

Análisis de métodos deterministas para el cálculo de pérdidas por propagación a 390 MHz con corrección morfográfica

Domingo Javier Pardo Quiles¹, Diego del Rey Carrión² y Leandro Juan-Llácer¹

¹Dpto. Tecnologías de la Información y Comunicaciones
Universidad Politécnica de Cartagena
Antiguo Hospital de Marina, 30202 Cartagena
E-mail: domingo.pardo@upct.es, leandro.juan@upct.es

²Dirección General de Protección Civil
Comunidad Autónoma Región de Murcia

ABSTRACT

This work is concerned with the assesment of two different predictive propagation loss models (ITU-R 526 - extended Epstein-Peterson and Deygout) taking into account morfographical data corrections. Comparison of the estimations with measurements have been made at 390 MHz.

1. INTRODUCCIÓN

En la planificación de redes de radiocomunicación es necesario la estimación de la cobertura de un transmisor a partir de su ubicación y de los parámetros de los equipos y antenas empleados. Para la predicción de las pérdidas de propagación radioeléctrica es habitual el empleo de herramientas de planificación *software* y el uso de modelos digitales del terreno (MDT). Éstos MDTs básicamente incluyen la altura del terreno, pero también es posible la adición de mapas de tipo del suelo (capas morfográficas).

Las herramientas de planificación incorporan métodos teóricos de predicción de la atenuación por propagación [1] [2]. Por ejemplo, para entorno abierto han sido ampliamente utilizados los métodos basados en la Recomendación UIT-R 526 y Deygout que calculan la atenuación por difracción sobre múltiples obstáculos. A esta atenuación por propagación se le añade otra que está relacionada con el uso del suelo (rural, urbano, ...).

El objetivo del presente trabajo es comparar los modelos de propagación con medidas de campo, y de esta forma disponer de unas correcciones morfográficas que permitan obtener coberturas radioeléctricas teóricas más fiables para el despliegue final de la red digital de urgencias y emergencias de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

2. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

Las simulaciones y las medidas se han realizado en la banda de 390 MHz para tres estaciones base ubicadas en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Para el estudio de la cobertura global de las tres estaciones base se ha creado una capa morfográfica con una resolución de 200 x 200 m² georeferenciada a la capa de altimetría.

Los tipos de entorno principales considerados y la corrección asociada elegida para cada uno se muestra en la tabla siguiente:

| | | |
|----|-----------|-------|
| 1 | Sin Uso | 0.00 |
| 2 | Pinares | 10.00 |
| 3 | Matorral | 3.00 |
| 4 | Espartal | 5.00 |
| 5 | Secano | 3.00 |
| 6 | Regadio | 5.00 |
| 7 | Rural | 10.00 |
| 8 | Suburbano | 14.00 |
| 9 | Urbano1 | 20.00 |
| 10 | Urbano2 | 26.00 |

Tabla I. Corrección (dB) Morfográfica.

La corrección de las pérdidas se ha obtenido de los Modelos de Okumura-Hata [3], en Urbano y Suburbano, y de la Norma ETR 300-1 del ETSI, en entorno Rural.

| Transmisión | Base | | Móvil | |
|----------------------------------|---------------|-----|---------|-----|
| | 390 | 395 | 380 | 385 |
| BANDA (MHz) | | | | |
| POTENCIA (W) | 25 | | 10 | |
| COMBINADOR | HIBRIDA | | - | |
| PERDIDAS INSERCIÓN 2 TX (dB) | 4 | | | |
| PERDIDAS INSERCIÓN 3/4 TX (dB) | 7.5 | | | |
| ALIMENTADOR ANTENA | CELLFLEX 1/2" | | RG58 | |
| ATENUACIÓN ALIMENTADOR (dB/100m) | 5 | | 35 | |
| LONGITUD ALIMENTADOR (m) | 20 | | 1.5 | |
| ANTENA | COLINEAL | | VARILLA | |
| GANANCIA (dBd) | 5 | | 0 | |
| OTRAS PERDIDAS (dB) | 0 | | 2 | |

| Recepción | Base | | Móvil | |
|----------------------------------|---------------|-----|---------|-----|
| | 380 | 385 | 390 | 395 |
| BANDA (MHz) | | | | |
| SENSIBILIDAD ESTÁTICA dBm | -115 | | -112 | |
| SENSIBILIDAD DINÁMICA dBm | -106 | | -103 | |
| GANANCIA MULTIACOPLADOR dB | 2 | | 0 | |
| ALIMENTADOR ANTENA | CELLFLEX 1/2" | | RG58 | |
| ATENUACIÓN ALIMENTADOR (dB/100m) | 5 | | 35 | |
| LONGITUD ALIMENTADOR (m) | 20 | | 1.5 | |
| ANTENA | COLINEAL | | VARILLA | |
| GANANCIA (dBd) | 5 | | 0 | |
| OTRAS PERDIDAS (dB) | 0 | | 2 | |

Tabla II. Parámetros equipos TETRA .

3. SIMULACIONES Y MEDIDAS

Se han simulado 5 trayectorias correspondientes a las posiciones GPS de las mediciones de campo que fueron efectuadas por la empresa TRADIA (www.tradia.es) sobre un vehículo a una velocidad media de 55 km/h.

Las simulaciones se han llevado a cabo con la Herramienta de Planificación SIRENET v2.2 de SGT (Servicios Generales de Teledifusión). Los parámetros radioeléctricos que se han utilizado para realizar los cálculos

los se recogen en la Tabla II y se corresponden con equipos que siguen el estándar europeo TETRA (*Terrestrial Trunked Radio*) [4]. Al realizar las medidas desde un vehículo en movimiento, para los cálculos se ha tomado como sensibilidad del receptor -103 dBm correspondiente al caso de enlace descendente Base a Móvil dinámico (ver Tabla II).

4. RESULTADOS

Las medidas recibidas en ruta simuladas para cada uno de los dos métodos de predicción (recomendación UIT-R 526 y *Deygout*) han ofrecido los siguientes resultados:

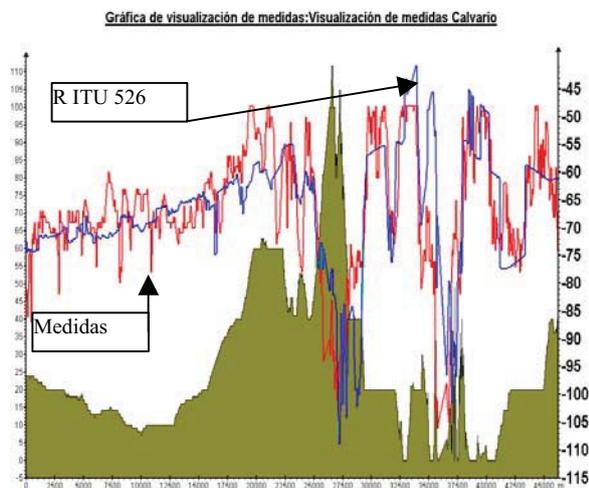


Figura 2. Ruta I – Modelo R. ITU 526 y medida real con corrección morfográfica.

En las siguientes Tablas se recogen los resultados de la media (dB) y desviación típica (dB) del error entre las simulaciones y las medidas de campo para cada una de las rutas.

| Ruta | ITU 526 | | Deygout | | LOS | |
|------|--------------------|----------|--------------------|----------|--------------------|----------|
| | P _{error} | σ | P _{error} | σ | P _{error} | σ |
| I | 1.04 | 8.34 | 1.06 | 8.34 | -3.94 | 14.74 |
| II | 8.96 | 9.20 | 8.96 | 9.20 | 8.76 | 9.31 |
| III | 3.63 | 8.45 | 3.63 | 8.46 | 2.62 | 14.30 |
| IV | -0.44 | 7.58 | -0.37 | 7.57 | -2.85 | 12.57 |
| V | 10.65 | 12.19 | 10.65 | 12.17 | 10.12 | 13.36 |

Tabla III. Error y Desviación de ITU 526, Deygout y LOS frente a las medidas reales en cinco rutas diferentes

En la Tabla III, se puede observar como los resultados obtenidos con Deygout e ITU 526 son prácticamente idénticos en todas las rutas consideradas. También se ha comprobado que un modelo simple de Línea de Vista (LOS) ofrece una razonable estimación cuando existe visibilidad directa desde el receptor con alguno de los tres transmisores.

| P _{er} / σ Uso | Ruta I | Ruta IV | Ruta III | Ruta V |
|--------------------------------|------------|-------------|--------------|-------------|
| 1 | 0.39/14.18 | 4.73/2.41 | - | - |
| 2 | - | -6.39/10.43 | -0.27/ 11.90 | 14.31/10.95 |
| 3 | 5.29/15.50 | -9.05/9.41 | 1.18/11.82 | 11.59/10.49 |
| 5 | -0.67/5.65 | -0.58/7.26 | 5.98/9.62 | 10.73/10.23 |
| 6 | -2.32/5.86 | 2.00/6.86 | 2.28/7.07 | 10.68/10.86 |
| 7 | -0.03/6.80 | -2.75/6.18 | 1.28/7.42 | 11.37/10.76 |
| 8 | 0.14/6.72 | - | 1.29/7.42 | 11.20/10.84 |
| 9 | - | - | 0.86/7.41 | - |
| 10 | -1.9/7.64 | -2.82/6.28 | - | 8.00/15.26 |

Tabla IV. Error y Desviación de ITU526 frente a las medidas reales en cuatro rutas diferentes

En la Tabla IV, se observa que las desviaciones típicas son mayores en los usos 2 y 3, indicando que podrían mejorarse los resultados introduciendo una corrección diferente a la que se tomó en la Tabla I. Si se toman 3 dB para el uso 2 y 1 dB para el uso 3, las desviaciones típicas obtenidas son ligeramente inferiores (ver Tabla V) a las recogidas en la Tabla IV

| σ (dB) Uso | Ruta I | Ruta IV | Ruta III | Ruta V |
|-------------------|---------|---------|----------|---------|
| 2 | - | 10.0812 | 11.5956 | 9.2158 |
| 3 | 15.4994 | 7.9867 | 11.3618 | 10.4919 |

Tabla V. Desviación de ITU526 (correcciones Uso2 3 dB, Uso3 1 dB)

5. CONCLUSIONES

Se han comparado los resultados obtenidos con modelos teóricos para el cálculo radioeléctricos con medidas de campo. Para ello, se ha determinado la media y desviación típica del error, obteniendo valores entre 7 y 14 dB para esta última.

Se ha comprobado cómo el empleo de correcciones morfográficas combinado con métodos predictivos de propagación va a mejorar las estimaciones de cobertura radioeléctrica. En nuestro caso, este análisis ha permitido ajustar el valor de las correcciones que se estaban aplicando por tipo de suelo para el cálculo teórico de cobertura radioeléctrica.

REFERENCIAS

- [1] J. M^a Hernando Rabanos: "Comunicaciones Móviles", Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, pp. 137-147, 234-235, 1997.
- [2] J. M^a. Hernando Rabanos, M. Montero del Pino: "Ingeniería de los Sistemas Trunking", Editorial Sintesis, pp. 235-307, 1998.
- [3] M. Hata, "Empirical Formula for Propagation Loss in Land Mobile Radio Services", *IEEE Trans. On Vehicular Technology*, vol. 29, n^o 3, pp. 317-325, 1980.
- [4] J. Dunlop, D. Girma, J. Irvine: "Digital Mobile Communications and the TETRA System", John Wiley&Sons, 2000.