ANÁLISIS, DISEÑO, SIMULACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN DE UN RADIO ENLACE PUNTO A PUNTO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE BELÉN DE UMBRÍA Y QUINCHÍA EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA

JORGE LUIS GALEANO VILLA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
PRÁCTICAS ACADÉMICAS

Pereira 2012

ANÁLISIS, DISEÑO, SIMULACIÓN Y PRESUPUESTACIÓN DE UN RADIO ENLACE PUNTO A PUNTO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE BELÉN DE UMBRÍA Y QUINCHÍA EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA

JORGE LUIS GALEANO VILLA

INFORME DE PRACTICA ACADÉMICA

TUTOR
INGENIERO CÉSAR AUGUSTO TABAREZ ISAZA
ESPECIALISTA EN REDES Y TELECOMUNICACIONES

UNIVERSIDAD CATOLICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
PRACTICAS ACADÉMICAS
PEREIRA RISARALDA
2012

ÍNDICE

1.	ΤÍΤ	TULO	8
2.	INT	FRODUCCIÓN	9
3.	PR	ESENTACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN	10
3	3.1	PRINCIPALES VIRTUDES	10
3	3.2	MISIÓN	11
3	3.3	VISIÓN	12
3	3.4	PRODUCTOS Y SERVICIOS	12
3	3.5	RED FIBRA ÓPTICA	12
3	3.6	RED INALÁMBRICA	12
4.	INT	TERVENCIÓN DE LA PRÁCTICA ACADÉMICA	13
4	4.1	DEFINICIÓN DE LÍNEAS DE INTERVENCIÓN	13
5.		SCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	
6.	JU	STIFICACIÓN	15
7.	ОВ	JETIVOS	16
7	7.1	OBJETIVO GENERAL	16
7	7.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
8.	MA	ARCO TEÓRICO	17
8	3.1	RADIO ENLACES PUNTO A PUNTO	17
8	3.2	RADIO ENLACES PUNTO A MULTIPUNTO	17
8	3.3	RADIO ENLACES MULTIPUNTO A MULTIPUNTO	18
8	3.4	MARCO NORMATIVO EN COLOMBIA	19
8	3.5	CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE ENLACES PUNTO A PUNTO	20
	8.5	5.1 ZONA DE FRESNEL	20
	8.5	5.2 INTERFERENCIA	21
	8.5	5.3 GANANCIA DE ANTENAS	22

9.	SIMULADORES	22
10.	. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	25
CC	DNCLUSIONES	35
BIE	BLIOGRAFÍA	36

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1Enlaces Punto a Punto	17
Ilustración 2Enlaces Punto Multipunto	18
Ilustración 3Línea de vista y No línea de vista	20
Ilustración 4Zona fresnel	20
Ilustración 5Ganancia de antena	22
Ilustración 6Ejemplo enlace con Radio Mobile	24
Ilustración 7Parametros de la Frecuencia	
Ilustración 8Nodo Piñales	25
Ilustración 9Parámetros de los Radios	26
Ilustración 10Ubicación quinchía	27
Ilustración 11Enlace - Piñales - Quinchia Obstruido	28
Ilustración 12Ubicacion el Tigre	28
Ilustración 13Enlace Piñales - Cerro el Tigre	29
Ilustración 14Google Earth Enlaces Compñetos	30
Ilustración 15Enlace Cerro el Tigre - Quinchia	30

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1Enlaces	29
Tabla 2Presupuesto de Nodos	31
Tabla 3Operación y mantenimieto	
Tabla 4Totales	
Tabla 5Presupuesto salto el tigre	
Tabla 6Nodo guinchía	

SINTESIS

RESUMEN	ABSTRACT		
	In the following report it can observe		
observar cómo a través de	through simulations recreate real		
simulaciones se recrean escenarios	scenarios for wireless solutions.		
reales para soluciones inalámbricas.			
	Design / Simulation / Wireless / Radio /		
Diseño/Simulación	Links		
/Inalámbrica/Radio/Enlaces			

1. TÍTULO

Análisis, Diseño, Simulación y Presupuestación de un radio enlace punto a punto entre los municipios de Belén de Umbría y Quinchía en el departamento de Risaralda, con el fin de dar servicio de internet a una radio base de telecomunicaciones y conectar instituciones educativas de Quinchía.

2. INTRODUCCIÓN

Este trabajo pretende aportar una solución de conectividad mediante un medio de transmisión de datos no guiado, a través del análisis con simuladores que pueden recrear escenarios con diferentes condiciones. A su vez con los resultados obtenidos realizar un presupuesto para determinar la viabilidad económica del proyecto.

Esto se hace por la motivación de la empresa en ampliar su cobertura en el departamento del Risaralda, interviniendo en proyectos de índole social para beneficiar con servicio de internet gratuito a instituciones educativas en su mayoría rurales.

Se ha realizado utilizando diferentes herramientas de licencias de uso gratuito, con el recurso de la georreferenciación y datos reales de equipos existentes en el mercado.

3. PRESENTACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

Media Commerce Telecomunicaciones es un Gran Operador Nacional de telecomunicaciones, que nació hace varios años en Barranquilla.

Comenzando como un proyecto casi familiar, transformándose al corto andaren una operación en constante crecimiento; adquiriendo pequeñas operaciones locales, desarrollando redes para carriers y operadores, pasando así a convertirse en la mayor red de fibra óptica de Colombia. Media Commerce Empresa al International es una perteneciente Telecommunications Holdings Ltd., el cual tiene inversiones en la India y EE.UU. Iniciando con grandes Centros de Gestión para el sector bancario y posteriormente adquiriendo y construyendo redes de fibra óptica en Colombia para el incursionar sector de las telecomunicaciones. en

Media Commerce Telecomunicaciones ha desarrollado importantes inversiones en infraestructura en su Red de fibra óptica, en protocolo Metro Ethernet IP, lo que permite prestar un servicio completamente compatible con las redes privadas de las empresas colombianas, con una cobertura tan amplia que permite decir con gran orgullo que se ha convertido en el mayor operador de telecomunicaciones en redes de fibra óptica de Colombia. Sin lugar a dudas, este desarrollo no es sólo tecnológico, sino también humano, pues contamos con un equipo humano altamente calificado y capacitado en los procesos de instalación, operación y mantenimiento de nuestra red, desde Riohacha hasta Ipiales.

3.1 Principales virtudes

- Conocer cada rincón del país, entender claramente las necesidades de personas y empresas, y en consecuencia, desarrollar soluciones reales y con los más altos estándares tecnológicos y de calidad de servicio.
- Estar interconectados principalmente por una Red propietaria a nivel interdepartamental, lo que unido los anillos locales, que permiten soluciones 100% propias, sin intermediarios.
- Contar con acuerdos múltiples de acceso a Internet, lo que asegura un doble respaldo en el acceso tanto nacional como internacional a la red mundial de internet.
- El crecimiento ha sido avalado por la confianza que han depositado en la empresa los principales operadores de telecomunicaciones de Colombia, al confiar sus desarrollos de redes en fibra óptica a nivel nacional.

3.2 Misión

Proporcionar soluciones innovadoras de comunicaciones a través del uso de la mejor tecnología disponible, anticipando y superando siempre las necesidades de nuestros clientes, desarrollando la mejor calidad y buscando la excelencia en la provisión del mejor servicio por medio de la preparación permanente de nuestro talento humano.

3.3 Visión

Posicionarnos para el año 2014, como la mejor alternativa en la provisión de servicios de comunicaciones por su calidad y sus innovaciones permanentes generando constantemente el mejor Valor Agregado.

3.4 Productos y servicios

Ha pasado de ser una empresa que solo vendía Datos e Internet a ofrecer soluciones Integrales de Telecomunicaciones

3.5 Red fibra óptica

Media Commerce Telecomunicaciones cuenta con la segunda mayor red de telecomunicaciones de Colombia; siendo la más grande en fibra óptica, de acuerdo con la información proporcionada por la CRC del Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones

3.6 Red inalámbrica

Como respaldo y abarcando zonas geográficas aisladas se ha desarrollado una extensa Red Inalámbrica, contando con 67 Radio Bases estratégicamente ubicadas, complementando la cobertura en fibra óptica y permitiendo atender requerimientos de segmentos PYME en todo el país.

4. INTERVENCIÓN DE LA PRÁCTICA ACADÉMICA

4.1 Definición de Líneas de Intervención

Línea de Intervención: Telecomunicaciones.

Ubicación de la práctica en el área de Proyectos Inalámbricos como Asistente de Proyectos Inalámbricos.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Media Commerce Telecomunicaciones incursiona activamente en proyectos estatales que buscan beneficiar con servicio de internet gratuito a entidades públicas, en este caso ha adquirido un compromiso con el ministerio de las tecnologías de la información y comunicaciones para prestar conectividad con una tasa de trasferencia mínima garantizada de 512 kbps a unas instituciones educativas de Risaralda aprovechando la infraestructura de red montada en el departamento.

Estas instituciones están ubicadas en todos los municipios, incluyendo Quinchía donde la empresa no posee cobertura actualmente y se hace necesario instalar una radio base la cual servirá de última milla para que los colegios puedan conectarse a la red. Para dar contenido de internet a este punto es necesario utilizar la tecnología inalámbrica con un modelo de comunicación punto a punto a través de un radio enlace desde el municipio de Belén de Umbría donde se encuentra ubicado un nodo de telecomunicaciones de la empresa.

6. JUSTIFICACIÓN

La implementación de ésta solución para llevar internet hasta Quinchía es muy importante porque en éste municipio se concentran varias instituciones educativas obligatorias a beneficiar, lo que ayudaría al buen desarrollo de las actividades propias de éstos y acercando las TICs a los estudiantes para que utilicen estos recursos necesarios en la educación de hoy en día. Además luego de concluir el proyecto la empresa contaría con más infraestructura de red propia que aumentaría las posibilidades de ofrecer otros servicios corporativos en el municipio y otros lugares aledaños.

Para el proyecto se analizó previamente que por las condiciones topográficas del terreno, la ubicación del nodo inicial, la distancia del municipio donde se requiere conectividad no se puede utilizar un medio cableado, ya sea cobre ó fibra óptica porque la inversión necesaria no es factible económicamente y difícil técnicamente.

Por su parte los enlaces inalámbricos son una alternativa económica, ideal para casos rurales donde es difícil implementar redes cableadas, además los equipos usados satisfacen los requerimientos técnicos de seguridad y ancho de banda, los radios trabajan en frecuencias no licenciadas y poco utilizadas lo que hace que la comunicación extremo a extremo sea confiable y de alta disponibilidad.

7. OBJETIVOS

7.1 Objetivo General

Realizar un estudio para la implementación de un Radio Enlace punto a punto a través de un simulador utilizando coordenadas geográficas y especificaciones técnicas reales para interconectar dos puntos ubicados entre los municipios de Belén de Umbría y Quinchía en Risaralda.

7.2 Objetivos Específicos

- Utilizar diferentes herramientas existentes en el mercado para trabajar con coordenadas geográficas y diseño de redes inalámbricas.
- Ubicar los mejores puntos geográficamente que permitan la instalación de los equipos de telecomunicaciones que integran un enlace inalámbrico.
- Simular los posibles puntos para analizar el comportamiento del enlace teniendo en cuenta parámetros reales de equipos como de los requerimientos del proyecto.
- Presupuestar toda la solución incluyendo otras obras adicionales necesarias para que un radio enlace funcione adecuadamente.

8. MARCO TEÓRICO

8.1 Radio Enlaces Punto a punto

Los enlaces punto a punto son conexiones entre dos extremos a través de ondas electromagnéticas que se propagan a través del aire y se usan generalmente para comunicar datos ó compartir una conexión a internet que hay en un lado hacia el otro, deben tener generalmente línea de vista entre los dos puntos.

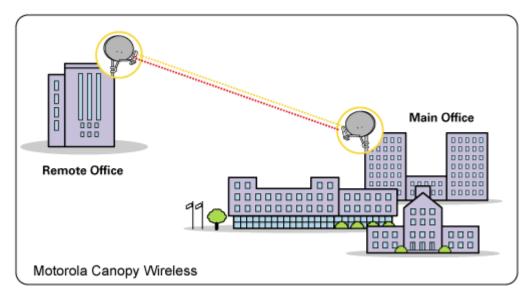


Ilustración 1Enlaces Punto a Punto

Fuente: (sedarcom.blogspot.com,2010)

8.2 Radio enlaces Punto a multipunto

El modelo Punto multipunto es comúnmente usado para compartir una conexión a varios nodos desde un punto central, Un ejemplo típico son las redes WiFi donde varias computadoras se conectan a un solo Acces Point.

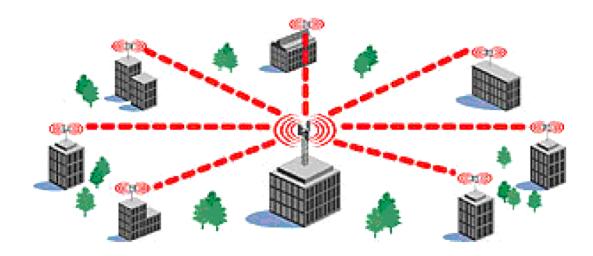


Ilustración 2Enlaces Punto Multipunto

Fuente (info-ab.uclm.es)

8.3 Radio enlaces multipunto a multipunto

El tercer tipo de diseño de red es el *multipunto a multipunto*, el cual también es denominado red *ad hoc* o en malla (*mesh*). En una red multipunto a multipunto, no hay una autoridad central. Cada nodo de la red transporta el tráfico de tantos otros como sea necesario, y todos los nodos se comunican directamente entre sí

El beneficio de este diseño de red es que aún si ninguno de los nodos es alcanzable desde el punto de acceso central, igual pueden comunicarse entre sí. Las buenas implementaciones de redes *mesh* son auto reparables, detectan automáticamente problemas de enrutamiento y los corrigen. Extender una red *mesh* es tan sencillo como agregar más nodos. Si uno de los nodos en la "nube" tiene acceso a Internet, esa conexión puede ser compartida por todos los clientes.¹

-

¹ Tomado de Proyecto de Grado: DISEÑO, SIMULACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIO ENLACE ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ALCALÁ Y ANSERMANUEVO (VALLE DEL CAUCA)

8.4 Marco Normativo en Colombia

El decreto 4949 de 2009, tiene por objeto la reglamentación de la habilitación general para la provisión de redes y/o servicios de telecomunicaciones y el Registro TIC; de acuerdo a lo establecido en los artículos 10 y 15 de La Ley 1341 de 2009.

La Resolución 689 de 2004 atribuyó unas bandas de frecuencias radioeléctricas para su libre utilización dentro del territorio nacional, mediante sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local, que utilicen tecnologías de espectro ensanchado y modulación digital, de banda ancha y baja potencia, en las condiciones establecidas por dicha resolución. El artículo 5º de la norma atribuyó las siguientes bandas de frecuencias para la operación de dichos sistemas inalámbricos de banda ancha y baja potencia²:

- a) Banda de 902 a 928 MHz
- b) Banda de 2.400 a 2.483,5 MHz
- c) Banda de 5.150 a 5.250 MHz
- d) Banda de 5.250 a 5.350 MHz
- e) Banda de 5.470 a 5.725 MHz
- f) Banda de 5.725 a 5.850 MHz

² Tomado de Proyecto de Grado:

DISEÑO, SIMULACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIO ENLACE ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ALCALÁ Y ANSERMANUEVO (VALLE DEL CAUCA)

8.5 Consideraciones de Diseño de enlaces Punto a Punto Al determinar que se realizará una solución inalámbrica rural se deben tener en cuenta los siguientes factores:

8.5.1 Zona de Fresnel

Las zonas de Fresnel son unos elipsoides concéntricos que rodean al rayo directo de un enlace radioeléctrico y que quedan definidos a partir de las posiciones de las antenas transmisora y receptora.

Lo ideal es librar como mínimo el 60% de esta zona para garantizar buenos parámetros de conexión.

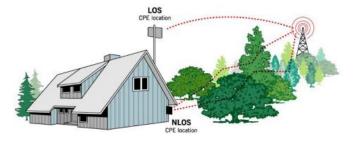
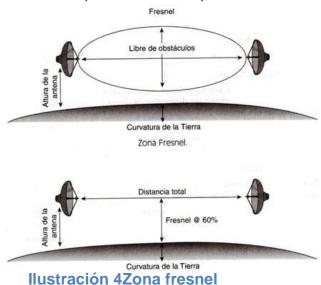


Ilustración 3Línea de vista y No línea de vista

Fuente (radioenlaces.es)



Fuente (CISCO, SYSTEM, 2006)

También cabe anotar que a distancias muy largas la curvatura de la tierra puede afectar por lo que es de considerar y lo simuladores pueden graficar este fenómeno.

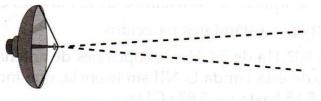
8.5.2 Interferencia

Las redes inalámbricas utilizan un espectro sin licencia, que permite a los clientes administrar sus propios productos e implementaciones. Esto hace que las WLAN³ sean escalables y fáciles de implementar e instalar. El inconveniente de utilizar un espectro sin licencia es que otros dispositivos también pueden utilizar las mismas frecuencias y, por tanto, afectarse mutuamente. Otros dispositivos que utilizan 2,4 ó 5 GHz, como los teléfonos inalámbricos, pueden tener un impacto independientemente del SSID y de las implementaciones WEP. Aunque WEP proporciona seguridad para los datos de la WLAN la propia señal de RF todavía está sujeta a la interferencia, porque se trata de una transmisión de capa 1⁴. La interferencia se puede evitar en la mayoría de los casos seleccionando productos que operen fuera de estos rangos. (CISCO, SYSTEM, 2006)

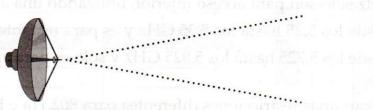
³ Sigla de Wireless Lan (Redes de área Local Inalámbrica)

⁴ Ha ce referencia a la Capa 1 del Modelo de OSI (Capa física)

8.5.3 Ganancia de antenas



Las antenas de alta ganancia tienen haces más estrechos y menos posibilidad de sufrir interferencias.



Las antenas de baja ganancia tienen haces más anchos y una mayor posibilidad de sufrir interferencias.

Ilustración 5Ganancia de antena

Fuente: (CISCO, SYSTEM, 2006)

La ganancia de una antena es, esencialmente una medida de lo bien que enfoca la energía de Radio Frecuencia irradiada en una dirección en particular. Para realizar esta medición hay varios métodos, en función del punto de referencia elegido. A fin de garantizar un conocimiento común, la unidad dBi se utiliza para especificar la medición de la ganancia⁵.

9. Simuladores

Para este proyecto se ha decidido utilizar la herramienta Radio Mobile por lo que solo se hablará de ella, pero cabe anotar que existen muchas soluciones en el mercado tanto libres como propietarias, tal caso para mencionar está el Link

_

⁵ Tomado de Proyecto de Grado: DISEÑO, SIMULACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIO ENLACE ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ALCALÁ Y ANSERMANUEVO (VALLE DEL CAUCA)

Planner (Motorola), Radwin Planner (Radwin) y otras que visitando sus páginas web se encontrará mas información.

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

Con el podemos realizar los cálculos y obtener todos los datos necesario para realizar radio enlaces funcionales y abandonar la tediosa tarea que resulta de hacerlo manualmente: conseguir las cartas topográficas e ir relevando todas las curvas de nivel que atraviesa nuestro enlace, para después recién poder empezar a considerar los demas aspectos operativos para un correcto enlace. El programa usa cartografía y mapas satélites, los que nos evita tener que por ej en Argentina estar utilizando cartas que tienen muchos decadas desde que se relevaron

El programa se encuentra destinado para un uso humanitario o amateur, sin embargo, después de años de desarrollo desinteresado por parte de su autor Roger Coudé alcanzo un grado de eficacia y excelencia comparable a los programas de simulación de radio enlaces de grandes marcas como Motorola que cuestan miles de dólares.

El programa permite dibujar la elevación en los mapas usando los datos SRTM descargados desde Space Shuttle Radar Terrain Mapping Mission, con la posibilidad de agregar los mapas de rutas y autopistas simultáneamente a los relieves del contorno, obviamente junto a las curvas de nivel.

El desempeño de cada unidad transmisora o receptora puede ser especificada detallando la potencia, sensibilidad, parámetros de la antena, Etc permitiendo analizar los enlaces entre las unidades. El patrón de cobertura puede analizarse individualmente para cada unidad en caso de ser necesario. Presenta la característica "Best Site" que nos sugiere los lugares de emplazamiento óptimos.

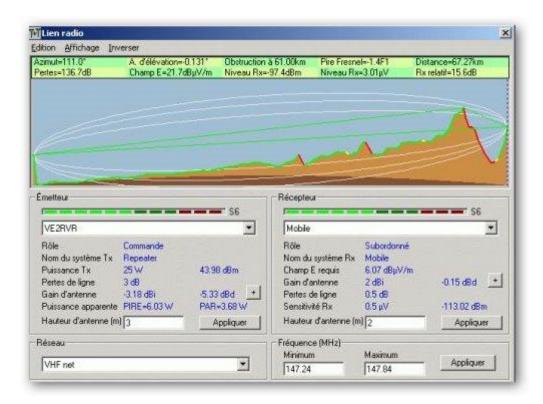


Ilustración 6Ejemplo enlace con Radio Mobile

Fuente (http://ayudaelectronica.com)

10. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Ubicación de Punto Inicial

Cerro Piñal 5°11'29.20"N 75°51'18.10"W



Ilustración 7Nodo Piñales

Fuente: Elaboración propia

Configuración Parámetros Radio Mobile

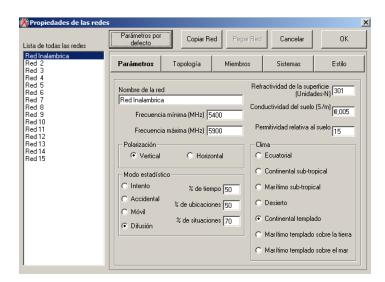


Ilustración 8Parametros de la Frecuencia

Fuente: Elaboración propia

Se con figura una Frecuencia Máxima de 5,9 Ghz y mínima de 5,4 Ghz ya que se trabajará en Bandas Libres ya que pueden trabajar perfectamente en ambientes rurales donde no hay saturación del espectro electromagnético y sería menos costoso porque no hay que pagar licencias al ministerio (TIC) por su uso.

También se configuran los datos del clima que para este caso es continental templado por el sector.

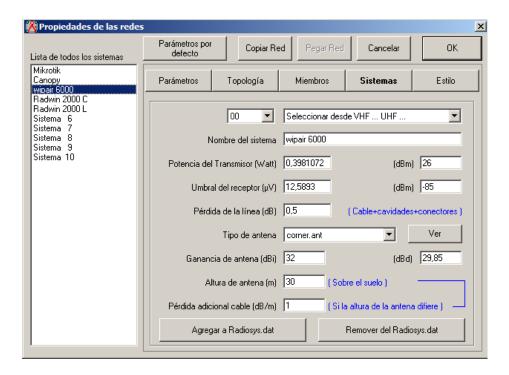


Ilustración 9Parámetros de los Radios

Fuente: Elaboración propia

Configuración de los Radios a utiliza en el enlace, con potencia de salida 26 dbm, Sensibilidad mínima de -85 dbm y Ganancia de antena 32 dbi (Parámetros

Típicos del los radios).

Se ha elegido ésta marca por las siguientes características:

Radios Waveip Serie WipAir para los enlaces de interconexión entre nodos a la red⁶.

⁶ El Datasheet puede en contrarse en la siguiente página http://www.waveip.com/WipAirSeries.htm

Performance Radio

- Throughput 200 Mbps (100 Mbps Full Duplex)
- Mejor Latencia 1ms tipico.
- Hasta 40 Km antenas integradas.
- Configurable ancho de banda de canal 5 / 10 / 20 / 40 MHz
- Dinámico o simétrico up/downstream throughput.
- 128-bit AES encripcion & MAC level autenticación.
- Gestión WEB, EMS, SNMP y Telnet .

Además de brindar estabilidad a la red son de un precio razonable.

Ubicación en Quinchía



Ilustración 10Ubicación quinchía

Fuente: Elaboración propia

Enlace directo Piñales - Quinchía

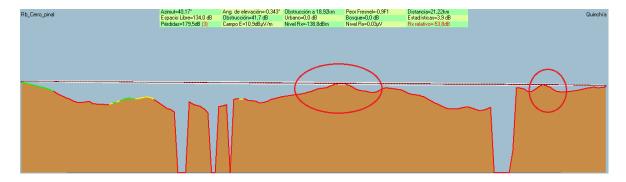


Ilustración 11Enlace - Piñales - Quinchia Obstruido

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar no hay línea de vista directa, por lo que se debe hacer un salto en la parte más alta de obstrucción que es el primer círculo rojo. Lo interesante del simulador es que al pararnos allí se puede apreciar la coordenada y ubicarla en Google Earth.



Ilustración 12Ubicacion el Tigre

Fuente: Elaboración propia Google earth

Denominado así por el nombre del sector hacia las afueras del municipio de Anserma

Coordenadas 5°15'57.20"N 75°47'9.00"W Simulaciones puntos ubicados

Enlaces

	Dirección	Coordenadas	Distancia Enlace	
Cerro Piñal		5°11'29.20"N 75°51'18.10"W		
POSIBLE_SALTO	Cerro el Tigre	5°15'57.20"N 75°47'9.00"W	11,3 km	
Quinchía		5°20'13.70"N 75°43'45.50"W		10,1 km

Fuente: Elaboración propia

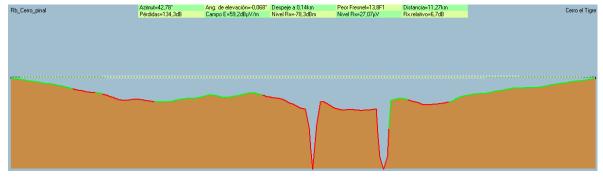
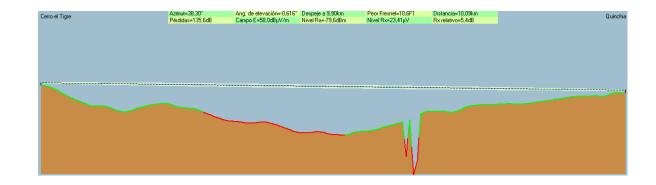


Ilustración 13Enlace Piñales - Cerro el Tigre

Fuente: Elaboración propia

Altura torre Piñales 25 metros, Altura torre del tigre 30 metros



Fuente: Elaboración propia

Altura Torre tigre 30 metros, Altura Torre Quinchia 30 metros

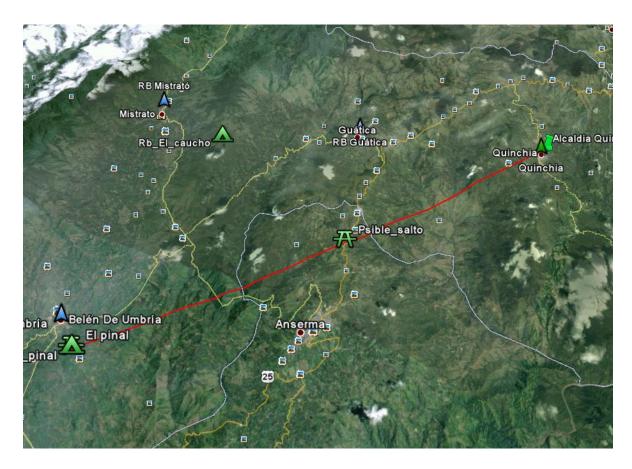


Ilustración 15Google Earth Enlaces Compñetos

Fuente: Elaboración propia Google earth

Presupuesto

Inversión Nodos

Presupuesto de Nodos

	INVERSION NODOS					
Nones	NODO INICIAL		RADIOS BASES PRIMARIAS			TOTAL
NODOS	CANT	INV	CANT	INV	UTLIMA MILLA F.O.	1017.2
		\$		\$		\$
Posible Salto		-	1	60.760.376		60.760.376
Quinchia		\$ -	1	\$ 55.312.622		\$ 55.312.622
		\$		\$	\$	\$
	-	-	2	116.072.999	-	116.072.999
		\$		\$		\$
		-		116.072.999		116.072.999

Fuente: Elaboración propia

Operación y Mantenimiento

Tabla 3Operación y mantenimieto

C			
4.800.000	-	3%	
SERVIDUMBRES	SERV. PUBLICOS	RESPUESTOS RB	TOTAL
4.800.000	-	1.822.811	\$ 6.622.811
4.800.000	-	1.659.379	\$ 6.459.379
9.600.000	-	3.482.190	13.082.190
9.600.000	-	3.482.190	\$ 13.082.190

Fuente: Elaboración propia

No se presupuesta servicios públicos ya que en el canon de arrendamiento del predio son incluidos

Total solución

Tabla 4Totales

Subtotal Salto

Subtotal Nodo Quinchia

Subtotal

Total

Fuente: Elaboración propia

TOTAL				
\$ 67.383.187				
\$ 61.772.001				
\$ 129.155.188				
\$ 129 155 188				

Detallado Presupuesto⁷

Tabla 5Presupuesto salto el tigre

NODO INTECONEXIÓN					
	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	SUBTOTAL		
Torre 30mts	1	\$7.500.000	\$7.500.000		
Radio Waveip 6000	2	\$5.984.440	\$11.968.880		
Gabinete de Intemperie 2.1mts	1	\$1.500.000	\$1.500.000		
Baterias 12v 100 Ah	4	\$550.000	\$2.200.000		
Inversor xverter 2024	1	\$2.300.000	\$2.300.000		
Switch 24 puertos admon	1	\$600.000	\$600.000		
Cable exterior blindado	300	\$1.500	\$450.000		
conectores rj45 blindados	20	\$1.300	\$26.000		
Modulo snmp	1	\$270.000	\$270.000		
Base 2 baterias	2	\$150.000	\$300.000		
Bandeja 19"	3	\$40.000	\$120.000		
Organizador horizontal	2	\$42.571	\$85.142		
Amarras plasticas	120	\$41	\$4.920		
Patch cord UTP	18	\$3.723	\$67.014		
Multitoma 110v	2	\$102.460	\$204.920		
Materiales Electricos	1	\$800.000	\$800.000		
Paneles Solares	1	\$22.000.000	\$22.000.000		
SUBTOTAL EQUIPOS	\$50.396.876				
iva		16%	\$8.063.500		
TOTAL EQUIPOS Y	\$ 58.460.376,16				
LISTADO DE MANO DE OBRA Y OTROS REQUERIMIENTOS					
Mano de Obra Instalacion PTP	1	\$1.000.000	\$1.000.000		
Adecuacion Electrica	1	\$1.300.000	\$1.300.000		
SUBTOTAL MANO DE OBRA Y OTROS REQUERIMIENTOS \$2.300.000					
TOTAL RADIO BASE I	NTERCON	EXIÓN	\$60.760.376		

⁷ Valores Sacados de cotizaciones manejadas por Media Commerce

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6Nodo quinchía

RADIO BASE PRIMARIA						
		VALOR UNITARIO	SUBTOTAL			
Torre 30mts	1	\$7.500.000	\$7.500.000			
Radio Base 360 motorola	1	\$17.303.661	\$17.303.661			
Radio Waveip 6000	2	\$5.984.440	\$11.968.880			
Gabinete de Intemperie 2.1mts	1	\$1.500.000	\$1.500.000			
Baterias 12v 100 Ah	4	\$550.000	\$2.200.000			
Inversor xverter 2024	1	\$2.300.000	\$2.300.000			
Switch 24 puertos admon	1	\$600.000	\$600.000			
Cable exterior blindado	300	\$1.500	\$450.000			
conectores rj45 blindados	20	\$1.300	\$26.000			
Modulo snmp	1	\$270.000	\$270.000			
Base 2 baterias	2	\$150.000	\$300.000			
Bandeja 19"	3	\$40.000	\$120.000			
Organizador horizontal	2	\$42.571	\$85.142			
Amarras plasticas	120	\$41	\$4.920			
Patch cord UTP	18	\$3.723	\$67.014			
Multitoma 110v	2	\$102.460	\$204.920			
Materiales Electricos	1	\$800.000	\$800.000			
iva		16%	¥333333			
SUBTO	\$ 45.700.536,50					
iva		16%	\$7.312.086			
TOTAL EQUIPOS Y	\$ 53.012.622,34					
LISTADO DE MANO DE OBRA Y OTROS REQUERIMIENTOS						
Mano de Obra Instalacion PTP		\$1.000.000	\$1.000.000			
Adecuacion Electrica	1	\$1.300.000	\$1.300.000			
TOTAL MANO DE OBRA Y O	\$2.300.000					

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Es de gran ayuda para realizar soluciones inalámbricas el análisis y simulaciones previas con software, puesto que se pueden validar inconvenientes
- En todo proyecto es necesario hacer un presupuesto de acuerdo a los diseños de la solución para determinar la factibilidad de un proyecto.
- Los simuladores pueden reproducir varios escenarios dependiendo de los parámetros que se le incluyan pero al contrastar con la realidad pueden surgir problemas que no se tenían previstos.

BIBLIOGRAFÍA

MOROCHO, Marco, LUDEÑA, Patricia sig.utpl.edu.ec/sigutpl/staftpro/sig/**radioenlace**.PDF

ESCUDERO, Alberto http://www.it46.se/courses/wireless/materials/es/09_Simulacion-Redes/09 es simulacion-redes-inalambricas presentacion vXX.pdf

HAYKIN, Simon, VAN VENN, Barry, Signals and Systems, 756

(Rentería, 2011) DISEÑO, SIMULACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIO ENLACE ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ALCALÁ Y ANSERMANUEVO (VALLE DEL CAUCA)