

Capítulo 4

Radio Mobile, software para simular la propagación de señales de microondas

4.1. Introducción

La propagación de ondas de radio es un fenómeno cuyas propiedades son difíciles de predecir. Esto se vuelve más importante en VHF, UHF y SHF (señales de microondas) donde las colinas, árboles, casas y la constantemente cambiante atmósfera proporcionan dispersión en obstáculos que son comparables en tamaño a la longitud de onda. Para el diseño del sistema y del equipo a utilizar, no se cuenta con una manera precisa de conocer las características de propagación en el canal y cómo afectarán la operación, por lo que es necesario basarse en uno o más modelos de propagación que intenten describir como el mundo físico afecta el flujo de energía electromagnética.

Uno de los modelos de propagación más reciente es el modelo ITS Irregular Terrain Model (Longley-Rice)¹, que es un modelo de predicción troposférica para transmisión de radio sobre terreno irregular en enlaces de largo-medio alcance. Este modelo de propagación permite trabajar con ciertos parámetros que son mencionados más adelante.

Radio Mobile es un software libre para el cálculo de enlaces de radio de larga distancia en terreno irregular que implementa el modelo Longley-Rice. Éste programa utiliza perfiles geográficos de la zona de trabajo combina-

¹Publicado por el ITS (Institute for Telecommunications Science) en EU.

dos con la información de los equipos (potencia, sensibilidad del receptor, características de las antenas, pérdidas, etc.) que se desea simular.

Radio Mobile posee múltiples utilidades de apoyo para la simulación de los enlaces y para el diseño de equipos y del sistema de telecomunicaciones. Los parámetros a introducir para realizar las simulaciones permiten reflejar de forma fiel los equipos reales que se piensa utilizar en la instalación para la que estarían destinados. Para el diseño específico de enlaces de radio se utiliza un modelo punto a punto.

En la página de Radio Mobile <http://www.cplus.org/rmw/> (Figura 4.1) existe un enlace directo a la página de descargas de Internet, donde se puede bajar un paquete de archivos para instalar el software; dicho software está disponible en distintos idiomas. Esta página además incluye una guía de instalación rápida (la instalación es sencilla). La página contiene, además, una sección de preguntas frecuentes con respuestas para las dudas más habituales y explicaciones de uso.

	Radio Mobile Gratuitiel par VE2DBE Depuis 1988
English	Cours sur radio Mobile en Juin
Informations...	
Télécharger...	
	<p>Le logiciel Radio Mobile est la propriété intellectuelle de Roger Coude VE2DBE. Radio Mobile est voué à la radio amateur et à des fins humanitaires. Quoique l'utilisation à des fins commerciales n'est pas interdite, l'auteur ne peut pas être tenu responsable de l'utilisation qui en sera faite. Le matériel produit par le logiciel est sous l'entière responsabilité de l'utilisateur. L'utilisateur devrait se conformer aux restrictions qui s'appliquent aux sources de données de provenance extérieure.</p>
Comment faire...	<p>La page officielle de Radio mobile est installée chez Communications Plus et la Page miroir chez Link Technologies, Inc.</p>
Centre de messages...	<p>Les utilisateurs commerciaux sont encouragés à faire un don annuel.</p>
Images...	<p>Faire un don</p>
Pages à visiter...	<p>Court résumé de carrière</p>
ve2dbe@yahoo.ca	<p>Mes expériences en astronomie</p>

Figura 4.1: Página oficial de Radio Mobile.

La última versión disponible del software en la página de Radio Mobile es la 11.0.5 (consultada el 10/Mayo/2011) y puede ser actualizada en línea.

El objetivo del presente capítulo es describir el software que se utilizará para la simulación de enlaces. Dentro del contenido se destacarán los parámetros de entrada y salida, así como el modelo de propagación en el que está basado este software.

4.2. Parámetros de entrada

Los parámetros que son requerido por el modelo Longley-Rice y, por ende, por Radio Mobile se dividen en cuatro grupos. La Tabla 4.1 muestra dichos parámetros[17].

Parámetros del sistema	
Frecuencia	20 [MHz] a 20 [GHz]
Distancia	1 a 2 000 [m]
Potencia de Tx	10 [nW] a 1 [MW]
Sensibilidad de Rx	0.01 a 2 000 [μ V]
Pérdidas de la línea	0 a 500 [dB]
Ganancia de la antena	-10 a 100 [dBi]
Rango de alturas	arriba de 30 000 [m]
Polarización de la antena	vertical u horizontal
Parámetros ambientales	
Parámetro de irregularidad del terreno, Δh	
Permitividad y Conductividad	
Refractividad de la superficie, N_S	250 a 400 [unidades N]
Cima	7 opciones
Parámetros de implementación	
Criterio de ubicación	Aleatorio, cuidadoso
Parámetros estadísticos	
Confiability	0.1 a 99.9 %

Tabla 4.1: Parámetros de entrada para el modelo ITS/Radio Mobile.

4.2.1. Parámetros del sistema

Los parámetros del sistema son aquellos que están relacionados directamente al sistema de comunicación involucrado y que son independientes al ambiente. Es importante mencionar que la frecuencia es la frecuencia de la portadora, la distancia se refiere a la longitud del trayecto entre las dos terminales, la altura de la antena es de cada terminal y se mide por encima del suelo, las pérdidas de la línea promedio son de 0.5 [dB] y se asume que la polarización de las antenas en ambas terminales es la misma.

4.2.2. Parámetros ambientales

Los parámetros ambientales son aquellos que describen el ambiente en el cual el sistema va a operar. Sin embargo, son independientes del sistema.

4.2.2.1. Parámetro de irregularidad del terreno

El parámetro de irregularidad del terreno, Δh , se refiere al terreno que separa ambas terminales y es tratada como una función aleatoria de la distancia entre las terminales. Para caracterizar esta función aleatoria el modelo ITS utiliza un valor Δh para representar de manera sencilla el tamaño de las irregularidades, dicho valor es el rango promedio de las elevaciones y los valores sugeridos se muestran a continuación en la Tabla 4.2.

	Δh [m]
Plano (agua tranquila)	0
Llanos	30
Colinas	90
Montañas	200
Montañas toscas	500
Terreno promedio	90

Tabla 4.2: Valores sugeridos para Δh .

4.2.2.2. Permitividad y Conductividad

Tanto la permitividad relativa o constante dieléctrica del medio y la conductividad tienen valores típicos sugeridos que se muestran en la Tabla 4.3.

	Permitividad Relativa	Conductividad [S/m]
Tierra promedio	15	0.005
Tierra pobre	4	0.001
Tierra buena	25	0.020
Agua fresca	81	0.010
Agua de mar	81	5.0

Tabla 4.3: Valores sugeridos para permitividad y conductividad.

4.2.2.3. Refractividad de la superficie

La refractividad de la superficie, N_S , determina la curvatura que sufrirán las ondas de radio al propagarse. Las constantes atmosféricas, y en particular la refractividad de la atmósfera, debe de ser tratada como una función aleatoria de la posición y del tiempo. Para la mayoría de los propósitos ésta función aleatoria puede ser caracterizada por el simple valor N_S que representa el valor normal de la refractividad cerca de los niveles terrestres; usualmente se mide en unidades N (partes por millón), los valores sugeridos son mostrados en la Tabla 4.4.

4.2.2.4. Clima

Existen 7 tipos de clima que junto con N_S sirven para caracterizar la atmósfera y su variabilidad en el tiempo. Los climas disponibles se presentan en la Tabla 4.4.

Clima	N_S [unidades N]
Ecuatorial	360
Subtropical Continental	320
Subtropical Marítimo	370
Desierto	280
Templado Continental	301
Templado Marítimo, sobre la tierra	320
Templado Marítimo, sobre el mar	350

Tabla 4.4: Climas y valores sugeridos para N_S .

Es importante mencionar que para condiciones atmosféricas promedio se utiliza un clima Templado Continental y un $N_S = 301$ [unidades N].

4.2.3. Parámetros de implementación

Los parámetros de implementación tratan de caracterizar las interacciones de las terminales dentro de un cierto tipo de ambiente. El modelo ITS ha previsto dicha interacción para cada terminal.

- Criterio de ubicación: Una descripción cualitativa del cuidado con el cual cada terminal es colocada en terrenos altos.

4.2.4. Parámetros estadísticos

Los parámetros estadísticos son aquellos que describen el tipo y variedad de estadísticas que el usuario desea obtener, y es expresada en términos de la confiabilidad.

4.3. Descripción de Radio Mobile

Es importante mencionar algunos conceptos que maneja Radio Mobile[24]:

- **Unidad:** Se refiere a las terminales pertenecientes a la red. Es decir, las unidades Unidad 1, Unidad 2,..., Unidad N contienen las coordenadas de las terminales entre las que se establecen los enlaces. Para que resulte sencillo trabajar con ellas, se pueden incluir iconos, el nombre del lugar real, etc.
- **Red:** Se refiere a la información de la red. Los enlaces establecidos, los equipos de transmisión y recepción, etc.
- **Sistemas:** Se refiere al sistema que guardará la información de los equipos que se quiere simular en una unidad. Por ejemplo, un Sistema 1 genérico tiene una antena situada a 12 [m] de altura, un transmisor de 200 [mW] con receptor de sensibilidad -93 [dBm], pérdidas de los conectores para sus equipos de 3 [dB], etc. Este sistema a la hora de diseñar la red, se puede asociar a una Unidad para que en ese lugar se simule que están funcionando equipos con esas características.

4.3.1. Ficheros

En Radio Mobile existen varios tipos de ficheros que guardan para una misma red diferentes tipos de información. Es importante entender que RadioMobile necesita cargar mapas sobre las locaciones para la simulación, de lo contrario no funcionará. Para entender dicho proceso, se mencionan los siguientes ficheros:

- **Ficheros.map:** Son los ficheros que contienen la elevación de los mapas. Es la base con la que se cargan los perfiles del terreno.
- **Ficheros.bmp:** Son los ficheros que contienen imágenes (imágenes de los mapas asociados a las elevaciones y otro tipo de mapas).

- **Ficheros.net:** Son los ficheros que guardan la información de la red diseñada (unidades, redes, equipos, enlaces establecidos, etc.).

Al ejecutar el programa aparece una pantalla similar a la mostrada en la Figura 4.2.

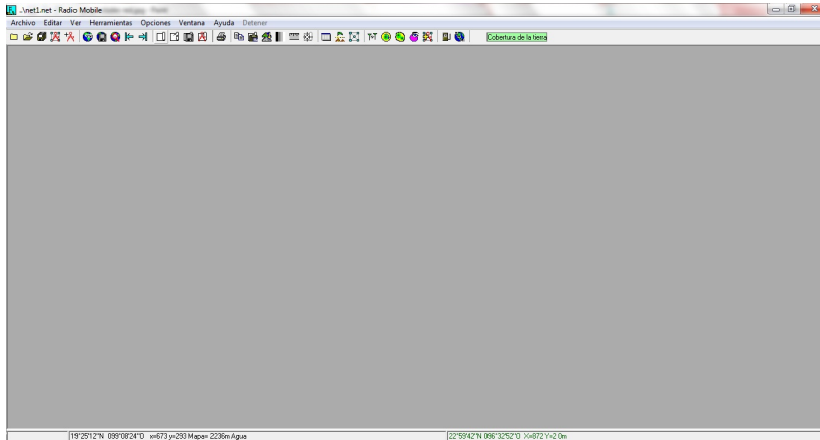


Figura 4.2: Ventana de inicio de Radio Mobile.

4.3.2. Menú Archivo

El menú *Archivo* despliega la siguiente información:

- **Nuevas redes:** Carga una nueva red, borrando todos los datos anteriores.
- **Abrir redes:** Carga una red previamente almacenada con el navegador de directorios.
- **Grabar redes:** Guarda la configuración para la red actual con la que se está trabajando, permitiendo la asociación del nombre de la red a los mapas o imágenes asociadas a ésta.
- **Grabar redes como:** Permite nombrar la red diseñada, guardando sus propiedades o los cambios asociados a ésta.
- **Propiedades de redes:** Lanza la ventana de configuración de redes.
- **Propiedades de la unidad:** Lanza la ventana de configuración de las unidades.

- Abrir mapa: Carga un mapa de altitudes.
- Grabar mapa como: Guarda el mapa de altitudes actualmente cargado con el nombre que se le quiera dar.
- Propiedades del mapa: Lanza la ventana de configuración de mapas.
- Mapa previo: Carga el mapa anterior al actual, si existiera, de acuerdo a la secuencia de trabajo de la sesión actual.
- Mapa siguiente: Carga el mapa posterior al actual, si existiera, de acuerdo a la secuencia de trabajo de la sesión actual.
- Nueva imagen: Lanza la ventana de configuración de imágenes, para seleccionar las propiedades de una nueva imagen.
- Abrir imagen: Carga una imagen, ya existente, en la ventana en la que estamos trabajando.
- Grabar imagen como: guarda la imagen actualmente cargada con el nombre que se le quiera dar.
- Propiedades de la imagen: Lanza la ventana de configuración de imágenes, para realizar modificaciones.
- Imprimir: Imprime el contenido de la imagen de la ventana actual. Después existen accesos rápidos para las últimas 8 redes con que se trabajó, guardadas por el programa.
- Salir: Permite salir del programa, consultando confirmación y ofreciendo guardar la sesión de trabajo.

4.3.3. Menú Editar

El menú *Editar* despliega la siguiente información:

- Copiar: Realiza una copia de la imagen de la ventana actual de trabajo.
- Pegar: Pega la imagen copiada en la ventana actual de trabajo.
- Pegar como una nueva imagen: Pega la imagen copiada en una nueva ventana de trabajo lanzada automáticamente.

- Combinar imágenes: Lanza la ventana de configuración para la superposición de imágenes de diferentes mapas.
- Dibujar grilla: Dibuja una rejilla con las coordenadas del mapa con que se trabaja, con ejes espaciados según la precisión seleccionada.
- Dibujar anillos: Dibuja círculos concéntricos a un punto seleccionado del mapa, con las distancias a éste para diferentes posibilidades de unidades.
- Dibujar objetos: Representa otro tipo de información relativa a la imagen observada, por ejemplo, las ciudades más relevantes.
- Ajustar a la ventana: Ajusta la imagen actual a la ventana de trabajo para que pueda verse completa.
- Rotar/Estirar: Permite rotar, ampliar o reducir la imagen del mapa con que se trabaja en un factor determinado.
- Inundar: Rellena del color seleccionado en la imagen, aquellas zonas que se encuentren por debajo de una determinada altitud.
- Estratificación: Similar al caso anterior, pero marcando un máximo y un mínimo, en lugar de una cota inferior.
- Curvas de nivel: Dibuja las curvas de nivel espaciadas según selección para el mapa cargado.
- Forzar a escala de grises: Muestra la imagen en escala de grises.
- Sombra: Aumenta el factor de sombreado para la imagen seleccionada en función del ángulo de elevación.
- Redibujar ultima leyenda: Vuelve a dibujar la última leyenda cargada.
- Escala de distancia: Añade a la imagen en la esquina seleccionada (superior, inferior / derecha, izquierda) una regla con la escala trabajada.
- Coordenadas en las esquinas: Muestra la leyenda con las coordenadas de las esquinas de la imagen mostrada en esa ventana, independientemente del mapa de altitudes cargado.

- Ajustar la imagen a la imagen/selección: Lanza la ventana de configuración de mapas de elevación, cargado con las características (punto central, distancia, etc.) de la zona seleccionada por el usuario. En caso de no haber selección previa, ajusta el mapa a la imagen actual de la ventana de trabajo.
- Ajustar mapa a las unidades: Similar a la función anterior, solo que ajusta el centrado y distancia necesaria para el mapa, en función de las unidades que estén habilitadas en ese momento.

4.3.4. Menú Ver

El menú *Ver* despliega la siguiente información:

- Grilla de altitud: Muestra la rejilla numérica para las elevaciones, y opcionalmente el zoom de la imagen asociada a esa rejilla numérica.
- Mapa del mundo: Muestra la imagen del mapa del mundo en una nueva ventana que se abre automáticamente.
- Encontrar la mayor altitud: Sitúa el cursor en la localización con mayor altitud para la zona seleccionada.
- Encontrar la menor altitud: Sitúa el cursor en la localización con menor altitud para la zona seleccionada.
- Mostrar redes: Permite diferentes formas de representación de las redes. Existen tres opciones Todo muestra toda la red con unidades y enlaces configurados entre ellas, Unidades muestra solamente las unidades habilitadas para la red y Líneas muestra solo las líneas necesarias asociadas a cada enlace sin las unidades.
- Ocultar redes: Oculta las redes, unidades y enlaces de la imagen mostrada.
- Autore dibujar redes: Dibuja automáticamente las modificaciones de la red.
- Vuelo: Aparece una nueva ventana, la última animación generada con “Enlace de radio”.

- Barra de herramientas: Una vez marcada, muestra la barra de herramientas.
- Barra de estados: Una vez marcada, muestra en la parte inferior izquierda del programa, fuera de la imagen, las coordenadas y altitud para la posición del cursor en ese momento.
- Coordenadas del ratón: Una vez marcada, muestra en la parte inferior derecha, fuera de imagen, contigua a la información anterior, las coordenadas sobre las que se mueve el ratón, no coincidiendo con el cursor que se mantiene fijo en la última posición presionada.
- Pantalla completa: Modo pantalla completa para la imagen de la ventana con que se está trabajando.

4.3.5. Menú Herramientas

El menú *Herramientas* despliega la siguiente información:

- Enlace de radio: Herramienta para el análisis del enlace establecido entre dos terminales.
- Cobertura de radio: Herramienta que representa la cobertura radioeléctrica para la terminal seleccionada. Existen varias opciones: Polar simple que muestra las coberturas en coordenadas polares, Cartesiano combinado que realiza lo anterior en coordenadas cartesianas, Cobertura visual que representa la cobertura visual para la terminal seleccionada, Interferencia que muestra la interferencia del enlace y Fresnel que muestra las zonas Fresnel² del enlace.
- Administrado de red: Lanza la ventana que maneja las redes, unidades y sistemas.
- Editor de objeto: Generador de objetos.
- Visor patrón de antena: Visor de patrones de radiación de las antenas.

²La zona Fresnel es el volumen de espacio en cual la energía de las ondas electromagnéticas se esparce a medida que se aleja del transmisor. El radio de la zona Fresnel es proporcional a la frecuencia e inversamente proporcional a la distancia entre antenas.

- Reporte de red: Genera, con posibilidad de guardar en un fichero, todas las características y resultados para la red con la que se trabaja.
- Monitor multicast: Muestra los últimos mensajes para el canal “multicast” definido en las opciones de GPS.
- Conversión métrica: Esta opción ofrece dos casillas, donde se puede introducir una cantidad en millas para su conversión a kilómetros o viceversa. (1 milla = 1.6093 [Km]).

4.3.6. Menú Opciones

El menú *Opciones* despliega la siguiente información:

- GPS: Lanza la ventana de configuración para la adquisición de información geográfica con GPS.
- APRS: Lanza la ventana de configuración para la adquisición de información del “Automatic Position Reporting System”.
- INTERNET: Configuración de las opciones para descarga de mapas desde Internet. Existen diferentes pestañas dentro de esta configuración, para las diferentes fuentes posibles. (SRTM, Toporama, Terraserver, LANDSAT, etc.)
- Datos de altitud: Gestión del método utilizado para la obtención de los datos para construir los mapas de altitud.

4.3.7. Menú Ventana

El menú *Ventana* despliega la siguiente información:

- Cascada: Presentación de las ventanas en cascada.
- Organizar horizontal: Presentación de las ventanas distribuidas en columnas y filas con expansión horizontal.
- Organizar vertical: Presentación de las ventanas distribuidas en columnas y filas con expansión vertical.

4.3.8. Menú Ayuda

El menú *Ayuda* despliega la siguiente información:

- Contenido: Accede al contenido de la ayuda.
- Buscar: Permite búsquedas en la ayuda.
- Revisar actualización en la web: Conecta con Internet para comprobar si existe alguna actualización posible y la instala.
- Acerca de: Brinda información sobre el programa y muestra los links de descarga.

4.4. Barra de herramientas

En Radio Mobile existen iconos de acceso rápido (que son destinados a las funciones generales del programa) para facilitar la selección de las utilidades, dicho iconos son los que se muestran en la Figura 4.3.

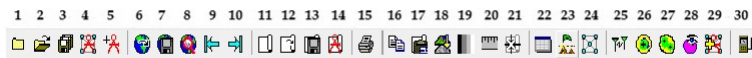


Figura 4.3: Barra de herramientas de Radio Mobile.

Los iconos del 1 al 3 sirven para generar una nueva red, abrir alguna ya existente o guardar la que está abierta, respectivamente.

Los iconos del 4 al 5 son los destinados al acceso rápido a la configuración, el primero es sobre las redes con las que se trabaja, y el segundo sobre las unidades.

Los iconos 6 y 7 sirven para abrir un mapa ya existente, o guardar el mapa cargado en ese momento.

El icono 8 muestra la pantalla de configuración para la generación de mapas.

Los iconos 9 y 10 permiten volver a trabajar con mapas cargados anterior o posteriormente durante el uso del programa en ejecución. Es decir, permite la gestión de la memoria de mapas.

Los iconos del 11 al 14 permiten gestionar el uso de las imágenes generadas para representar los mapas. Las imágenes pueden ser cualquier tipo de

mapa, y no llevan asociada información de las altitudes. Es decir, solamente son mapas de bits de la zona representada que puede guardarse de forma separada.

El icono 15 imprime todo lo que se esté viendo en ese momento en la ventana con que se esté trabajando. Los iconos 16 y 17 guardan el dibujo con la red superpuesta, debido a que cuando se guarda una imagen, se guarda sólo el dibujo.

El icono 18 permite la carga de varios mapas a la vez, mientras que el icono 19 permite forzar la imagen actual a escala de grises y el icono 20 añade a la ventana la escala con la cual se está trabajando.

El icono 21 lanza la pantalla de configuración de mapas, con los datos de la ventana seleccionada manualmente, con el ratón.

El icono 22 muestra en pantalla una rejilla con la información acerca de las altitudes del punto central y los alrededores, y el icono 23 permite encontrar el punto de mayor elevación en una zona.

El icono 24 carga las redes en pantalla, actualizando las posibles modificaciones que se hayan podido realizar en pasos anteriores. Refresca tanto las unidades, como las redes y los enlaces entre éstas.

El icono 25 lanza la ejecución de la utilidad que nos permite el estudio del enlace, cargando por defecto la última selección de terminales y la actualización de los datos, o nuevas modificaciones de la red si existieran.

Los iconos del 26 al 28 muestran las diferentes representaciones de la cobertura de las terminales.

El icono 29 administra la red y el icono 30 muestra opciones de GPS.

4.5. Configuración de la red

En el menú *Archivo* se selecciona la opción Nuevas redes y aparece una ventana como la mostrada en la Figura 4.4.

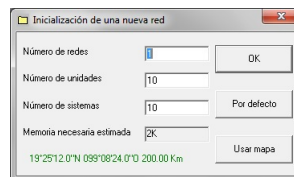


Figura 4.4: Ventana de Radio Mobile para una nueva red.

Para la inicialización de la red con la que se va a trabajar, se tiene que introducir el número de redes (enlace o cadena de enlaces), número de unidades y número de sistemas de las que se quiere disponer. Con estos datos el programa estima la cantidad de memoria necesaria. Los números límites son: 50 redes, 1000 unidades y 255 sistemas.

Si se pulsa el icono Usar mapa, lo cargará inicialmente referido al mapa anterior con el que se haya trabajado. No obstante, se podrá cargar el mapa deseado en pasos posteriores. Si se pulsa el icono *Por defecto* entonces se cargan los valores por defecto establecidos (25 / 50 /25). Para cargar los datos en la red, en el menú Archivo se selecciona la opción Propiedades de las redes y el programa lanza la ventana de configuración mostrada en la Figura 4.5.

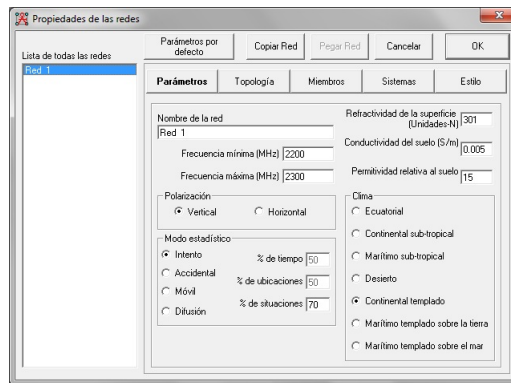


Figura 4.5: Ventana de configuración de la red.

La columna de la izquierda describe los enlaces pertenecientes a la red. La fila superior da acceso a diferentes pasos de la configuración de red:

- Parámetros por defecto: Fija los parámetros por defecto del programa.
- Copiar red y Pegar red: Copia y pega enlaces.
- Parámetros: Carga los parámetros generales y particulares del modelo ITS para caracterizar el entorno de propagación, los cuales fueron mencionados en la descripción del modelo.
- Topología: Define la topología de la red. La casilla visible se marca si se quiere que el enlace sea visible. Existen tres tipos de topología: Red

de Voz (Controlador/Subordinado/Repetidor), Red de Datos topología estrella (Maestro/Esclavo), Red de Datos cluster (Nodo/Terminal).

- **Miembros:** Define el número de terminales pertenecientes a la red, así como sus sistemas y su papel dentro de ésta según la topología. Aparece una ventana de configuración donde se muestra la lista de unidades que contiene las terminales que se pueden seleccionar para el enlace. Se pueden seleccionar tantos elementos como se desee, es decir, enlaces punto a punto o multipunto. En cada unidad seleccionada se debe determinar el rol de la unidad, que es el comportamiento o función de la terminal dentro de la topología de la red (por ejemplo: esclavo, repetidor, terminal, etc.). También se encuentra una sección importante para el análisis, la cual se llama *Dirección de la antena*; aquí es donde se pueden manipular las antenas, se puede apuntar directamente hacia alguna unidad en específico ó, mediante la opción *Fijo*, manipular más exactamente la antena con los espacios de azimuth y elevación donde se pueden ingresar valores deseados y ver como se afecta el patrón de radiación de la antena.
- **Sistema:** Define los equipos utilizados en el enlace. En esta sección se definen las características del equipo a utilizar (potencia de transmisión, sensibilidad de recepción, pérdida de la línea, tipo de antena, altura de la antena, ganancia de la antena y pérdidas adicionales del cable.
- **Estilo:** Define cómo se quiere que se presenten los resultados. La ventana de configuración aparece en la Figura 4.6.

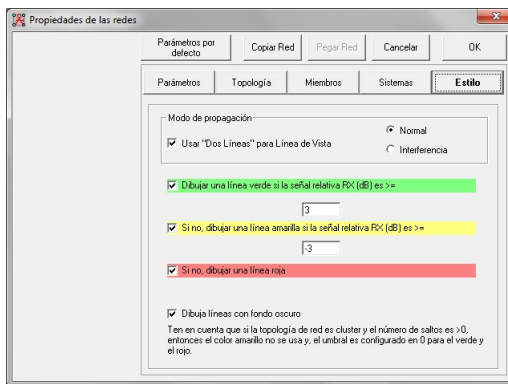


Figura 4.6: Ventana de configuración de estilo.

4.6. Configuración de unidades

En el menú *Archivo* se selecciona la opción *Propiedades de las unidades* y el programa lanza una ventana como la mostrada en la Figura 4.7.

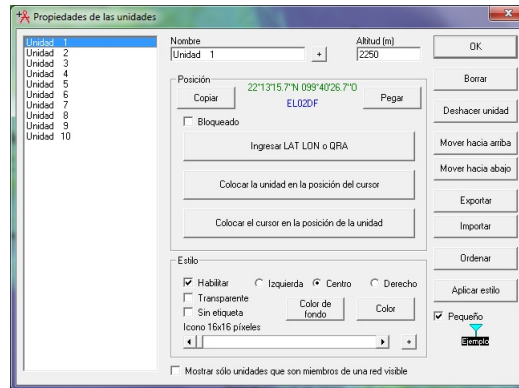


Figura 4.7: Ventana de configuración de unidades.

La columna de la izquierda contiene las unidades de la red con que se trabaja. La fila superior consta de dos casillas, la primera *Nombre* permite almacenar la unidad con el nombre que se quiera dar a esa terminal, la segunda contiene la elevación, *Altitud*, en [msnm] de la terminal para la precisión del mapa cargado, permanece a 0 mientras no se le asignen unas coordenadas.

En la parte de *Posición* se encuentran los datos referentes a la ubicación de la terminal:

- **Ingresar LAT LON o QRA:** Permite cargar las coordenadas de la terminal con la que se va a trabajar. Una vez guardado, que se explicará posteriormente, estas coordenadas se actualizarán en la lectura verde y azul que aparece en la zona justo encima de esta selección.
- **Colocar unidad en la posición del cursor:** Guarda como coordenadas de la terminal la actual posición del cursor.
- **Colocar el cursor en la posición de la unidad:** Sitúa el cursor en las coordenadas almacenadas para esa unidad.
- **Copiar / Pegar:** Primeramente se copia las coordenadas y altitud de la unidad seleccionada en ese momento, para poder transferirla a otra

unidad. No guarda el nombre, ni otras características. Al pegarlo en la nueva unidad, se debe nombrar el nuevo emplazamiento.

- Bloqueado: Permite bloquear las coordenadas introducidas.

- Habilitar / Transparente / Sin etiqueta: Se pueden seleccionar todas, ninguna o alguna de estas opciones simultáneamente. Si Habilitar no se encuentra seleccionada, deshabilita el uso de la unidad, el programa no la tendrá en cuenta. Transparente fuerza el fondo transparente para la etiqueta del nombre de la unidad al mostrarlo en pantalla. Sin etiqueta elimina esta etiqueta.

- Color de fondo / Color: Se puede a su vez elegir el color del fondo de la etiqueta de cada unidad, así como el color para el texto, respectivamente.

- Izquierda / Centro / Derecha: Situación de la etiqueta con el nombre de la terminal respecto del icono, centrado, a la derecha o a la izquierda.

- Icono: Selección del icono que representará la unidad. Existen diferentes tipos predeterminados para diferentes tipos de terminales según diferentes clasificaciones.

- Mostrar solo unidades que son miembros de una red visible: Permite trabajar únicamente con las unidades pertenecientes a redes visibles.

La columna de la derecha permite el manejo de las unidades:

- Mover hacia arriba / Mover hacia abajo: Permite mover las unidades hacia arriba o abajo en su posición en el listado completo.

- Exportar / Importar: Sirve para importar y exportar unidades, entre diferentes redes de trabajo.

- Aplicar estilo: Aplica el estilo configurado en la unidad seleccionada en ese momento al resto de unidades.

4.7. Configuración de mapas

En el menú *Archivo* se selecciona la opción Propiedades del mapa y el programa lanza la ventana de configuración de mapas, tal y como se muestra en la Figura 4.8.

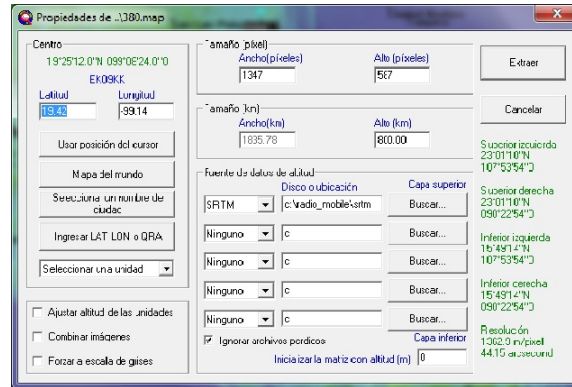


Figura 4.8: Ventana de configuración de mapas en Radio Mobile.

La parte de centro contiene las propiedades necesarias para determinar el centro del mapa con que se quiere trabajar.

Las coordenadas se pueden introducir manualmente rellenando las casillas de latitud y longitud, o a través de las 5 opciones siguientes:

- Usar posición del cursor: Utiliza las coordenadas de la localización actual del cursor.
- Mapa del mundo: Abre un mapa del mundo para seleccionar la posición con el cursor.
- Seleccionar un nombre de ciudad: Permite utilizar una ciudad conocida almacenada en el archivo de ciudades.
- Ingresar LAT LON o QRA: Lanza la ventana de determinación de coordenadas.
- Seleccionar una unidad: Despliega un listado con las unidades cargadas permitiendo que una de las terminales existentes en la red con la que se trabaja sea el centro del mapa.

En la parte de *Tamaño (píxel)* se puede determinar el tamaño del mapa por pixeles, seleccionando el ancho y alto deseados. Así mismo, existe la opción *Tamaño (Km)* donde se puede determinar el tamaño del mapa en [Km], seleccionando el ancho, el alto se ajusta por el programa de forma proporcional. Las coordenadas de las esquinas correspondientes a la selección del tamaño del mapa, aparecerán automáticamente en la columna derecha. Una vez configurados los parámetros, se da clic en *Extraer* y el programa empieza a cargar el mapa.

4.8. Análisis de resultados con Enlace de radio

Una vez configurados los datos necesarios para la simulación del sistema deseado, se debe de tener una ventana donde se muestran la red dentro del mapa cargado. Un ejemplo es mostrado en la Figura 4.9.

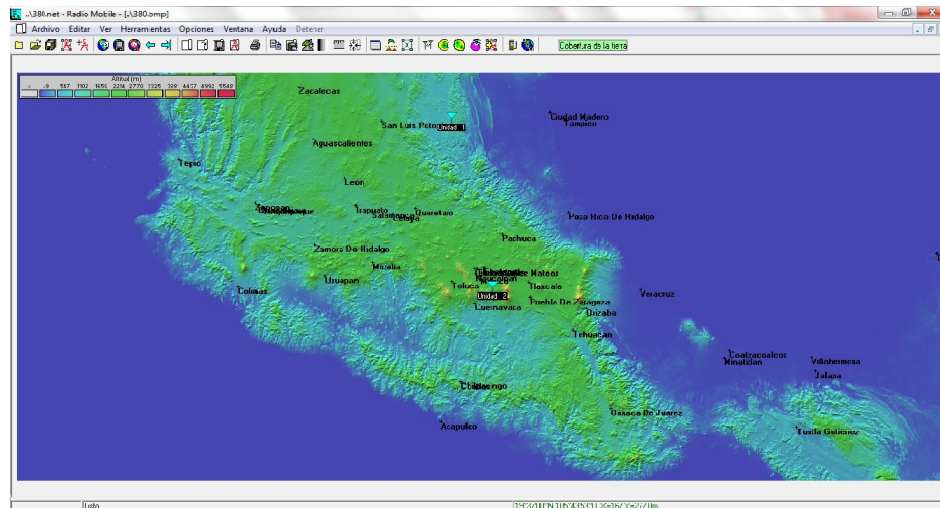


Figura 4.9: Red previamente configurada sobre el mapa cargado.

En el menú *Herramientas* se selecciona la opción *Enlace de radio* o bien en la barra de herramientas con el icono de acceso rápido, se activa una ventana como la mostrada en la Figura 4.10.

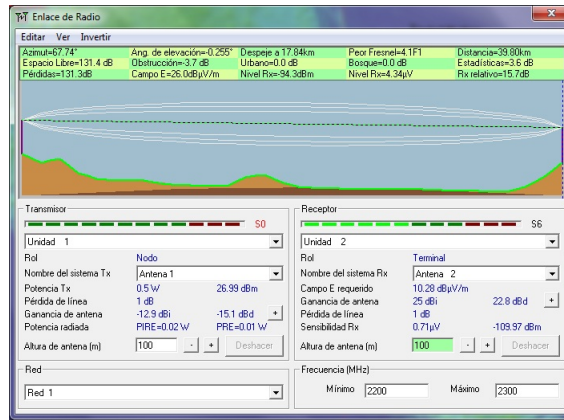


Figura 4.10: Ventana de análisis de Enlace de radio.

Como se puede observar se presentan todos los resultados relativos al enlace. En la fila superior se presentan los resultados radio eléctricos de propagación:

- Azimuth y Elevación con que está orientada la antena transmisora Tx = 101.52° y -0.283° respectivamente.
- Pérdidas por espacio libre = 137.7 [dB]
- Distancia del enlace = 50.87 [Km]
- Peor ángulo de Fresnel para este trayecto = 7.8F1
- En particular y más importante parámetro es *Nivel Rx* [dBm], el cual permite conocer el valor de la potencia recibida en el receptor Rx. Además se muestra el parámetro *Rx relativo* que permite conocer el margen, respecto a la sensibilidad del receptor, con que llega la potencia recibida; éste valor se muestra de color negro cuando hay comunicación y de color rojo cuando (de acuerdo al criterio de -3 [dB]) no hay recepción adecuada. En este caso la potencia recibida es de -86.7 [dBm] con un margen de 14.3 [dB].

En la barra de menú superior:

- Archivo: Permite copiar la imagen o exportar la a un fichero de texto.

- Ver: Permite observar diferentes perspectivas y presentaciones del trayecto del enlace.
- Invertir: Hace que el transmisor Tx ahora sea receptor Rx y el receptor Rx sea ahora el transmisor Tx.

En la figura además se aprecia el perfil orográfico de este enlace. Y debajo se describen los sistemas y topología de cada una de las terminales que se configuraron anteriormente para la red.

Se pueden modificar las alturas de las antenas, así como la frecuencia para comprobar el efecto de la variación de estos parámetros sobre el enlace, y se actualiza automáticamente con los nuevos datos.