

17

RAGIS: HERRAMIENTA PARA EL INVENTARIADO, LA PLANIFICACIÓN Y EL CONTROL RADIOELÉCTRICO DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA. CASO PRÁCTICO: UTILIZACIÓN EN EL AYUNTAMIENTO DE MURCIA

Juan Pedro Collado Ruiz

Jefe de Servicio Técnico de Actividades e Infraestructuras
Ayuntamiento de Murcia

José Martínez Márquez

Jefe de Iniciativas y Coordinación en Nuevas Tecnologías.
Servicio Municipal de Informática. Concejalía de Nuevas Tecnologías
Ayuntamiento de Murcia

Manuel Ferrández Cámara

Jefe del Departamento de Ingeniería
Emurtel, S.A.

Leandro Juan-Llácer

Profesor Asociado
Universidad Politécnica de Cartagena

RESUMEN

RAGIS es una herramienta GIS para cálculo de coberturas radioeléctricas. Esta herramienta ha sido desarrollada de forma coordinada por Emurtel, S.A. y la Universidad Politécnica de Cartagena.

La presente comunicación tiene una doble finalidad:

- Conocer la herramienta RAGIS y su utilidad en el marco de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para el cálculo de coberturas radioeléctricas.
- Explicar cómo dicha herramienta ha sido utilizada por el Ayuntamiento de Murcia para la confección del mapa radioeléctrico del Municipio de Murcia, ayudando a la toma de decisiones en la ubicación física de repetidores de radio y telefonía móvil.

RAGIS ha sido, utilizada para desarrollar un servicio coordinado para el Ayuntamiento de Murcia, ya que se ha configurado para alimentarse de los datos que disponía el mismo y prestar los servicios y utilidades que éste necesitaba. Por tanto con las especificaciones del Ayuntamiento, se ha redundado en un servicio público electrónico, ya que se ha utilizado la tecnología para otorgar un servicio público tan importante para el ciudadano como es la optimización de los recursos físicos que inciden directamente en su capacidad de comunicación.

Esta herramienta va a ser utilizada por el Ayuntamiento para la publicación de información a los ciudadanos a través de Internet. Mediante el uso de esta herramienta, el ciudadano podrá ver las medidas radioeléctricas existentes no solamente en puntos concretos donde se han realizado mediciones, sino que también será capaz de consultar medidas aproximadas de zonas enteras. De esta forma, podrá por ejemplo, ver qué medidas aproximadas se dan en su casa.

INTRODUCCIÓN

RAGIS es un GIS (Sistema de Información Geográfica), es decir, es un Sistema Gestor de Bases de Datos en el cual se incluyen datos de tipo geográfico, con el objeto de contar con información referida a una cartografía base. La información que se incluye en RAGIS para determinadas zonas es información propia de la gestión y análisis de sistemas de radiocomunicaciones.

RAGIS se basa en el conocido Sistema de Información Geográfica ARCVIEW 8.2., bajo tecnología ESRI. Para su confección y desarrollo intervinieron por parte de la Universidad Politécnica de Cartagena el SICOMO (Grupo de Sistemas de Comunicaciones Móviles), del Departamento de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, y por parte de Emurtel, S.A. el Área de GIS y Telecomunicaciones del Departamento de Ingeniería.

Aprovechando la potencia y versatilidad de los SIG en el manejo de la información geográfica se ha intentado enfocar la herramienta como un importante software de gestión de bases de datos así como una potente herramienta en el cálculo radioeléctrico para lo cual se han implementado diversos modelos de propagación para el cálculo de pérdidas en entornos abiertos y urbanos.

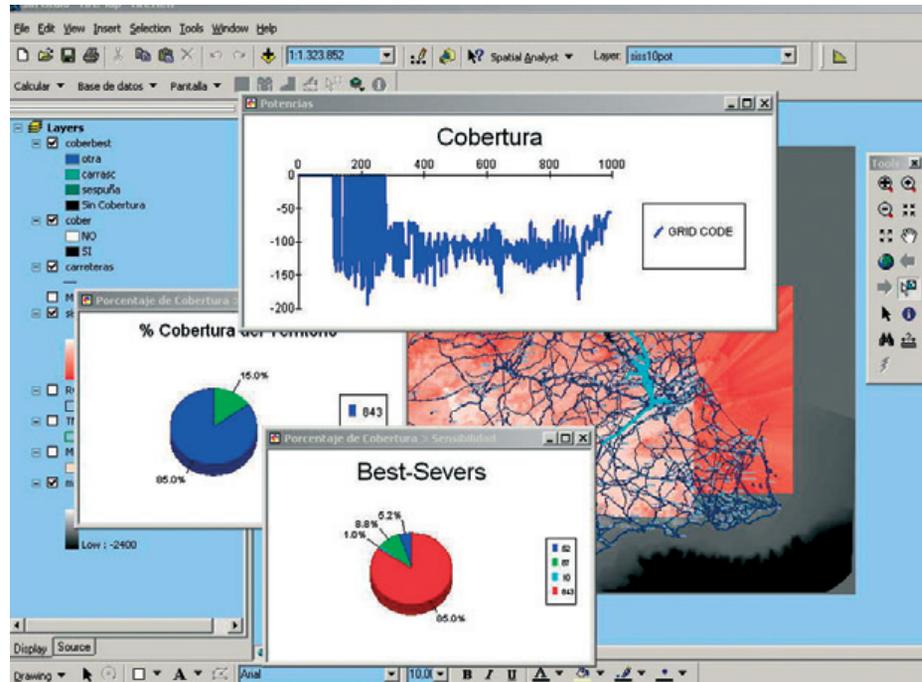
De esta manera la herramienta permite:

- Inventariar redes de radiocomunicaciones
- Detectar las zonas sin cobertura, en términos municipales, regiones, carreteras, etc.
- Obtener un mapa radioeléctrico teórico que indique los niveles de exposición que habrán cuando, a partir de emplazamientos existentes, se instalen los nuevos que propongan los operadores en sus Planes de Implantación
- Contar con un argumento objetivo y científico a la hora de la aprobación, denegación o modificación de los Planes de Implantación.

- Disponer de niveles aproximados de cualquier zona, no únicamente medidas puntuales. Esto permite ofrecer una información de control y seguimiento al ciudadano, paliando posibles alarmas sociales carentes de base científica.

De todos es conocido la potencia y posibilidades que permite un GIS cuando hablamos del manejo de información geográfica, sin olvidar que cualquier herramienta de gestión / planificación radio, tanto para entornos urbanos como rurales, se basa en gran medida en la disponibilidad y manejo de forma eficiente de dicha información geográfica.

La herramienta que se presenta en esta comunicación, está implantada en entorno PC bajo WINDOWS. El lenguaje de programación utilizado es Visual Basic sobre el Sistema de Información Geográfica Arcview 8.2, empleando programas en C++ para implementar los modelos de propagación. Por otra parte partimos de modelos digitales del terreno (MDT) para obtener la información de la altura del terreno así como de diferentes capas de información geográfica (carreteras, morfología, límites municipales, líneas de ferrocarril, etc.).



LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Los Sistemas de Información Geográfica se pueden describir como un conjunto de software y hardware diseñados para capturar, almacenar, actualizar, manipular y representar de forma eficiente todo tipo de información que se encuentre georreferenciada. Emplean fundamentalmente dos tipos de información:

- Espacial: Vectorial o raster
- Descriptiva: Tabla de atributos

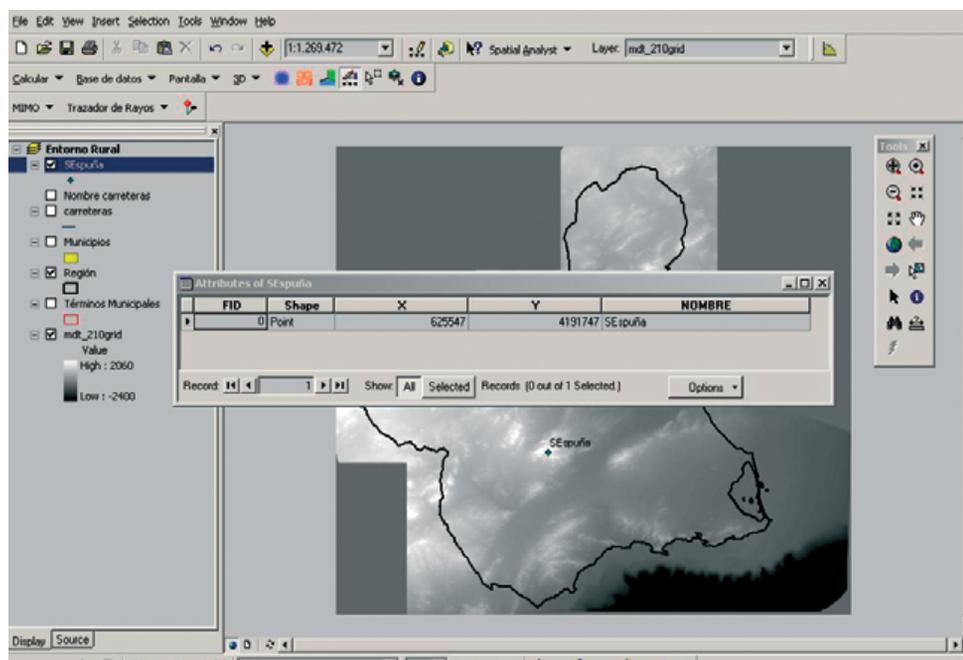


Fig.2. Tabla de atributos de un emplazamiento

La **información espacial** proporciona los datos geográficos de la información que estamos tratando mientras que la **información descriptiva** nos permite asociar a dichos datos geográficos información útil para el usuario que está manejando la herramienta. Un ejemplo aplicado de cómo maneja estos dos tipos de información la herramienta que estamos desarrollando lo encontramos en su función como gestor de emplazamientos de estaciones pertenecientes a distintos sistemas de radiocomunicaciones. Por un lado la herramienta nos permite gestionar información relativa a la localización de cada uno de los emplazamientos que tenemos definidos (información espacial) y por otro lado nos permite disponer de tablas asociadas (ver Fig.2) a dichos emplazamientos (información descriptiva) donde el usuario puede introducir todos los datos relativos a esos emplazamientos que considere oportunos (nombre del emplazamiento, sistemas radio de los que forma parte, equipos hardware existentes en dicho emplazamiento, etc.).

Además, estas tablas de atributos son fácilmente importables y exportables desde y hacia programas software de manejo de tablas de datos (Hojas de cálculo, Sistemas Gestores de Bases de Datos...) ampliamente extendidos entre la comunidad informática lo cual nos permite dotar a la herramienta de una elevada versatilidad y facilidad a la hora de efectuar diferentes adaptaciones a medida de posibles usuarios.

CÁLCULOS RADIOELÉCTRICOS EN RAGIS

Una de las funciones importantes que presenta esta herramienta es la realización de diferentes tipos de cálculos radioeléctricos. Para cumplir con dicho objetivo se han implementado en lenguaje C++ distintos modelos de propagación tanto para entorno urbano como para abierto

que dotan a la herramienta de unos mecanismos de cálculos muy potentes y lo más cercanos a la realidad posibles.

De esta forma, la herramienta permite realizar **cálculos de coberturas de potencia** definiendo todos aquellos parámetros que son necesarios para dicho cálculo. Así el usuario debe ir recorriendo los distintos menús e introducir los valores de PIRE, Sensibilidad, frecuencia, zona de cálculo, etc. Una vez realizados dichos cálculos el GIS muestra en pantalla los resultados en forma de capa de tipo *raster* dónde para cada celda tenemos el valor de potencia asociado.

La herramienta también permite el **cálculo de sistemas de potencia y mejores servidores** para los que el usuario debe determinar, entre otros, cuales son los emplazamientos que quiere que formen parte de los sistemas. Una vez concluidos los cálculos el GIS presenta por pantalla los valores máximos de potencia en cada una de las celdas así como las estaciones que están proporcionando mayor cobertura.

Asimismo, la herramienta permite realizar el **cálculo de porcentajes de cobertura** sobre una zona determinada. En este caso el usuario debe seleccionar un sistema de potencia o cobertura radioeléctrica y una zona del mapa (región, término municipal, carretera, vía férrea, etc.) donde quiere realizar los cálculos. Una vez realizados se presentan por pantalla distintas gráficas donde se representan los porcentajes de cobertura totales en la zona seleccionada y los proporcionados por cada una de las estaciones servidoras. Además, en el caso de realizar los cálculos sobre estructuras de datos “lineales” (carreteras, vías férreas, etc) es posible disponer de un gráfico con la evolución de la potencia recibida según nos desplazamos por ella.

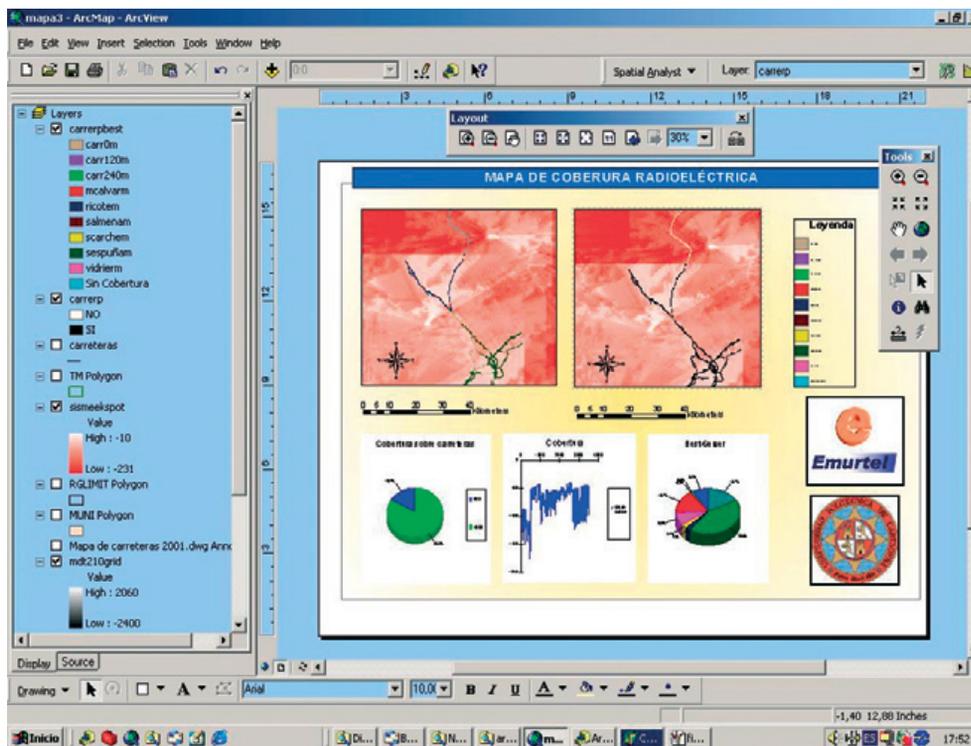


Fig.5 Mapa “a medida”

MODELOS DE PROPAGACIÓN EN RAGIS

Mención especial dentro de la herramienta deben tener los modelos de propagación implementados para realizar los cálculos radioeléctricos. Para ello se han programado en lenguaje C++ los modelos de propagación más utilizados y aproximados a la realidad. Así, además del modelo de **espacio libre** que puede ser utilizado tanto para entorno abierto como urbano, se han implementado para **entorno urbano** los modelos de **Okumura-Hata**, **Walfish-Bertoni** y el **COST-231** mientras que para entorno abierto se dispone de los modelos **UITR-526** y **Meeks**.

Por limitaciones de tiempo, la descripción de los modelos de propagación anteriormente propuestos caen fuera del ámbito de esta comunicación.

GENERACIÓN DE MAPAS Y VISUALIZACIÓN 3D EN RAGIS

Otra de las funciones que implementa la herramienta es la elaboración de mapas radioeléctricos “a medida” del usuario. Para ello la herramienta hace uso de las distintas opciones proporcionadas por el GIS Arcview 8.2 para elaborar mapas donde el usuario puede seleccionar aquella información que desea que aparezca. Así, un usuario puede elaborar un mapa donde aparezcan distinta coberturas, sistemas, gráficas, etc. además de incorporar leyendas, barras de escalas, logotipos, etc. (ver Fig.5).

Apuntar también las potentes opciones presentadas por la herramienta en cuanto a la visualización 3D de la información geográfica disponible y de los resultados obtenidos en los cálculos radioeléctricos como se puede observar en la Fig.6.

DIFERENCIAS ENTRE RAGIS Y OTRAS HERRAMIENTAS DE CÁLCULO DE RADIO

Por un lado, y fundamental el hecho de estar realizada sobre un Sistema de Información Geográfica (en nuestro caso Arcview 8.2) en entorno PC bajo WINDOWS lo que ofrece gran versatilidad y portabilidad. Al estar basada en un SIG permite aprovechar todas las facilidades y potencia que presentan estos programas a la hora del manejo de mapas, capas de información, tablas y diferentes tipos de información (raster o vectorial) en función

de los resultados que nos planteemos obtener. Sobre esta base, y aprovechando estas características, la herramienta se ha orientado en un primer momento principalmente hacia tareas de gestión (emplazamientos, coberturas, sistemas, campañas de medidas, etc.) siempre intentando dotarla de los mecanismos de cálculo radioeléctrico más potentes para que la obtención de coberturas radioeléctricas, sistemas de potencia basados en varias coberturas y determinación de estaciones que actúen como mejores servidores sea un proceso rápido y fácil de llevar a cabo por parte de cualquier usuario que haga uso de esta herramienta.

APLICACIÓN EN EL AYUNTAMIENTO DE MURCIA

La proliferación de los sistemas de comunicaciones vía radio, ha ocasionado el crecimiento de estaciones base, para dar soporte a estos sistemas. Con la finalidad de evitar el descontrol, en la instalación de este tipo de estaciones, los organismos regionales, autonómicos y locales, se han desarrollado una serie de leyes, Reales Decretos y Ordenanzas.

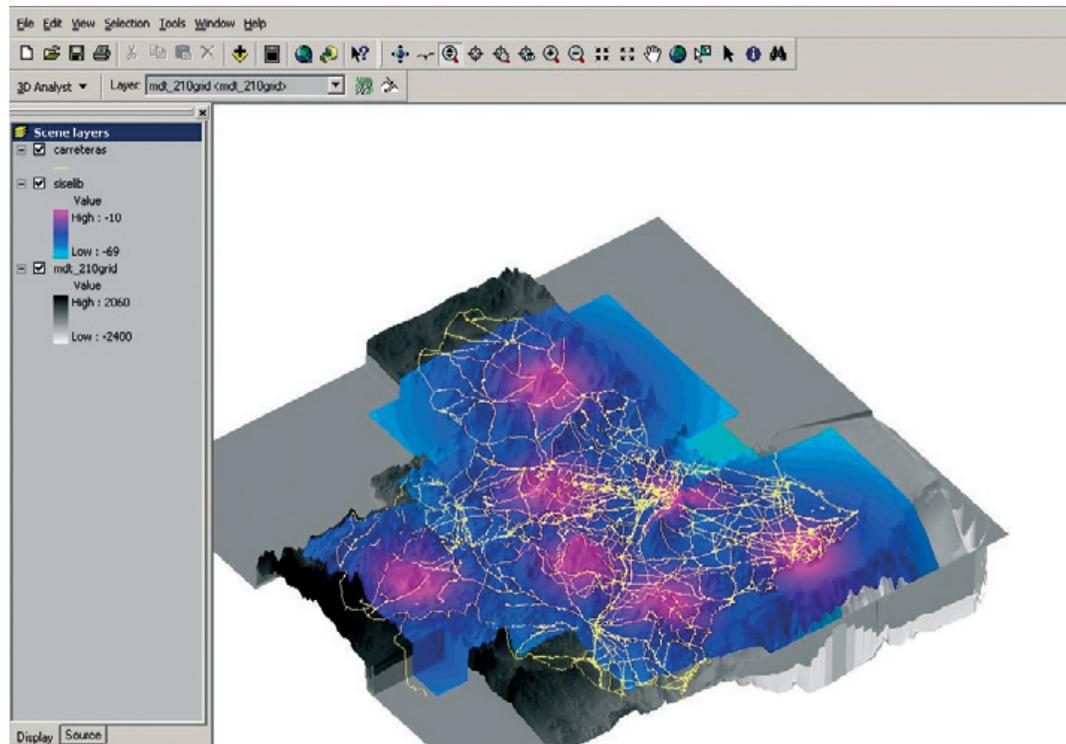


Fig.6 Visualización 3D de un sistema de potencia

En concreto, el Excmo. Ayuntamiento de Murcia, elaboró una Ordenanza municipal, publicada en el Boletín Oficial de la Región de Murcia el día 5 de marzo del 2003, de nombre “Ordenanza reguladora de las condiciones urbanísticas para la instalación y funcionamiento de sistemas de telecomunicaciones en el Término Municipal de Murcia”.

En dicha Ordenanza, se especifica en su artículo 36, que con carácter previo a la solicitud de licencia de instalación de estaciones base de telefonía móvil, las empresas operadoras con título habilitante, deberán de presentar un Plan Global de Implantación de dichas estaciones base en el conjunto del Municipio.

El objetivo del Plan Global de Implantación es lograr la menor contaminación electromagnética posible.

Con todo lo anterior, el Excmo. Ayuntamiento de Murcia, ha realizado un estudio radioeléctrico de los niveles de radiación que hay en la actualidad en el término municipal de Murcia y los que existirán en el futuro, en base a la información que han aportado las operadoras de telefonía móvil en su planes globales de implantación. Con este estudio se dispondrá de los argumentos objetivos, técnicos y científicos necesarios para la aprobación, denegación o modificación de dichos planes, buscando la maximización de coberturas y la minimización de niveles de exposición.

En base a lo anterior, la Gerencia de Urbanismo hizo un concurso para adjudicar el estudio informe del mapa radioeléctrico, adjudicándolo a la empresa EMURTEL, S.A.

El objeto de dicho informe fue realizar un estudio radioeléctrico de las contribuciones a la densidad de potencia total proporcionadas por el conjunto de las estaciones base de los tres ope-

radadores de telefonía móvil que a día de hoy están operando en el Término Municipal de Murcia (Amena, Movistar y Vodafone), tanto de las estaciones base de telefonía móvil existentes, como de las existentes más las posibles ampliaciones que se fuesen a realizar.

Para ello, se han realizado simulaciones para cada una de las estaciones base de los distintos operadores en cada una de las bandas de frecuencia correspondientes a los enlaces descendentes (estación base – móvil) que tienen asignadas dichos operadores para cada uno de los sistemas (GSM900, DCS1800, UMTS) en los que disponen de licencia para operar en nuestro país.

Indicar asimismo que el propósito de dicho informe fue obtener mapas de densidad de potencia total que presenten lo que se ha denominado “caso peor”. Este “caso peor” implica que durante las simulaciones se han utilizado datos y modelos que nos proporcionan los valores más altos de densidad de potencia en cada punto, de forma que se obtuviese la estimación de densidad de potencia más elevada posible dentro de la rigurosidad de los modelos empleados.

Para realizar dicho informe, Emurtel, S.A. utilizó la herramienta RAGIS, anteriormente comentada. Cabe destacar que el Ayuntamiento de Murcia es pionero en España a la hora de la utilización de un GIS para la elaboración de un mapa radioeléctrico de su municipio.

El estudio se realizó a raíz de la información suministrada por las operadoras de telefonía móvil en sus planes de despliegue: Vodafone, Amena y Movistar.

La confección del mapa radioeléctrico, utilizando las técnicas y utilidades anteriormente descritas en esta comunicación, ha permitido al Ayuntamiento tomar decisiones de una forma científica concernientes a dos aspectos fundamentales:

1. Conocer exactamente cuáles son los niveles máximos de emisión radioeléctrica, de los actuales emplazamientos de estaciones base de telefonía móvil en el Término Municipal.
2. Comprobar que con los actuales emplazamientos de estaciones base de telefonía móvil más las ampliaciones futuras, no se superan los niveles máximos autorizados de emisiones radioeléctricas en el Término Municipal.

Con toda la información recogida en el mapa radioeléctrico, el Ayuntamiento de Murcia, lo incluirá en su página web de información al ciudadano, al objeto de que éste pueda, en cualquier momento, comprobar los niveles de emisión radioeléctrica de cualquier punto del Término Municipal.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. Pérez-Fontán, and J.M. Hernando Rábanos, “Educational Cellular Radio Network Planning Software Tool,” *IEEE Trans. on Education*, vol. 41, no. 3, pp.203-215, Aug. 1998.
- [2] V. Erceg, S. J. Fortune, J. Ling, A. J. Rustako, Jr., and R. A. Valenzuela, “Comparisons of a computer-based propagation prediction tool with experimental data collected in urban microcellular environments,” *IEEE J. Selected Areas Commun.*, vol. 15, no. 4, pp. 677-684, May. 1997.
- [3] Francisco J. Ponce, Fernando Martí Pallarés, Leandro Juan-Llácer and Narcís Cardona, “Educational Software Tool Based on a Geographical Information System (GIS) for Radio Wave Propagation Analysis”, *IEEE Trans. on Education*, vol. 44 n° 4, pp. 355-364, 2001.
- [4] T.S. Rappaport, *Wireless Communications. Principles and Practice*, Prentice Hall PTR, New Jersey, 1996.
- [5] J.M. Hernando Rábanos, “Comunicaciones Móviles”, Editorial Centro de estudios.

