



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENCIÓN
LATACUNGA**

FACULTAD DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

PROYECTO DE GRADO:

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
TECNÓLOGOS EN ELECTRÓNICA**

TEMA:

**“ESTUDIO Y FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE LA RED WIMAX
(WORLDWIDE INTEROPERABILITY FOR MICROWAVE ACCESS) EN
LAS UNIDADES MILITARES DE LA CIUDAD DE QUITO PROVINCIA DE
PICHINCHA”.**

AUTORES:

CBOP. DE COM. LÓPEZ JACHO BYRON EFRAÍN

CBOP. DE COM. ANAGUANO ANAGUANO KLEBER DARÍO

DIRECTOR: ING. CESAR NARANJO

CODIRECTOR: ING. JUAN PABLO PALLO

LATACUNGA - ECUADOR

2011

CERTIFICACIÓN

Certificamos que los señores Cbop. de Com. López Jacho Byron Efraín con cédula de identidad N° 050225837-9 y Cbop. de Com. Anaguano Anaguano Kleber Darío con cédula de identidad N° 1715648182, desarrollaron en su totalidad el presente proyecto de grado, el mismo que ha sido guiado bajo nuestra dirección.

Sr. Ing. Cesar Naranjo.
DIRECTOR DEL PROYECTO

Sr. Ing. Juan Pablo Pallo.
CODIRECTOR DEL PROYECTO

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

EXTENSIÓN LATACUNGA

JEFATURA DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros:

Cbop. de Com. López Jacho Byron Efraín

Cbop. de Com. Anaguano Anaguano Kleber Darío

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado titulado: **“ESTUDIO Y FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE LA RED WIMAX (WORLDWIDE INTEROPERABILITY FOR MICROWAVE ACCESS) EN LAS UNIDADES MILITARES DE LA CIUDAD DE QUITO PROVINCIA DE PICHINCHA”**, ha sido realizado en base a una investigación minuciosa, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, marzo del 2011

LOPEZ J. BYRON E.
CBOP. DE COM.
050225837-9

ANAGUANO A. KLEBER D.
CBOP. DE COM.
171564818-2

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

EXTENSIÓN LATACUNGA

JEFATURA DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD

AUTORIZACIÓN

Nosotros:

Cbop. de Com. López Jacho Byron Efraín

Cbop. de Com. Anaguano Anaguano Kleber Darío

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército, la publicación en la Biblioteca virtual de la Institución, del trabajo denominado: **“ESTUDIO Y FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE LA RED WIMAX (WORLDWIDE INTEROPERABILITY FOR MICROWAVE ACCESS) EN LAS UNIDADES MILITARES DE LA CIUDAD DE QUITO PROVINCIA DE PICHINCHA ”**, cuyo contenido es de nuestra entera responsabilidad.

Latacunga, marzo del 2011

LOPEZ J. BYRON E.
CBOP. DE COM.
050225837-9

ANAGUANO A. KLEBER D.
CBOP. DE COM.
171564818-2

DEDICATORIA

A nuestro padre celestial, El ser que nos ha guiado, protegido y cuidado durante toda nuestra vida y lo seguirá haciendo hasta el fin de nuestros días.

A nuestros queridos padres, quienes con su sabiduría y ejemplo nos han llenado de valores y virtudes en forma incondicional para guiarnos hacia el camino del éxito.

A nuestras esposas, Adriana Coque de López y Diana Acuña de Anaguano e hijos Byron Denilson López y Daniel Armando Anaguano, los mismos que son la alegría, sustento y nuestra razón de ser. Con su cariño, ternura y comprensión han tenido que sacrificar mucho de su valioso tiempo para que podamos alcanzar un logro más de nuestros éxitos personales.

Byron López

Kleber Anaguano

AGRADECIMIENTO

Al Creador, Dios y Padre, nuestro más grande apoyo, al Ser Todopoderoso que nos ha dado la oportunidad de tener unos buenos padres, hermosa familia, estupendos amigos y una magnífica vida guiada por su infinito amor.

A nuestras familias, las cuales han estado presentes en los momentos oportunos para guiarnos, aconsejarme y ser nuestros pilares fundamentales.

A nuestros compañeros, con los cuales compartimos la mayor parte del tiempo en nuestra vida universitaria, haciendo que esta sea una etapa inolvidable llena de alegrías y tristezas superadas.

A los señores Directivos, Administrativos y Docentes del Departamento de Eléctrica y Electrónica los cuales nos han brindado su colaboración, enseñanza y amistad, de una manera especial al Ing. Cesar Naranjo e Ing. Juan Pablo Pallo, los mismos que con su experiencia nos han guiado para la realización del presente proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
CONTENIDO	Pág.
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Redes inalámbricas.....	1
1.1.1. Red inalámbrica.....	1
1.1.2. Categorías de las redes inalámbricas.....	2
a.1. Puertos inalámbricos.....	3
a.2. Puerto infrarrojo.....	4
a.3. Puerto Bluetooth.....	5
1.2. Componentes de las redes inalámbricas.....	6
1.2.1. Tarjeta de red inalámbrica o conexión inalámbrica.....	6
1.2.2. Punto de acceso (Access point).....	7
1.2.3. Ruteador con access point.....	7
1.3. Diferencias, ventajas y desventajas ante las redes cableadas.....	7
1.3.1. Diferencias.....	7
1.3.2. Ventajas.....	8
1.3.3. Desventajas.....	8
b.1. Velocidad.....	8
b.2. Seguridad.....	10
b.3. Estabilidad.....	11

1.4. Dispositivos.....	12
1.4.1. Hub.....	12
1.4.2. Switch.....	13
1.4.3. Router.	13
1.5. Tecnologías de comunicación actual.....	15
1.5.1. Microondas.....	16
1.5.2. Wifi.	17
1.5.3. Wimax.	17
c.1. Características de Wimax.....	18
c.2. Evolución de la tecnología Wimax.....	18
CAPÍTULO II.....	19
CONTENIDO	Pág.
2. RED CON TECNOLOGÍA WIMAX.	19
2.1. Introducción.	19
2.2. Utilidades de la red Wimax.	21
2.3. Comparación con otras tecnologías	22
2.3.1. Wimax.	23
2.3.2. WI-FI (802.11).	28
2.3.3. Mobile-Fi (802.20).	29
2.3.4. UMTS.	30
2.4. Normas y Estandarización.	30

CAPÍTULO III.....	32
--------------------------	-----------

CONTENIDO	Pág.
3. ANÁLISIS DE LAS UNIDADES MILITARES EN LA CIUDAD DE QUITO PARA LA APLICACIÓN DE LA RED WIMAX.....	32
3.1. Análisis de necesidades.....	32
3.2. Arquitectura de la red.....	33
3.3. Localización de los equipos.....	34
3.3.1. Ubicación geográfica del C.C.F.F.A.A.....	35
3.3.2. Ubicación geográfica del Cerro Cruz Loma.....	35
3.3.3. Ubicación geográfica del Mirador al Valle de los Chillos.....	36
3.3.4. Ubicación geográfica de la 25-BAL.....	36
3.4. Selección de equipos.....	37
3.5. Descripción de los equipos de la red Wimax.....	38
3.5.1. Equipos terminales.....	38
d.1. Terminal ODU.....	38
d.2. Terminal IDU.....	41
d.3. Gateway de Voz Alvarion.....	43
d.4. Switch Cisco Catalyst 3750V2-24PS Stackable Ethernet Switch	45
3.6. Sistema de administración de la red.....	47

CAPÍTULO IV	50
CONTENIDO	Pág.
4. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE LA RED WIMAX.....	50
4.1. Estudio geográfico.....	50
4.2. Análisis de cobertura.....	52
4.2.1. Enlace Comando Conjunto- 25-BAL.....	52
4.3. Cálculos de cobertura.....	59
4.3.1. Enlace Cruz Loma- Comando Conjunto.....	59
e.1. Datos obtenidos con el Radio Mobile:.....	59
e.2. Datos del equipo:.....	60
e.3. Pérdidas adicionales de propagación:.....	60
e.4. Perfiles topográficos:.....	60
e.5. Nomenclatura:.....	60
e.6. Cálculos: enlace Cruz Loma-Comando Conjunto.....	61
e.6.1. Características de los repetidores.....	61
e.6.2. Atenuación en el Espacio Libre.....	61
e.6.3. Intensidad del campo recibido.....	61
e.6.4. Potencia de recepción del enlace.....	62
4.3.2. Enlace Cruz Loma – Mirador Valle de los Chillos.....	62
f.1. Datos obtenidos con el Radio Mobile:.....	62
f.2. Datos del equipo:.....	63
f.3. Perdidas adicionales de propagación.....	63
f.4. Perfil topográfico:.....	63

f.5. Nomenclatura:.....	63
f.6. Cálculos: enlace Cruz Loma-Mirador al Valle de los Chillos.	64
f.6.1. Características de los repetidores.....	64
f.6.2. Atenuación en el espacio Libre.....	64
f.6.3. Intensidad del campo recibido.	64
f.6.4. Potencia de recepción del enlace	65
4.3.3. Enlace Mirador al Valle de los Chillos – 25-BAL.	65
g.1. Datos obtenidos con el Radio Mobile:.....	65
g.2. Datos del equipo:	66
g.3. Perdidas adicionales de propagación.	66
g.4. Perfil topográfico:	66
g.5. Nomenclatura:.....	66
g.6. Cálculos: enlace Mirador al Valle de los Chillos-25-BAL.....	67
g.6.1. Características de los repetidores.....	67
g.6.2. Atenuación en el espacio libre	67
g.6.3. Intensidad del campo recibido	67
g.6.4. Potencia de recepción del enlace	68
4.4. Análisis de costos.	68
CAPÍTULO V	70
CONTENIDO	Pág.
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	70
5.1. Conclusiones.	70
5.2. Recomendaciones.	71

ÍNDICE DE TABLAS

<u>Tabla 1.1. Rangos de frecuencias para microondas.....</u>	16
<u>Tabla 1.2. Evolución de la tecnología Wimax.</u>	18
<u>Tabla 2.1. Wimax frente a otras tecnologías.....</u>	23
<u>Tabla 2.2. Principales características de Wimax.....</u>	25
<u>Tabla 3.1. Análisis de las unidades militares de la Ciudad de Quito.....</u>	32
<u>Tabla 3.2. Ubicación geográfica del C.C.F.F.A.A.....</u>	35
<u>Tabla 3.3. Ubicación geográfica del Cerro Cruz Loma.</u>	35
<u>Tabla 3.4. Ubicación geográfica del Mirador al Valle de los Chillos.....</u>	36
<u>Tabla 3.5. Ubicación geográfica de la 25-BAL.....</u>	36
<u>Tabla 3.6. Especificaciones de la antena ODU.....</u>	40
<u>Tabla 3.7. Especificaciones del terminal IDU.....</u>	42
<u>Tabla 4.1. Coordenadas geográficas de los sectores de interés</u>	50
<u>Tabla 4.2. Distancia de la trayectoria total de la red Wimax.</u>	51
<u>Tabla 4.3. Costo total del proyecto.</u>	68

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>Figura 1.1: Redes según su área de cobertura</u>	3
<u>Figura 1.2. Hub o concentrador</u>	12
<u>Figura 1.3. Switch o conmutador</u>	13
<u>Figura 1.4. Router inalámbrico</u>	13
<u>Figura 3.1: Estructura de la red Wimax para la 25-BAL</u>	34
<u>Figura 3.2. Unidades outdoor</u>	38
<u>Figura 3.3. CPE-IDU-1D</u>	41
<u>Figura 3.4. Gateway de voz</u>	43
<u>Figura 3.5. Switch</u>	45
<u>Figura 3.6. Modelo de administración de la red Wimax</u>	47
<u>Figura. 4.1 Localización geográfica de los sectores en Google Earth</u>	51
<u>Figura 4.2. Enlace Comando Conjunto- 25-BAL</u>	52
<u>Figura 4.3. Enlace Mirador del Valle-25-BAL</u>	53
<u>Figura 4.4. Enlace completo Comando Conjunto, 25-BAL</u>	54
<u>Figura 4.5. Enlace NLOS entre Cruz Loma y la 25-BAL</u>	54
<u>Figura 4.6. Enlace NLOS, Comando Conjunto, Mirador Valle de los Chillos</u>	55
<u>Figura 4.7. Enlace LOS, Cruz Loma, Mirador Valle de los Chillos</u>	56
<u>Figura 4.8. Enlace LOS, Mirador del Valle de los Chillos 25-BAL</u>	56
<u>Figura 4.9. Área de cobertura de la macro estación</u>	57
<u>Figura 4.10. Áreas de cobertura de la micro y macro estación</u>	58
<u>Figura 4.11. Enlace Comando Conjunto-Cruz Loma</u>	59

Figura 4.12. Enlace Cruz Loma-Mirador al Valle de los Chillos 62

Figura 4.13. Enlace Mirador al Valle de los Chillos-25 BAL..... 65

RESUMEN

En el siguiente trabajo se muestra el estudio y factibilidad para la instalación de un sistema de comunicaciones Wimax, en las unidades militares acantonadas en la Ciudad de Quito, en donde se realiza el análisis de cobertura con la herramienta de simulación Radio Mobile conjuntamente con el simulador virtual Google Earth, los mismos que permiten una visualización muy aproximada a la realidad del relieve de los sectores que intervienen en el presente proyecto.

Para el desarrollo del presente proyecto se analizó las necesidades y/o falencias que algunas unidades militares aún mantienen en la actualidad en lo que a transmisión de voz, datos y sobre todo en la transmisión de videos se refiere.

Este sistema utilizará la base estación (micro estación) que trabaja como repetidora porque tiene excelente línea de vista con la base estación (macro estación), ubicada en el sector del Cerro Cruz Loma y sobre todo porque permitirá la integración a la red modem del Comando Conjunto, ampliando de esta manera las comunicaciones de la 25-BAL.

El enlace está orientado desde el Grupo de Telecomunicaciones (Grutel) perteneciente al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas la cual asigna los E1's que transmite la macro estación hacia la micro estación la cual distribuirá a las diferentes unidades que requieran el servicio y estén dentro de esta cobertura entre ellas la 25-BAL, lugar de estudio del presente proyecto.

Se pretende con este estudio subsanar las necesidades de comunicaciones entre la 25-BAL con el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas.

ABSTRACT

The following paper shows the study and feasibility of installing a Wimax communication system, in military units stationed in the city of Quito, where they performed the analysis of coverage with the simulation tool in conjunction Mobile Radio virtual simulator with Google Earth, allowing them a very close view to the reality of the relief of the sectors involved in this project.

For the development of this project examined the needs and / or weaknesses that some military units still have today as far as voice, data and especially in streaming video is concerned.

This system uses the base station (Micro station) who works as a repeater because it has excellent line of sight with the base station (macro station), located in the area of Cerro Cruz Loma and especially because it will allow the integration to the network modem Command Overall, thus expanding the communications of 25-BAL.

The link is directed from the Group of Telecommunications (Grutel) belonging to the Joint Command of the Armed Forces which assigns the E1's station that transmits the macro to the micro station which will distribute to the different units that require service and are within of this coverage including 25-BAL place of study of this project.

This study is intended to address the communication needs between the 25-BAL with the Joint Command of the Armed Forces.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. Redes inalámbricas.

La era tecnológica tiene mucho que ver con la utilización del computador para las diversas aplicaciones en el trabajo, más aún el uso del computador portátil nos facilita realizar tareas desde cualquier lugar donde se necesite aplicar las mismas, es por ello que para el desarrollo de este proyecto de grado se va a utilizar el computador por las facilidades que brinda.

1.1.1. Red inalámbrica.

Es, como su nombre lo indica, una red en la que dos o más terminales (por ejemplo, ordenadores portátiles, agendas electrónicas, etc.) se pueden comunicar sin la necesidad de una conexión por cable.

Con las redes inalámbricas, un usuario puede mantenerse conectado cuando se desplaza dentro de una determinada área geográfica. Por esta razón, a veces se utiliza el término "movilidad".

Las redes inalámbricas se basan en un enlace que utiliza ondas electromagnéticas (radio e infrarrojo) en lugar de cableado estándar. Hay muchas tecnologías diferentes que se diferencian por la frecuencia de transmisión que utilizan, y el alcance y la velocidad de sus transmisiones.

Las redes inalámbricas permiten que los dispositivos remotos se conecten sin dificultad, ya sea que se encuentren a unos metros de distancia como a varios

kilómetros. Así mismo, la instalación de estas redes no requiere de ningún cambio significativo en la infraestructura existente como pasa con las redes cableadas. Tampoco hay necesidad de perforar las paredes para pasar cables ni de instalar porta cables o conectores. Esto ha hecho que el uso de esta tecnología se extienda con rapidez.

Por otro lado, existen algunas cuestiones relacionadas con la regulación legal del espectro electromagnético. Las ondas electromagnéticas se transmiten a través de muchos dispositivos (de uso militar, científico y de aficionados), pero son propensos a las interferencias. Por esta razón, todos los países necesitan regulaciones que definan los rangos de frecuencia y la potencia de transmisión que se permite a cada categoría de uso.

Además, las ondas hertzianas no se internan fácilmente a una superficie geográfica restringida. Por este motivo, un hacker¹ puede, con facilidad, escuchar en una red si los datos que se transmiten no están codificados. Por lo tanto, se deben tomar medidas para garantizar la privacidad de los datos que se transmiten a través de redes inalámbricas.

1.1.2. Categorías de las redes inalámbricas.

Por lo general, las redes inalámbricas se clasifican en varias categorías, de acuerdo al área de cobertura desde la que el usuario se conecta a la red (denominada área de cobertura). Como lo indica la figura 1.1.

¹ Hacker.- El término hacker, se utiliza para identificar a los que únicamente acceden a un sistema protegido como si se tratara de un reto personal sin intentar causar daños

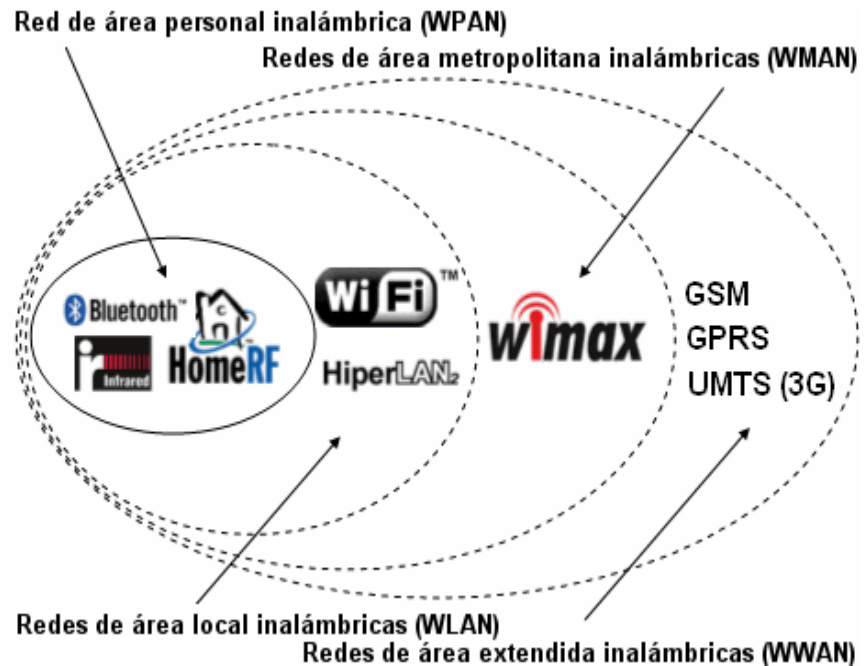


Figura 1.1: Redes según su área de cobertura.

La transmisión y la recepción se realizan a través de diferentes puertos entre los cuales se tiene.

a.1. Puertos inalámbricos.

Las conexiones de puertos inalámbricos se hacen, sin necesidad de cables, a través de la conexión entre un emisor y un receptor, utilizando ondas electromagnéticas. Si la frecuencia de la onda, usada en la conexión, se encuentra en el espectro de infrarrojos se denomina puerto infrarrojo. Si la frecuencia usada en la conexión es de radio frecuencia entonces sería un puerto Bluetooth.

La ventaja de esta última conexión es que el emisor y el receptor no tienen que estar orientados el uno con respecto al otro para que se establezca la conexión.

Esto no ocurre con el puerto de infrarrojo. En este caso los dispositivos tienen que "verse" mutuamente, y no se debe interponer ningún objeto entre ambos dado a que se interrumpiría la conexión.

a.2. Puerto infrarrojo.

Para transmitir datos digitales binarios a través de un rayo de luz infrarrojo (IR), los datos deben ser antes modulados.

La computadora envía los datos a un transmisor de IR y su decodificador interno representa cada cero con una pulsación eléctrica y los unos sin pulsaciones. Estas pulsaciones son enviadas al emisor infrarrojo, el cual las transmite a través del aire como una onda de energía infrarroja (IR). Un transmisor/receptor IR en otra máquina puede recibir las pulsaciones a través de un foto sensor sensitivo de IR y convertirlos a unos y ceros binarios con un decodificador completando la transferencia.

El protocolo usado para este tipo de transferencias es llamado Infrared Link Acces Protocol (IrLAP)², el cual consta de dos transmisores/ receptores para establecer un enlace, manteniendo la comunicación entre ellos y evitando que ambos dispositivos traten de comunicarse al mismo tiempo.

² IrLAP Infrared Link Acces Protocol.- protocolo de acceso vincular por infrarrojo

El protocolo IrLAP fue establecido por la Infrared Data Association (IrDA)³, su estándar 1.0 permite a IrLAP transmitir datos a un rango de 115 kbps. El IrDA 1.0 está siendo reemplazado por el IrDA 1.1 ó Fast Infrared (FIR), el cual opera a una velocidad de 4Mbps (alrededor de 35 veces más rápido). El uso más popular del puerto IR es para transmitir archivos de una máquina a otra. Windows 95 tiene los drivers básicos de IR que permiten una conexión directa por cable (algo tedioso), sin cables, es mucho más fácil obtener un programa de transmisión de archivos. Para transferencias entre portátiles y de escritorios también se requiere de un adaptador infrarrojo para la PC. Este dispositivo viene como una tarjeta PCI, afuera de la cual resalta un dispositivo IR. Algunas impresoras incluyen transmisores IR, o se les puede agregar, permitiendo una impresión sin cables. Así mismo, ya existen conexiones de red infrarrojas que permiten hacer conexiones de red inalámbricas.

a.3. Puerto Bluetooth.

Bluetooth es una especificación industrial para redes inalámbricas de área personal (Wireless Personal Area Networks), (WPANs), que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en

³ IrDA Infrared Data Association.- Asociación de datos infrarrojos

la banda ISM⁴ de los 2,4 GHz. Los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos.
- Eliminar cables y conectores entre éstos.
- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.

Los dispositivos que con mayor frecuencia utilizan esta tecnología pertenecen a sectores de las telecomunicaciones y la informática personal, como PDA, teléfonos móviles, computadoras portátiles, ordenadores personales, impresoras o cámaras digitales.

1.2.Componentes de las redes inalámbricas.

Al igual que las redes alámbricas, las redes inalámbricas poseen ciertos dispositivos como componentes de la red.

1.2.1. Tarjeta de red inalámbrica o conexión inalámbrica.

Cada pc que se requiera usar en una red inalámbrica de computadoras necesitará una tarjeta de red inalámbrica o una conexión inalámbrica. Las computadoras portátiles más modernas incluyen conexión inalámbrica.

⁴ ISM (Industrial, Scientific and Medical) son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica.

1.2.2. Punto de acceso (Access point).

Los puntos de acceso tipo puente (bridge) actúan como switches, permitiendo a los usuarios acceder a la red inalámbrica y establecer también conexión con computadoras alámbricamente. Estos se conectan con cable a un ruteador o a un switch.

1.2.3. Ruteador con access point.

Estos ruteadores realizan la misma función que los ruteadores alámbricos e incluyen un puerto WAN (Internet) con conector RJ45, varios puertos LAN con conector RJ45 para conectarse con cable a otras computadoras o periféricos así como un punto de acceso inalámbrico integrado.

1.3. Diferencias, ventajas y desventajas ante las redes cableadas.

Las redes inalámbricas poseen ciertas diferencias, ventajas y desventajas, ante las redes cableadas las cuales se detalla a continuación.

1.3.1. Diferencias.

Algo que siempre se preguntan quienes poseen interés en las redes Wireless es en qué consiste la diferencia entre éstas y las cableadas. Las redes cableadas brindan una gran utilidad gracias a su estabilidad, performance y adaptación, esto se logró básicamente por los enormes avances tecnológicos y por el progreso que representaba poder compartir archivos, periféricos, impresoras, escáners y todo tipo de recursos de las computadoras que son parte de la red.

También se puede hablar del desarrollo que protagonizaron todas las empresas de tecnología de redes. Éstas fabricaron cientos de productos con los que se logró obtener una mayor performance y conectividad a lo largo de los años. Para nombrar sólo algunos, se puede afirmar que los hubs, switches y routers fueron las grandes estrellas dentro de las redes cableadas. Pero estos dispositivos y avances no lograron lo que sí consiguen las redes inalámbricas y esto es lo que se detalla a continuación.

1.3.2. Ventajas.

Las redes inalámbricas presentan las siguientes ventajas:

- Facilitan el acceso a recursos en lugares donde se imposibilita la utilización de cables, como zonas rurales poco accesibles.
- Se pueden ampliar una red ya existente y facilitar el acceso a usuarios que se encuentren en un lugar remoto, sin la necesidad de conectar sus computadoras a un hub o a un switch y sin configuraciones adicionales.

1.3.3. Desventajas.

La verdad es que es mucho mejor una red cableada que una inalámbrica, y a continuación se explica las principales razones.

b.1. Velocidad.

Los estándares para redes inalámbricas más utilizados son el IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g y 802.11n.

- El estándar IEEE 802.11b es el más lento de todos los anteriores ya que permite una velocidad máxima de transmisión de 11Mbps (megabits por segundo). Funciona en la banda de 2.4Ghz.
- El estándar IEEE 802.11a permite una velocidad máxima de transmisión de 54Mbps y funciona en la banda de 5Ghz. El utilizar la banda de 5Ghz en lugar de la banda de 2.4Ghz es una ventaja ya que la banda de 2.4Ghz está más saturada, dado a que es la misma banda que utilizan los teléfonos inalámbricos y los hornos de microondas, por lo que es más factible que se produzca interferencia.
- El estándar IEEE 802.11g al igual que el 802.11a permite una velocidad máxima de transmisión de 54Mbps pero funciona en la banda de 2.4Ghz. Esto permite que clientes que utilizan el estándar IEEE 802.11b se puedan conectar a la red, pero la velocidad de transmisión general de la red disminuye a 22Mbps para los clientes que se conecten con el estándar 802.11g y a 11Mbps (su máximo permitido) para los clientes que se conecten con el estándar 802.11b.
- El estándar IEEE 802.11n permite una velocidad máxima de transmisión de hasta

600Mbps aunque en la actualidad, ningún fabricante ha desarrollado equipos que alcancen esta velocidad, la mayoría de los equipos que funcionan con este estándar alcanzan velocidades de transmisión de 300Mbps y recientemente TrendNet⁵ anunció el lanzamiento de un router que puede alcanzar hasta 450Mbps. Este estándar puede trabajar en la banda de 2.4Ghz, en la banda de 5Ghz, o en las 2 bandas al mismo tiempo.

Así que la velocidad máxima de transmisión que se tiene actualmente en una red inalámbrica es de 600Mbps (en realidad 300Mbps). Por otro lado, una red cableada utilizando cable UTP categoría 5e permite velocidades de transmisión de hasta 1Gigabit (1000 Mbps); es decir, casi el doble.

b.2. Seguridad.

- La seguridad en las redes inalámbricas siempre ha sido una de sus principales debilidades, desde el protocolo de cifrado WEP⁶ que es el

⁵ TrendNet proveedor que permite a los usuarios compartir el acceso de banda ancha, contenido multimedia y periféricos en red para una verdadera conectividad en cualquier lugar.

⁶ WEP, Wired Equivalent Privacy Privacidad equivalente a Cableado, Sistema que cifra la información transmitida.

más débil hasta el WPA2⁷ que es considerado de los más seguros actualmente.

- Se pueden tomar medidas adicionales como filtrar por MAC address la conexión a la red, pero si se tiene un número considerable de clientes esto no es posible.
- La única forma de conectar un equipo a una red cableada es por un medio físico, es decir, conectando un cable a un puerto de un router, switch, etc. que esté conectado a la red, (sin considerar desde luego redes que tienen acceso a internet, ya que internet es una red pública, pero este caso también aplica a las redes inalámbricas).

b.3. Estabilidad.

Hay muchos factores que afectan las conexiones en una red inalámbrica, entre ellos se tiene:

- Los materiales de construcción del lugar en donde se va a instalar la red (si son techos o paredes muy gruesas o hay muchas estructuras metálicas, etc.)
- Si hay muchas redes cercanas en la misma banda, la velocidad se ve afectada porque se interfieren unas con otras

⁷ WPA2, Wi-Fi Protected Access 2 - Acceso Protegido Wi-Fi 2, sistema para proteger las redes inalámbricas (Wi-Fi); creado para corregir las vulnerabilidades detectadas en WPA

- Teléfonos inalámbricos, portones automáticos, hornos de microondas o cualquier dispositivo que utilice la misma banda que utiliza la red inalámbrica que se instala puede causar interferencia.
- En una red cableada, la mayoría de las fallas se deben a un cable o un puerto en mal estado.

1.4. Dispositivos.

Entre los más utilizados para la instalación de redes se tiene:

1.4.1. Hub.



Figura 1.2. Hub o concentrador.

La figura 1.2. representa un hub (concentrador), el mismo que es el dispositivo de conexión más básico, utilizado en redes locales con un número muy limitado de máquinas. No es más que una toma múltiple RJ45 que amplifica la señal de la red (base 10/100).

En este caso, una solicitud destinada a una determinada PC de la red será enviada a todas las PC de la red. Esto reduce de manera considerable el ancho de banda y

ocasiona problemas de escucha en la red. Los hubs trabajan en la primera capa del modelo OSI.⁸

1.4.2. Switch.



Figura 1.3. Switch o conmutador.

La figura 1.3. representa el Switch (conmutador), que trabaja en las dos primeras capas del modelo OSI, es decir que éste distribuye los datos a cada máquina de destino, mientras que el hub envía todos los datos a todas las máquinas que responden. Concebido para trabajar en redes con una cantidad de máquinas ligeramente más elevado que el hub, elimina las eventuales colisiones de paquetes (una colisión aparece cuando una máquina intenta comunicarse con una segunda mientras que otra ya está en comunicación con ésta, la primera reintentará luego).

1.4.3. Router.



Figura 1.4. Router inalámbrico.

⁸ Modelo OSI (Open System Interconnection) modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos creado por la Organización Internacional para la Estandarización.

La figura 1.4. representa al Router, el cual permite el uso de varias clases de direcciones IP dentro de una misma red. De este modo permite la creación de sub redes.

Es utilizado en instalaciones más grandes, donde es necesaria (especialmente por razones de seguridad y simplicidad) la creación de varias sub redes. Cuando la Internet llega por medio de un cable RJ45, es necesario utilizar un router para conectar una sub red (red local, LAN) a Internet, ya que estas dos conexiones utilizan diferentes clases de dirección IP, sin embargo es posible pero no muy aconsejado utilizar para una red local una red de clase A, en donde los primeros 8 bits de la dirección son usados para identificar la red, mientras los otros tres segmentos de 8 bits cada uno son usados para identificar a las computadoras, permiten la existencia de 126 redes y 16.777.214 computadoras por red; o una red de clase B, en donde los primeros dos segmentos de la dirección son usados para identificar la red y los últimos dos segmentos identifican las computadoras dentro de estas redes, permiten la existencia de 16.384 redes y 65.534 computadoras por red.

Los routers son compatibles con NAT⁹, lo que permite utilizarlos para redes más o menos extensas disponiendo

⁹ **NAT** (Network Address Translation - Traducción de Dirección de Red) es un mecanismo utilizado por routers IP para intercambiar paquetes entre dos redes que se asignan mutuamente direcciones incompatibles.

de gran cantidad de máquinas para poder crear “correctamente” sub redes. También tienen la función de cortafuegos (firewall) para proteger la instalación.

La conexión de computadoras mediante ondas de radio o luz infrarroja, actualmente está siendo ampliamente investigada. En la actualidad las redes inalámbricas facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en un solo lugar.

No se espera que las redes inalámbricas lleguen a remplazar a las redes cableadas. Estas ofrecen velocidades de transmisión mayores que las logradas con la tecnología inalámbrica. Mientras que las redes inalámbricas actuales ofrecen velocidades aproximadamente entre 5 y 15 Mbps., las redes cableadas transmite un máximo de 100 Mbps y tienen una velocidad típica de entre 20 y 50 Mbps.

Sin embargo se pueden mezclar las redes cableadas y las inalámbricas, y de esta manera generar una Red Híbrida conectando por lo menos dos topologías de redes básicas para resolver los últimos metros hacia la estación. Se puede considerar que el sistema cableado sea la parte principal y la inalámbrica le proporcione movilidad adicional al equipo y el operador se pueda desplazar con facilidad dentro de un almacén o una oficina.

1.5. Tecnologías de comunicación actual.

Entre estas a continuación se describe las siguientes.

1.5.1. Microondas.

Se denomina microondas a las ondas electromagnéticas definidas en un rango de frecuencias determinado; generalmente entre 300 MHz y 300 GHz, que supone un período de oscilación de 3 ns (3×10^{-9} s) a 3 ps (3×10^{-12} s) y una longitud de onda en el rango de 1m a 1mm. Otras definiciones, por ejemplo la norma de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) 60050 y el estándar del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) 100 sitúan sus rangos de frecuencias entre 1 GHz y 300 GHz, es decir, longitudes de onda de entre 30 centímetros a 1 milímetro.

El rango de las microondas está incluido en las bandas de radiofrecuencia, como lo indica la tabla 1.1:

Tabla 1.1. Rangos de frecuencias para microondas.

UHF	SHF	EHF
(ultra-high frequency frecuencia ultra alta)	(super high frequency frecuencia super alta)	(extremely-high frequency frecuencia extremadamente alta)
0.3 – 3 GHz	3 – 30 GHz	30 – 300 GHz

Otras bandas de radiofrecuencia incluyen ondas de menor frecuencia y mayor longitud de onda que las microondas. Las microondas de mayor frecuencia y menor longitud de onda (en el orden de milímetros) se denominan ondas milimétricas.

La existencia de ondas electromagnéticas, de las cuales las microondas forman parte del espectro de alta frecuencia, fueron predichas por Maxwell en 1864 a partir de sus famosas Ecuaciones de Maxwell. En 1888, Heinrich Rudolf Hertz fue el primero en demostrar la existencia de ondas electromagnéticas mediante la construcción de un aparato para generar y detectar ondas de radiofrecuencia.

1.5.2. Wifi.

Cuando se trata de WIFI se refiere a una de las tecnologías de comunicación inalámbrica mediante ondas muy utilizadas hoy en día. WIFI, también llamada WLAN (wireless lan, red inalámbrica) o estándar IEEE 802.11. WIFI no es una abreviatura de Wireless Fidelity, simplemente es un nombre comercial

1.5.3. Wimax.

Siglas de Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad mundial para acceso por microondas), utiliza espectro licenciado en el rango de 2.3 a 3.5 GHz, necesita línea de visión directa, con una capacidad de hasta 134 Mbps en celdas de 2 a 5 millas.

La red Wimax está basada en el estándar IEEE 802.16 que define funcionalidades que deben cumplir los equipos para crear redes de área metropolitana inalámbrica (WMAN) estas redes están pensadas para crear redes de alta capacidad y fiabilidad en distancias máximas de varias decenas de kilómetros.

c.1. Características de Wimax.

Entre otras tenemos:

- Cubre distancias de hasta 50 kilómetros, con antenas muy direccionales y de alta ganancia.
- Velocidades de hasta 70 Mbps, siempre que el espectro este completamente limpio.
- Facilidades para añadir más canales, dependiendo de la regulación de cada país.
- Anchos de banda configurables y no cerrados, sujetos a la relación de espectro.

c.2. Evolución de la tecnología Wimax.

Tabla 1.2. Evolución de la tecnología Wimax.

Estándar	Descripción
802.16	Utiliza espectro licenciado en el rango de 10 a 66 GHz, necesita línea de visión directa, con una capacidad de hasta 134 Mbps en celdas de 2 a 5 millas. Soporta calidad de servicio.
802.16a	Ampliación del estándar 802.16 hacia bandas de 2 a 11 GHz, con sistemas NLOS (sin línea de vista) y LOS (con línea de vista), y protocolo PTP (Punto a Punto) y PTMP (Punto Multipunto).
802.16c	Ampliación del estándar 802.16 para definir las características y especificaciones en la banda de 10-66 GHz.
802.16d	Revisión del 802.16 y 802.16a para añadir los perfiles aprobados por el WiMAX Forum. Aprobado como 802.16-2004 en junio del 2004 (La última versión del estándar).
802.16e	Extensión del 802.16 que incluye la conexión de banda ancha nómada para elementos portátiles del estilo de los notebooks.
802.16m	Extensión del 802.16 que promete entrega de datos a velocidad teórica de 1 GB. En proceso.

CAPÍTULO II

2. RED CON TECNOLOGÍA WIMAX.

2.1.Introducción.

En la red de acceso inalámbrico los clientes se conectan entre sí usando señales de radio en reemplazo del cobre, en parte o en toda la conexión entre el cliente y la central de conmutación, siendo de esta manera una técnica en la actualidad muy utilizada para llegar a lugares o regiones donde las comunicaciones tienen inconvenientes, en este caso el estudio de la red está basado dentro de la Provincia de Pichincha, específicamente entre el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas y la Brigada de Apoyo Logístico N° 25 (25-BAL), ubicadas en la Ciudad de Quito, lugares entre los cuales no existe línea de vista, pero la conexión se realizará mediante un enlace punto-punto entre la macro estación ubicada en el Cerro Cruz Loma y una micro estación ubicada en el Mirador del Valle (sector antenas repetidoras) para posteriormente enlazarnos con la 25-BAL sin ningún tipo de inconvenientes.

El estudio y la factibilidad para la instalación de la red Wimax entre la 25-BAL de la Fuerza Terrestre y el Comando Conjunto, se efectuará por cuanto en la actualidad existen falencias de comunicaciones entre la 25-BAL con las unidades del Ejército, y debido a la función que desempeña y a la importancia que tiene para abastecer a las unidades del ejército y su personal, en lo que a uniformes, armamento, munición, víveres, etc. se refiere, no se puede concebir que tenga este tipo de inconvenientes, razón por la cual es necesario el envío de datos por el sistema Wimax, de la

misma forma se puede integrar el envío de voz por medio de un gateway de voz que permita la marcación de extensiones a diferentes partes del país, integrándose a la red de datos WAN del COMACO a través de switchs, la misma que enrutará a la DISICOM por intermedio del sistema alcatel, ya que en la actualidad se encuentra integrado con el sistema Wimax, la cual ayudará a la comunicación con todas las unidades del Ejército las 24 horas del día así como también con la Fuerza Aérea y la Fuerza Naval, y si la situación y la economía lo requiere se podría implementar el empleo de videoconferencia, de este modo el sistema se constituirá en un aporte fundamental para el desarrollo de la fuerza terrestre.

Razón por la cual se realizara el estudio y su factibilidad para el empleo de la tecnología Wimax en las comunicaciones entre las unidades antes mencionadas, ya que por sus características técnicas de gran ancho de banda, cobertura de larga distancia y a su amplia utilización en países como México, Estados Unidos, y otros países de la Unión Europea con buenos resultados.

Para la realización del proyecto entre el Comando Conjunto y la 25-BAL, no es posible realizar un enlace directo debido a la topología del terreno, por tal motivo es necesario la utilización del repetidor que se encuentra en el sector del Mirador al Valle de los Chillos, el mismo que facilita enormemente realizar el estudio de cobertura, frecuencia, distancia y potencia, para la instalación de los equipos en la 25-BAL, de este modo se podrá aprovechar al máximo las capacidades que brinda esta red en las instalaciones de mencionada unidad, tomando en cuenta que la micro estación ubicada en el sector del Mirador al Valle de los Chillos tiene línea

de vista con la 25-BAL y la señal será muy fluida para el envío de datos y voz, que es lo fundamental que se necesita para poder atender adecuadamente las necesidades de esta unidad en la utilización de la red Wimax y si la situación lo requiere de acuerdo a las necesidades también en lo posterior se podría implementar el servicio de video conferencia en tiempo real con un retardo de 40 ms con cualesquiera de las unidades que dispongan de esta red.

2.2.Utilidades de la red Wimax.

La red Wimax puede tener muchas utilidades prácticas para las dos unidades, entre las cuales se menciona.

- Acceder a Internet sin necesidad de cables.
- Cobertura de una red LAN de 120 metros.
- Bajo impacto medioambiental.
- Conexión a largas distancias.
- Conectarse sin cables con un pc, un portátil, una PDA ¹⁰.
- Acceder a servicios de voz (telefónico) las 24 horas del día por intermedio del sistema Alcatel representando esto un ahorro significativo para la fuerza.
- Video conferencia en tiempo real.
- Trasmisión de datos de forma segura.

Todas estas utilidades direccionadas de una manera adecuada y aprovechadas en el presente estudio y factibilidad para la

¹⁰ PDA.- Ordenador de bolsillo

instalación de la red Wimax, servirán de gran ventaja en la TX y RX de datos, debido a que este sistema ya viene configurado desde la fábrica con sus respectivas seguridades para las comunicaciones del usuario, de esta forma se asegura la protección frente a posibles intentos de interceptación de las comunicaciones entre los clientes y las estaciones base, presentando de esta manera una bondad más en la utilización de estos equipos.

Si en lo posterior se requiriera ampliar y aprovechar esta señal se podría extender hasta unos 120 metros, tan solo con conectarse desde el switch hacia otro PC añadiéndole una subdirección IP, o también se podría conectar de forma remota a un computador portátil por intermedio del wireless sin necesidad de cableado.

En la actualidad el Comando Conjunto se encuentra implementando este sistema en las diferentes unidades militares de la Ciudad de Quito y de a poco para todo el Ecuador, debido al costo de los equipos, a las unidades no les resulta accesible su pronta implementación, pero se les está atendiendo según su disponibilidad económica dando prioridad a las unidades más importantes, es por ello que la instalación de la red Wimax en la 25-BAL se realizará de acuerdo a su alcance económico.

Por tal razón mencionado trabajo se realizará priorizando las necesidades de la unidad con la opción a que el servicio este presto a ser complementado.

2.3.Comparación con otras tecnologías

En la tabla 2.1. se presenta un cuadro detallado de Wimax frente a otras tecnologías.

Tabla 2.1. Wimax frente a otras tecnologías.

TABLA COMPARATIVA WIMAX FRENTE A OTRAS TECNOLOGIAS				
	WIMAX (802.16)	WI-FI (802.11)	Mobile-Fi (802.20)	UMTS
Velocidad	124 Mbit/s	11-54 Mbit/s	16 Mbit/s	2 Mbit/s
Cobertura	40-70 km	300 m	20 Km	10 Km
Licencia	Si/No	No	Si	Si
Ventajas	Velocidad Alcance	Velocidad Precio	Velocidad Movilidad	Rango y Movilidad
Desventajas	Interferencias	Bajo Alcance	Precio alto	Lento y caro

2.3.1. Wimax.

Wimax¹¹, es una norma de transmisión de datos que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 2,3 a 3,5 Ghz.

Es una tecnología dentro de las conocidas como tecnologías de última milla, también conocida como bucle local que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. El protocolo que caracteriza esta tecnología es el IEEE 802.16. Una de sus ventajas es dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costos por usuario muy elevados (zonas rurales).

¹¹ Wimax, Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad mundial para acceso por microondas)

El único organismo habilitado para certificar el cumplimiento del estándar y la interoperabilidad entre equipamiento de distintos fabricantes es el Wimax Forum: todo equipamiento que no cuente con esta certificación, no puede garantizar su interoperabilidad con otros productos.

Existe otro tipo de equipamiento (no estándar) que utiliza frecuencia libre de licencia de 5,4 Ghz, todos ellos para acceso fijo. En este caso se trata de equipamiento que no es inter operativo, entre distintos fabricantes (Pre Wimax, incluso 802.11a).

Actualmente dentro del estándar 802.16, existen dos variantes:

Uno de acceso fijo, (802.16d), en el que se establece un enlace radio entre la estación base y un equipo de usuario situado en el domicilio del usuario. Para el entorno fijo, las velocidades teóricas máximas que se pueden obtener son de 70 Mbps con un ancho de banda de 20 MHz.

Sin embargo, en entornos reales se han conseguido velocidades de 20 Mbps con radios de célula de hasta 6 Km, ancho de banda que es compartido por todos los usuarios de la célula.

Otro de movilidad completa (802.16e), que permite el desplazamiento del usuario de un modo similar al que se puede dar en GSM/UMTS , el móvil, aún no se encuentra desarrollado y actualmente compite con las tecnologías (LTE) Long Term Evolution (evolución a largo plazo), que permiten conexiones ultrarrápidas, basadas en

femtocélulas, conectadas mediante cable, por ser la alternativa para las operadoras de telecomunicaciones que apuestan por los servicios en movilidad, este estándar, en su variante "no licenciado", compite con el WiFi IEEE 802.11n el mismo que sube el límite teórico hasta los 600 Mbps. Actualmente ya existen varios productos que cumplen el estándar N con un máximo de 300 Mbps (80-100 estables) además utiliza simultáneamente ambas bandas, 2,4 Ghz y 5,4 Ghz., ya que la mayoría de los portátiles y dispositivos móviles, empiezan a estar dotados de este tipo de conectividad (principalmente la firma Intel).

La tabla 2.2. resume las principales características de esta tecnología inalámbrica:

Tabla 2.2. Principales características de Wimax.

Características	Descripción
Sin Línea de Vista (NLOS)	No necesita línea de visión entre la antena y el equipo del suscriptor aunque siempre se recomienda evitar obstáculos
Modulación OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)	Permite la transmisión simultánea de múltiples señales a través de cable o aire en diversas frecuencias; usa espaciado ortogonal de las frecuencias para prevenir interferencias.
Antenas inteligentes	Soporta mecanismos de mejora de eficacia espectral en redes inalámbricas y diversidad de antenas

Topología punto-multipunto y de malla (<i>mesh</i>)	Soporta dos topologías de red, servicio de distribución multipunto y la malla para comunicación entre suscriptores.
Calidad de Servicio (QoS)	Califica la operación NLOS sin que la señal se distorsione severamente por la existencia de edificios, por las condiciones climáticas ni el movimiento vehicular.
FDM (Frequency Division Multiplexing) y TDM (Time Division Multiplexing)	Tipos de multiplexaje que soporta para propiciar la interoperabilidad con sistemas celulares (FDM) ¹² e inalámbricos (TDM) ¹³ .
Seguridad	Incluye medidas de privacidad y criptografía inherentes en el protocolo. El estándar 802.16 agrega autenticación de instrumentos con certificados x.509 usando DES ¹⁴ en modo CBC ¹⁵ (CipherBlockChaining).
Bandas bajo licencia	Opera en banda licenciada en 2.4 GHz y 3.5 GHz para transmisiones externas en largas distancias
Bandas libres (sin licencia)	Opera en banda libre en 5.8, 8 y 10.5 GHz (con variaciones según espectro libre de cada país)

¹² FDM o MDF, multiplexación por división de frecuencia (Frequency Division Multiplexing,)

¹³ TDM o MDT, multiplexación por división de tiempo (Time Division Multiplexing)

¹⁴DES data encryption standard, estándar de cifrado de datos.

¹⁵ CBC, Cipher BlockChaining Cifrado de bloques de encadenamiento

Canalización	De 5 y 10 MHz
Codificación	Adaptiva
Modulación	Adaptiva
Ecualización	Adaptiva
Potencia de Transmisión	Controla la potencia de transmisión.
Acceso al Medio	Mediante TDMA ¹⁶ dinámico
Corrección de errores	Arquitectura (retransmisión inalámbrica)
Tamaño del paquete	Ajuste dinámico del tamaño del paquete
Aprovisionamiento	Aprovisionamiento dinámico de usuarios mediante DHCP ¹⁷ y TFTP ¹⁸
Tasa de transmisión	Hasta 75 Mbps
Espectro de frecuencia	IEEE 802.16a entre 2-11 GHz (LOS) para comunicación entre antenas IEEE 802.16b entre 5-6 GHz con QoS IEEE 802.16c entre 10-66 GHz IEEE 802.16e entre 2-6 GHz (NLOS) para distribución a suscriptores, móvil.
Alcance	50 Km sin Línea de Vista 8 – 10 Km en áreas de alta

¹⁶ TDMA (Time Division Multiple Access), Acceso Múltiple por División de Tiempo.

¹⁷ DHCP (Protocol Dynamic Host Configuration) Protocolo de configuración de host dinámico.

¹⁸ TFTP Trivial File Transfer Protocol - Protocolo de transferencia de archivos trivial

	densidad demográfica
Aplicaciones	Voz, video y datos
Foro WiMax	Formado por 104 organizaciones con fabricantes de chips, de equipos y prestadores de servicios. Promueve la interoperabilidad entre diferentes marcas para soluciones de última milla.

2.3.2. WI-FI (802.11).

El estándar IEEE 802.11 define el uso de los dos niveles inferiores de la arquitectura OSI (capas física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN. Los protocolos de la rama 802.x definen la tecnología de redes de área local y redes de área metropolitana.

Wifi N o 802.11n: En la actualidad la mayoría de productos son de la especificación b o g, sin embargo ya se ha ratificado el estándar 802.11n que sube el límite teórico hasta los 600 Mbps. Actualmente ya existen varios productos que cumplen el estándar N con un máximo de 300 Mbps (80-100 estables).

El estándar 802.11n hace uso simultáneo de ambas bandas, 2,4 Ghz y 5,4 Ghz. Las redes que trabajan bajo los estándares 802.11b y 802.11g, tras la reciente ratificación del estándar, se empiezan a fabricar de forma masiva y es objeto de promociones de los operadores ADSL, de forma

que la masificación de la citada tecnología parece estar en camino. Todas las versiones de 802.11xx, aportan la ventaja de ser compatibles entre sí, de forma que el usuario no necesitará nada más que su adaptador wifi integrado, para poder conectarse a la red.

Sin duda esta es la principal ventaja que diferencia wifi de otras tecnologías propietarias, como LTE, UMTS y Wimax, las tres tecnologías mencionadas, únicamente están accesibles a los usuarios mediante la suscripción a los servicios de un operador que está autorizado para uso de espectro radioeléctrico, mediante concesión de ámbito nacional.

La mayor parte de los fabricantes ya incorpora a sus líneas de producción equipos wifi 802.11n, por este motivo la oferta ADSL, ya suele venir acompañada de wifi 802.11n, como novedad en el mercado de usuario doméstico.

Se conoce que el futuro estándar sustituto de 802.11n será 802.11ac con tasas de transferencia superiores a 1 Gb/s.

2.3.3. Mobile-Fi (802.20).

Este sistema proporcionará anchos de banda simétricos entre 1 y 4 Mbps en bandas de frecuencia reguladas por debajo de los 3,5 GHz y a distancias de la estación base de unos 15 km. Cabe destacar que ha sido diseñado desde un principio para el uso intensivo de IP y en particular orientado a la VoIP y aplicaciones IP.

2.3.4. UMTS.

UMTS¹⁹ (Universal Mobile Telecommunications System) sistema de comunicación 3G, es el estándar que se emplea en la llamada tercera generación de telefonía móvil, que permite disponer de banda ancha en telefonía móvil y transmitir un volumen de datos importante por la red. Con la tercera generación es posible la videoconferencia, descargar videos, el intercambio de postales electrónicas, paseos 'virtuales' por casas en venta, etc. Todo desde el móvil.

3G o Tercera Generación es el término genérico utilizado para los sistemas de comunicaciones móviles de nueva generación, que habilitan servicios mejorados de comunicaciones, tales como acceso a Internet y la capacidad de ver material de video.

2.4. Normas y Estandarización.

La normalización o estandarización es la redacción y aprobación de normas que se establecen para garantizar el acoplamiento de elementos contruidos independientemente, así como garantizar el repuesto en caso de ser necesario, garantizar la calidad de los elementos fabricados la seguridad de funcionamiento y para trabajar con responsabilidad social.

Integra la familia de estándares IEEE 802.16 y el estándar HyperMAN del organismo de estandarización europeo ETSI. El

¹⁹ UMTS Universal Mobile Telecommunications System.- Sistemas de Telecomunicaciones Móviles Universales.

estándar inicial 802.16 se encontraba en la banda de frecuencias de 10-66 GHz y requería torres LOS.

HIPERMAN: es un estándar creado por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI) dirigido principalmente para proveer DSL inalámbrica de banda ancha, cubriendo un área geográfica grande. Se considera una alternativa europea a Wimax.

ETSI o Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones es una organización de estandarización de la industria de las telecomunicaciones (fabricantes de equipos y operadores de redes) de Europa, con proyección mundial.

La versión 802.16a, ratificada en enero de 2003, utiliza una banda del espectro más estrecha y baja, de 2-11 GHz, facilitando su regulación. Además incluye funcionamiento sin línea de vista (NLOS).

En septiembre del 2003 es lanzada la revisión 802.16a/REVd, más conocida como 802.16d, que incorpora la estandarización con el estándar HYPERMAN de la ETSI y especificaciones de pruebas y conformidad, este proyecto concluyó en el 2004 con el lanzamiento de 802.16-2004 también llamado Wimax fijo.

Desde que el IEEE aprobó el estándar del Wimax móvil (802.16e), que permite utilizar este sistema de comunicaciones inalámbricas con terminales en movimiento, Muchos fabricantes de hardware y operadores estaban esperando a esta decisión para empezar a desplegar redes de Wimax.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE LAS UNIDADES MILITARES EN LA CIUDAD DE QUITO PARA LA APLICACIÓN DE LA RED WIMAX.

3.1. Análisis de necesidades.

Luego de realizar las visitas correspondientes a las diferentes unidades militares acantonadas en la Ciudad de Quito y de analizar sus necesidades en cuanto a comunicaciones, se determinó las siguientes novedades que se indica en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Análisis de las unidades militares de la Ciudad de Quito

NOMBRE DE LA UNIDAD	PROVEEDOR	OBSERVACIONES
25-BAL	C.C.F.F.A.A.	Require del sistema Wimax
CEE	DISICOM	No tiene Wimax porque trabajan con un enlace IP propio
I-DE	DISICOM	No tiene Wimax porque trabajan con un enlace de fibra y han planificado la instalación de un enlace PDH ²⁰
BATALLON DE COMUNICACIONES	DISICOM	Dispone del sistema troncalizado
CECE	C.C.F.F.A.A.	Tienen previsto colocar un CPE (Equipo Local de Cliente) una vez instalado el sistema de tierra

²⁰ PDH.-(Plesiochronous Digital Hierarchy Jerarquía Digital Plesiócrona.), tecnología usada en telecomunicación (telefonía) permite enviar canales telefónicos sobre un mismo medio.

Del análisis anterior se determinó que la 25-BAL es apta para implementar este sistema, por requerir las utilidades de la red Wimax descritas en el subcapítulo 2.2. a pesar de no tener línea de vista directa con la antena de la macro estación perteneciente al C.C.F.F.A.A., ubicada en el Cerro Cruz Loma, para lo cual se realizará el enlace con una micro estación ubicada en el sector del Mirador al Valle de los Chillos.

La 25-BAL requiere de este servicio porque presenta las siguientes necesidades prioritarias:

- Comunicación con mayor fluidez debido a la importancia que representa su apoyo logístico a todas las unidades militares del ejército.
- Transmisión de voz, video y datos en forma segura.
- Conectividad con las 3 ramas de las F.F.A.A. para coordinaciones de abastecimiento.
- Conexiones a largas distancias, entre 50 y 80 km.
- Acceder a servicios de voz (telefónico) las 24 horas del día por intermedio del sistema alcatel representando esto un ahorro significativo para la fuerza.

3.2. Arquitectura de la red.

En la figura 3.1. se puede evidenciar la estructura de la red Wimax, que ha sido considerada en función de las necesidades de la 25-BAL y la ubicación geográfica de la misma.

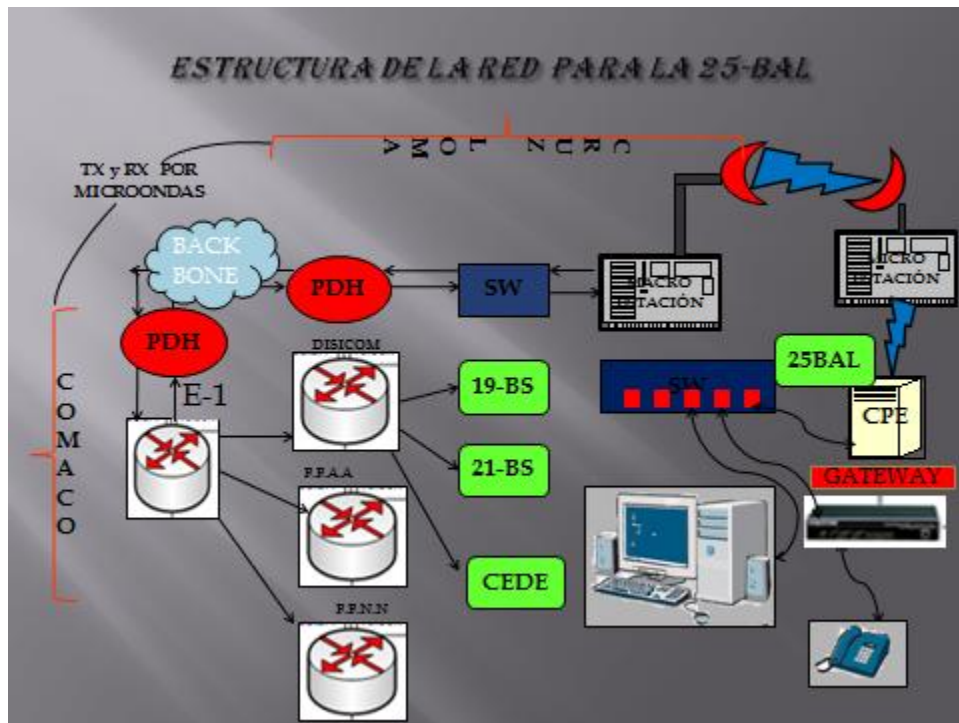


Figura 3.1: Estructura de la red Wimax para la 25-BAL.

3.3. Localización de los equipos.

Los sitios donde se encuentran ubicados y se realizará el emplazamiento (25-BAL), de los nuevos equipos que completarán la red del presente proyecto han sido elegidos principalmente por mantener línea de vista, cobertura, posibilidad de extensión hacia otras unidades y de acuerdo al relieve del terreno, entre cada uno de ellos, permitiendo de esta manera tener el servicio deseado.

La ubicación de las estaciones (macro y micro), que se encuentran ya operando en puntos estratégicos para estaciones tanto públicas como privadas y el suscriptor que se instalará para permitir la integración a la red mode del Comando Conjunto a la 25-BAL,

para el presente enlace tienen los siguientes puntos de referencia geográficos, los mismos que se detallan a continuación.

3.3.1. Ubicación geográfica del C.C.F.F.A.A.

El Grupo de Telecomunicaciones (Grutel), administra la red, se encuentra en las inmediaciones del Ministerio de Defensa Nacional, edificios del Comando Conjunto y sus coordenadas geográficas se presentan en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Ubicación geográfica del C.C.F.F.A.A.

Lugar de ubicación del Grutel	Altura sobre el nivel del mar (m)	Altura de las antenas sobre el nivel de la tierra(m)	Coordenadas Geográficas	
			Latitud	Longitud
CC.FF.AA.	2779 m.	20	0°13' 49,7"S	78°30'40,9"O

3.3.2. Ubicación geográfica del Cerro Cruz Loma.

El principal instrumento para el enlace es la macro estación, la misma que está ubicada en el Cerro Cruz Loma, el cual es un lugar estratégico para las comunicaciones no solo para la Ciudad de Quito sino también a nivel nacional ya que ahí se encuentran antenas y repetidoras de radio y televisión. Las coordenadas geográficas del Cerro Cruz Loma se presentan en la tabla 3.3.

Tabla 3.3. Ubicación geográfica del Cerro Cruz Loma.

Lugar de ubicación de la macro estación	Altura sobre el nivel del mar (m)	Altura de las antenas sobre el nivel de la tierra(m)	Coordenadas Geográficas	
			Latitud	Longitud
Cerro Cruz Loma	3936 m.	20	0°11' 14,59"S	78°32'10,3"O

3.3.3. Ubicación geográfica del Mirador al Valle de los Chillos.

Debido a que no existe línea de vista entre el Cerro Cruz Loma y la 25-BAL, es necesario utilizar la micro estación que se encuentra en el Mirador al Valle de los Chillos para que retransmita la señal, sus coordenadas geográficas se presenta en la tabla 3.4.

Tabla 3.4. Ubicación geográfica del Mirador al Valle de los Chillos.

Lugar de ubicación de la micro estación	Altura sobre el nivel del mar (m)	Altura de las antenas sobre el nivel de la tierra(m)	Coordenadas Geográficas	
			Latitud	Longitud
Mirador al Valle de los Chillos	3149 m.	20 m.	0°16'0.6"S	78°30'33.6"O

3.3.4. Ubicación geográfica de la 25-BAL.

Considerando a la 25-BAL como lugar de destino de la red, el suscriptor o CPE (Odu, Idu), la antena, y los demás equipos se instalarán en las coordenadas geográficas que le corresponden a la 25-BAL, las cuales se detallan en la tabla 3.5.

Tabla 3.5. Ubicación geográfica de la 25-BAL.

Lugar de ubicación de la radio base	Altura sobre el nivel del mar (m)	Altura de las antenas sobre el nivel de la tierra(m)	Coordenadas Geográficas	
			Latitud	Longitud
25-BAL	2865 m.	20 m.	0°14'53.4"S	78°32'20.8"O

3.4. Selección de equipos.

En lo que a equipos se refiere, existen en gran cantidad y de diferente marca tales como: AIRSPAN, NEX-G, APERTO, ALVARION, etc. que se puede utilizar en este sistema, sus fabricantes a nivel mundial han desarrollado equipos con tecnología de punta para todo tipo de usuarios y mercados.

En nuestro caso los equipos a utilizar, los ha determinado el Comando Conjunto los mismos que son de la marca ALVARION, por presentar las características que más se acoplan a nuestro medio, entre las cuales se tiene:

- Los sistemas ALVARION destacan por su robustez.
- Los equipos son IP67²¹ razón por la cual, las comunicaciones no se ven afectadas por las inclemencias meteorológicas.
- No es imprescindible que los equipos se instalen en línea de visión para un área de cobertura de máximo 3 km., aunque siempre es recomendable evitar los obstáculos.
- Los sistemas son seguros (transmite en forma cifrada) y fiables (no se mezclan con otras redes de transmisión).
- Fácil instalación y configuración por software.
- Funciona en bandas de frecuencia de 2,5 y 3,5 Ghz (con licencia), y actualmente en frecuencias de uso libre de 5,4Ghz.
- Integran un switch que reduce la sobrecarga de la red operando en capa 2 y 3 con políticas de calidad de servicio QoS
- Pueden ser fácilmente actualizados de manera remota, escalando su capacidad desde 130Mbps hasta un máximo de 250Mbps.

²¹ IP67 norma para protección contra, polvo, agua, variaciones de temperatura

3.5. Descripción de los equipos de la red Wimax.

A continuación se describe los principales equipos que intervendrán en el presente proyecto.

3.5.1. Equipos terminales.

Estas unidades están contenidas en una unidad indoor (IDU) y en una unidad outdoor (ODU), que son el enlace para:

- Servicios de acceso a internet.
- VoIP acceso residencial.
- Acceso de la red de datos público y privada.
- Redes Wi-Fi.
- Servicios multimedia (Sistema de audio continuo, video, videoconferencia, etc.).

Los componentes terminales se describen a continuación.

d.1. Terminal ODU.



Figura 3.2. Unidades outdoor.

Odu es una unidad de alta potencia multiportadora conectada a una antena externa que brinda alta ganancia y robustez contra la interferencia.

La unidad Outdoor ODU (al aire libre) incluye un módem, cabezal de RF (Radio Frecuencia), procesamiento de datos y una antena plana de 17 dBi²² de ganancia o una conexión a una antena externa.

El CPE-ODU proporciona conexiones sirviendo como una plataforma eficiente para servicios de banda ancha.

La ODU proporciona conexiones de datos a la estación base, proporcionando funcionalidad como puente, clasificación y configuración del tráfico. Se conecta al IDU y al equipo del usuario a través de un puerto Ethernet 10/100BaseT.

Un bridge (puente de red) es un dispositivo de interconexión de redes de ordenadores que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos). Este interconecta dos segmentos de red (o divide una red en segmentos) manteniendo el tránsito de datos de una red hacia otra, con base en la dirección física de destino de cada paquete.

Algunas de las principales especificaciones de la antena ODU se detallan en la tabla 3.6:

²² El dBi, o decibelio isótropo, es una unidad para medir la ganancia de una antena.

Tabla 3.6. Especificaciones de la antena ODU.

Ítem.	Descripción.	
Frecuencia.	Uplink (MHz).	3399.5-3500.
	Downlink (MHz).	3499.5-3600.
Modo de operación.	FDD, Half duplex.	
Ancho de banda de Canal	1.75 MHz. 3.5 MHz.	
Resolución de la frecuencia central.	0.125 MHz.	
Antena integrada (modelo SA).	17 dBi de ganancia, 20oAZx20oEL, polarización vertical/horizontal.	
Puerto de antena (modelo SE).	SMA, 50 Ohm.	
Máxima potencia de entrada (al puerto de antena).	-20 dBm antes de saturación 0 dBm antes de deterioro.	
Rango de potencia de transmisión (al puerto de antena).	[-26 dBm, 20dBm] con 1 dBm de resolución. Potencia de transmisión máxima: 20 dBm +/- 1 dB máximo. Rango dinámico ATPC: 46 Db.	

d.2. Terminal IDU.

IDU contiene un modem inalámbrico con especificaciones IEEE 802.16 HiperMAN y es responsable del establecimiento de la conexión y manejo del ancho de banda, incluye dos canales de nivel físico o capa física (PHY) 1.75/3.5 MHz de diversidad de RF y redundancia de radio enlace.

El terminal Indoor IDU (interno) (CPE) (Customer Premises Equipment) de Wimax es un terminal simple “plug and play” que proporciona la conectividad. Para los clientes situados a varios kilómetros de la estación base de Wimax, una antena al aire libre se puede requerir para mejorar la calidad de transmisión. Para servir a clientes alejados se requiere una antena directiva apuntando a la estación base de Wimax.

Plug-and-play se refiere a la capacidad de un sistema informático de configurar automáticamente los dispositivos al conectarlos. Permite conectar un dispositivo y utilizarlo inmediatamente, sin preocuparse de la configuración.

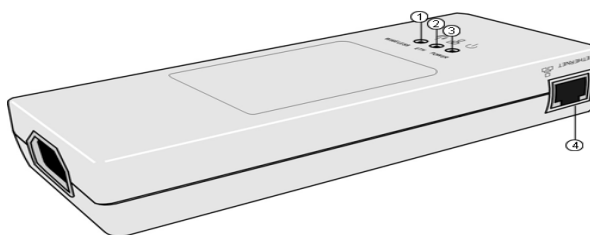


Figura 3.3. CPE-IDU-1D

Tabla 3.7. Especificaciones del terminal IDU.

Nombre/ID	Descripción	Funcionalidad
WIRELESS (led 1)	Estado de la conexión inalámbrica.	-Off No está asociado con una Estación Base. -Verde Está conectado con una estación base. -Verde parpadeante Error de autenticación.
ETH (led 2)	Estado de enlace Ethernet. (integridad Ethernet)	-Off No hay conectividad Ethernet -Verde Se ha detectado conectividad entre la unidad exterior y el dispositivo conectado a la cubierta.
POWER (led 3)	Indicación de alimentación	-Off No está conectado -Verde Alimentación correcta.
ETHERNET (en el panel lateral) (conector 4)	10/100Base-T (RJ-45) con 2 LEDs integrados	-Conexión a la red LAN del usuario / PC -Cable de conexión a un hub / switch / router: Recorrido -Cable de conexión a un PC.
RADIO (en el panel frontal)	10/100Base-T (RJ-45)	-Conexión a la ODU.
POWER ON-OFF (en el panel inferior)	AC de 3 pines	-Conexión a la red.
Botón RESET (panel frontal)	Indicador Reset (Cpe)	-Botón de reinicio cuando el poder de la ODU se desconecta, etc.

d.3. Gateway de Voz Alvarion.



Figura 3.4. Gateway de voz.

El gateway de voz se rige sobre los protocolos estándares H.323²³ y SIP²⁴ para el establecimiento de llamadas IP. Soporta codecs de habla estrechos (comprimidos) o anchos (descomprimidos), supresión del silencio, cancelación del eco de línea y parámetros de telefonía regionales.

El Gateway de voz Alvarion soporta además de telefonía-IP, acceso a Internet o a cualquier otro servicio basado en Ethernet.

El Gateway de voz puede manejar hasta 16 VLANs²⁵ simultáneamente permitiendo ofrecer diferentes servicios a usuarios finales que se encuentren conectados detrás del terminal.

Los Gateways de voz se han diseñado para la gestión y supervisión remota utilizando ya sea la incorporada en el servidor web interno o en el Protocolo simple de

²³ H.323 un estándar muy importante para comunicación multimedia (audio, video y datos)

²⁴ SIP (Session Initiation Protocol), Protocolo de iniciación de sesión para voz sobre IP, acompañado por H.323.

²⁵ VLANs Virtual Local Area Network red virtual de área local

administración de red (SNMP)²⁶, el mismo que es un protocolo que les permite a los administradores de red administrar dispositivos de red y diagnosticar problemas en la red.

El gateway de voz se alimentan de la red y se conecta a la ODU a través de un cable Ethernet de Categoría 5E²⁷. Este cable transporta los datos de Ethernet entre las dos unidades, así como la energía (54 VDC) y las señales de control a la ODU. También lleva a indicaciones de estado de la ODU.

Estos equipos ofrecen capacidades de 2 a 12 E1's y de 18 a 36 E1's, el gateway de acceso se monta sobre una ranura, permite servicios de telefonía de calidad sobre IP, puede trabajar con ambas estaciones de alta densidad y micro.

Entre las aplicaciones permite:

- Comunicaciones de voz/fax sin la utilización de las líneas de telefonía básica a menor costo.
- Igual calidad de voz que los sistemas convencionales de telefonía.
- Se conectan directamente a teléfonos, máquinas de fax y centrales telefónicas.

²⁶ SNMP simple network management protocol protocolo simple de administración de red.

²⁷ La categoría 5, es uno de los grados de cableado UTP, puede transmitir datos a velocidades de hasta 100 Mbps a frecuencias de hasta 100 Mhz.

d.4. Switch Cisco Catalyst 3750V2-24PS Stackable Ethernet Switch



Figura 3.5. Switch.

Un conmutador o switch es un dispositivo digital de lógica de interconexión de redes de computadores que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC²⁸ de destino de las tramas en la red.

Los conmutadores se utilizan cuando se desea conectar múltiples redes, fusionándolas en una sola. Al igual que los puentes, dado que funcionan como un filtro en la red, mejoran el rendimiento y la seguridad de las redes de área local.

Los puentes y conmutadores pueden conectarse unos a los otros pero siempre hay que hacerlo de forma que exista un único camino entre dos puntos de la red. En caso de no seguir esta regla, se forma un bucle o loop²⁹ en la red, que produce la transmisión infinita de

²⁸ MAC (Media Access Control o control de acceso al medio) únicas a nivel mundial, ya que son escritas directamente, en forma binaria, en el hardware en su momento de fabricación.

²⁹ Bucle se producen porque los conmutadores que detectan que un dispositivo es accesible a través de dos puertos emiten la trama por ambos provocando la caída de la red.

tramas de un segmento al otro. Generalmente estos dispositivos utilizan el algoritmo de spanning tree³⁰ para evitar bucles, haciendo la transmisión de datos de forma segura.

Los conmutadores poseen la capacidad de aprender y almacenar las direcciones de red de nivel 2 (direcciones MAC) de los dispositivos alcanzables a través de cada uno de sus puertos. Esto permite que, a diferencia de los concentradores o hubs, la información dirigida a un dispositivo vaya desde los puertos origen al destino.

En el caso de conectar dos conmutadores o un conmutador y un concentrador, cada conmutador aprenderá las direcciones MAC de los dispositivos accesibles por sus puertos, por lo tanto en el puerto de interconexión se almacenan las MAC de los dispositivos del otro conmutador.

Entre las características principales del switch se tiene:

- El Switch posee 8 salidas 10/100, fácil de usar.
- Asegura integridad de todos los paquetes.
- Fuente de alimentación externa.
- Muy bajo consumo.

³⁰ Este algoritmo cambia una red física con forma de malla, en la que existen bucles, por una red lógica en árbol en la que no existe ningún bucle

3.6. Sistema de administración de la red.

En la actualidad el Grupo de Telecomunicaciones (Grutel) del Comando Conjunto es el encargado de controlar, administrar y monitorear el correcto funcionamiento del sistema que permitirá un óptimo funcionamiento de la red, haciendo de este el sistema más seguro para la comunicación que a nivel Fuerzas Armadas se encuentra operando en la actualidad.

La figura 3.6. presenta una idea del proceso administrativo de la red Wimax hasta la 25-BAL, donde el Grutel asigna 6 E1's para la micro estación ubicado en el sector del Mirador al Valle de los Chillos, para posteriormente distribuir 1E1 para el CPE suscriptor a instalarse en la 25-BAL, 2E1's para la Escuela de Inteligencia Militar (29-BIM) y 3E1 que aún no tienen destinatario.

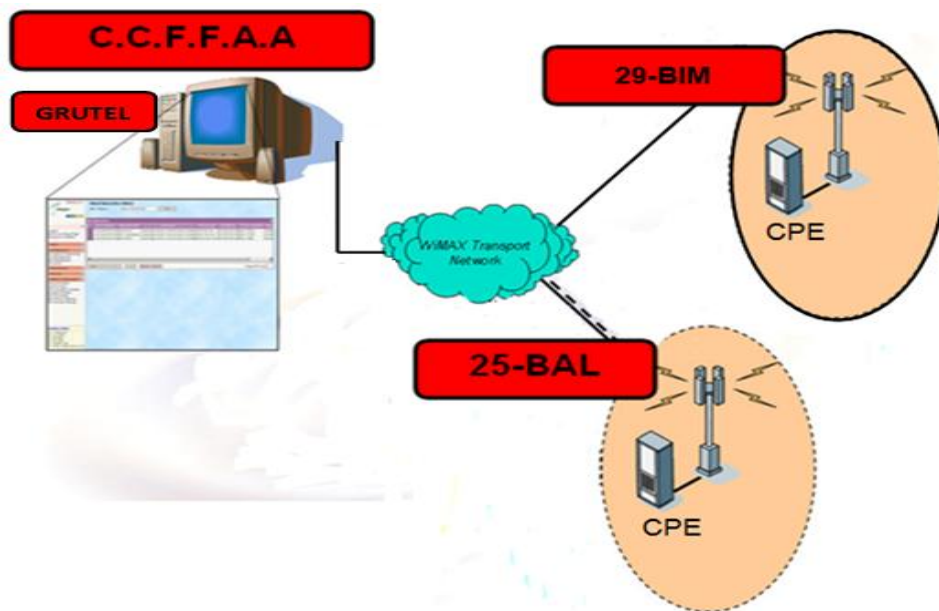


Figura 3.6. Modelo de administración de la red Wimax.

Esta administración maneja una base de datos donde se almacena la configuración, estadísticas e historial, del sistema, a la vez que realiza la configuración y mantenimiento del mismo para los diferentes clientes de la red.

Permite el control centralizado de las estaciones base (macro y micro) mediante reportes continuos de las mismas hacia el centro de operaciones en el Grutel, donde está ubicado el terminal de control.

En el caso del presente proyecto, los equipos Alvarion funcionarán con el software BreezeLITE (propio de esta empresa), en forma local o desde la misma estación base. Esta aplicación se instala en un equipo de sobremesa que se conecta al puerto de gestión de la estación base a través de un cable de red 100BASE-T.

Este software de administración lleva un control de gestión de cada estación base registrada por un identificador que consta de tres partes:

- Operador: Identificador del operador, consta de tres grupos de números cualquiera (no repetidos). Ejemplo: 186.190.0
- Celda: Identifica la celda en concreto y está formado por dos grupos de números cualquiera (no repetidos). Ejemplo: 0.250
- Sector: Se identifica con número cualquiera al sector en el que se está dando servicio dentro de la misma celda. Ejemplo: 206

Además del identificador propio de la estación base, esta se puede identificar en la red por su dirección IP única en su interfaz de gestión o de datos. Mediante las direcciones IP de cada estación base se puede interactuar con todas ellas gracias al

soporte del protocolo simple de administración de red (SNMP) del software BreezeLITE.

BreezeLITE administra localmente la estación base. En esto influye la recopilación de información, por ejemplo: número de paquetes enviados/recibidos/eliminados a cada una de las interfaces. La gestión influye básicamente:

- Parámetros de las interfaces de red: dirección IP, máscara de red, puerta de enlace predeterminada, velocidad.
- Monitorización con BreezeLITE que permite analizar el rendimiento de la red mostrando información referente al estado y a los parámetros físicos de cada Unidad de suscriptor (SU) y de la Estación Base (BS), niveles de potencia recibidos en ambas partes, etc.
- Filtrado de tramas. Mediante la opción de filtrado que BreezeLITE lleva incorporada se puede admitir/denegar el acceso a la red *wireless*/cableada de la operadora a aquellos dispositivos (de usuario y CPEs) que sus direcciones MAC/IP se hayan configurado previamente en la estación base.
- Servicios Quality of Service. BreezeLITE permite asignar perfiles QoS en cada uno de los canales de subida y bajada para cada SU.

La finalidad de los perfiles de QoS es poder proveer distintos tipos de tráfico (sensibles o no al retardo) a una velocidad adaptable a la necesidad de cada aplicación de usuario, de manera que aquellos más sensibles se les dará mayor calidad de servicio frente a los menos sensibles al retardo.

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE LA RED WIMAX.

4.1. Estudio geográfico.

El estudio geográfico se realizó tomando las coordenadas geográficas por medio de un GPS en la 25-BAL, la macro estación que se encuentra instalada en el Cerro de Cruz Loma, la micro estación en el sector del Mirador al Valle de los Chillos y el Comando Conjunto, pertenecientes a la ciudad de Quito, los mismos que presentan los siguientes datos de ubicación:

Tabla 4.1. Coordenadas geográficas de los sectores de interés

SECTOR	LATITUD	LONGITUD	COTA DEL CERRO
Cerro de Cruz Loma	0° 11' 14,6"S.	78° 32' 10,30" W.	3936 m.s.n.m.
25-BAL	0° 14' 53,4"S.	78° 32' 20,86" W.	2865 m.s.n.m.
Mirador al Valle de los Chillos	0° 16' 00,6"S.	78° 30' 33,6" W.	3149 m.s.n.m.
C.C.F.F.A.A.	0° 13' 49,7"S.	78° 30' 40,9" W.	2779 m.s.n.m.

Los datos obtenidos ingresamos en el Google Earth que es un simulador para visualizar de una mejor manera la ubicación de los puntos que intervienen en el enlace del presente proyecto desde el Comando Conjunto hasta la 25-BAL de esta manera en la figura 4.1. se tiene una idea más clara acerca del enlace que se desea realizar y sus posibles afectaciones.



Figura. 4.1 Localización geográfica de los sectores en Google Earth.

En la Tabla 4.2 se detalla la distancia total de la trayectoria del enlace entre el Comando Conjunto y la 25-BAL.

Tabla 4.2. Distancia de la trayectoria total de la red Wimax.

DESDE	HASTA	DISTANCIA
Comando Conjunto	25-BAL	22.05 Km.

4.2. Análisis de cobertura.

Para determinar la cobertura de los diferentes equipos a utilizarse en la red, se analizará el enlace entre cada uno de los puntos involucrados en el presente proyecto.

4.2.1. Enlace Comando Conjunto- 25-BAL.

En la figura 4.2 se realiza una representación del enlace total entre el Comando Conjunto lugar donde se administra la red, el Cerro Cruz Loma, el Mirador al Valle de los Chillos y la 25-BAL, con una trayectoria total de 22.05 Km.

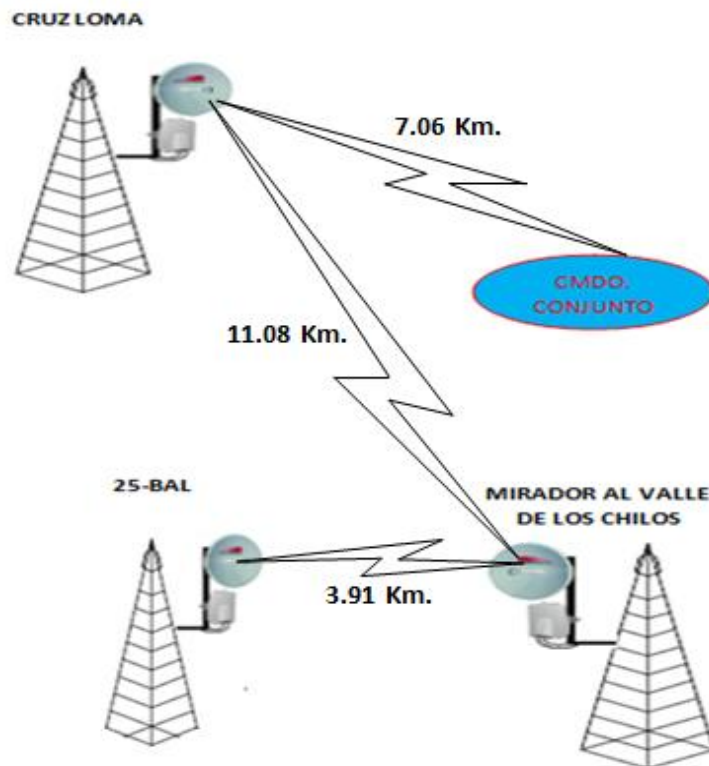


Figura 4.2. Enlace Comando Conjunto- 25-BAL

Para la simulación del presente proyecto se utilizará el programa Radio Mobile, que es una herramienta virtual para

visualizar de una forma real si existe o no línea de vista entre los sectores que se desee realizar el enlace así como también, la sensibilidad, la primera zona de fresnell, potencia de Tx, pérdida de línea, ganancia de antena, potencia radiada, etc.

La figura 4.3 presenta el perfil topográfico del enlace punto-punto entre el Mirador del Valle - 25-BAL en el que se puede observar la primera zona de fresnell libre, por lo tanto es factible realizar mencionado enlace.

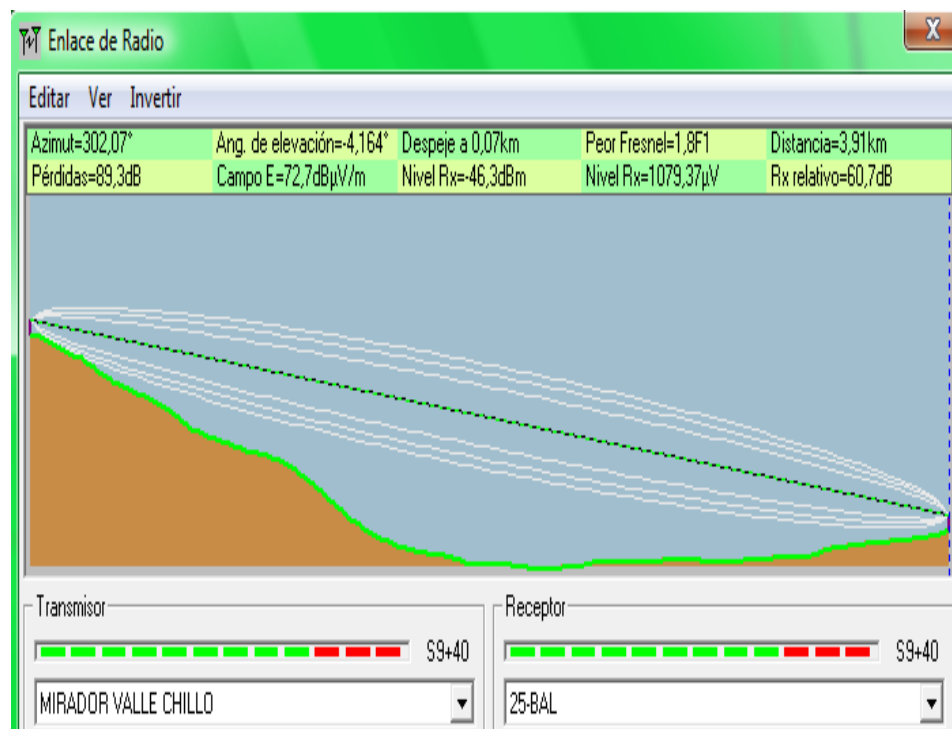


Figura 4.3. Enlace Mirador del Valle-25-BAL.

En la figura 4.4. se puede visualizar la trayectoria completa de la red Wimax entre el Comando Conjunto y la 25-BAL.



Figura 4.4. Enlace completo Comando Conjunto, 25-BAL.

El enlace directo entre el Cerro Cruz Loma - 25-BAL no es posible, ya que no mantienen línea de vista, dado a la topología del terreno, como se indica en la figura 4.5.

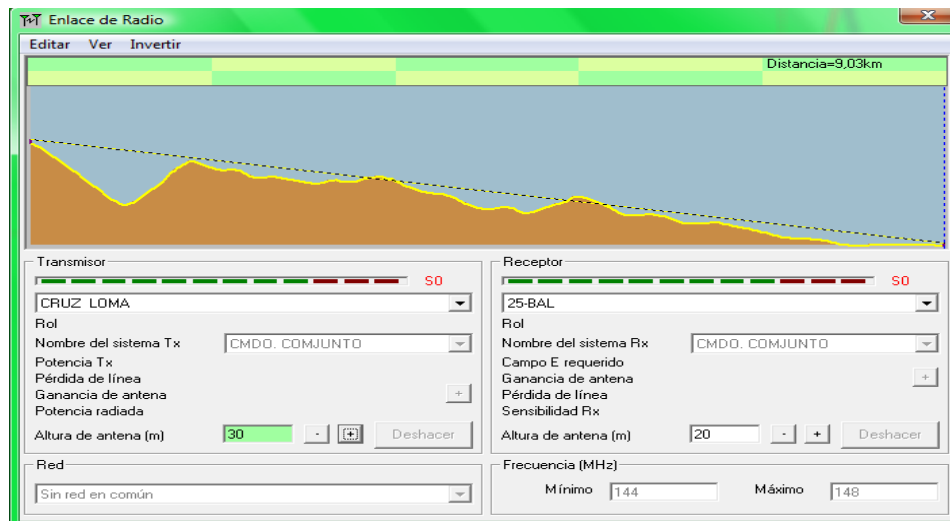


Figura 4.5. Enlace NLOS entre Cruz Loma y la 25-BAL.

De la misma manera, el enlace directo entre el Comando Conjunto y el Mirador al Valle de los Chillos, tampoco es posible debido a que en este sector se presenta un relieve poco elevado que dificulta tener línea de vista directa, y a demas no es recomendable ya que impediría que la 25-BAL se integre a la red mode del Comando Conjunto, por ello es necesario que primero se realice el enlace con la macro estación ubicada en el Cerro Cruz Loma.

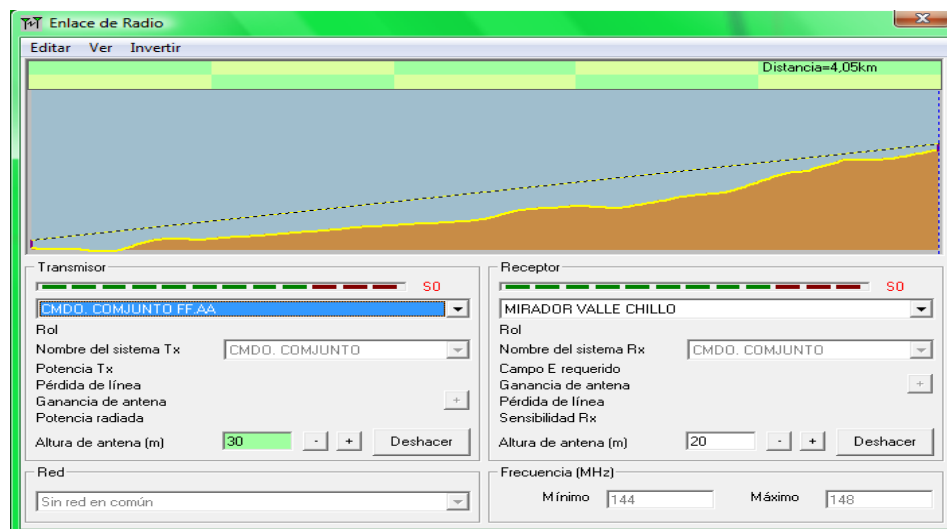


Figura 4.6. Enlace NLOS, Comando Conjunto, Mirador Valle de los Chillos.

Por este motivo es necesario utilizar la micro estación como repetidora, la misma que se encuentra instalada en el sector denominado Mirador al Valle de los Chillos, ya que este enlazará a la macro estación del Cerro Cruz Loma con el suscriptor que será ubicado en la 25-BAL.

En la figura 4.7 se puede visualizar que existe línea de vista entre Cruz Loma y Mirador al Valle de los Chillos.

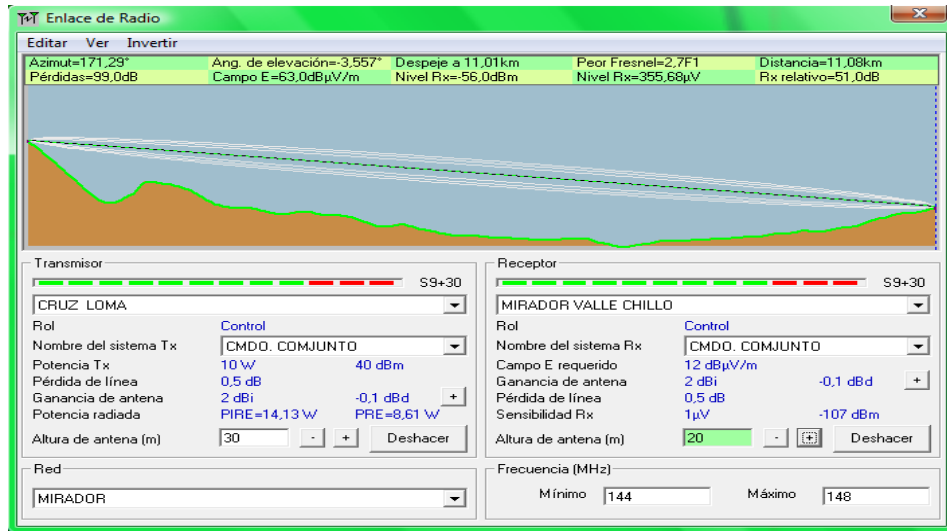


Figura 4.7.Enlace LOS, Cruz Loma, Mirador Valle de los Chillos.

La distancia entre el Mirador al Valle de los Chillos y la 25-BAL, es de 3.91 Km., en la figura 4.8 se puede visualizar que existe línea de vista y la primera zona de fresnell se encuentra despejada, la cual ayudará enormemente para que las comunicaciones fluyan con nitidez y rapidez.

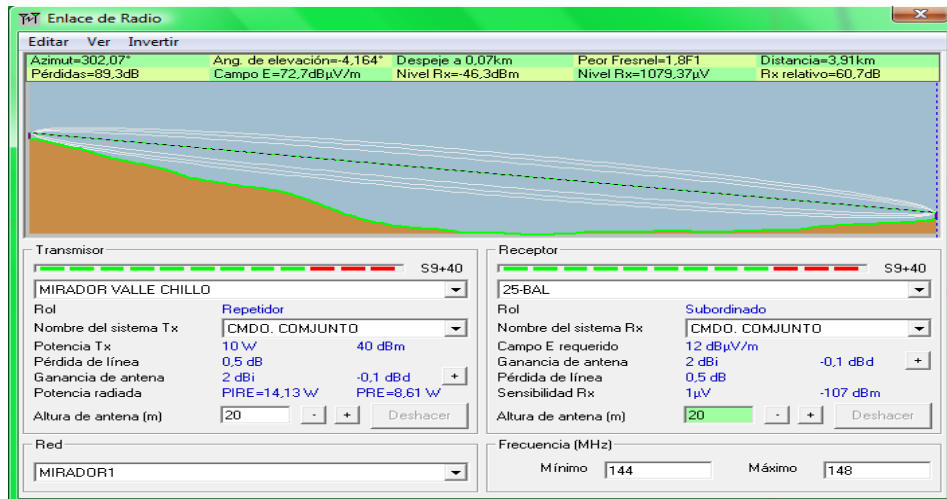


Figura 4.8.Enlace LOS, Mirador del Valle de los Chillos 25-BAL.

Luego de visualizar los enlaces punto a punto y verificar la existencia de línea de vista entre los sitios de interés, se procede a realizar el análisis de cobertura de cada uno de los lugares donde se encuentran ubicadas tanto la macro estación como la micro estación que se utilizará como repetidora.

En la figura 4.9 se puede observar la cobertura tomado a 11 Km. de diámetro que tiene la macro estación ubicada en el Cerro Cruz Loma. El color rosado da una idea de la cobertura de la señal Wimax desde este punto.

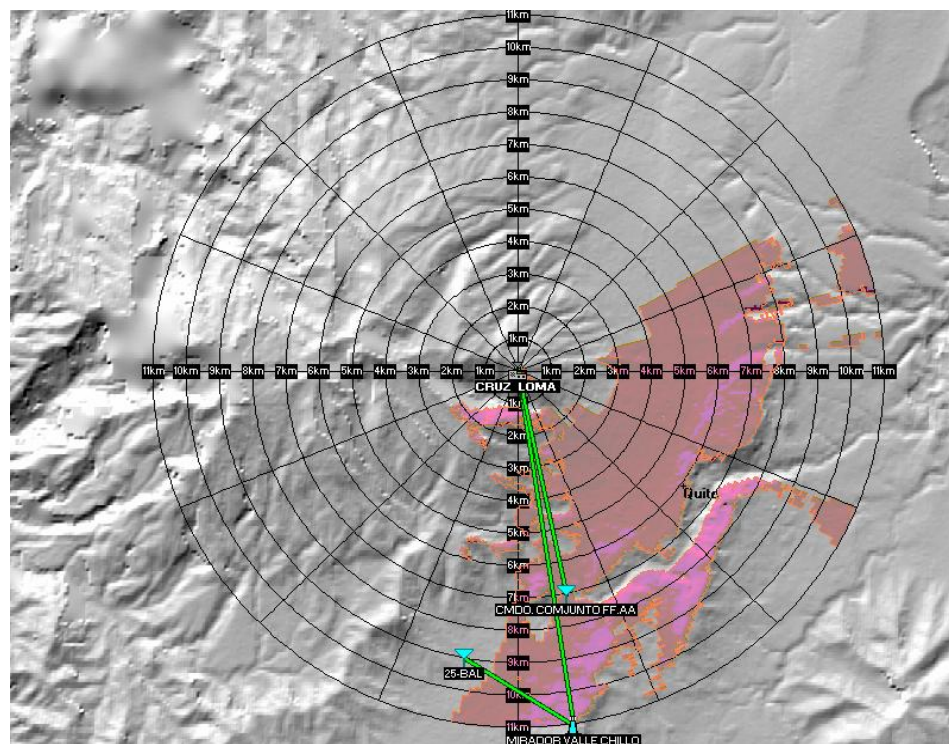


Figura 4.9. Área de cobertura de la macro estación.

La figura 4.10, muestra la cobertura que mantiene tanto la macro como la micro estación.

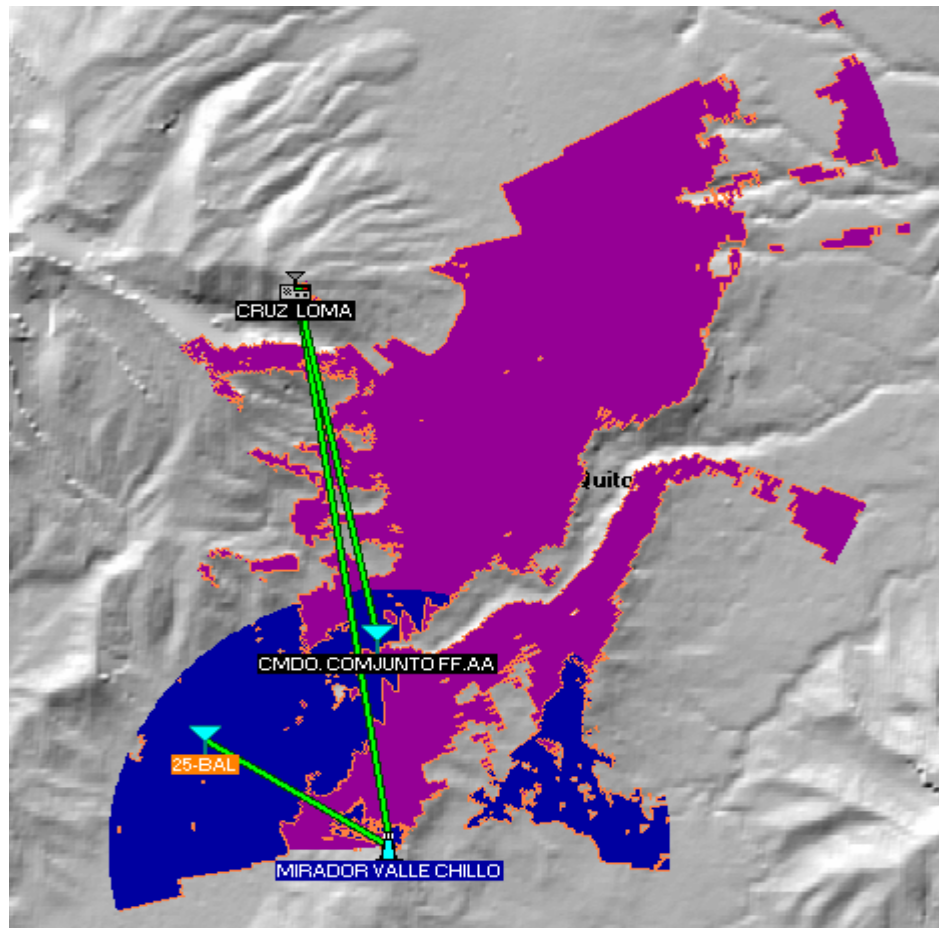


Figura 4.10. Áreas de cobertura de la micro y macro estación.

El color azul representa la cobertura que tiene la micro estación repetidora ubicada en el Mirador Valle de los Chillos.

Como se puede observar la cobertura irradiada es lo suficientemente eficaz y propicia para mantener la comunicación con la 25-BAL.

De esta manera se establece el enlace entre el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas y la Brigada de Apoyo Logístico N° 25.

4.3. Cálculos de cobertura.

Los cálculos se realizarán entre cada uno de los tramos de enlaces que conforman la red.

4.3.1. Enlace Cruz Loma- Comando Conjunto.

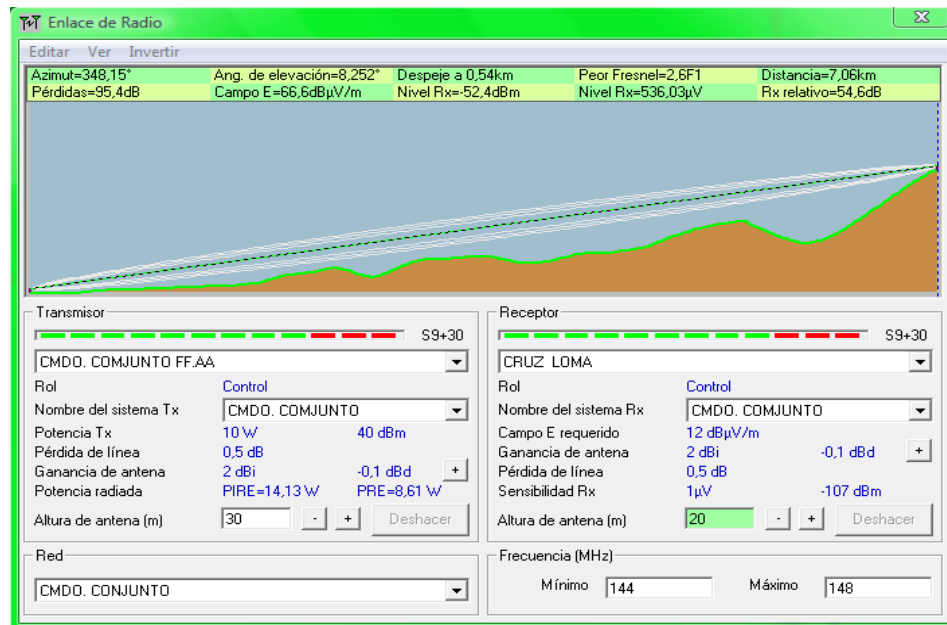


Figura 4.11. Enlace Comando Conjunto-Cruz Loma.

e.1. Datos obtenidos con el Radio Mobile:

- La distancia del enlace entre Cruz Loma y Comando Conjunto es 7.06 km
- Azimut = 348,15°
- Angulo de elevación = 8,252°

- El modo de propagación es línea de vista, mínimo despeje 2,6F1
- La frecuencia promedio es 146 MHz
- La pérdida de propagación total es 95,4 dB

e.2. Datos del equipo:

- Ganancia de las antenas: 12 dBi
- Potencia estándar de Tx del equipo: +24dB
- Sensibilidad del receptor: -96 dBm

e.3. Pérdidas adicionales de propagación:

- A_{lluvia} = Atenuación por lluvia 0.01 dB
- A_{veg} = Atenuación por vegetación 1.5 dB.
- L_f = atenuación por el cable 1.5 Db.

Total de pérdidas adicionales de propagación= 3.01 dB

e.4. Perfiles topográficos:

- F=2.4Ghz
- Altura de la torre=30m

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 (m/seg)}{2.4 (GHz)}$$

$$\lambda = 0.125m$$

e.5. Nomenclatura:

D1 = Distancia entre las antenas.

f = Frecuencia promedio en Ghz.

F1 = Primera zona de fresnell

e.6. Cálculos: enlace Cruz Loma-Comando Conjunto.

e.6.1. Características de los repetidores.

$$PTX = 25w$$

$$PTX_{dB} = 10\log PTX$$

$$PTX_{dB} = 10\log 25w$$

$$PTX_{dB} = 13.97dB$$

$$GTX = 12dBi = 14.1dB$$

$$dB = dBi + 2.1$$

$$dB = 12dBi + 2.1$$

$$dB = 14.1$$

e.6.2. Atenuación en el Espacio Libre.

$$A_o(dB) = 92.4 + 20\log f(GHz) + 20\log d(Km)$$

$$A_o(dB) = 92.4 + 20\log(0.146GHz) + 20\log(7.06Km)$$

$$A_o(dB) = 92.66dB. + 3.01dB.$$

$$A_o(dB) = 95.57dB.$$

e.6.3. Intensidad del campo recibido.

$$E_o(dBu) = 74.7 + PTX(dB) + GATX(dB) - 20\log d(Km)$$

$$E_o(dBu) = 74.7 + 13.97(dB) + 14.1(dB) - 20\log 7.06(Km)$$

$$E_o(dBu) = 85.79$$

$$E_o(dBu) = 85.79 - 60$$

$$E_o(dBu) = 25.79$$

$$E_o = \text{anti log} \frac{25.79}{20}$$

$$E_o = 19.48 \frac{v}{m}$$

e.6.4. Potencia de recepción del enlace

$$P_{RX} (dB) = P_{TX} (dB) + GA_{TX} (dB) + GA_{RX} (dB) - A_O (dB) - A_T (dB)$$

$$P_{RX} (dB) = 14.77(dB) + 14.1(dB) + 14.1(dB) - 95.57(dB) - 2.4(dB)$$

$$P_{RX} (dB) = -55dB$$

$$P_{RX} = \text{anti log} \frac{-55}{10}$$

$$P_{RX} = 3.16\mu W$$

4.3.2. Enlace Cruz Loma – Mirador Valle de los Chillos.

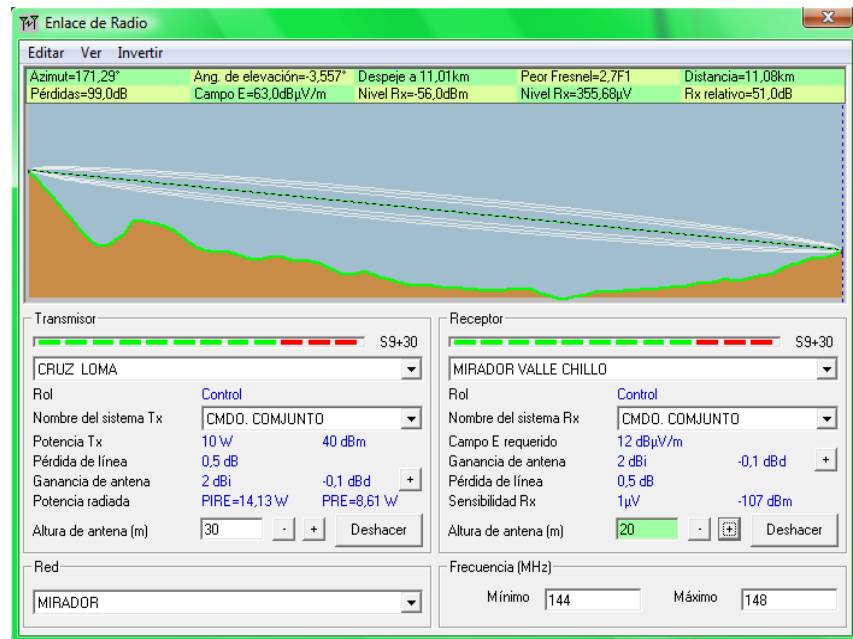


Figura 4.12. Enlace Cruz Loma-Mirador al Valle de los Chillos.

f.1. Datos obtenidos con el Radio Mobile:

- La distancia del enlace entre Cruz Loma y Mirador de Valle de los Chillos es 11.08 km
- Azimut = 171,29°
- Angulo de elevación = 3,557°

- El modo de propagación es línea de vista, mínimo despeje 2,7F1
- La frecuencia promedio es 146 MHz
- La pérdida de propagación total es 99,0 dB.

f.2. Datos del equipo:

- Ganancia de las antenas: 12 dBi
- Potencia estándar de Tx del equipo: +24dB
- Sensibilidad del receptor: -96 dBm

f.3. Pérdidas adicionales de propagación.

- A_{lluvia} = Atenuación por lluvia 0.01 dB
- A_{veg} = Atenuación por vegetación 1.5 dB.
- L_f = atenuación por el cable 1.5 Db.

Total de pérdidas adicionales de propagación= 3.01 dB

f.4. Perfil topográfico:

- F=2.4GHz
- Altura de Torre: 30m

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 (m/seg)}{2.4 (GHz)}$$

$$\lambda = 0.125m$$

f.5. Nomenclatura:

D1 = Distancia entre las antenas.

f = Frecuencia promedio en Ghz.

F1 = Primera zona de fresnell.

f.6. Cálculos: enlace Cruz Loma-Mirador al Valle de los Chillos.

f.6.1. Características de los repetidores.

$$PTX = 25w$$

$$PTX_{dB} = 10\log PTX$$

$$PTX_{dB} = 10\log 25w$$

$$PTX_{dB} = 13.97dB$$

$$GTX = 12dBi = 14.1dB$$

$$dB = dBi + 2.1$$

$$dB = 12dBi + 2.1$$

$$dB = 14.1$$

f.6.2. Atenuación en el espacio Libre.

$$A_o(dB) = 92.4 + 20\log f(GHz) + 20\log d(Km)$$

$$A_o(dB) = 92.4 + 20\log(0.146GHz) + 20\log(11.08Km)$$

$$A_o(dB) = 96.57dB$$

$$A_o(dB) = 96.57dB + 3.01$$

$$A_o(dB) = 99.58dB$$

f.6.3. Intensidad del campo recibido.

$$E_o(dBu) = 74.7 + PTX(dB) + GATX(dB) - 20\log d(Km)$$

$$E_o(dBu) = 74.7 + 13.97(dB) + 14.1(dB) - 20\log 11.08(Km)$$

$$E_o(dBu) = 81.87$$

$$E_o(dBu) = 81.87 - 60$$

$$E_o(dBu) = 21.87$$

$$E_o = \text{anti log} \frac{21.87}{20}$$

$$E_o = 12.41 \frac{v}{m}$$

f.6.4. Potencia de recepción del enlace

$$P_{RX} (dB) = P_{TX} (dB) + GA_{TX} (dB) + GA_{RX} (dB) - A_O (dB) - A_T (dB)$$

$$P_{RX} (dB) = 14.77(dB) + 14.1(dB) + 14.1(dB) - 99.58(dB) - 2.6(dB)$$

$$P_{RX} (dB) = -59.21dB$$

$$P_{RX} = \text{anti log} \frac{-59.21}{10}$$

$$P_{RX} = 1.199uW$$

4.3.3. Enlace Mirador al Valle de los Chillos – 25-BAL.

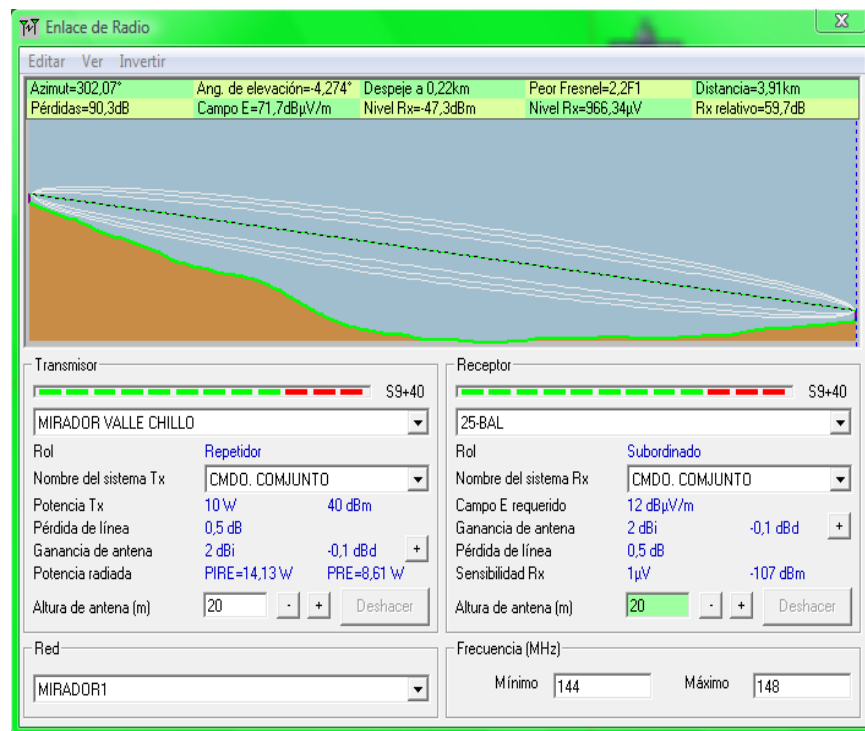


Figura 4.13. Enlace Mirador al Valle de los Chillos-25 BAL.

g.1. Datos obtenidos con el Radio Mobile:

- La distancia del enlace entre Mirador de Valle de los Chillos y 25-BAL., es 3.91 km
- Azimut = 302,07°
- Angulo de elevación = 4,257°

- El modo de propagación es línea de vista, mínimo despeje 1,5F1
- La frecuencia promedio es 146 MHz
- La pérdida de propagación total es 97,0 dB

g.2. Datos del equipo:

- Ganancia de las antenas: 12 dBi
- Potencia estándar de Tx del equipo: +24dB
- Sensibilidad del receptor: -96 dBm

g.3. Perdidas adicionales de propagación.

- A_{lluvia} = Atenuación por lluvia 0.01 dB
- A_{veg} = Atenuación por vegetación 1.5 dB.
- L_f = atenuación por el cable 1.5 Db.

Total de pérdidas adicionales de propagación 3.01dB.

g.4. Perfil topográfico:

- F=2.4GHz
- Altura de Torre: 30m

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 (m/seg)}{2.4 (GHz)}$$

$$\lambda = 0.125m$$

g.5. Nomenclatura:

D1 = Distancia entre las antenas.

f = Frecuencia promedio en Ghz.

F1 = Primera zona de fresnell.

g.6. Cálculos: enlace Mirador al Valle de los Chillos-25-BAL

g.6.1. Características de los repetidores

$$PTX = 25w$$

$$PTX_{dB} = 10 \log PTX$$

$$PTX_{dB} = 10 \log 25w$$

$$PTX_{dB} = 13.97dB$$

$$GTX = 12dBi = 14.1dB$$

$$dB = dBi + 2.1$$

$$dB = 12dBi + 2.1$$

$$dB = 14.1$$

g.6.2. Atenuación en el espacio libre

$$A_o(dB) = 92.4 + 20 \log f(GHz) + 20 \log d(Km)$$

$$A_o(dB) = 92.4 + 20 \log(0.146GHz) + 20 \log(3.91Km)$$

$$A_o(dB) = 87.53dB + 3.01dB$$

$$A_o(dB) = 90.04dB$$

g.6.3. Intensidad del campo recibido

$$E_o(dBu) = 74.7 + PTX(dB) + GATX(dB) - 20 \log d(Km)$$

$$E_o(dBu) = 74.7 + 13.97(dB) + 14.1(dB) - 20 \log 3.91(Km)$$

$$E_o(dBu) = 90.92$$

$$E_o(dBu) = 90.92 - 60$$

$$E_o(dBu) = 30.92$$

$$E_o = \text{anti log} \frac{30.92}{20}$$

$$E_o = 35.15 \frac{v}{m}$$

g.6.4. Potencia de recepción del enlace

$$P_{RX} (dB) = P_{TX} (dB) + GA_{TX} (dB) + GA_{RX} (dB) - A_o (dB) - A_T (dB)$$

$$P_{RX} (dB) = 13.97(dB) + 14.1(dB) + 14.1(dB) - 90.04(dB) - 2.24(dB)$$

$$P_{RX} (dB) = -50.11dB$$

$$P_{RX} = \text{anti log} \frac{-50.11}{10}$$

$$P_{RX} = 9.74\mu W$$

4.4. Análisis de costos.

El presupuesto está orientado a la 25-BAL para la adquisición de los equipos de la red Wimax que serán instalados en esta unidad, tomando en consideración que el Comando Conjunto realizó la implementación de la estación base (micro estación) repetidora en el sector del Mirador al Valle de los Chillos con presupuesto propio, para proveer del servicio de acuerdo a la cobertura que involucra a la 25-BAL.

A continuación se detalla el presupuesto total para dotar del servicio Wimax a la 25-BAL.

Tabla 4.3. Costo total del proyecto.

ORD.	DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO (DOLARES)
1	Kit micro estación ALVARION (Idu, Odu, Sistema radiante, Alimentación, Cables: coaxial y FTP)	1		20000
2	Kit equipo Suscriptor Idu, Odu o CPE (unidad exterior antena, etc.y un módem interior)	1		800
3	Kit de equipamiento de	1		2000

	voz o gateway de voz			
4	Kit de equipamiento de datos (Switch)	1		2500
5	Cable UTP	300 m	0.43	130
6	Varios (conectores RJ-45, teléfonos, cable, Pc's, etc)			2000
costo total del proyecto				\$ 27430

De esta manera tomando en consideración que la red ya se encuentra funcionando y que el gasto del kit de la micro estación (\$ 20000) ubicada en el sector del Mirador al Valle de los Chillos para proveer del servicio a las unidades del sector sur oriental de la ciudad de Quito ya está realizado por parte del Comando Conjunto, la 25-BAL analizando el gasto que debe cubrir que es de \$ 7430 aproximadamente y en base a costo beneficio, realizará la complementación del sistema para integrarse a la red.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones.

Al término del siguiente proyecto podemos concluir lo siguiente:

- En la actualidad Wimax es una tecnología que en el mundo está teniendo mucha aceptación, motivo por el cual en los años venideros los precios en relación al costo actual por cada equipo tendrá una tendencia a bajar y se podrá adquirir con mayor facilidad para su implementación.
- Para el desarrollo del presente proyecto las herramientas de simulación son de vital importancia ya que nos ayudan a visualizar la topología del terreno en una forma muy real, los mismos que permitirán un mejor desempeño profesional para determinar las alternativas más adecuadas en el mejoramiento de los servicios de comunicaciones.
- El estudio realizado pasa a formar parte de un gran proyecto, el mismo que en la actualidad se encuentra en ejecución por parte del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, ya que permitirá que las comunicaciones de la 25-BAL con la integración a la red modem se extiendan a nivel Comando Conjunto.
- Para el presente proyecto es necesario conectarse a la micro estación del Mirador al Valle de los Chillos, dado a que la topología del terreno no permite hacerlo en forma directa desde Cruz Loma hasta la 25-BAL, además que es la única manera de integrarse a la red modem del Comando Conjunto.

5.2.Recomendaciones.

Las recomendaciones al concluir el siguiente proyecto son las siguientes:

- Para el desarrollo de proyectos de Radio enlace se recomienda el uso de las herramientas de simulación como son Radio Mobile conjuntamente con Google Earth ya que son de fácil manejo y de libre uso, permitiendo de esta manera ahorrar tiempo y dinero.
- Debido al amplio radiograma de emisión que tiene este sistema, el mismo que puede ser perjudicial para la salud se recomienda instalar en lugares poco concurridos.
- Para la implementación de este tipo de proyectos es recomendable saber el manejo de un GPS, para obtener datos de coordenadas reales y compararlos con los datos de simulación.
- Se recomienda que el personal este en continua capacitación para que de esta manera se aproveche al máximo de la tecnología que día a día va evolucionando.
- El personal de estudiantes es recomendable que realice sus pasantías en lugares que pueda aplicar y/o aprender acerca de las bondades de la tecnología actual.
- Para la implementación del presente proyecto se recomienda utilizar los equipos Alvarion y Cisco para que no presenten conflictos con los equipos ya instalados, a la vez que se

adaptan de mejor manera a la topología de nuestro medio por sus características.

- Es recomendable que tanto el IDU, gateway de voz y switch sean instalados en la parte interna de una oficina, departamento, central de comunicaciones o similares para que de esta manera se evite el deterioro de los equipos, por causa de los factores climatológicos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **CPE:** Customer Premises Equipment, Equipo Local de Cliente.
- **DES:** Data encryption standard, Estándar de cifrado de datos.
- **DHCP:** Protocol Dynamic Host Configuration, Protocolo de configuración de host dinámico.
- **FDMA:** Frequency Division Multiple Access, Acceso múltiple por división de frecuencia.
- **FDM:** o MDF, Frequency Division Multiplexing, Multiplexación por división de frecuencia.
- **FIR:** Fast Infrared, Infrarrojo rápido
- **H.323:** Estándar para comunicación multimedia (audio, video y datos).
- **IR:** Radiación infrarroja, radiación térmica o radiación IR.
- **IrLAP:** Infrared Link Acces Protocol, Protocolo de acceso vincular por infrarrojo.
- **IrDA:** Infrared Data Association, Asociación de datos infrarrojos
- **IP67:** Norma para protección contra polvo, agua y variaciones de temperatura
- **IDU:** Indoor Unit, Unidad interior.
- **OWNLINK:** Enlace o conexión de bajada.
- **ODU:** Outdoor Unit, Unidad exterior
- **PHY:** Nivel físico o capa física.
- **PDA:** Personal Digital Assistant. Dispositivo de computación de mano.
- **PDH.-** Plesiochronous Digital Hierarchy, Jerarquía Digital Plesiócrona.
- **SIP:** Session Initiation Protocol, Protocolo de inicialización de sesiones.
- **SNMP:** Simple network management protocol, Protocolo simple de administración de red
- **SU:** Unidad de suscriptor.

- **TDMA:** Time Division Multiple Access, Acceso múltiple por división de tiempo.
- **TDM:** o MDT, Time Division Multiplexing, Multiplexación por división de tiempo.
- **TFTP:** Trivial file transfer Protocol, Protocolo de transferencia de archivos trivial.
- **UPLINK:** Enlace o conexión de subida.
- **WIMAX:** Worldwide Interoperability for Microwave Access, Interoperabilidad mundial para acceso por microondas.

BIBLIOGRAFÍA

- BreezeMAX TDD Ver.4.1 CPEs Product Manual_070829
- BreezeMAX TDD ver.4.1 Modular BST System Manual_070703
- BreezeMAX TDD Ver.4.2 Micro Base Station System Manual_070827
- BST and CPE Throughput Table

LINKOGRAFÍA

- <http://formacion.plcmadrid.es/descargas/docs/articulos/IP69Kx.pdf>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador_\(dispositivo_de_red\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador_(dispositivo_de_red))
- http://es.wikipedia.org/wiki/Spanning_tree
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador_\(dispositivo_de_red\)#Bucles_de_red_e_inundaciones_de_tr.C3.A1fico](http://es.wikipedia.org/wiki/Conmutador_(dispositivo_de_red)#Bucles_de_red_e_inundaciones_de_tr.C3.A1fico)
- <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/212/5/Capitulo%204.pdf>
- <http://es.kioskea.net/contents/wireless/wlintro.php3>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Puerto_\(inform%C3%A1tica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Puerto_(inform%C3%A1tica))
- <http://www.mailxmail.com/curso-ordenador-portatil-tipos-historia-componentes/conexiones-puerto-infrarrojo-estaciones-base>
- <http://es.kioskea.net/contents/bluetooth/bluetooth-fonctionnement.php3>
- <http://www.icono-computadoras-pc.com/redes-inalambricas.html>
- http://www.redsinfronteras.org/pdf/redes_wireless.pdf

- <http://salomonrt.wordpress.com/2010/07/28/red-inalambrica-vs-red-con-cable/>
- <http://es.kioskea.net/faq/656-redes-concentrador-hub-conmutador-switch-y-router>
- http://www.zator.com/Hardware/H12_2.htm
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Microondas>
- <http://www.aulaclic.es/articulos/wifi.html>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/WiMAX>
- http://new.wireless.bfioptilas.es/objects/77_9_974307813/wimax_1.pdf
- es.wikipedia.org/wiki/Alcatel-Lucent.
- es.wikipedia.org/wiki/Jerarquía_Digital_Plesiócrona
- es.wikipedia.org/.../Acceso_múltiple_por_división_de_tiempo
- es.wikipedia.org/wiki/Puente_de_red
- es.wikipedia.org/wiki/Enlace_de_telecomunicación
- www.3cx.es/voip-sip/h323.php
- <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8681/1/D-39860.pdf>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Nivel_f%C3%ADsico
- www.wikipedia.org/wiki/Puente_de_red
- http://marcoasd.files.wordpress.com/2007/10/wimax_marcos.pdf
- http://es.wikipedia.org/wiki/Acceso_m%C3%BAltiple_por_divisi%C3%B3n_de_frecuencia
- <http://es.wikipedia.org/wiki/TDMA>

- <http://www.alegsa.com.ar/Dic/tdma.php>
- <http://es.kioskea.net/contents/internet/dhcp.php3>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/TFTP>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/H.323>
- <http://www.zero13wireless.net/foro/showthread.php?1277-Que-significa-SIP>

ANEXOS

Networking Gateway

For use with Alvarion's BreezeMAX™ and BreezeACCESS® VL systems*



Product Highlights

- Combines a broadband router with a 4 port switch and a wireless LAN access point
- Increases service provisioning options for residential, SOHO and SME subscribers
- Enables service to multiple businesses or residents, working independently of each other
- Employs advanced multiple security mechanisms
- Supports wireless home and office networking applications

Alvarion's wireless networking gateway is a powerful and highly efficient broadband wireless access CPE that enables operators and service providers to offer residential, SOHO and SME subscribers a flexible range of networking services. With four Ethernet ports for connecting various data equipment or LANs working completely independent of each other, the gateway features comprehensive routing functionality and supports advanced multiple security mechanisms including firewall, packet filtering, domain filter support, URL blocking support, VPN pass-through, DoS attack detection support and more.

MAN Outside - LAN Inside

The wireless networking gateway serves as a flexible broadband wireless access indoor unit. In addition, the networking gateway includes an IEEE 802.11b/g compliant access point for wireless LAN functionality to support numerous users for wireless home and office networking applications. In this manner, it delivers a combined solution of both LAN and MAN capabilities in one system.

Detailed Feature Summary

- **Auto-sensing 4-port Ethernet switch** with built-in printer sharing, firewall, DMZ host support and auto sensing of applications that require multiple tunnels such as video conferencing
- **High speed wireless LAN connections** for up to 54 Mbps IEEE 802.11b/g
- **Advanced security functionality** including packet filtering, domain filter support, URL blocking support, VPN pass-through and DoS attack detection support
- **Advanced scheduling, alert and routing functionality**
- **DRAP (dynamic resource allocation protocol)** – instantly recognizes (auto discovery) and registers the wireless networking gateway upon power up



Front



Back

International Corporate Headquarters
Tel: +972 3 6456262
Email: corporate-sales@alvarion.com

North America Headquarters
Tel: +1 650 314 2500
Email: n.america-sales@alvarion.com

Latin America & Caribbean
Tel: +1 954 746 7420
Email: lasales@alvarion.com

Brazil
Tel: +55 41 3024 6665
Email: brazil-sales@alvarion.com

China
Tel: +86 10 8857 6770
Email: china-sales@alvarion.com

Czech Republic
Tel: +420 222 191 233
Email: czech-sales@alvarion.com

France
Tel 1: +33 1 49 38 91 91
Tel 2: +33 1 34 38 54 30
Email: france-sales@alvarion.com

Germany
Tel: +49 172 1310758
Email: germany-sales@alvarion.com

Ireland
Tel: +353 66 712 8004
Email: uk-sales@alvarion.com

Japan
Tel: +81 3 3761 7206
Email: japan-sales@alvarion.com

Mexico
Tel: +52 55 5340 1421
Email: mexico-sales@alvarion.com

Philippines
Tel: +632 754 8028
Email: far-east-sales@alvarion.com

Poland
Tel: +48 22 863 28 78 / 80
Email: poland-sales@alvarion.com

Romania
Tel: +40 21 266 47 31
Email: romania-sales@alvarion.com

Russia

Specifications

Radio

Frequency	2400-2483.5 MHz
Antenna	Omni -2dBi
Output power	10, 12, 15, 17 dBm
Data rates	IEEE 802.11g mode: 54M, 48M, 36M, 24M, 18M, 12M, 6M with auto fallback IEEE 802.11b mode: 11M, 5.5M, 2M, 1M with auto fallback in.

Standards

Wireless LAN	Compliant with IEEE 802.11b/g	
EMC	ETS EN 301 489-17	
Safety	EN 60950 (CE)in	IEC 60 950 US/C UL
Outdoor radio	ETSI 300 328	FCC Part 15
Immunity	EN 55024:1998	

Configuration and Management

Web Configuration Server	SNMP V1 and V2c A file (with an extension 'cfg') can be loaded into the unit from the web configuration server or TFTP
--------------------------	---

Mechanical

Dimensions (WxHxD)	190.5 x 26.2 x 111 mm (7.5x1.0x4.4 inch)
Weight	0.62 kg (1.4 lb)

Electrical

Power transformer	100-240 VAC, 50-60 Hz, 2A max. (Supplies 5 VDC for the unit itself, and 55 VDC for the ODU)
-------------------	--

Connectors

Power	DC Power Inlet from the unit's Power Transformer
ODU	RJ-45 connection to ODU. Carries Ethernet, power (55 VDC) and signaling to be connected only to ODUs of BreezeMAX CPEs and BreezeACCESS VL Rev. C CPEs.
Port 1-4	10/100BaseT, RJ-45 LAN ports for networked computers and other devices.
USB	USB Host Port for a USB printer.
Antenna	SMA connector for the WLAN antenna

Environmental

Operating temperature	0° to 40° Celsius (32° to 104° Fahrenheit)
Operating humidity	5% to 95% non condensing

Packing

• Transportation	ETSI 300 019-2-2 T 2.3
• Storage	ETSI 300 019-2-1 T 1.2
• Barcode	Code 128

1.5 PRO-S CPE Specifications

1.5.1 Radio

Table 1-3: PRO-S CPE Radio Specifications

Item	Description		
Frequency	Band		
	2.3 GHz	2300-2360	Not Applicable
	2.5 GHz g	2496-2690	Not Applicable
	3.3 GHz	3300 - 3400	Uplink: 3366-3400 Downlink: 3316-3350
	3.5 GHz	3399.5-3600	Uplink: 3399.5-3500 Downlink: 3499.5-3600
	5.2 GHz	5150-5350	Not Applicable
Operation Mode	<ul style="list-style-type: none"> ■ TDD, Half Duplex ■ FDD, Half duplex (3.x GHz band only) 		
Channel Bandwidth	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1.75 MHz (only in FDD mode in the 3.x GHz bands) ■ 3.5 MHz (excluding 5.2 GHz units) ■ 5 MHz (only in TDD mode) 		
Central Frequency Resolution	2.x and 3.x GHz units: 0.125 MHz 5.2 GHz units: 0.5 MHz		
Antenna Port (PRO-SE CPEs)	N-Type, 50 Ohm		
2.3 GHz Integral Antenna (PRO-SA CPE)	14 dBi typical, 33°AZ x 27°EL, vertical/horizontal polarization, compliant with RoHS and EN 301 525, V1.1.1 (2000-06).		
2.5 GHz Integral Antenna (PRO-SA CPE)	14 dBi typical, 33°AZ x 27°EL, vertical/horizontal polarization, compliant with RoHS and EN 301 525, V1.1.1 (2000-06).		
3.x GHz Integral Antenna (PRO-SA CPE)	16.5 dBi typical (16 dBi in the 3.3-3.4 GHz band), 20°AZ x 20°EL, vertical/horizontal polarization, compliant with RoHS and EN 302 085, V1.2.2 (2003-08) Range 1		
5.2 GHz Integral Antenna (PRO-SA CPE)	20 dBi minimum in the 5.250-5.875 GHz band (19.5 dBi in the 5.150-5.250 GHz band), 14°AZ x 14°EL, vertical/horizontal polarization, compliant with RoHS and EN 302 085, V1.2.2 (2003-08) Range 1		
Max. Input Power (at antenna port)	-20 dBm before saturation 0 dBm before damage		

Table 1-3: PRO-S CPE Radio Specifications

Output Power (at antenna port)	2.x and 3.x GHz units: 19 dBm +/-1 dB maximum 5.2 GHz units: 18 dBm +/-1 dB maximum ATPC Dynamic range: 45 dB
Modulation	Downlink: OFDM; Uplink: OFDMA-16 BPSK, QPSK, QAM16, QAM64
FEC	Convolutional Coding: 1/2, 2/3, 3/4

1.5.2 Sensitivity

1.5.2.1 Sensitivity, 2.x GHz Units

Table 1-4: Sensitivity, 2.x GHz Units

Item	Description			
	Modulation & Coding	Minimum SNR (dB)	Sensitivity (dBm) @ 3.5 MHz BW	Sensitivity (dBm) @ 5 MHz BW
Typical Sensitivity (BER=1E-6), 2.x GHz units	BPSK 1/2	2.5	-98	-96
	QPSK 1/2	5.9	-95	-93
	QPSK 3/4	8.6	-92	-90
	QAM16 1/2	11.4	-89	-87
	QAM16 3/4	14.8	-86	-84
	QAM64 2/3	20	-81	-79
	QAM64 3/4	20.9	-80	-78

1.5.2.2 Sensitivity, 3.x GHz Units

Table 1-5: Sensitivity, 3.x GHz Units

Item	Description			
Typical Sensitivity (BER=1E-6), 3.x GHz units	Modulation & Coding	Minimum SNR (dB)	Sensitivity (dBm) @ 3.5 MHz BW	Sensitivity (dBm) @ 5 MHz BW
	BPSK 1/2	2.5	-99	-97
	QPSK 1/2	5.9	-96	-94
	QPSK 3/4	8.6	-93	-91
	QAM16 1/2	11.4	-89	-87
	QAM16 3/4	14.8	-86	-84
	QAM64 2/3	20	-81	-79
	QAM64 3/4	20.9	-80	-78

1.5.2.3 Sensitivity, 5.2 GHz Units

Table 1-6: Sensitivity, 5.2 GHz Units

Item	Description		
Typical Sensitivity (BER=1E-6), 5.2 GHz units	Modulation & Coding	Minimum SNR (dB)	Sensitivity (dBm) @ 5 MHz BW
	BPSK 1/2	2.5	-98
	QPSK 1/2	5.9	-95
	QPSK 3/4	8.6	-92
	QAM16 1/2	11.4	-89
	QAM16 3/4	14.8	-86
	QAM64 2/3	20	-81
	QAM64 3/4	20.9	-80

1.5.3 IDU/ODU Communication

Table 1-7: PRO-S CPE IDU/ODU Communication

Item	Description
Cable Type	Category 5E, Outdoor Data Cable, Double Jacket, 4x2x24# FTP
Maximum Length	90 meter

1.5.4 Data Communication (Ethernet Port)

Table 1-8: PRO-S CPE Data Communication (Ethernet Port)

Item	Description
Standard Compliance	IEEE 802.3 CSMA/CD
Maximum Packet Size (including 4 CRC bytes)	1550 Bytes
Speed	10/100 Mbps, Half/Full Duplex with Auto Negotiation

1.5.5 Configuration and Management

Table 1-9: PRO-S CPE Configuration and Management

Item	Description
Local Management/via Ethernet Port	<ul style="list-style-type: none">■ Telnet■ Built-in web configuration server (using PC or PDA with http browser)
Remote Management	Via the Base Station
Software upgrade	<ul style="list-style-type: none">■ Using TFTP via the Base Station■ Using TFTP via Ethernet port
Configuration upload/download	<ul style="list-style-type: none">■ Using TFTP via the Base Station■ Using TFTP via Ethernet port

1.5.6 Environmental

Table 1-10: PRO-S CPE Environmental Specifications

Type	Unit	Details
Operating temperature	PRO-S CPE ODU	-40°C to 55°C
	PRO-S CPE IDU	0°C to 40°C
Operating humidity	Outdoor units	5%-95% non condensing, Weather protected
	Indoor equipment	5%-95% non condensing

1.5.7 Standards Compliance, General

Table 1-11: PRO-S CPE Standards Compliance, General

Type	Standard
EMC	<ul style="list-style-type: none"> ■ ETSI EN 301 489-1/4 ■ FCC part 15 Subpart B
Safety	<ul style="list-style-type: none"> ■ EN 60950-1 (CE) ■ UL 60950 (US) ■ AS/NZS 3260 (Australia / New Zealand)
Environmental	ETS 300 019: <ul style="list-style-type: none"> ■ Part 2-1 T 1.2 & part 2-2 T 2.3 for indoor & outdoor ■ Part 2-3 T 3.2 for indoor ■ Part 2-4 T 4.1E for outdoor
Radio	<ul style="list-style-type: none"> ■ ETSI EN 301 021 V.1.6.1 ■ ETSI EN 301 753 V.1.2.1

1.6 Si CPE Specifications

1.6.1 Radio

Table 1-15: SI CPE Radio Specifications

Item	Description		
Frequency	Band	TDD Frequencies (MHz)	FDD Frequencies (MHz)
	2.3 GHz	2305-2360	Not Applicable
	2.5 GHz g	2496-2690	Not Applicable
	3.5 GHz	3399.5-3600	Uplink: 3399.5-3500 Downlink: 3499.5-3600
Operation Mode	<ul style="list-style-type: none"> ■ TDD, Half Duplex ■ FDD, Half duplex (3.5 GHz band only) 		
Channel Bandwidth	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1.75 MHz (only in FDD mode in the 3.5 GHz band) ■ 3.5 MHz ■ 5 MHz (only in TDD mode) 		
Central Frequency Resolution	0.125 MHz		
Internal Antennas (Si)	A beam switching antennas array providing 360° coverage. Antenna gain (typical): 7 dBi for 2.3/2.5 GHz units, 9 dBi for 3.5 GHz units		
External Antenna Port	SMA, 50 Ohm		
Max. Input Power (at antenna port)	-20 dBm before saturation 0 dBm before damage		
Output Power (at antenna port)	2.3 GHz: 23 dBm +/- 1 dB maximum 2.5 GHz: 24 dBm +/- 1 dB maximum 3.5 GHz: 22 dBm +/- 1 dB maximum ATPC Dynamic range: 45 dB minimum		
Modulation	Downlink: OFDM; Uplink: OFDMA-16 BPSK, QPSK, QAM16, QAM64		
FEC	Convolutional Coding: 1/2, 2/3, 3/4		

Table 1-15: Si CPE Radio Specifications

Typical Sensitivity (BER=1E-6), 2.x GHz	Modulation & Coding	Minimum SNR (dB)	Sensitivity (dBm) @ 3.5 MHz BW	Sensitivity (dBm) @ 5 MHz BW
	BPSK 1/2	2.5	-96	-94
	QPSK 1/2	5.9	-93	-91
	QPSK 3/4	8.6	-90	-88
	QAM16 1/2	11.4	-87	-85
	QAM16 3/4	14.8	-84	-82
	QAM64 2/3	20	-78	-77
	QAM64 3/4	20.9	-78	-76
Typical Sensitivity (BER=1E-6), 3.x GHz	Modulation & Coding	Minimum SNR (dB)	Sensitivity (dBm) @ 3.5 MHz BW	Sensitivity (dBm) @ 5 MHz BW
	BPSK 1/2	2.5	-98	-96
	QPSK 1/2	5.9	-95	-93
	QPSK 3/4	8.6	-92	-90
	QAM16 1/2	11.4	-88	-86
	QAM16 3/4	14.8	-85	-83
	QAM64 2/3	20	-80	-78
	QAM64 3/4	20.9	-79	-77

1.6.2 Data Communication (Ethernet Port)

Table 1-16: Si CPE Data Communication (Ethernet Port)

Item	Description
Standard Compliance	IEEE 802.3 CSMA/CD
Maximum Packet Size (including 4 CRC bytes)	1550 Bytes
Speed	10/100 Mbps, Half/Full Duplex with Auto Negotiation

1.6.3 Configuration and Management

Table 1-17: SI CPE Configuration and Management

Item	Description
Local Management and Configuration	<ul style="list-style-type: none"> ■ Telnet via Ethernet Port ■ Built-in web configuration server (using PC or PDA with http browser) via Ethernet Port ■ SI CPE Installation Utility ■ Smart Card
Remote Management	Via the Base Station
Software upgrade	<ul style="list-style-type: none"> ■ Using TFTP via the Base Station ■ Using TFTP via Ethernet port
Configuration upload/download	<ul style="list-style-type: none"> ■ Using TFTP via the Base Station ■ Using TFTP via Ethernet port

1.6.4 Standards Compliance, General

Table 1-18: SI CPE Standards Compliance, General

Type	Standard
EMC	<ul style="list-style-type: none"> ■ ETSI EN 301 489-1/4 ■ FCC part 15 Subpart B
Safety	<ul style="list-style-type: none"> ■ EN 60950-1 (CE) ■ UL 60950 (US) ■ AS/NZS 3260 (Australia / New Zealand)
Environmental	ETS 300 019: <ul style="list-style-type: none"> ■ Part 2-1 T 1.2 & part 2-2 T 2.3 for indoor & outdoor ■ Part 2-3 T 3.2 for indoor ■ Part 2-4 T 4.1E for outdoor
Radio	<ul style="list-style-type: none"> ■ ETSI EN 301 021 V.1.6.1 ■ ETSI EN 301 753 V.1.2.1

1.6.5 Environmental

Table 1-19: SI CPE Environmental Specifications

Type	Details
Operating temperature	-5°C to 45°C
Operating humidity	5%-95% non condensing

1.6.6 Physical and Electrical

1.6.6.1 Mechanical and Electrical

Table 1-20: SI CPE Mechanical and Electrical Specifications

Item	
Dimensions (mm)	167 (H) x 170 (L) x 79 (W)
Weight (g)	650
Power Consumption	10W typical, 12W maximum
DC Power Input (from Power Supply)	7.3 VDC
Mains Power Input (to Power Supply)	90-256 VAC, 47-63 Hz

1.6.6.2 Connectors

Table 1-21: SI CPE Connectors

Connector	Description
ETHERNET (E model)	10/100Base-T (RJ-45) with two embedded LEDs. Cable connection to a PC: Straight Cable connection to a hub: Crossed
USB (U model)	USB 1.1/2.0
DC IN	Standard DC power jack
Antenna	SMA jack, 50 Ohm

1.6.7 Detached 3.5 GHz Antenna

Table 1-22: Si CPE Detached 3.5 GHz Antenna Specifications

Item	
Frequency Range	3400 - 3700 MHz
Gain (excluding cable)	12 dBi
Polarization	Linear-Vertical
Beam Width	77° Horizontal, 17° vertical
Connector	SMA jack
Dimensions (cm)	33 x 9.3 x 2.1
Weight (g)	190

1.6.8 Detached 2.3/2.5 GHz Antenna

Table 1-23: Si CPE Detached 2.3/2.5 GHz Antenna Specifications

Item	
Frequency Range	2300-2700 MHz
Gain (excluding cable)	9.5-10.5 dBi
Polarization	Linear-Vertical
Beam Width	70° Horizontal, 20° vertical
Connector	SMA jack
Dimensions (cm)	32.7 x 8 x 2.2
Weight (g)	600

Cisco Catalyst 3750V2-24PS Stackable Ethernet Switch



The Cisco Catalyst 3750 v2 series switches are next-generation energy-efficient Layer 3 Fast Ethernet stackable switches. This series of switches supports Cisco EnergyWise technology, which enables companies to measure and manage power consumption of network infrastructure and network-attached devices, thereby reducing their energy costs and their carbon footprints. The Cisco Catalyst 3750 v2 series consumes less power than its predecessors and is the ideal access layer for enterprise, retail, and branch-office environments, as it increases productivity and investment protection by enabling a unified network for data, voice, and video.

Main Specifications

Main Specifications

Product Description	Cisco Catalyst 3750V2-24PS - switch - 24 ports
Device Type	Switch
Form Factor	Rack-mountable - 1U
Dimensions (WxDxH)	17.4 in x 11.6 in x 1.7 in
Weight	10.1 lbs
Flash Memory	32 MB
Ports Qty	24 x Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX
Data Transfer Rate	100 Mbps
Data Link Protocol	Ethernet, Fast Ethernet
Empty Slots	2 x SFP (mini-GBIC)
Remote Management Protocol	SNMP 1, RMON 1, RMON 2, RMON 3, RMON 9, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c
Communication Mode	Half-duplex, full-duplex

Features	Layer 3 switching, DHCP support, VLAN support, auto-uplink (auto MDI/MDI-X), IGMP snooping, MAC address filtering, IPv6 support, DHCP snooping, Dynamic Trunking Protocol (DTP) support, Trivial File Transfer Protocol (TFTP) support, Quality of Service (QoS), Dynamic ARP Inspection (DAI)
Compliant Standards	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3af, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s
Power Over Ethernet (PoE)	Yes
Power	AC 120/230 V (50/60 Hz)
Manufacturer Warranty	Limited lifetime warranty
General	
Device Type	Switch
Enclosure Type	Rack-mountable - 1U
Width	17.4 in
Depth	11.6 in
Height	1.7 in
Weight	10.1 lbs
Memory	
Flash Memory	32 MB flash
Networking	
Ports Qty	24 x Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX
Data Transfer Rate	100 Mbps
Data Link Protocol	Ethernet, Fast Ethernet
Routing Protocol	RIP-1, RIP-2, static IP routing
Remote Management Protocol	SNMP 1, RMON 1, RMON 2, RMON 3, RMON 9, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c
Connectivity Technology	Wired
Communication Mode	Half-duplex, full-duplex
Switching Protocol	Ethernet

MAC Address Table Size	12K entries
Features	Layer 3 switching, DHCP support, VLAN support, auto-uplink (auto MDI/MDI-X), IGMP snooping, MAC address filtering, IPv6 support, DHCP snooping, Dynamic Trunking Protocol (DTP) support, Trivial File Transfer Protocol (TFTP) support, Quality of Service (QoS), Dynamic ARP Inspection (DAI)
Compliant Standards	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3af, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad (LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s
Expansion / Connectivity	
Expansion Slots Total (Free)	2 (2) x SFP (mini-GBIC)
Interfaces	24 x network - Ethernet 10Base-T/100Base-TX - RJ-45 1 x management - console - RJ-45
Miscellaneous	
MTBF	275,360 hour(s)
Authentication Method	Kerberos, RADIUS, TACACS+, Secure Shell v.2 (SSH2)
Compliant Standards	CE, GOST, CISPR 24, NOM, EN55024, EN55022 Class A, CISPR 22, EMC, UL 60950-1, IEC 60950-1, EN 60950-1, FCC Part 15 A
Power	
Power Over Ethernet (PoE)	Yes
Power Device	Power supply - internal
Voltage Required	AC 120/230 V (50/60 Hz)
Features	Redundant Power System (RPS) connector
Software / System Requirements	
Software Included	Cisco IOS IP Base
Manufacturer Warranty	
Service & Support	Limited lifetime warranty

Service & Support Details	Limited warranty - lifetime
Environmental Parameters	
Min Operating Temperature	32 °F
Max Operating Temperature	113 °F
Humidity Operating Range	10 - 85%

Latacunga, Marzo del 2011

ELABORADO POR:

López Jacho Byron Efraín
CBOP. DE COM.

Anaguano Anaguano Kleber Dario
CBOP. DE COM.

APROBADO POR:

Ing. Armando Álvarez Salazar
DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN

CERTIFICADO POR:

Dr. Eduardo Vásquez Alcázar
SECRETARIO ACADÉMICO
ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA

