



Diseño y Planificación de una Red Inalámbrica de Banda Ancha que Permita Proveer Servicio de Triple Play para la Ciudad de Guaranda

Design and Planning of a Wireless Broadband Network to Provide Triple Play Service for the City of Guaranda

Projeto e Planejamento de uma Rede de Banda Larga Sem Fio para Prestação do Serviço Triple Play para a Cidade de Guaranda

Diana Carolina Ati-Andaluz ^I
carolina16_andaluz@yahoo.es
<https://orcid.org/0000-0003-1452-4801>

Cristian Jhonny Carrión-Paladines ^{II}
ccjhony@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-0640-0622>

Lorena Elizabeth Cuenca-Sáenz ^{III}
cuencasaenz_lorena@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8609-2211>

Patricio Javier Arroba-Villacis ^{IV}
patricio.javi@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5601-0863>

Correspondencia: carolina16_andaluz@yahoo.es

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

***Recibido:** 20 de febrero de 2022 ***Aceptado:** 18 de marzo de 2022 * **Publicado:** 01 abril de 2022

- I. Licenciado Ingeniera en Electrónica, Telecomunicaciones y Redes, ESPOCH.
- II. Ingeniero en Electrónica Control y Redes Industriales, cursando una maestría en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos de Cooperación Internacional en UNINI-MX, Campeche, México.
- III. Ingeniera en Electrónica, Telecomunicaciones y Redes, cursando una maestría en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos de Cooperación Internacional en UNINI-MX, Campeche, México.
- IV. Ingeniero en Mecatrónica, Master universitario en Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial - Universidad de Málaga, Málaga, España.

Resumen

El presente Trabajo de Titulación tuvo como objetivo el diseñar y planificar una red inalámbrica de banda ancha que permita proveer servicio de triple play dentro de la ciudad de Guaranda, para la cual se efectuó una investigación teórica y científica de las redes: WiMax, LTE y WiFi. Además, se analizaron las tecnologías existentes que cumplen con los parámetros y características necesarias para brindar servicios de banda ancha y proveer de la mejor manera servicios de triple play. De acuerdo al análisis realizado se determinó que la red inalámbrica WiMax cumple con los requerimientos deseados que nos permite efectuar el diseño y la planificación de la red. Posteriormente se eligieron los equipos adecuados que contienen características inalámbricas permitiendo la implementación de los servicios antes mencionados. Se utilizó el software de planificación Radio Mobile, con el cual se realizaron simulaciones de radioenlaces para obtener perfiles y cálculos con muy poco margen de error, por ende, el correcto funcionamiento de los enlaces y coberturas se aproximan a valores reales para ofrecer resultados factibles los mismos que se exportaron a Google Earth, que contiene mapas y topografía adecuada para la arquitectura de red, de esta manera se pudieron visualizar los resultados en ambientes 3D. Luego de los análisis correspondientes, se concluye que la red inalámbrica WiMax es más flexible, escalable, viable y admisible para dar servicio triple play (voz, video y datos), por lo tanto, se recomienda la implementación de esta red debido a su gran ancho de banda y seguridad.

Palabras clave: Tecnología y Ciencias de la Ingeniería; Telecomunicaciones; Comunicaciones Inalámbricas; Red Inalámbrica; WIMAX; Radio Mobile; Banda Ancha; Triple Play.

Abstract

The objective of the present study was to design and plan a broadband wireless network that allows providing tripe play service within the city of Guaranda, for which a theoretical and scientific research was carried out: Wimax, LTE and WiFi. In addition, it analyzed the existing technologies that comply with the parameters and characteristics necessary to provide broadband services and provide the best way triple play services. According to the analysis carried out it was determined that the WiMax wireless network complies with the desired requirement that allows us to carry out the design and the planning of the network. The appropriate equipment containing wireless features was chosen to allow the implementation of the aforementioned services. We used the software of Radio Mobile planning as a very powerful tool that allowed us to do radiolink simulations to obtain

profiles and calculations with very little margin of error, thus the correct functioning of the links and coverages are Approximate to real values to offer feasible results the same that were exported to Google Earth that contains maps and topography suitable for the network architecture, in this way could better visualize the results in 3d environments. After completing the qualification work it is concluded that the WiMax wireless network is more flexible, scalable, viable and admissible to give triple play Service (voice, video and data), therefore, it is recommended to implement this network due to its large bandwidth and Security.

Key words: Technology and Engineering Sciences; Telecommunications; Wireless Communications; Wireless network; WIMAX; RadioMobile; Broadband; Triple play.

Resumo

O objetivo deste Trabalho de Titulação foi projetar e planejar uma rede sem fio de banda larga que permita a prestação do serviço triple play dentro da cidade de Guaranda, para o qual foi realizada uma investigação teórica e científica das redes: WiMax, LTE e Wifi. Além disso, foram analisadas as tecnologias existentes que atendem aos parâmetros e características necessárias para fornecer serviços de banda larga e fornecer serviços triple play da melhor forma. De acordo com a análise realizada, foi determinado que a rede sem fio WiMax atende aos requisitos desejados que nos permitem realizar o projeto e planejamento da rede. Posteriormente, foi escolhido o equipamento apropriado contendo características wireless, permitindo a implementação dos serviços mencionados. Foi utilizado o software de planejamento Radio Mobile, com o qual foram realizadas simulações de enlaces de rádio para obter perfis e cálculos com pouquíssima margem de erro, portanto, o correto funcionamento dos enlaces e cobertura aproximam os valores reais para oferecer resultados viáveis. foram exportados para o Google Earth, que contém mapas e topografia adequados à arquitetura da rede, desta forma os resultados puderam ser visualizados em ambientes 3D. Após a análise correspondente, conclui-se que a rede sem fio WiMax é mais flexível, escalável, viável e admissível para prestação de serviço triple play (voz, vídeo e dados), portanto, a implementação desta rede é recomendada devido à sua grande largura de banda e segurança.

Palavras-chave: Ciências da Tecnologia e Engenharia; Telecomunicações; Comunicações sem fio; Rede sem fio; WIMAX; Rádio Móvel; Banda larga; Jogada Tripla.

Introducción

Las redes inalámbricas constituyen un aspecto importante en un WISP (Wireless Internet Service Provider), que requiere expandir la infraestructura, para alcanzar mayor cobertura y brindar conectividad a los clientes potenciales, que se encuentran en lugares alejados de la ciudad y limitados a acceder a los servicios tecnológicos, de esta forma se permite de manera fácil la incorporación de nuevos usuarios a la red a menor costo en comparación de los sistemas cableados.

Desarrollo

Diseño e Implementación

A continuación, se detalla razones puntuales de la elaboración del diseño de la red con el fin de cumplir con nuestras expectativas, es muy importante tener los conocimientos específicos que permitan desarrollar los inconvenientes del diseño.

Dependiendo de las condiciones del medio se debe modelar el sistema para conseguir estimar la cobertura de un sistema inalámbrico e implementar modelos, mediante los cuales se puede obtener una aproximación del alcance de un sistema microondas.

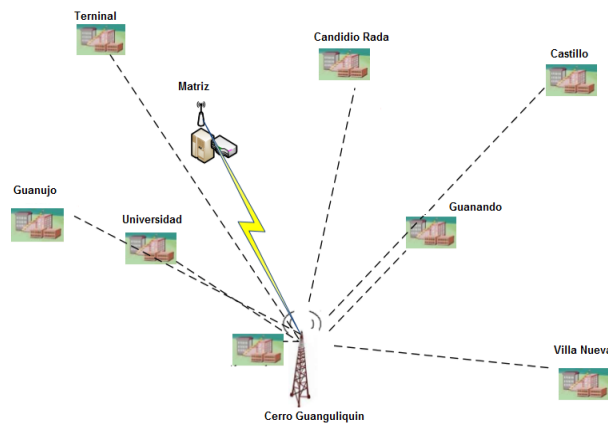


Figura 1. Esquema de conexión, autores.

En base a este esquema se puede iniciar con la descripción de la implementación.

A. Software.

- Radio Mobile

Radio Mobile es un programa de simulación de radio enlaces gratuito que nos sirve para operar dentro del rango de 20 MHz a 20 GHz, basado en el modelo de propagación ITS (Irregular Terrain Model).

Permite realizar cálculos y obtener todos los datos necesarios para realizar radio enlaces funcionales y abandonar la tediosa tarea de hacerlo manualmente, el programa usa cartografía y mapas satélites.

- Google Earth

Google Earth es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital.

Está equipado con una función que permite ver el mundo en 3D, hacer zoom y dar la vuelta a los mapas, cuando se explora varios lugares se puede examinar el mapa a diferentes niveles y hacer aparecer las informaciones que se busca como: restaurantes, rutas, particularidades geográficas, edificios en 3D, etc

- Enlace Punto a Punto

Se muestra la ubicación topográfica de los dos puntos que forman el backhaul del diseño de red planteado en este trabajo para lo cual hemos definido los siguientes datos para poder simular en Radio Mobile.

TRANSMISOR	
Frecuencia	Max: 5765MHz Min:5725MHz
Potencia Transmisor	22dBm
Ganancia Antena	17dBi
Altura de la antena	40m

Tabla 1: Valores de enlace punto a punto (Transmisor)

RECEPTOR	
Sensibilidad del receptor	-107dBm
Ganancia Antena	17dBi
Altura de la antena	40m

Tabla 2: Valores de enlace punto a punto (Receptor)

- Cobertura Sistema Estación Base

Se presenta el cerro Guanguliquin onde se ha definido la colocación de la estación base para el servicio de WIMAX, este cerro se encuentra a las afueras de la ciudad de Guaranda.

TRANSMISOR	
Frecuencia	Max: 2400MHz Min:2420MHz
Potencia Transmisor	22dBm
Ganancia Antena	17dBi
Altura de la antena	40m

Tabla 3: Cobertura Sistema Estación Base (Transmisor)

RECEPTOR	
Sensibilidad del receptor	-107dBm
Ganancia Antena	17dBi
Altura de la antena	40m

Tabla 4: Cobertura Sistema Estación Base (Receptor)

A continuación, se presenta los parámetros descriptivos de la ciudad de Guaranda:

GUARANDA	
Región	Sierra
Provincia	Bolívar
Latitud	1°35'35.63"S
Longitud	79° 0'4.05"O
Clima	16° C
Población	91 877 hab.

Tabla 5: Parámetros descriptivos

Resultados

- Coordenadas Geográfica

Para las coordenadas se utilizó un GPS Garmin Etrex 10, dirigiéndose a cada lugar y trabajando con Datum WGS-84, para no tener inconvenientes al momento de exportar a Google Earth.

La Estación Base (BS) es el Cerro Guanguliquin, el Data Center es el lugar donde se recopila y guarda todos los datos de los usuarios y la matriz es el lugar donde los usuarios pueden acercarse a solicitar el servicio triple play.

		ALTITUD	LATITUD	LONGITUD
ESTACION (BS)	BASE	2828,5	1°35'21,7''S	79°00'53,9''O
MATRIZ		2941	1°35'35,6''S	79°00'04,0''O
U1		2933,9	1°33'30,7''S	79°00'33,5''O
U2		2859	1°34'10,4''S	79°00'27,4''O
U3		2801,1	1°34'50,5''S	78°59'59,9''O
U4		2710,2	1°35'18,9''S	78°59'35,7''O
U5		2615,6	1°35'52,3''S	78°59'54,6''O
U6		2615,6	1°35'52,3''S	78°59'54,6''O

Tabla 6: Coordenadas Geográficas y altitud.

Obtenido los datos exactos de las coordenadas y elevación donde se ubicará cada usuario, se utilizó Radio Mobile y Google Earth para etiquetar dichos puntos geográficos, de manera que se podrá obtener más datos importantes para los cálculos posteriores que se debe realizar a cada radioenlace.

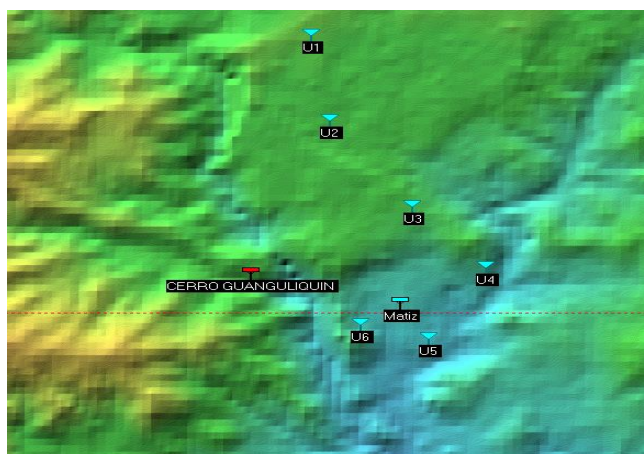


Figura 2: Ubicación de la estación base, puntos de acceso y entrada del backhaul

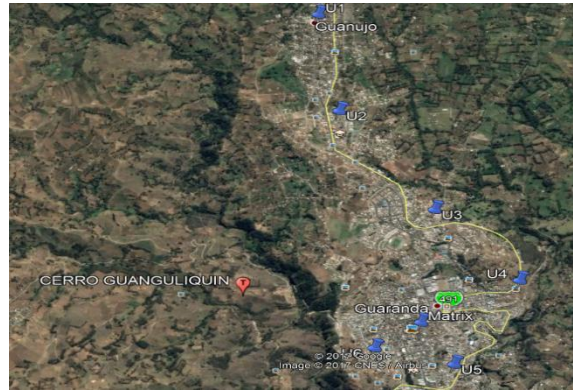


Figura 3: Ubicación de la estación base, puntos de acceso y entrada del backhaul en Google Earth.

Enlaces Punto a Punto.

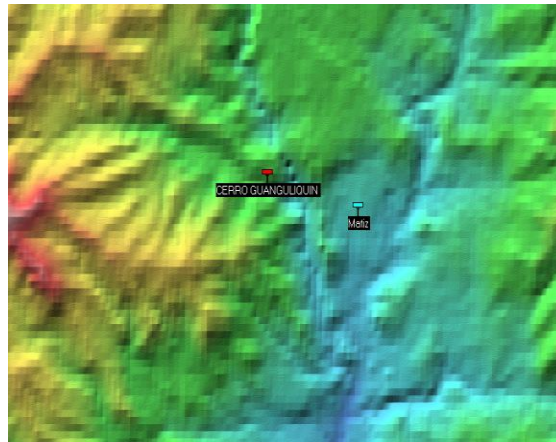


Figura 4: Mapa de la ciudad de Guaranda con los puntos para el enlace backhaul

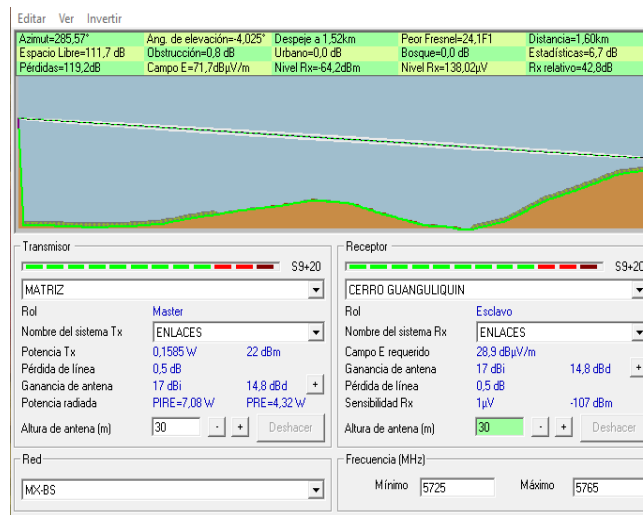


Figura 5: Simulación con los valores predeterminados para el enlace PtP.

En la Figura 5, se muestra el cálculo del radio enlace (Radios Bases principales) donde se puede observar que se tienen los valores como distancia, azimut, ángulo de elevación, espacio libre, nivel de recepción y la zona de Fresnel que tiene como valor de 24,1 F1 que indica que el enlace no tiene ningún problema para operar ya que el valor mínimo para la zona de Fresnel es de 0.6 F1. En este cálculo se consideró una altura de las antenas de 30 metros en el Cerro del Guanguliquin y también en el lugar de nuestra matriz, una potencia de 22 dBm, ganancia de antena omnidireccional de 17 dBi y una sensibilidad de -107 dBm.

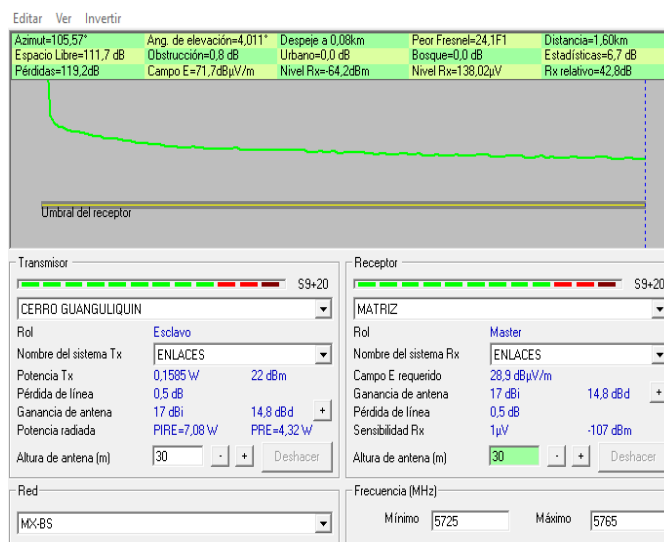


Figura 6: Gráfica estadística para el umbral del receptor

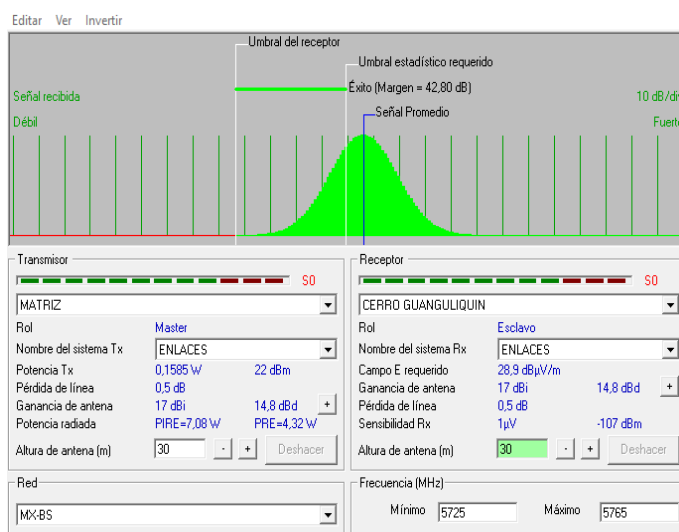


Figura 7: Gráfica estadística para éxito de radioenlace en el backhaul



Figura 8: Línea de vista real desde el cerro Guanguilquin hacia la matriz.

- Cobertura del Sistema Estación Base (BS)

En la Figura 9, se presenta el cerro Guanguilquin donde se ha definido la colocación de la estación base para el servicio de WIMAX, este cerro se encuentra a las afueras de la ciudad de Guaranda.

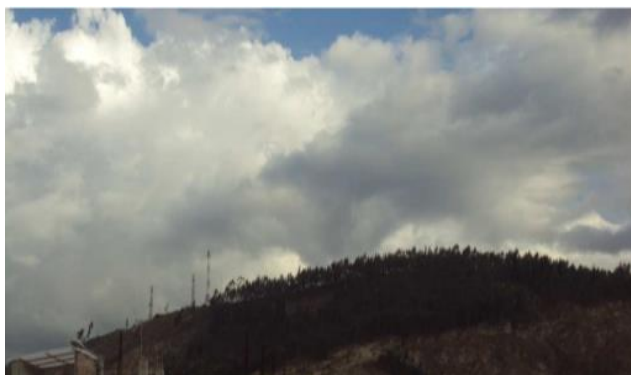


Figura 9: Cerro Guanguilquin lugar donde se ubicará la estación base (BS)



Figura 10: Enlaces entre de estación base, usuarios y backhaul.

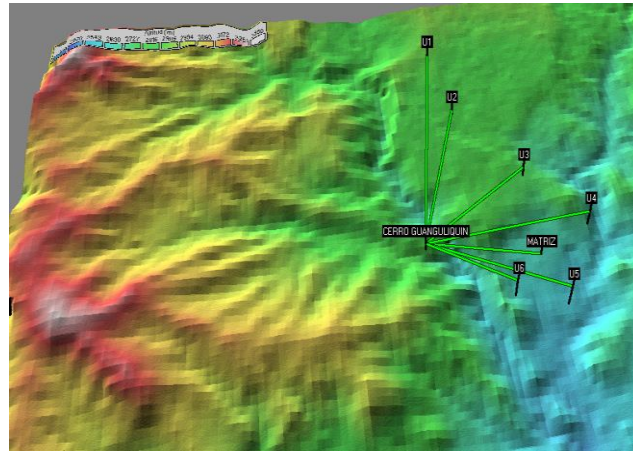


Figura 11: Vista 3D de los puntos más sobresalientes y ubicación de la BS.

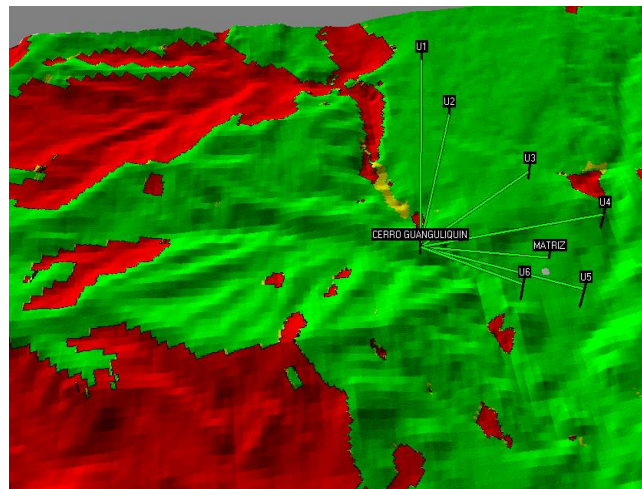


Figura 12: Gráfica de Cobertura de la BS en 3D.

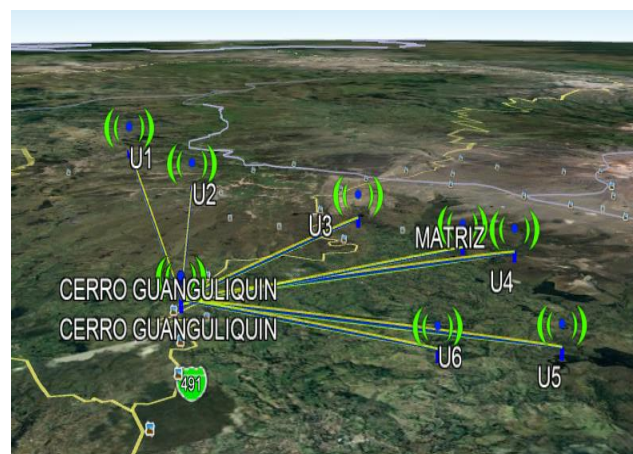


Figura 13: Enlaces entre de estación base, usuarios y backhaul en Google Earth.

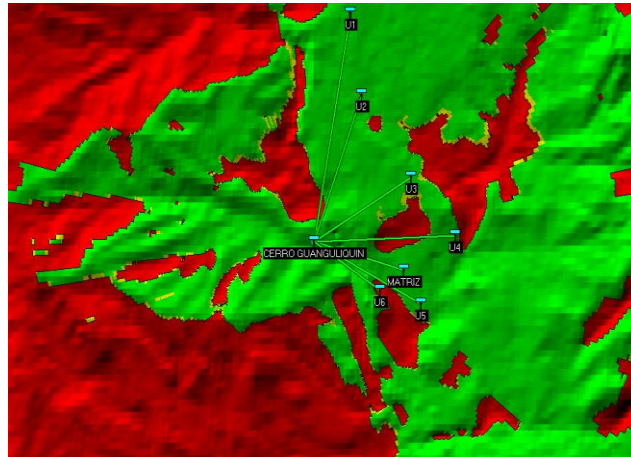


Figura 14: Gráfica de la cobertura final



Figura 15: Vista real de la Zona de Cobertura de la ciudad de Guaranda

Conclusiones

WiMAX hace uso de banda de frecuencias con y sin licencia. Las bandas sin licencia son de 3,5GHZ y 5,8GHZ y las bandas con licencias son de 2,4GHZ y 2,5GHZ actualmente esta tecnología se está extendiendo en la banda de frecuencias sin licencia.

WiMAX permite el despliegue de la red cubriendo extensas áreas a bajos costos, ofreciendo servicios de valor agregado a lugares suburbanos donde algunas tecnologías no pueden alcanzar por la dificultad de acceso.

La simulación mediante la herramienta Radio Mobile permite diagramar la cobertura del sistema, teniendo en cuenta las especificaciones de cada equipo usado en nuestro diseño. Para el diseño de

la red se escogió la estación base en el Cerro Guanguliquin ya que permite tener una cobertura total de la ciudad de Guaranda facilitando brindar el servicio triple play.

Es importante dicha herramienta y Google Earth para el diseño de los radioenlaces, ya que estos simulan las condiciones que pueden afectar la disponibilidad de un radioenlace, lo que permite obtener perfiles y cálculos con muy poco margen de error.

La zona de Fresnel es uno de los parámetros que nos muestra Radio Mobile, su análisis es importante ya que nos ayuda a verificar si puede o no existir un enlace óptimo entre dos puntos.

Los efectos causados por las variaciones del terreno se pueden observar en las simulaciones realizadas con el software Radio Mobile en el cual existen zonas en las que la cobertura será bastante buena y en otras debemos variar los parámetros para mejorar la cobertura.

Recomendaciones

Se recomienda tomar en cuenta los valores utilizados en las simulaciones, ya que son datos máximos y en la vida real no siempre se llega a ocuparlos. Estos valores varían dependiendo la distancia y los requerimientos del usuario.

Para realizar los enlaces punto a punto se debe crear un sistema particular para cada radioenlace ya que el nivel de potencia está en función a la distancia entre el emisor y el receptor, y depende de otros factores como el tipo de terreno.

Se recomienda en la implementación tener presente las normas vigentes por la empresa reguladora de las telecomunicaciones tanto en costos y control calidad al momento de distribuir el servicio.

Para poder realizar los radioenlaces lo más aproximado a la realidad se debe utilizar los diferentes patrones de radiación (.ANT), los cuales podemos descargarlos de la página oficial de UBIQUITI.

Referencias

1. AGUIRRE, JOSE EDUARDO. 2007. Principios Básicos en Capas de Red. [Consulta: 2017-08-15], Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos/redesinalam/redesinalam> 2015-09-16
2. ANALUISA MUSO, Jaime Daniel. Diseño de una red 4g long term evolution (lte) en redes móviles. (Tesis). Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones. Ambato-

- Ecuador. 2014. pp. 7-17. [Consulta: 2017-06-27] Disponible en: http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7796/1/Tesis_t905ec.pdf
3. 3. Asitimbay Regalado M. y González Cabrera I., Análisis de la calidad de servicios de las tecnologías CDMA 450 y WIMAX para la comunicación en las parroquias rurales de los cantones Azogues, Cañar y Déleg brindado por Corporación Nacional de Telecomunicaciones sucursal Cañar, Cañar-Ecuador, pp. 42-47, [Consulta: 2017-06-30], Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2199>.
 4. BUCALIMA Z. Santiago. Estudio y diseño de una red WiMAX para la ciudad de cuenca. (Tesis). Universidad de Cuenca. Facultad de Ingeniería. Maestría en Telemática. Cuenca-Ecuador. 2010. pp. 46-74 [Consulta: 2017-06-30], Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2555/1/tm4320.pdf>
 5. IEEE, T., STD, I., STANDARD, A. I., DIVISION, S. F., & ACCESS, M. WiMAX and the IEEE 802.16m Air Interface Standard. Forum American Bar Association, (April 2010), pp 1–8. [Consulta: 2017-07-07], Disponible en: http://www.wimaxforum.org/sites/wimaxforum.org/files/document_library/wimax_802.16m.pdf