

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS

Trabajo de fin de carrera titulado:
**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR
CONECTIVIDAD ENTRE LA MATRIZ DE LA EMPRESA COMISARIATO
FAMILIAR UBICADA EN LA CIUDAD DEL COCA CON SU SUCURSAL DE SAN
SEBASTIÁN DEL COCA (CAÑÓN).**

Realizado por:
CHRISTIAN RICARDO SUÁREZ SUÁREZ

Director del proyecto:
Ing, Sebastián Grijalva, MSC

Como requisito para la obtención del título de:
**INGENIERO DE SISTEMAS EN INFORMÁTICA Y REDES DE
INFORMACIÓN**

QUITO, JUNIO DEL 2015

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, CHRISTIAN RICARDO SUÁREZ SUÁREZ, con cédula de identidad # 171774952-5, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Christian Ricardo Suárez Suárez

C.C.: 171774952-5

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR
CONECTIVIDAD ENTRE LA MATRIZ DE LA EMPRESA COMISARIATO
FAMILIAR UBICADA EN LA CIUDAD DEL COCA CON SU SUCURSAL DE SAN
SEBASTIÁN DEL COCA (CAÑÓN).”**

Realizado por:

CHRISTIAN RICARDO SUÁREZ SUÁREZ

como Requisito para la Obtención del Título de:

**INGENIERO DE SISTEMAS EN INFORMÁTICA Y REDES
DE LA INFORMACIÓN**

ha Sido dirigido por el profesor

Ing, Sebastián Grijalva, MSC

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

Sebastián Grijalva

DIRECTOR

PROFESOR INFORMANTE

Ing, Sebastián Grijalva, MSC

Después de revisar el trabajo presentado,
lo ha calificado como apto para su defensa oral ante
el tribunal examinador

Ing, Daniel Ripalda, MSC

Quito, junio de 2015

DEDICATORIA

A DIOS que me dió la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

A mis padres por ser mis pilares más importantes en mi vida, demostrándome siempre su amor, cariño y sacrificio incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, abuelos y padres, por la confianza que me han brindado, a quienes debo este triunfo profesional, por todo su trabajo y dedicación para darme una formación académica.

A la Universidad Internacional SEK, por su esfuerzo de formar profesionales íntegros

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN JURAMENTADA.....	III
DECLARATORIA.....	IV
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTOS	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
RESUMEN.....	XVI
PALABRAS CLAVE	XVI
SUMARY	XVII
KEY WORDS	XVII
CAPÍTULO I.....	2
INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1.1 Planteamiento del Problema.....	2
1.1.1.1 Objetivo general	2
1.1.1.2 Objetivos específicos.....	2
1.1.2 Justificación.....	3
1.2 MARCO TEÓRICO	3
1.2.1 Redes de computación.....	3
1.2.2 Red inalámbrica.....	5
1.2.3 Estándares y protocolos de redes.....	6
1.2.3.1 Modelo TCP/IP.....	6

1.2.3.2 Estándares WI-FI.....	7
1.2.4 Cálculo de la longitud de onda.....	8
1.2.5 Factor K: Radio Equivalente de la Tierra.....	8
1.2.6 Cálculo del radio de Fresnel.....	9
1.2.7 Pérdida en el espacio libre.....	10
1.2.8 Pérdidas por hidrometeoros.....	11
1.2.9 Umbral del Receptor	12
1.2.10 Margen de Desvanecimiento	12
1.2.11 Medios de transmisión	13
1.2.11.1 Par trenzado	13
1.2.11.2 Antenas.....	14
1.2.11.3 WIMAX.....	14
1.2.11.4 AirMax	14
1.2.11.5 AirMax 2x2 PtP Dish Antenna.....	15
CAPÍTULO II.....	16
MÉTODO.....	16
2.1 ANÁLISIS.....	16
2.1.1 Estudio Preliminar.....	16
2.1.1.1 Descripción de la Empresa	16
2.1.1.2 Estado actual de las agencias.....	17
2.1.1.3 Agencia Matriz	18
2.1.1.4 Agencia Sucursal.....	19
2.1.1.5 Análisis del consumo del ancho de banda.....	19
2.1.1.6 Análisis FODA.....	20
2.1.1.7 ESTUDIO FACTIBILIDAD	22
2.1.1.8 Factibilidad Operativa	22
2.1.1.9 Tipo de Investigación	22
2.1.1.10 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
2.1.1.11 Fuentes de investigación.....	23
2.1.1.12 Análisis de los resultados	23
2.1.1.13 Conclusiones de las entrevistas	24
2.1.1.14 Factibilidad Técnica o Tecnológica.....	27

2.1.1.15 Factibilidad Económica	28
2.1.1.16 Inversión Utilizada Para La Implementación	29
2.2 DISEÑO	29
2.2.1 Diseño del enlace punto a punto.....	29
2.2.2 Esquema general del enlace.	30
2.2.3 Diagrama general del enlace de datos punto a punto.	30
CAPÍTULO III	32
RESULTADOS	32
3.1 CONSTRUCCIÓN	32
3.1.1 Ubicación geográfica y vista panorámica del radioenlace Matriz-Sucursal	32
3.1.2 Cálculos del radioenlace.....	33
3.1.2.1 Primera zona de fresnel	33
3.1.2.2 Altura Línea de vista	33
3.1.2.3 Radio de la primera zona de fresnel	34
3.1.2.4 Límite Superior zona de fresnel	34
3.1.2.5 Límite Inferior zona de fresnel	34
3.1.2.6 Atenuación de cables.....	34
3.1.2.7 Ganancia de las antenas.....	35
3.1.2.8 Pérdidas por espacio libre.....	35
3.1.2.9 Disponibilidad por lluvia.....	35
3.1.2.10 Atenuación por lluvia	36
3.1.2.11 Potencia por recepción	36
3.1.2.12 Cálculo de potencia de transmisión final.....	36
3.1.2.13 Simulaciones de la primera zona de fresnel	36
3.1.2.14 Resumen de requerimientos mínimos de los equipos.....	38
3.1.2.15 Equipos a adquirir para el proyecto.....	38
3.2 IMPLEMENTACIÓN	39
3.2.1 Configuraciones para implementación de equipos radioenlaces.....	39
3.2.1.1 Configuración equipo radioenlace agencia matriz	39
3.2.1.2 Configuración equipo radioenlace agencia Sucursal.....	42
3.2.2 Pruebas de implementación.....	45

3.2.2.1 Pruebas con comandos ping	45
3.2.2.2 Medición del ancho de banda del canal.....	46
3.2.2.3 Pruebas de transferencia de archivos entre agencias	47
3.2.2.4 Análisis del autor sobre el rendimiento de la solución escogida.....	48
CAPÍTULO IV.....	49
DISCUSIÓN	49
4.1 CONCLUSIONES	49
4.2 RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ecuación línea de vista.	10
Tabla 2. Ecuación Pérdidas por espacio libre.....	10
Tabla 3. Coeficientes k y α para distintos valores de frecuencia.	11
Tabla 4. Ecuación de desempeño del sistema.....	12
Tabla 5. Empleados de la Empresa Comisariato Familiar.	17
Tabla 6. Recursos técnicos de acceso a la red LAN en la Matriz	18
Tabla 7. Recursos técnicos de acceso a la red LAN en la Sucursal	19
Tabla 8. Valores de ancho de banda de los servicios de red de la Empresa.....	19
Tabla 9. Cálculo del ancho de banda por servicio.....	20
Tabla 10. Recursos personales utilizados en el proyecto.	21
Tabla 11. FICHA DE OBSERVACIÓN	26
Tabla 12. Costo de la Mano de Obra del Proyecto.....	28
Tabla 13. Costo de inversión para la puesta en marcha del proyecto.....	29
Tabla 14. Alturas y distancias para el cálculo del radioenlace.	33
Tabla 15. Datos Estimados para el cálculo de la primera zona de fresnel.	33
Tabla 16. Cálculo de la disponibilidad de lluvia.	35
Tabla 17. Resultados obtenidos de los cálculos del radio enlace.	38
Tabla 18. Resumen de características de los equipos del enlace.....	39
Tabla 19. Resumen de configuración inalámbrica relevante.....	40
Tabla 20. Resumen de configuración de red relevante del radio en la Matriz.	40
Tabla 21. Resumen de configuración de servicios relevante del radio en la Matriz. ...	42

Tabla 22. Resumen de configuración inalámbrica relevante.....	43
Tabla 23. Resumen de configuración de red relevante del radio en la Matriz.	44
Tabla 24. Direcciones IP utilizadas en las pruebas y resultado obtenido.....	46
Tabla 25. Direcciones IP utilizadas en las pruebas y resultado obtenido.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ejemplo de una configuración de red LAN	4
Figura 2. Capas que conforman el modelo TCP/IP	7
Figura 3. Zona de Fresnel.....	9
Figura 4. Cable UTP de transmisión conformado por pares tranzados.	14
Figura 5. Ubicación física de las agencias.....	18
Figura 6. Esquema físico del enlace de Datos entre ambas localidades.....	30
Figura 7. Esquema detallado del enlace de Datos punto a punto.	30
Figura 8. Vista panorámica con línea de vista radioenlace Matriz-Sucursal.	32
Figura 9. Simulación del radioenlace con la aplicación Ligowave.	37
Figura 10. Simulación del radioenlace con la aplicación Radio Mobile.....	38
Figura 11. Pestaña PRINCIPAL de la configuración Radio Matriz.....	39
Figura 12. Pestaña WIRELESS de la configuración Radio Matriz.....	40
Figura 13. Pestaña NETWORK de la configuración Radio Matriz.	40
Figura 14. Pestaña ADVANCED de la configuración Radio Matriz.	41
Figura 15. Pestaña SERVICES de la configuración Radio Matriz.	42
Figura 16. Pestaña PRINCIPAL de la configuración Radio Sucursal.....	42
Figura 17. Pestaña WIRELESS de la configuración Radio Sucursal.....	43
Figura 18. Pestaña NETWORK de la configuración Radio Sucursal.	44
Figura 19. Pestaña ADVANCED de la configuración Radio sucursal.....	44
Figura 20. Pestaña SERVICES de la configuración Radio Sucursal.	45

Figuras 21 y 22. Pruebas de transmisión con el comando Ping desde una PC de la Sucursal al radio de la Matriz y desde una PC de la Matriz al radio de la Sucursal. ...	45
Figuras 23 y 24. Pruebas de transmisión entre una estación de trabajo de la LAN en la Matriz y una caja registradora en la Sucursal con envíos de 32 bytes y 2000 bytes. ...	46
Figuras 25. Pruebas de comprobación del ancho de banda.	47
Figuras 26 y 27. Pruebas de copia de un archivo de 1 GByte.	47
Figura 28. Fotografías agencia matriz.	53
Figura 29. Fotografías agencia sucursal	54
Figura 30. Factura de la implementación del proyecto.	55

RESUMEN

La empresa COMISARIATO FAMILIAR requería solventar la inexistencia de un manejo unificado del sistema de facturación y stock entre las agencias, por lo cual necesitó implementar un enlace de datos que cumpla con sus requerimientos de transporte de información que le permita reducir los costos operativos, obteniendo ventajas competitivas. El proyecto se inició con el levantamiento de información y análisis de la situación actual de la empresa, identificando las principales necesidades y requerimientos. Se determinó la selección de un enlace punto a punto mediante los estudios de factibilidad técnica, económica y operativa, planteando como la solución más óptima un sistema de comunicación inalámbrica en banda libre. Se realizó los diseños físicos y lógicos del enlace punto a punto que llevó al dimensionamiento de los equipos necesarios gracias a simulaciones y cálculos matemáticos. Luego de su implementación, se realizaron pruebas y análisis de los resultados obtenidos, donde se concluyó que el enlace opera de manera óptima y satisface los requerimientos de la empresa.

PALABRAS CLAVES

Enlaces de radio, redes inalámbricas, transmisión de datos, punto a punto, banda libre.

SUMARY

The "Comisariato Familiar" company required to satisfies the absence of an unified management to application of stocks and billing between their agencies, whereby they need implement a data link that satisfies their requirements of information transport, that allow them to reduce operating costs, getting competitive advantages. The thesis began with the compilation of information and analysis of the current situation of the company, identifying the main needs and requirements. The selection of a point-to-point data link was determined by technical, financial and operational feasibility studies, proposing as the best solution a free frequency wireless communication system. It was performed physical and logical design of point-to-point data link, which led to the sizing of the necessary equipment through simulations and mathematical calculations. Finally implemented it, testing and analysis were performed of results where It concluded that data link operate optimally and satisfies the requirements of company.

KEY WORDS

Radio links, wireless networks, data transmission, point-to-point, free frequency.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1 Planteamiento del Problema

En la empresa COMISARIATO FAMILIAR no existe un sistema de conexión entre su matriz y su sucursal San Sebastián del Coca (Cañón) lo cual dificulta la comunicación entre ambas y el manejo de datos de manera unificada.

1.1.1.1 Objetivo general

Diseñar e implementar un enlace de datos para brindar conectividad entre la matriz ubicada en la ciudad del Coca, con sucursal ubicada en San Sebastián del Coca (Cañón), para obtener conectividad entre ambas, y el manejo de información empresarial de manera unificada en la empresa COMISARIATO FAMILIAR.

1.1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento del estado actual y factibilidad de los recursos tecnológicos para la empresa Comisariato Familiar.
- Realizar análisis y simulaciones de conectividad para el enlace punto a punto entre la matriz y la sucursal.
- Determinar el equipamiento y los recursos técnicos necesarios para la implementación del radioenlace.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

- Diseñar e implementar el enlace punto a punto para satisfacer los requerimientos de conexión entre las agencias.
- Documentar los resultados obtenidos de las pruebas y eficiencia del enlace punto a punto entre la sucursal y la matriz.

1.1.2 Justificación

El presente estudio ha determinado que la empresa Comisariato Familiar requiere optimizar los canales de comunicación para la mejora de los procesos de comercialización, haciendo uso del diseño e implementación de un enlace de datos para brindar conectividad entre la matriz de la empresa comisariato familiar ubicada en la ciudad del Coca con sucursal en San Sebastián del Coca (cañón); optimizando el tiempo de respuesta, obteniendo información fidedigna en cuanto al inventario, información de empleados y actualización de precios, accediendo a los datos almacenados en el servidor de la matriz, mejorando el servicio al cliente, reduciendo costos y tiempo de traslado de la matriz a su sucursal referentes a cambios de políticas e inventarios.

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 Redes de computación

Red de computadoras, es una colección interconectada de computadoras autónomas. Dos computadoras se consideran interconectadas cuando son capaces de intercambiar información. Una red en general es un sistema de transmisión de datos que permite el intercambio de información entre dispositivos electrónicos (computadores) que toman el nombre de HOST. El HOST es todo dispositivo electrónico (computador) conectado a una red.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

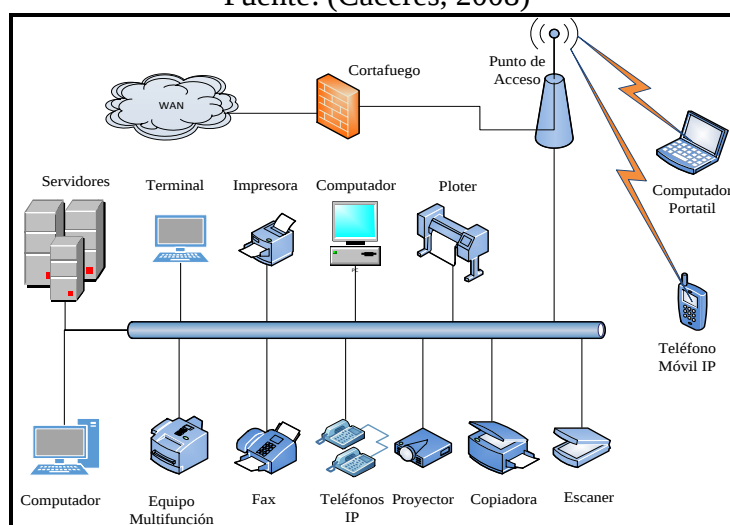
La transmisión de datos se produce a través de un medio de transmisión o combinación de distintos medios: cables de par trenzado, cables coaxiales, cables de fibra óptica, tecnología inalámbrica, enlace bluetooth, enlace infrarrojo, enlace vía satélite.

De acuerdo a la extensión geográfica las redes se clasifican en LAN, MAN o WAN. En este proyecto solo utilizaremos la red LAN:

La Red de Área Local o LAN por sus siglas en inglés (Local Area Network) la conforman un grupo de equipos que conforman la misma organización y están conectados dentro de un área geográfica pequeña mediante una red, por lo general con la misma tecnología (la más utilizada es Ethernet).

La red de área local es una de las configuraciones más simple, La velocidad de transferencia de datos en una red de área local puede alcanzar desde 10 Mbps hasta 1 Gbps, estas pueden estar conformadas por 100 usuarios pero pueden alcanzar hasta 1000.

Figura 1 Ejemplo de una configuración de red LAN
Fuente: (Cáceres, 2008)



1.2.2 Red inalámbrica

Una Red inalámbrica según (Zavala, 2010).

Es una red en la que dos o más dispositivos tales como ordenadores portátiles, celulares, etc., se pueden comunicar sin la necesidad de conectarlos con cables. En las redes inalámbricas, se utiliza el término movilidad debido a que los usuarios pueden mantenerse conectados a la red cuando se desplazan dentro de una determinada área geográfica. Dichas redes se enlazan mediante ondas electromagnéticas (radio e infrarrojo) en lugar de cables.

Existen muchas tecnologías las cuales se diferencian por la frecuencia de transmisión que utilizan, por el alcance y por la velocidad de sus transmisiones.

La red inalámbrica puede realizar las mismas tareas que una red alámbrica, conectar equipos formando redes de computadoras pero sin la necesidad de cables.

Mediante éstas se puede acceder a otras computadoras, bases de datos e Internet, para las Wireless LAN, al no poseer cables les brinda a los usuarios una mayor movilidad sin perder la conexión.

Ventajas de las redes inalámbricas

- Estar basada en estándares y contar con certificación Wi-Fi.
- Instalación simple.
- Robusta y confiable.
- Escalabilidad.
- Facilidad de uso.
- Servidor Web para una administración más fácil.
- Seguridad.

Las desventajas de las redes inalámbricas se sustentan fundamentalmente en la incorrecta utilización de los estándares de transmisión, el proceso de obtención de licencias para el uso del espectro radioeléctrico, otras desventajas de estos sistemas son las interferencias electromagnéticas, la diferencia de velocidad con respecto a las redes alámbricas y su seguridad ya que esta es una señal que viaja por el aire y por lo tanto es más susceptible a infiltraciones (ASK US ANYTHING, 2014).

1.2.3 Estándares y protocolos de redes.

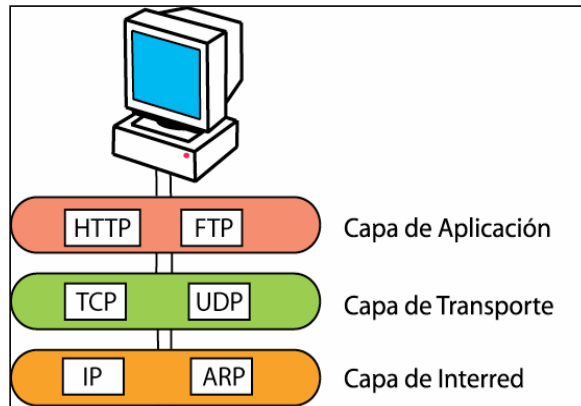
Además del hardware, que garantiza la conectividad y el intercambio de las señales de soporte físico o de ondas, es necesario utilizar normas de comunicación. Estos protocolos permiten dar un sentido a la señal que circula entre las estaciones de trabajo y administrar el acceso al soporte compartido.

1.2.3.1 Modelo TCP/IP

El modelo TCP/IP no es un estándar internacional, y su definición varía. No obstante es el modelo más utilizado en internet. Este modelo partió primeramente de los protocolos y luego se plantearon sus especificaciones. De tal forma, que el modelo TCP/IP únicamente es aplicable para la pila de protocolos TCP/IP pero no es válido para nuevas redes.

Según (Gómez, 2011) una manera de mirar al modelo TCP/IP es pensar en una persona que entrega una carta en un edificio de oficinas. Va a tener que interactuar primero con la calle (capa física), poner atención al tráfico de la misma (capa de enlace), doblar en los lugares correctos para conectarse con otras calles y arribar a la dirección correcta (capa Internet), ir al piso y oficina correcta (capa transporte) y finalmente encontrar el destinatario o recepcionista que puede recibir la carta (capa de aplicación). Una vez entregada la carta, el mensajero queda libre. El modelo TCP/IP tiene únicamente 3 capas (ver Figura 2):

Figura 2. Capas que conforman el modelo TCP/IP
Elaborado por: Christian Suárez.



1.2.3.2 Estándares WI-FI

Wi-Fi Alliance (Lara, 2010) o Wi-Fi es un sistema de envío de datos sobre redes computacionales que utiliza ondas de radio en lugar de cables, Wi-Fi es una organización comercial sin ánimos de lucro que adopta y prueba que los equipos cumplen los estándares 802.11, además certifica la interoperabilidad de productos IEEE 802.11. En el ámbito comercial los sub estándares de Wi-Fi que actualmente más se están explotando son: 802.11b, 802.11g y 802.11n. En el caso del proyecto se utilizó el estándar 802.11a.

La revisión 802.11a fue aprobada en 1999, opera en la banda de 5 GHz y utiliza 52 subportadoras orthogonal frequency-division multiplexing (OFDM) con una velocidad máxima de 54 Mbit/s, lo que lo hace un estándar práctico para redes inalámbricas con velocidades reales de aproximadamente 20 Mbit/s. La velocidad de datos se reduce a 48, 36, 24, 18, 12, 9 o 6 Mbit/s en caso necesario. 802.11a tiene 12 canales sin solapa, 8 para red inalámbrica y 4 para conexiones punto a punto.

1.2.4 Cálculo de la longitud de onda

La longitud de onda es la distancia real que recorre una perturbación (una onda) en un determinado intervalo de tiempo. Ese intervalo de tiempo es el transcurrido entre dos máximos consecutivos de alguna propiedad física de la onda.

Fórmula de cálculo de la pérdida en el espacio libre
Fuente: (Coimbraweb.com, 2010)

$$\lambda = c / f$$

λ = longitud de onda
f = frecuencia

1.2.5 Factor K: Radio Equivalente de la Tierra

En un radioenlace el haz electromagnético se curva como consecuencia del fenómeno de refracción troposférica, ello provoca que la trayectoria del rayo no sea rectilínea, lo que a su vez obliga a variar ligeramente el apuntamiento de las antenas en el plano vertical. Por un lado la curvatura terrestre contribuye a aumentar la altura efectiva de los obstáculos y por otro, el fenómeno de refracción troposférica contribuye en condiciones de atmósfera estándar ($k = 4/3$) a disminuir la altura efectiva de los mismos, pues la trayectoria recorrida por el haz electromagnético suele tener una forma cóncava si la observamos desde la Tierra. En definitiva, ambos efectos pueden modelarse de forma conjunta aplicando una corrección sobre la curvatura terrestre, lo que se conoce como modelo de Tierra ficticia. El radio de la Tierra debe multiplicarse por el factor k , tal y como se representa en la siguiente ecuación:

$$R_{eq} = K R_o$$

1.2.6 Cálculo del radio de Fresnel

El análisis de la influencia de los obstáculos se realiza mediante los elipsoides de Fresnel, considerándose que la propagación se efectúa en condiciones de visibilidad directa si no existe ningún obstáculo dentro del primer elipsoide.

Fórmula cálculo del radio de Fresnel

Fuente: (Coimbraweb.com, 2010)

$$r = 547.723 \sqrt{\frac{d}{4f}}$$

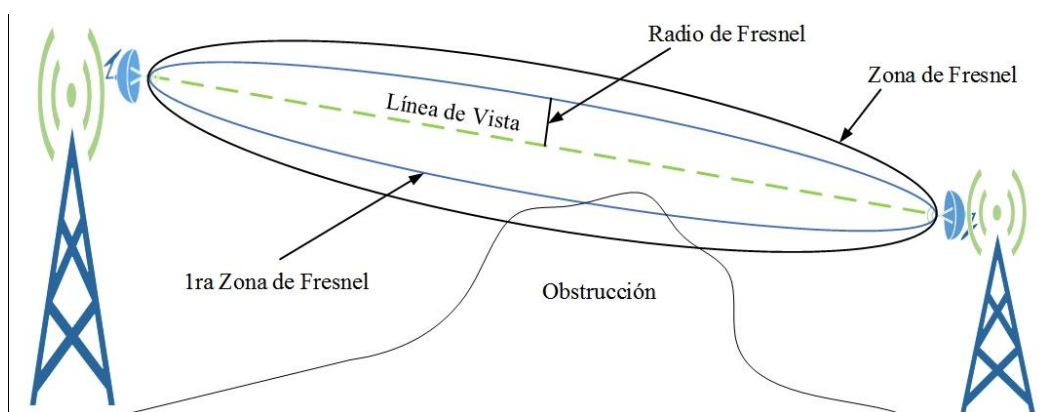
r = radio en metros (m)

d = distancia en Kilómetros (Km)

f = frecuencia transmitida en megahercios (MHz)

Para establecer las zonas de Fresnel, es importante determinar la línea de vista entre la antena transmisora y la receptora. Además el radio de la sección transversal de la primera zona de Fresnel tiene su máximo en el centro del enlace.

Figura 3. Zona de Fresnel.
Elaborado por: Christian Suárez.



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

Se habla de la distancia entre la línea de vista y el perfil del terreno a lo largo de un tramo que permita la recepción de la primera zona de Fresnel. Cuando el rayo pasa cerca de un obstáculo o es interceptado por este, experimenta una pérdida debida a la difracción. Utilizando un sencillo procedimiento geométrico se puede calcular la altura del rayo con la siguiente expresión:

Tabla 1. Ecuación línea de vista.

Elaborado por: Christian Suárez.

$hr = \{[(hRx+haRx)]-(hTx+haTx)*(d1/d)+(hRx+haRx)\}$	
hr = Altura del rayo (m).	
ha = Altura de la antena de transmisión (m)	
hR = Altura de la antena de recepción (m)	
H1 = Altura del punto de transmisión (m)	
H2 = Altura del punto de recepción (m)	
Los límites superior (hfs) e inferior de la primera zona de Fresnel son:	
$hfi = hr - R1$	$hfi = hr + R1$

1.2.7 Pérdida en el espacio libre

Una onda electromagnética pierde potencia incluso en una línea recta, porque se esparce sobre una mayor región en el espacio a medida que se aleja del transmisor. La pérdida en el espacio libre mide esta dispersión de la potencia en un espacio libre sin obstáculos. Las pérdidas en el espacio libre se calculan con la siguiente ecuación:

Tabla 2. Ecuación Pérdidas por espacio libre.

Elaborado por: Christian Suárez.

$\alpha E0 = 92,4 + 20\log(f) \text{ Ghz} + 20\log(d) \text{ Km}$
$\alpha E0$ = Pérdidas por espacio libre (dB)
d = Distancia entre el transmisor y el receptor.
F = Frecuencia a la cual se propaga la onda electromagnética.

1.2.8 Pérdidas por hidrometeoros

Las precipitaciones producen atenuación, absorción y dispersión de la onda a frecuencias superiores a los 5 GHz y. La atenuación específica se obtiene a partir de la intensidad de lluvia mediante la ley exponencial:

$$d_0 = 35 * e^{-0.015R0.001}$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.01595}$$

Las constantes k y α dependen de la frecuencia y la polarización. Se muestra los valores para diferentes frecuencias y polarización horizontal y vertical.

Tabla 3. Coeficientes k y α para distintos valores de frecuencia.
Fuente: Cerda y Meza (2004).

Frecuencia (GHz)	Kh	Kv	Ah	Av
4	0,00065	0,000591	1,121	1,075
6	0,00175	0,00155	1,308	1,265
7	0,00301	0,00265	1,332	1,312
8	0,00454	0,00395	1,327	1,32

La UIT-R proporciona valores del índice de precipitación R para diferentes porcentajes de tiempo y zonas hidrometeorológicas. El índice de precipitación $R_{0.01}$ superado durante el 0,01 % del tiempo (en un intervalo de tiempo de integración de 1 min), valor que para la zona de Ecuador según la recomendación de la UIT-R P.837 es de 95 mm/h.

Una estimación de la atenuación viene dada por la siguiente ecuación:

$$A_{001} = \gamma R * L_{ef}$$

$$L_{ef} \text{ es calculado utilizando la siguiente ecuación: } L_{ef} = \frac{d}{1 + \frac{d}{d_0}}$$

d = Distancia del trayecto.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

El desempeño del sistema debe ser fuertemente influenciado por las características de sus antenas transmisoras, así como son su ganancia, pérdidas, ubicación y potencia de transmisión. La potencia nominal de recepción consiste en restar a la potencia de transmisión las atenuaciones del circuito, teniendo en cuenta las ganancias de las antenas y las pérdidas en el trayecto de propagación.

Tabla 4. Ecuación de desempeño del sistema.

Elaborado por: Cristian Suárez

$PTX = PTX - \alpha TX + GTX - \alpha E0 - ALL + GRX - \alpha RX$
PTX = Potencia de salida del transmisor (dBm)
αTX = Pérdidas de la guía de onda en el transmisor (dBm)
GTX = Ganancia de la antena de transmisión (dBm)
$\alpha E0$ = Pérdidas por el espacio libre (dB)
ALL = Pérdidas por atenuación por lluvia (dB)
GRX = Ganancia de la antena de recepción (dBm)
αRX = Pérdidas por el espacio libre (dB)

1.2.9 Umbral del Receptor

En el diseño de un radioenlace, la sensibilidad del equipo receptor es un parámetro de gran importancia, pues determina fundamentalmente el alcance del sistema, es el valor de sensibilidad, o nivel mínimo de señal que se necesita para un correcto funcionamiento. En las hojas de especificaciones de los equipos TX/RX de radiocomunicaciones se indica normalmente la potencia máxima que pueden transmitir, así como el nivel mínimo de señal (sensibilidad) que necesitan recibir para obtener un cierto umbral de calidad.

1.2.10 Margen de Desvanecimiento

Los desvanecimientos son un factor dominante para frecuencias por debajo de 10 GHz. Son causados por la existencia de múltiples caminos de propagación entre el transmisor y el receptor, debidos fundamentalmente al gradiente refractivo de la atmósfera, dispersión del haz o trayectos múltiples sobre la superficie terrestre

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

El margen de desvanecimiento constituye el valor de potencia con que cuenta el receptor para evitar o disminuir los desvanecimientos atmosféricos. Determina el desempeño de los sistemas radioenlaces y se calcula por medio de la ecuación:

$$\begin{aligned} \text{PR} &= \text{Potencia nominal y de recepción}^1 \\ \text{MD} &= \text{PR} - \text{URX} \\ \text{URX} &= \text{Potencia umbral del receptor}^2. \end{aligned}$$

1.2.11 Medios de transmisión

El medio de transmisión es el conducto por el cual fluye la información en una red, desde un punto a otro de la misma. Físicamente la transmisión de la información se irradia por medio de ondas electromagnéticas. La diferencia suele radicar en el canal de comunicación que puede ser un medio físico y otras veces no, ya que las ondas electromagnéticas son susceptibles de ser transmitidas por el vacío.

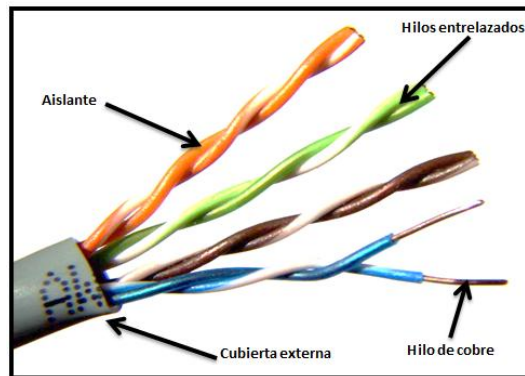
1.2.11.1 Par trenzado

El par trenzado (Figura 4) es el medio de transmisión más antiguo de los que se utilizan con este objetivo. Está formado por dos alambres de cobre aislados y que se entrelazan en todo el recorrido para disminuir la incidencia de las interferencias exteriores, su aplicación fundamental es en sistemas que utilizan como base para la conexión el sistema telefónico.

¹ Potencia nominal de recepción: Potencia máxima que demanda el receptor en condiciones de uso normales.

² Potencia umbral del receptor: Nivel mínimo de señal de radiofrecuencia que puede detectarse en la entrada del receptor y todavía producir una señal de información modulada utilizable.

Figura 4. Cable UTP de transmisión conformado por pares tranzados.
Fuente: (Zavala, 2010)



1.2.11.2 Antenas direccionales

Antenas direccionales son un tipo de antena que concentran la mayor parte de la energía radiada de manera localizada, aumentando así la potencia emitida hacia el receptor o desde la fuente deseada, evitando interferencias introducidas por fuentes no deseadas. Sus ventajas son:

- Mejor rendimiento
- Alta Ganancia
- Trabajan en condiciones ambientales severas

1.2.11.3 WIMAX

Wimax es un componente fundamental de la estrategia inalámbrica de banda ancha, permitiendo enlazar zonas rurales de difícil acceso, para ofrecer plataformas móviles innovadoras que aseguren conectividad a aplicaciones como internet en cualquier momento y en cualquier lugar. Hoy en día existe una creciente necesidad insatisfecha de contar con acceso a internet de banda ancha de alta velocidad para equipos fijos y móviles.

1.2.11.4 AirMax

Esta tecnología permite velocidades reales de TCP/IP para exteriores de más de 150 Mbps y consiste en un diseño de vanguardia de hardware de radio, antenas MIMO de estación

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

base de clase portadora y un potente protocolo TDMA que ofrece velocidad y escalabilidad de red sobre distancias de enlaces de varios kilómetros.

Lo más importante es que la solución AirMax brinda una relación rendimiento-precio que redefinirá la economía de las implementaciones de redes inalámbricas de banda ancha para exteriores en todo el mundo. “ (Ubiquiti Networks presenta la revolucionaria tecnología inalámbrica de banda ancha AirMax, 2009)”

1.2.11.5 AirMax 2x2 PtP Dish Antenna

RocketDish es una antena de plato Carrier Class que fue diseñado para integrarse perfectamente con radios M Rocket creando un potente puente de aplicación 2x2 MIMO PtP, obteniendo una integración en arquitectura de redes con alta flexibilidad y comodidad, gracias a su software de control AirOS, Airview, Aircontrol desarrollado con tecnología firmware Ubiquiti que fueron diseñadas a no exigir ningún entrenamiento previo para operar por ser herramientas altamente intuitivas.

CAPÍTULO II.

MÉTODO

2.1 ANÁLISIS

2.1.1 Estudio Preliminar

2.1.1.1 Descripción de la Empresa

La empresa Comisariato Familiar surgió en el año 1992 como un pequeño negocio familiar, con más de 20 años en el mercado, está ubicado en la Provincia de Orellana, en la ciudad de Puerto Francisco de Orellana (El Coca), en las calles Quito y Cuenca. Se delimita en una zona de alta influencia comercial debido al crecimiento de compañías petroleras y al desarrollo de empresas locales, producto a sus utilidades y al aumento de su clientela la empresa se ha diversificado y crecido estructuralmente, en la actualidad le sede principal de esta cuenta con una edificación de cuatro plantas destinadas al expendio de sus productos, áreas administrativas y del personal de servicio, en la tabla 5 se muestra la cantidad de empleados y la función que cumplen en la empresa.

La empresa está dedicada a la comercialización de productos de primera necesidad la cual comprende alimentos perecederos y no perecederos, además de productos de limpieza tanto para uso personal como para hogares, los cuales se enlistan a continuación:

- Abarrotes.
- Artículos Varios.
- Línea de Cosméticos.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

- Artículos de limpieza.
- Ropa.
- Plásticos.
- Línea blanca.

Desde el 2010 se apertura una sucursal en la Parroquia San Sebastián del Coca (Cañón), Cantón Joya de los Sachas, donde se requiere un enlace punto a punto para comunicarse con su homóloga ubicada en el Coca, ya que actualmente se trabaja por separado, lo que ocasiona descontrol, perdidas de inventario, doble contabilidad y retrasos en la funcionalidad del negocio.

Tabla 5. Empleados de la Empresa Comisariato Familiar.

Elaborado por: Christian Suárez.

Área	Ocupación	Cantidad
Administrativa	Jefe administrativo	1
	Jefe Financiero	1
	Jefe de Recursos Humanos	1
	Asistente contable	2
	Técnico en sistemas	1
Operativa	Cajero	10
	Perchero	6
	Bodeguero	3
	Mensajero	1
Total		24

2.1.1.2 Estado actual de las agencias

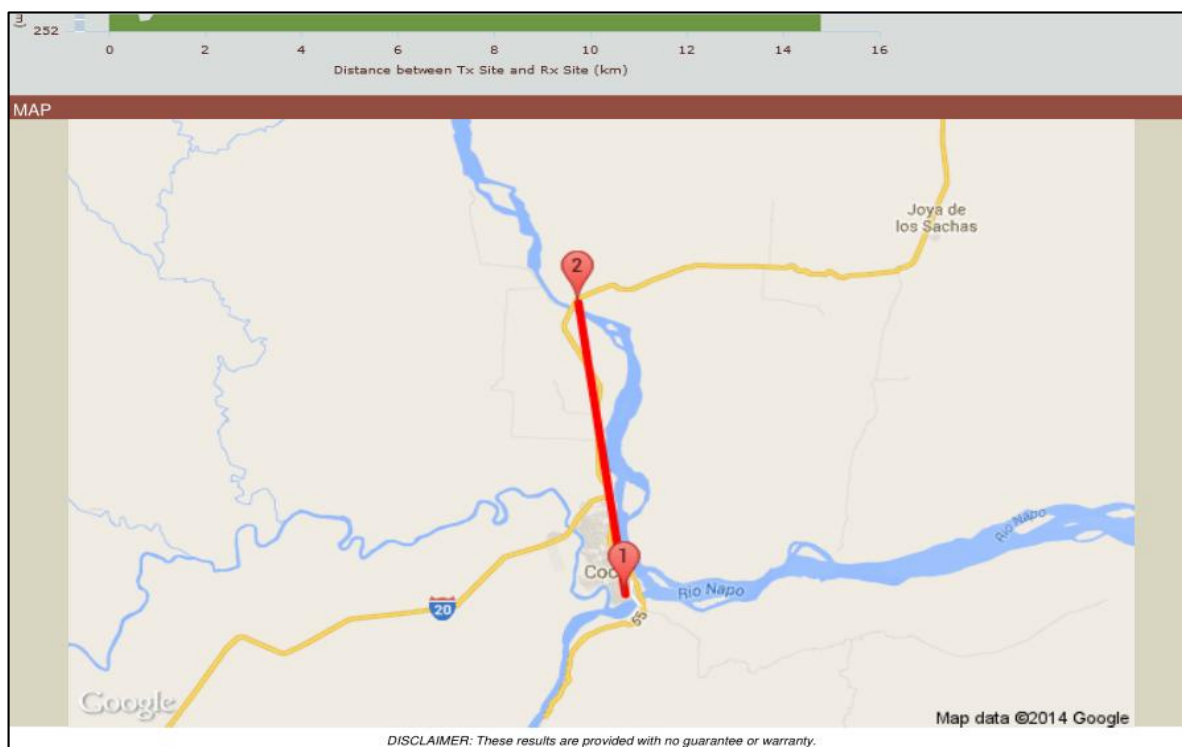
La empresa Comisariato Familiar actualmente no cuenta con una conexión entre las dos agencias que permita el acceso al sistema de facturación con los datos reales del Stock.

Las agencias (Matriz y Sucursal) se encuentran físicamente ubicadas en:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

Figura 5. Ubicación física de las agencias.

Elaborado por: Christian Suárez.



2.1.1.3 Agencia Matriz

La agencia matriz cuenta con una red LAN de trabajo que interconecta las cajas registradoras y las PC'S del área administrativa con un Servidor central que se utiliza para gestionar el acceso al sistema de facturación y la información contable. Los recursos se desglosan según la siguiente tabla:

Tabla 6. Recursos técnicos de acceso a la red LAN en la Matriz

Elaborado por: Christian Suárez.

Descripción	Cant.
Caja registradora	5
PC para Administrativo	6
PC para Técnico en sistemas	1
Switch 100 Mbps.	1
Router wifi	1

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

2.1.1.4 Agencia Sucursal

Para el caso de la sucursal ubicada en San Sebastian del Coca también se cuenta con una red LAN de trabajo que interconecta las cajas registradoras y la PC del área administrativa. En esta PC es donde corre de forma aislada el sistema de facturación. Los recursos se desglosan según la siguiente tabla:

Tabla 7. Recursos técnicos de acceso a la red LAN en la Sucursal
Elaborado por: Christian Suárez.

Descripción	Cant.
Caja registradora	3
PC para Administrativo	1
Switch 100 Mbps.	1
Router wifi	1

2.1.1.5 Análisis del consumo del ancho de banda.

Para realizar éste análisis, se han tomado valores típicos de anchos de banda, de acuerdo a los servicios utilizados en la empresa a los cuales se va a acceder desde la sucursal. Los valores teóricos que serán utilizados como referenciales se muestra en la tabla 8, debido a que no fue posible acceder a estadísticas que indiquen la ocupación real de las aplicaciones en la red de datos. La aplicación del sistema de facturación es una aplicación cliente/servidor, según el desarrollador, la aplicación consume 256 Kbps de ancho de banda por consulta.

Tabla 8. Valores de ancho de banda de los servicios de red de la Empresa.
Elaborado por: Christian Suárez.

Servicio	Ancho de Banda Típico en Kbps
Acceso a la aplicación VisualFAC	256,0
Correo Electrónico	19,2
Internet	32,0

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

Para realizar el cálculo de ancho, se multiplica el número de posibles usuarios concurrentes estimados por el ancho de banda típico de cada servicio. En este caso el cálculo se realizó considerando que habrán 4 usuarios conectados al mismo tiempo según la siguiente tabla:

Tabla 9. Cálculo del ancho de banda por servicio.
Elaborado por: Christian Suárez.

Servicio	Número de usuarios	Demanda de Ancho de Banda en Kbps
Acceso a la aplicación VisualFAC	4	1024,0
Correo Electrónico	4	76,8
Total		1100,8

El valor obtenido es de 1100,8 Kbps, corresponde a la demanda de ancho de banda para datos, que se alcanzaría cuando todos los usuarios de la agencia Sucursal utilicen al mismo tiempo los servicios de la red de la Matriz.

2.1.1.6 Análisis FODA.

Las interconexiones empresariales ofrecen una amplia gama de beneficios y posibilidades para las empresas, que al final pueden resumirse en dos categorías muy importantes: eficiencia y eficacia.

- **Eficiencia:** Se refiere al mejoramiento de los mecanismos de intercambio de información en una empresa, salvando los obstáculos existentes para la obtención y diseminación de la misma.
- **Eficacia:** Apunta al impacto organizacional, que trae el perfeccionamiento de la colaboración y de la toma de decisiones en una empresa.

Según el análisis de FODA que se presenta a continuación una vez realizado el proyecto se presupone un alza en la eficiencia para la empresa proporcionado gran eficacia en el proceso del desarrollo del negocio.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

Tabla 10. Recursos personales utilizados en el proyecto.

Elaborado por: Christian Suárez.

Análisis	Positivo	Negativo
Interno	<u>Fortalezas</u> • La empresa cuenta con una LAN en cada agencia bien equipada. • Equipamiento muy versátil, nuevo de última generación y en propiedad de la empresa. • Administración propia del enlace de datos • Administración de la información solo por personal de la empresa. • Solución de problemas con mayor rapidez. • Mejor sistema de organización de la misión empresarial. • Recursos humanos motivados y contentos	<u>Debilidades</u> • Falta de experiencia en administración de enlaces inalámbricos.
Externo	<u>Oportunidades</u> • Contribución al ahorro del costo de ventas por concepto de ahorro de: • Combustible. • Pago de servicios de telecomunicaciones • Diagnóstico y detección de averías. • Procesamiento de la información. • Mantenimiento y administración de los sistemas. • Rápido acceso a información actualizada y precisa. • Credibilidad de la fuente de información. • Incremento de la productividad y eficiencia. • Contribuye a la eficiencia en la toma de decisiones. • Aumento en la seguridad de la información. • Facilita los procesos de auditorías. • Aumento de la imagen corporativa.	<u>Amenazas</u> • Factores del medio ambiente: lluvias, cambios de temperaturas y posibles catástrofes • Falta de mantenimiento periódico en los sistemas y equipos.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

2.1.1.7 ESTUDIO FACTIBILIDAD

En este análisis se tomaron en cuenta la disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los objetivos o metas señaladas y los requerimientos definidos para llevar a término la instalación del enlace punto a punto.

2.1.1.8 Factibilidad Operativa

La necesidad de la implementación de una infraestructura de comunicaciones, solicitada por la Empresa Comisariato Familia se llevó a la aprobación de la ejecución del proyecto presentado con todos sus requerimientos. Basándose en la encuesta y conversaciones sostenidas con el personal involucrado se demostró que éstos están a favor de la ejecución del proyecto. Cabe mencionar que actualmente la persona que administra los sistemas de IT no está capacitado en la tecnología inalámbrica pero es el suficiente para realizar tareas de administración y control, una vez implementado el enlace punto a punto.

2.1.1.9 Tipo de Investigación

El tipo de investigación a realizar es descriptiva y exploratoria debido a que se analizarán los datos recopilados mediante entrevistas a los principales actores de la implementación de la matriz propuesta.

La investigación descriptiva pretende realizar una descripción de todos los componentes principales de una realidad; para ello utiliza el registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual así como la composición de procesos y fenómenos. El proceso de investigación se basará en métodos empíricos y teóricos los cuales apoyarán a la consecución de los objetivos planteados.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

2.1.1.10 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas para la recolección de datos que se utilizó en esta investigación es la consulta de documentos acerca del tema, análisis de las alternativas de implementación y entrevistas a los principales actores involucrados en el sistema a implementar.

2.1.1.11 Fuentes de investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron fuentes primarias, es decir aquellas que permiten captar información de primera mano, como es el caso de las entrevistas; por otro lado las fuentes secundarias que abarcan la revisión bibliográfica necesaria para despejar las dudas necesarias acerca del tema.

2.1.1.12 Análisis de los resultados

Guía de entrevista

Entrevista a experto

NOMBRE: Ing. Joan Basantes

FECHA DE APLICACIÓN:

CUESTIONARIO:

- Considera usted que una conexión de datos por vía inalámbrica es lo suficiente segura para manejar datos contables entre una empresa matriz y una sucursal de la misma.
- ¿Cuál sería el equipamiento de hardware necesario para implementar una red punto a punto por conexión entre dicha empresa y su sucursal?
- Considera que una red punto a punto será la más apropiada para la conexión entre la empresa y su sucursal.
- ¿Qué cantidad de personal y con qué nivel de especialización se necesita para administrar este tipo de red?

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

- Cree usted que esta red pueda ser utilizada para la comunicación por medios como la telefonía VOIP o control y supervisión de dispositivos de seguridad.

Entrevista al administrador de la Empresa

NOMBRE: Sra. Lida Luzón.

FECHA DE APLICACIÓN:

CUESTIONARIO:

- ¿Qué medios de comunicación utiliza en la actualidad para manejar la información empresarial y contable entre la matriz y la sucursal de la Parroquia San Sebastián del Coca?
- ¿Sería factible económicamente para la empresa matriz implementar un enlace de datos por vía inalámbrica con la sucursal?
- ¿Qué ventajas tendría el uso de una conexión de datos con la sucursal?
- ¿La empresa cuenta con personal capacitado para realizar la función de administración y mantenimiento de esta red de datos?
- ¿Qué otras funciones podrá tener esta red además de la transferencia de datos administrativos y económicos?

2.1.1.13 Conclusiones de las entrevistas

De la entrevista realizada tanto al experto como al dirigente de la empresa COMISARIATO FAMILIAR se llegó a las siguientes conclusiones:

- No existe ninguna plataforma de comunicaciones que enlace de forma directa la empresa matriz del COMISARIATO FAMILIAR y su sucursal ubicada en San Sebastián del Coca, en la actualidad la transferencia de la información contable y actualización de los inventarios se realiza de forma telefónica o es entregada en formato digital en un dispositivo portable (flash Drive), o mediante el uso del correo electrónico utilizando medios alternativos.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

- Aunque la implementación de una red punto a punto inalámbrica presupone una inversión y como tal un gasto extra en equipamiento, montaje y configuración de esta, su funcionamiento evitará una serie de gastos que se realizan en la actualidad para cubrir las funciones que podría resolver el enlace de datos vía inalámbrica.
- La conexión de datos entre las dos agencias supondrá una serie de ventajas en la eficiencia y calidad de los servicios que se brindan en la sucursal de la empresa, ya que estos tendrán un acceso en tiempo real al inventario del almacén de la empresa matriz y por tanto podrán responder con mayor rapidez a las solicitudes de productos que no tengan en el stock propio de la instalación, también le permitirá a la casa matriz mantener un control más detallado de las ventas y necesidades de la sucursal.
- En la empresa ya existe un técnico en sistemas que se encarga de la administración y mantenimiento de la red de trabajo existente tanto en la matriz como en la sucursal para el control del proceso contable y el enlace de las cajas registradoras computarizadas, por lo cual solo será necesario contratar al personal que se encargará del montaje e instalación del equipamiento y el sistema inalámbrico.
- La red también podrá utilizarse en funciones de seguridad ya que las cámaras de seguridad actuales permiten ser monitoreadas vía internet, igualmente se podría utilizar este medio como vía de comunicación telefónica ya que alternativas de comunicación como la telefonía VoIP han demostrado efectividad, calidad en la transferencia del audio y prácticamente de forma gratuita.
- Aunque ningún sistema es 100 % seguro las redes inalámbricas han ganado en este aspecto y hoy en día gracias a elementos como la autenticación WPA y WPA2 y 802.1x se puede lograr estándares de seguridad mucho más altos, razón por la cual gran cantidad de empresas incluidas entidades bancarias utilizan este medio para que los

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

clientes accedan a estas y para realizar transacciones y operaciones contables entre estos y sus sucursales, lo que demuestra que si es posible utilizarlo entre la empresa COMISARIATO FAMILIAR y su Sucursal.

Tabla 11. FICHA DE OBSERVACIÓN
Elaborado por: Christian Suárez.

INSTRUCTIVO				
Marque la respuesta que considere correcta: SI, NO, N/S (no sabe), N/P (no procede)				
La columna de la derecha es para efectuar las observaciones oportunas, en su caso				
Condiciones estructurales		SI N/S	NO N/P	OBSERVACIONES
	Existe una red de computadoras	☐	☐	
	Existe alguna conexión de red entre la casa matriz y la sucursal.	☐	☐	
	La distancia entre ambos locales es prudencial para una conexión alámbrica.	☐	☐	
	Existe una red con conexión WIFI.	☐	☐	
	La infraestructura de los locales permite conexiones inalámbricas.	☐	☐	En la sucursal no existe un local con los niveles de refrigeración adecuados para instalar el servidor.
	Los locales de los servidores cuentan con las condiciones de climatización necesarias para estos.	☐	☐	
	Se utiliza un software para el control y organización del proceso económico y gestión de los recursos humanos de la entidad.	☐	☐	
	Beneficiaría a la empresa una mayor comunicación con la sucursal del Sebastián del coca	☐	☐	
	Se cumple con los requerimientos de seguridad informática	☐	☐	
	Las cajas registradoras instaladas permiten comunicación mediante redes wifi	☐	☐	

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

	Hay oposición por parte de los trabajadores a realizar cambios en el tipo de conexión de redes	☐ ☐ ☐ ☐	
	Existe personal con conocimiento en administración de redes	☐ ☐ ☐ ☐	
Señale en este espacio cualquier otra observación que considere oportuno, relativa al presente cuestionario o a sus condiciones de trabajo.			

2.1.1.14 Factibilidad Técnica o Tecnológica

La factibilidad técnica consistió en realizar una evaluación de los recursos técnicos y tecnológicos de con que cuenta la empresa y la utilidad que se le puedan dar a los mismos. Se analizaron las PC'S, cajas registradoras, Switches, routers, etc., verificando que si se pueden utilizar en el proyecto.

Como resultado de este análisis se determinó que no es necesario la adquisición de ningún software, en el caso del hardware solo el relacionado con el equipamiento inalámbrico.

Como conclusión técnica se consideró que el proyecto es factible tecnológicamente y el equipamiento instalado es de utilidad el cual se integrará a la solución. El equipamiento propuesto se escogió con la visión de incorporación de agencias futuras.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

2.1.1.15 Factibilidad Económica

Del análisis de FODA realizado se concluye que la empresa va a tener ahorros superiores a la inversión a realizar para la implementación del enlace punto a punto por lo que se concluyó que es factible económicamente. En la tabla 12 se muestra un estimado del costo de la mano de obra.

Tabla 12. Costo de la Mano de Obra del Proyecto.
Elaborado por: Christian Suárez.

TAREA O ACTIVIDAD	TIEMPO DURACIÓN (d)	RECURSOS						HUMANOS						OTROS						COSTO POR TAREA O ACTIVIDAD
		Director Proyecto			Ingeniero Junior			AUXILIAR OPERATIVO			AUXILIAR OPERATIVO			AUXILIAR OPERATIVO						
		Participación	Valor /hora	Valor parcial	Participación	Valor /hora	Valor parcial	Participación	Valor /hora	Valor parcial	Participación	Valor /hora	Valor parcial	Participación	Valor /hora	Valor parcial				
Verificación de instalaciones	2	10	30	48	100	10	160			0			0			0	208			
Levantamiento de la información	2	10	30	48	100	10	160			0			0			0	208			
Diseño de la red Punto a Punto	2	10	30	48	100	10	160			0			0			0	208			
Cotización de materiales	2	10	30	48	100	10	160			0			0			0	208			
Mano de obra instalación en Matriz	3	10	30	72	100	10	240	100	3,5	84	100	3,5	84	100	3,5	84	564			
Mano de obra instalación en Sucursal	3	10	30	72	100	10	240	100	3,5	84	100	3,5	84	100	3,5	84	564			
COSTO POR RECURSO	14	336			1120			168			168			168			1960			

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

2.1.1.16 Inversión Utilizada Para La Implementación

Tabla 13. Costo de inversión para la puesta en marcha del proyecto.
Elaborado por: Christian Suárez.

Descripción	Cantidad	Valor Unit	Valor Total
Ubiquiti Rocket M5, antena 30 dBi tipo Dish, 5	2	700	1400,00
Metros de Torre Rhon G25, seccion triangular, galvanizado al caliente	30	90	2700,00
Cable UTP, mangera anillada, conectores y materiales menores	1	150	150,00
Tubo galvanizado de 1 1/2	2	16,86	33,72
SubTotal			4283,72
IVA 12 %			514,05
Total Proyecto			4797,77

2.2 DISEÑO

2.2.1 Diseño del enlace punto a punto.

Para este diseño de la conexión, se utilizarán las tecnologías que ofrece Ubiquiti Networks teniendo en cuenta el análisis de dos de sus herramientas: WIMAX y AIRMAX las cuales ofrecen velocidades reales de TCP/IP para exteriores de más de 150 Mbps, con una antena RocketDish que integra la tecnología AIRMAX eliminando colisiones y maximizando la difusión de frecuencia, permitiendo su difusión en un rango de 5.1 a 5.8 GHz, la cual es ideal para el proyecto ya que en la zona donde se realizará el proyecto las frecuencias menores saturan el espectro por la existencias de varios enlaces en el sitio, obteniendo fiabilidad del enlace permitiendo un alcance de 15km como es el caso de este proyecto, lo cual consiste en un diseño de vanguardia de hardware en radios, aumentando y optimizando la comunicación inexistente entre la matriz y la sucursal de la empresa.

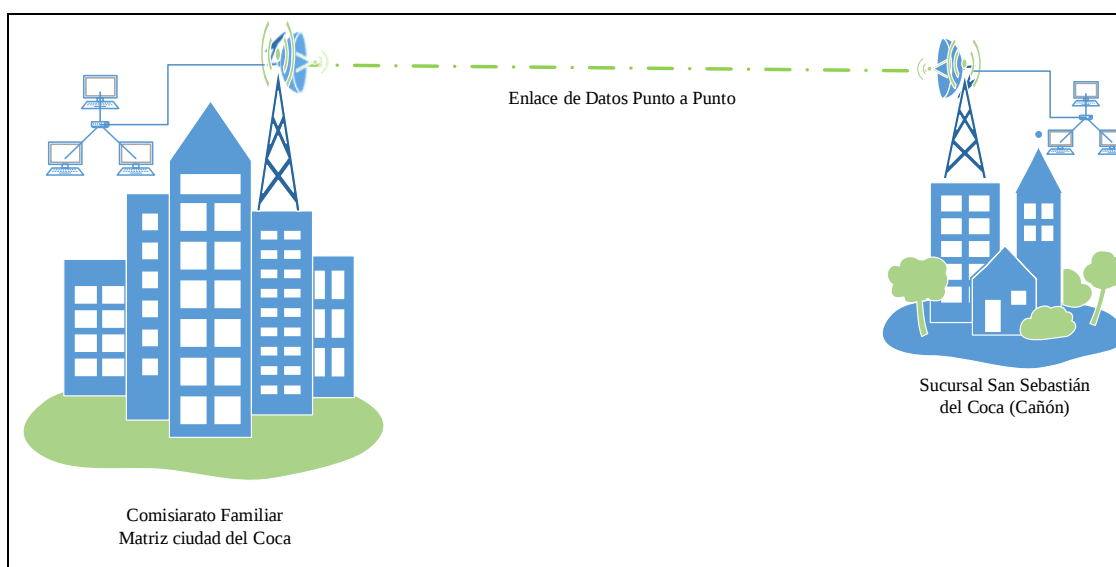
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

2.2.2 Esquema general del enlace.

Para la solución técnica se propuso el enlace entre las localidades donde se encuentra el Comisariato Familiar matriz en la ciudad del Coca y su sucursal en San Sebastián del Coca, Cañón separados por 14,7 kilómetros, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 6. Esquema físico del enlace de Datos entre ambas localidades.

Elaborado por: Christian Suárez.



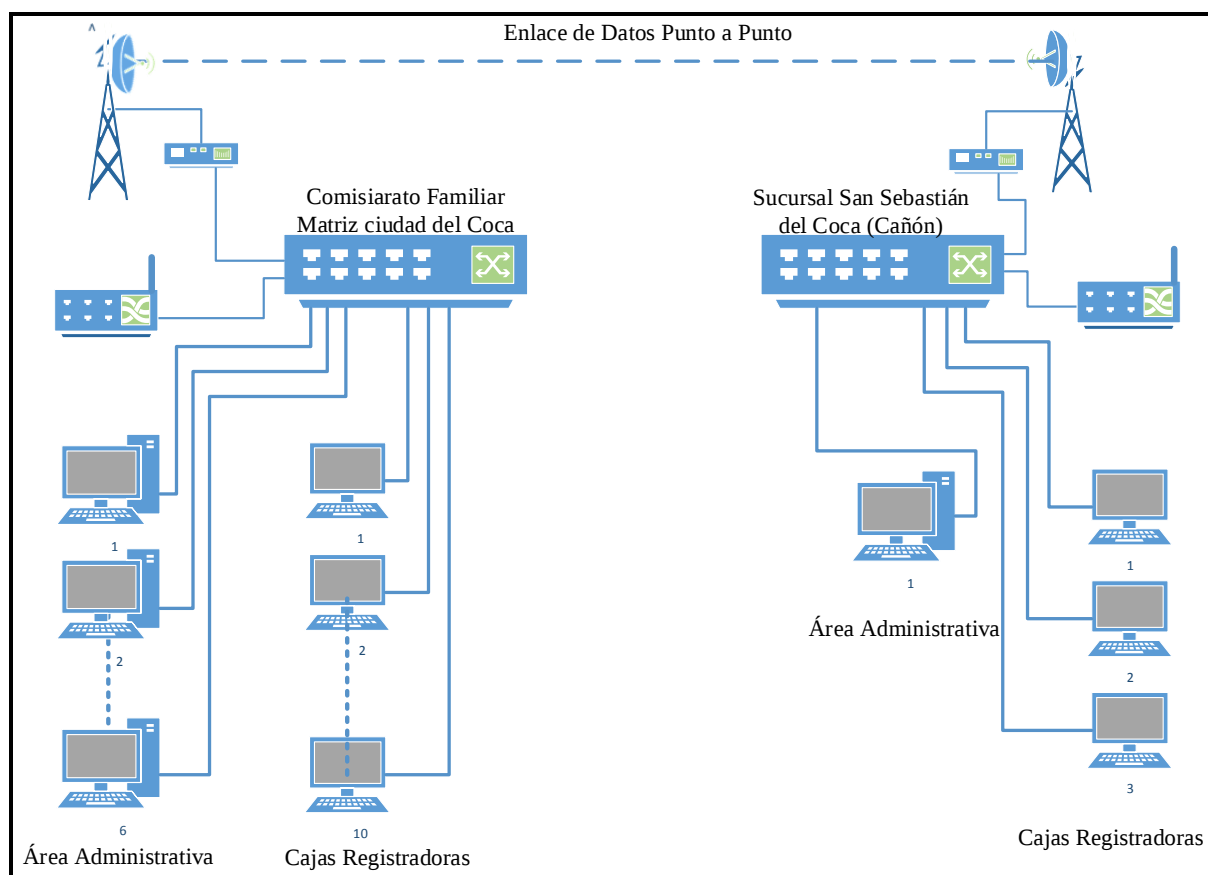
2.2.3 Diagrama general del enlace de datos punto a punto.

El siguiente diagrama se representa el diseño físico de la red en su totalidad en la que se muestra la conexión de las 6 estaciones administrativas y 5 cajas registradoras de la Matriz Coca y 1 estación administrativa y 3 cajas registradoras en la Sucursal, ambas conectadas a sus respectivos switch conforman LAN independientes y al conectarlas a través del enlace de datos punto a punto conforman la solución propuesta.

Figura 7. Esquema detallado del enlace de Datos punto a punto.

Elaborado por: Christian Suárez.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR



CAPÍTULO III

RESULTADOS

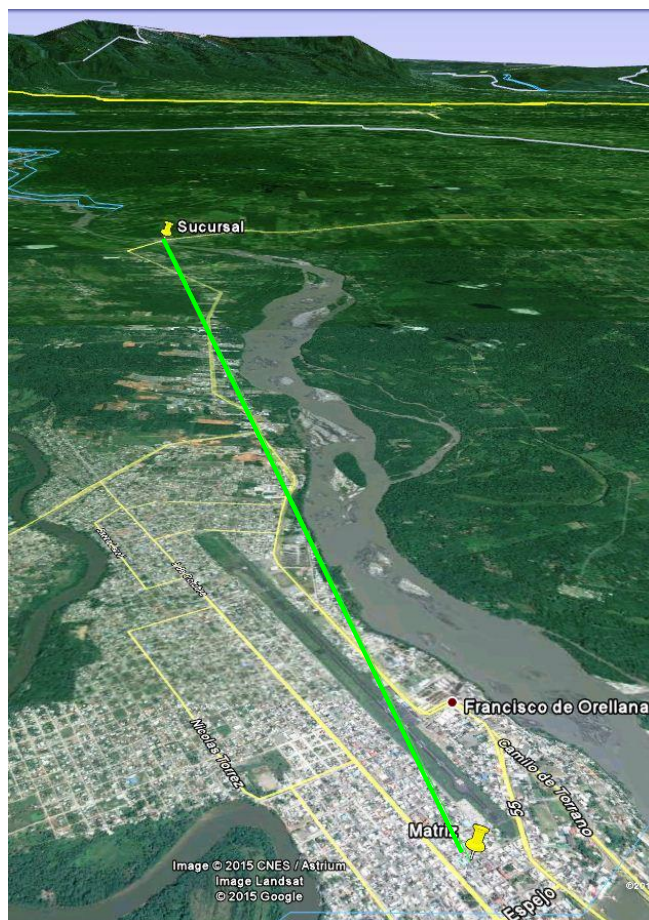
3.1 CONSTRUCCIÓN

3.1.1 Ubicación geográfica y vista panorámica del radioenlace Matriz-Sucursal

La ubicación geográfica, la altura sobre el nivel del mar y el cálculo de la distancia se determinaron con la ayuda del Software Google Earth según se muestra en la figura 8.

Figura 8. Vista panorámica con línea de vista radioenlace Matriz-Sucursal.

Elaborado por: Christian Suárez.



3.1.2 Cálculos del radioenlace

La altura de la edificación se obtuvo del levantamiento de la información realizado según se muestra en siguiente tabla.

Tabla 14. Alturas y distancias para el cálculo del radioenlace.

Elaborado por: Christian Suárez.

Alturas	Matriz	Sucursal
Altura sobre el nivel del mar (m) de la base de la edificación	256	247
Altura de la Antena (incluye altura de la edificación)	28	21
Distancia entre las dos agencias (Km)	14,7	

3.1.2.1 Primera zona de Fresnel

Tabla 15. Datos Estimados para el cálculo de la primera zona de fresnel.

Elaborado por: Christian Suárez.

Descripción	Valor
d1 (Km)	7,35
d2 (Km)	7,35
D (Km)	14,7
F (MHz)	5660
Altura transmisor hTx (m)	256
Altura antena transmisor haTx (m)	28
Altura receptor hRx (m)	247
Altura antena receptor haRx (m)	21

3.1.2.2 Altura Línea de vista

$$hr = \{[(hRx + haRx)] - (hTx + haTx) * (d1/d) + (hRx + haRx)\}$$

$$hr = \{[(247 + 21)] - (256 + 28) * (7,35/14,7) + (247 + 21)\}$$

$$hr = 260$$

3.1.2.3 Radio de la primera zona de Fresnel

$$R1 = 547,7 * \sqrt{\frac{d1 * d2}{d * f}}$$

$$R1 = 547,7 * \sqrt{\frac{7,35 * 7,35}{14,7 * 5660}}$$

$$R1 = 19,96$$

3.1.2.4 Límite Superior zona de Fresnel

$$hfs = hr + R1$$

$$hfs = 260 + 13,96$$

$$hfs = 273,96$$

3.1.2.5 Límite Inferior zona de Fresnel

$$hfi = hr - R1$$

$$hfi = 260 - 13,96$$

$$hfi = 246,04$$

3.1.2.6 Atenuación de cables

Este tipo de atenuación no se tomará en cuenta ya que las antenas han sido fabricadas con la tecnología AirMax MIMO 2x2, la cual se integra perfectamente con los radios Rocket M5 para crear soluciones punto a punto de larga distancia sin conexiones RF por lo que se considera que las pérdidas por este concepto es de valor cero.

$$\alpha_{TX} = \alpha_{RX} = 0[\text{dB}]$$

3.1.2.7 Ganancia de las antenas

Para la ganancia de las antenas se tomó como valor referencial el que proporciona el fabricante de los equipos que su valor máximo está 34 dBi para la frecuencia que se va a utilizar en el proyecto. En la práctica no se toman los valores máximos por lo que en este caso se utilizó el valor de:

$$GTX = GRX = 27 \text{ dBi}$$

3.1.2.8 Pérdidas por espacio libre

$$\alpha E0 = 92,4 + 20 \log(f) \text{ Ghz} + 20 \log(d) \text{ Km}$$

$$\alpha E0 = 92,4 + 20 * \log(5660) + 20 * \log(14,7)$$

$$\alpha E0 = 130,8 \text{ [dB]}$$

3.1.2.9 Disponibilidad por lluvia

$$ALL = \gamma R * L_{ef}$$

$$\gamma R = k * R^{\alpha}$$

Tabla 16. Cálculo de la disponibilidad de lluvia.
Elaborado por: Christian Suárez.

$K = 0.00155^1$ $\alpha = 1.265^2$ $R_{0.01} = 95 \text{ mm} / \text{h}^3$	$\gamma R = K * R^{\alpha}$ $\gamma R = 0.00155 * 95^{1.265}$ $\gamma R = 0.4922$
--	---

$$d_0 = 35 * e^{-0.015 R_{0.001}}$$

$$d_0 = 35 * e^{-0.01595}$$

$$L_{ef} = \frac{d}{1 + \frac{d}{d_0}}$$

$$d_0 = 8,417$$

$$L_{ef} = \frac{7}{1} + \frac{7}{8,417}$$

$$L_{ef} = 3,82$$

3.1.2.10 Atenuación por lluvia

$$ALL = \gamma R * L_{ef}$$

$$ALL = 0,4922 * 3,82$$

$$ALL = 1,8[\text{dB}]$$

3.1.2.11 Potencia por recepción

Según Cerda y Meza (2004) el valor de desvanecimiento de 10 dB, se considera como el mínimo requerido para un enlace en condiciones normales. En este proyecto se tomó este valor para los cálculos de potencia de recepción.

La potencia de transmisión y demás consideraciones tomadas en cuenta para su cálculo, están basadas en valores mínimos que necesitan los equipos para estos propósitos. El valor mínimo de potencia umbral de recepción URX que presentan los fabricantes en sus equipos varía entre -82 y -94 dBm; por los cálculos se tomó el valor de -82 (dBm).

$$PRX = MD + URX$$

$$PRX = 10 + (-82)$$

$$PRX = -72 [\text{dBm}]$$

3.1.2.12 Cálculo de potencia de transmisión final

$$PTX = PTX - \alpha_{TX} + GTX - \alpha_{E0} - ALL + GRX - \alpha_{RX}$$

$$PTX = PRX + \alpha_{TX} - GTX + \alpha_{E0} + ALL - GRX + \alpha_{RX}$$

$$PTX = -72 + 0 - 27 + 130,8 + 1,8 - 27 + 0$$

$$PTX = 6,6 [\text{dBm}]$$

3.1.2.13 Simulaciones de la primera zona de fresnel

Al analizar los datos obtenidos del cálculo del enlace punto a punto en las aplicaciones Radio Mobile y Ligowave, figura 9 y 10 se observó que es un enlace técnicamente factible, con línea de vista sin obstáculos al igual que la primera zona de Fresnel. También se muestran

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

los parámetros del enlace, el nivel receptor en -72 dBm, la ganancia de las antenas en 27 dBi igual que la utilizada en los cálculos, la potencia del transmisor debería ser mínimo 6.6 dBm, se debe tomar en cuenta que la frecuencia puede estar entre 5100 MHz y 5800 MHz.

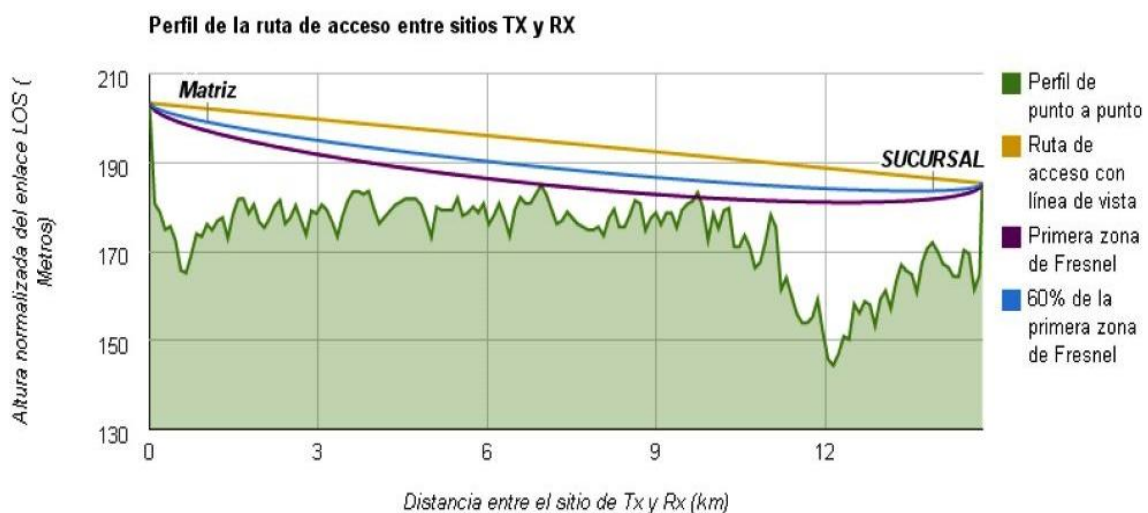
Figura 9. Simulación del radioenlace con la aplicación LigoWave.

Elaborado por: Christian Suárez.



Informe de análisis de vínculo LigoWave

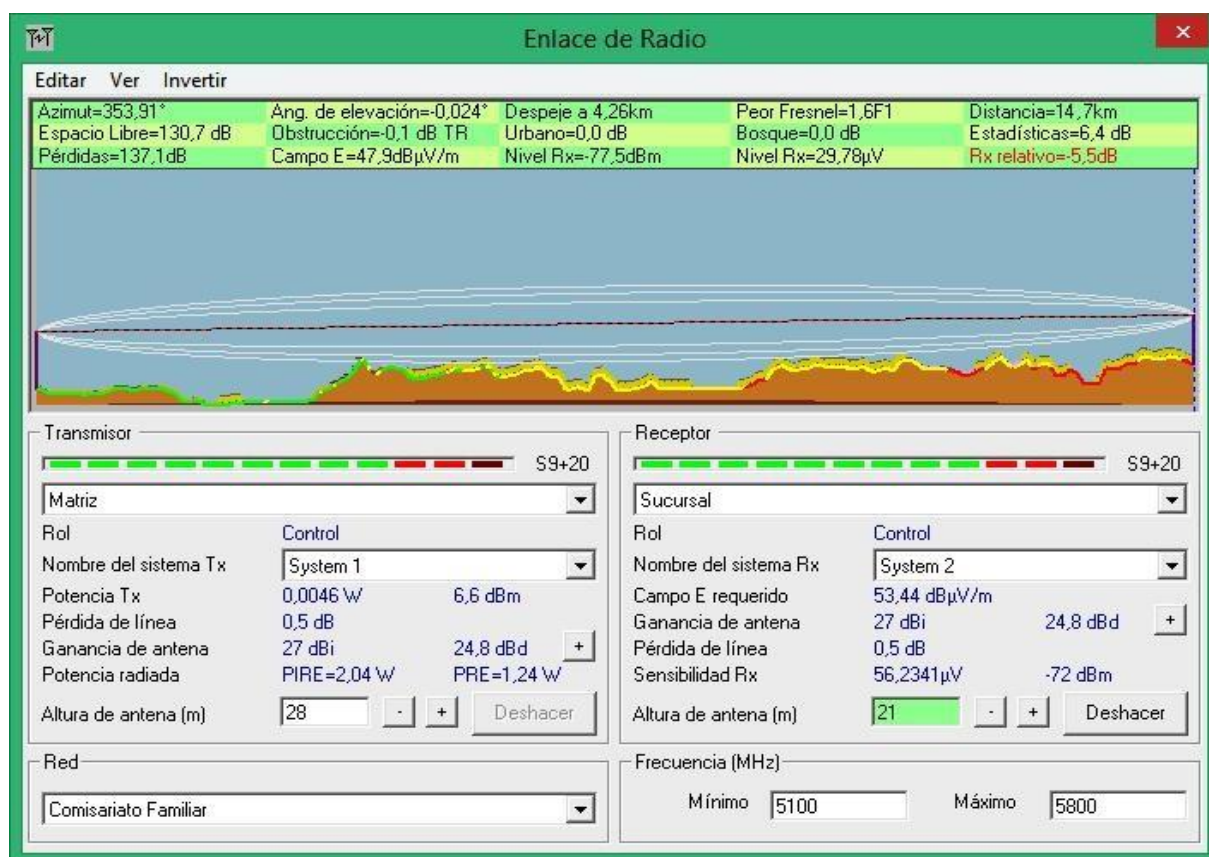
Información del sitio			
Nombre del sitio TX	Matriz	Nombre del sitio (RX)	SUCURSAL
Tipo de radio	LigoPTP 5-23 UNITY	Tipo de radio	LigoPTP 5-23 UNITY
Latitud	-0.471	Latitud	-0.340
Longitud	-76.986	Longitud	-77.005
Máxima potencia	34.0 dBm	Umbral de recepción	-94.0 dBm
Ganancia de ant.	27.0 dBi	Ganancia de ant.	27.0 dBi
Altura de ant.	28.0 metros	Altura de ant.	21.0 metros
Parámetros			
Frecuencia	5100.0 MHz	Clima	Continental Temperate
Polarización ant.	Vertical	Sistema de medición	Sistema métrico
Pérdida de varios	0.0 dBm	Tasa de lluvia	0.0 mm/hr
Resultados			
Pérdida de espacio libre	132 dBm	Margen de atenuación térmica	50 dBm
Nivel de señal de recepción	-43.777 dBm	Distancia entre los sitios	14.785 km
PIRE	61.0 dBm	Disponibilidad de vínculo debido	N/A



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

Figura 10. Simulación del radioenlace con la aplicación Radio Mobile.

Elaborado por: Christian Suárez.



3.1.2.14 Resumen de requerimientos mínimos de los equipos

Tabla 17. Resultados obtenidos de los cálculos del radio enlace.

Elaborado por: Christian Suárez.

Parámetros de los equipos	Valor
Frecuencia	5,1GHz
Potencia de Transmisor	6,6 dBm
Potencia de Receptor	- 72 dBm
Ganancia antena Transmisión	27 dBi
Ganancia antena Recepción	27 dBi
Pérdidas por atenuación de cables	0 dBm

3.1.2.15 Equipos a adquirir para el proyecto

En el anexo IV se detallan las especificaciones de los equipos para instalación del radioenlace. Es importante que se sepa que el equipamiento se seleccionó partiendo de los requerimientos de la Empresa y con los resultados obtenidos en los cálculos realizados.

3.2 IMPLEMENTACIÓN

3.2.1 Configuraciones para implementación de equipos radioenlaces

3.2.1.1 Configuración equipo radioenlace agencia matriz

Finalmente luego del estudio y el cálculo del radioenlace se procede a la instalación del equipamiento. Se levantan las torres atirantadas que soportan las antenas RocketDish con los parámetros según la tabla 18.

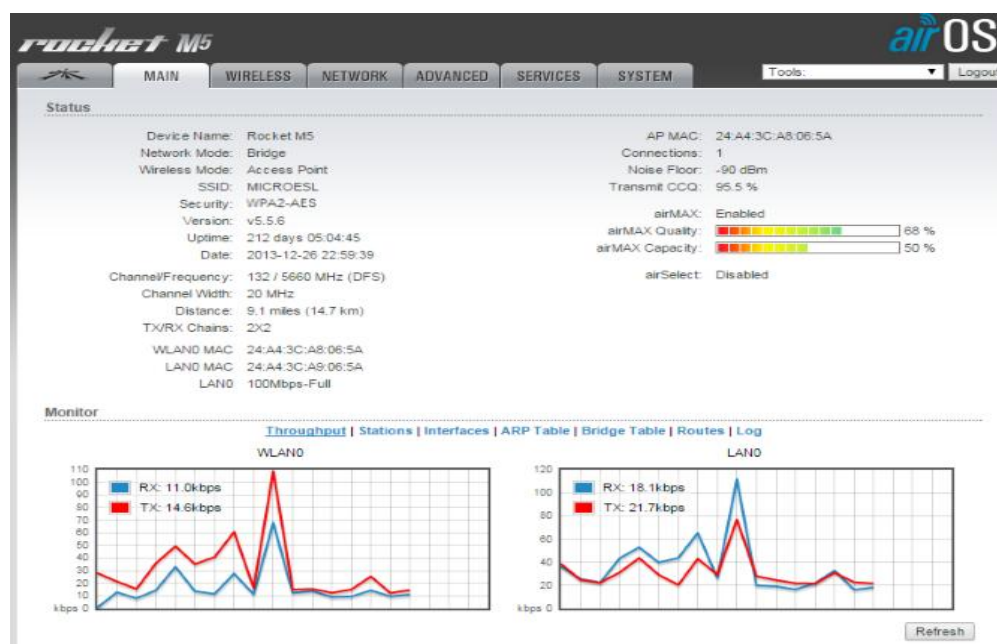
Tabla 18. Resumen de características de los equipos del enlace.
Elaborado por: Christian Suárez.

Modelo de dispositivo	Fabricante	Potencia de salida	Antenas	Tipo
Rocket M5	Ubiquiti Networks	26 dBm	Parabólica, ganancia 27 dBi	Outdoor ³

Se puede observar que la pestaña principal (MAIN) es solo informativa es donde se muestra el Status del radio y sus parámetros previamente configurados.

Figura 11. Pestaña PRINCIPAL de la configuración Radio Matriz.

Elaborado por: Christian Suárez.



³ Outdoor: Cuando se utiliza en referencia a dispositivos, dispositivos para exteriores.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

En la pestaña WIRELESS es donde se configuran los parámetros de la Red.

Tabla 19. Resumen de configuración inalámbrica relevante.

Elaborado por: Christian Suárez.

Parámetros /Wireless	Modo Wireless	SSID ⁴ Seleccionado	Ancho de Canal	Potencia de Salida estación
Configuración	Acces Point	MICROESL	20 MHz	26 dBm

Figura 12. Pestaña WIRELESS - configuración Radio Matriz.

Elaborado por: Christian Suárez.

Tabla 20. Resumen de configuración de red relevante del radio en la Matriz.

Elaborado por: Christian Suárez.

Parámetros / RED	Modo de Red	Configuración IP
Configuración	Bridge ⁵	10.10.1.150

Figura 13. Pestaña NETWORK de la configuración Radio Matriz.

⁴ SSID: Service Set Identifier, nombre incluido en todos los paquetes de una red inalámbrica para identificarlos.

⁵ Configuración modo Bridge: permite interconectar dispositivos wifi que se comunican entre sí mediante Wireless

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

Elaborado por: Christian Suárez.

The screenshot shows the 'rocket M5' web interface with the 'airOS' logo in the top right. The navigation tabs are MAIN, WIRELESS, NETWORK, ADVANCED, SERVICES, and SYSTEM. The 'NETWORK' tab is selected. The 'Network Role' section has 'Network Mode' set to 'Bridge' and 'Disable Network' set to 'None'. The 'Configuration Mode' section has 'Configuration Mode' set to 'Simple'. The 'Management Network Settings' section has 'Management IP Address' set to 'Static' with fields for IP Address (10.10.1.150), Netmask (255.255.255.0), Gateway IP (10.10.1.1), Primary DNS IP, and Secondary DNS IP. The 'MTU' is set to 1500. There are checkboxes for 'Management VLAN' (disabled), 'Auto IP Aliasing' (disabled), and 'STP' (disabled). A 'Change' button is at the bottom right. The footer includes a 'GENUINE PRODUCT' logo and copyright information for Ubiquiti Networks, Inc.

En la pestaña ADVANCED se configuran los parámetros avanzados Ethernet y Wireless tales como el umbral RTS y de sensibilidad y los valores umbrales para los indicadores de señal en función de la intensidad.

Figura 14. Pestaña ADVANCED de la configuración Radio Matriz.

Elaborado por: Christian Suárez.

The screenshot shows the 'rocket M5' web interface with the 'airOS' logo in the top right. The navigation tabs are MAIN, WIRELESS, NETWORK, ADVANCED, SERVICES, and SYSTEM. The 'ADVANCED' tab is selected. The 'Advanced Wireless Settings' section includes 'RTS Threshold' (2346, Off), 'Distance' (14.8 miles / 23.8 km, Auto Adjust), 'Aggregation' (32 Frames, 50000 Bytes, Enable), 'Multicast Data' (Allow All), 'Multicast Enhancement' (Enable), 'Installer EIRP Control' (Enable), 'Extra Reporting' (Enable), 'Client Isolation' (Enable), and 'Sensitivity Threshold, dBm' (-96, Off). The 'Advanced Ethernet Settings' section has 'LAN0 Speed' set to 'Auto'. The 'Signal LED Thresholds' section has a table with four columns: LED1, LED2, LED3, and LED4. The thresholds are: LED1 (94), LED2 (80), LED3 (73), and LED4 (65). A 'Change' button is at the bottom right. The footer includes a 'GENUINE PRODUCT' logo and copyright information for Ubiquiti Networks, Inc.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

En la pestaña de SERVICES se configuran los servicios de red habilitando solo los necesarios según se muestra.

Tabla 21. Resumen de configuración de servicios relevante del radio en la Matriz.
Elaborado por: Christian Suárez.

Parámetros /Servicios	Servidor SSH ⁶	Servidor web	Conexión web segura	Agente SNMP ⁷
Configuración	Activo puerto 22	Activo puerto 80	Activo puerto 443	Inactivo

Figura 15. Pestaña SERVICES de la configuración Radio Matriz.
Elaborado por: Christian Suárez.

The screenshot shows the 'SERVICES' tab in the 'rocket M5' configuration interface. The page is divided into several sections for different services:

- Ping Watchdog:** Includes checkboxes for 'Enable', 'Ping Interval' (300 seconds), 'Startup Delay' (300 seconds), 'Failure Count To Reboot' (3), and 'Save Support Info'.
- Web Server:** Includes checkboxes for 'Web Server' and 'Secure Connection (HTTPS)', 'Secure Server Port' (443), 'Server Port' (80), and 'Session Timeout' (15 minutes).
- SSH Server:** Includes checkboxes for 'SSH Server', 'Server Port' (22), 'Password Authentication', and 'Authorized Keys' (with an 'Edit...' button).
- Telnet Server:** Includes checkboxes for 'Telnet Server' and 'Server Port' (23).
- NTP Client:** Includes checkboxes for 'NTP Client' and 'NTP Server' (0.ubuntu.pool.ntp.org).
- Dynamic DNS:** Includes checkboxes for 'Dynamic DNS', 'Host Name', 'Username', and 'Password' (with a 'Show' button).
- System Log:** Includes checkboxes for 'System Log', 'Remote Log', 'Remote Log IP Address', and 'Remote Log Port' (514).
- Device Discovery:** Includes checkboxes for 'Discovery' and 'CDP'.

3.2.1.2 Configuración equipo radioenlace agencia Sucursal

Se puede observar que la pestaña principal (MAIN) igual que la Matriz es solo informativa es donde se muestra el Status del radio y sus parámetros previamente configurados.

Figura 16. Pestaña PRINCIPAL de la configuración Radio Sucursal.
Elaborado por: Christian Suárez.

⁶ SSH: Intérprete de órdenes segura, protocolo y sirve para acceder a máquinas remotas a través de una red.
⁷ SNMP: Protocolo Simple de Administración de Red, que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red.

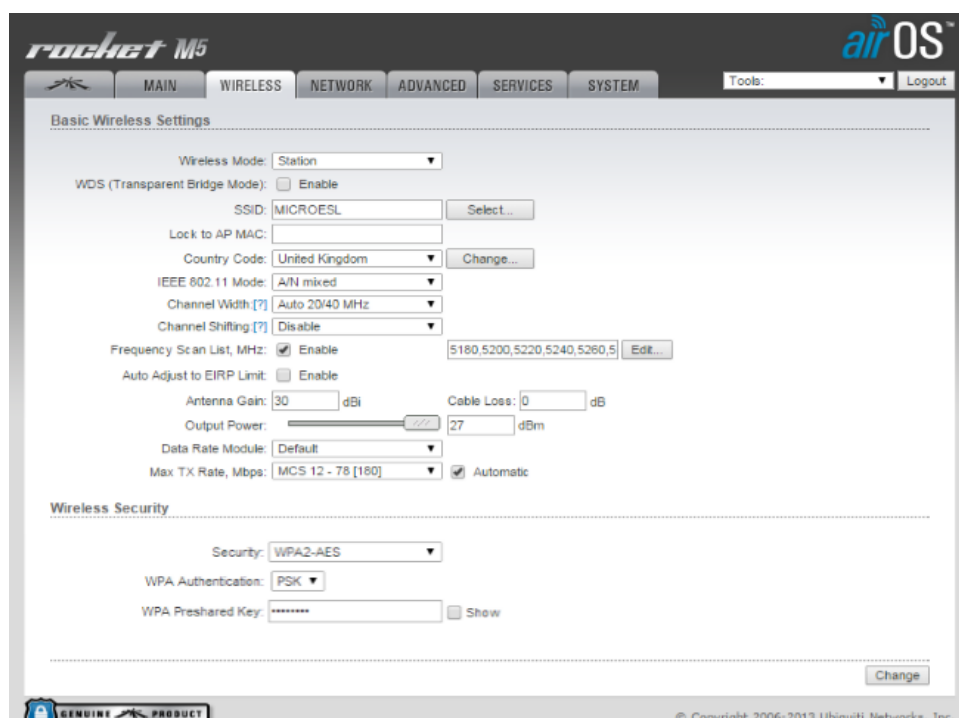
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR



Tabla 22. Resumen de configuración inalámbrica relevante.
Elaborado por: Christian Suárez.

Parámetros /Wireless	Modo Wireless	SSID Seleccionado	Ancho de Canal	Potencia de Salida estación
Configuración	Station	MICROESL	20 MHz	26 dBm

Figura 17. Pestaña WIRELESS de la configuración Radio Sucursal.
Elaborado por: Christian Suárez.



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

Tabla 23. Resumen de configuración de red relevante del radio en la Matriz.
Elaborado por: Christian Suárez.

Parámetros / RED	Modo de Red	Configuración IP
Configuración	Bridge	10.10.1.151

Figura 18. Pestaña NETWORK de la configuración Radio Sucursal.
Elaborado por: Christian Suárez.

rocket M5 **airOS™**

MAIN WIRELESS **NETWORK** ADVANCED SERVICES SYSTEM Tools: Logout

Network Role

Network Mode: Bridge
Disable Network: None

Configuration Mode

Configuration Mode: Simple

Management Network Settings

Management IP Address: ☐ DHCP ☒ Static
 IP Address: 10.10.1.151
 Netmask: 255.255.255.0
 Gateway IP: 10.10.1.1
 Primary DNS IP:
 Secondary DNS IP:
 MTU: 1500
 Management VLAN: ☐ Enable
 Auto IP Aliasing: ☐ Enable
 STP: ☐ Enable

Change

GENUINE PRODUCT © Copyright 2006-2013 Ubiquiti Networks, Inc.

Figura 19. Pestaña ADVANCED de la configuración Radio sucursal.
Elaborado por: Christian Suárez.

rocket M5 **airOS™**

MAIN WIRELESS NETWORK **ADVANCED** SERVICES SYSTEM Tools: Logout

Advanced Wireless Settings

RTS Threshold: [?] 2346 ☒ Off
 Distance: [?] 0.4 miles (0.6 km) ☒ Auto Adjust
 Aggregation: [?] 32 Frames 50000 Bytes ☒ Enable
 Multicast Data: [?] ☒ Allow All
 Installer EIRP Control: [?] ☒ Enable
 Extra Reporting: [?] ☒ Enable
 Sensitivity Threshold, dBm: [?] -96 ☒ Off

Advanced Ethernet Settings

LAN0 Speed: [?] Auto

Signal LED Thresholds

LED1 LED2 LED3 LED4
 Thresholds, dBm: [?] -94 -80 -73 -65

Change

GENUINE PRODUCT © Copyright 2006-2013 Ubiquiti Networks, Inc.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

Figura 20. Pestaña SERVICES de la configuración Radio Sucursal.
Elaborado por: Christian Suárez.

3.2.2 Pruebas de implementación

Para comprobar la calidad del enlace una vez que se haya realizado la implementación las pruebas se basarán en recomendaciones de proyectos académicos y de fabricantes de equipos utilizados.

3.2.2.1 Pruebas con comandos ping

Figuras 21 y 22. Pruebas de transmisión con el comando Ping⁸ desde una PC de la Sucursal al radio de la Matriz y desde una PC de la Matriz al radio de la Sucursal.
Elaborado por: Christian Suárez.

<pre>C:\Users\christian>ping 10.10.1.150 Haciendo ping a 10.10.1.150 con 32 bytes de datos: Respuesta desde 10.10.1.150: bytes=32 tiempo<1m TTL=64 Respuesta desde 10.10.1.150: bytes=32 tiempo<1m TTL=64 Respuesta desde 10.10.1.150: bytes=32 tiempo<1m TTL=64 Respuesta desde 10.10.1.150: bytes=32 tiempo<1m TTL=64 Estadísticas de ping para 10.10.1.150: Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0 (0% perdidos), Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos: Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms</pre>	<pre>C:\Users\christian>ping 10.10.1.151 Haciendo ping a 10.10.1.151 con 32 bytes de datos: Respuesta desde 10.10.1.151: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64 Respuesta desde 10.10.1.151: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64 Respuesta desde 10.10.1.151: bytes=32 tiempo=2ms TTL=64 Respuesta desde 10.10.1.151: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64 Estadísticas de ping para 10.10.1.151: Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0 (0% perdidos), Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos: Mínimo = 1ms, Máximo = 2ms, Media = 1ms</pre>
---	---

⁸ Ping: utilidad que comprueba el estado de la comunicación del host local con uno o varios equipos remotos.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

Figuras 23 y 24. Pruebas de transmisión entre una estación de trabajo de la LAN en la Matriz y una caja registradora en la Sucursal con envíos de 32 bytes y 2000 bytes.

Elaborado por: Christian Suárez.

<pre>C:\Users\christian>ping 192.168.100.9 Haciendo ping a 192.168.100.9 con 32 bytes de datos: Respuesta desde 192.168.100.9: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128 Respuesta desde 192.168.100.9: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128 Respuesta desde 192.168.100.9: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128 Respuesta desde 192.168.100.9: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128 Estadísticas de ping para 192.168.100.9: Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0 (0% perdidos), Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos: Mínimo = 1ms, Máximo = 1ms, Media = 1ms</pre>	<pre>C:\Users\christian>ping 192.168.100.9 -l 2000 Haciendo ping a 192.168.100.9 con 2000 bytes de datos: Respuesta desde 192.168.100.9: bytes=2000 tiempo=3ms TTL=128 Respuesta desde 192.168.100.9: bytes=2000 tiempo=15ms TTL=128 Respuesta desde 192.168.100.9: bytes=2000 tiempo=12ms TTL=128 Respuesta desde 192.168.100.9: bytes=2000 tiempo=7ms TTL=128 Estadísticas de ping para 192.168.100.9: Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0 (0% perdidos), Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos: Mínimo = 3ms, Máximo = 15ms, Media = 9ms</pre>
---	--

Tabla 24. Direcciones IP utilizadas en las pruebas y resultado obtenido.

Elaborado por: Christian Suárez.

Comando / lugar de ejecución	IP origen	IP destino	Resultado
Ping/Matriz	10.10.1.150	10.10.1.151	Respuesta desde 10.10.1.151 bytes=32 tiempo= 1ms TTL=64
Observación: Conexión con la Sucursal establecida, tiempo de latencia bajo, respuesta excelente.			
Ping/Matriz	10.10.1.151	10.10.1.150	Respuesta desde 10.10.1.151 bytes=32 tiempo promedio= 0ms TTL=64
Observación: Conexión con la Matriz establecida, tiempo de latencia bajo, respuesta excelente.			
Ping/Matriz	10.10.1.150	192.168.100.9	Respuesta desde 192.168.100.9 bytes=32 tiempo promedio= 1ms TTL=128 bytes=2000 tiempo promedio= 9ms TTL=128
Observación: Conexión con la sucursal establecida, tiempo de latencia bajo, respuesta excelente.			

3.2.2.2 Medición del ancho de banda del canal

Para la comprobación del ancho de banda se utilizó la aplicación LAN SPEED TEST que es una herramienta de medición de velocidad para redes locales. La prueba se realiza mediante la escritura en una carpeta. Todo a elección del usuario, el tamaño y la ruta. LAN Speed Test muestra tanto la velocidad de escritura como la de lectura en cada ordenador donde se ha realizado la prueba. En la siguiente figura se muestra la medición de ancho de banda desde un cliente de la LAN en la Matriz a un cliente en la LAN en la Sucursal.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE DE DATOS PARA BRINDAR CONECTIVIDAD A LA EMPRESA COMISARIATO FAMILIAR

Figuras 25. Pruebas de comprobación del ancho de banda.
Elaborado por: Christian Suárez.

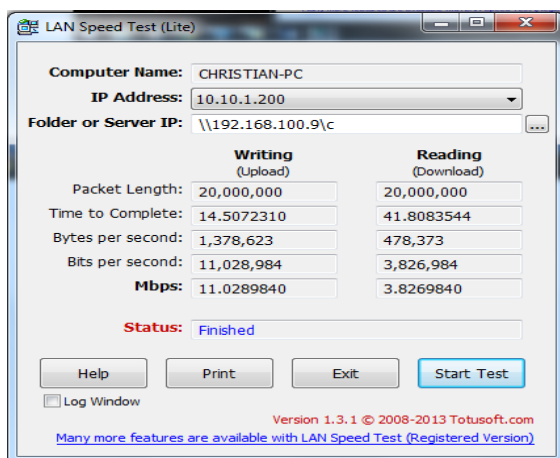


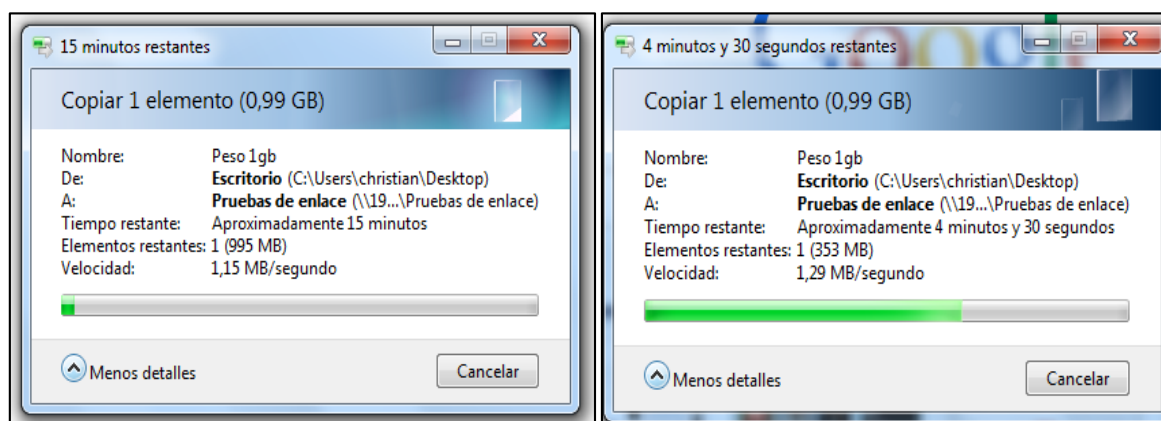
Tabla 25. Direcciones IP utilizadas en las pruebas y resultado obtenido.
Elaborado por: Christian Suárez.

Descripción	Valor
Dirección IP remota para la prueba	192.168.100.9
Tamaño de archivo a copiar	20 MB
Tiempo de demora del tráfico de escritura	1,77 seg.
Tiempo de demora del tráfico de lectura	1,71 seg.
Velocidad de escritura	11,02 MBps
Velocidad de lectura	3,82 MBps

3.2.2.3 Pruebas de transferencia de archivos entre agencias

En la figuras 26 y 27 se muestra una prueba de copia de 1 fichero de 1 GByte desde una estación en la Matriz Coca a un host en la Sucursal y viceversa.

Figuras 26 y 27. Pruebas de copia de un archivo de 1 GByte.
Elaborado por: Christian Suárez.



3.2.2.4 Análisis del autor sobre el rendimiento de la solución escogida

Con la implementación del enlace y la ejecución de todas pruebas presentadas la red quedó operativa y en funcionamiento, además quedó demostrado que el ancho de banda disponible es muy superior al que necesita empresa para satisfacer sus servicios comprobándose una alta velocidad de acceso a los datos del servidor en la matriz desde las estaciones de la sucursal ofreciendo a este ventajas tales como:

- Compartición de programas, archivos, recursos de la red y bases de datos.
- Posibilidad de utilizar software de red como el Correo Electrónico de forma corporativa.
- Gestión de la red centralizada y seguridad en la red.
- Mejoras en general en la organización de la empresa.
- Posibilidad de expansiones futuras (interconexión de nuevas sucursales)

CAPÍTULO IV.

DISCUSIÓN

4.1 CONCLUSIONES

- Se ha podido cumplir con los objetivos planteados al inicio del proyecto, que era el diseño e implementación de un enlace de datos para brindar conectividad entre la matriz y su sucursal, logrando obtener conectividad entre ambas, y el manejo de información empresarial de manera unificada en la empresa Comisariato Familiar.
- Se pudo comprobar que la implementación del equipamiento seleccionado soporta las necesidades actuales y expansiones futuras, logrando reducción de costos de infraestructura y gran escalabilidad de la red.
- Se pudieron documentar todas las pruebas practicadas de la funcionalidad del enlace demostrándose su efectividad y el logro esperado.
- Se pudo evidenciar que la utilización de los softwares Radio Mobile y Ligowave nos permite obtener los perfiles topográficos, distancias, elevaciones y obstrucciones, lo que permitió realizar una planificación del enlace siendo determinante para la elaboración y evaluación inicial de la factibilidad del proyecto.
- Mediante el estudio factibilidad se comprobó la solución propuesta del sistema de comunicación inalámbrica punto a punto basado en tecnologías que ofrece Ubiquiti Networks gracias a sus características técnicas necesarias para cumplir con los requerimientos y presupuesto disponible para la implementación en la empresa Comisariato Familiar.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se debe instruir a los usuarios sobre el buen uso de la red, para que el logro obtenido en la funcionalidad del enlace se mantenga de una manera adecuada.
- Se debe tomar en cuenta la seguridad ya que la confidencialidad en estas redes puede ser vulnerable. Recomendamos contar con herramientas de seguridad en la red con el fin de evitar interferencias o interceptaciones a las comunicaciones de datos por parte de sistemas ajenos a la red.
- Es recomendable cambiar todas las configuraciones que vienen pregrabadas por defecto por el fabricante en los equipos y las claves de acceso utilizadas en las pruebas, para garantizar que ningún intruso tenga acceso a la red.
- Se recomienda dar un mantenimiento a los equipos inalámbricos por lo menos cada tres meses, evitando así que estos se deterioren e impidan el correcto funcionamiento de la red inalámbrica.

BIBLIOGRAFÍA

ASK US ANYTHING. (2014). Obtenido de

<http://rysdci.tumblr.com/post/90135223985/redes-lan-inalambricas>

Axis Communication. (2008). *Tecnología inalámbrica*. Obtenido de

http://www.axis.com/es/products/video/about_networkvideo/wireless.htm

Cáceres, L. A. (2008). *Manual de redes*.

Definición WAN. (2008-2014). Obtenido de <http://definicion.de/wan/>

Del Razo, M. (2004). *Redes inalámbricas en Boletín Tress*. Tijuana.

Digitecnia. (2015). *Partes de la computadora*. Obtenido de <http://www.icono-computadoras-pc.com/partes-de-la-computadora.html>

Galeon.com. (s.f.). *Equipos para internet satelital*. Obtenido de 2013:

<http://optimustelec.galeon.com/productos2321804.html>

GElectronics. (2013). *Cable coaxial*. Obtenido de <http://geaelectronics.com/>

Gómez, O. (2011). *Tipos de redes de computadoras*.

Hernández, Fernández, & Baptista. (2000). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.

IEEE 802.11 working group. (s.f.). Obtenido de <http://www.ieee802.org/11/>

Lara, Y. (21 de Agosto de 2010). *computacionII2010*. Obtenido de

<http://computacionii2010.blogspot.com/2010/08/wi-fi-dispositivos-inalambricos.html>

LigoWave. (2014). *LigoWave*. Obtenido de <http://www.ligowave.com>

- López, J. L. (2010). *Métodos e hipótesis científicas*. México: McGraw Hill.
- MENDOZA, J. L. (2009). *ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA* . Obtenido de <http://repositorio.uisek.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/80/1/TESIS%20-%20JOSE%20LUIS%20VILLACIS.pdf>
- PYDOT. (2015). *Sistemas operativos y software disponible*. Obtenido de <http://www.pydot.com/servidores/software>
- Rochabrum, G. (2005). *Redes y Cableado Estructurado*. Lima, Perú.
- Ruiz, R. (2009). *El método científico y sus etapas*. México: Editorial CECSA.
- Smith, J. (2010). *Elementos del Navegador*. Obtenido de <http://www.jegsworks.com/Lessons-sp/web/basics/connecting.htm>
- Ubiquiti Networks presenta la revolucionaria tecnología inalámbrica de banda ancha AirMax. (20 de agosto de 2009). Obtenido de http://www.businesswire.com/news/home/20090820006099/es/#.U7WMu_15ObE
- Vaca, J. (2004). *Instalación y configuración de aplicaciones y servicios*. mexico.
- Wikipedia.org. (2009). *Wikipedia.org*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11
- WordPress. (Marzo de 2010). *WordPress weblog*. Obtenido de <https://jumali123.wordpress.com/2010/03/09/sistemas-operativos-comunes/>
- Zavala, A. (2010). *Estudio de QoS sobre WLAN utilizando el estándar 802,11e, aplicado a transmisiones de sistemas multimediales en tiempo real*. Rio Bamba.

ANEXOS

Anexo I: Fotografías

Agencia Matriz

Figura 28. Fotografías agencia matriz.

Elaborado por: Christian Suárez.

Entrada principal agencia matriz 	Armado de las antenas y radios 	Instalación del radio Rocket M5 a la antena 
Ensamblado de la torre atirantada 	Instalación de los soportes para los tensores 	Tensores para la torre atirantada 
Recubrimiento de manguera anillada para cable UTP 	Instalación del cableado de red 	Instalación de la antena en la torre 

Vista completa de la torre y antena agencia matriz 	Servidor agencia matriz 
---	--

Agencia Sucursal

Figura 29. Fotografías agencia sucursal

Elaborado por: Christian Suárez.

Entrada principal agencia Sucursal 	Rack agencia sucursal 	Tensores torre agencia sucursal 
Vista con acercamiento antena agencia sucursal 	Vista completa de la torre y antena agencia sucursal 	Cajas registradoras agencia sucursal 

Anexo 2: Factura de la implementación del proyecto

Figura 30. Factura de la implementación del proyecto.

Elaborado por: Christian Suárez.



Ecuastreamlink.
communications Cía. Ltda.

Dir.: José Puerta N 39-57 y Eloy Alfaro
Telefax: (593-2) 2884754
E-mail: ecuastr@ecuastreamlinkcom.com
Quito - Ecuador

RUC: 1791775732001
FACTURA
S-001-001
Nº 0001193
AUT. SRI: 1114014881
FECHA AUTORIZACION: 10/12/2013

Cliente: ARMANDO CUA LITA
Dirección: Calle Quito s/n y Casaca Forma de Pago: _____
Fecha: 25 de Junio/2014 R.U.C. O.C.I. 2200325047001 Telf: 062333350

Cant.	Código	DESCRIPCION	V. Unit	V. Total
2		Ubiquiti Rocket NS, antena 30dBi tipo Dish, 5 GHz	700,00	1.400,00
30		Metros de Torre Eton G25, sección triangular, galvanizado al caliente.	90,00	2.700,00
2		Instalación y configuración de Radios	250,00	500,00
1		Cable UTP, manguera anillada, conectores y materiales menores.	150,00	150,00
2		Tubo galvanizado 11/2.	16,60	33,20
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD				
Son: <u>Cinco mil trescientos cincuenta y siete con 77/100 pesos.</u>			SUBTOTAL	4.783,20
 FIRMA AUTORIZADA RECIBI CONFORME			DESCUENTO	
			IVA 0 %	
			IVA 12 %	574,05
			TOTAL USD	5.357,25

IMPRESA NUEVA JERUSALEN - ARCOS PARRA DAVID HUMBERTO - TELF: 2281-545 RUC: 1708466337001 - AUT. 1869
VALIDO PARA SU EMISION HASTA: 10/12/2014 - DEL 1161 AL 1260

ORIGINAL, DUPLICADO, / 1a COPIA VERDE, EMISOR / 2da COPIA ROSADA, SIN DIRECCION A CREDITO TRIBUTARIO

Anexo III: Glosario de términos

Término	Significado
Homólogo	Se aplica a elementos que se corresponden unos con otros o se considera semejante o iguales por tener una característica común o ejercer la misma función Ejemplo: cada cromosoma tiene un homólogo, es decir, un cromosoma igual a él.
Doble contabilidad	Cuando un comerciante lleva dos o más libros iguales en los que registre en forma diferente las mismas operaciones, o cuando tenga distintos comprobantes sobre los mismos actos comerciales.
Matriz	Primero, punto principal.
Fidedigna	Digno de fe o confianza, Cierto, verdadero.
Protocolos	En informática son conjunto de reglas y normas que permiten que dos o más ordenadores de un sistema de comunicación se comuniquen entre ellos para transmitir información a través de una red.
Latencia	En redes informáticas de datos se denomina latencia a la suma de retardos temporales dentro de una red. Un retardo es producido por la demora en la propagación y transmisión de paquetes dentro de la red.
Difusión	En informática es una forma de transmisión de información donde un ordenador emisor envía información a una multitud de ordenadores receptores de manera simultánea, sin necesidad de reproducir la misma transmisión ordenador por ordenador.
Internet de banda ancha	En telecomunicaciones, se conoce como banda ancha a la red (de cualquier tipo) que tiene una elevada capacidad para transportar información que incide en la velocidad de transmisión de ésta.
MHz	En telecomunicaciones, se utiliza como unidad de medida de ondas electromagnéticas, o la frecuencia de trabajo de un dispositivo de hardware.
TCP	En informática, TCP (que significa Protocolo de Control de Transmisión) es uno de los principales protocolos de la capa de transporte del modelo TCP/IP.
MIMO	En telecomunicaciones, corresponde a las siglas de “Multiple Input Multiple Output” que son conformadas por múltiples antenas en el lado

	del transmisor y del receptor.
NOS	Network Operating System, es un sistema operativo de red incluye funciones especiales para la conexión de ordenadores y dispositivos en una red de área local.
Broadcast	En telecomunicaciones, es la comunicación en la que una sola transmisión es recibida por múltiples receptores.
Mbps	En informática, Un megabit por segundo (Mbps) es una unidad que se usa para cuantificar un caudal de datos equivalente a 1024 kb/s
Multicast	En informática multicast se refiere a la transmisión de información de uno a muchos o de muchos a muchos.
Umbral	En telecomunicación, es el requerimiento mínimo para la comunicación entre equipos.
Línea de vista	En telecomunicaciones se define como el espacio en línea recta sin obstáculos entre dos dispositivos.
Hidrometeorología	Se define a todos los factores atmosféricos, como el viento, la lluvia o cambios bruscos de temperatura
Difracción	Es la desviación de un curso definido para una onda de radio al encontrar un obstáculo.
Torres Atirantadas	Son un tipo de torres que se construyen sobre edificaciones ya existentes que necesitan de tensores para su apoyo y estabilidad.
dBi	Es la unidad para medir la ganancia ideal de irradiación de una antena
IP	Es una etiqueta numérica definida para identificar a los equipos que conforman una red.

Anexo IV: Datasheet del equipamiento inalámbrico utilizado.



Overview

02

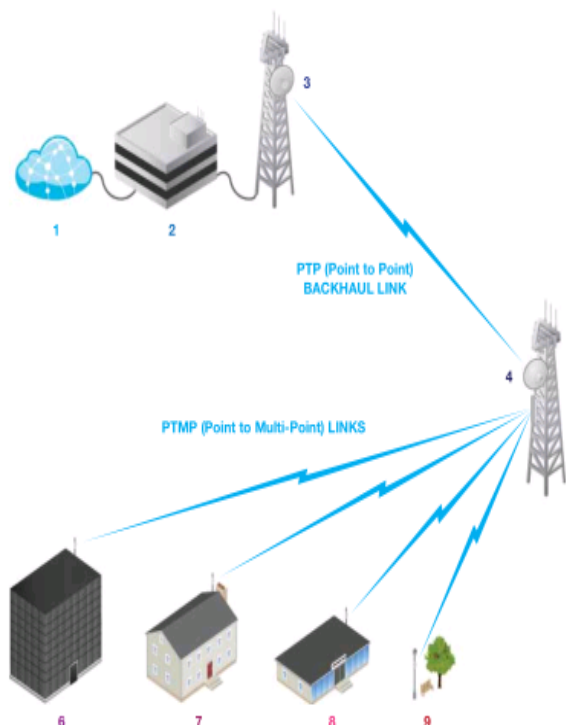
Versatile

Rocket M is a rugged, hi-power, very linear 2x2 MIMO radio with enhanced receiver performance. It features incredible range performance (50+km) and breakthrough speed (150+Mbps real TCP/IP).

Rocket M combines the "brains" in one robust unit; it can be paired with your choice of AirMax BaseStation or Rocket Antennas. This versatility gives network architects unparalleled flexibility and convenience.

On the right is one example of how Rockets can be deployed:

- 1 Internet Backbone
- 2 ISP Network
- 3 RocketDish with Rocket M
- 4 RocketDish with Rocket M
- 5 AirMax BaseStation with Rocket M
- 6 Corporate building with NanoStation M client.
- 7 House with NanoStation M client.
- 8 Small business with NanoStation M client.
- 9 Lightpole with NanoStation M daisy-chained to a PicoStation M to create a wireless hotspot.



Integrated AirMax Technology

Unlike standard WiFi protocol, Ubiquiti's Time Division Multiple Access (TDMA) AirMax protocol allows each client to send & receive data using pre-designated time slots scheduled by an intelligent AP controller.

This "time slot" method eliminates hidden node collisions & maximizes air time efficiency. It provides many magnitudes of performance improvements in latency, throughput, & scalability compared to all other outdoor systems in its class.

Intelligent QoS Priority is given to voice/video for seamless access.

Scalability High capacity and scalability.

Long Distance Capable of high speed 50km+ links

Latency Multiple features dramatically reduce noise.

GPS Synchronization*

Rocket M GPS units have integrated Ubiquiti AirSync technology. AirSync enhances the hardware and software of Rocket M to utilize GPS signals for precision timing.

GPS Signal Reporting AirOS was upgraded to take full advantage of the new GPS hardware in Rocket M GPS units; easily manage/monitor GPS satellite signals.

No Co-location Interference Synchronized transmission among Rocket M GPS powered BaseStations effectively eliminates co-location interference.

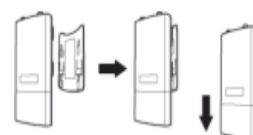
External GPS Antenna Included weather-proof external GPS Antenna (Rocket M GPS).

Two Ethernet Ports Second Ethernet port (only Rocket M GPS) capable of providing power to a secondary device using PoE.

Channel Re-use Frequency reuse for increased scalability.

Easy Installation

Rocket M and AirMax BaseStation/ Rocket Antennas have been designed to seamlessly work together.



Installing Rocket M on AirMax BaseStation and Rocket Antennas requires no special tools, you simply snap it securely into place with the universal Rocket mount built into the antennas.

* Only Rocket M GPS Models

Ubiquiti Networks, Inc. Copyright © 2011, All Rights Reserved

www.ubnt.com

Models

03



[top - Rocket M GPS Series] **RM2-GPS** (2.4 GHz), **RM365-GPS** (3.65-3.675 GHz), **RM5-GPS** (5 GHz)
 [bottom - Rocket M Series] **RM2** (2.4 GHz), **RM3** (3.4-3.7 GHz), **RM365** (3.65-3.675 GHz), **RM5** (5GHz), **RM900** (900 MHz)

Ubiquiti Networks, Inc. Copyright © 2011, All Rights Reserved

 www.ubnt.com

Software

04

airOS

AirOS is an intuitive, versatile, highly developed Ubiquiti firmware technology. It is exceptionally intuitive and was designed to require no training to operate. Behind the user interface is a powerful firmware architecture which enables hi-performance outdoor multipoint networking.

Protocol Support

Ubiquiti Channelization

Spectral Width Adjust

ACK Auto-Timing

AAP Technology

GPS Signal Reporting*



airView

Integrated on all Ubiquiti M products, AirView provides Advanced Spectrum Analyzer Functionality. Waterfall, waveform, and real-time spectral views allow operators to identify noise signatures and plan their networks to minimize noise interference.

Waterfall Aggregate energy over time for each frequency.

Waveform Aggregate energy collected.

Real-time Energy is shown real-time as a function of frequency.

Recording Automize AirView to record and report results.



airControl

AirControl is a powerful and intuitive web based server network management application which allows operators to centrally manage entire networks of Ubiquiti devices.

Network Map

Monitor Device Status

Mass Firmware Upgrade

Web UI Access

Manage Groups of Devices

Task Scheduling



* Only Rocket M GPS Models

Ubiquiti Networks, Inc. Copyright © 2011, All Rights Reserved

 www.ubnt.com

Specifications

05

System Information		
Processor Specs	Atheros MIPS 24KC, 400MHz	
Memory Information	64MB SDRAM, 8MB Flash	
	M	M GPS
Networking Interface	1 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet	2 X 10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet

Regulatory / Compliance Information			
	M900, M2, M5, M2 GPS, M5 GPS	M3	M365, M365 GPS
Wireless Approvals	FCC Part 15.247, IC RS210, CE	-	FCC Part 90Y
RoHS Compliance	YES		

Physical / Electrical / Environmental		
Enclosure Size	17 x 8 x 3cm (length, width, height)	
Weight	0.5kg	
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic	
Mounting Kit	Pole Mounting Kit included	
Power Supply	24V, 1A POE Supply included	
Power Method	Passive Power over Ethernet (pairs 4, 5+; 7, 8 return)	
Operating Temperature	-30C to 75C	
Operating Humidity	5 to 95% Condensing	
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4	
	M	M GPS
RF Connector	2x RP-SMA (Waterproof)	2x RP-SMA and 1x SMA (Waterproof)
	M (Except M5), M GPS (Except M5 GPS)	M5, M5 GPS
Max Power Consumption	6.5 Watts	8 Watts

Compatible Antennas				
M900	M2, M2 GPS	M3	M365, M365 GPS	M5, M5 GPS
AirMax Sector 900M-13-120	AirMax Sector 2G-16-90 2G-15-120	AirMax Sector 3G-18-120	AirMax Sector 3G-18-120	AirMax Sector 5G-17-90 5G-16-120 5G-20-90 5G-19-120
		Rocket Dish 3G-26	Rocket Dish 3G-26	
	Rocket Dish 2G-24			
				Rocket Dish 5G-30 5G-34

Specifications (cont.)

06

Operating Frequency Summary (MHz)				
M900	M2, M2 GPS	M3	M365, M365 GPS	M5, M5 GPS
902-928	2412-2462	3400-3700	3650-3675	5470-5825*

Rocket M900 - Operating Frequency 902-928 MHz							
OUTPUT POWER: 28 dBm							
900 MHz TX POWER SPECIFICATIONS				900 MHz RX POWER SPECIFICATIONS			
AirMax	MCS0	28 dBm	+/- 2 dB	AirMax	MCS0	-96 dBm	+/- 2 dB
	MCS1	28 dBm	+/- 2 dB		MCS1	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS2	28 dBm	+/- 2 dB		MCS2	-92 dBm	+/- 2 dB
	MCS3	28 dBm	+/- 2 dB		MCS3	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS4	28 dBm	+/- 2 dB		MCS4	-86 dBm	+/- 2 dB
	MCS5	24 dBm	+/- 2 dB		MCS5	-83 dBm	+/- 2 dB
	MCS6	22 dBm	+/- 2 dB		MCS6	-77 dBm	+/- 2 dB
	MCS7	21 dBm	+/- 2 dB		MCS7	-74 dBm	+/- 2 dB
	MCS8	28 dBm	+/- 2 dB		MCS8	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS9	28 dBm	+/- 2 dB		MCS9	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS10	28 dBm	+/- 2 dB		MCS10	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS11	28 dBm	+/- 2 dB		MCS11	-87 dBm	+/- 2 dB
	MCS12	28 dBm	+/- 2 dB		MCS12	-84 dBm	+/- 2 dB
	MCS13	24 dBm	+/- 2 dB		MCS13	-79 dBm	+/- 2 dB
	MCS14	22 dBm	+/- 2 dB		MCS14	-78 dBm	+/- 2 dB
	MCS15	21 dBm	+/- 2 dB		MCS15	-75 dBm	+/- 2 dB

Rocket M2 / M2 GPS - Operating Frequency 2412-2462 MHz

OUTPUT POWER: 28 dBm

2.4 GHz TX POWER SPECIFICATIONS				2.4 GHz RX POWER SPECIFICATIONS			
11g	DataRate	Avg. TX	Tolerance	11g	DataRate	Avg. TX	Tolerance
	1-24 Mbps	28 dBm	+/- 2 dB		1-24 Mbps	-97 dBm min	+/- 2 dB
	36 Mbps	26 dBm	+/- 2 dB		36 Mbps	-80 dBm	+/- 2 dB
	48 Mbps	25 dBm	+/- 2 dB		48 Mbps	-77 dBm	+/- 2 dB
	54 Mbps	24 dBm	+/- 2 dB		54 Mbps	-75 dBm	+/- 2 dB
11n / AirMax				11n / AirMax			
	MCS0	28 dBm	+/- 2 dB		MCS0	-96 dBm	+/- 2 dB
	MCS1	28 dBm	+/- 2 dB		MCS1	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS2	28 dBm	+/- 2 dB		MCS2	-92 dBm	+/- 2 dB
	MCS3	28 dBm	+/- 2 dB		MCS3	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS4	27 dBm	+/- 2 dB		MCS4	-86 dBm	+/- 2 dB
	MCS5	25 dBm	+/- 2 dB		MCS5	-83 dBm	+/- 2 dB
	MCS6	23 dBm	+/- 2 dB		MCS6	-77 dBm	+/- 2 dB
	MCS7	22 dBm	+/- 2 dB		MCS7	-74 dBm	+/- 2 dB
	MCS8	28 dBm	+/- 2 dB		MCS8	-95 dBm	+/- 2 dB
	MCS9	28 dBm	+/- 2 dB		MCS9	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS10	28 dBm	+/- 2 dB		MCS10	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS11	28 dBm	+/- 2 dB		MCS11	-87 dBm	+/- 2 dB
	MCS12	27 dBm	+/- 2 dB		MCS12	-84 dBm	+/- 2 dB
	MCS13	25 dBm	+/- 2 dB		MCS13	-79 dBm	+/- 2 dB
	MCS14	23 dBm	+/- 2 dB		MCS14	-78 dBm	+/- 2 dB
MCS15	22 dBm	+/- 2 dB	MCS15	-75 dBm	+/- 2 dB		

* Only 5745 - 5825 MHz is supported in the USA

Ubiquiti Networks, Inc. Copyright © 2011, All Rights Reserved

 www.ubnt.com

Specifications (cont.)

07

Rocket M3 - Operating Frequency 3400-3700 MHz							
OUTPUT POWER: 25 dBm							
TX POWER SPECIFICATIONS				RX POWER SPECIFICATIONS			
AirMax	MCS0	25 dBm	+/- 2 dB	AirMax	MCS0	-94 dBm	+/- 2 dB
	MCS1	25 dBm	+/- 2 dB		MCS1	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS2	25 dBm	+/- 2 dB		MCS2	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS3	25 dBm	+/- 2 dB		MCS3	-89 dBm	+/- 2 dB
	MCS4	24 dBm	+/- 2 dB		MCS4	-86 dBm	+/- 2 dB
	MCS5	23 dBm	+/- 2 dB		MCS5	-83 dBm	+/- 2 dB
	MCS6	22 dBm	+/- 2 dB		MCS6	-77 dBm	+/- 2 dB
	MCS7	20 dBm	+/- 2 dB		MCS7	-74 dBm	+/- 2 dB
	MCS8	25 dBm	+/- 2 dB		MCS8	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS9	25 dBm	+/- 2 dB		MCS9	-91 dBm	+/- 2 dB
	MCS10	25 dBm	+/- 2 dB		MCS10	-89 dBm	+/- 2 dB
	MCS11	25 dBm	+/- 2 dB		MCS11	-87 dBm	+/- 2 dB
	MCS12	24 dBm	+/- 2 dB		MCS12	-84 dBm	+/- 2 dB
	MCS13	23 dBm	+/- 2 dB		MCS13	-79 dBm	+/- 2 dB
	MCS14	22 dBm	+/- 2 dB		MCS14	-78 dBm	+/- 2 dB
	MCS15	20 dBm	+/- 2 dB		MCS15	-75 dBm	+/- 2 dB

Rocket M365 / M365 GPS - Operating Frequency 3650-3675 MHz							
OUTPUT POWER: 25 dBm							
TX POWER SPECIFICATIONS				RX POWER SPECIFICATIONS			
AirMax	MCS0	25 dBm	+/- 2 dB	AirMax	MCS0	-94 dBm	+/- 2 dB
	MCS1	25 dBm	+/- 2 dB		MCS1	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS2	25 dBm	+/- 2 dB		MCS2	-90 dBm	+/- 2 dB
	MCS3	25 dBm	+/- 2 dB		MCS3	-89 dBm	+/- 2 dB
	MCS4	24 dBm	+/- 2 dB		MCS4	-86 dBm	+/- 2 dB
	MCS5	23 dBm	+/- 2 dB		MCS5	-83 dBm	+/- 2 dB
	MCS6	22 dBm	+/- 2 dB		MCS6	-77 dBm	+/- 2 dB
	MCS7	20 dBm	+/- 2 dB		MCS7	-74 dBm	+/- 2 dB
	MCS8	25 dBm	+/- 2 dB		MCS8	-93 dBm	+/- 2 dB
	MCS9	25 dBm	+/- 2 dB		MCS9	-91 dBm	+/- 2 dB
	MCS10	25 dBm	+/- 2 dB		MCS10	-89 dBm	+/- 2 dB
	MCS11	25 dBm	+/- 2 dB		MCS11	-87 dBm	+/- 2 dB
	MCS12	24 dBm	+/- 2 dB		MCS12	-84 dBm	+/- 2 dB
	MCS13	23 dBm	+/- 2 dB		MCS13	-79 dBm	+/- 2 dB
	MCS14	22 dBm	+/- 2 dB		MCS14	-78 dBm	+/- 2 dB
	MCS15	20 dBm	+/- 2 dB		MCS15	-75 dBm	+/- 2 dB

Specifications (cont.)

08

Rocket M5 / M5 GPS - Operating Frequency 5470-5825 MHz*

OUTPUT POWER: 27 dBm

5 GHz TX POWER SPECIFICATIONS				5 GHz RX POWER SPECIFICATIONS																																																																																																											
11a	DataRate	Avg. TX	Tolerance	11a	DataRate	Avg. TX	Tolerance																																																																																																								
	6-24 Mbps	27 dBm	+/- 2 dB		36 Mbps	25 dBm	+/- 2 dB	48 Mbps	23 dBm	+/- 2 dB	54 Mbps	22 dBm	+/- 2 dB	11n / AirMax	MCS0	27 dBm	+/- 2 dB	11n / AirMax	MCS0	-96 dBm	+/- 2 dB	MCS1	27 dBm	+/- 2 dB	MCS1	-95 dBm	+/- 2 dB	MCS2	27 dBm	+/- 2 dB	MCS2	-92 dBm	+/- 2 dB	MCS3	27 dBm	+/- 2 dB	MCS3	-90 dBm	+/- 2 dB	MCS4	26 dBm	+/- 2 dB	MCS4	-86 dBm	+/- 2 dB	MCS5	24 dBm	+/- 2 dB	MCS5	-83 dBm	+/- 2 dB	MCS6	22 dBm	+/- 2 dB	MCS6	-77 dBm	+/- 2 dB	MCS7	21 dBm	+/- 2 dB	MCS7	-74 dBm	+/- 2 dB	MCS8	27 dBm	+/- 2 dB	MCS8	-95 dBm	+/- 2 dB	MCS9	27 dBm	+/- 2 dB	MCS9	-93 dBm	+/- 2 dB	MCS10	27 dBm	+/- 2 dB	MCS10	-90 dBm	+/- 2 dB	MCS11	27 dBm	+/- 2 dB	MCS11	-87 dBm	+/- 2 dB	MCS12	26 dBm	+/- 2 dB	MCS12	-84 dBm	+/- 2 dB	MCS13	24 dBm	+/- 2 dB	MCS13	-79 dBm	+/- 2 dB	MCS14	22 dBm	+/- 2 dB	MCS14	-78 dBm	+/- 2 dB	MCS15	21 dBm	+/- 2 dB	MCS15	-75 dBm	+/- 2 dB
	36 Mbps	25 dBm	+/- 2 dB																																																																																																												
	48 Mbps	23 dBm	+/- 2 dB																																																																																																												
	54 Mbps	22 dBm	+/- 2 dB																																																																																																												
11n / AirMax	MCS0	27 dBm	+/- 2 dB	11n / AirMax	MCS0	-96 dBm	+/- 2 dB																																																																																																								
	MCS1	27 dBm	+/- 2 dB		MCS1	-95 dBm	+/- 2 dB																																																																																																								
	MCS2	27 dBm	+/- 2 dB		MCS2	-92 dBm	+/- 2 dB																																																																																																								
	MCS3	27 dBm	+/- 2 dB		MCS3	-90 dBm	+/- 2 dB																																																																																																								
	MCS4	26 dBm	+/- 2 dB		MCS4	-86 dBm	+/- 2 dB																																																																																																								
	MCS5	24 dBm	+/- 2 dB		MCS5	-83 dBm	+/- 2 dB																																																																																																								
	MCS6	22 dBm	+/- 2 dB		MCS6	-77 dBm	+/- 2 dB																																																																																																								
	MCS7	21 dBm	+/- 2 dB		MCS7	-74 dBm	+/- 2 dB																																																																																																								
	MCS8	27 dBm	+/- 2 dB		MCS8	-95 dBm	+/- 2 dB																																																																																																								
	MCS9	27 dBm	+/- 2 dB		MCS9	-93 dBm	+/- 2 dB																																																																																																								
	MCS10	27 dBm	+/- 2 dB		MCS10	-90 dBm	+/- 2 dB																																																																																																								
	MCS11	27 dBm	+/- 2 dB		MCS11	-87 dBm	+/- 2 dB																																																																																																								
	MCS12	26 dBm	+/- 2 dB		MCS12	-84 dBm	+/- 2 dB																																																																																																								
	MCS13	24 dBm	+/- 2 dB		MCS13	-79 dBm	+/- 2 dB																																																																																																								
	MCS14	22 dBm	+/- 2 dB		MCS14	-78 dBm	+/- 2 dB																																																																																																								
	MCS15	21 dBm	+/- 2 dB		MCS15	-75 dBm	+/- 2 dB																																																																																																								

* Only 5745 - 5825 MHz is supported in the USA

Ubiquiti Networks, Inc. Copyright © 2011, All Rights Reserved

* Only 5745 - 5825 MHz is supported in the USA

 www.ubnt.com

Misc

09

TOUGH Cable

OUTDOOR CARRIER CLASS SHIELDED

Protect your networks from the most brutal environments with Ubiquiti's industrial-grade shielded ethernet cable, TOUGH Cable.

Increase Performance Dramatically improve your ethernet link states, speeds, and overall performance with Ubiquiti TOUGH Cables.

Extreme Weatherproof TOUGH Cables have been built to perform even in the harshest weather and environments.

Eliminate ESD Attacks Protect your networks from devastating ESD Attacks, TOUGH Cables eliminate ESD attacks and ethernet hardware damage.

Extended Cable Support TOUGH Cables have been developed to have increased power handling performance for extended cable run lengths.



Bulletproof your networks

TOUGH Cable is currently available in two versions: Level 1 Shielding Protection and Level 2 Shielding Protection.

Level 1 is a Category 5e (100Mbps Ethernet Support) Outdoor Carrier Class Shielded Cable.

Level 2 is a Category 6 (1Gbps Ethernet Support) Outdoor Carrier Class Shielded Cable that is also capable of providing enhanced Category 5e performance.

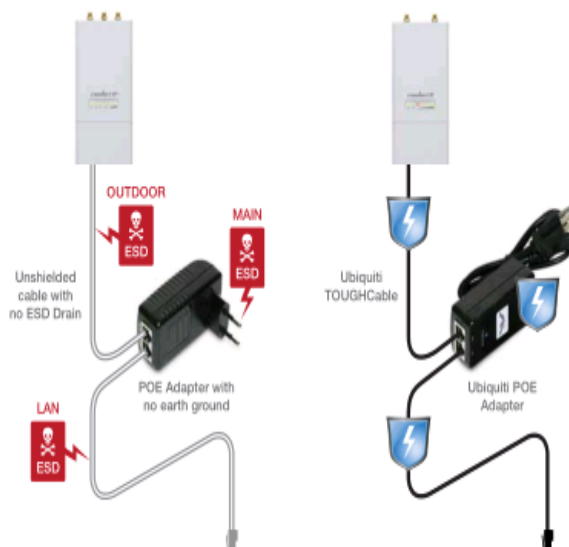
Additional Information:

- 24 AWG copper conductor pairs
- ESD Drain Wire: 26 AWG integrated ESD Drain wire to prevent ESD attacks & damage.
- PVC outdoor rated jacket
- 0.35um foil shield
- Multi-Layered Shielding
- 1000ft (304.8m) length

Learn more:
www.ubnt.com/toughcable

ESD Attacks are overwhelmingly the leading cause for device failures. The diagram below illustrates the areas vulnerable to ESD Attacks in a defenseless network.

By using a grounded Ubiquiti POE adapter (included) along with Ubiquiti TOUGH Cable (sold separately), you can effectively eliminate ESD Attacks.





TERMS OF USE: The Ubiquiti radio device must be professionally installed. Shielded ethernet cable and earth grounding must be used as conditions of product warranty. It is the installers responsibility to follow local country regulations including operation within legal frequency channels, output power, and Dynamic Frequency Selection (DFS) requirements.

For further information, please visit www.ubnt.com.

All specifications in this document are <http://www.ubnt.com> ice.

RM-DS-080511

Ubiquiti Networks, Inc. Copyright © 2011, All Rights Reserved

 www.ubnt.com