctrico del enlace:

- Potencia máxima de transmisión, por modulación
- Sensibilidad del receptor, por modulación, para servicios Ethernet y para servicios TDM a distintas tasas de error o BER
- Potencia lineal máxima, usada para calcular la distancia mínima
- Ganancia de antena y pérdidas de cable para ODU con antenas integradas.
- Anchos de banda de canal o canalizaciones disponibles.

2.2. Cálculos de la herramienta RPlanner

- Potencia isotrópica radiada equivalente, PIRE:

$$\text{PIRE} = \text{PotenciaTxión} + \text{GananciaAntena}_{\text{LadoA}} - \text{PerdidasCable}_{\text{LadoA}}$$

- Señal recibida, RSS, y margen de desvanecimiento, FM :

$$\text{RSS Esperada}_{\text{LadoB}} = \text{PIRE}_{\text{LadoA}} - \text{Pérdida Trayecto} + \text{GananciaAntena}_{\text{LadoB}} - \text{PerdidasCable}_{\text{LadoB}}$$

Donde:

Lado A es el lado transmisor

Lado B es el lado receptor

La pérdida en trayecto se calcula acorde al modelo de espacio libre:

$$\text{PérdidaTrayecto} = 32.45 \times \log_{10}(\text{frecuencia}_{\text{MHz}}) + 20 \log_{10}(\text{distancia}_{\text{Km}})$$

$$\text{FM Esperado} = \text{RSS Esperada} - \text{Sensibilidad}$$

Donde la sensibilidad depende de la tasa en el aire

- Alcance (o distancia de alcance) Mínimo y Máximo

Alcance¹ Mínimo es el rango mas corto para el cual $\text{RSS Esperada} \leq \text{PotMaxEntrada}$ por cada tasa en el aire

¹ En Inglés *Range*

Alcance Máximo, para una determinada tasa en el aire, es el rango mas largo para el cual se cumple:

$$RSS \text{ Esperada} \geq \text{Sensibilidad} + FM \text{ requerido}$$

- Servicio:

El throughput Ethernet y de los primarios TDM se calcula según algoritmos internos del producto

- Disponibilidad:

El cálculo de la disponibilidad de servicio se basa en el método Vigants Barnett el cual predice la probabilidad de tiempo de falta de servicio basándose en el factor climático C

$$\text{Disponibilidad} = 6 \times 10^{-7} \times \text{factor C} \times \text{frecuencia}_{\text{GHz}} \times (\text{rango requerido}_{\text{KM}})^3 \times 10^{-\frac{FM \text{ Esperado}}{10}}$$

- Altura de antena

La altura de antena requerida para disponer de línea de vista o LOS se calcula a como del radio de la zona de Fresnel y la altura del rayo directo². Consultar figura 1 abajo donde el Alcance esperado³ se ha dividido en d1+d2.

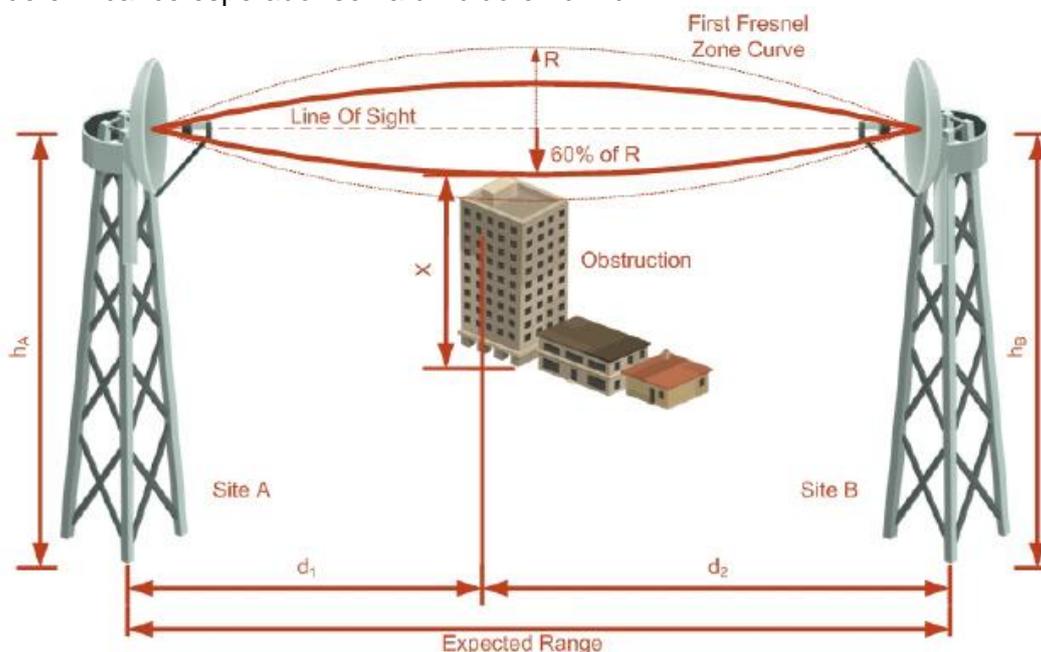


Figura 2.1 Altura de antena y primera zona de Fresnel

Usando la notación de la figura 2.1, el radio de la zona de Fresnel a una distancia $d1$ de la antena izquierda es dada por:

$$0.6 \times \sqrt{\frac{300}{\text{frecuencia}_{\text{GHz}}} \times d_1 \times d_2 \over d_1 + d_2}$$

Para la configuración mas conservadora se toma el punto medio entre antenas:

$$d1 = d2 = \frac{\text{Alcance esperado}}{2}$$

² En ingles *boresight height*

³ En Ingles *Expected Range*

Obteniéndose así:

$$0.6 \times \sqrt{\frac{300}{frecuencia_{GHz}} \times \left[\frac{Alcance Esperado}{2} \right]^2 + \frac{Alcance Esperado}{2} + \frac{Alcance Esperado}{2}}$$

Simplificando:

$$0.52 \times \sqrt{\frac{Alcance Esperado}{frecuencia_{GHz}}}$$

La altura de despejamiento de rayo directo se calcula como:

$$\sqrt{R_{Medio}^2 + \left[\frac{Alcance Esperado}{2} \right]^2} - R_{Medio}$$

Donde $R_{Medio} = 6367.4425Km$

- Sobre la zona de Fresnel

La zona de Fresnel es una zona con forma elipsoidal de energía electromagnética propagándose desde la antena transmisora a la antena receptora. Es siempre de mayor anchura en la zona media del trayecto entre las dos antenas.

El diseño de radioenlaces debe tener en cuenta obstrucciones, condiciones atmosféricas, condiciones meteorológicas, amplias extensiones de agua así como otros reflectores y pérdidas de energía electromagnética

La zona de Fresnel nos proporciona un método de evaluar la proporción o cantidad de despejamiento desde un obstáculo que una onda inalámbrica necesita para asegurar que el obstáculo no atenúa la señal.

Existen infinitas zonas de Fresnel situadas de modo coaxial alrededor del centro del rayo directo. La frontera externa de la primera zona de Fresnel está definida como la longitud de trayecto combinada de todos los trayectos que son mayores que el trayecto directo en una cantidad igual a la mitad de la longitud de onda ($\frac{1}{2}\lambda$) de la frecuencia transmitida. Si el trayecto total es una longitud de onda (1λ) mayor que el trayecto directo, entonces el límite externo es de dos zonas de Fresnel. Las zonas impares de Fresnel refuerzan la señal de las ondas del trayecto directo y las zonas pares la cancelan.



Figura 2.1 Zonas de Fresnel

La cantidad de despejamiento de la zona de Fresnel es determinada por la longitud de onda de la señal (i.e. por su frecuencia), la longitud de trayecto y la distancia al obstáculo. Para su fiabilidad los radioenlaces se diseñan para tener al menos el 60% de la primera zona de Fresnel libre de obstáculos para evitar una atenuación considerable.

El concepto de zona de Fresnel se representa en la Figura 2.1 arriba. En la que la parte superior de la obstrucción no se adentra de modo significativo en la zona de Fresnel, dejando el 60% de la primera zona de Fresnel libre por lo que la señal no sufre una atenuación relevante.