

para brindar servicios de telefonía móvil

Diseño de la cobertura celular



Por Ing. Manuel Jorge Fitz Aguilera, Especialista C en Telemática, Dpto. Soporte a la Operación, División Territorial Holguín, ETECSA, Dr. Héctor Ramón Sánchez Paz, Profesor Titular, Dpto. Telecomunicaciones, Universidad de Oriente y Daniel Reyes Pino, Especialista C en Telemática, Dpto. Servicios Móviles División Territorial Holguín, ETECSA
manuel.fitz@etecsa.cu, hsanchezpaz@fie.uo.edu.cu, daniel.reyes@cubacel.cu

Introducción

El nivel de cobertura alcanzado por una estación base en una determinada zona es un parámetro fundamental en el diseño de la cobertura celular a fin de garantizar la prestación del servicio. Este nivel puede ser pronosticado mediante el uso de programas informáticos que simulan el comportamiento de la red de radio, lo cual posibilita, además, validar la factibilidad del proyecto antes de la ejecución.

En el presente trabajo, se ha tomado como caso de estudio el cálculo de la cobertura en el municipio de Cueto, situado en la nororiental provincia de Holguín, y en los tramos de carretera cercanos. Con una población estimada en más de 37500 habitantes, en el municipio convergen dos importantes carreteras, Holguín–Moa y Caballería–Santiago de Cuba, y es atravesado por una vía férrea activa [1]. Los aspectos de la región son importantes para identificar las áreas de mayor interés socioeconómico que no deben prescindir del servicio.

Con el objetivo de lograr la máxima precisión en la simulación, se escogieron el software Radio Mobile y Google Earth, que son accesibles de forma libre en Internet y disponen de bases de dato de mapas de altitud y mapas administrativos confiables, y con una resolución adecuada para las condiciones del proyecto.

Parámetros de la Simulación de la Cobertura de la BTS

Como se planteó en la introducción, la zona de cobertura es calculada mediante el auxilio del software Radio Mobile que se adapta a los requerimientos de la inversión debido a la precisión de sus mapas topográficos y al modelo de propagación de ondas eléctricas que tiene incorporado. En este caso, se utilizó la versión 10.6.7 con las bases de datos GTOPO30 y SRTM para los datos de altitud, e Internet OpenStreetMap para la superposición del mapa administrativo. Los mapas representan el área geográfica de 70 Km de alto y 103 Km

de ancho cuyo centro es Cueto. De esta forma, se visualiza en su totalidad una circunferencia de 35 Km de radio que es la dimensión máxima que puede alcanzar una célula del sistema GSM.

Se estableció un grupo de parámetros para el sistema, las estaciones base de transmisión/recepción —*Base Transceiver Station* (BTS)— y los terminales móviles, como se detalla a continuación.

Parámetros del sistema

- ♦El intervalo de frecuencias oscila entre 890 MHz y 950 MHz, según corresponde a la tecnología GSM para la banda de 900 MHz licenciada por la Agencia de Control y Supervisión del Ministerio de la Informática y las Comunicaciones en Cuba [2].

- ♦Definición del uso de la polarización vertical de las ondas de radio.

- ♦La refractividad de la atmósfera se define a 301 unidades, que representa el efecto de un medio atmosférico normal.

- ♦Selección de la variante de clima marítimo subtropical presente en la configuración de la red acorde a nuestro país.

- ♦Definición de la visualización de la cobertura en forma de arcoíris para representar los distintos niveles de densidad de potencia de la señal de radio que alcanzan valores por encima del umbral de recepción.

Parámetros de la BTS

- ♦El nivel de potencia estática de transmisión de la BTS es de 20 W, igual a la mayoría de las BTS en la provincia Holguín.

- ♦La pérdida total de la línea —cable + conectores + amplificador del enlace de radio de subida— es de dos decibeles, pues se usan tres tramos de *jumpers* (Andrews de 1/2") con pérdidas de 0.1 dB/m, para un total de 5 m introduciendo 0.5 dB de pérdidas; un alimentador de 7/8" con pérdidas de 0.04 dB/m de 10 m de longitud, que introduce 0.4 dB de pérdidas; y seis conectores que introducen

una pérdida de 0.05 dB cada uno como máximo, que aportan en total 0.7 dB de pérdidas. El Amplificador del enlace de radio de subida —*Tower Mounted Amplifier* (TMA)— introduce una pérdida adicional de 0.5 dB en el enlace de bajada [3-5].

- ♦La antena X-Pol, de polarización cruzada (*crosspolar*), se configuró atendiendo a las características de las antenas X-Pol del fabricante KATRHEIN instaladas en la actualidad [6]. Representa a cada uno de los tres sectores servidos por la BTS, cuyo patrón de radiación se muestra en la figura 1. Esta antena no está incluida en el software Radio Mobile, por lo que fue necesario crearla con una aplicación en Microsoft Excel [2] y, posteriormente, adicionarla al programa para efectuar la simulación de la cobertura. Mediante este método, se puede trabajar con cualquier antena si se conoce previamente la forma de su patrón de radiación.

- ♦La ganancia de las antenas de la BTS se estableció a 17 dBi, en correspondencia con los paneles X-Pol utilizados en la mayoría de las nuevas inversiones.

- ♦La altura de la antena se definió a 15 m por encima del nivel del suelo, porque se aprovecha el parapeto de 6 m que existe sobre el techo del Centro de Telecomunicaciones de ETECSA en Cueto, cuya estructura constructiva es de 9 m de altura.

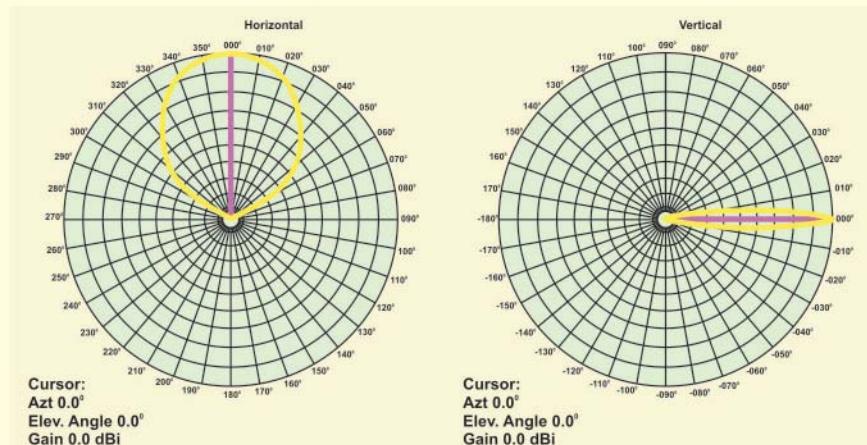


Figura 1 Patrón de radiación de la antena crosspolar (Fuente: elaboración propia mediante el uso del software Radio Mobile).

- ♦El umbral de recepción de la BTS se escoge a -116 dBm, de acuerdo a la BTS 3900, para un diseño de diversidad de dos vías; sin embargo, ésta se eleva a -130 dBm con la inclusión de los TMA [5].

- ♦El azimut o ángulo horizontal de inclinación respecto al Norte geográfico óptimo de las antenas para proveer un diagrama de sectores que ofrezcan altos niveles de señal sobre el asentamiento poblacional y las carreteras que convergen en Cueto son: 80°, 190° y 300°, con 0° de inclinación en el plano vertical.

Parámetros del terminal móvil

- ♦La potencia de transmisión máxima es de 2 W [7].

- ♦El umbral de recepción se estableció a -100 dBm, que indica una conversación en el límite inferior de la calidad de voz [7].

- ♦Su antena se representó con características omnidireccionales, en correspondencia con el pequeño monopolio que se encuentra en el interior de los terminales.

- ♦La ganancia de la antena se definió a 0 dBi, ya que se tiene en cuenta la pérdida que introduce el uso del terminal cerca del cuerpo humano [7].

- ♦La altura promedio de la antena se definió a 1,5 m debido a su portabilidad.

- ♦Las pérdidas en la línea de transmisión no se tienen en cuenta pues la antena y el transceptor coinciden físicamente en el equipo móvil.

Resultados de la simulación

Como referencia se muestra la imagen satelital obtenida de Internet mediante el software Google Earth, donde se observa que la mayor densidad poblacional se concentra en un radio de 1 Km alrededor de la BTS (Figura 2).



Figura 2 Foto satelital de Cueto (Fuente: [8]).

En la figura 3 se expone el pronóstico de cobertura del sector 1. Los anillos representan circunferencias trazadas a razón de 2 Km de incremento en cada una, cuyo centro es el emplazamiento seleccionado. El asentamiento poblacional se encuentra ampliamente cubierto con niveles de señal por encima de -55 dBm, representado con el color rojo intenso. Esto corresponde a un nivel de señal muy alto que garantiza la cobertura en entornos desfavorables como edificios de concreto y zonas de elevada interferencia, los cuales pueden introducir pérdidas adicionales de hasta 18 dB.

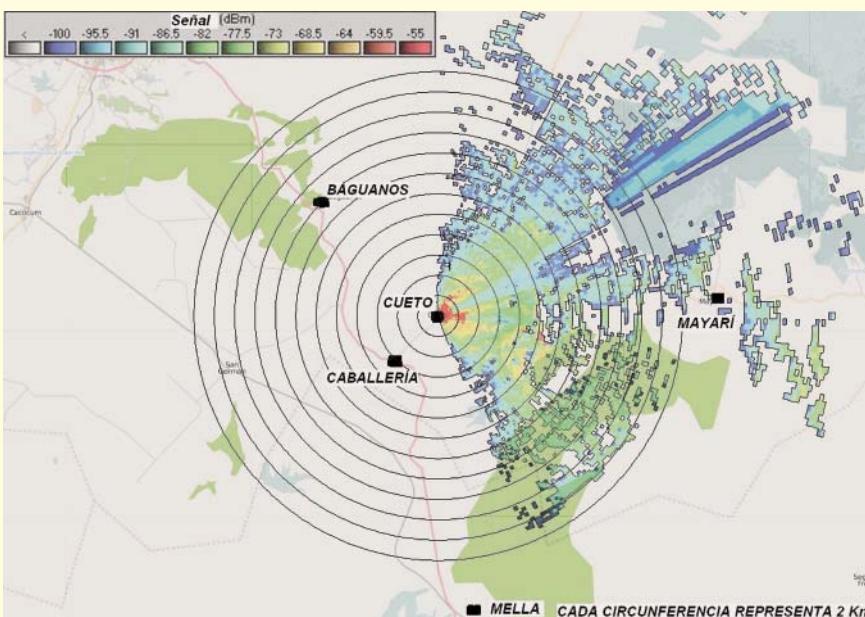


Figura 3 Simulación del sector 1 (Fuente: elaboración propia mediante el uso del software Radio Mobile).

* Las señales con valores de hasta -80 dBm permiten las comunicaciones móviles con elevada calidad.

El sector 2 fue diseñado para brindar cobertura en el tramo de la carretera Caballería–Santiago de Cuba en sus primeros 20 Km. Sin embargo, la población de Cueto es también beneficiada con una señal muy fuerte en esa dirección (Figura 4).

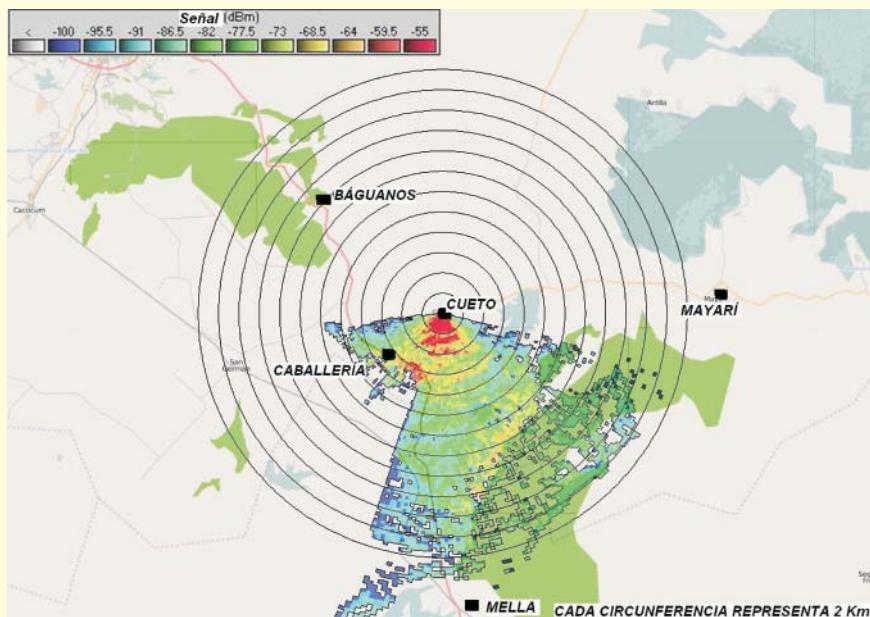


Figura 4 Simulación del sector 2 (Fuente: elaboración propia mediante el uso del software Radio Mobile).

Por su parte, el sector 3 abarca el resto del asentamiento poblacional y 20 Km del tramo de la carretera Báganos–Caballería (Figura 5).

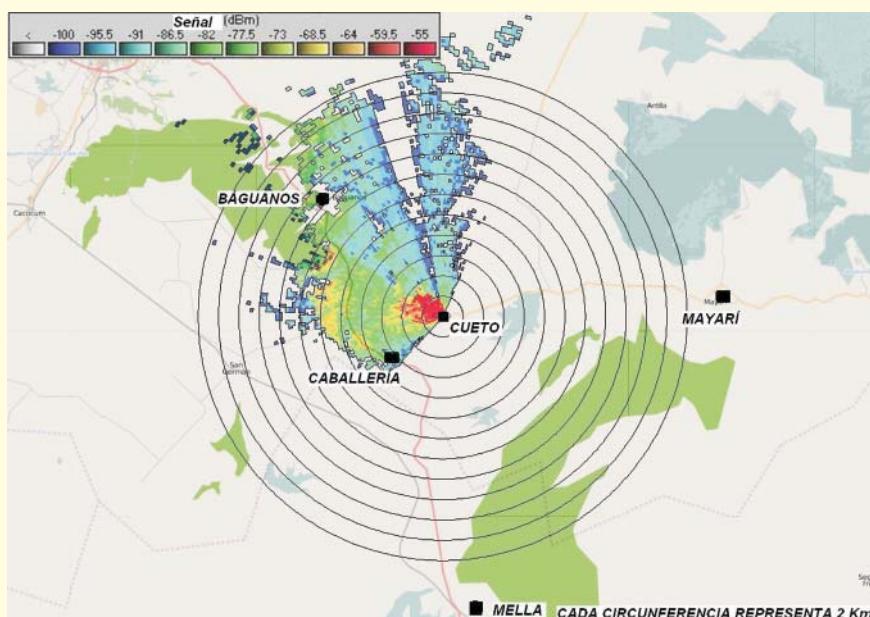


Figura 5 Simulación del sector 3 (Fuente: elaboración propia mediante el uso del software Radio Mobile).

La figura 6 muestra la cobertura total del área alrededor de la BS por el efecto combinado de los tres sectores.

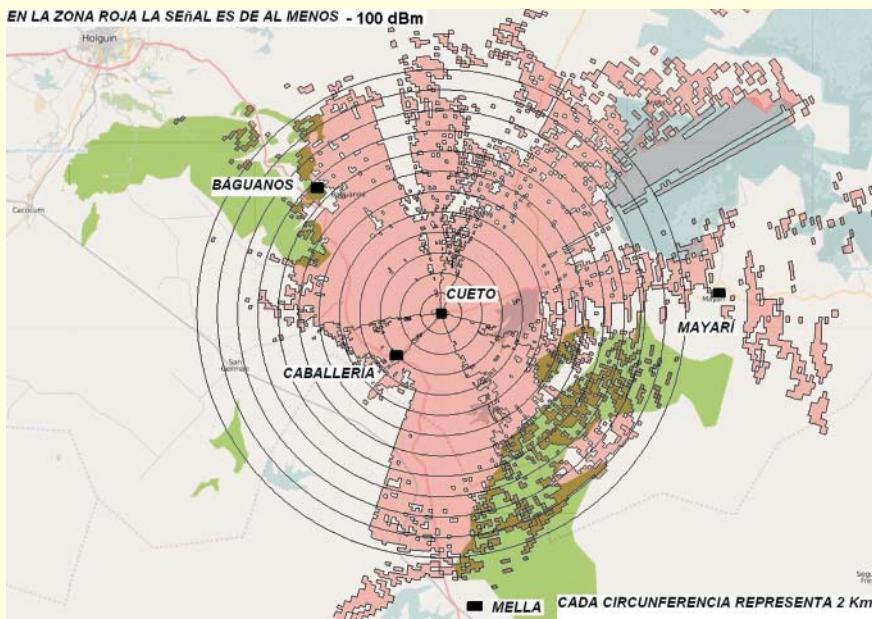


Figura 6 Representación conjunta de los tres sectores (Fuente: elaboración propia mediante el uso del software Radio Mobile).

Los mapas generados con el software Radio Mobile pueden ser combinados con los mapas geográficos tridimensionales del software Google Earth, ofreciendo referencias muy útiles que proporcionan un sentido de orientación sobre el lugar del emplazamiento, en caso de que no se conozca la zona de estudio (Figuras 7-10). Estos mapas, además, se destacan por el realismo propio de las imágenes fotográficas lo que facilita la visualización de obstáculos creados por el hombre como edificios y objetos de pocos metros de tamaño si se aplica el máximo acercamiento a la superficie terrestre. Todo ello permite un análisis técnico muy preciso.



* El color rojo representa la cobertura de la señal.

Figura 7 Simulación del sector 1 (Fuente: elaboración propia mediante el uso de los softwares Radio Mobile y Google Earth).



◀ Figura 8 Simulación del sector 2 (Fuente: elaboración propia mediante el uso de los softwares Radio Mobile y Google Earth).



◀ Figura 9 Simulación del sector 3 (Fuente: elaboración propia mediante el uso de los softwares Radio Mobile y Google Earth).

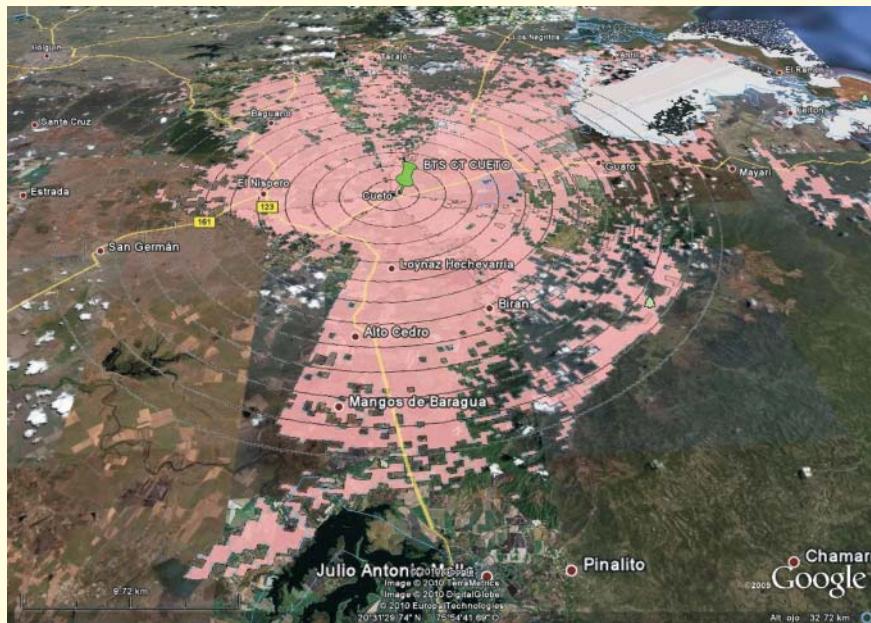


Figura 10 Representación conjunta de los tres sectores (Fuente: elaboración propia mediante el uso de los softwares Radio Mobile y Google Earth).

Conclusiones

Los parámetros definidos para el emplazamiento demuestran la factibilidad de los estudios de cobertura y, al mismo tiempo, permiten conservar los requisitos de calidad necesarios para ofrecer un buen servicio en el área seleccionada.

El empleo de los programas informáticos disponibles en Internet para estos fines posibilita a los técnicos de cada territorio trazar propuestas de expansión de las zonas de cobertura, así como analizar problemas eventuales que puedan surgir en la propagación de las señales en las áreas bajo su responsabilidad.

El hecho de que esta práctica se extienda a todos los departamentos de servicios móviles de ETECSA en cada provincia del país contribuirá a mejorar la efectividad de las nuevas inversiones y la optimización de la red GSM, aumentar la calidad del servicio percibida por el usuario y el uso de las comunicaciones móviles.

Los factores explicados en el presente trabajo no solo representan una ventaja desde el punto de vista técnico, sino que también favorecen la expansión del servicio a un mayor número de usuarios, repercutiendo favorablemente en los ingresos percibidos por la Empresa y, en consecuencia, en la economía nacional. ■

Referencias bibliográficas

- [1] Ecured. Municipios de Cuba. <http://www.ecured.cu/index.php/Cueto> (Acceso marzo 8, 2010).
- [2] ETECSA. "Base de datos de información técnica del Departamento de Servicios Móviles". Documento interno de trabajo, Holguín, 2010.
- [3] Andrew Solutions. *Coaxial Cable Selection Guide*. p.442. <http://www.antenasystems.com/pdfs/andrew/fsj-efx-vxl.pdf> (Acceso marzo 23, 2010).
- [4] Ickrom, S.A de C.V. "L4PNF-RC Conector N Hembra Andrew". Especificaciones técnicas. http://www.ickrom.com.mx/productos/broadcast/conectores_14pnfrc_conector_n_hembra_andr.php (Acceso marzo 23, 2010).
- [5] Radio Frequency Systems (RFS). *GSM1800 Dual Duplex UltraAmp Tower Mounted Amplifier*. Especificaciones técnicas, octubre 29, 2012, p.1-2. <http://www.rfworld.com/websearch/Datasheets/pdf?q=ATM181412D-1A20> (Acceso marzo 23, 2010).
- [6] kathrein Inc., Scala Division. "87° X-pol Panel Antenna". Especificaciones técnicas, p.1-2. <http://www.kathrein-scala.com/catalog/84010057.pdf> (Acceso marzo 12, 2010).
- [7] Mishra, Ajay R. *Advanced Cellular Network Planning and Optimization: 2G, 2.5G, 3G- Evolution to 4G*. Chichester: John Wiley & Sons, 2007, p.31.
- [8] Maplandia. Foto satelital de cueto. <http://www.maplandia.com/cuba/holguin/cueto/> (Acceso marzo 17, 2010).