

SERVICIO DE LA RED INALÁMBRICA LOCAL DE LA UNIVERSIDAD DE COLIMA MODELADO SEGÚN EL PROTOCOLO IEEE 802.11B

José L. Álvarez-Flores¹, Leonel Soriano-Equigua², Jorge E. Preciado-Velazco³

*¹Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad de Colima
Coquimatlan, Colima 28400, México, Maestro en Ciencias, alvarez_jose@uacol.mx*

*²Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad de Colima
Coquimatlan, Colima 28400, México, Dr. en Ciencias, Isoriano@uacol.mx*

*³Coord. General De Tecnologías de Información y Comunicación, Universidad de Colima
Colima, Colima 28040, México, Maestro en Ciencias, jprecia@uacol.mx*

RESUMEN

En la Universidad de Colima hay un servicio de red inalámbrica gratuito para los estudiantes, así como para los trabajadores de esta institución. Con el objetivo de ofrecer un servicio de conectividad de alta calidad se propuso analizar la señal que cubre el área de la Universidad en la frecuencia libre de 2.4 GHz. En esta investigación se presenta un análisis exhaustivo de la cobertura de su patrón de radiación, así como los mapas de pérdida de señal y velocidad de transmisión trabajando en el campus principal de la Universidad. Esta investigación beneficiará, no solamente a los usuarios de la red inalámbrica local (estándar IEEE 802.11b), sino también a sus administradores, quienes, de este modo, podrán ser capaces de identificar las zonas cubiertas por el espectro electromagnético en el área. Las contribuciones de esta investigación son un modelo matemático que describe el patrón específico de radiación y mapas para conocer la cobertura geográfica de la propagación y la pérdida de la señal, lo que permiten la verificación teórica de los datos experimentales obtenidos.

Palabras clave: 802.11b IEEE, calidad de la señal, cobertura, intensidad de la señal, puntos de acceso, redes inalámbricas

ABSTRACT

There is a wireless network service in the University of Colima free of charge for its students. For offering a high quality service regarding its connectivity, the signal that covers the area of the University on the free open frequency of 2.4 GHz was exhaustively analyzed on its radiation pattern coverage, as well as its loss maps and transmission speeds. This research benefits the WLAN 802.11b IEEE standard), network users and its administrators themselves, who by this way are able to identify the zones covered by the electromagnetic spectrum in the area. A mathematical model for describing the specific radiation pattern, maps to know the geographical propagation coverage and signal loss in order to get the theoretical verification of the obtained experimental data are this research contributions.

Key words: access points, coverage, IEEE 802.11b, intensity of the signal, quality of the signal, wireless networks

INTRODUCTION

En el campus principal de la Universidad de Colimase implementó el servicio de red alámbrica para todos los edificios que tienen equipos de computación tales como oficinas, bibliotecas, laboratorios, etc., pero se detectó la necesidad de un servicio de comunicación inalámbrica para proveer de Internet e Intranet a todo visitante, estudiante y trabajador dentro y fuera de toda construcción del campus, lo que aseguraría la mejoría en conectividad y eficiencia de las tareas de docencia e investigación.

Por ello, se instalaron siete radios trabajando con el protocolo IEEE 802.11B sobre el techo de algunos edificios, con una cobertura del 85% de un área de 1km². El 100% del área total no se pudo cubrir debido a la presencia de árboles y edificios grandes que generan pérdida de señal de 2.5dB a 15dB (tabla 1).

Tabla 1. Valores de pérdida media de diferentes materiales.

Material	Atenuación
Madera (15. mm)	2.5 a 3.5 dB
Cartón tabla	0.2 a 0.35 dB
Bloque de concreto	8.0 a 15.0 dB
Fibra de vidrio (aislante)	Aproximadamente 38.0 dB

MATERIALES Y MÉTODOS

La calidad del servicio de redes inalámbricas refiere el hecho de que el usuario final pueda tener una conectividad eficiente y desarrollar un ambiente de comunicación operativa. Existen trabajos sobre comunicaciones inalámbricas que reportan diferentes técnicas y modelos de transmisión entre los que se encuentran Zyren[7], y Tay and Chua[8]. También, hay un número de publicaciones en las cuales se observa el análisis y la capacidad de las redes inalámbricas [9-11]. Los resultados más importantes son los obtenidos por Gupta and Kumar[11] y por Li et al.[10].

Por otra parte, hay trabajos totalmente dirigidos al rendimiento específico de las redes IEEE 802.11[3, 4,5 y 6], pero carecen de cálculos prácticos. El comportamiento del IEEE 802.11 y 802.11b es examinado por varios autores entre los que se encuentran Tay and Chua[8] usando modelos probabilísticos para estudiar el rendimiento máximo del 802.11 con el método básico de acceso al medio. Además, la investigación realizada por Álvarez y Farías[1] menciona a los mapas de cobertura para un radio particular en la Universidad de Colima tomando los datos experimentales sin usuarios conectados a los puntos de acceso (PA's).

Desarrollo práctico

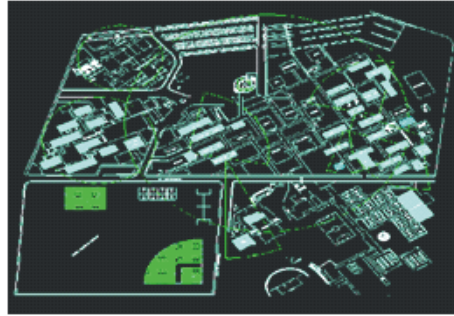


Figura 1. Mapa de los puntos de acceso PA's.

En el trabajo desarrollado por Álvarez y Farías[1] se tomaron muestras de las velocidades de transmisión e intensidad de la señal en la Facultad de Medicina (figura 1), en las que se observó el comportamiento de la señal recibida por un usuario. La señal emitida por los transmisores de la red inalámbrica dio los resultados mostrados en la figura 2. Algunos de los valores obtenidos a través del procedimiento práctico propuesto por estos autores fueron encontrados al evaluar: el punto de acceso 2500, marca ORINOCO, el cual tiene una antena sectorial. La antena tiene 120 grados en el eje horizontal y +/- 6.5 grados en el eje vertical, una impedancia de 50 ohm y una ganancia de 20 dBi, modelo HG2420P-120 de la marca Hyperlink Technologies[2]. También se empleó una laptop Dell con tarjeta inalámbrica Roam About de ENTERASYS. En la figura 2 se observan los diferentes niveles de velocidad de transmisión alcanzados en el enlaces inalámbricos transmitiendo a 32 bytes con un solo usuario conectado al PA.

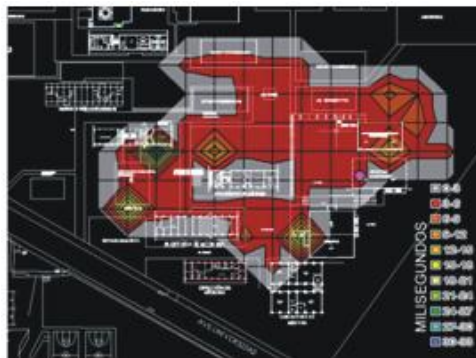


Figura 2. Mapa de los niveles de transmisión a 32 bytes con un usuario conectado.

Modelo matemático

Por medio de un análisis exhaustivo de la reflexión y la transmisión de la señal en dos regiones con dos frecuencias diferentes, fue posible determinar los modelos matemáticos que estuvieron presentes en la red inalámbrica de ambas regiones, en dichas frecuencias. Para identificar a los niveles de la señal recibida en cada punto del área cubierta por la red inalámbrica, se empleó la ecuación:

$$RSL(\text{dbm}) = ERP (\text{dbm}) - FSL(\text{db}) \quad (1)$$

siendo:

RSL: Nivel de Señal Recibida;

ERP: Potencia Radiada Efectiva

FSL: Espacio Libre de Pérdida dado por:

$$FSL (\text{db}) = 32 + 20\text{Log } F + 20\text{Log } D \quad (2)$$

donde:

F: Frecuencia de transmisión, en MHz.

D: Distancia desde el transmisor hasta el receptor, en km.

Para este sistema, en relación con la ecuación [1], se podría encontrar el RSL ideal el cual se muestra en las figuras 3a y 3b para el campus de la Universidad de Colima utilizando un solo transmisor.

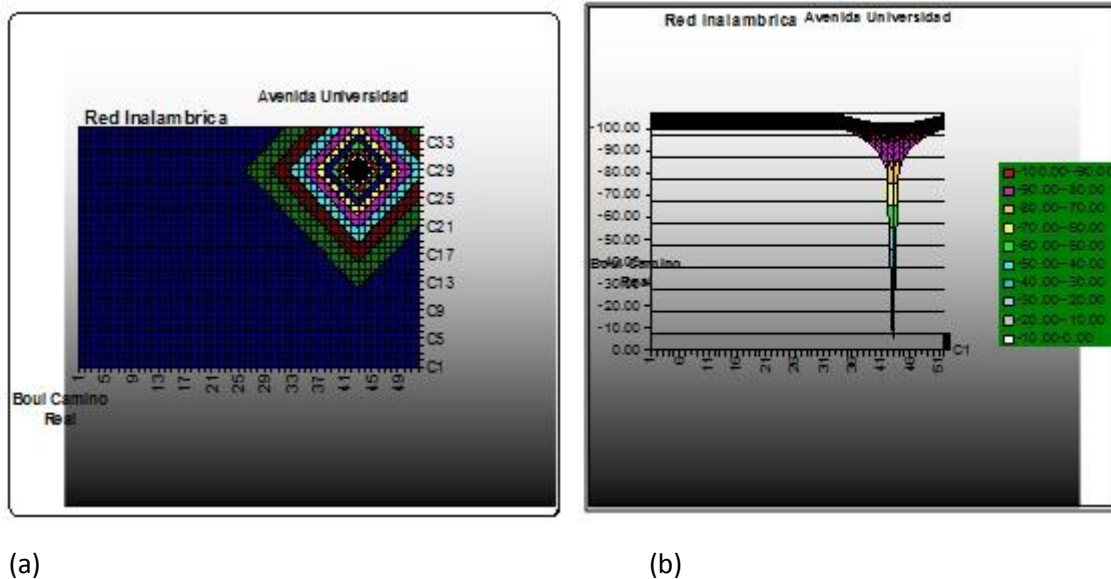


Figura 3. RSL ideal para la Universidad de Colima. Mapa en 3D (a) y mapa en 2D (b)

En la figura 4 se muestra el gráfico del FSL con la pérdida producida por los edificios de concreto que están ubicados en el área de cobertura de la red inalámbrica de la Universidad de Colima y la distancia entre ellos.

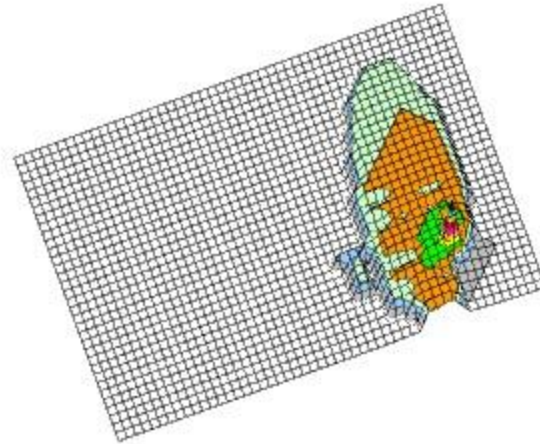


Figura 4: Mapa en 3D del FSL, mostrando los factores de pérdida por cada edificio.

En el cálculo del RSL, por lo general, los problemas reales de la propagación de la señal no son considerados, especialmente en sistemas móviles. Para obtener un valor aproximado del FSL, hay diferentes modelos matemáticos predictivos que usan simulación. Tales modelos han sido usados con diferentes datos experimentales y estadísticos, lo que permite calcular el RSL para un modelo de propagación. Se encontraron diferentes modelos teóricos para conocer las pérdidas en el espacio libre para las frecuencias de interés siendo los más destacados los de, OKUMURA, HATA y extensiones de CP para HATA y WALFISH-IKEGAMI. En este artículo se mencionará al modelo HATA por ser el más adaptado a las frecuencias y valores de trabajo de la aplicación de la Universidad de Colima.

Modelo HATA

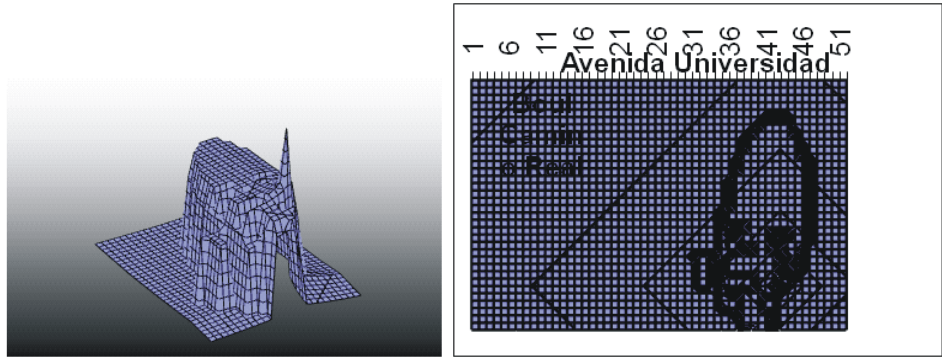
El modelo HATA ofrece una buena aproximación en ambientes sub-urbano, urbanos y densamente poblados. Se basa en datos experimentales de diversos ambientes y la fórmula general para calcular el FSL está dado por:

$$FSL=46.3+33.9\log F-13.82\log H_b A(hm)+[44.9-6.55\log H_b]\log D \quad (3)$$

donde:

$$A(hm) = ((1.1\log F) - 0.7) * H_m - ((1.56\log(F) - 0.8) \quad (4)$$

En las figuras 5a y 5b puede observarse un gráfico con los valores de la señal según la pérdida calculada con el modelo HATA en relación a la distancia al radiador. Una señal con la más alta pérdida (-98 dB), es casi indetectable y, obviamente, la conexión del enlace se pierde.



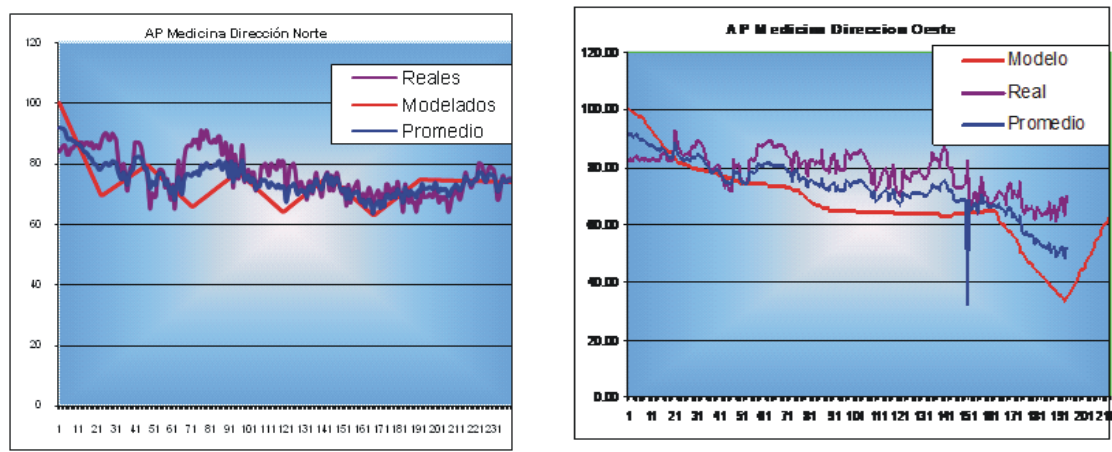
(a) (b)

Figura5: Mapas 3D (a) y 2D(b) de la pérdida de señal con el modelo HATA considerando la atenuación por edificios y distancias.

Comparación entre los modelos matemáticos con datos prácticos

Para obtener el cálculo del FSL de la señal del PA localizado en el edificio de la Facultad de Medicina, se tomaron mediciones de la señal cada diez metros desde la posición de la antena, en diferentes direcciones. Se concluyó que la señal se pierde debido a los factores de pérdida que existen en las diferentes trayectorias. Algunos de los factores que causan pérdida en intensidad de la señal fueron el follaje de los árboles (no el 100%, es solo un estimado), la atenuación producida por los edificios pero, fundamentalmente, la distancia.

En la figuras 6a, 6b, 6c y 6d pueden observarse los valores de pérdida de señal (FSL) obtenidos con el modelo HATA con datos colectados en el lugar mostrándose los valores reales los modelados y el promedio de estos dos valores, para obtener el margen de error entre a la medición real y el valor modelado. También en estos gráficos puede verse que los resultados no descienden totalmente de manera lineal, lo que es causado por los factores de rebote que producen efectos multi-trayectoria en las comunicaciones inalámbricas y por diversos factores de pérdida en el área de cobertura, así como por el tránsito en el campus cuando se tomaron las mediciones.



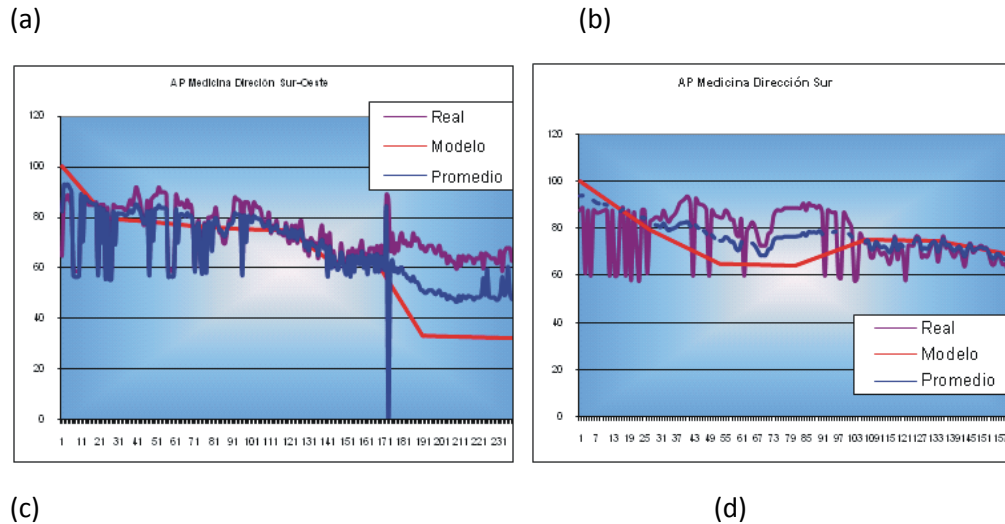


Figura 6. Datos de las mediciones en el lugar (a) Norte, (b) Oeste, (c) Sur Oeste, (d) Sur.

CONCLUSIONES.

En este trabajo se satisficieron las expectativas declaradas inicialmente puesto que se logró obtener el mayor índice de pérdida en el espacio libre (FSL) de la señal transmitida empleando el protocolo IEEE 802.11B. Los datos obtenidos exitosamente en el trabajo de campo fueron muy útiles para conocer mejor el radio de cobertura de la red en la Universidad de Colima. No obstante, existe una gran necesidad de establecer modelos matemáticos particulares que satisfaga todas las expectativas para no estar obligados a emplear un modelo estándar.

Esta investigación podría ser el inicio de otra que tenga de propósito mejorar el comportamiento de las redes inalámbricas y en el que participen varias instituciones educacionales así como empresas que

puedan ayudar a promover la eficiencia de este tipo de redes. Esta investigación tuvo como limitación el acceso a equipos de medición profesionales que hubieran permitido obtener datos más precisos.

Se recomienda, como línea de continuación de este trabajo, realizar un análisis teórico más profundo y desarrollar modelos matemáticos que se adapten a las necesidades de cada lugar.

REFERENCIAS.

- [1] ÁLVAREZ FLORES, J. L., FARÍAS MENDOZA, N., MONTIEL, C., PARADA, M., ZUAZO, I. y BUENROSTRO, R.: "Calidad del servicio en la red de acceso Inalámbrico de la Universidad de Colima funcionando bajo el Protocolo IEEE 802.11b"; CONCAPAN, San José Costa Rica, 2004
- [2] http://www.hyperlinktech.com/web/hg2420p_120.php
- [3] XIAO, Y. and ROSDAH, J. : "Throughput and Delay Limits of IEEE 802.11," in IEEE Communications Letters, Vol. 6, No. 8, August 2002.
- [4] RAPPAPORT, T.S.: "Indoor Radio Communications for Factories of the Future". IEEE Communications Magazine, Vol.27, No.5, pp. 15-24. May 1989.
- [5] BIANCHI, G.: "Performance Analysis of the IEEE 802.11 Distributed Coordination Function," in IEEE journal on selected areas in communications, vol. 18, No.3, March 2000.
- [6] JUN, J., PEDDABACHAGARI, P. and SICHITIU, M.: "Theoretical Maximum Throughput of IEEE 802.11 and its Applications", submitted to MOBISYS 2003.
- [7] ZYREN, J.: "Extension of Bluetooth and 802.11 Direct Sequence Interference model," IEEE 802.11-98/378, Nov. 11, 1998
- [8] TAY, Y. C. and CHUA, K. C.: "A Capacity Analysis for the IEEE 802.11 MAC Protocol," in Wireless Networks 7, Kluwer Academic Publishers, 2001.101
- [9] CALI, F., CONTI, M. and GREGORI, E.: "IEEE 802.11 wireless LAN: capacity analysis and protocol enhancement," in Proc. Seventeenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies (INFOCOM '98), Vol. 1, 1998
- [10] LI, J., BLAKE, C, COUTO, D. S. J., LEE, H. I. , MORRIS, R. : "Capacity of Ad Hoc Wireless Networks," in Proc. ACM SIGMOBILE, July 2001.
- [11] GUPTA, P. and KUMAR, P. R.: "The Capacity of Wireless Networks," in IEEE Transactions on Information Theory, Vol. 46, No. 2, March 2000.