

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED NACIONAL DE DATOS DEL SERVICIO SOCIAL DE LA FUERZA TERRESTRE (SSFT) USANDO TECNOLOGÍA INALÁMBRICA DE BANDA ANCHA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

ORTEGA ANDRADE JORGE PATRICIO
patoortega@hotmail.com

DIRECTOR: ING. CARLOS HERRERA
cherrera@epn.edu.ec

CODIRECTOR: MBA. FREDDY RODRIGUEZ
frodriguez@proasetel.com

Quito, marzo del 2009



La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la “ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL” bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

Respeto hacia si mismo y hacia los demás.

DECLARACION

Yo, Jorge Patricio Ortega Andrade, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Jorge Patricio Ortega Andrade

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jorge Patricio Ortega Andrade, bajo nuestra supervisión.

Ing. Carlos Herrera

DIRECTOR DE PROYECTO

MBA. Ing. Freddy Rodríguez

CODIRECTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIA

La presente tesis de grado, va dedicada principalmente a Dios por estar conmigo cada minuto y permitirme estar aquí, seguido por mis padres que han sabido apoyarme en todas las decisiones buenas y malas tomadas en el transcurso de mi vida, su ejemplo y perseverancia siempre serán los factores que me impulsan a cumplir con mis metas y anhelos, y eso sin tomar en cuenta que los considero mis mejores amigos, gracias.

Me gustaría agradecer de manera muy especial a la Escuela Politécnica Nacional con sus maestros, por ser mi segunda casa y familia durante tantos años, brindándome así todo el apoyo y facilidades en mi desempeño profesional.

A mis hermanos Mauricio y Andrea, por estar ahí siempre que los necesitaba y demostrarme que el ser un buen profesional no es simplemente tener un título pegado en la pared, sino utilizar tus conocimientos en beneficio de la sociedad, haciendo al mismo tiempo, las cosas que más te gustan de la vida.

A todos mis Amigos (no menciono ninguno en particular, ya que todos forman una parte muy importante de mi vida y siempre los llevaré en mi corazón) por ser la parte alegre, divertida y farandulera de mi día a día, un abrazo gigante y sincero para todos ustedes.

Finalmente quiero agradecer a mi Director y Codirector de Tesis el Ing. Carlos Herrera y el Ing. Freddy Rodríguez, primero por el apoyo incondicional prestado para hacer posible el desarrollo de la presente tesis y segundo porque me han demostrado un ejemplo de desempeño y crecimiento profesional el cual espero poseer en el futuro.

Sinceramente, Jorge Ortega

PRESENTACIÓN

El Servicio Social de la Fuerza Terrestre es una Institución especializada en brindar servicios y venta de productos de consumo masivo orientados a personales militares y civiles, posee un total de 14 sucursales repartidas en las principales Provincias a Nivel Nacional, las cuales se encuentran ubicadas dentro de Campamentos militares.

La facturación de los productos distribuidos en las distintas sucursales, utiliza un sistema transaccional comunicando las cajas de atención al cliente con el Servidor de Base de datos ubicado en la Matriz del Servicio Social de la Fuerza Terrestre en la Ciudad de Quito, este servidor posee la recopilación de los costos y stock de mercadería expendidos en estas sucursales.

Para la comunicación entre las sucursales y el Servidor Base de datos, se implementa una red de canales dedicados arrendados a una empresa portadora, en este caso Telconet, las cuales generan intercambio de información con la Matriz del Servicio Social, haciendo de esta red una topología centralizada tipo estrella.

Por los motivos expuestos, el presente Proyecto de Titulación tiene por objetivo el diseño de una sistema de comunicaciones a nivel nacional, que utilice los recursos y beneficios que las redes de Telecomunicaciones nos brindan hoy en día, para cumplir con este objetivo, se opta como principal mecanismo la convergencia total de Voz, datos y tráfico multimedia integrados en una nueva red de alto rendimiento, tomando en consideración las necesidades del Servicio Social y beneficio de los usuarios en sus distintas sucursales.

Para integrar los servicios mencionados, se propone la utilización de la tecnología inalámbrica Banda Ancha Canopy de Motorola realizando el estudio y descripción de las fortalezas que este sistema ofrece, con el fin de implementar una red perteneciente en su totalidad al Servicio Social de la

Fuerza Terrestre la cual proveerá servicios de VoIP, videovigilancia a tiempo real, transmisión de datos y soporte técnico remoto en todas las sucursales.

Se toma en cuenta que el Servicio Social de la Fuerza Terrestre forma parte de las Fuerzas Armadas motivo por el cual existen convenios institucionales para poder utilizar espacio físico en torres y repetidoras, ubicadas en puntos estratégicos para intercomunicar las diferentes provincias del País.

RESUMEN

En el primer capítulo se desarrolla un estudio del sistema actual de comunicaciones existente en el Servicio Social de la Fuerza Terrestre, tomando en consideración la proyección a futuro y cuál será el requerimiento de aplicativos que se desea implementar en esta red. Además se desarrolla un estudio de los fundamentos teóricos correspondientes a tecnologías banda ancha existentes, orientándolas a la utilización de la tecnología inalámbrica de banda ancha Canopy de Motorola.

En el segundo capítulo, se realiza el diseño de la Red Nacional de Comunicaciones del Servicio Social de la Fuerza Terrestre tomando en consideración los requerimientos que dicha red necesitará para poder transmitir voz, datos y tráfico multimedia. Para facilitar el entendimiento del esquema de comunicaciones propuesto, se divide el diseño en tres tipos de redes distintas, las cuales serán descritas una por una en su totalidad, para esto se toma en cuenta la ubicación geográfica de los puntos de interconexión, topología física de la red, distancia existente entre puntos y también el perfil topográfico obtenido con un software propietario de Motorola conocido como LINKPlanner.

La intercomunicación de las tres redes descritas forman en conjunto el esquema completo de comunicaciones planteado en el presente Proyecto de Titulación el cual contara con los beneficios necesarios para cumplir con el objetivo y alcance planteado.

Debido a que el SSFT forma parte de las Fuerzas Armadas, existe un convenio entre el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas (COMACO) y el Servicio Social por medio del cual, el SSFT puede hacer uso previa autorización y convenio entre los principales dirigentes de estas entidades, de repetidoras y terminales ubicadas en espacio físico militar por medio de los cuales se intercomunica la Red Nacional del Servicio Social de la Fuerza Terrestre entre sus diferentes sucursales y el punto principal de comunicaciones conocido como la Matriz ubicado en la ciudad de Quito.

Una vez que ya tenemos seleccionados los equipos y elementos necesarios de nuestra red, en el tercer capítulo se presenta el estudio de los costos referenciales que representaría implementar el sistema de comunicaciones propuesto, además se indican las recomendaciones necesarias para migrar la red con el esquema propuesto en el diseño.

Finalmente en el cuarto capítulo, se indican las conclusiones y recomendaciones al finalizar con el diseño completo del sistema de comunicaciones del Servicio Social de la Fuerza Terrestre.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DEL SSFT Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA A UTILIZAR.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 SERVICIO SOCIAL DE LA FUERZA TERRESTRE	1
1.2.1 ESTRUCTURA	2
1.2.1.1 Visión	2
1.2.1.2 Misión.....	2
1.2.1.3 Objetivos Institucionales	2
1.2.1.4 Valores Institucionales.....	3
1.2.1.5 Principios Institucionales	3
1.2.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DEL SSFT	3
1.2.2.1 Características Generales	4
1.2.2.2 Red Lan Matriz.....	4
1.2.2.2.1 Infraestructura	5
1.2.2.2.2 Cableado Estructurado.....	10
1.2.2.2.3 Direccionamiento IP	13
1.2.2.2.4 Equipos de la Red	14
1.2.2.3 Conectividad	17
1.2.2.4 Seguridad.....	23
1.2.2.5 Tráfico de datos	23
1.2.3 PROYECCIÓN A FUTURO DE LA RED.....	24
1.3 SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA A UTILIZAR.....	25
1.3.1 BANDA ANCHA SOBRE MEDIOS GUIADOS.....	26
1.3.1.1 Definición	26
1.3.1.2 Tecnologías existentes de Banda Ancha sobre medios guiados	27
1.3.1.2.1 Línea Digital de Suscriptor (xDSL)	27
1.3.1.2.2 Cable Módem	29

1.3.1.2.3	Fibra óptica	30
1.3.1.2.4	Banda ancha por la línea eléctrica (BPL).....	30
1.3.1.3	Beneficios generados por Banda Ancha sobre medios guiados	31
1.3.2	BANDA ANCHA SOBRE MEDIOS NO GUIADOS (INALÁMBRICOS).....	31
1.3.2.1	Definición	32
1.3.2.2	Tipos de tecnología banda ancha inalámbrica:.....	32
1.3.2.2.1	Sistema de Distribución Local Multipunto (LMDS).....	32
1.3.2.2.2	Redes de Acceso por satélite.....	34
1.3.2.2.3	Estándar IEEE 802.11 (Wi-Fi).....	34
1.3.2.2.4	Estándar IEEE 802.16 (WiMAX)	35
1.3.2.2.5	Otras Tecnologías Banda Ancha Inalámbricas.....	38
1.3.2.3	Beneficios de la Banda Ancha sobre medios no guiados	39
1.3.3	COMPARACIÓN ENTRE WiMAX Y Wi-Fi	40
1.3.4	MOTOROLA Y SUS SOLUCIONES INALÁMBRICAS	41
1.3.4.1	MOTOWi4 Fixed Solutions	42
1.3.4.1.1	Soluciones Punto a Multipunto.....	42
1.3.4.1.2	Soluciones Punto a Punto	43
1.4	PLATAFORMA CANOPY DE MOTOROLA	43
1.4.1	BENEFICIOS Y CUALIDADES DE MOTOROLA CANOPY	45
1.4.2	ÁREAS DE APLICACIÓN DEL SISTEMA CANOPY	46
1.4.2.1	Datos.....	46
1.4.2.2	Video.....	46
1.4.2.3	Voz.....	47
1.4.3	MEDIO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO	47
1.4.3.1	Clasificación	47
1.4.3.1.1	Espectro radioeléctrico en bandas licenciadas	47
1.4.3.1.2	Espectro radioeléctrico en bandas no licenciadas	47
1.4.3.2	Espectro utilizado por Canopy.....	48

1.4.3.3	Propagación Radioeléctrica.....	49
1.4.3.4	Método de Acceso	49
1.4.3.5	No Sobrelapamiento de canales.....	51
1.4.4	LIMITACIONES DE POTENCIA.....	51
1.4.5	MODULACIÓN	52
1.4.6	MODULACIÓN ORTOGONAL POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA (OFDM).....	52
1.4.7	EFICACIA DE CANOPY FRENTE A LA INTERFERENCIA	53
1.4.7.1	Empleo de BFSK para la modulación.....	53
1.4.7.2	Instalación de redes en una topología celular	53
1.4.7.3	Sincronización precisa.....	54
1.4.8	INTERFAZ PARA LA COMUNICACIÓN CON LA RED LAN.....	54
1.4.9	EQUIPAMIENTO CON LA PLATAFORMA CANOPY	55
1.4.9.1	Access Point (AP).....	56
1.4.9.2	Grupo de Puntos de Acceso (Clúster).....	56
1.4.9.3	Módulo Suscriptor (SM)	57
1.4.9.4	Módulo Backhaul	57
1.4.9.5	Módulo micro de administración del Cluster (CMMmicro) y antena GPS	58
1.4.9.6	Supresor de Sobrecarga.....	59
1.4.9.7	Fuente de alimentación eléctrica.....	60
1.4.9.8	Multiplexor T1/E1	60
1.4.9.9	Reflector Pasivo.....	61
1.4.10	ACCESO PUNTO MULTIPUNTO	61
1.4.10.1	Rendimiento Específico y Alcance del Sistema utilizado	62
1.4.10.2	Acceso a la Red.....	62
1.4.10.3	La Infraestructura de la Red	63
1.4.10.4	Desempeño.....	65
1.4.11	ACCESO PUNTO A PUNTO.....	66
1.4.11.1	Serie PTP 100.....	66

1.4.11.2	Serie PTP 400 y 600 Canopy de Motorola	66
1.4.11.2.1	PTP 400.....	67
1.4.11.2.2	PTP 600.....	68
1.4.12	CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LA PLATAFORMA CANOPY	72
1.4.12.1	Encriptación de la transmisión	72
1.4.12.1.1	Encriptación DES	72
1.4.12.1.2	Encriptación AES	73
1.4.12.2	Autenticación de usuario.....	73
1.4.12.3	Código de Color	74
1.4.12.4	Analizador de Espectro.....	74
1.4.12.5	SNMP y PRIZM	74
1.4.12.6	PTP LINKPlanner	75
1.4.12.7	Traducción de direcciones de Red (NAT)	77
1.4.12.8	Cables de conexión	78
2	DISEÑO DE LA RED NACIONAL DEL SERVICIO SOCIAL DE LA FUERZA TERRESTRE	79
2.1	INTRODUCCIÓN	79
2.2	CONSIDERACIONES PRELIMINARES	80
2.2.1	CAMPOS Y ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.....	80
2.2.1.1	Medio de transporte	81
2.2.1.2	Longitud de onda y frecuencia.....	81
2.2.2	PROPAGACIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS	82
2.2.2.1	Frente de Onda.....	83
2.2.2.2	Absorción	83
2.2.2.3	Reflexión	83
2.2.2.4	Difracción	84
2.2.2.5	Interferencia	85

2.2.3	CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES EN LA PROPAGACIÓN POR ESPACIO LIBRE	86
2.2.3.1	Pérdida en espacio libre (FSL)	86
2.2.3.2	Zona de Fresnel.....	87
2.2.3.3	Ganancia del sistema	88
2.2.3.4	Línea de Vista	89
2.2.3.5	Magnitudes Adimensionales	90
2.3	REQUERIMIENTOS DE LA RED.....	91
2.3.1	CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN	91
2.3.1.1	Tráfico de datos	94
2.3.1.2	Voz sobre IP	94
2.3.1.3	Video Vigilancia IP	94
2.3.1.4	Correo Electrónico	94
2.3.1.5	Soporte Técnico Remoto	94
2.4	DISEÑO DE LA RED.....	96
2.4.1	TOPOLOGÍA FÍSICA DE LA RED.....	96
2.4.1.1	Red MAN	97
2.4.1.1.1	Justificación	99
2.4.1.1.2	Ubicación de los sitios.....	100
2.4.1.1.3	Distancias entre enlaces	101
2.4.1.1.4	Perfil Topográfico	101
2.4.1.1.5	Esquema de la Red.....	104
2.4.1.2	Red BACKBONE	105
2.4.1.2.1	Ubicación de los sitios.....	106
2.4.1.2.2	Esquema de comunicaciones propuesto	107
2.4.1.2.3	Justificación	108
2.4.1.2.4	Distancias entre enlaces	110
2.4.1.2.5	Perfil Topográfico	111

2.4.1.2.6	Esquema de la Red	119
2.4.1.3	Red de Última Milla.....	119
2.4.1.3.1	Ubicación Geográfica y Perfil topográfico	120
2.4.1.3.2	Distancias entre enlaces	124
2.4.2	SELECCIÓN DE EQUIPOS DE LA RED	125
2.4.2.1	Equipamiento para enlaces	125
2.4.2.1.1	Equipos Backhaul.....	126
2.4.2.1.2	Antenas y reflectores.....	129
2.4.2.1.3	Equipos activos	131
2.4.2.1.4	Fuentes de alimentación	134
2.4.3	RANGO DE FRECUENCIAS A UTILIZAR	134
2.4.4	CÁLCULOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL DESEMPEÑO DE LA RED.....	136
2.4.4.1	Pérdida en espacio libre (FSL)	136
2.4.4.2	Ganancia del sistema	138
2.4.4.3	Cálculo de la zona de Fresnel	140
2.4.5	ESQUEMA DE DIRECCIONAMIENTO IP PARA LA RED NACIONAL DE COMUNICACIONES DEL SSFT	141
2.4.5.1	Direccionamiento IP de la Red MAN	143
2.3.5.1.1	Equipos Canopy	144
2.3.5.1.2	Equipos Activos y CMMs.....	144
2.4.5.2	Direccionamiento IP de la Red Backbone y de última Milla	145
2.3.5.2.1	Equipos Canopy	145
2.3.5.2.2	Equipos Activos y CMMs.....	146
2.4.6	RESUMEN DE LA RED.....	147
2.4.6.1	Red MAN	147
2.4.6.2	Red Backbone	149
2.4.6.3	Red Nacional de Comunicaciones del Servicio Social de la Fuerza Terrestre.....	149
2.4.7	IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD	151

3 ESTUDIO DE PRESTACIONES DE SERVICIO, PRESUPUESTO DE LA RED DISEÑADA Y RECOMENDACIONES PARA REALIZAR LA MIGRACIÓN	152
3.1 INTRODUCCIÓN	152
3.2 PRESTACIONES DE SERVICIOS	152
3.3 ESTUDIO DE COSTOS Y PRESUPUESTO DE LA RED DISEÑADA	154
3.3.1 COSTO DEL DISEÑO	155
3.3.2 COSTO DE EQUIPOS	155
3.3.2.1 Red MAN	155
3.3.2.2 Red BACKBONE	157
3.3.2.3 Red de Última Milla	158
3.3.3 COSTO DE CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS	159
3.3.4 COSTO TOTAL DEL PROYECTO	160
3.4 PASOS A SEGUIR, AL MOMENTO DE REALIZAR LA MIGRACIÓN DE LA RED	161
3.4.1 PASOS PREVIOS A LA INSTALACIÓN	161
3.4.2 IDENTIFICAR LAS ESTRUCTURAS PARA COLOCAR LOS RADIOS	162
3.4.3 PROVEER PROTECCIÓN FÍSICA	162
3.4.4 ALINEACIÓN DE ENLACES UTILIZANDO REFLECTOR	162
3.4.5 ACCESO GESTIÓN EQUIPOS	164
3.4.6 PRUEBA DE LOS ENLACES	165
4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	166
4.1 CONCLUSIONES	166
4.2 RECOMENDACIONES	168
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	171
ANEXOS	

1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DEL SSFT Y SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA A UTILIZAR

1.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realiza una descripción completa del actual sistema de comunicaciones que posee el Servicio Social de la Fuerza Terrestre (SSFT), para intercomunicar la principal agencia ubicada en Quito con el resto de Sucursales a Nivel Nacional y Provincial; se realiza un estudio de las necesidades que dicha entidad posee y así poder seleccionar el tipo de tecnología Banda Ancha adecuada en la realización del diseño óptimo de la red.

Dado la creciente evolución de las comunicaciones y la gran demanda de recursos que la tecnología ofrece, es necesario mejorar la actual red de datos vigente dentro del SSFT y sus sucursales, optando como principal mecanismo para esto, la convergencia total de voz, datos y tráfico multimedia integrados en una nueva red de alto rendimiento.

Partiendo de la descripción completa de la red se obtiene la información para describir las necesidades de las distintas sucursales del SSFT con respecto a la intercomunicación entre estas, ubicación exacta de todas sus agencias, y la descripción de cómo se establece la interconexión actual entre ellas.

A continuación se procede a realizar una descripción de las características principales que posee el Servicio Social de la Fuerza Terrestre, teniendo principalmente en cuenta la red de datos que ésta utiliza actualmente.

1.2 SERVICIO SOCIAL DE LA FUERZA TERRESTRE ¹

El Servicio Social de la Fuerza Terrestre es una Institución comercial, la cual pertenece al Ejército y fue creada por decreto del Sr. presidente Dr. José María

¹ Dirección Nacional de Sistemas del Servicio Social de La Fuerza Terrestre, Director René Rivera, año 2008

Velasco Ibarra con el nombre de “Servicio Social de la Fuerza Terrestre”, el 30 de Enero de 1954, para atender a sus miembros y principalmente a sus familias, por lo cual creó sucursales en varias provincias, todas ellas dentro de unidades militares.

El SSFT desde el año 2000 brinda sus servicios a todo personal civil y militar, motivo por el cual sus ventas e ingresos han incrementado significativamente causando la necesidad de agregar algunas sucursales a nivel nacional.

1.2.1 ESTRUCTURA ²

A continuación se presenta la estructura administrativa, valores y principios administrativos que esta entidad posee.

1.2.1.1 Visión

Ser una organización sólidamente estructurada, líder y referente en el mercado nacional, que satisface las necesidades de los clientes, proporcionando servicios de calidad, contribuyendo así al bienestar de la familia militar y comunidad.

1.2.1.2 Misión

Comercializar productos nacionales e importados, de calidad y a precios bajos, contando con personal motivado y eficiente, que utilice tecnología de punta, para proporcionar bienestar a la familia militar y comunidad.

1.2.1.3 Objetivos Institucionales

- Mantener precios competitivos y márgenes rentables
- Crear una cultura de control interno.
- Implementar las mejores prácticas de gestión organizacional
- Mejorar la Imagen Corporativa.
- Satisfacer las necesidades y aspiraciones de los clientes
- Mejorar la atención y ampliar los servicios.

² Plan Operativo 2008 del SSFT, Ing. Jorge Alberto Salinas Moreno CRNL (sp), Director de planificación del SSFT

1.2.1.4 Valores Institucionales

- Atención prioritaria a las necesidades de los usuarios y clientes.
- Actuación ética y transparente en todas las manifestaciones de la Institución.
- Trabajo en equipo para el cumplimiento de objetivos y misiones en perfecta coordinación mediante la aplicación de conceptos en Seguridad y Calidad.
- Optimización en el uso de los Recursos y logro de Objetivos.
- Alto sentido de pertenencia y compromiso personal.

1.2.1.5 Principios Institucionales

El SSFT se caracteriza principalmente por:

- Ser una Institución en Desarrollo y Mejoramiento continuo.
- Su flexibilidad para adaptarse a los cambios del entorno.
- El incremento permanente de su productividad.
- El trabajo en equipo y la comunicación efectiva en todos los niveles y áreas de la organización.
- Su preocupación permanente por lograr la satisfacción de las necesidades de los usuarios, clientes y el desarrollo de la Institución Militar.

1.2.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DEL SSFT

Actualmente en el Servicio Social de la Fuerza Terrestre, el manejo de las comunicaciones se lo realiza en forma parcial entre la matriz y las regionales ubicadas a nivel nacional y provincial.

Su funcionamiento está determinado mediante los servicios prestados por la empresa TELCONET, su ancho de banda varía dependiendo de la sucursal, tomando en cuenta la cantidad de transacciones de comercialización de los productos que en estas se tengan.

1.2.2.1 Características Generales

Con la ayuda del personal técnico del SSFT se realizó un estudio general que tiene el actual sistema de comunicaciones, a continuación se indican algunos aspectos importantes que tiene esta Institución:

- El Servicio Social de la Fuerza Terrestre posee un total de 14 sucursales a Nivel Nacional, dentro de las cuales 4 se encuentran ubicadas en la ciudad de Quito y el resto son conocidas como regionales debido a que se encuentran en algunas provincias del país.
- La actual red de datos utiliza una topología tipo estrella, el punto central es la Matriz ubicada en la ciudad de Quito.
- El motivo por el cual se emplea dicha topología, es debido a que la base de datos en la cual se realiza las consultas para obtener los valores de los productos que toda la institución a nivel nacional se encuentran ubicados en la Dirección de Sistemas (ubicado en la Matriz).
- La comunicación continua desde las sucursales con la base de datos es de vital importancia para el desempeño eficiente y efectivo de toda la institución, ya que al perderse información por un lapso de tiempo con el servidor de base de datos, el programa de facturación crea un error y se suspende, provocando así molestias a los clientes del SSFT.

1.2.2.2 Red Lan Matriz

Los servicios que se brindan actualmente en la red del SSFT son: bases de datos, correo electrónico, información de afiliados, soporte técnico, comercio electrónico. Todos estos servicios se los hace desde la Matriz ubicada en el sector norte de Quito.

Debido a la importancia que posee la red LAN conocida como la Matriz, a continuación se realiza una descripción completa del funcionamiento y estructura de esta red.

1.2.2.2.1 *Infraestructura*³

La matriz del Servicio Social se divide en 3 sectores de interés, el primero corresponde a los almacenes y supermercado, después tenemos la sección administrativa y por último se tiene la Dirección Nacional de Sistemas.

➤ **Almacenes y Supermercado**

Es la principal actividad por la cual existe el Servicio Social de la Fuerza Terrestre, ya que es donde se realiza la venta de los artículos que distribuye ésta Institución en ese lugar.

El área de almacenes y Supermercado se encuentran constituida por:

- | | |
|------------------------|--------------------|
| – Licores | – Cabaña |
| – Muebles | – Mucky |
| – Taller Electrónica | – Offside |
| – Económico | – Damas/Caballeros |
| – Eléctricos | – Oster |
| – Marathon | – Niños |
| – Cuerpo de Ingenieros | – Almacén SSFT |
| – Banco del Pichincha | – Almacén familiar |
| – Sport Locker | – Supermercado |
| – Paquetes | |

En la Fig. 1.1 y 1.2 respectivamente, se puede observar el plano que constituye el área de almacenes y supermercado.

³ Personal Técnico del Departamento de Sistemas del SSFT, Documento en Visio, Julio 2008

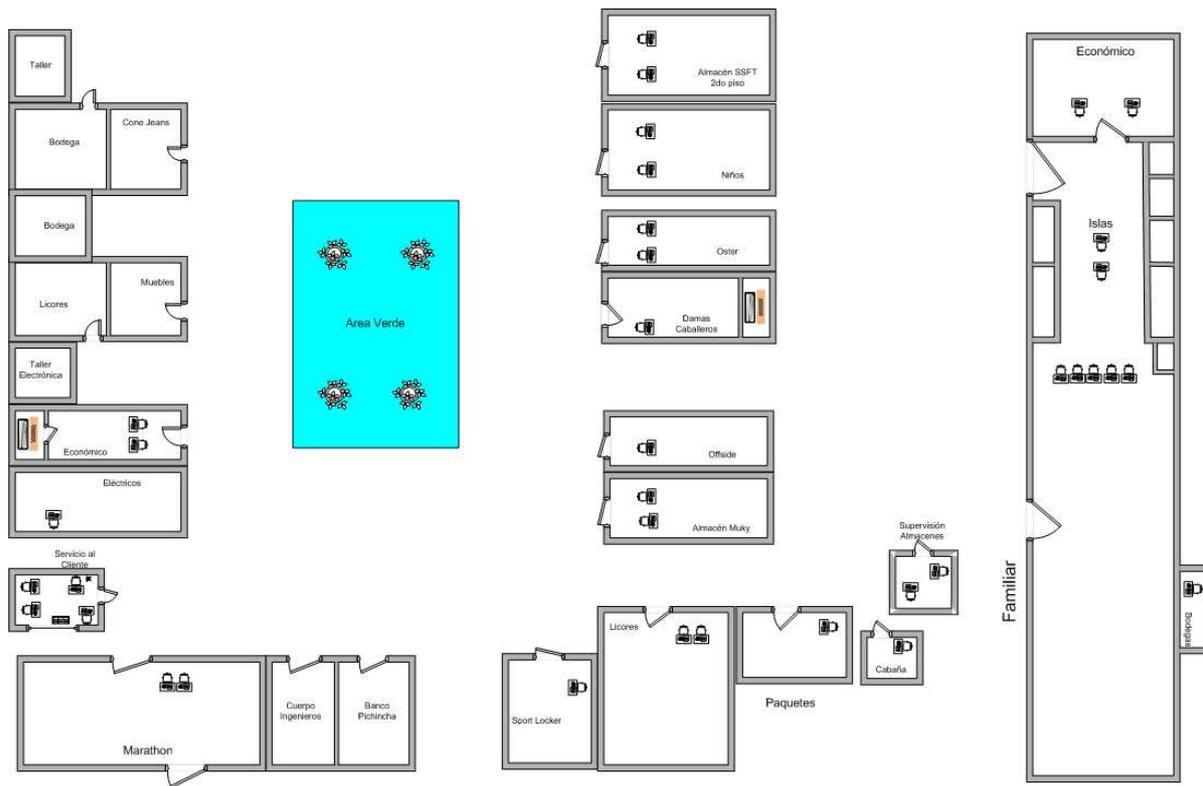


Fig. 1.1 Plano referencial de almacenes en la Matriz

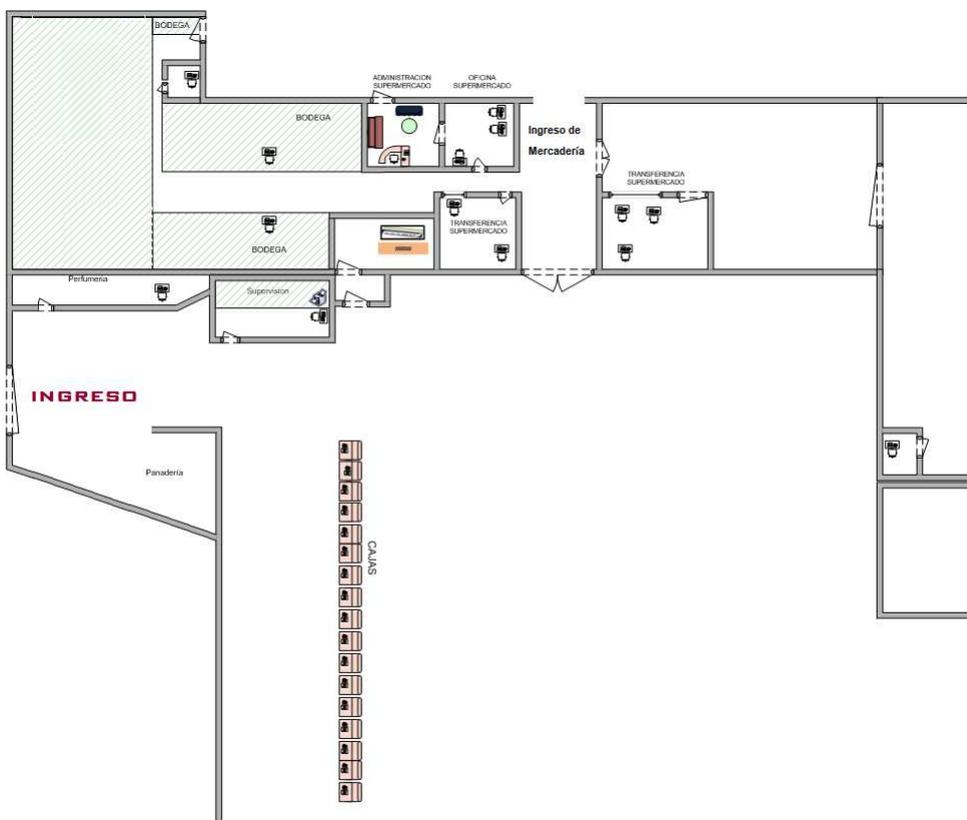


Fig. 1.2 Plano correspondiente al área del Supermercado

➤ Sección Administrativa

Esta sección es la encargada de realizar los procesos administrativos dentro de todo el SSFT tanto en la Matriz como en las diferentes sucursales dentro de la provincia de Pichincha y a nivel Nacional. Está constituida por los siguientes departamentos:

- Supervisión Almacenes
- Servicio al Cliente
- Departamento Jurídico
- Planificación
- Comité de Adquisiciones
- Gerencia General
- Archivo
- Pagaduría
- Liquidación
- Contabilidad
- Financiero
- Presupuesto
- Información
- Dirección Administrativa
- Marketing
- Secretaría
- Comercialización
- Cotizaciones
- Seguridad
- Codificación
- Inventarios
- Colecturía

Físicamente posee dos plantas, las cuales se detallan en la Fig. 1.3 y 1.4 respectivamente:



NOTA: Datos obtenidos del personal técnico del SSFT

Fig. 1.3 Plano correspondiente al área del Departamento Administrativo (Planta Baja) Datos Obtenidos del Personal Técnico



NOTA: Datos obtenidos del personal técnico del SSFT

Fig. 1.4 Plano correspondiente al área del Departamento Administrativo
(Segunda Planta)

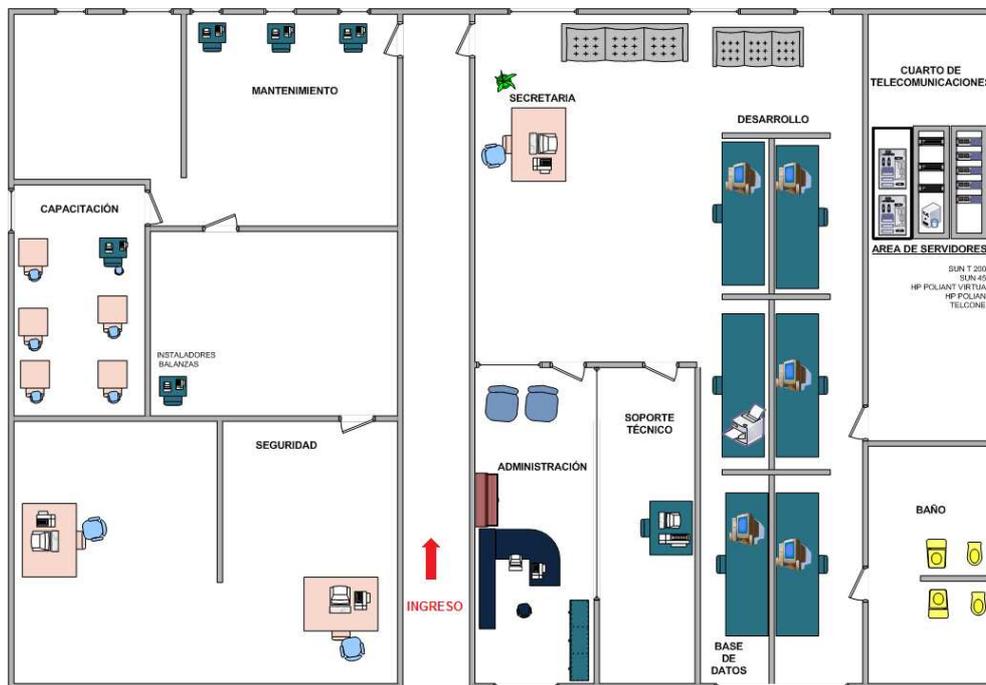
➤ Dirección Nacional de Sistemas

El Departamento de Sistemas es el encargado de brindar los servicios necesarios para poder intercomunicar las sucursales con la Matriz, además se encarga de la instalación y desarrollo de software para gestionar el sistema de facturación en los supermercados, actualizaciones de antivirus, administración de las claves de configuración de equipos de red, direccionamiento IP, administración de la intranet, seguridad de redes, soporte técnico y mantenimiento de hardware.

El Departamento de Sistemas está conformado por:

- Administración
- Desarrollo
- Secretaría
- Cuarto de Telecomunicaciones
- Seguridad
- Mantenimiento
- Capacitación
- Soporte técnico
- Base de Datos

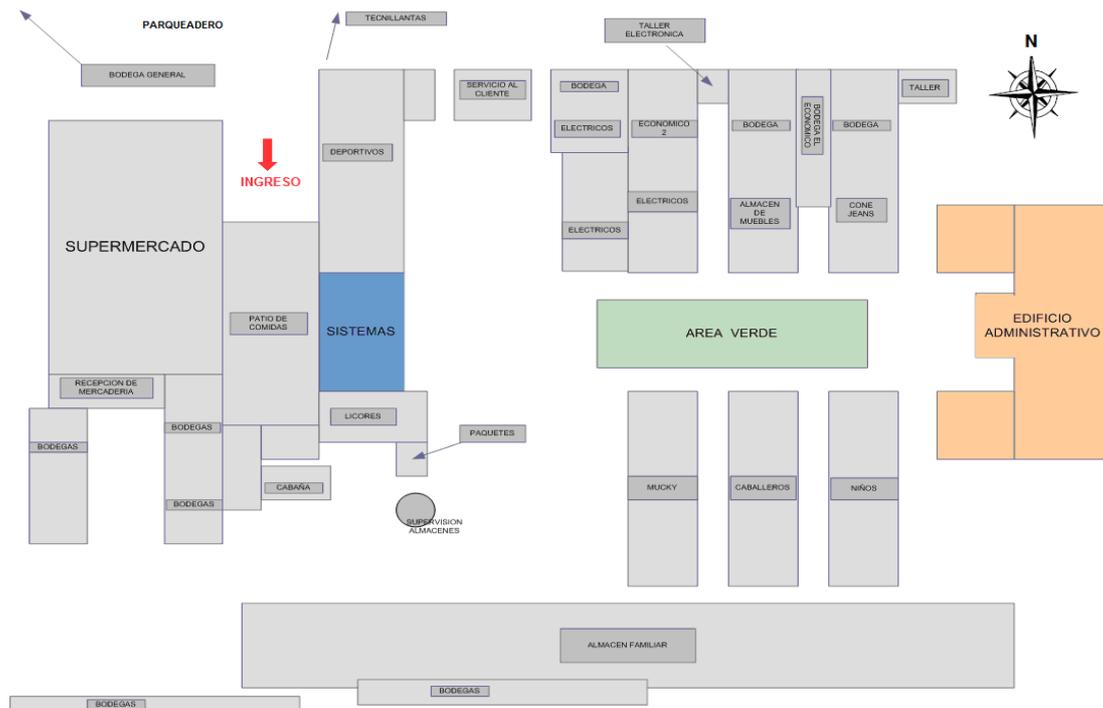
En la Fig. 1.5 se indica el plano correspondiente al área del Departamento de Sistemas:



NOTA: Datos obtenidos del personal técnico del SSFT

Fig. 1.5 Plano correspondiente al área del Departamento de Sistemas

Para poder tener una idea muy parecida a la realidad de la estructura institucional que posee la Matriz, en la Fig. 1.6 se detalla en conjunto todos los sectores que lo integran:



NOTA: Datos obtenidos del personal técnico del SSFT

Fig. 1.6 Estructura de la Matriz del Servicio Social de la Fuerza Terrestre

1.2.2.2.2 *Cableado Estructurado*

Teniendo en cuenta que el cableado estructurado constituye un componente clave en una red de comunicaciones, el SSFT posee una red debidamente diseñada e implementada capaz de brindar un alto desempeño y confiabilidad de comunicación al momento de transmitir datos dentro de su LAN.

El sistema de cableado estructurado está conformado por los siguientes elementos principales:

➤ **Cableado horizontal**

El cableado estructurado que comunica los diferentes locales comerciales y oficinas administrativas, cumple con normas ANSI/TIA/EIA mediante la utilización de Cable UTP Cat. 5e y bajo la norma TIA/EIA-568-A en todos los puntos de datos.

➤ **Backbone**

El control de la comunicación existente en la Institución se realiza en el RACK PRINCIPAL ubicado dentro de las instalaciones de la Dirección de Sistemas, desde este punto se tiende fibra óptica multimodo 62,5/125 μm de 6 y 4 hilos trabajando a 1 Gbps hacia los Departamentos más importantes, creando así el BACKBONE a lo largo de todo el Servicio Social de la Fuerza Terrestre.

➤ **Cuarto de equipos y de entrada de servicios**

Se tiene un cuarto de Telecomunicaciones principal ubicado en el Departamento de Sistemas, aquí se encuentran todos los servidores y el switch de Core que posee la interfaz de comunicación de los puntos de fibra anteriormente mencionados.

Además del cuarto principal, se tiene varios Racks de pared ubicados en los sitios donde llega el cableado de fibra los cuales contienen a los equipos activos para realizar la comunicación con las diferentes estaciones de trabajo.

En la Fig. 1.7 se indica el esquema de conexión y comunicación de la red LAN del SSFT.

1.2.2.2.3 Direccionamiento IP⁴

El esquema de direccionamiento IP que el Servicio Social de la Fuerza Terrestre utiliza direcciones privadas Clase “C”, las cuales se muestran a continuación en la tabla 1.1:

UBICACIÓN	DIRECCIÓN DE RED	MÁSCARA DE RED	GATEWAY
Matriz	192.168.3.X	255.255.255.0	192.168.3.21(MAN) 192.168.3.26 (WAN)
Sur	192.168.4.X	255.255.255.0	192.168.4.1
Balvina	192.168.71.X	255.255.255.0	192.168.71.1
Comandancia	192.168.21.X	255.255.255.0	192.168.21.1
Machachi	192.168.70.X	255.255.255.0	192.168.70.1
Portoviejo	192.168.12.X	255.255.255.0	192.168.12.26
Guayaquil	192.168.5.X	255.255.255.0	192.168.5.26
Machala	192.168.6.X	255.255.255.0	192.168.6.26
Loja	192.168.7.X	255.255.255.0	192.168.7.26
Cuenca	192.168.8.X	255.255.255.0	192.168.8.26
Riobamba	192.168.9.X	255.255.255.0	192.168.9.26
Latacunga	192.168.14.X	255.255.255.0	192.168.14.26
El Coca	192.168.11.X	255.255.255.0	192.168.11.26
Pastaza	192.168.10.X	255.255.255.0	192.168.10.26

Tabla 1.1 Direccionamiento IP del SSFT

El Gateway que se menciona corresponde a la IP que sirve como puerta de enlace hacia las sucursales y Matriz.

Además cabe recalcar que no existe la utilización de un servidor DHCP (Protocolo de Configuración Dinámica de Host) ya que se mantienen políticas internas de seguridad para los usuarios y equipos de la red, actualmente existen utilizadas 205 direcciones IP.

⁴ Esquema de direccionamiento IP del SSFT, Personal del Departamento de Sistemas del SSFT.

1.2.2.2.4 Equipos de la Red

Una red de computadoras consta tanto de hardware como de software. En el hardware se incluyen: servidores, estaciones de trabajo, tarjeta de interfaz de red, cableado y equipo de conectividad, mientras que en el software se encuentra el sistema operativo de red (Network Operating System, NOS).

Todos los PCs que posee el Servicio Social de la Fuerza Terrestre tiene instalado el sistema operativo Windows XP, a futuro se espera migrar todas las computadoras a la versión Windows Vista Business.

➤ **Servidores**

Son aquellas computadoras capaces de compartir sus recursos con otras. Los recursos compartidos pueden incluir bases de datos, unidades de disco, servidores de voz, correo electrónico, respaldo de disco duro e incluso acceso a Internet. Los servidores que posee el SSFT son de varias marcas tales como HP, SUN y clones los cuales se describe a continuación.

a. Servidor Base de Datos

Es el servidor que posee la información necesaria para que las diferentes sucursales, incluyendo el supermercado y los almacenes de la Matriz, obtengan los precios de los productos que distribuyen y facturan.

El servidor SUN Fire T2000 trabaja con un sistema operativo Solaris y su base de datos está diseñada bajo la plataforma Oracle 10G, además posee doble disco duro que sirve como respaldo de información por medio de la utilización de un sistema conocido como "Storage", el cual funciona como servidor alternativo en el caso de que este falle.

La configuración IP que este servidor posee es:

IP: 192.168.3.1
MASK: 255.255.255.0
GATEWAY 1: 192.168.3.21
GATEWAY 2: 192.168.3.26

Esta configuración es de suma importancia tenerlo a consideración ya que todos los equipos que soliciten información con respecto a la base de datos, apuntarán a esta dirección IP.

b. Servidor de Correo

También permite a los usuarios acceder a su casillero de Correo Electrónico desde cualquier ubicación, teniendo en cuenta que estos deben tener la cuenta de correo previamente configurada en el servidor.

c. Servidor Web y de Internet

El SSFT dispone de un MODEM ADSL para poder tener acceso al Internet, su ISP es CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) anteriormente conocida como Andinanet, la cual les provee un ancho de banda de 1 Mbps como máximo. La línea ADSL se conecta al servidor de marca HP Proliant, el cual posee el sistema operativo Centos 5.2 de Linux.

Además de realizar la interconexión con el Internet, este servidor comunica la red LAN de la Matriz con los servidores de Telconet brindando la interconexión con las sucursales a nivel nacional y provincial.

Finalmente en este servidor se encuentra la página Web del SSFT, el cual corre bajo Apache, servicio de Linux.

d. Servidor Proxy

Por medio del servidor Proxy, se controla y administra los usuarios que tienen permiso para acceder a Internet, restringe el acceso a páginas Web no adecuadas y también se guarda su información para hacer la navegación más rápida, corre bajo un sistema operativo Windows 2003 Server.

e. Servidor de Antivirus

Para el servicio de antivirus, el SSFT cuenta con el respaldo de la Consola Symantec administrado por un servidor tipo Clon, el cual posee el sistema operativo Windows 2003 Server que brinda acceso a programas y opciones generales de seguridad hacia las áreas de trabajo, este servicio es complementado con un software de filtrado para el acceso sólo a páginas permitidas, además del firewall en software.

f. Servidor de Dominio DNS (Servidor de Dominio de Nombres)

El servidor de marca HP Proliant y sistema operativo Windows 2003 Server, es el encargado de transformar los nombres de dominio en direcciones IP, el dominio del SSFT es ssft.com.ec

➤ Estaciones de Trabajo

La mayoría de computadores existentes en el SSFT son CLONES, es decir que son contruidos con partes de diferentes marcas y que sirven para facturar los productos del supermercado y los almacenes. Por otro lado, el área Administrativa al igual que el Departamento de Sistemas, posee computadores marca Compaq y Toshiba.

➤ Equipos Activos

Como mencionamos anteriormente, se tiene un Backbone de fibra que interconecta todos los Departamentos que conforman la Matriz, todos los equipos activos son Switches marca 3COM.

En la tabla 1.2 se indica un resumen de los Equipos de la red LAN existentes en el SSFT:

Descripción	Cantidad	Marca/Tipo
Servidor para la Base de Datos	1	SUN-Enterprise
Servidor respaldo Base de Datos	1	SUN-Server.
Servidor Telconet	2	Clon
Servidor	3	HP / Clon

Equipo Terminal	193	Clon
Equipo Terminal	27	Compaq
Equipo Terminal	4	Toshiba Laptop
Switch de Fibra (Core)	1	3COM 4900 SX 12-port
Switch Capa 2	3	3COM 4200 26-port
Switch Capa 2	1	3COM 4300 48-port
Switch Capa 3	2	3COM 4500 26-port
Switch Capa 3	1	3COM 4500 50-port
Switch Capa 3	1	3COM 5500 26-port

Tabla 1.2 Elementos y Equipos de la red LAN Matriz

1.2.2.3 Conectividad

Para que la Matriz del Servicio Social de la Fuerza Terrestre tenga la posibilidad de comunicarse con el resto de sucursales, la comunicación se da mediante el alquiler de líneas dedicadas tipo Clear Channel (Canal Puro) a la empresa TELCONET, mientras que la comunicación de voz se maneja de manera independiente utilizando los servicios de la operadora pública CNT por medio de la PSTN (Red Telefónica Conmutada Pública).

Se decidió separar en dos grupos la distribución de las sucursales, teniendo en cuenta que se facilitará tanto la explicación como el futuro diseño de la red, los grupos se dividieron como se indica en la tabla 1.3:

RED MAN (Dentro del Distrito Metropolitano de Quito)		
N°	Nombre	Dirección
1	Matriz	Av. de la Prensa 3555 y Manuel Serrano
2	Sur	Av. Mariscal Sucre y Av. Tnte. Hugo Ortiz, delante el Cuerpo de Ingenieros del Ejército.
3	Balvina	Fuerte Militar Aurelio Subia Martínez

4	Comandancia	Dentro del Complejo del Ministerio De Defensa sector la Recoleta.
5	Machachi	Fuerte Militar Atahualpa Machachi 1126
RED WAN (Sucursales a nivel nacional)		
6	Portoviejo	Av. Del Ejercito y Bolivariana, Fuerte Militar Manabí
7	Guayaquil	Km 8 ½ Vía Daule, “Quinto Guayas”
8	El Oro	Av. Arizaga y séptima oeste “Brigada 1 BI El Oro”
9	Loja	Av. Gran Colombia y Guayaquil “Zona Militar”
10	Cuenca	Tercera División Tarqui
11	Riobamba	Av. De los Héroes de Tapi S/N “Brigada Blindada Galápagos”
12	Latacunga	Panamericana Norte Km 12 ½, “Brigada De Fuerzas Especiales Patria”
13	El Coca	El Auca Km ½ “Brigada de Selva N. 19
14	Pastaza	Av. Padre Luis Jácome, “Brigada de Selva N17”

Tabla 1.3 Ubicación de las Sucursales del SSFT

En la Fig. 1.8 y 1.9 respectivamente, se detallan la ubicación geográfica de las sucursales y la manera en que éstas se conectan con la Matriz.

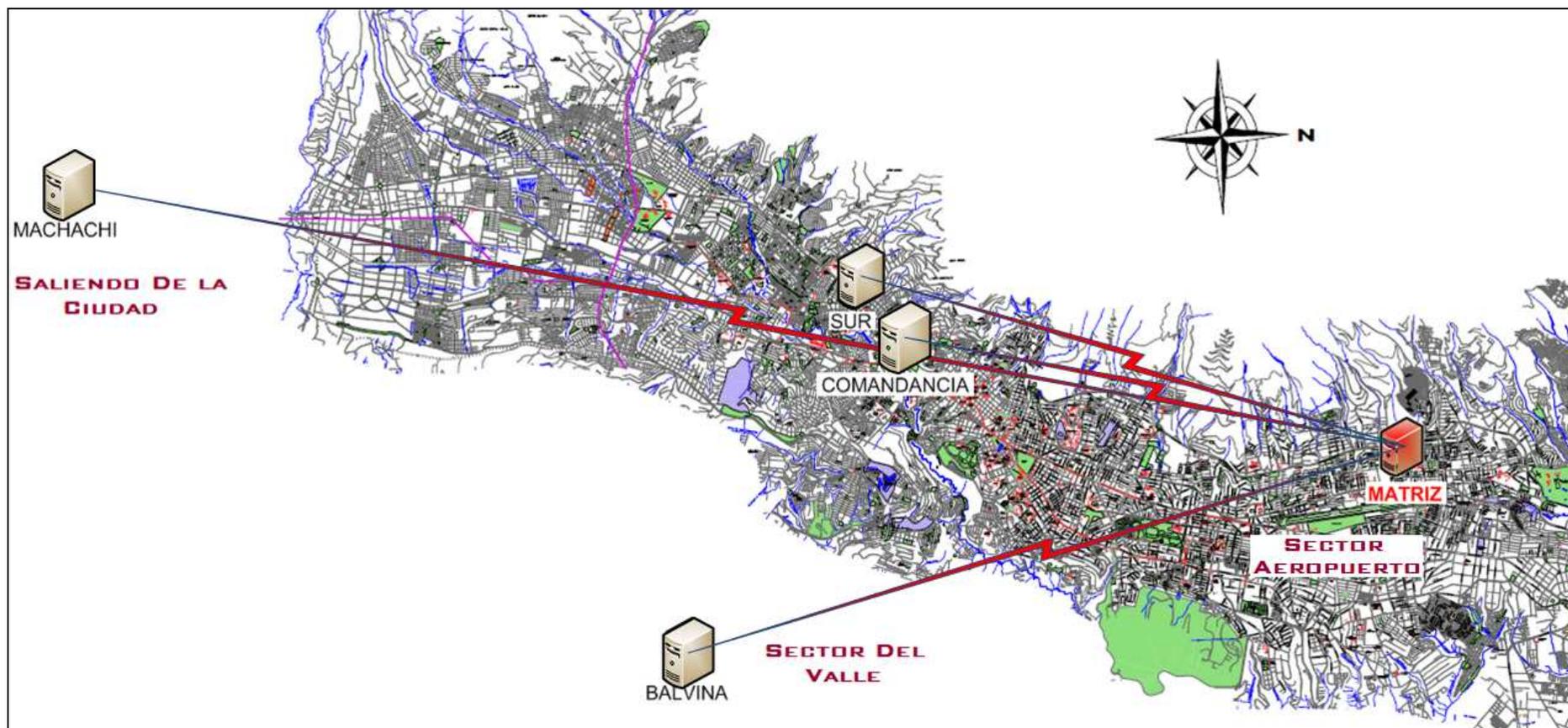


Fig. 1.8 Sucursales en la Provincia de Pichincha

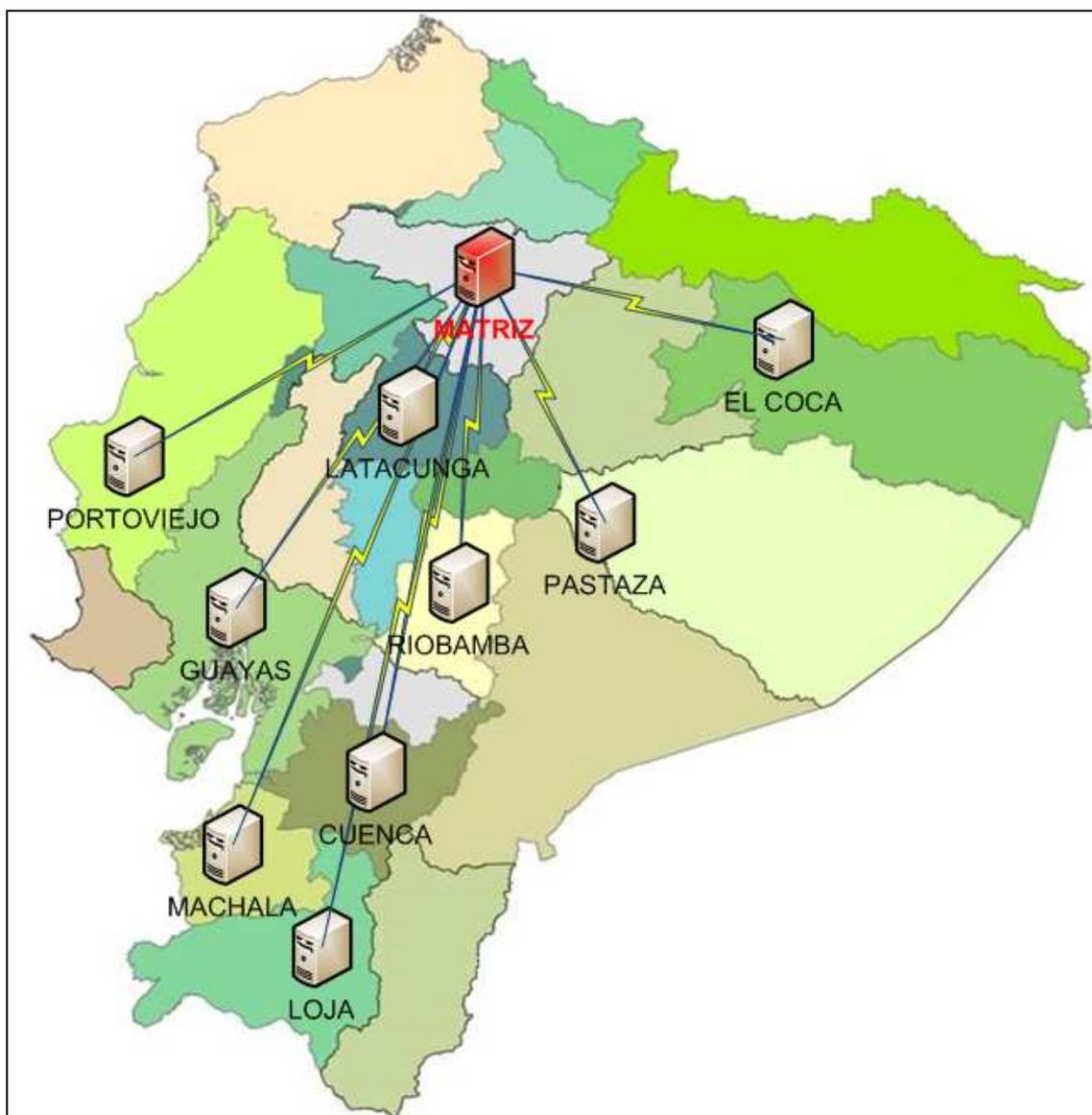


Fig. 1.9 Sucursales a nivel nacional del SSFT

Con la ayuda de un técnico de la empresa TELCONET se pudo realizar una descripción de cómo funciona la Red Nacional de esta Empresa, tal como se muestra en la Fig. 1.10. A continuación se indica la forma en que ésta Empresa comunica a sus usuarios entre los diferentes puntos del país dependiendo la velocidad de transmisión contratada y también la ubicación de éstos.

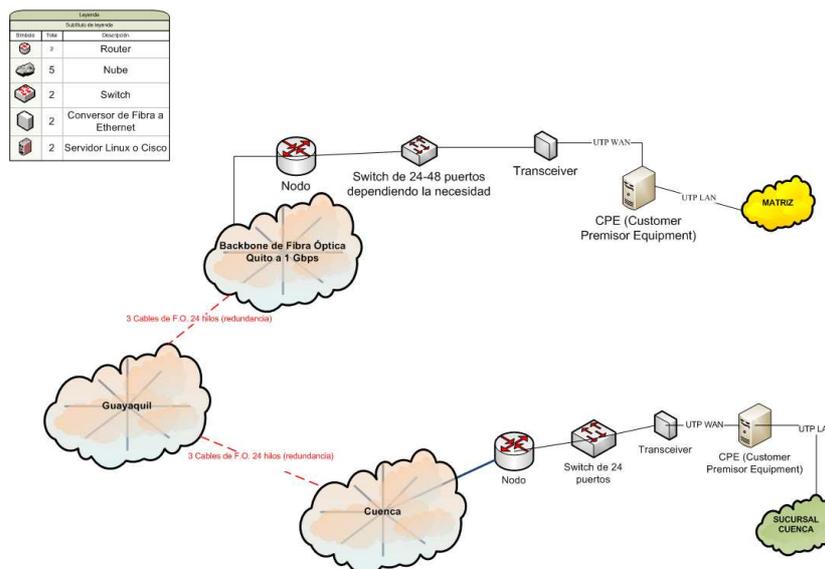


Fig. 1.10 Diagrama de funcionamiento de una Sucursal y la Matriz

La empresa TELCONET posee una red de fibra óptica tendida a lo largo de todo el país, por medio de esta red de fibra se arrienda el servicio de líneas dedicadas punto a punto entre todas las sucursales y la Matriz.

Posee tres nodos principales ubicados en las ciudades que Quito, Guayaquil y Cuenca, los cuales se interconectan entre si mediante el uso de 3 cables de fibra óptica cada uno con 24 hilos, éstos nodos a su vez se comunican con un Switch de 24 o 48 puertos a los cuales se conectan los usuarios del servicio.

Para llegar con comunicación hacia el usuario final, se instala un servidor con sistema operativo Linux Fedora/Centos 5.0 en la red del abonado, debido a que la red de acometida es de fibra óptica, se utiliza un convertor de fibra-ethernet el cual posee comunicación directa con el Switch de 24 o 48 puertos anteriormente mencionado.

La comunicación entre puntos es posible mediante la configuración de los CPE (Customer Premises Equipment), los cuales crean caminos dependiendo el destino y el origen al cual se desee llegar.

Para las sucursales que se encuentran ubicadas en diferentes provincias, lo que se hace es mantener el mismo esquema de red pero se llega mediante la

utilización de microonda o enlaces punto-punto a dichas sucursales desde el nodo más cercano a la Empresa Telconet.

El ancho de banda para cada sucursal que actualmente se contrata a la empresa TELCONET se detalla en la tabla 1.4:

ENLACES DESDE LA MATRIZ	Ciudad	Equipo	BW (kbps)
SSFT Quito Sur en el Cuerpo de Ingenieros del Ejercito Av. Rodrigo de Chávez	Quito	Linux	512
SSFT Machachi en el fuerte Atahualpa afueras de Machachi	Quito	Linux	256
SSFT Comandancia del Ejército, Ministerio de Defensa sector La recoleta	Quito	Linux	256
SSFT la Balvina, dentro del fuerte militar	Quito	Linux	256
El Auca Km ½ “Brigada de Selva N. 19	Coca	Linux	256
Km 8 ½ Vía Daule, “Quinto Guayas”	Guayaquil	Linux	256
Av. Gran Colombia y Guayaquil “Zona Militar”	Loja	Linux	128
Av. Del Ejercito y Bolivariana, Fuerte Militar Manabí	Portoviejo	Linux	128
Av. De los Héroes de Tapi S/N “Brigada Blindada Galápagos”	Riobamba	Linux	256
Av. Padre Luis Jácome, “Brigada de Selva N17”	Pastaza	Linux	256
Panamericana Norte Km 12 ½, “Brigada de Fuerzas Especiales Patria”	Latacunga	Linux	256
Tercera División Tarqui	Cuenca	Linux	128
Av. Arizaga y séptima oeste “Brigada 1 BI El Oro”	El Oro	Linux	128

Tabla 1.4 Conectividad a nivel MAN y WAN del SSFT

La conectividad es posible con la utilización de servidores con doble tarjeta de red, los cuales poseen el direccionamiento explicado en la tabla 1.1.

1.2.2.4 Seguridad

El SSFT cuenta con una infraestructura de seguridad basada en un equipo Cortafuegos (Firewall) a nivel de software, además cuenta con un servidor de Antivirus el cual administra y actualiza todas las terminales de la red diariamente.

1.2.2.5 Tráfico de datos

La empresa Telconet posee una herramienta conocida como CACTI, la cual es de libre acceso para el cliente, en este caso el SSFT.

Con esta herramienta se puede hacer la medición del ancho de banda utilizado en todos y cada uno de los puntos donde existe comunicación. Se revisará la conexión del punto de datos perteneciente a la sucursal del Sur en un lapso de tiempo de un año para poder ver como ha variado los límites de ancho de banda en esta locación⁵ ingresando por medio de la página Web nmscorp.uio.telconet.net, en la Fig. 1.11 y 1.12 respectivamente se puede observar el ancho de banda medido en las interfaces del servidor de comunicaciones anteriormente explicado:

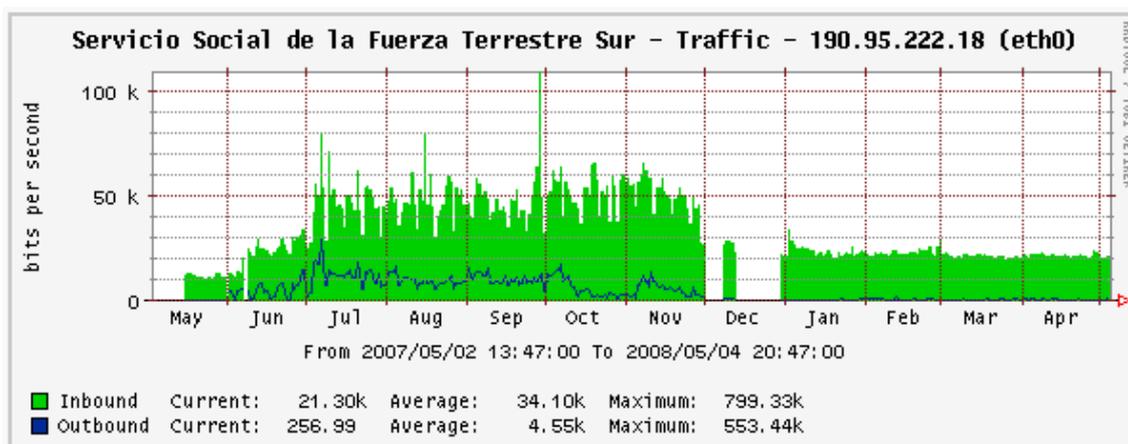


Fig. 1.11 Ancho de banda medido en la interfaz Eth 0

⁵ http://nmscorp.uio.telconet.net/graph_view.php?action=tree&tree_id=2&leaf_id=1736

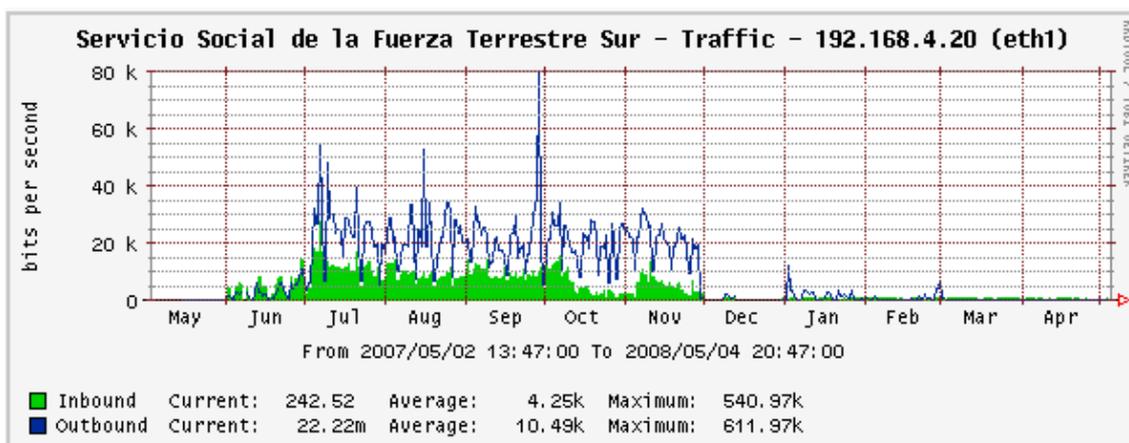


Fig. 1.12 Ancho de banda medido en la interfaz Eth 1

Lo que se observa es la medición de ancho de banda en las interfaces pertenecientes al servidor de Telconet instalado en la sucursal del Sur el cual provee la comunicación de esta sucursal con la matriz del SSFT, la mayor tasa registrada por la tarjeta de la WAN (eth0) es de 799,33 Kbps de entrada mientras que se tiene 553,44 Kbps a su salida, por la tarjeta LAN (eth1) se tiene 540,97 Kbps de entrada mientras que se tiene 611,97 Kbps a su salida.

1.2.3 PROYECCIÓN A FUTURO DE LA RED⁶

El crecimiento y cambio tecnológico influyen sobre la Institución por ser más eficiente, siendo un componente muy importante, la administración en el manejo de la información correcta, oportuna y apropiada para la toma de decisiones.

La existencia de nuevo hardware disponible en el mercado computacional, así como los paquetes de software para datos y la tecnología electrónica para las comunicaciones, permiten la realización del control, procesamiento y administración de voz, datos e imagen; implicando para ello la necesidad de contar con un manejo eficaz del ancho de banda disponible dentro de toda la red.

Por este motivo el Servicio Social de la Fuerza Terrestre, requiere para el manejo de su información y funcionamiento de los equipos de comunicación,

⁶ Proyecto de Comunicaciones para el SSFT, Dirección de Sistemas, Mayo 2008

de manera que agilite en gran medida los procesos rutinarios que permita la entrega de la información en el menor tiempo posible; dando lugar a toma de decisiones oportunas por parte de los directivos.

La necesidad sentida y expresada por el personal de Directivos, Administrativos y clientes del Servicio Social de la Fuerza Terrestre, de aplicar técnicas modernas en el manejo de la información y equipos, que le permitan obtener un performance de alto nivel, con la utilización de tecnología de punta para obtener resultados óptimos en relación a su funcionamiento y servicios que prestan a sus clientes ya sean internos o externos como son: el control Financiero, el control Comercial, el control Administrativo, sistema de video seguridad y control Gerencial. Permitiendo proporcionar mejor servicio y atención acorde a los avances tecnológicos existentes en el mercado.

Sin duda, que el mejoramiento de los procesos y la utilización de la tecnología de punta, en la implementación del proyecto de comunicaciones del SSFT posibilitarán establecer relaciones mutuamente beneficiosas con los usuarios de estos servicios, a través de la creación de valor agregado en la provisión de cada atención al cliente interno y externo, utilizando los diferentes medios de comunicaciones presentados.

Para esto se promoverá la comunicación entre sus sucursales de manera confiable en la que se pueda consultar información, compartir recursos, ventas y los datos estén disponibles para cualquiera que así lo solicite, sin importar la localización física del usuario, de la forma más eficiente y fiable entre sus usuarios potenciales. Además se proyecta implementar un sistema de telefonía IP, video vigilancia, videoteléfonos, y también la distribución a nivel nacional del Internet para el mejoramiento continuo con el compromiso de todas las Direcciones, Departamentos, Sucursales y Regionales

1.3 SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA A UTILIZAR

Actualmente dentro del mercado de comunicaciones inalámbricas banda ancha existe una gran variedad de tecnologías, capaces de brindarnos los mismos resultados con respecto a requerimientos y servicios tales como transmisión de

voz, datos y video por el mismo canal de comunicaciones. Una opción de bajo costo y alto nivel de confiabilidad es mediante la utilización de sistemas BWS (Broadband Wireless System) para enlaces inalámbricos de banda ancha, los cuales trabajan en bandas no licenciadas tales como ISM (Industrial, Scientific and Medical) y UNII (Unlicensed National Information Infrastructure) y son de libre uso por cualquier persona o entidad.

El objetivo principal de esta sección es seleccionar la mejor opción con respecto a los diferentes tipos de tecnologías inalámbricas banda ancha existentes en el país, para esto es necesario hacer una breve revisión de algunos conceptos y estándares definidos por organismos especializados en el desarrollo y normalización de estos sistemas enfocándonos principalmente a los medios de transmisión banda ancha inalámbricos de largo alcance enfocados a la transmisión de datos.

1.3.1 BANDA ANCHA SOBRE MEDIOS GUIADOS

La banda ancha marca la pauta en las comunicaciones de hoy en día. El proceso de instalar, integrar y mantener redes de banda ancha seguras, confiables y económicas ha sido siempre un gran desafío.

Los sistemas banda ancha brindan la capacidad técnica para tener acceso a una amplia gama de recursos, servicios y productos que pueden mejorar la actual situación de las redes en diversas formas.

1.3.1.1 Definición ⁷

El concepto inicial de Redes de Banda Ancha se introduce formalmente en Agosto de 1989 en la Asamblea Plenaria del CCITT (actualmente denominado Unión Internacional de Telecomunicaciones o UIT) celebrada en Brasilia, donde se definieron las nuevas redes públicas de servicios integrados. El aspecto más visible, de cara al abonado, sería el acceso a velocidades iguales o superiores a 155 Mbps. La definición oficial de la UIT es algo menos ambiciosa,

⁷ Redes de Acceso de Banda Ancha Arquitectura, Prestaciones, Servicios y Evolución, Volumen 1, Julio Berrocal con Enrique Vázquez, 2003, página 1

especificando que un servicio es de banda ancha cuando requiere canales de transmisión con capacidad mayor que un acceso primario (2,048 Mbps).

1.3.1.2 Tecnologías existentes de Banda Ancha sobre medios guiados ⁸

Existen diferentes tipos de tecnologías banda ancha existentes, la selección de éstas dependerá de una serie de factores, como del lugar donde se encuentre, ya sea en un área urbana o rural, cómo se ofrece el acceso a Internet de banda ancha junto con otros servicios (como teléfono de voz y entretenimiento de casa), precio y disponibilidad.

La banda ancha incluye varias tecnologías de transmisión de alta velocidad tales como:

- Línea Digital de Suscriptor (xDSL)
- Módem de Cable
- Fibra óptica
- Banda ancha por la línea eléctrica (BPL)

A continuación se realiza una breve descripción de los diferentes tipos de tecnologías disponibles:

1.3.1.2.1 Línea Digital de Suscriptor (xDSL) ⁹

La Línea Digital de Suscriptor (DSL, Digital Subscriber Line) es una tecnología de transmisión telefónica que transmite datos a una velocidad superior que la conocida Dial-up a través de las líneas telefónicas de cobre ya instaladas en casas y empresas. La banda ancha de DSL proporciona velocidades de transmisión que van desde varios cientos de Kilobits por segundo (Kbps) hasta millones de bits por segundo (Mbps). La disponibilidad y velocidad del servicio DSL puede depender de la distancia que hay entre su casa o negocio a las instalaciones más próximas de la compañía de teléfonos.

Algunos tipos de tecnologías de transmisión de la DSL son:

⁸ http://www.fcc.gov/cgb/broadband_spanish.html

⁹ <http://www.homohominisacrares.net/sec/tecnologia/adsl/serviciosadsl.htm>

- **Línea digital asimétrica de suscriptor** (ADSL, Asimetric Digital Subscriber Line) es una técnica de modulación de la señal que permite una transmisión de datos a gran velocidad a través de un par de hilos de cobre (conexión telefónica).

La primera diferencia entre la modulación de los módems de 56K y los de ADSL es que esto modulan a un rango de frecuencias superior a los normales [24... 1.104] KHz para los ADSL y [300... 3.400] Hz para los normales la misma que la modulación de voz, esto supone que ambos tipos de modulación pueden estar activos en un mismo instante ya que trabajan en rangos de frecuencia distintos.

La conexión ADSL es una conexión asimétrica, con lo que los módems situados en la central y en casa del usuario son diferentes.

- **Línea digital simétrica de suscriptor** (SDSL, Symmetric Digital Subscriber Line) se usa típicamente en los negocios para servicios tales como video conferencias que necesitan un ancho de banda importante para la transmisión de datos de subida y bajada, la característica principal de este tipo de comunicación es que posee una conexión simétrica permanente con velocidades de 400 Kbps, 800 Kbps, 1.200 Kbps y 2.048 Kbps.

Algunas formas más rápidas de DSL disponibles típicamente para empresas son:

- **Línea digital de suscriptor de alta velocidad** (HDSL, High bit rate Digital Subscriber Line) permite transferencia de información utilizando cables de pares trenzados, típicos en conexiones telefónicas. Los módems HDSL permiten el establecimiento por un par telefónico de un circuito digital unidireccional de 1,544 Mbps (T1) ó 2,048 Mbps (E1), por lo que para la comunicación bidireccional son necesarios dos pares, uno para cada sentido
- **Línea digital de suscriptor de muy alta velocidad** (VDSL, Very high bit-rate Digital Subscriber Line) Es una tecnología xDSL que proporciona una transmisión de datos hasta un límite teórico de 52 Mbps de bajada y

12 Mbps de subida sobre una simple línea de par trenzado. Se puede comparar con la HDSL. Actualmente, el estándar VDSL utiliza hasta cuatro bandas de frecuencia diferentes, dos para la subida (del cliente hacia el proveedor) y dos para la bajada. La técnica estándar de modulación puede ser QAM / CAP (carrierless amplitude/phase) o DMT (Discrete multitone modulation), las cuales no son compatibles, pero tienen un rendimiento similar. Actualmente la más usada es DMT. VDSL es capaz de soportar aplicaciones que requieren un alto ancho de banda como HDTV (televisión de alta definición).

En la figura 1.13 se hace referencia al tipo de tecnología xDSL utilizada y su ancho de banda correspondiente¹⁰.

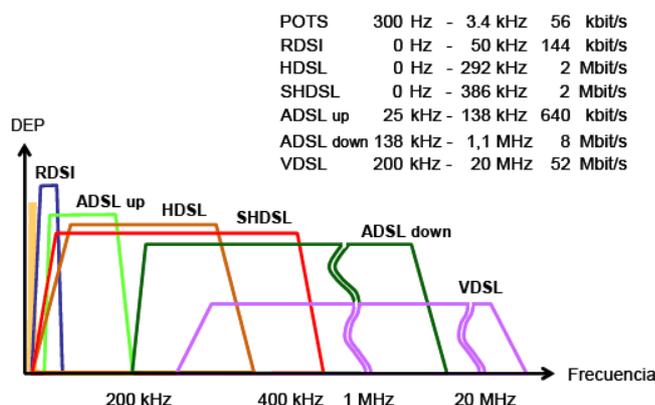


Fig. 1.13 Tecnologías xDSL y anchos de banda esperados

1.3.1.2.2 Cable Módem

El servicio de cable módem permite a los operadores de cable suministrar acceso a Internet de alta velocidad usando los cables coaxiales que envían imágenes y sonidos a su televisor, además por el mismo medio de transmisión se envía datos a velocidades de 1.5 Mbps o más.

Los suscriptores pueden tener acceso al servicio de cable módem simplemente encendiendo sus computadores sin tener que marcar al proveedor del servicio de Internet (ISP). Podrá ver la TV por cable y usar el

¹⁰ Redes de Acceso de Banda Ancha Arquitectura, Prestaciones, Servicios y Evolución, Volumen 1, Julio Berrocal con Enrique Vázquez, 2003, página 5

Internet al mismo tiempo. Las velocidades de transmisión varían dependiendo de la cantidad de usuarios que comparten el canal. Las velocidades son comparables con la DSL.

1.3.1.2.3 Fibra óptica ¹¹

La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, similar a un cabello humano por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. Actualmente las velocidades de transmisión de la fibra óptica son de hasta 10 Gbps, se espera que hasta el 2011 se pueda tener velocidades de hasta 100 Gbps¹².

La misma fibra que provee servicio de banda ancha, puede suministrar servicios de telefonía por Internet (VoIP) y de vídeo simultáneamente.

Los proveedores de servicios de telecomunicaciones (en su mayoría compañías telefónicas) están ofreciendo banda ancha por fibra óptica en áreas limitadas y han anunciado planes para ampliar sus redes de fibra y ofrecer un paquete de servicios de voz, acceso a Internet y vídeo.

Las variantes de esta tecnología permiten que la fibra llegue al hogar o empresa del cliente, hasta la esquina de su casa o algún lugar entre las instalaciones del proveedor y el cliente.

1.3.1.2.4 Banda ancha por la línea eléctrica (BPL)

La banda ancha por la línea eléctrica (BPL, Broadband Over Power Line) es el servicio que se proporciona a través de la red existente de distribución de energía eléctrica de bajo y medio voltaje. Las velocidades de transmisión de la BPL son comparables a las de la DSL y el módem de cable. La BPL puede llegar a las casas usando las conexiones y salidas eléctricas existentes.

¹¹ http://www.fcc.gov/cgb/consumerfacts/spanish/sp_highspeedinternet.html

¹² <http://www.newstin.es/rel/es/es-010-002784048>

La BPL es una tecnología emergente, actualmente disponible en áreas muy limitadas. Tiene un potencial significativo ya que las líneas eléctricas están instaladas virtualmente en todos lados, aliviando la necesidad de construir nuevas instalaciones de banda ancha para cada consumidor.

1.3.1.3 Beneficios generados por Banda Ancha sobre medios guiados¹³

La banda ancha da la capacidad técnica para tener acceso a una amplia gama de recursos, servicios y productos que pueden mejorar su vida en diversas formas, las principales tres ventajas son:

- La velocidad del servicio de banda ancha ha permitido perfeccionar algunos servicios existentes tales como el de juegos en línea, y ha dado lugar a nuevas aplicaciones como la descarga de música y vídeos.
- En función del tipo de tecnología utilizada, la banda ancha puede aportar beneficios económicos. Por ejemplo, gracias a la tecnología DSL, los usuarios pueden utilizar una sola línea telefónica normalizada para servicios de voz y datos. Esto les permite navegar por Internet y efectuar una llamada simultáneamente utilizando la misma línea telefónica. Anteriormente los usuarios asiduos de Internet tenían que instalar una línea telefónica adicional en su vivienda para acceder a Internet; gracias a la banda ancha, ya no se necesitan dos líneas telefónicas.
- La banda ancha permite perfeccionar las actuales aplicaciones de Internet, al tiempo que abona el terreno para nuevas soluciones que antes resultaban demasiado onerosas, ineficaces o lentas. Éstas varían desde los nuevos servicios de ciber gobierno desde llenar electrónicamente los formularios de impuestos, hasta servicios de salud en línea o el ciber aprendizaje; cabe mencionar asimismo el aumento del nivel de comercio electrónico.

1.3.2 BANDA ANCHA SOBRE MEDIOS NO GUIADOS (INALÁMBRICOS)

La obvia diferencia que existe entre banda ancha sobre medios guiados y no guiados es el medio de transmisión que éstas utilizan, siendo un gran beneficio

¹³ <http://www.itu.int/osg/spu/publications/birthofbroadband/faq-es.html>

a las áreas o sectores donde la transmisión por cable sea un impedimento, pero también es necesario decir que al utilizar una tecnología inalámbrica hay que tener en cuenta la topografía física, niveles de interferencia, la zona de Fresnel y otros aspectos que influirán el rendimiento de la conexión.

1.3.2.1 Definición ¹⁴

Es tener una transmisión inalámbrica de datos a alta velocidad, los sistemas no guiados normalmente son más lentos que los sistemas cableados o terrestres. En el pasado, para considerar un sistema inalámbrico de banda ancha, éste debía transmitir como mínimo 250 Kbps, hoy en día se considera un enlace banda ancha inalámbrico al que supera el 1 Mbps y distancias desde unidades a decenas de metros.

1.3.2.2 Tipos de tecnología banda ancha inalámbrica:

Dentro de la denominación común de redes fijas de acceso inalámbrico banda ancha pueden encontrarse diferentes tecnologías cuyo objetivo es abaratar los costos al momento de desplegar una red de telecomunicaciones conocida como el bucle de abonado inalámbrico o de última milla, sin la utilización de muchos recursos físicos al momento de realizar su instalación.

Los principales tipos de tecnología de banda ancha inalámbrica existentes hoy en día son los siguientes:

1.3.2.2.1 Sistema de Distribución Local Multipunto (LMDS)¹⁵

El servicio de distribución multipunto local o LMDS (*Local Multipoint Distribution Service*), es un sistema de comunicación de punto a multipunto que utiliza ondas radioeléctricas a altas frecuencias, en torno a 28 ó 40 GHz

Los sistemas LMDS utilizan estaciones base distribuidas a lo largo de la región que se pretende cubrir, de forma que en torno a cada una de ellas se agrupa un cierto número de usuarios (hogares y oficinas), generando de esta manera

¹⁴ http://www.pcmag.com/encyclopedia_term/0,2542,t=wireless+broadband&i=54763,00.asp

¹⁵ <http://www.coit.es/publicac/publbit/bit99/lmds.htm>

una estructura de áreas de servicio basadas en células. El territorio a cubrir se divide en células de varios kilómetros de radio, 3-9 Km en la banda de 28 GHz, y 1-3 Km en la banda de 40 GHz.

Los usuarios finales se conectan a la red por medio de la utilización de equipos terminales, los cuales proporcionan diferentes interfaces tales como:

- Circuitos dedicados E1/T1
- Circuitos dedicados de $n \times 64$ Kb/s
- 10/100 base T
- POTS (Servicios Telefónicos Antiguos o Tradicional)

La zona de cobertura de una estación base se divide en sectores, aplicando mecanismos habituales de reutilización de frecuencias para evitar interferencias entre los mismos. Teniendo en cuenta que la directividad de las antenas suele ser muy alta, la reutilización sólo debe considerar sectores adyacentes.

Las señales recibidas son trasladadas a una frecuencia intermedia compatible con los equipos del usuario y convertidas por la unidad de red en voz, vídeo y datos. Cada antena recibe y envía el tráfico de los distintos usuarios multiplexándolo por división en el tiempo y lo envía hacia la estación base, compartiendo la capacidad total del sector de 37,5 Mbps con otras antenas.

Las razones de la importancia de la tecnología LMDS son:

- La rápida instalación en comparación con tecnologías de cable.
- La posibilidad de integrar diversos tipos de tráfico, como voz digital, vídeo y datos.
- La alta velocidad de acceso a Internet, tanto en el sector residencial como en el empresarial.
- La posibilidad de instalar una red de acceso de bajo costo, flexible, modular, y fiable.

1.3.2.2 Redes de Acceso por satélite

La banda ancha por satélite es otra forma de banda ancha inalámbrica, muy útil también para dar servicio a áreas remotas o muy poco pobladas.

Las velocidades de transmisión de datos de subida y bajada para la banda ancha por satélite dependen de varios factores, incluyendo el paquete de servicios que se compra y el proveedor, la línea de visibilidad directa del consumidor al satélite y el clima. Su velocidad puede ser menor que las que se tienen con la DSL o cable módem, además hay que tomar en cuenta que el servicio puede interrumpirse en condiciones climáticas severas.

1.3.2.3 Estándar IEEE 802.11 (Wi-Fi)¹⁶

El protocolo IEEE 802.11 o WI-FI define el uso de los dos capas del modelo OSI (capas física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN. En general, los protocolos 802.x definen la tecnología de redes de área local.

El estándar original de este protocolo se remonta a 1997, fue el IEEE 802.11, tenía velocidades de 1 hasta 2 Mbps y trabajaba en la banda de frecuencia de 2,4 GHz. En la actualidad no se fabrican productos sobre este estándar. El término IEEE 802.11 se utiliza también para referirse a este protocolo que se conoce como "802.11legacy."

La siguiente modificación apareció en 1999 y es designada como IEEE 802.11b, esta especificación tiene velocidades de 5 hasta 11 Mbps, también trabajaba en la frecuencia de 2,4 GHz. También se realizó una especificación sobre una frecuencia de 5 Ghz que alcanzaba los 54 Mbps, era la 802.11a y resultaba incompatible con los productos de la b y por motivos técnicos casi no se desarrollaron productos.

Posteriormente se incorporó un estándar a esa velocidad y compatible con el 802.11b que recibiría el nombre de 802.11g. En la actualidad la mayoría de productos son de la especificación b y g (Actualmente se está desarrollando la

¹⁶ <http://www.ieee802.org/11/>

802.11n, que se espera que alcance los 500 Mbps). La seguridad forma parte del protocolo desde el principio y fue mejorada en la revisión 802.11i. Otros estándares de esta familia (c–f, h–j, n) son mejoras de servicio y extensiones o correcciones a especificaciones anteriores.

El primer estándar que tuvo una amplia aceptación fue el 802.11b. En 2005, la mayoría de los productos que se comercializan siguen el estándar 802.11g con compatibilidad hacia el 802.11b. Los estándares 802.11b y 802.11g utilizan bandas de 2,4 GHz que no necesitan de permiso para su uso. El estándar 802.11a utiliza la banda de 5 GHz. Las redes que trabajan bajo los estándares 802.11b y 802.11g pueden sufrir interferencias por parte de hornos microondas, teléfonos inalámbricos y otros equipos que utilicen la misma banda de 2,4 GHz.

En la tabla 1.6 se presentan los diferentes estándares que se tiene en las redes inalámbricas:

Estándar	802.11b	802.11a	802.11g	802.11n
Organismo	IEEE	IEEE	IEEE	IEEE
Finalización	1999	2002	2003	2007
Banda de frecuencias	2,4 GHz	5 GHz	2,4 GHz	2,4 y 5 GHz
Tasa máxima	11 Mbps	54 Mbps	54 Mbps	500 Mbps
Modulación	DSSS/FHSS	OFDM	OFDM	OFDM

Tabla 1.6 Estándares Wi-Fi

1.3.2.2.4 Estándar IEEE 802.16 (WiMAX)

WiMAX son las siglas de ‘Worldwide Interoperability for Microwave Access - interoperabilidad mundial por acceso de microondas’, es una norma de transmisión por ondas de radio de última generación que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. Wimax está basado en el estándar IEEE 802.16, aunque también abarca el estándar HiperMan de la ETSI como un subconjunto de IEEE 802.16, proporcionando acceso concurrente con varios repetidores de señal superpuestos, ofreciendo

total cobertura promedio de 50 Kms de radio y a velocidades de hasta 124 Mbps. Es necesario establecer una pequeña diferenciación en el protocolo, ya que disponemos del estándar 802.16d para terminales fijos y el 802.16e para estaciones en movimiento. Esto marca una distinción en la manera de usar este protocolo, aunque lo ideal es utilizar una combinación de ambos. Esta tecnología no requiere línea de vista o estar en línea recta con las estaciones base.

La evolución que el estándar 802.16 a tenido se muestra en la tabla 1.7:

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. Publicado en 2002.
802.16a	Ampliación del estándar 802.16 hacia bandas de 2 a 11 GHz, con sistemas NLOS y LOS, y protocolo PTP y PTMP. Publicado en Abril de 2003
802.16c	Ampliación del estándar 802.16 para definir las características y especificaciones en la banda d 10-66 GHz. Publicado en Enero de 2003
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 de 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 a notebooks. Publicado en diciembre de 2005

Tabla 1.7 Evolución del estándar 802.16

Basados en el estándar IEEE 802.16-2004, se han definido 4 perfiles en la banda de 3.5 GHz y 1 en la banda de 5.8 GHz con diferentes anchos de banda de canal y duplex en el dominio del tiempo (TDD) o de la frecuencia (FDD). Los

perfiles basados en el estándar IEEE 802.16e presentan todos ellos duplex en el dominio del tiempo y disponen de distintos anchos de canal en la banda de 2.5 GHz y 3.5 GHz.

Las redes WiMAX basan su funcionamiento con enlaces Punto-Punto (PTP) o también mediante enlaces Punto-Multipunto (PMP), ambos tipos de comunicación utilizan para su fin torres WiMAX (donde se emite la señal) y receptores de la señal, es decir, antenas, tarjetas que conectamos a nuestra computadora (de escritorio o portátil), agenda electrónica o teléfono móvil, entre muchos otros.

La diferencia que existe entre estos tipos de comunicación se explica en la figura 1.14:

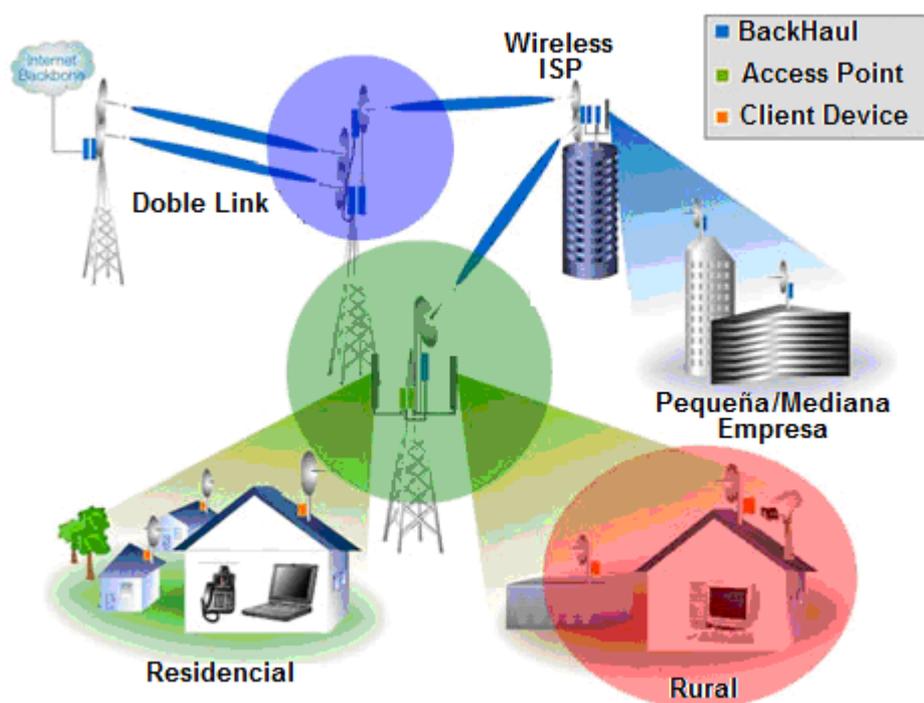


Fig. 1.14 Tipos de redes existentes en WiMAX fijo

Como se puede ver, la tecnología WiMAX nos permite interconectar dos puntos remotos uno del otro con un enlace conocido como PTP, mientras que en el sitio remoto es posible suministrar la información a varios usuarios con la utilización de un solo equipo dividiéndolos por sectores o áreas PMP.

Algunos de los beneficios generados por las redes WiMAX se listan a continuación:

- Wimax es una alternativa real al bucle de abonado tradicional, DSL o cable, gracias a ser una tecnología inalámbrica orientada a servicios IP de banda ancha.
- Es una mejora considerable de los accesos inalámbricos de banda ancha (BWA) actuales, los cuales son caros y propietarios o como en el caso de LMDS no han tenido mucho éxito.
- WiMAX mejora el rendimiento de los sistemas BWA existentes gracias a que puede actuar en bandas libres o bajo licencia, proporciona buenas prestaciones en condiciones NLOS, soporta calidad de servicio, puede ser portátil y dado que está basado en estándares su fabricación puede realizarse en masa para reducir el coste de los equipos.
- Costos accesibles y competitivos gracias a su facilidad de instalación.
- Movilidad; es decir, acceso a los servicios de comunicación desde cualquier lugar donde exista cobertura.
- Mayor velocidad de conexión.
- Mejor calidad de transmisión de voz y datos.
- Capacidad para satisfacer diferentes demandas, como telefonía básica fija, juegos, voz, videos, televisión o Internet.
- Capacidad para asegurar calidad de servicio.
- Seguridad en la transmisión de voz y datos, ya que cuenta con llaves en la red que impiden infiltraciones.

1.3.2.2.5 Otras Tecnologías Banda Ancha Inalámbricas¹⁷

Otras tecnologías existentes dentro de las comunicaciones banda ancha inalámbricas son las que además de brindarnos mayor capacidad de comunicaciones, nos brindan la posibilidad de movilidad, estas tecnologías se las enuncia a continuación:

- **WiBro:** desarrollado por la industria surcoreana, Podríamos decir que es el equivalente asiático a la tecnología WiMax en movimiento. WiBro

¹⁷ www.wi-forum.com/viewforum.php?f=3

implementa el estándar IEEE 802.16e, al igual que WiMax, pero con unos objetivos distintos: aquí no importa la velocidad y la cobertura tanto como la fiabilidad de la señal aunque estemos en movimiento, De hecho WiBro permitirá velocidades de hasta 1 Mbps en movimiento, hasta 60 Km/h en un radio de 1Km aproximadamente.

- **HiperMAN:** es un estándar creado por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI), cubriendo un área geográfica grande. Se considera una alternativa europea a WiMAX y a la coreana WiBro. Este estándar opera entre el rango de frecuencias de 2 a 11 GHz y está optimizado para soportar aplicaciones fijas y móviles, orientadas sobre todo a usuarios residenciales y pequeños/medianos negocios.

HiperMAN es compatible con el estándar 802.16a y también soporta ATM aunque el objetivo principal es el tráfico IP. Éste ofrece varias categorías de servicio, calidad de servicio completa (QoS), una fuerte seguridad, adaptación rápida de la codificación, modulación y potencia a transmitir según la condiciones de propagación y permite la conexión entre dispositivos que no se encuentren en la misma línea de visión.

1.3.2.3 Beneficios de la Banda Ancha sobre medios no guiados ¹⁸

- Uno de los principales beneficios que nos brinda la utilización de banda ancha inalámbrica es la posibilidad de comunicar lugares o accesos remotos donde la red física o cableada no puede llegar, además la banda ancha inalámbrica conecta su casa o negocio a Internet usando un enlace de radio entre la localidad del cliente y las instalaciones del proveedor del servicio. La banda ancha inalámbrica puede ser móvil o fija.
- Proporciona acceso de banda ancha donde DSL u otras tecnologías son costosas de implementar
- Tamaño y capacidad de red altamente actualizable (crecimiento dinámico)
- Componentes robustos para funcionamiento en condiciones ambientales.
- Convergencia del tráfico de voz, datos y vídeo
- Servicios múltiples disponibles (VPN, MPLS, QoS, gestión de la red, etc.)

¹⁸ http://www.telenorma.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=61

- Generalmente las velocidades son comparables a las de xDSL y el módem de cable. Normalmente se requiere de una antena externa.
- Cada vez es más frecuente el servicio de banda ancha inalámbrica fija en aeropuertos, parques de la ciudad, bibliotecas y otros lugares públicos llamados "hotspots". La tecnología de fidelidad inalámbrica (Wi-Fi) se usa con frecuencia también en conjunto con el servicio de la DSL o módem de cable para conectar los dispositivos de una casa o negocio al Internet vía una conexión de banda ancha.
- Los servicios de banda ancha inalámbrica móvil se pueden obtener también de compañías de telefonía móvil y otros. Estos servicios generalmente son adecuados para los clientes que tienen mucha movilidad y requieren una tarjeta especial para PC con una antena integrada que se conecta a la computadora portátil del usuario. Generalmente proveen velocidades menores de transmisión en el rango de varios cientos de Kbps.

1.3.3 COMPARACIÓN ENTRE WiMAX Y Wi-Fi ¹⁹

Al observar las tecnologías inalámbricas banda ancha existentes, a simple vista podemos ver que la tendencia Latinoamericana y en particular manera la del Ecuador tiende su utilización a cualquiera de las dos principales que son WiMAX y Wi-Fi, a continuación se realiza un resumen de las principales diferencias que existen entre ambas, tomando en cuenta los principales factores al momento de realizar un diseño:

- **Alcance:** Wi-Fi está optimizado para usuarios en un radio de 100 metros, pudiendo agregarse puntos de acceso o incrementar la ganancia de las antenas para conseguir mayor alcance. WiMax puede alcanzar distancias desde 40 hasta 100 Km.
- **Cobertura:** Wi-Fi está diseñado para entornos de interior, mientras que WiMax lo está para entornos exteriores.
- **Escalabilidad:** En Wi-Fi el ancho de banda de frecuencia es fijo a 20 MHz, variando pocos Hz en solo siete (7) canales. Por el contrario, en WiMax el ancho de banda es flexible y puede ser de 1,5 MHz a 20 MHz, tanto para

¹⁹ <http://www.alegsa.com.ar/Notas/216.php>

las bandas con licencia como para las libres. WiMax permite además la reutilización de frecuencias y la planificación del espectro para operadores comerciales.

➤ **Velocidad:**

Wi-Fi: hasta 54 Mbps.

WiMAX: hasta 128 Mbps.

- **Calidad de servicio (QoS):** Wi-Fi no soporta QoS actualmente, aunque se está trabajando en el estándar 802.11e para implementarla. WiMAX, por el contrario, sí soporta QoS, optimizada para voz o vídeo, dependiendo del servicio.

Con WiMAX se proponen velocidades de hasta 124 Mbps y a diferencia de WiFi, cada antena puede tener una cobertura aproximada de 50 kilómetros, con estas distancias se abre un nuevo panorama a las conexiones inalámbricas.

Por lo que creo que al momento de realizar un diseño a nivel Metropolitano o Nacional, es necesario tener en claro que una tecnología inalámbrica de largo alcance es la indicada para el diseño. Además debo añadir que ambas tecnologías coexistirían muy bien en un ambiente de interacción, la red WiMAX servirá para la comunicación a gran escala mientras que la red WiFi brindará comunicación inalámbrica en sectores más pequeños, estos pueden ser laptops o celulares los cuales vienen con la plataforma WiFi incorporada.

1.3.4 MOTOROLA Y SUS SOLUCIONES INALÁMBRICAS ²⁰

La experiencia e innovación de Motorola en RF, impulsan redes de banda ancha inalámbrica exitosas para empresas, proveedores de servicios y gobiernos en todo el mundo, sus productos de redes son especialmente contruidos para asegurar alto rendimiento, confiabilidad e interconectividad de planta interna como externa.

²⁰ CPT200: Canopy Technical Training Course, curso de certificación Motorola dictado en la organización New Horizons en un total de 40 horas hasta el día 24 de octubre de 2008.

Después de estudiar las diferentes tecnologías existentes distribuidas en el país, se tomó la decisión de seleccionar el portafolio “MOTOwi4 Fixed Solutions” de Motorola, ya que cumple con las necesidades técnicas, de garantías, costos, seguridad y por demás beneficios que los equipos Motorola nos brindan tales como servicios de voz, datos y video por medio de una red inalámbrica banda ancha.

Además existen varios distribuidores conocidos como Partners de Motorola los cuales venden estos equipos a muy buenos precios.

1.3.4.1 MOTOwi4 Fixed Solutions ²¹

Las soluciones MOTOwi4 Fixed incluyen soluciones Punto a Punto que permiten conectar y extender redes de manera rentable, transmitiendo datos con la mayor confiabilidad, incluso bajo las condiciones más exigentes; y soluciones Punto a Multipunto que brindan conectividad escalable, resistente a las interferencias y de alta velocidad a múltiples ubicaciones residenciales, comerciales, institucionales o municipales. Motorola proporciona las soluciones Canopy®, probadas mundialmente, para las frecuencias sin licencia y las soluciones Expedience® para el espectro con licencia.

Esta tecnología nos brinda algunas alternativas relacionadas con el diseño y sobre todo con el requerimiento que se tenga de la red, es así que nos provee características particulares al momento de utilizar sus equipos como alcance, el tipo de modulación con el que trabajan, lóbulos de radiación de las antenas, banda de frecuencia en la que operan, características topográficas del sitio (existencia o no de línea de vista) y muchos otros parámetros que se toman a consideración más adelante.

A continuación se realiza una breve descripción de las alternativas de conectividad existentes en la plataforma.

1.3.4.1.1 Soluciones Punto a Multipunto

²¹ <http://www.motorola.com/Business/XL-ES/Product+Lines/MOTOwi4/wi4+Fixed>

Las soluciones punto a multipunto de Motorola proveen accesibilidad a dos o más clientes (SM), a través del Access Point, equipo que concentra hasta 200 usuarios inalámbricos a la vez.

1.3.4.1.2 Soluciones Punto a Punto

El enlace punto a punto proporciona soluciones de conectividad para sectores que necesiten de una gran coordinación y trabajo compartido. Este enlace proporciona un entorno de intercambio de información completo entre dos localidades remotas.

Efectivamente, todos los centros conectados por el enlace punto a punto formarán parte de una única red local, exactamente como si estuvieran en el mismo edificio.

Gracias a su diseño, un enlace punto a punto puede alcanzar distancias entre los 3 Km hasta los 200 Km dependiendo del entorno físico, condiciones topográficas y equipo utilizado, además su ancho de banda esta en el orden de los 7 Mbps a los 300 Mbps y se los utiliza como la gran alternativa a las costosas y problemáticas líneas dedicadas de alta velocidad entre destinos remotos.

1.4 PLATAFORMA CANOPY DE MOTOROLA ²²

Es el sistema perteneciente al portafolio MOTOwi4 fixed Solutions que trabaja en la banda de espectro no licenciada y en la cual enfocaremos el estudio de sus beneficios, ya que el diseño que se pretende realizar utiliza espectro no licenciado.

Estos sistemas proporcionan conexiones Ethernet inalámbricas que permiten transmitir voz, video y datos en formatos canalizados o no canalizados de alta velocidad a clientes que no están bien atendidos ó viven en áreas donde no existe infraestructura física de comunicaciones. Los módulos soportan

²² http://www.motorola.com/Business/XL-ES/Productos+y+Servicios+para+Empresas/Redes+de+Banda+Ancha+Inalambrica/Redes+Punto-a-Multipunto/Canopy__Loc%253AXL-ES

soluciones de acceso de última milla punto a multipunto y enlaces punto a punto con línea de vista LOS y sin línea de vista NLOS.

Canopy permitirá la conectividad a la red de manera segura y rápida entre distancias largas, además de poder ser utilizada con igual efectividad tanto en zonas urbanas como rurales, permitiendo acceder a Internet, videos y datos sin necesidad de cables, a velocidades que van desde los 20 Mbps hasta 300 Mbps. Los nuevos sistemas Canopy y Canopy Advantage utilizan redes Punto a Punto y Punto a Multipunto que pueden cubrir distancias que van de los 3.2 Km a los 16 Km en configuración multipunto y hasta 200 Km en configuración punto a punto. Los Puntos de Acceso y los Módulos de Suscriptores son compactos y están diseñados para instalarse en exteriores, eliminando la necesidad de enlaces por cables o microondas.

En la figura 1.15 se muestra la plataforma Canopy en un aspecto general:

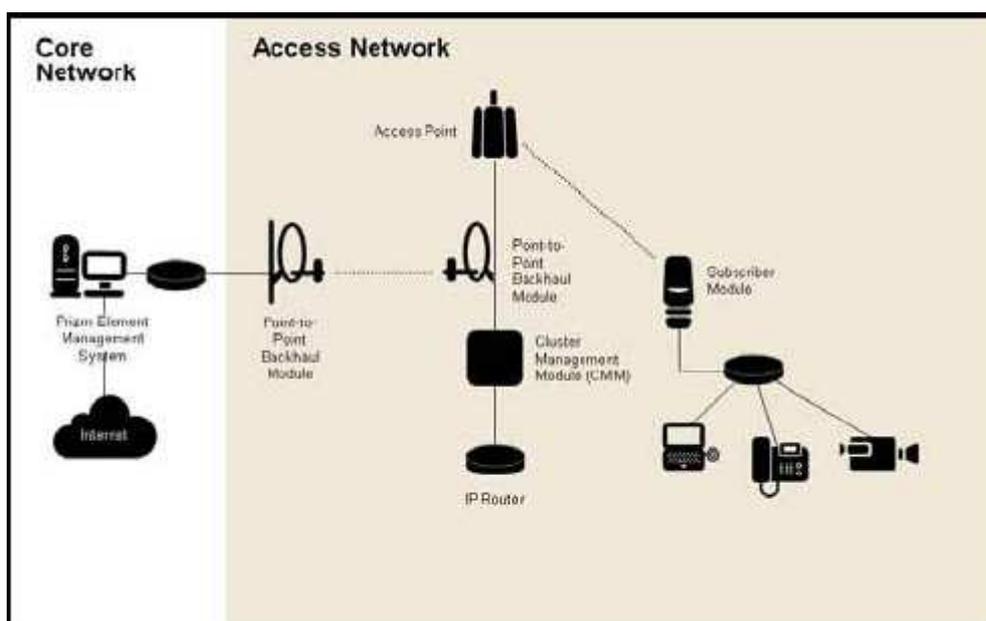


Fig. 1.15 Plataforma Canopy de Motorola

Como se puede ver en este esquema, toda la red de acceso inalámbrica está diseñada bajo la plataforma Canopy de Motorola brindando acceso a varios usuarios ubicados fuera de la red de Core o punto central.

Debido a que el diseño de la red planteado tiene como objetivo la interconexión de todas las sucursales del SSFT, ubicadas a lo largo del país con su punto central conocido como la Matriz, el estudio presentado a continuación de la plataforma Canopy tendrá como prioridad la tecnología Punto-Punto ya que la tecnología Punto-Multipunto es aplicable en redes que poseen varios puntos de conexión o usuarios en un espacio físico cercano mientras que las sucursales del SSFT se encuentran físicamente muy alejadas.

1.4.1 BENEFICIOS Y CUALIDADES DE MOTOROLA CANOPY

En un mercado de comunicaciones atestado hoy en día por plataformas de banda ancha, la plataforma Canopy de Motorola sobresale entre los productos similares gracias a la combinación de tecnología avanzada, la configuración simplificada, el despliegue rápido y la rentabilidad notable. El sistema permite a los ISPs diferenciarse entre ellos, crear la ventaja competitiva y satisfacer cada vez más la exigencia de clientes residenciales y de negocio, aún en áreas poco accesibles.

Entre los beneficios de Canopy destacan:

- Es más rápido, ya que la transferencia de carga y descarga son mejores que las de cualquier otra solución.
- Funciona mejor que otros sistemas inalámbricos ya que su intensidad de señal no fluctúa y la recepción no se pierde.
- Abarca más clientes debido a la alta tolerancia a la interferencia gracias a la utilización del CMMmicro²³, el cual sincroniza las tramas de datos en un grupo de equipos Canopy.
- Trabaja con bandas de frecuencia no licenciadas, es decir no hace falta concesionar una frecuencia para su implementación y utilización.
- Gracias a su facilidad de conexión, los equipos Canopy pueden ponerse en marcha en un solo día tomando en cuenta las condiciones en las cuales se los vaya a instalar.

²³ Módulo micro de administración del Cluster

- Brinda seguridad porque cumple con las certificaciones más recientes en cuanto a transmisiones inalámbricas seguras.

La solución Canopy brinda un rendimiento admirable, utilizando un esquema de modulación que mejora la calidad de los datos y mitiga la interferencia proveniente de otros sistemas. De acuerdo con la empresa, “ya que las necesidades de los clientes cambian y los estándares evolucionan, la meta de la línea de productos Canopy Advantage es ser interoperable con nuevos estándares”. Esta línea de productos permitirá que equipos Canopy Advantage coexistan a futuro con WiMAX para bandas del espectro de radio sin licencia, operando en el mismo sector fuera del mismo punto de acceso.

1.4.2 ÁREAS DE APLICACIÓN DEL SISTEMA CANOPY ²⁴

El sistema Canopy provee conexiones inalámbricas de banda ancha dirigidas al tráfico de datos IP. Dentro de las áreas de aplicación se encuentran:

1.4.2.1 Datos

La plataforma Canopy brinda una poderosa tecnología de radio para empresas que emplean aplicaciones de comunicaciones, desplegando y entregando banda ancha inalámbrica a bajo costo con acceso veloz y de la manera más simple. Provee el rendimiento, la versatilidad, facilidad de uso y el libre acceso a la tecnología en ambientes corporativos incluyendo en estos la medicina, educación, comunicación, productividad y retorno de inversión que es lo mas importante.

1.4.2.2 Video

La video vigilancia IP ésta revolucionando los mercados de las empresas, municipios e instituciones que protegen sus inversiones. En comparación con los sistemas análogos o híbridos, las soluciones IP proveen beneficios tales como los que se indican a continuación:

²⁴ www.motorola.com/staticfiles/Business/Products/Accessories/A%20-%20C/.../Network_Planning_Guide_2008_Issue_1_New.pdf

- Video en tiempo real
- Monitoreo remoto y accesible
- Rápido y a precios económicos
- Se aprovecha la red ya existente (es compatible)
- Se obtiene el mayor beneficio de software y cámaras inteligentes
- Encriptación digital de la imagen para fines de seguridad.

1.4.2.3 Voz

Los módulos inalámbricos que nos ofrece Canopy, pueden ser utilizados para transportar Voz sobre IP (VoIP), servicios como si fuesen extensiones de una PBX cuando se los utiliza con teléfonos IP.

1.4.3 MEDIO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO

Las comunicaciones inalámbricas en cualquier escenario trabajan dentro del espectro radioeléctrico, en nuestro país como en el resto del mundo, es considerado como un recurso natural limitado el cual pertenece al Estado.

1.4.3.1 Clasificación²⁵

1.4.3.1.1 Espectro radioeléctrico en bandas licenciadas

Para la utilización del espectro radioeléctrico en bandas licenciadas, se requiere de procedimientos a través de los cuales se otorguen en forma transparente y ordenada las concesiones para su uso, explotación y aprovechamiento eficiente.

1.4.3.1.2 Espectro radioeléctrico en bandas no licenciadas

Son aquellas bandas de frecuencias que pueden ser utilizadas por el público en general, las cuales no se encuentran bajo el control de ningún ente, llámese gobierno u organización, así pues cualquier difusión que se haga a través de esta frecuencia es de dominio público aún cuando hayan beneficios económicos.

²⁵ http://www.supertel.gov.ec/images/noticias/gestion_espectro.pdf

1.4.3.2 Espectro utilizado por Canopy

La plataforma Canopy trabaja mediante la utilización de sistemas BWS (Broadband Wireless System) para enlaces inalámbricos banda ancha, los cuales trabajan en bandas no licenciadas tales como ISM (Industrial, Scientific and Medical) y UNII (Unlicensed National Information Infraestructure).

En la tabla 1.8 se muestra el resumen de los rangos de frecuencia utilizados por las bandas no licenciadas:

Tipo de banda no licenciada	Rango de Frecuencias
ISM (Industrial, Scientific and Medical)	➤ 902 – 928 MHz
	➤ 2,400 – 2,4835 GHz
	➤ 5,725 – 5,850 GHz
UNII (Unlicensed National Information Infraestructure)	➤ 5,150 – 5,250 GHz
	➤ 5,250 – 5,350 GHz
	➤ 5,725 – 5,825 GHz

Tabla 1.8 Rango de frecuencias utilizados por Canopy

En la figura 1.16 se muestra un esquema de las bandas de frecuencia que son exentas de licencia:



Fig. 1.16 Bandas de frecuencia no licenciada

La banda de frecuencias ISM es la banda que alberga la tecnología Wi-Fi en sus estándares a/b/g/n, los usuarios operan en un modo compartido, lo cual significa que interactúen en un entorno de interferencias que provengan de

otros usuarios legales además de ser compatibles con WLAN, también son compatibles con teléfonos celulares.

En contraste con las bandas ISM, las bandas UNII constituyen un grupo de bandas de frecuencia únicamente para la comunicación de tipo WLAN. Los usuarios deben aceptar la interferencia de otros usuarios de WLAN legales, pero las otras fuentes de problemas de interferencia no están presentes o al menos no deben estarlo de forma legal.

1.4.3.3 Propagación Radioeléctrica

Las características de propagación de una onda varían de acuerdo con la banda de frecuencias que se utiliza, después que una onda radioeléctrica se aleja de la estación emisora por medio del aire, parte de la onda es absorbida por la superficie terrestre constituyéndose en una “onda terrestre”, si la energía radiada posee una inclinación positiva se propaga a lo largo del espacio creándose así una “onda espacial” mientras que el porcentaje de la onda radiada negativamente se refleja en su destino obteniéndose un nivel de señal.

Canopy utiliza un tipo especial de onda terrestre conocida como onda directa, su alcance de la transmisión viene dado y limitado por el horizonte geográfico de la antena transmisora. Se puede utilizar una antena directiva para dirigir la señal sobre un trayecto LOS (Línea de Vista). Para conseguir este tipo de transmisión la altura de la antena es crítica; cuanta más distancia de separación existe entre el transmisor y receptor, más altas deben estar las antenas.

1.4.3.4 Método de Acceso²⁶

El sistema Canopy utiliza un método de acceso propietario TDD/TDM, los APs utilizan TDD (Time division duplex) para los enlaces descendentes, es decir que los radios reciben o transmiten pero no todos al mismo tiempo, con esto se garantiza la máxima confiabilidad al momento de transmitir nuestros datos por el medio inalámbrico mientras que los SMs utilizan TDMA (Time Division

²⁶ www.radiocomunicacion.com.pe/conapy/especificaciones%20del%20sistema.pdf

Multiplex Access) en la transmisión ascendente para evitar contenciones y poder comunicarse con el AP. En la figura 1.17 se muestra como es utilizado TDD en los equipos Canopy, las tramas verdes pertenecen a la comunicación downlink mientras que las anaranjadas a la uplink.

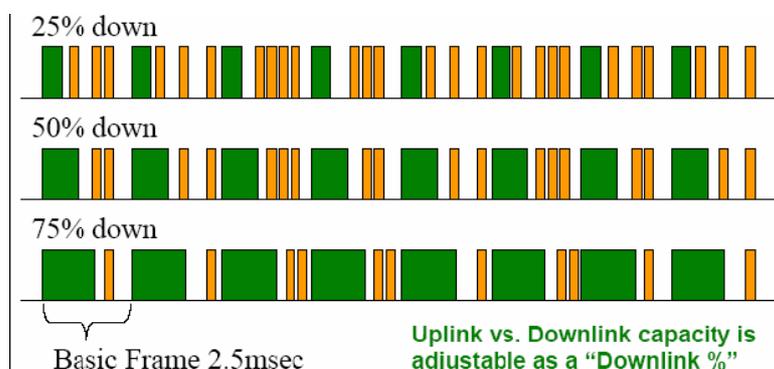


Fig. 1.17 Utilización de TDD

Cada equipo AP es un sistema TDM, que atiende a cada uno de los demás, de a uno por vez, en turnos de unos 125 milisegundos aproximadamente.

De esta manera es posible reutilizar valores de frecuencia en función de las limitaciones que poseen el espectro al momento de utilizar varios radios en una misma torre (Clúster), la tabla 1.9 recomienda el espaciamiento entre canales según su tecnología y frecuencia para obtener el mejor desempeño de la red:

MODULACIÓN	Frecuencia	VTx	Separación entre canal
FSK	900 (MHz)	Máxima	8 MHz
FSK	2,4-5,2-5,4-5,7 (GHz)	Mínima	20 MHz
FSK	2,4-5,2-5,4-5,7 (GHz)	Máxima	25 MHz
OFDM	5,4 GHz	Máxima	10 MHz

Tabla 1.9 Separación entre canales de un mismo clúster

Esta separación es importante al momento de compartir un mismo sitio de comunicaciones, además se debe recalcar que la plataforma también trabaja con reutilización de las frecuencias cuando los radios se encuentran instalados a 180° el uno del otro y sus frecuencias no se tras lapan.

1.4.3.5 No Sobrelapamiento de canales

Canopy cuenta con un sistema de no sobrelapamiento de frecuencias, el cual hace posible la reutilización de frecuencias dependiendo la ubicación física de los radios.

En la figura 1.18 se hace referencia a la reutilización de frecuencias en la tecnología Canopy:

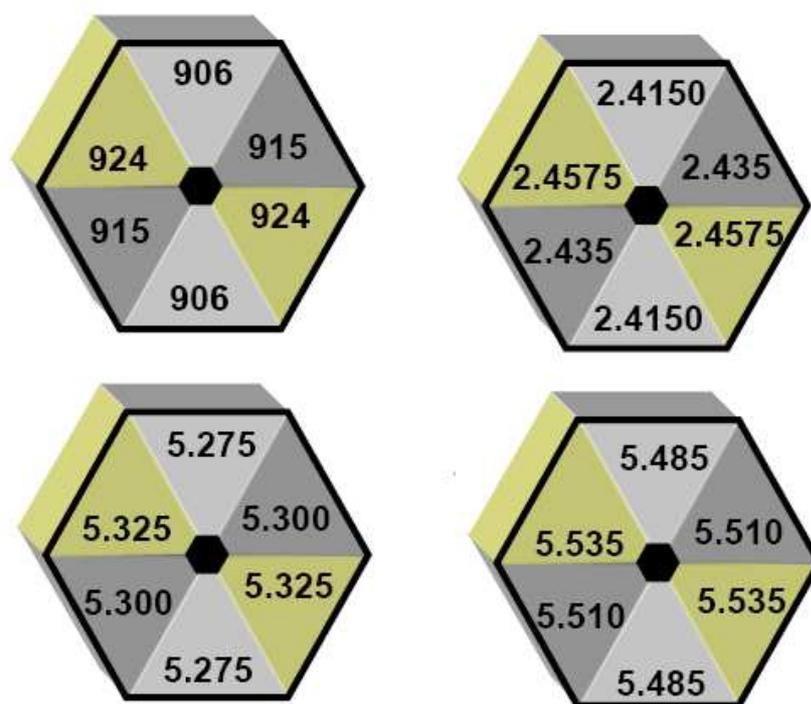


Fig. 1.18 Reutilización de frecuencias

1.4.4 LIMITACIONES DE POTENCIA

Para dispositivos ISM en operaciones Punto a Multipunto, el límite de potencia del PIRE ²⁷ (Potencia Radiada Isotrópica Efectiva) es de 1 Watt (30 dbm). Los niveles de potencia en bandas U-NII dependen de la banda en la que se opere, y son vinculados al ancho de banda utilizado. Sólo dispositivos que utilizan 20 MHz de ancho de banda pueden trabajar con potencia total regulada.

²⁷ PIRE = Potencia Del Radio + Ganancia de la Antena – Pérdida del Cable

1.4.5 MODULACIÓN

En telecomunicaciones, el término modulación engloba el conjunto de técnicas para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda sinusoidal. Estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información en forma simultánea, protegiéndola de posibles interferencias y ruidos.

La modulación digital consiste en modular la amplitud (ASK), la frecuencia (FSK) o la fase (PSK) de una onda senoidal mediante una señal digital. Los principales tipos de modulación utilizados son Q-PSK, QAM, 16-QAM, 64-QAM y 256-QAM.

Canopy trabaja con modulación BFSK (FSK binario), es una forma de modulación angular de amplitud constante, similar a la modulación en frecuencia convencional.

1.4.6 MODULACIÓN ORTOGONAL POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA (OFDM)

Es un tipo de modulación que consiste en enviar un conjunto de portadoras de diferentes frecuencias, donde cada una de estas transporta información que es modulada en QAM o en PSK .

La modulación OFDM es muy robusta frente al multitrayecto (multi-path), que es muy habitual en los canales de radiodifusión, frente a las atenuaciones selectivas en frecuencia y frente a las interferencias de RF.

Esta técnica de modulación combina múltiples canales dentro de un solo canal con señales sobrelapadas. Esto permite obtener un mayor throughput con menos requerimiento de ancho de banda y sin la existencia de problemas con interferencia.

Los equipos Canopy PTP que trabajan con tecnología OFDM transmite por encima de 1024 sub-portadoras en cada transmisor, esto le brinda al servicio Canopy enlaces más robustos que los equipos trabajando con modulación

BFSK. Además trabaja con modulación adaptativa, donde la modulación de la potencia de salida es dinámicamente modificada de acuerdo al nivel de señal recibida, por lo que se puede manejar la máxima cantidad de datos posibles para ser enviados a través de la trayectoria mientras se mantiene el enlace en los más altos niveles de calidad.

1.4.7 EFICACIA DE CANOPY FRENTE A LA INTERFERENCIA ²⁸

La eficiencia del ancho de banda es lograda a través del uso de modulación propietario, esquema robusto que permite excelente desempeño de canales y mitigación de interferencia desde otros sistemas operando en las mismas bandas de frecuencias para solucionar muchos de los problemas causados por el uso de espectro en banda no licenciada, a continuación se describen los aspectos más importantes con los cuales se combate la interferencia:

1.4.7.1 Empleo de BFSK para la modulación

Con esta modulación la relación C/I (Relación señal a ruido) necesaria para funcionar de manera adecuada con una tasa de error de 1×10^{-4} bits por segundo es de solamente 3 dB, es decir que la potencia de la señal deseada sólo debe ser 3 dB superior a la interferencia no deseada.

1.4.7.2 Instalación de redes en una topología celular

El rendimiento de la antena para rechazar señales no deseadas al estar opuestas 180°, es una característica importante. El sistema Canopy, con sus antenas integradas en el AP, tiene una relación anterior/posterior de 20 dB. Sumado a la excelente relación C/I, esto significa que un AP Canopy que recibe una señal en el umbral (la señal más débil que pueda detectar) puede recibir una señal interferente desde detrás, ya sea interna o externa, del orden de -60 dBm y soportar conexiones con una tasa de error aceptable.

²⁸ www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/stg/D-STG-SG02.20.1-2006-PDF-S.pdf

1.4.7.3 Sincronización precisa

.Con el sistema Canopy, diseñado para instalaciones en redes de gran escala, la sincronización TDD es una condición indispensable. Esto se ha resuelto con la utilización de una señal GPS y el CMMmicro. Estas señales de satélite precisas se utilizan para la temporización y, por consiguiente, para la sincronización de la transmisión y recepción, por lo que todos los sectores de una red Canopy funcionan con el mismo reloj.

1.4.8 INTERFAZ PARA LA COMUNICACIÓN CON LA RED LAN

La plataforma Canopy se conecta con una LAN por medio de una conexión de Ethernet estándar 10/100 Mbps en el puerto RJ-45 del equipo.

Además posee un puerto RJ-11, el cual nos permite realizar la restauración a valores de fábrica, enviar o recibir sincronismo desde otros equipos Canopy y por último nos ayuda para realizar una buena alineación mediante la utilización de tonos de alineamiento.

Los equipos que trabajan con modulación adaptiva (OFDM), ya no poseen el puerto RJ-11, ya que incluyen un todo de alineación sin la necesidad de cables ni audífonos, además los equipos que trabajan a velocidades mayores incluyen dos puertos de comunicaciones T1/E1, los cuales están diseñados única y exclusivamente para la comunicación de voz.

En la figura 1.19 se muestra las interfaces físicas de los equipos Canopy que trabajan con modulación FSK, mientras que en la Fig. 1.20 se muestran las interfaces de los equipos con modulación OFDM:

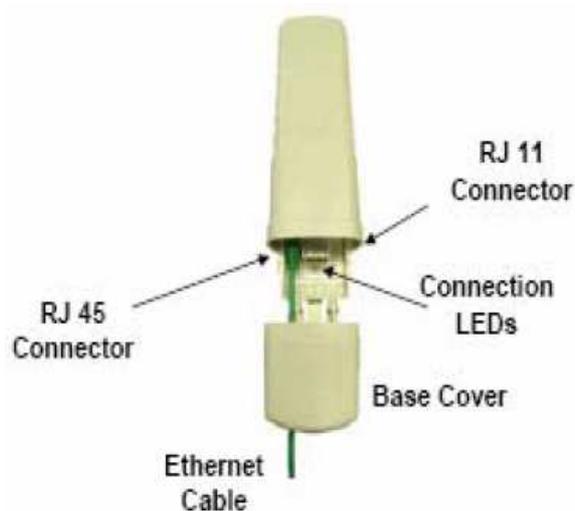


Fig. 1.19 Interfaces de los equipos con modulación FSK



Fig. 1.20 Interfaces de los equipos con modulación OFDM

Hay que recalcar que los sistemas Canopy utilizan una sola línea de comunicaciones con la red LAN, la alimentación de los equipos se la hace por medio de la utilización de un protocolo propietario ya que el estándar IEEE 802.3af en el cual se basa PoE, trabaja con voltaje continuo de 48 VDC mientras que Canopy conduce 24 VDC por los hilos 7 y 8 del cable Ethernet.

1.4.9 EQUIPAMIENTO CON LA PLATAFORMA CANOPY ²⁹

El alto rendimiento y bajo costo del sistema Canopy tienen como origen la simplicidad de su tecnología. El equipo se ha hecho evitando las

²⁹ www.gnswireless.com/UserGuide/PTP100%20User%20Guide.pdf

complicaciones, haciendo que su instalación y puesta en funcionamiento resulten más fáciles. La figura 1.21 muestra el esquema de elementos dentro del sistema Canopy.

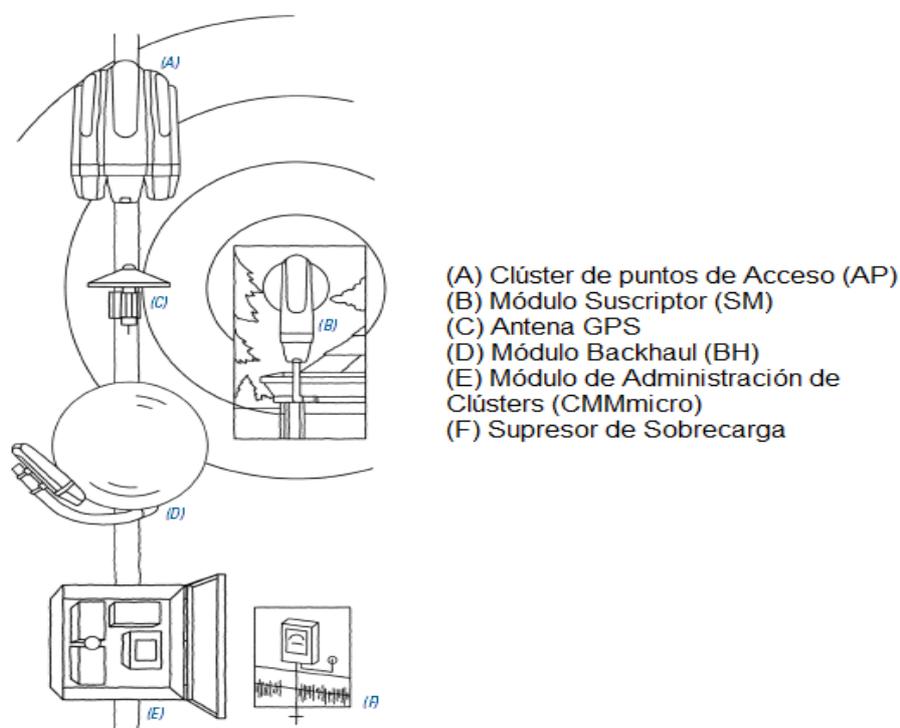


Fig. 1.21 Componentes del Sistema Canopy

1.4.9.1 Access Point (AP)

El Punto de Acceso Canopy (AP) distribuye servicios de la red que en un sector de 60 ° hasta un número de 200 suscriptores o menos y 4,096 direcciones MACs, que puede estar directamente conectados a computadores, aparatos redes IP, gateways, SMs (módulo suscriptor Canopy). El AP es configurable a través de una interfaz Web y puede comunicarse sólo con SM Canopy.

1.4.9.2 Grupo de Puntos de Acceso (Clúster)

Un clúster consiste de dos a seis APs, que juntos distribuyen los servicios de red a una comunidad de 1,200 o menos suscriptores (usuarios). Cada AP transmite y recibe un sector de 60 °. Un clúster completo cubre un área de 360°. En la figura 1.22 se muestra un clúster de AP s completo.



Fig. 1.22 Clúster completo de APs

1.4.9.3 Módulo Suscriptor (SM)

El Módulo del Suscriptor (SM) es un dispositivo de instalaciones al extremo del cliente que extiende servicios de la red al comunicarse con un AP. El SM también es configurable a través de una interfaz web.

En la figura 1.23 se muestra un SM directamente empotrado a una vivienda .



Fig. 1.23 SM

1.4.9.4 Módulo Backhaul

Un par de Módulos Backhaul (BHs) proporcionan conectividad punto-a-punto, para esto se debe configurar un BH como maestro (BHM) y otro BH como esclavo (BHS).

El BHM proporciona la señal de sincronización (sync) al BHS permitiendo que exista las tramas tanto de envío como recepción se transmitan a tiempos

específicos disminuyendo de esta manera la interferencia entre si, la tasa con la que se envía y recibe información es configurable.

Los usos que se obtienen con estos módulos incluyen la facilidad de llegar a clusters de AP lejanos, interconectar edificios de campus o sucursales remotas en enlaces de hasta 54 Km dependiendo las condiciones del lugar y topografía.

1.4.9.5 Módulo micro de administración del Cluster (CMMmicro) y antena GPS

Un CMMmicro provee energía, sincronización de radios por medio de la antena GPS y las conexiones de red para un clúster de AP o backhails conectados en la misma estructura. El CMMmicro es configurable a través de una interfaz web.

El CMMmicro contiene un switch administrable de 8 puertos que posee características PoE propietario en cada puerto y asocia cualquier combinación de APs, BHMs, BHSs, o alimentación Ethernet. El CMMmicro puede auto negociar su velocidad, sea 100Base-TX o 10Base-T, full dúplex o half dúplex, donde el dispositivo conectado está dispuesto a realizar autonegociación. Alternativamente, estos parámetros son configurables.

Un CMMmicro requiere que sólo un cable, terminando en un conector RJ-45 para cada módulo conectado y sus servicios son:

- Señalización Ethernet
- Alimentación de energía hasta 8 módulos, sean estos: APs, BHMs, o BHSs. A través de la interfaz Web, los puertos pueden ser encendidos o apagados.
- Sincronización para los equipos conectados, el CMMmicro recibe los pulsos de sincronismo con la utilización del sistema de posicionamiento global por medio de la antena GPS que se incluye en su instalación, transmite dichos pulsos de sincronización dentro de las líneas de alimentación de energía de 24 VDC con los cuales el clúster o conjunto de radios obtiene sincronización con el fin de no interferirse entre sí.

La longitud de los cables es importante al momento de realizar la instalación, los cables Ethernet que se conectan a los dispositivos no deben exceder los 100 m pero en la mayoría de los casos, el CMM se lo coloca cerca del clúster ya que sirve para exteriores mientras que el cable de la antena GPS no debe exceder los 30 m. En la figura 1.24 se muestra el paquete que incluye un CMMmicro con la antena GPS.



Fig. 1.24 CMMmicro

Hay que tener muy en cuenta que la antena GPS debe ser instalada en un lugar que no posea obstrucción con la atmósfera para poder captar la señal de los satélites de posicionamiento global.

1.4.9.6 Supresor de Sobrecarga

El supresor de sobrecarga sirve principalmente para poner a tierra cualquier descarga existente en el sistema, además brinda la función de aterrizar el cable de exteriores utilizado en estas conexiones conocido como FTP.

En la figura 1.25 se presenta un supresor de sobrecarga.



Fig. 1.25 Supresor de sobrecarga

1.4.9.7 Fuente de alimentación eléctrica

Existen dos tipos de fuentes de alimentación, la primera alimenta de energía eléctrica a equipos que trabajan con modulación FSK, mientras que la segunda conocida como PIDU (Power Indoor Unit) alimenta equipos trabajando con OFDM, la primera termina con un conector RJ-45 y un puerto tipo JACK en el cual se conecta el cable que va hacia el equipo, las IDUs por otro lado poseen un JACK para conectar hacia la parte de la red y otro que se conecta al radio. Hay que ser cuidadosos al momento de utilizarlos, ya que si por error se conecta el puerto o cable energizado a la tarjeta de red de un computador o equipo activo, el voltaje que por este circula quemaría el dispositivo. En la figura 1.26 se muestran las fuentes de alimentación Canopy.



Fig. 1.26 Fuentes de alimentación Canopy

1.4.9.8 Multiplexor T1/E1

El multiplexor T1/E1 de Canopy convierte los datos de los puertos T1/E1 en paquetes Ethernet enviados sobre el enlace Canopy PTP. Permite la transmisión de hasta 4 T1 (o 3 E1) por medio del enlace Ethernet. En la figura 1.27 se muestra el Multiplexor E1/T1.



Fig. 1.27 Multiplexor T1/E1

1.4.9.9 Reflector Pasivo

El reflector pasivo es el punto clave para los enlaces Punto-Punto, sirve para aumentar la ganancia del radio que trabaja con modulación FSK entre 11-18 dB dependiendo de la frecuencia, además disminuye el ángulo de radiación a 6° para hacerlo mas directivo, al utilizarlo con SMs lo único que se gana es disminuir la interferencia. En la figura 1.28 se muestra un módulo backhaul montado sobre un reflector pasivo y la forma en que hay que armarlo.

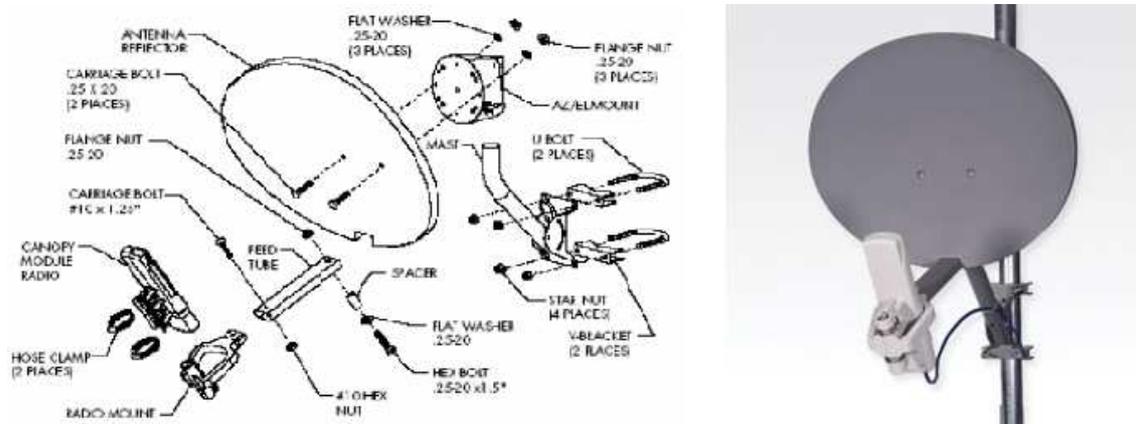


Fig. 1.28 Reflector Pasivo

1.4.10 ACCESO PUNTO MULTIPUNTO

Mayormente utilizado por los IPS para proveer servicio de Internet entre sus usuarios, también se suele utilizar en campus universitarios y sitios donde se desea comunicación con un buen ancho de banda y sobre todo que tenga una plataforma robusta.

1.4.10.1 Rendimiento Específico y Alcance del Sistema utilizado

El sistema Canopy BWA con su larga trayectoria de ingeniería en diseño, más de 60 patentes, y centenares de redes comercialmente destacadas dentro de 150 países, realmente diseñaron el Acceso de Banda Ancha Wireless para todas las aplicaciones. Diseñado para optimizar el acceso a la red, el sistema Canopy provee rendimiento específico para los siguientes casos:

- Pequeño y gran número de suscriptores en la red
- Suscriptores localizados cerca y lejos del punto de acceso a la red
- Conexión utilizando diferentes tipos de tráfico

El radio de acción y el rendimiento específico de datos están condicionados en varios factores incluyendo: Terreno, vegetación, piso de ruido elevado (interferencia), y otras condiciones. Los módulos del sistema Canopy son diseñados para proveer comunicación con una diferencia mínima en el rendimiento específico como incrementos de distancia y conforme los suscriptores se suman a la red. La técnica única de señalamiento del sistema Canopy le provee una tasa de datos y un rendimiento específico a usuarios a través de la zona de cobertura.

1.4.10.2 Acceso a la Red

Los Access Point y Módulos Suscriptores del sistema Canopy comprenden la red de acceso. Los APs son la cabeza de distribución y cada uno presta servicio hasta 200 suscriptores en un radio de 60°. Los APs pueden estar agrupados en grupos de hasta seis equipos para brindar cobertura en un radio de 360° con Línea de Vista (LOS) para una comunidad de hasta 1,200 suscriptores.

Por otro lado, los SMs son instalados en el lugar del suscriptor. Con la serie 400 de Canopy, los AP y SM proveen comunicación con poca visibilidad (nLOS) y también sin línea de vista (NLOS) a través del uso de tecnología OFDM, el radio de cobertura varía a 90°, por lo que un clúster de AP OFDM consiste en 4, utilizan prefijos cíclicos más largos y también antenas con un alto nivel de ganancia. La mejora se ve más en medios multi trayectoria donde la

señal se refleja fuera de edificios y otros objetos. Las mejoras en la penetración por medio de árboles también es posible. En general, la tecnología OFDM mejora el desempeño en entornos con poca línea de vista o que carecen de ésta.

1.4.10.3 La Infraestructura de la Red

Una red Canopy puede ser diseñada como una infraestructura para proveer aplicaciones de última milla banda ancha. Las redes Canopy pueden suministrar conectividad para WiMAX, WLAN, y otras redes como se muestra en la Fig. 1.29.

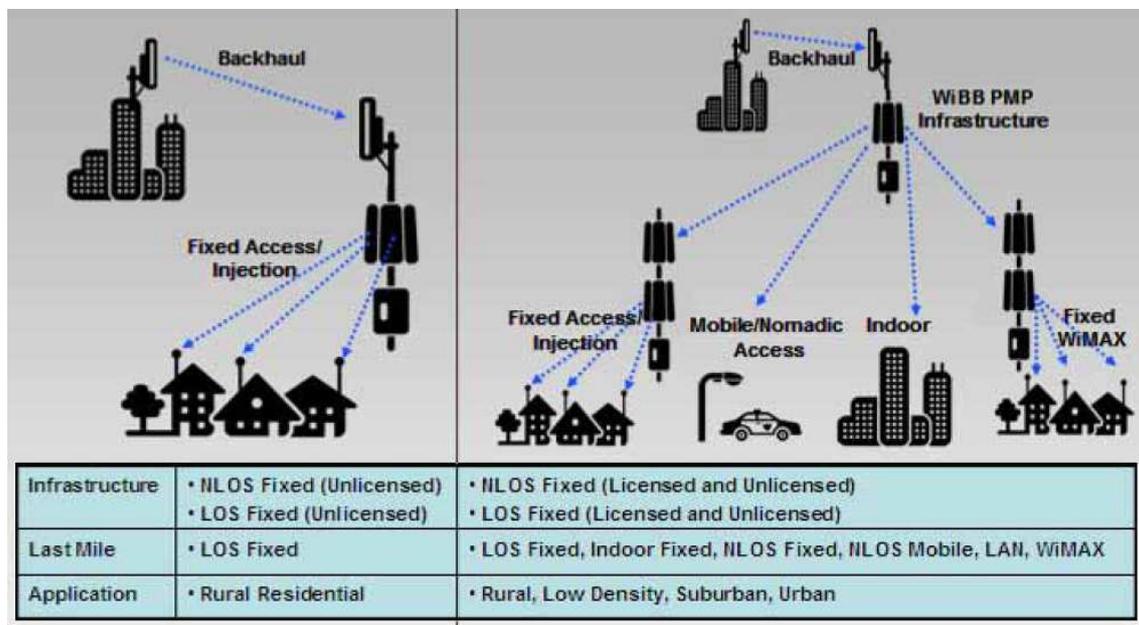


Fig. 1.29 Tipos de conexiones punto-multipunto

Además la arquitectura de sistema Canopy soporta configuraciones remotas para los AP y SM ampliando de manera rápida la red.

Ya que los equipos trabajan en varios rangos de frecuencia, Motorola recomienda que el backbone de la red sea implementado con equipos a 5.2 y 5.7 GHz, ya que a esas frecuencias se tienen menos interferencia, mientras que los equipos que trabajan a 2.4 GHz pueden proveer el acceso a los usuarios finales, por último el uso de equipos trabajando a 900 MHz se los recomienda utilizar para ubicaciones donde no existe línea de vista.

En la tabla 1.10 se muestra la comparación entre los diferentes sistemas punto – multipunto existentes, tomando en cuenta sus características y aplicaciones.

Producto	Tipica Aplicación	Características
Canopy CSM54400 SM	Empresas y/o servicios residencias banda ancha	<ul style="list-style-type: none"> • Máximo ancho de banda de 21 Mbps por usuario
Canopy Advantage SM	Servicios Banda ancha para empresas	<ul style="list-style-type: none"> • Máximo ancho de banda de 14 Mbps por usuario
Canopy SM	Residencial y/o servicios banda ancha para empresas	<ul style="list-style-type: none"> • Máximo ancho de banda de 7 Mbps por usuario • Operación configurable
Canopy Lite SM	Mercados emergentes o servicios residenciales banda ancha	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de transmisión configurada es de 512 Kbps para un solo usuario • Actualizaciones 1,2,3,4 hasta obtener un total de 7 Mbps por usuario

Tabla 1.10 Equipos punto – multipunto

En la figura 1.30 se muestran los rangos de frecuencia de los equipos dependiendo de su tecnología:

Frequency	Canopy 400 Series	Canopy Advantage	Canopy	Canopy Lite
900 MHz			•	
2.4 GHz		•	•	•
5.1 GHz		•	•	•
5.2 GHz		•	•	•
5.4 GHz	•	•	•	•
5.7 GHz	•	•	•	•
5.9 GHz		•	•	

Fig. 1.30 Rangos de Frecuencia

1.4.10.4 Desempeño

Gracias al CMMmicro, es posible la reutilización de frecuencias dentro de un área geográfica sin generar interferencia entre los mismos equipos de la red, creando una red de alto desempeño asegurando la comunicación confiable cuando otros transmisores están presentes.

La figura 1.31 nos muestra las diferencias con respecto a rendimiento, tasas de ráfaga y tasas de Información Comprometidas (CIR) para cada uno de los módulos Canopy.

Product	Total Aggregate Throughput	Burst	CIR in Each Direction	VoIP Channels Supported	Typical Application
Canopy 400 Series SM	21 Mbps	21 Mb	No Cap	Multiple	Residential and/or Enterprise Broadband Services
Canopy Advantage SM	14 Mbps	14 Mb	No Cap	Multiple	Enterprise Broadband Services
Canopy SM	7 Mbps	14 Mb	No Cap	Multiple	Residential and/or Enterprise Broadband Services
Canopy Lite SM	512 Kbps 1 Mbps 2 Mbps 4 Mbps 7 Mbps	768 kb 1.5 Mb 3.0 Mb 7.0 Mb 7.0 Mb	100 kbps 100 kbps 100 kbps 200 kbps 200 kbps	1 1 1 2 2	Emerging Market or Residential Broadband Services

Fig. 1.31 Rendimiento del sistema Canopy

1.4.11 ACCESO PUNTO A PUNTO

Existen varios módulos Canopy utilizados para enlaces punto a punto, trabajan con velocidades de transmisión entre 10, 20, 30, 60, 150 y 300 Mbps dentro de algunas bandas de frecuencia del espectro no licenciado. Los módulos PTP (Punto a Punto) son fáciles de instalar, pueden estar completamente instalados en un par de horas ahorrando tiempo y gastos. Muchos de los módulos backhaul están disponibles con reflectores pasivos para ampliar el alcance.

1.4.11.1 Serie PTP 100

Los BH de la Serie 100 utilizan el programa de modulación de Plataforma de banda ancha inalámbrica Canopy de Motorola, para ofrecer conectividad de banda ancha hasta una distancia de 56 km (35 millas). La serie PTP 100 está disponible en una amplia gama de frecuencias (2,4; 5,1; 5,2; 5,4 y 5,8 GHz) y es única dado que ofrece un procesamiento constante en configuraciones de visibilidad directa (LoS).

Los equipos de la serie PTP 100 pueden ser de 20 Mbps (14 Mbps efectivos) y 10 Mbps (7 Mbps efectivos). Son ideales para condiciones en las que existe Línea de Vista directa sin obstrucciones. Son altamente confiables, resisten a las inclemencias del clima y son de diseño compacto y resistente. Las radios PTP 100, producen índices de datos constantes en caso de interferencias. Las aplicaciones ideales para estos puentes son las ubicaciones rurales o remotas, las aplicaciones en campus, sistemas temporales y de emergencia, vigilancia por video, aprendizaje y banca electrónicos.

1.4.11.2 Serie PTP 400 y 600 Canopy de Motorola

Esta serie de radios permite a usuarios alcanzar un rendimiento mayor con distancias de hasta 200 Km, se los conoce también como puentes Ethernet inalámbricos. Proveen una confiabilidad del 99.999 %, aún en los ambientes más desafiantes. A distancias cortas se pueden obtener velocidades de hasta 300 Mbps. Estos módulos están disponibles con antenas no conectorizadas (integradas) o con antenas conectorizadas las cuales se las utiliza con una antena externa con el objetivo de aumentar la ganancia del sistema.

En la figura 1.32 se muestran los equipos de la serie PTP 400 y 600 ya que físicamente son similares.



Fig. 1.32 Equipos serie PTP 400 y 600

Los equipos tanto de la serie PTP 400 como la serie PTP 600 son actualizables mediante el uso de llaves, es decir que los equipos de 30 Mbps pueden actualizarse por medio de llaves a 60 Mbps y los de 150 Mbps a 300 Mbps sin la necesidad de cambiar el hardware.

1.4.11.2.1 PTP 400

Las soluciones de la serie PTP 400 de Motorola alcanzan una calidad elevada, conectividad confiable sin visibilidad directa (NLoS) y conectividad de visibilidad directa de largo alcance en lugares donde otras soluciones inalámbricas no funcionan. De hecho, la serie PTP 400 de puentes Ethernet inalámbricos punto a punto, trabajan dentro de las frecuencias de 4,9; 5,4; y 5,8 GHz ofreciendo velocidades de transmisión efectivas de hasta 43 Mbps y su alcance es de 200 Km (124 millas).

Todos los productos de la serie PTP 400 de Motorola incluyen una combinación única de tecnologías diseñadas para brindar protección en caso de rendimientos bajos o intensamente altos, incluidos:

- Entrada múltiple, salida múltiple
- Multiplexado de la División de frecuencia ortogonal inteligente
- Control de espectro avanzado con selección de frecuencia dinámica inteligente
- Modulación adaptada
- Diversidad espacial

Normalmente se los utiliza en entornos difíciles sin visibilidad directa o similar, incluida la implementación que atraviesa largas distancias y viaja sobre el agua. Aún en lugares obstaculizados y de gran interferencia, éstas soluciones son exitosas en un 99% de los casos.

1.4.11.2.2 PTP 600

Los puentes Ethernet inalámbricos punto a punto de la serie PTP 600 combinan la velocidad y confiabilidad de las soluciones inalámbricas licenciadas con la flexibilidad del espacio no licenciado.

Estos sistemas operan en las bandas de 5.8 y 5.4 GHz con una velocidad de hasta 300 Mbps y están diseñados prácticamente para cualquier entorno, ya sea en condiciones con y sin línea de vista, y con alta interferencia.

Gracias a la exclusiva combinación de tecnologías de Motorola, las soluciones de la serie PTP 600 aumentan el rendimiento del enlace en una amplia gama de aplicaciones, VoIP, video vigilancia, aprendizaje a distancia, telemedicina y enlaces E1/T1.

Los puentes de la serie PTP 600 están incorporados en el portafolio MOTOWi4 de Motorola de innovadoras soluciones de banda ancha inalámbrica que permiten crear, complementar y estructurar redes IP.

En la tabla 1.11 se resumen las características de la plataforma PTP 400 y 600

Equipo	Frecuencia	Ancho de banda Real	Requerimiento de Línea de vista y alcance	Aplicaciones
PTP 100 Lite	2.4,5.1,5.2, 5.4, 5.8 GHz	7.5 Mbps	LOS-Up to 35 miles (56 km)	Alto rendimiento Servicios de Voz datos y video
PTP 100	2.4,5.1,5.2, 5.4, 5.8 GHz	14.0 Mbps	LOS-Up to 35 miles (56 km)	Backhaul para una estación WiMAX
PTP 400 Lite	4.9, 5.4, 5.8 GHz	1.5-21 Mbps	LOS-Up to 124 miles (200 km) NLOS-Up to 25 miles (40 km) NLOS-Upto6miles(10km)	Servicios Canalizados T1/E1 en grandes distancias
PTP 400	5.4 & 5.8 GHz	3-43 Mbps	LOS-Up to 124 miles (200 km) NLOS-Up to 25 miles (40 km) NLOS-Up to 6 miles (10 km)	Interconexión de campus, oficinas remotas y enlaces de backbone inalámbricos
PTP 600 Lite	5.4 & 5.8 GHz	7-150 Mbps	LOS-Up to 124 miles (200 km) NLOS-Up to 25 miles (40 km) NLOS-Up to 6 miles (10 km)	Expansión de la PBX
PTP 600	5.4 & 5.8 GHz	14-300 Mbps	LOS-Up to 124 miles (200 km) NLOS-Up to 25 miles (40 km) NLOS-Up to 6 miles (10 km)	Seguridad inalámbrica a la red Seguridad Remota de vigilancia

Tabla 1.11 Tecnología PTP 400 y 600

Mientras que en la tabla 1.12 se presenta un resumen del tipo de modulación existente para todos los equipos mencionados.

Producto	Rango de Frecuencia					
	900 MHz	2.4 GHz	5.1 GHz	5.2 GHz	5.4 GHz	5.7 GHz
Módulo Access Point	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Módulo Suscriptor	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Módulo Suscriptor con Reflector		✓		✓	✓	✓
Módulo Backhaul		✓	✓	✓	✓	✓
Módulo Backhaul con Reflector		✓	✓	✓	✓	✓
Módulo Backhaul de la serie OFDM					✓	✓
CMMmicro	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Multiplexor T1/E1		✓	✓	✓	✓	✓
Fuente de Energía	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Supresor de sobrecarga	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla. 1.12 Resumen de Frecuencias

Hay que tener muy en cuenta las regulaciones nacionales o regionales de cada país, ya que estas pueden limitar el EIRP o el uso de reflectores, por consiguiente puede requerirse que la potencia de transmisión sea reducida. Además hay que tomar en cuenta los siguientes factores:

- El material reflector usado con un SM reduce amplitud del haz para reducir interferencia, pero *no aumenta* el alcance del enlace.
- El material reflector en ambos extremos de un enlace BH, reduce amplitud del haz para reducir interferencia y también aumenta el alcance del enlace.

En la tabla 1.13 se indican las distancias alcanzables cuando utilizamos equipos PTP dependiendo su frecuencia y la forma en que estos son utilizados.

Banda de Frecuencia	Tasa de Modulación (Mbps)	Rendimiento Específico	
		Sin Reflectores	Ambos con Reflectores
2.4GHz@100mW (ETSI)	10	7.5 Mbps hasta 2 Km	7.5 Mbps hasta 16 Km
	20	14 Mbps hasta 1 Km	14 Mbps hasta 8 Km
2.4 GHz @ 1W	10	7.5 Mbps hasta 8 Km	7.5 Mbps hasta 56
	20	14 Mbps hasta 5 Km	14 Mbps hasta 56 Km
5.1 GHz	10	7.5 Mbps hasta 3.2 Km	
	20	14 Mbps hasta 3.2 Km	
5.2 GHz	10	7.5 Mbps hasta 3.2 Km	
	20		
5.2 GHz ER	10		7.5 Mbps hasta 16
	20		14 Mbps hasta 8 Km
5.4 GHz	10	7.5 Mbps hasta 3.2 Km	7.5 Mbps hasta 16
	20	14 Mbps hasta 1.6 Km	14 Mbps 8 Km *
	30	Dinámicamente variable desde 1.5 hasta 21 Mbps agregados **	
	60	Dinámicamente variable desde 3 hasta 43 Mbps agregados **	
5.7 GHz	10	7.5 Mbps hasta 3.2 Km	7.5 Mbps hasta 56
	20	14 Mbps hasta 1.6 Km	14 Mbps hasta 56 Km
	30	Dinámicamente variable desde 1.5 hasta 21 Mbps agregados **	
	60	Dinámicamente variable desde 3 hasta 43 Mbps agregados **	

	150	Dinámicamente variable desde 7 hasta 150 Mbps agregados **	
	300	Dinámicamente variable desde 14 hasta 300 Mbps agregados **	
NOTA			
* La información corresponde a distancias con la energía reducida a dentro 1 W (30 dBm) EIRP.			
** El alcance de los equipos OFDM varía dependiendo de la topología del enlace, pueden cubrir los siguientes rangos:			
➤ LoS - Up to 124 Miles (200 Kilometers)			
➤ nLoS - Up to 25 Miles (40 Kilometers)			
➤ NLoS - Up to 6 miles (10 Kilometers)			
** Utilizar el software LINKPlanner para obtener un rendimiento aproximado.			

Tabla 1.13 Distancias alcanzables en red Punto-Punto

1.4.12 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LA PLATAFORMA CANOPY

La plataforma Canopy de Motorola ofrece varias características importantes con respecto seguridad y administración de los equipos, las cuales se mencionan a continuación.

1.4.12.1 Encriptación de la transmisión ³⁰

El sistema Canopy mejora la seguridad con encriptación DES (Data Encryption Standard, o Estándar de encriptación de datos) por aire. Para lograr un máximo nivel de seguridad, la plataforma también está disponible en algunas zonas con AES (Advanced Encryption Standard, o Estándar de encriptación avanzada) que proporciona un cifrado de 128 bits, con lo que se garantiza una transmisión de datos segura.

1.4.12.1.1 Encriptación DES

Es un código de 56 bits que provee seguridad a través del aire para datos transmitidos y se activa seleccionando las opciones de configuración apropiadas en la página de Configuración de cada módulo Canopy.

³⁰ Curso Motorola CPT200, Estudio de la Plataforma Canopy de Motorola, Seguridad

La encriptación y desencriptación es manejada fuera del paquete normal, por lo tanto no agrega latencia al sistema. Los BH de 30, 60, 150 y 300 Mbps utilizan encriptación

1.4.12.1.2 Encriptación AES

AES utiliza el algoritmo de Rijndael y una clave de 128 bits para establecer seguridad de alto nivel superior a DES. Debido a este alto nivel de seguridad, el gobierno de los E.E.U.U. controla la exportación de los productos de las comunicaciones que utilizan AES, para asegurarse de que estos productos estén disponibles solamente en ciertas regiones.

La tabla 1.14 muestra un resumen de los diferentes tipos de métodos de encriptación que los equipos Canopy poseen.

Banda de Frecuencia	Productos disponibles según el tipo de encriptación.	
	DES	AES
2.4GHz @ 100mW (ETSI)	✓	✓
2.4 GHz @ 1W	✓	✓
5.1 GHz	✓	
5.2 GHz	✓	✓
5.4 GHz	✓	✓
5.7 GHz	✓	✓
900 MHz	✓	✓

Tabla 1.14 Resumen de métodos de encriptación

1.4.12.2 Autenticación de usuario

Los radios Canopy trabajan con dos niveles de usuario, es decir se puede configurar los equipos de tal manera que solo el usuario administrador pueda modificar la configuración mientras que un usuario sin privilegios de administrador solamente podrá observar la información básica sin la posibilidad de manipularla.

1.4.12.3 Código de Color

El código de color sirve para enlazar dos equipos siempre y cuando ambos equipos posean el mismo valor de código de color, se puede escoger entre 0 a 254 tanto en combinaciones AP-SM, BHM-BHS, si el código de color es distinto el enlace nunca se conectará.

En todos los módulos Canopy el valor por defecto del código de color es 0.

1.4.12.4 Analizador de Espectro

Antes de realizar cualquier instalación inalámbrica es necesario hacer un análisis de espectro en el sitio en donde se instalará el radioenlace, los equipos Canopy poseen incorporado dentro de su firmware, un analizador de espectro en los modelos SM y BHS, esta herramienta es muy importante ya que nos permite determinar el piso de ruido en el cual nos encontramos y partiendo de esto podemos utilizar la relación portadora/interferencia (C/I) de 3 dB por encima del piso de ruido para garantizar el enlace. Hay que tener en cuenta que los AP y BHM no poseen analizador de espectro pero existe la posibilidad de hacerlos SM y BHS respectivamente para poder utilizar esta herramienta.

1.4.12.5 SNMP y PRIZM

Canopy utiliza el protocolo SNMPv2 (Simple Network Management Protocol version 2), es un protocolo de nivel de aplicación que pertenece a la familia TCP/IP y que ofrece servicios de gestión de red. Data de 1990 y está apoyado por la mayoría de los fabricantes de equipos de comunicaciones.

SNMP permite crear herramientas de gestión que:

- Informen del funcionamiento de la red o subred
- Detecten averías y funcionamientos incorrectos
- Permitan actuar sobre los elementos de la red: modificando su configuración, desconectando equipos, etc.

Para esto, es necesaria la utilización de los comandos:

- Get: obtiene datos por medio de un agente.
- Set: cambia datos en un dispositivo administrado por medio de un agente.
- Trap: envía mensajes no solicitados a la estación de administración.

El protocolo SNMP es utilizado por el software conocido como “Canopy Prizm” , es el sistema de gestión y autenticación de usuarios Canopy para las redes Pre-Wimax basadas en dispositivos Canopy. Con este software se puede monitorear y administrar todos los elementos inteligentes de la red (APs y Suscribers), desde un solo punto, tan solo hay que instalarlo en un PC que tenga acceso a la red Canopy a administrar y desde el se accede a todos y cada uno de los elementos de red para su gestión/administración.

1.4.12.6 PTP LINKPlanner

Esta aplicación permite que los diseñadores de la red determinen las características del rendimiento de enlaces para la solución inalámbrica de las series PTP 300 y 600. El modelo PTP LINKPlanner, disponible para PC y Mac, permite que el operador recree situaciones "hipotéticas", basadas en la geografía, distancia, altura de la antena, potencia de transmisión y otros factores a fin de optimizar el rendimiento del sistema antes de implementarlo.

PTP LINKPlanner es una herramienta que se utiliza para planificar la implementación exitosa de miles de enlaces punto-a-punto en todo el mundo, ya que posee una herramienta que permite el ingreso de las coordenadas la posibilidad de insertar el enlace en el Google Earth y verlo con mayor precisión ya que también nos muestra el perfil topográfico del enlace y la zona de Fresnel.

El modelo LINKPlanner brinda la posibilidad de planificar enlaces simples y múltiples simultáneamente, una función inteligente que ahorra tiempo, además se acerca mucho a la realidad teniendo en cuenta que hay como configurar el nivel de interferencia, piso de ruido, ganancia de las antenas, tipo de radio y muchas otras cosas que se indican al momento de realizar el diseño de la red.

En la figura 1.33 se muestra un esquema de un perfil de enlace con la utilización de la plataforma PTP LINKPlanner sobre un enlace cualquiera tomado como ejemplo.

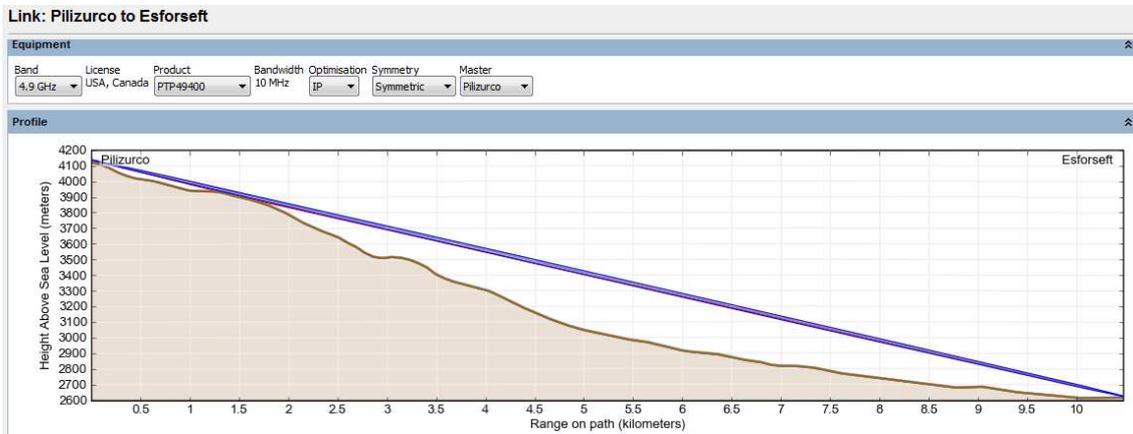


Fig. 1.33 Perfil topográfico de un enlace

Además el software LINKPlanner utiliza la herramienta Google Earth para describir el enlace de manera mas precisa, en la figura 1.34 y 1.35 se muestra un ejemplo de enlace obtenido mediante la utilización de la herramienta Google Earth.

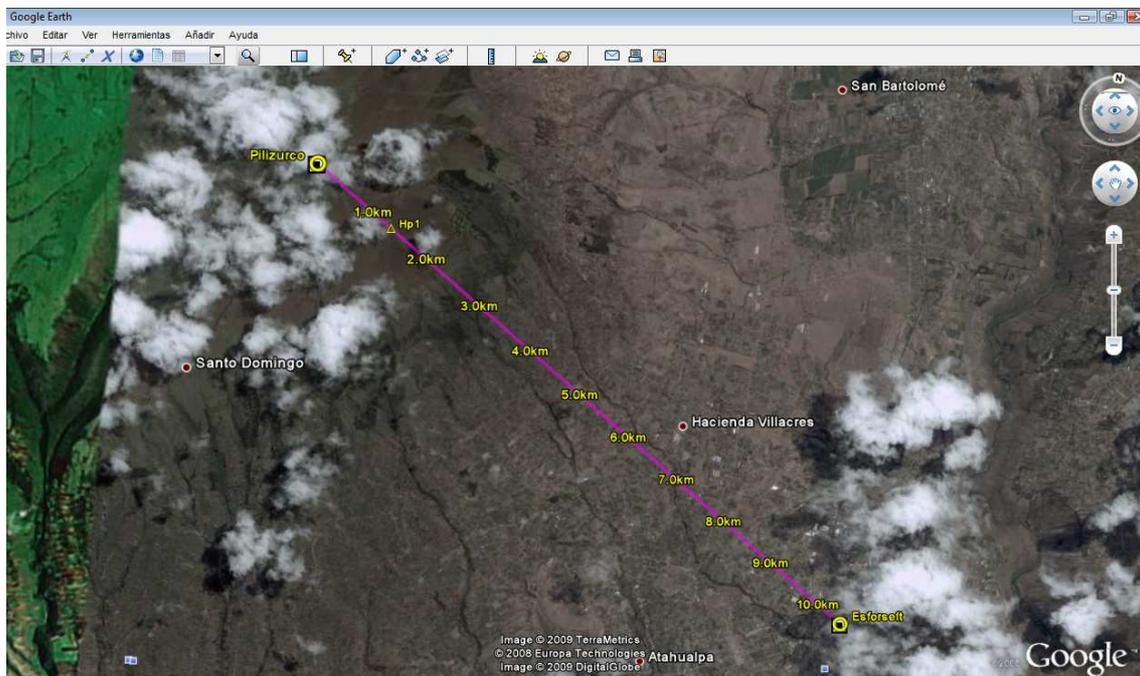


Fig. 1.34 Ejemplo de un enlace con la herramienta Google Earth

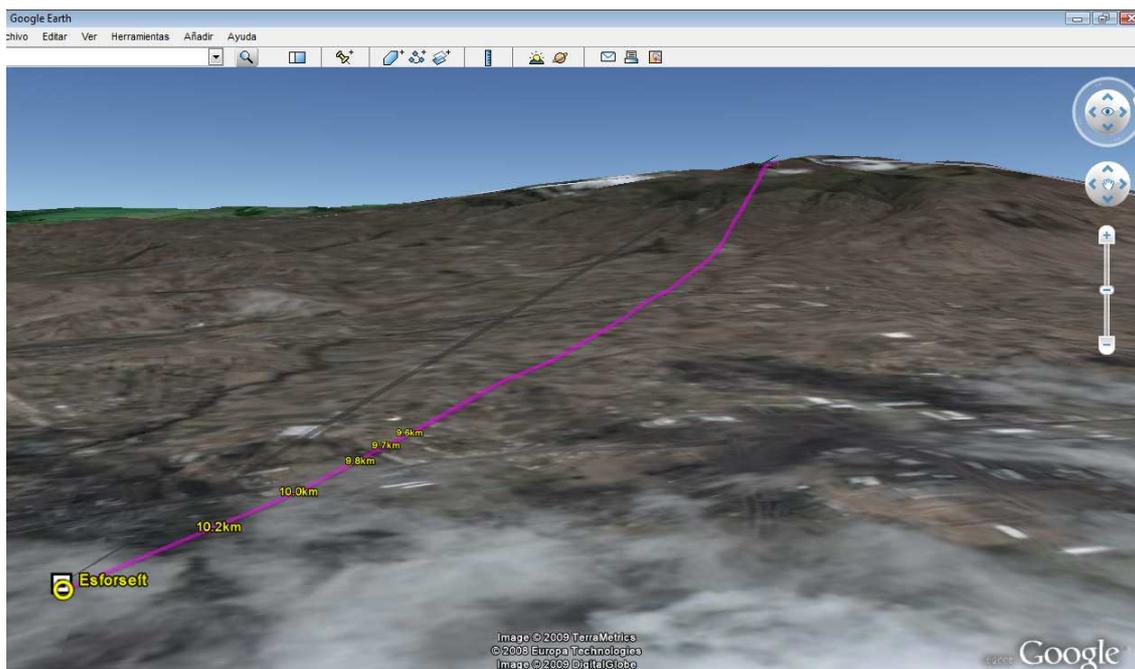


Fig. 1.35 Enlace desde Google Earth

Como se puede observar, la herramienta LINKPlanner no solo nos ayuda con el perfil topográfico del radioenlace PTP, sino que también nos brinda la facilidad de utilizar todas las herramientas que el programa Google Earth nos ofrece, esto es movilidad, acercamiento entre otras. Por esta y otras bondades se realizará en un futuro un estudio a mayor escala, ya que esta herramienta nos ayudará mucho al momento de diseñar la red de datos del Servicio Social de la Fuerza Terrestre.

1.4.12.7 Traducción de direcciones de Red (NAT)

El NAT (Traducción de Direcciones de Red) provee un medio para utilizar direcciones de IP privadas (no ruteables a través de Internet) detrás de un ruteador, un switch o un firewall, traduciendo todas esas direcciones que quieren acceder a la red pública a una dirección IP ruteable (pública).

Además actúa como un firewall evitando el acceso a la red privada desde el exterior. Los equipos Canopy realizan una traducción a nivel de puerto y examinan los paquetes que llegan para comprobar que son una respuesta a los paquetes generados desde la red privada.

Sin NAT, Canopy funciona como un bridge capa 2 es decir que no ejecuta ruteo ni switcheo de direcciones, NAT es utilizado principalmente en los SM de los suscriptores de un ISP para proteger la información contenida en su red LAN del hogar, ya que si no se levanta este protocolo todos los radios inalámbricos estarían dentro de la misma red, además que con NAT activo el SM se convierte en un servidor DHCP para la LAN.

1.4.12.8 Cables de conexión

El cable y las conexiones de cable apropiados son extremadamente importantes para asegurar el funcionamiento apropiado del sistema Canopy. El sistema Canopy normalmente está instalado en el exterior, pueden ser torres de radio y localizaciones superiores de la azotea de edificios y casas. Motorola recomienda el uso de los cables para exterior blindados (FTP) que posean características acorde a los estándares 5e, por lo tanto hay que tener mucho cuidado al momento de conectar los cables de transmisión.

2 DISEÑO DE LA RED NACIONAL DEL SERVICIO SOCIAL DE LA FUERZA TERRESTRE

2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realiza el diseño de la Red Nacional del Servicio Social de la Fuerza Terrestre, teniendo en cuenta los requerimientos de esta entidad al presente y con proyección a futuro, la tecnología escogida para su diseño es la plataforma Canopy de Motorota. Para facilitar el entendimiento del esquema de comunicaciones propuesto, se divide el diseño en tres tipos de redes distintas, las cuales serán descritas una por una, para esto se toma en cuenta la ubicación geográfica de los puntos de interconexión, topología física de la red, distancia existente entre puntos y perfil topográfico obtenido con un software propietario de Motorola conocido como LINKPlanner.

La primera red a diseñar será conocida como RED MAN que abarca la comunicación completa entre todos los puntos y sucursales del SSFT dentro de la Provincia de Pichincha, la segunda red se la identifica como la RED BACKBONE que permite la comunicación entre las diferentes provincias a través de puntos estratégicos escogidos para su trayectoria, por último se tendrá la RED DE ÚLTIMA MILLA que nos permite la comunicación a los puntos finales conocidos como las sucursales a nivel nacional del Servicio Social de la Fuerza Terrestre.

Debido a que el SSFT forma parte de la Fuerza Terrestre, existe un convenio entre el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas (COMACO) y el Servicio Social por medio del cual, el SSFT puede hacer uso previa autorización y convenio entre los principales dirigentes de estas entidades, de los espacios físicos militares a lo largo del territorio nacional. Este factor es clave al momento del diseño, ya que el Ejército Nacional posee torres e infraestructura físicas instaladas a lo largo de los principales cerros y elevaciones que la geografía nacional nos brinda. Se pretende analizar la forma de llegar a los destinos finales por medio de los puntos previamente mencionados.

Una vez planteada la trayectoria a seguir por las distintas redes, se procede a realizar la selección de equipos necesarios para cumplir con los requerimientos de la Red Nacional de comunicaciones propuesta, incluyendo antenas externas y equipos activos para intercomunicar entre si los diferentes puntos de la red.

Además se realizan los cálculos necesarios de pérdida en espacio libre, ganancia del sistema y zona de Fresnel con el fin de garantizar el desempeño y funcionalidad de la red de comunicaciones propuesta.

Por último, se plantea el esquema de direccionamiento IP que se tendrá en los equipos de la Red Nacional de comunicaciones, considerando algunos factores que influyen al momento de formar parte de sitios pertenecientes a espacios físicos militares.

2.2 CONSIDERACIONES PRELIMINARES³¹

A continuación se consideran algunos aspectos importantes para el diseño de la red.

2.2.1 CAMPOS Y ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

La radiación electromagnética, conocida también como onda electromagnética, consiste en la oscilación de un campo eléctrico y un magnético que vibran perpendicularmente el uno con respecto al otro y viajan por el espacio a la velocidad de la luz en dirección a su línea de propagación.

Una onda electromagnética, como cualquier onda, tiene como forma básica una senoide que tiene cierta velocidad, frecuencia y longitud de onda. Las mismas están representadas por una simple relación:

$$velocidad = frecuencia \cdot longitud \ de \ onda \quad (2.1)$$

³¹ ROB FLICKENGER, Redes Inalámbricas en Países en Desarrollo, Tercera Edición, Septiembre 2008
<http://wndw.net/download.html#spanish>

2.2.1.1 Medio de transporte ³²

Una cualidad de las ondas electromagnéticas es que no necesitan un medio de transporte, a diferencia de otros tipos de onda, como el sonido, que necesitan un medio material para propagarse, la radiación electromagnética se puede propagar en el vacío. En el siglo XIX se pensaba que existía una sustancia indetectable, llamada éter, que ocupaba el vacío y servía de medio de propagación de las ondas electromagnéticas.

La luz, los rayos X, las microondas y otras ondas de radio constituyen ejemplos de ondas electromagnéticas.

2.2.1.2 Longitud de onda y frecuencia

La longitud de onda (denotada como λ) es la distancia que recorre una onda al llevar a cabo una oscilación completa. La frecuencia es el número de oscilaciones completas que pasan por un punto fijo en un segundo. La frecuencia de una onda se mide en ciclos por segundos (o Hertz, abreviado Hz), y la longitud de onda en metros.

Una onda posee un valor máximo el cual se le conoce como amplitud de la onda, la relación entre frecuencia, longitud de onda y amplitud se muestra en la Fig. 2.1.

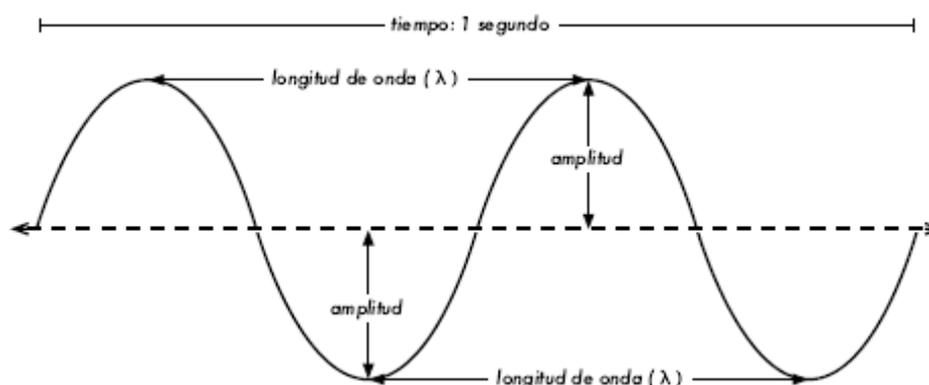


Fig. 2.1 Longitud de onda, amplitud, y frecuencia.

³² http://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n_electromagn%C3%A9tica
http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Ondasbachillerato/ondasEM/ondasEleMag_indice.htm

En el caso de las ondas electromagnéticas, la velocidad de propagación corresponde a la velocidad de la luz.

$$c = 300,000 \text{ km/s} = 300,000,000 \text{ m/s} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Obteniéndose que:

$$c = f * \lambda \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} \quad (2.2)$$

Algunas reglas importantes que se deben tener en cuenta cuando trabajamos con ondas electromagnéticas se muestran a continuación:

- Cuanto más larga es la longitud de onda, más lejos llega.
- Cuanto más larga la longitud de onda, mejor viaja a través y alrededor de obstáculos.
- Cuanto más corta la longitud de onda, puede transportar mayor cantidad de datos.

2.2.2 PROPAGACIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS ³³

Se refiere a la propagación de ondas electromagnéticas en el espacio libre, aunque el espacio libre realmente implica en el vacío, con frecuencia la propagación por la atmósfera terrestre se llama propagación por espacio libre.

Una onda se propaga en línea recta solamente en el vacío, en cualquier otro medio puede cambiar su trayectoria debido a la presencia de obstáculos o de diferencias en la composición del medio.

Las ondas electromagnéticas se propagan a través de cualquier material dieléctrico incluyendo el aire por la energía transmitida desde la fuente, posteriormente esta energía se recibe en el lado de la antena receptora.

³³ http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/vila_b_ca/capitulo1.pdf

2.2.2.1 Frente de Onda

Los conceptos de frentes de onda son auxiliares para ilustrar los efectos de propagación de las ondas electromagnéticas a través del espacio libre, esto considerando que las ondas no son visibles al ojo humano.

Un frente de onda representa una superficie de ondas electromagnéticas de fase constante. El frente de onda es formado cuando se unen los puntos de igual fase propagados desde la misma fuente de radiación.

2.2.2.2 Absorción

La absorción de las ondas electromagnéticas se da cuando estas viajan por el aire, el cual está formado por átomos y moléculas de distintas sustancias gaseosas, líquidas y sólidas. Estos materiales pueden absorber a las ondas electromagnéticas causando pérdidas por absorción. Cuando la onda electromagnética se propaga a través de la atmósfera terrestre, se transfiere energía de la onda a los átomos y moléculas atmosféricas.

Una vez absorbida, la energía se pierde para siempre, lo que provoca una atenuación de las intensidades de voltaje y campo magnético al igual que una reducción correspondiente en la densidad de potencia.

En general, encontramos una fuerte absorción en los materiales conductores, sobre todo en metales. El otro material absorbente para las ondas, en las frecuencias relevantes a las redes inalámbricas, (rango de microondas) es el agua en todas sus formas (lluvia, neblina, y la contenida en el cuerpo humano).

2.2.2.3 Reflexión

Todos conocemos la reflexión de las ondas visibles en espejos o superficies de agua. Para la radio frecuencia, la reflexión ocurre principalmente en el metal, pero también en superficies de agua y otros materiales con propiedades similares. La figura 2.2 muestra principio básico de la reflexión, el cual indica que una onda se refleja con el mismo ángulo con el que impacta una superficie.

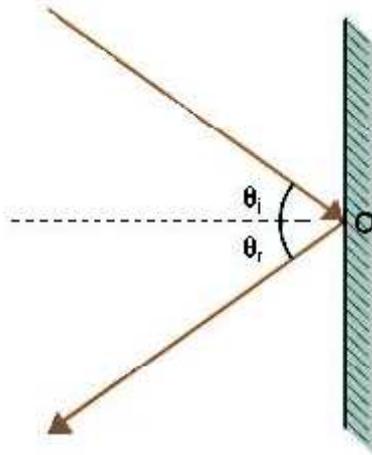


Fig. 2.2 Reflexión de una onda, con el mismo ángulo de incidencia

Dos casos importantes de reflexión: en una superficie plana (figura 2.3) y en una superficie parabólica (figura 2.4).

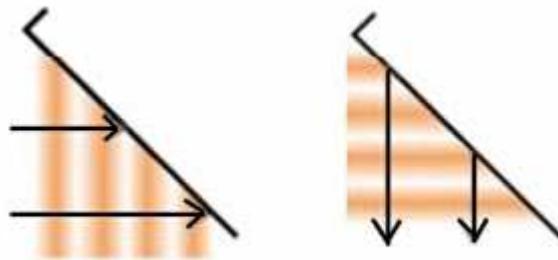


Fig. 2.3 Reflexión en un plano



Fig. 2.4 Reflexión en una parábola

2.2.2.4 Difracción

La difracción es un fenómeno basado en el hecho de que las ondas no se propagan en una sola dirección. Ocurre cuando las ondas encuentran un obstáculo en su trayectoria y divergen en muchas haces. La difracción implica

que las ondas pueden "doblar en una esquina", como se ilustra en la figura 2.5.

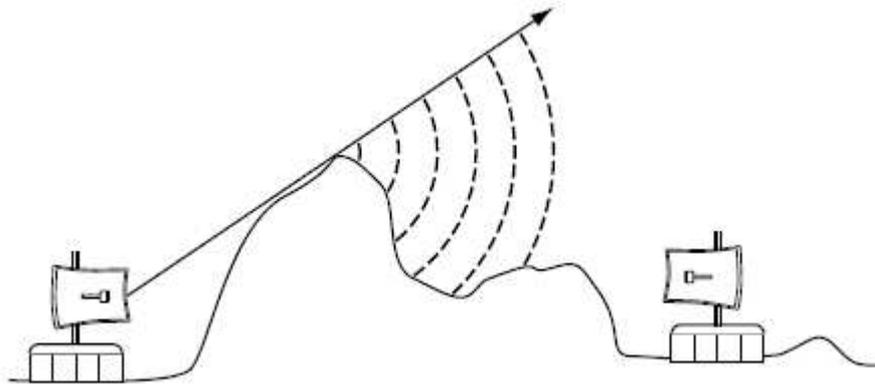


Fig. 2.5 Difracción de una onda electromagnética

La difracción es una consecuencia directa del principio de Huygens, y se incrementa en función de la longitud de onda. Esto significa que puede esperarse que las trayectorias de las ondas se aparten de la rectilínea más fácilmente a medida que se incrementa la longitud de onda.

Esa es la razón por la cual una estación de radio AM que opera a 1000 kHz (con una longitud de onda de 300 m), se oye fácilmente aún cuando haya considerables obstáculos en su trayecto, mientras que con redes inalámbricas (con una longitud de onda aproximadamente de 12 cm) se requiere una línea de vista entre transmisor y receptor.

2.2.2.5 Interferencia

Es cualquier proceso que altera, modifica o destruye una señal durante su trayecto en el canal existente entre el emisor y el receptor. Es producida siempre que se combinan dos o más ondas electromagnéticas de tal manera que se degrada el funcionamiento del sistema.

La interferencia esta sujeta al principio de superposición lineal de las ondas electromagnéticas, y se presenta siempre que dos o más ondas ocupan el mismo punto del espacio en forma simultánea.

En la propagación por espacio libre, puede existir una diferencia de fases solo porque difieran las polarizaciones electromagnéticas de las dos ondas. Según los ángulos de fase de los dos vectores, puede suceder una suma o una resta.

La figura 2.6 nos muestra en resumen los posibles resultados cuando se tiene interferencia en un enlace inalámbrico.

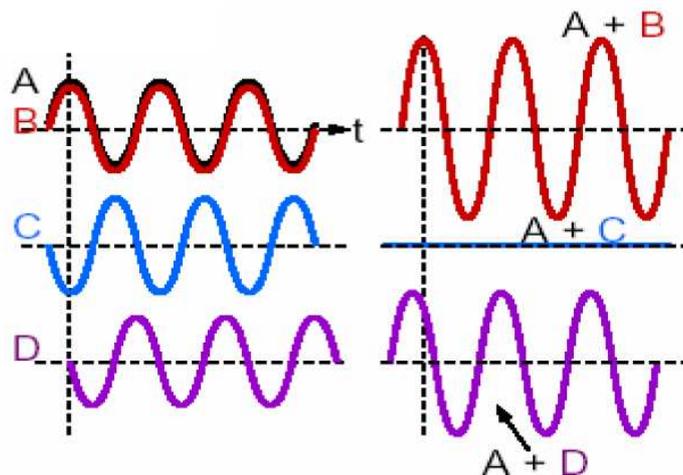


Fig. 2.6 Tipos de Interferencia Existentes

2.2.3 CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES EN LA PROPAGACIÓN POR ESPACIO LIBRE

Existen varios factores que inciden al momento de transmitir ondas electromagnéticas por medios no guiados las cuales influyen en los cálculos del diseño de la red, a continuación se mencionan los principales.

2.2.3.1 Pérdida en espacio libre (FSL)

Conforme viaja una señal RF a través del espacio, ésta se atenúa debido a la distancia existente desde el punto de transmisión inicial. Mientras más lejos está del punto de transmisión, más débil es la señal RF.

La atenuación en el espacio libre expresada en decibeles (dB), viene dada por la fórmula 2.3.

$$FSL(dB) = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) + K \quad (2.3)$$

Donde:

d = distancia

f = frecuencia

K = Constante que depende de las unidades.

Si expresamos la distancia en kilómetros y la frecuencia en GHz la fórmula es:

$$FSL(dB) = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) + 92.4 \quad (2.4)$$

2.2.3.2 Zona de Fresnel

La zona de Fresnel es una zona de despeje adicional que hay que tener en consideración ya que afecta de manera directa la propagación de la onda electromagnética, además de que exista visibilidad directa entre las dos antenas, es necesario que exista despeje de la primera zona de Fresnel.

Si existen obstáculos dentro de la primera zona de Fresnel, éstos introducirán pérdidas de obstrucción. La figura 2.7 nos muestra el esquema en que se debe trabajar sobre la zona de Fresnel para obtener el mejor rendimiento del enlace.

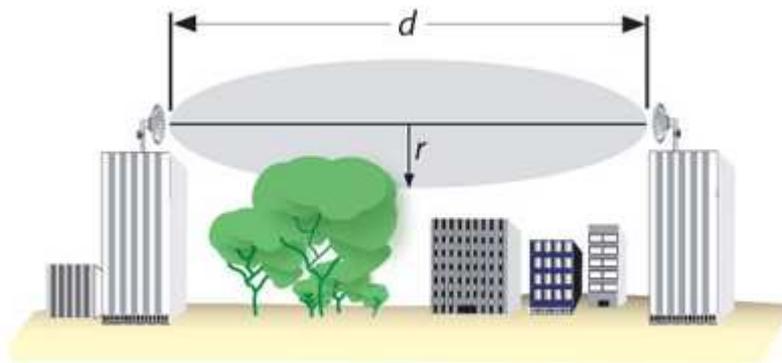


Fig. 2.7 Zona de Fresnel

En color gris se representa a la primera zona de Fresnel. Es decir para conseguir comunicarnos a una distancia D con una señal portadora de frecuencia f , debemos conseguir que la altura r de la primera zona de Fresnel esté libre de obstáculos.

El cálculo para la primera Zona de Fresnel se lo muestra con la fórmula 2.5

$$r = 17,32 \cdot \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2}{f \cdot D}} \quad (2.5)$$

Donde:

d_1 : Distancia en Km desde el transmisor al obstáculo

d_2 : Distancia en Km desde el receptor al obstáculo

f : Frecuencia en GHz

D : Distancia total del enlace en Km

2.2.3.3 Ganancia del sistema ³⁴

Conocido también como presupuesto de potencia para un enlace punto a punto, es el cálculo de ganancias y pérdidas desde el radio transmisor (fuente de la señal de radio), a través de cables, conectores y espacio libre hacia el receptor. La estimación del valor de potencia en diferentes partes del radioenlace es necesaria para hacer el mejor diseño y elegir el equipamiento adecuado

Para calcular el presupuesto de potencia de un enlace punto a punto se utilizará la fórmula 2.6.

$$\begin{aligned} \text{Nivel de Señal RX [dB]} = & \text{Potencia de Transmisión [dBm]} - \text{Pérdidas en el cable TX [dB]} + \text{Ganancia de Antena} \\ & \text{TX [dB]} - \text{pérdida en la trayectoria del Espacio Abierto [dB]} + \text{Ganancia de Antena RX [dB]} - \\ & \text{Pérdida de Cable RX [dB]} \end{aligned} \quad (2.6)$$

Además de los elementos considerados, debemos tener en cuenta factores de corrección debido al terreno y la estructura de las edificaciones, factores climáticos y muchos otros. Todos ellos muy empíricos por naturaleza

³⁴ http://wilac.net/doc/tricalcar/materiales_abril2008/PDF_es/06_es_calculo-de-radioenlace_guia_v02.pdf

2.2.3.4 Línea de Vista

Conocido como LOS (Línea de vista), su término hace referencia a un enlace de radio que debe tener visibilidad directa entre antenas, por lo que no debe haber obstáculo entre ambas.

Además se tiene el concepto de NLOS (Línea de vista cercana), el cual describe un trayecto parcialmente obstruido entre la ubicación del transmisor de la señal y la ubicación del receptor de la señal. Los obstáculos que pueden obstaculizar la línea de vista incluyen árboles, edificios, montañas y otras estructuras.

Finalmente tenemos el término sin línea de vista, el cual indica que el radio completo de la zona de Fresnel está bloqueado en un radioenlace.

La figura 2.8 muestra un esquema de los diferentes tipos de líneas de vista.

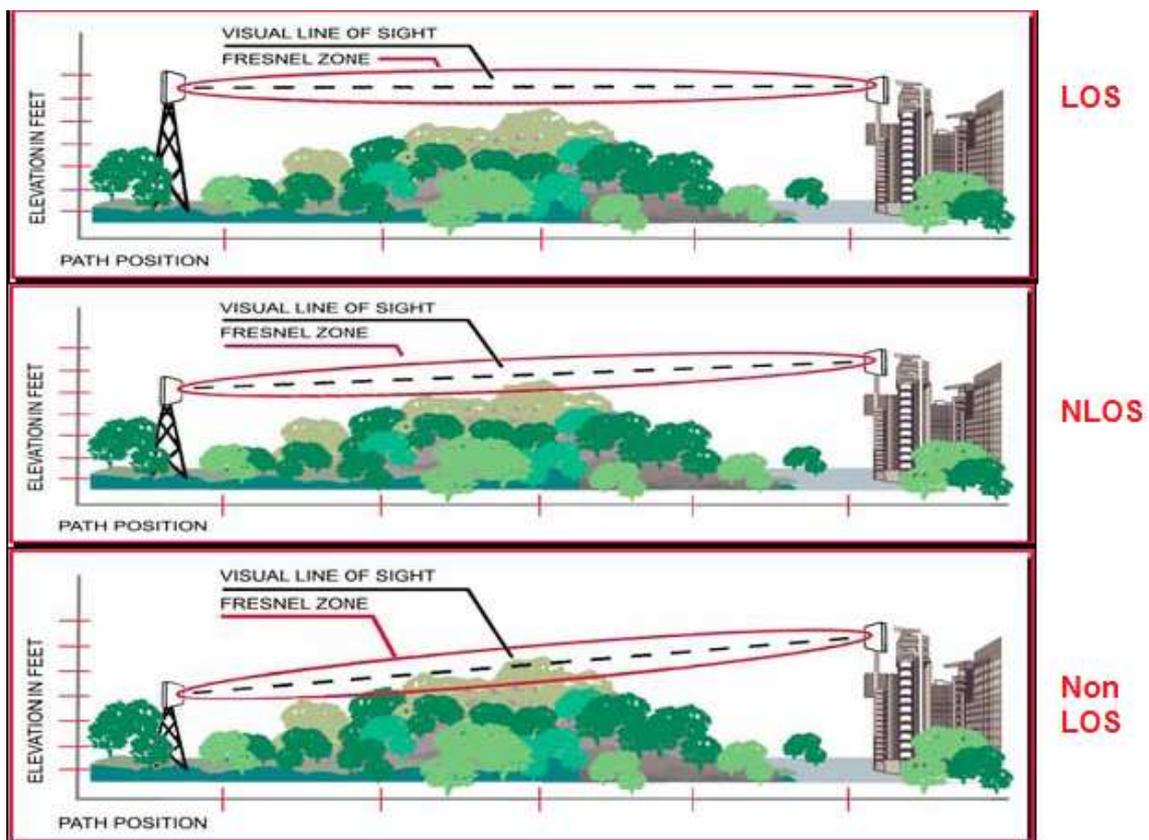


Fig. 2.8 Esquemas de línea de vista para enlaces

2.2.3.5 Magnitudes Adimensionales³⁵

Los decibelios (dB) son una medida de "cociente" entre dos cantidades y es, al igual que el porcentaje (%) una magnitud adimensional. Por tanto, diferentes "tipos" de magnitudes en decibelios pueden ser sumadas y restadas manteniendo resultados adimensionales.

Familiarizarse con la conversión entre potencia (W) y decibelios resulta algo muy práctico cuando se trabaja con cálculos de enlaces.

En cálculos de enlaces, aparecen tres tipos de decibelios.

- **dB (decibelio):** Se usa para medir pérdidas en cables y conectores. La pérdida o ganancia de potencia un dispositivo, expresada en decibelios viene dada por la fórmula 2.7

$$P_{dB} = 10 \cdot \log \frac{P_S}{P_E} \quad (2.7)$$

En donde

P_E : Potencia de entrada en Watts

P_S : Potencia a la salida en Watts.

Si hay ganancia de señal (amplificación) la cifra en decibelios será positiva, mientras que si hay pérdida (atenuación) será negativa.

- **dBm:** La potencia de transmisión se expresa normalmente en (dBm). La potencia comparada a 1 mili Watt, expresada en decibelios viene dada por la fórmula 2.8

$$P_{dBm} = 10 \log \left(\frac{P}{1 \text{ mW}} \right) \quad (2.8)$$

En donde

³⁵ <http://www.alprec.cl/data/files/Formulas%20Utiles%20Telecom%20dB%20v1.pdf>

P: Potencia en Watts

$$1\text{mW} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Watts}$$

- **dBi (decibelio isotrópico):** utilizado para representar la ganancia en dB de una antena comparada con una antena de referencia del tipo ficticia denominada isotrópica que distribuye la energía en todas las direcciones.

2.3 REQUERIMIENTOS DE LA RED

Se realizará una descripción de cuales serán los requerimientos que se deberá tomar en consideración al momento de plantear el diseño de la red de comunicaciones propuesto, tomando en consideración la capacidad de transmisión que se debería tener dependiendo la sucursal que se desearía comunicar.

2.3.1 CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN³⁶

La capacidad de transmisión, expresada en bits por segundo (bps), de un sistema de comunicaciones, es un concepto importante, ya que el tiempo de respuesta y el rendimiento en las aplicaciones del usuario dependen de la capacidad de transmisión del sistema.

El objetivo de esta sección es el de seleccionar la velocidad de transmisión que los enlaces deberían tener tomando en cuenta las aplicaciones utilizadas a futuro por las sucursales del SSFT.

A continuación se realizará un estudio del ancho de banda que cada sucursal necesitará dependiendo la aplicaciones que se correrán sobre la red, para esto se tomará como referencia los datos obtenidos en la tabla 2.8

³⁶ UYLESS D. BLACK, Redes de transmisión de datos y proceso distribuido, Año 1987, Págs. 21 y 22.
ROB FLICKENGER, Redes Inalámbricas en Países en Desarrollo, Tercera Edición, Septiembre 2008
<http://wndw.net/download.html#spanish>; páginas 65 - 73

Aplicación	Ancho de Banda/Usuario	Notas
Mensajería de texto / IM	< 1 Kbps	Como el tráfico es infrecuente y asincrónico, IM va a tolerar mucha latencia.
Correo electrónico	1 a 100 Kbps	Al igual que IM, el correo electrónico es asincrónico e intermitente, por lo tanto va a tolerar la latencia. Los archivos adjuntos grandes, los virus y el correo no deseado aumentan significativamente la utilización del ancho de banda.
Navegadores web	50 - 100+ Kbps	Los navegadores web sólo utilizan la red cuando se solicitan datos. La comunicación es asincrónica, por lo que se puede tolerar una buena cantidad de demora. Al buscar imágenes pesadas, descargas largas, etc, la utilización del ancho de banda aumenta significativamente.
Flujo de audio (<i>streaming</i>)	96 - 160 kbps	Cada usuario de un servicio de flujo de audio va a utilizar una cantidad constante de un ancho de banda relativamente grande durante el tiempo que esté activo. Puede tolerar algo de latencia pasajera mediante la utilización de mucha memoria de almacenamiento temporal en el cliente (buffer).
Voz sobre IP (VoIP)	24 - 100+ Kbps	Como con el flujo de audio, VoIP dedica una cantidad constante de ancho de banda de cada usuario mientras dura la llamada. Pero con VoIP, el ancho de banda utilizado es aproximadamente igual en ambas direcciones. La latencia en una

		conexión VoIP molesta inmediatamente a los usuarios. Para VoIP una demora mayor a unas pocas decenas de milisegundos es inaceptable.
Gestor de asistencia Remota	64 - 200+ Kbps	Un gestor de asistencia remota básicamente es un programa que permite a un usuario de la red con la cual tiene comunicaciones obtener el control de una máquina ubicada en cualquier punto de la red, normalmente se utiliza para dar soporte a redes remotas.
Flujo de video (<i>streaming</i>)	64 - 200+ Kbps	Como el flujo de audio, un poco de latencia intermitente es superado mediante la utilización de la memoria de almacenamiento temporal del cliente. El flujo de video requiere de alto rendimiento y baja latencia para trabajar correctamente.
Aplicaciones para compartir archivos Peer-to-Peer como (BitTorrent, KaZaA, etc.)	0 - infinitos Mbps	Si bien las aplicaciones par a par (<i>peer-to-peer</i>) toleran cualquier cantidad de latencia, tienden a utilizar todo el rendimiento disponible para transmitir datos a la mayor cantidad de clientes y lo más rápido posible. El uso de estas aplicaciones causa latencia y problemas de rendimiento para todos los otros usuarios de la red.

Tabla 2.8 Consumo de ancho de banda por aplicación

A continuación se mencionan las principales aplicaciones que se utilizarán en la red de comunicaciones del SSFT a Nivel Nacional, teniendo en cuenta la proyección a futuro de la red.

2.3.1.1 Tráfico de datos

El tráfico de datos depende del número de estaciones de trabajo que se tenga en cada sucursal, se utiliza la red de comunicaciones como medio de acceso a la información requerida para realizar distintas actividades como son la facturación de los productos que esta entidad distribuye, actualización de antivirus, registro de inventario, consultas en línea del departamento financiero y de contabilidad.

2.3.1.2 Voz sobre IP

Se plantea la necesidad a futuro de intercomunicar las sucursales del SSFT mediante la utilización de telefonía IP, básicamente consiste en integrar a su red de datos la posibilidad transmitir voz (Utilizando un servidor principal ubicado en la Matriz, el cual intercomunicará todos las sucursales y líneas de telefonía IP.

2.3.1.3 Video Vigilancia IP

Dado que día a día la inseguridad en el país aumenta, el SSFT plantea la instalación de un sistema de video vigilancia en las sucursales a nivel nacional con cámaras IP móviles y fijas las cuales serán administradas por sucursal en un servidor de video y también desde un computador con salida de audio y video ubicado en la Matriz, el objetivo de esto es resguardar a la entidad de posibles robos.

2.3.1.4 Correo Electrónico

Como toda entidad o empresa, el SSFT posee servicio de correo electrónico, el cual funciona con el acceso que se tiene desde la Matriz al Internet y por medio del cual se envían y reciben oficios de suma importancia para los administradores de cada sucursal.

2.3.1.5 Soporte Técnico Remoto

Por otro lado los administradores de la red utilizan un programa de acceso remoto a los equipos conocido como VNC, muy parecido al software incluido en

el Sistema Operativo Windows conocido como “Escritorio Remoto”, el cual ayuda a solucionar problemas internos de las sucursales.

En la tabla 2.9 se hace un resumen de todas las aplicaciones que se correrán por la red diseñada (comunicación directa con la Matriz), calculando así un promedio de ancho de banda utilizado:

Sucursal	Número de Cajas	Computadores con acceso a la Matriz	Puntos de voz	Cámaras IP	Otros	Ancho de banda necesario
Sur	10	8	5	6	5	4479
Comandancia	1	1	1	2	1	1068
Balvina	1	3	2	3	3	1827
Machachi	2	2	2	2	2	1368
Latacunga	3	2	2	3	3	1877
Riobamba	4	3	3	5	4	2945
El Coca	2	2	3	5	2	2595
Pastaza	3	3	3	5	4	2870
Portoviejo	4	3	2	2	2	1618
Guayaquil	2	2	2	4	1	2086
Machala	2	2	2	2	1	1318
Loja	2	2	2	3	2	1752
Cuenca	3	2	2	4	2	2211

Tabla 2.9 Requerimiento de ancho de banda

Para el obtener estos valores se toma como referencia el máximo tráfico que se tendría en la red en el caso extremo de utilizar todas las aplicaciones al mismo tiempo:

- Ancho de banda por caja de atención al usuario: 75 Kbps
- Ancho de banda por Computador: 100 Kbps
- Ancho de banda para aplicaciones de voz: 75 Kbps
- Ancho de banda para aplicaciones de video: 384 Kbps
- Otros: 50 Kbps

Los valores escogidos están dentro de los parámetros establecidos, el ancho de banda correspondiente al video se lo pone en ese valor debido a que la

utilización de una calidad menor calidad no cumplirá con los requerimientos necesarios para realizar el reconocimiento facial en el caso de existir algún robo.

2.4 DISEÑO DE LA RED

A continuación se define paso a paso el proceso para la realización del diseño de la red, como se indicó en un comienzo se dividirá el camino a seguir desde la Matriz del SSFT y el resto de sucursales a Nivel Nacional en tres tipos de redes, las cuales son descritas tomando en cuenta la topología física que utilizan, la mejor ruta inalámbrica de comunicaciones a seguir a través de radioenlaces ubicados en determinados puntos o elevaciones geográficas del país basados en el perfil topográfico entre enlaces con la utilización del programa LINKPlanner de Motorola el cual además de mostrarnos el perfil topográfico del enlace, se puede notar que la superficie del enlace tiene un color gris cuando el software toma en consideración la curvatura de la Tierra dependiendo la distancia a la que se encuentren los sitios a enlazar, los puntos escogidos pertenecen a sitios en los cuales existen torres instaladas de propiedad del Ejército Nacional, ya que es posible la utilización de estos espacios en el caso de una futura instalación.

Una vez escogido el camino a seguir por las redes, se procede a seleccionar los equipos necesarios para poner en marcha el diseño incluyendo toda la configuración y características que estos deberán tener para que exista comunicación a través de una topología tipo malla entre la Matriz y todas las sucursales a nivel Nacional.

Finalmente se realizan los cálculos necesarios con el fin de garantizar el diseño del Sistema y también se incluye el esquema de direccionamiento IP propuesto para intercomunicar los diferentes equipos que conforman la Red Nacional de Comunicaciones del Servicio Social.

2.4.1 TOPOLOGÍA FÍSICA DE LA RED

En esta sección se selecciona la ruta inalámbrica a seguir por la Red Nacional de Comunicaciones del Servicio Social de la Fuerza Terrestre, para facilitar su

entendimiento se divide el esquema completo de comunicaciones en tres tipos de redes que las identificamos con los nombres de RED MAN, RED BACKBONE y RED DE ÚLTIMA MILLA.

Para garantizar que los puntos escogidos en cada una de las redes es el adecuado, se indica su ubicación geográfica, la razón por la cual se escogen esos puntos y también se presenta el perfil topográfico existente en cada enlace planteado con la utilización del software propietario de Motorola LINKPlanner.

A continuación se procede a detallar el esquema propuesto para comunicar las redes mencionadas.

2.4.1.1 Red MAN

Esta red abarcará todas las sucursales dentro de la Provincia de Pichincha y proveerá de comunicaciones a la Matriz con la sucursal del Sur, Comandancia, Balvina y Machachi. Se realizó una visita técnica a cada una de las sucursales con un GPS para obtener la ubicación geográfica precisa de cada una de éstas, las sucursales se distribuyen en el Distrito Metropolitano como se indica en la figura 2.9



Fig. 2.9 Sucursales dentro de la Provincia de Pichincha

Donde:

- 1 → Comandancia
- 2 → Sur
- 3 → Balvina
- 4 → Machachi

Después de hacer un estudio de las posibles ubicaciones factibles para interconectar los distintos puntos de la Red MAN, se escogieron los siguientes sitios pertenecientes a espacio físico del Ejército que se utilizan como nodos de interconexión entre la Matriz y las sucursales del SSFT en la Provincia de

Pichincha: Cuartel Rumiñahui, Cerro Cruz Loma, Miravalle y Cerro Pasochoa. El camino de esta red se muestra en la figura 2.10



Fig. 2.10 Esquema de comunicación propuesto

2.4.1.1.1 Justificación

La principal razón por la cual se eligieron estos puntos de ubicación son:

- **Cruz Loma:** Se escogió a Cruz Loma como puente principal para llegar desde la Matriz (Sector Norte de Quito) hacia un punto central en donde se podría intercomunicar el resto de sucursales (Sector Centro-Sur).

- **Cuartel Rumiñahui:** El cuartel Rumiñahui fue la elección apropiada al momento de escoger un lugar en donde exista línea de vista directa con respecto al Cerro Cruz Loma y a la Matriz, sirve como puente entre estos ya que al hacer un estudio de factibilidad con un enlace directo desde la Matriz hacia Cruz Loma, no existe línea de vista por lo que el enlace no era adecuado.
- **Miravalle:** Miravalle fue la mejor opción para instalar el nodo principal de comunicaciones, se convierte en el cerebro de la red MAN, ya que a partir de aquí se derivan las distintas comunicaciones con respecto a las sucursales ubicadas en el sector del valle (Balvina), centro (Comandancia) y al Sur (Sur), al hacer un estudio de perfil topográfico resulta que este sitio es el más adecuado.
- **Pasochoa:** El cerro Pasochoa sirve como puente de comunicaciones entre Miravalle y la sucursal de Machachi (Sector vía Panamericana Sur), ya que al tratar de llegar a este punto directamente desde el cerro Cruz Loma, las condiciones son muy poco recomendables tanto por línea de vista como por eficiencia del enlace.

2.4.1.1.2 Ubicación de los sitios³⁷

En la tabla 2.1 se resumirán los diferentes puntos escogidos para el diseño de la red incluyendo la ubicación geográfica, altura a sobre el nivel del mar y la altura a la que deberían ubicarse las antenas, en las estructuras sean estas torres o mástiles previamente instalados.

Nombre del Sitio	Ubicación Geográfica		Altura sobre el nivel del Mar [mts]
	Longitud	Latitud	
Matriz	00°08,244' S	78°29,695' W	2848
Cuartel Rumiñahui	00°08,167'S	78°28,531'W	2880
Cruz Loma	00°11,281'S	78°32,112'W	3973
Miravalle	00°16,104'S	78°30,510'W	3207
Sur	00°14,210'S	78°31,560'W	2853
Comandancia	00°13,917'S	78°30,648'W	2815

³⁷ Mediante la utilización de GPS y referencias obtenidas de personal técnico de las Fuerzas Armadas

Balvina	00°21,095'S	78°28,637'W	2541
Pasochoa	00°26,510'S	78°31,301'W	3328
Machachi	00°29,303'S	78°34,263'W	2916

Tabla 2.1 Resumen de sitios escogidos para el diseño

2.4.1.1.3 Distancias entre enlaces

La tabla 2.2 presenta un resumen de las distancias obtenidas y el tipo de radioenlace necesario.

Nombre del Enlace	Distancia [Km]	Tipo de enlace
Matriz - Cuartel Rumiñahui	2,162	Punto - Punto
Cuartel Rumiñahui – Cruz Loma	8,795	Punto - Punto
Cruz Loma – Miravalle	9,418	Punto - Punto
Miravalle – Sur	4,013	Punto - Punto
Miravalle – Comandancia	4,061	Punto - Punto
Miravalle – Balvina	9,879	Punto - Punto
Miravalle – Pasochoa	19,341	Punto - Punto
Pasochoa - Machachi	7,545	Punto - Punto

Tabla 2.2 Distancias entre radioenlaces

2.4.1.1.4 Perfil Topográfico³⁸

Con la herramienta LINKPlanner es posible obtener los datos del perfil topográfico existente entre dos puntos distantes con la utilización de sus coordenadas geográficas, de esta manera se muestran en las Fig. 2.11-18 los perfiles topográficos pertenecientes a todos los enlaces existentes en la RED MAN propuesta:

³⁸ Mediante la utilización del software LINKPlanner

- Matriz - Cuartel Rumiñahui

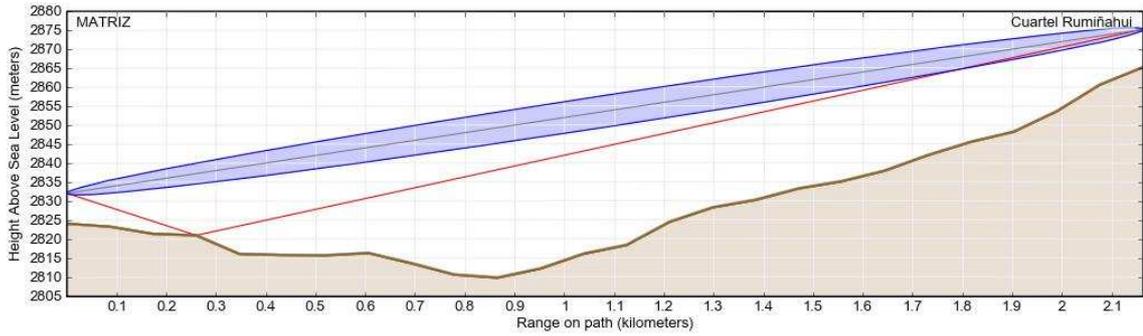


Fig. 2.11 Matriz – Cuartel Rumiñahui

- Cuartel Rumiñahui – Cruz Loma

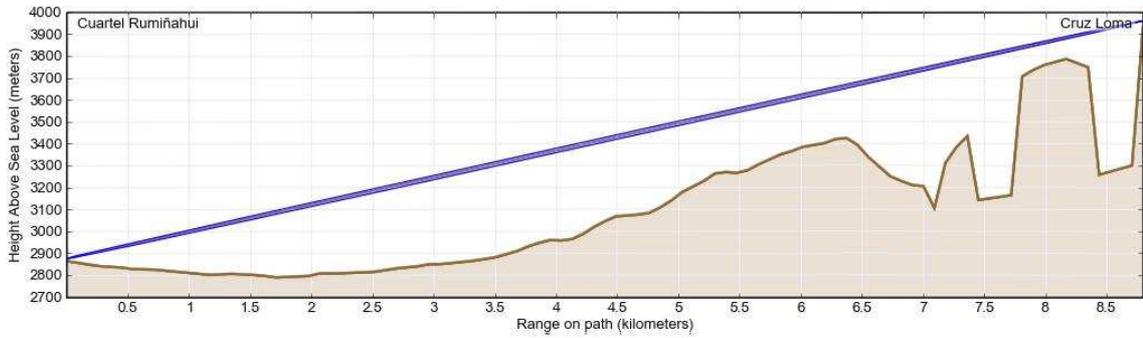


Fig. 2.12 Cuartel Rumiñahui – Cruz Loma

- Cruz Loma – Miravalle

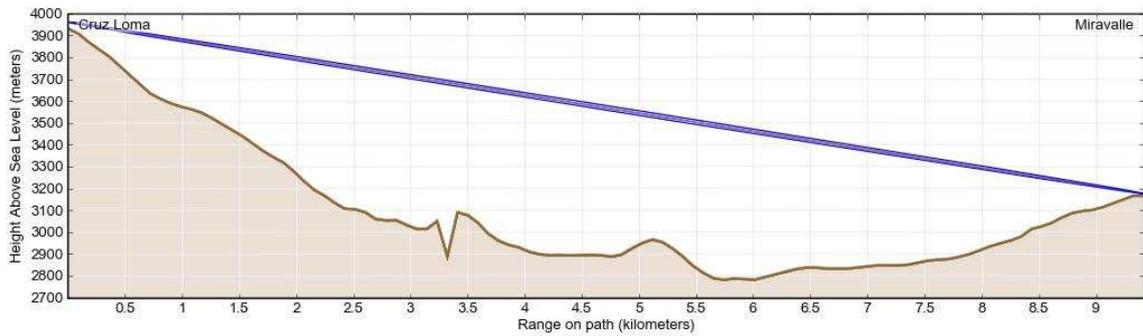


Fig. 2.13 Cruz Loma – Miravalle

- Miravalle – Balvina

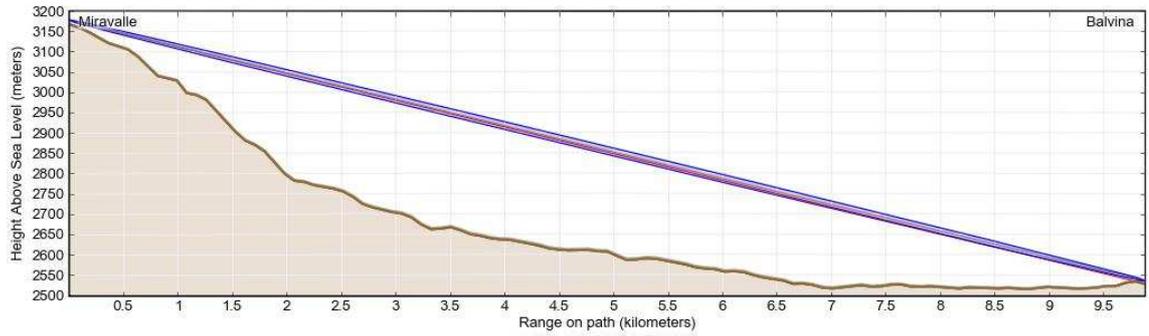


Fig. 2.14 Miravalle – Balvina

- Miravalle – Comandancia

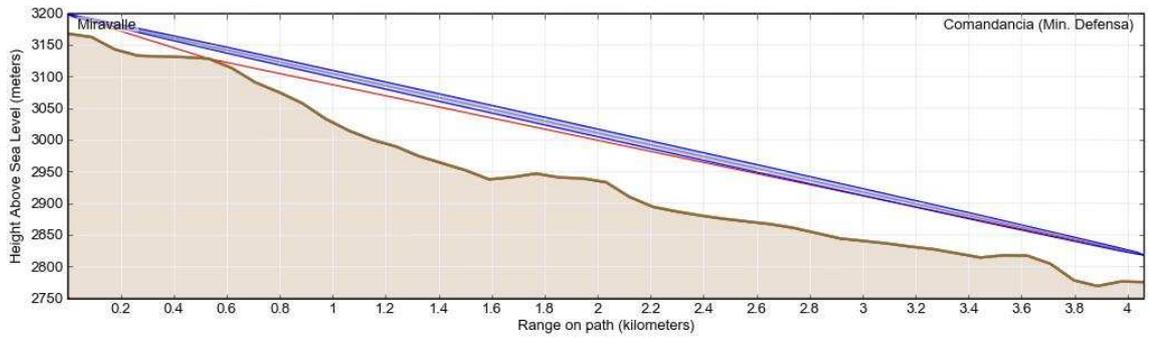


Fig. 2.15 Miravalle – Comandancia

- Miravalle – Sur

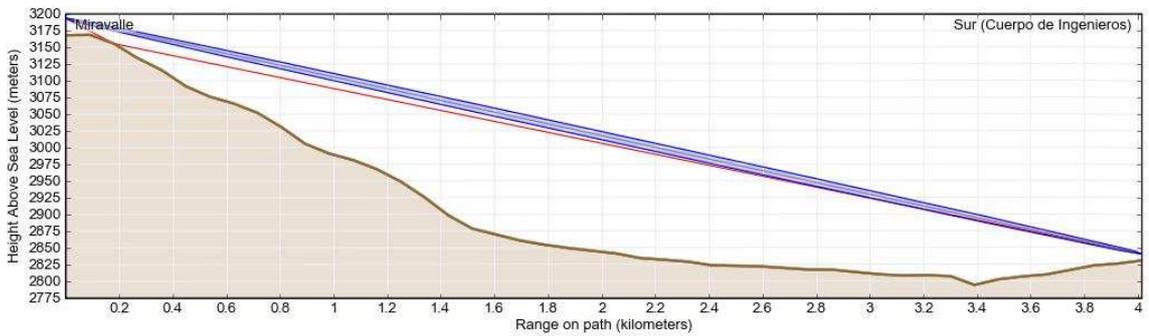


Fig. 2.16 Miravalle – Sur

- Miravalle – Pasochoa

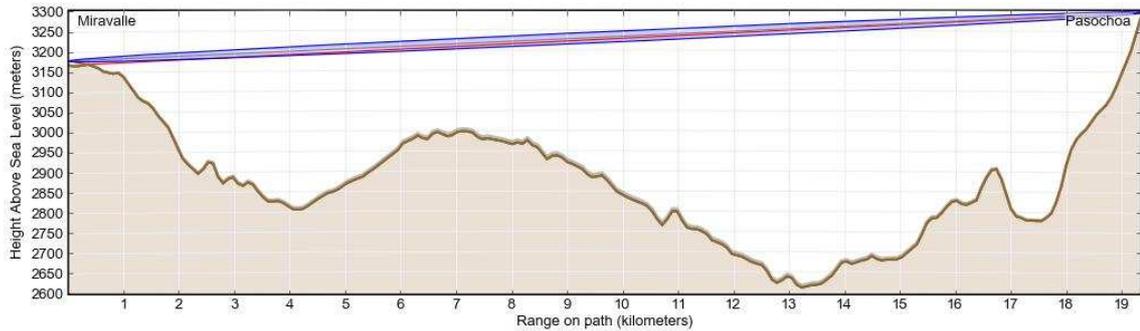


Fig. 2.17 Miravalle – Pasochoa

- Pasochoa – Machachi

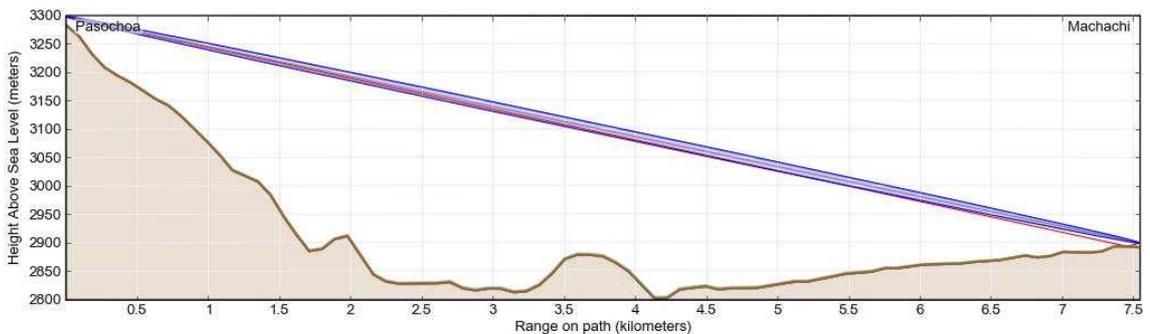


Fig. 2.18 Pasochoa – Machachi

Como podemos ver a simple vista, los enlaces Punto-Punto propuestos poseen visibilidad de la zona de Fresnel y las distancias existentes entre estos son tomadas en cuenta al momento de escoger los equipos.

2.4.1.1.5 Esquema de la Red

En la Fig. 2.19 se indica un esquema general de los puntos pertenecientes a la red planteada incluyendo las distancias existentes entre ellos.

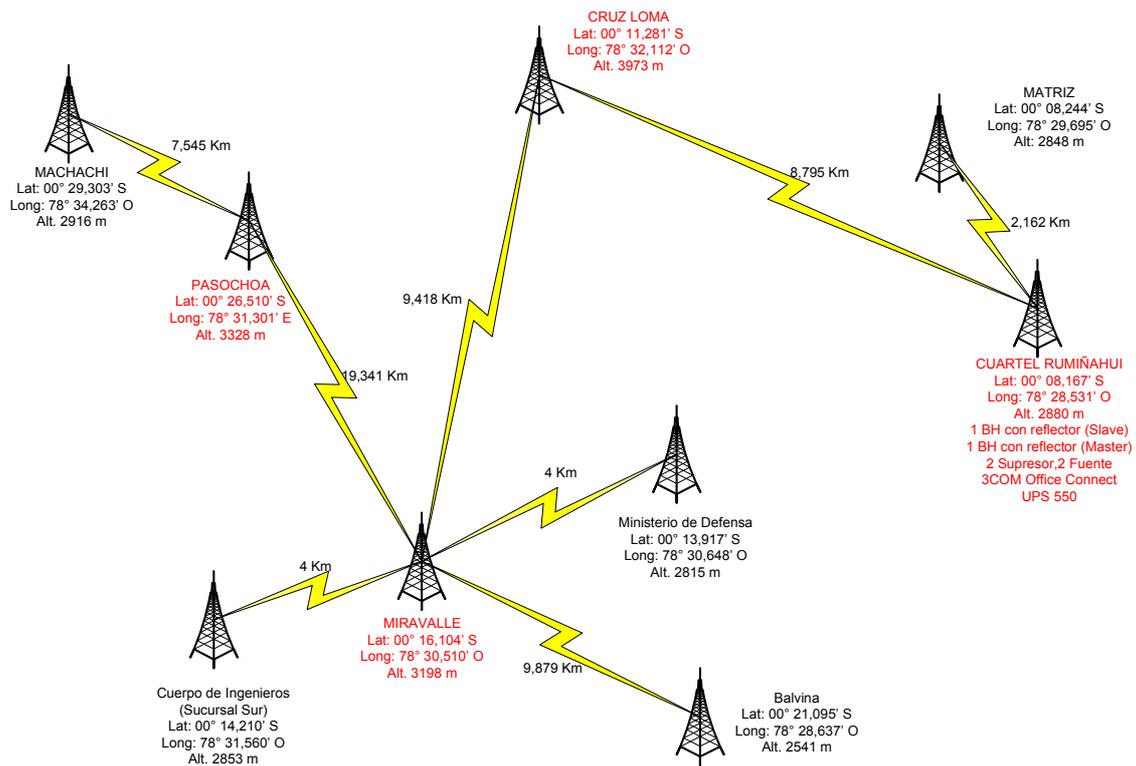


Fig. 2.19 Esquema General de la RED MAN

2.4.1.2 Red BACKBONE

La red Backbone, es la encargada de intercomunicar la Matriz ubicada en la ciudad de Quito con el resto de provincias en donde existe alguna sucursal. Las provincias a las cuales debemos llegar y su respectiva sucursal se mencionan en la tabla 2.3

Provincia	Sucursal
Cotopaxi	Latacunga
Chimborazo	Riobamba
Manabí	Portoviejo
Guayas	Guayaquil
El Oro	Machala
Loja	Loja
Azuay	Cuenca
Pastaza	Pastaza
Orellana	El Coca

Tabla 2.3 Provincias a interconectar en la red Backbone

Gracias a personal técnico de las Fuerzas Armadas del Ecuador, se nos facilitó información necesaria de los principales puntos en los cuales existen torres de comunicaciones de esta entidad. El punto de partida para realizar el esquema de red, fue buscar algún sitio escogido en la red MAN, del cual se obtenga intercomunicación entre esta y la red Backbone mencionada.

2.4.1.2.1 Ubicación de los sitios³⁹

Para comunicar la red MAN con la red BACKBONE, se escogió el Cerro Cruz Loma como punto de interconexión, ya que desde aquí se tiene el acceso a los puntos utilizados en el planteamiento de comunicaciones de la red BACKBONE.

Se escogieron los siguientes sitios pertenecientes al Ejército que se utilizarán como puntos o nodos, los cuales se indican en la tabla 2.4.

NOMBRE DEL SITIO	TIPO DE ESTRUCTURA	UBICACION		ALTURA S,N,M, [mts]	ALTURA DE LA TORRE [mts]	PROVINCIA
		Longitud	Latitud			
Cotacachi	REPETIDORA	00° 20,080N	78° 20,340W	3990	35	Imbabura
Cayambe	REPETIDORA	00° 05,312S	77° 55,410W	4130	35	Pichincha
Lumbaqui	REPETIDORA	00° 00,346S	77° 19,192W	1064	35	Sucumbios
Coca-19-BS-SCUE "COCA"	TERMINAL - REPET	00° 28,729S	76° 58,406W	258	35	Orellana
Napo Galeras (Coardillera)	REPETIDORA	00° 32,820S	77° 37,590W	3639	35	Napo
Abitahua	REPETIDORA	01° 23,479S	78° 07,947W	2500	35	Pastaza
Cruz Loma	REPETIDORA	00° 11,281S	78° 32,112W	3932	30	Pichincha
Atacazo	REPETIDORA	00° 20,670S	78° 36,820W	4325	40	Pichincha
Igualata	REPETIDORA	01° 29,844S	78° 38,841W	4346	70	Tungurahua
Pilisurco	REPETIDORA	01° 09,307S	78° 40,105W	4120	25	Tungurahua
Loma Ayala	REPETIDORA	01° 41,793S	78° 39,996W	2970	20	Riobamba
Bombolí	REPETIDORA	00° 15,153S	79° 09,975W	565	30	Sto, Domingo de los Tsachilas
Azucena	REPETIDORA	01° 03,026S	79°59,114W	454	35	Manabi
Jaboncillo	REPETIDORA	01° 02,824S	80° 32,823W	615	35	Manabi
Cerro Azul	REPETIDORA	02° 09,121S	79° 59,048W	507	40	Guavas
Carshau	REPETIDORA	02° 26,211S	78° 56,850W	3990	35	Cahar
Buerán	REPETIDORA	02° 36,380S	78° 55,840W	3790	30	Cahar
Cerro Bellavista	TERMINAL - REPET	02° 52,950S	78° 59,867W	2580	30	Azuay
Balao	REPETIDORA	02° 46,839S	79° 40,684W	370	35	Guavas
Machala-1 -BI "ELORO"	TERMINAL - REPET	03° 15,443S	79° 57,998W	5	35	EIOro
Motilon	REPETIDORA	04° 04,680S	79° 55,820W	2665	35	Loja
Villonaco	REPETIDORA	03° 59,225S	79° 16,152W	2866	35	Loja

Tabla 2.4. Resumen de sitios escogidos para el diseño

³⁹ Referencias obtenidas de personal técnico de las Fuerzas Armadas

2.4.1.2.2 Esquema de comunicaciones propuesto

El esquema planteado para la red BACKBONE, cumple con los requerimientos propuestos al momento de dividir la red Nacional de Comunicaciones del SSFT, ya que se comunica con la red MAN y nos lleva hacia las diferentes provincias donde existe alguna sucursal del SSFT.

Los puntos terminales de la red BACKBONE, son los saltos previos para tener comunicación con las diferentes sucursales del SSFT dependiendo la Provincia en que estas se encuentren. El esquema de conexión propuesto se detalla en la Fig. 2.20



Fig. 2.20 Esquema de Comunicaciones Propuesto

Para apreciar mejor el esquema de comunicaciones propuesto, se realiza la explicación detallada para indicar las razones por las cuales se eligió esta ruta

a seguir, dependiendo la región y sector del país con el cual se quiera tener comunicación.

2.4.1.2.3 Justificación⁴⁰

Se escogieron los principales cerros donde existen instalaciones de comunicaciones pertenecientes a las Fuerzas Armadas, sean estas repetidoras o terminales, además se realizó un estudio de factibilidad de enlaces tomando en cuenta las distancias existentes entre puntos, el perfil topográfico del enlace y también el menor número de saltos posibles entre nodos de la red.

Los enlaces seleccionados para brindar comunicación con las provincias en las cuales existe una sucursal del SSFT se detallan a continuación:

- **Cruz Loma – Cotacachi:** El cerro Cruz Loma es el principal punto de comunicaciones de nuestra red Backbone, ya que es el punto de interconexión entre la Matriz y las provincias, es así que se escogió el enlace desde el Cerro Cruz Loma hacia la repetidora ubicada en el cerro Cotacachi para empezar nuestra ruta hacia el sector Oriente del país.
- **Cotacachi - Cayambe:** El cerro Cayambe es el punto de transición entre la región Sierra y Oriente de nuestra red, gracias a su altura este cerro es aprovechado como repetidora de comunicaciones por las Fuerzas Armadas.
- **Cayambe – Lumbaqui:** El cerro Lumbaqui se encuentra ubicado en la parroquia Lumbaqui del cantón Gonzalo Pizarro, en la subcuenca del río Aguarico dentro de la Provincia de Sucumbíos, esta elevación es puente de comunicaciones existente entre el cerro Cayambe y la Brigada de Selva N19 ubicada en la ciudad del Coca.
- **Lumbaqui – Coca 19 BS “NAPO”:** El cerro Lumbaqui se enlaza con la torre de comunicaciones perteneciente a las Ejército Nacional ubicada dentro de la Brigada de Selva N19 “Napo”, en esta Brigada se encuentra la sucursal del “SSFT Coca”.

⁴⁰ Referencias obtenidas de personal técnico de las Fuerzas Armadas

- **Coca 19 BS “NAPO” – Napo Galeras:** La repetidora ubicada en la cordillera Napo Galeras sirve como puente de comunicaciones entre la torre anteriormente mencionada del Coca y el cerro Abitahua.
- **Napo Galeras – Abitahua:** El cerro Abitahua es uno de los principales puntos de conexión posee la Provincia de Pastaza, desde aquí es posible llegar a la parroquia de Shell, lugar donde se encuentra la sucursal del “SSFT Pastaza”.
- **Cruz Loma – Igualata:** El cerro Igualata forma parte de las principales elevaciones que posee la cordillera de los Andes, este punto posee una torre de 70 mts de altura desde la cual se brinda comunicación al sector Centro-Norte del país.
- **Igualata – Pilisurco:** El cerro Pilisurco brinda comunicación a las ciudades de Ambato y Latacunga, es el punto de interconexión de la sucursal del “SSFT Latacunga” ubicada dentro de la Brigada de Fuerzas Especiales N°9 Patria.
- **Igualata – Loma Ayala:** El cerro Loma Ayala es una pequeña elevación ubicada en el sector de los Yaruquies, ciudad de Riobamba, esta elevación es el punto de interconexión de la sucursal del “SSFT Riobamba” ubicado dentro de la Brigada Blindada Galápagos.
- **Cruz Loma – Atacazo:** El cerro Atacazo se encuentra ubicado en el cantón Quito, al sur de la ciudad, esta repetidora sirve como canal de acceso hacia el sector Occidental del País.
- **Atacazo – Bombolí:** El Cerro Bombolí es una elevación situada en la parte central de la ciudad de Santo Domingo de los Tsachilas, se lo utiliza como repetidora entre la región Sierra y Costa del país.
- **Bombolí – La Azucena:** El Cerro la Azucena es una de las principales elevaciones que tiene la Provincia de Manabí, sirve también como nodo de conexión hacia la Provincia del Guayas y el cerro Jaboncillo.
- **La Azucena – Jaboncillo:** El cerro Jaboncillo (conocido también como cerro de hojas), se encuentra ubicado en la parroquia Picoazá, Provincia de Manabí. Es la principal elevación que posee la ciudad de Portoviejo y sirve como punto de interconexión con la sucursal del “SSFT Portoviejo” ubicado dentro del Fuerte Militar Manabí.

- **La Azucena – Cerro Azul:** Ya que la ciudad de Guayaquil no posee muchas elevaciones por su topografía, el cerro Azul llega a ser la principal fuente de acceso a la ciudad por su ubicación y elevación, sirve como punto de interconexión con la sucursal del “SSFT Guayaquil” ubicado dentro del Quinto Guayas.
- **Cerro Azul – Carshau:** El cerro Carshau se encuentra ubicado en la Provincia de Cañar, esta repetidora tiene como objetivo brindar acceso al sector Sur del País.
- **Carshau – Buerán:** El cerro Buerán ubicado en la Provincia del Cañar, es el camino por el cual se tiene comunicación con el cerro Bellavista ubicado en la Provincia del Azuay.
- **Buerán – Bellavista:** El punto conocido como Bellavista es el encargado de comunicar a la sucursal del “SSFT Cuenca” ubicado dentro de la Tercera División Tarqui (Brigada Militar) en la ciudad de Cuenca.
- **Cerro Azul – Balao:** El cerro Balao es una repetidora ubicada en la Provincia del Guayas, por medio de la cual se comunica a la ciudad de Machala en la Provincia de El Oro.
- **Balao – Machala B1 “EL ORO”:** El Cerro Balao se comunica con la torre perteneciente a las Fuerzas Armadas situada dentro de la Brigada B1 “EL ORO”, la cual sirve como punto de interconexión con la sucursal del “SSFT Machala” ubicada en este Cuartel.
- **Machala B1 “EL ORO” – Motilón:** Desde la torre situada en la Brigada B1 “EL ORO”, se puede enlazar el cerro Motilón ubicado en la Provincia de Loja el cual brinda acceso a la parte Sur-Occidental del País.
- **Motilón – Villonaco:** El cerro Villonaco es el principal acceso de comunicaciones con la ciudad de Loja, es el punto de interconexión de la sucursal “SSFT Loja” ubicado dentro de la Zona Militar.

2.4.1.2.4 Distancias entre enlaces

En la tabla 2.5 se presenta un resumen de las distancias obtenidas y el tipo de radioenlace necesario.

Nombre del Enlace	Distancia [Km]	Tipo de enlace
Cruz Loma – Cotacachi	62,082	Punto - Punto
Cotacachi – Cayambe	49,992	Punto - Punto
Cayambe – Lumbaqui	67,943	Punto - Punto
Lumbaqui – Coca 19 BS “NAPO”	66,240	Punto - Punto
Coca 19 BS “NAPO” – Napo Galeras	73,010	Punto - Punto
Napo Galeras – Abitahua	109,445	Punto - Punto
Cruz Loma – Iguualata	146,130	Punto - Punto
Iguualata – Pilisurco	38,132	Punto - Punto
Iguualata – Loma Ayala	22,248	Punto - Punto
Cruz Loma – Atacazo	20,713	Punto - Punto
Atacazo – Bomboli	61,600	Punto - Punto
Bomboli – La Azucena	127,135	Punto - Punto
La Azucena – Jaboncillo	62,462	Punto - Punto
La Azucena – Cerro Azul	122,491	Punto - Punto
Cerro Azul – Carshau	119,451	Punto - Punto
Carshau – Buerán	18,938	Punto - Punto
Buerán – Bellavista	31,242	Punto - Punto
Cerro Azul – Balao	77,732	Punto - Punto
Balao – Machala B1 “EL ORO”	61,463	Punto - Punto
Machala B1 “EL ORO” – Motilón	91,543	Punto - Punto
Motilón – Villonaco	74,026	Punto - Punto

Tabla 2.5 Distancias entre radioenlaces

2.4.1.2.5 Perfil Topográfico⁴¹

En las Fig. 2.21-41 se presenta el perfil topográfico correspondiente a todos los enlaces existentes en la RED BACKBONE propuesta:

⁴¹ Mediante la utilización del software LINKPlanner

- Cruz Loma – Cotacachi

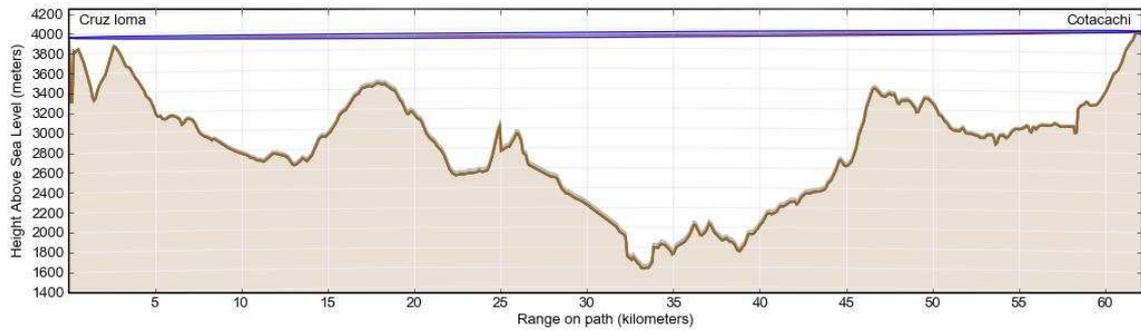


Fig. 2.21 Cruz Loma – Cotacachi

- Cotacachi - Cayambe

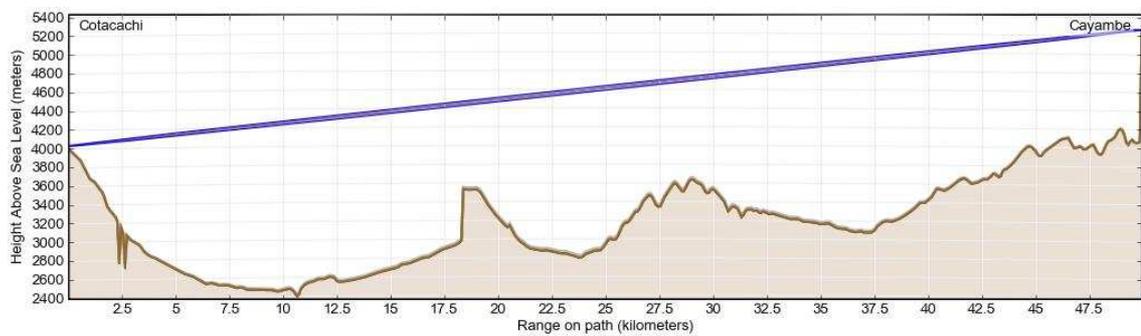


Fig. 2.22 Cotacachi – Cayambe

- Cayambe – Lumbaqui

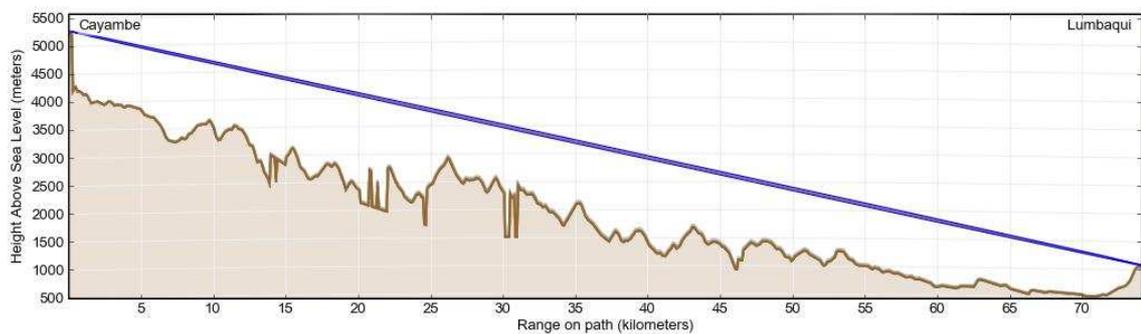


Fig. 2.23 Cayambe – Lumbaqui

- Lumbaqui – Coca 19 BS “NAPO”

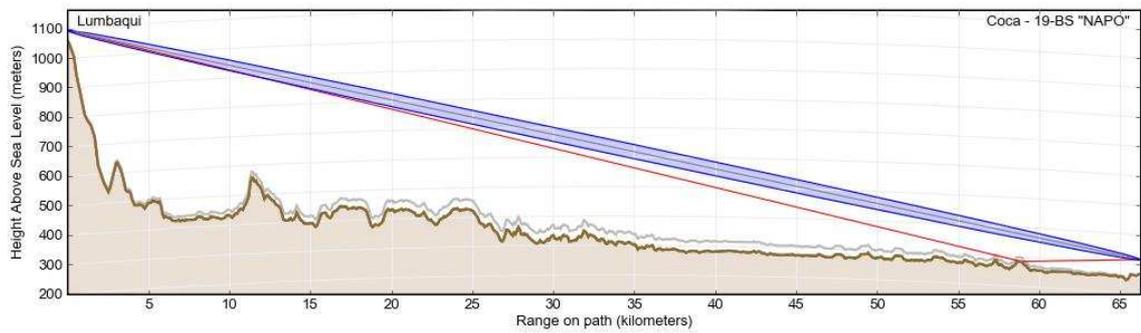


Fig. 2.24 Lumbaqui – Coca 19 BS “NAPO”

- Coca 19 BS “NAPO” – Napo Galeras

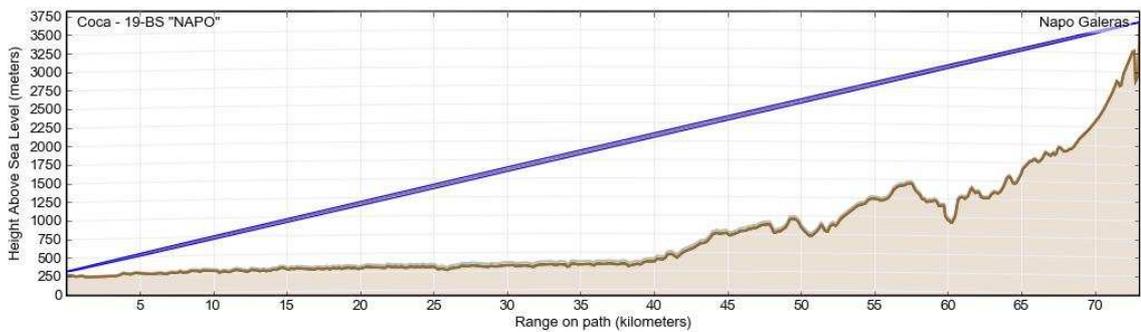


Fig. 2.25 Coca 19 BS “NAPO” – Napo Galeras

- Napo Galeras – Abitahua

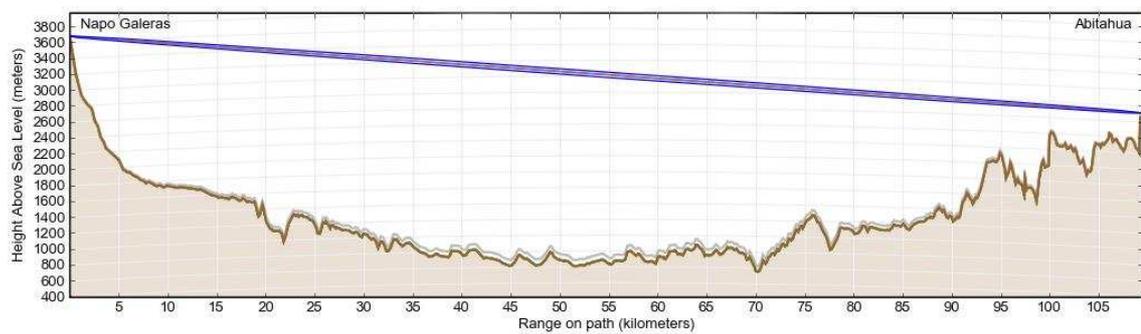


Fig. 2.26 Napo Galeras – Abitahua

- Cruz Loma – Igualata

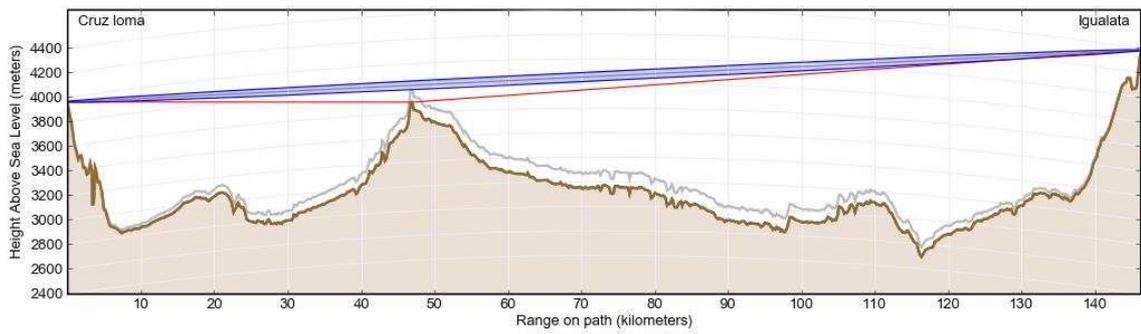


Fig. 2.27 Cruz Loma – Igualata

- Igualata – Pilisurco

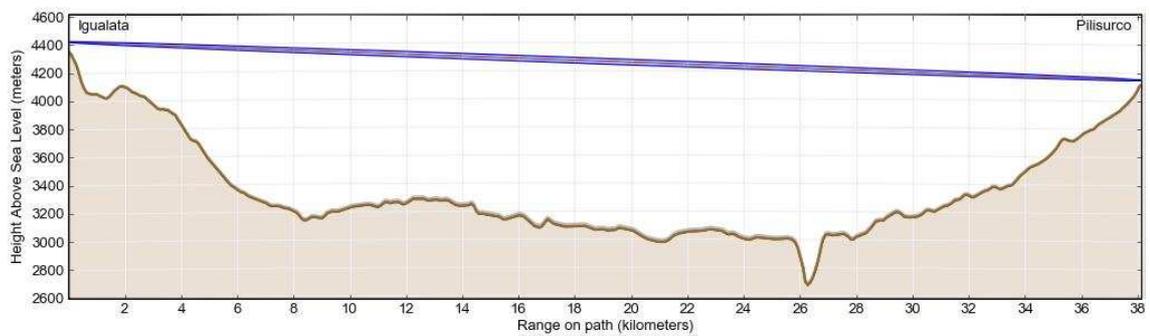


Fig. 2.28 Igualata – Pilisurco

- Igualata – Loma Ayala

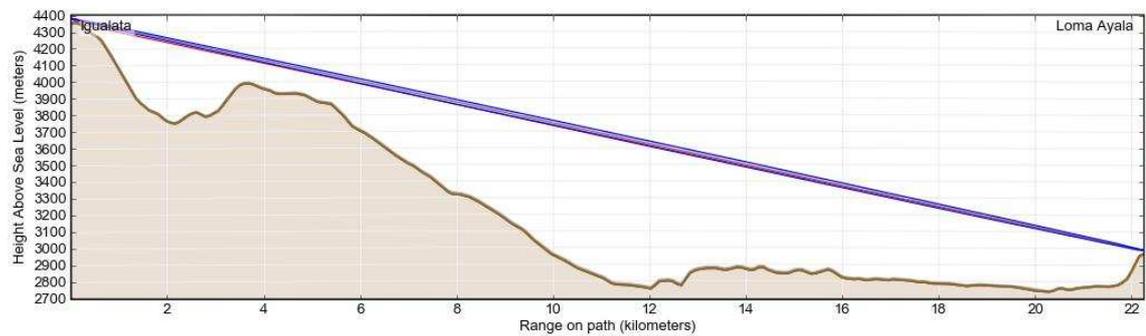


Fig. 2.29 Igualata – Loma Ayala

- Cruz Loma – Atacazo

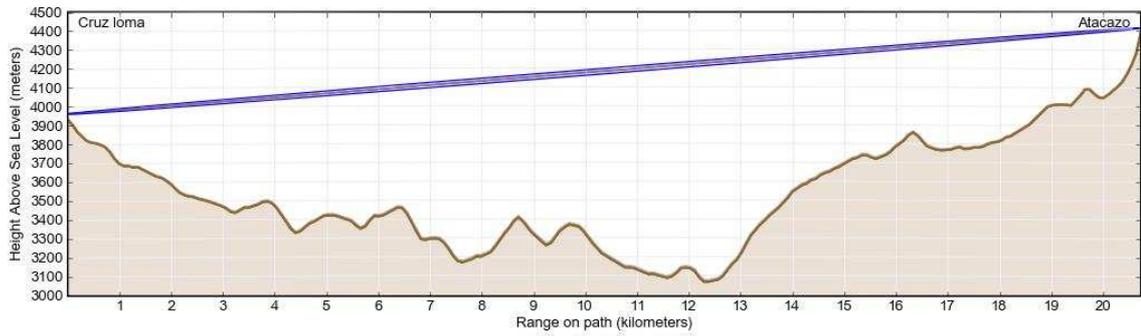


Fig. 2.30 Cruz Loma – Atacazo

- Atacazo – Bombolí

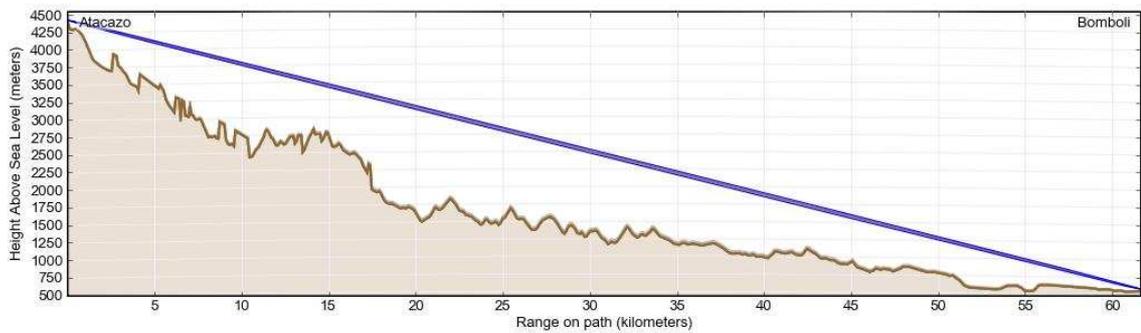


Fig. 2.31 Atacazo – Bombolí

- Bombolí – La Azucena

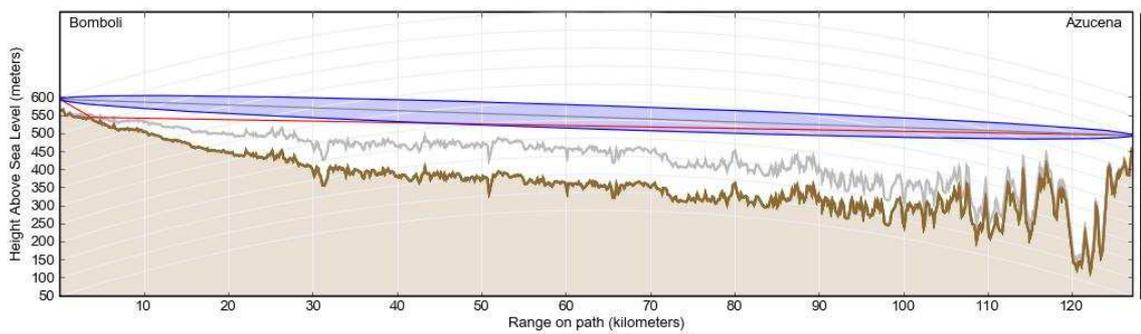


Fig. 2.32 Bombolí – La Azucena

- La Azucena – Jaboncillo

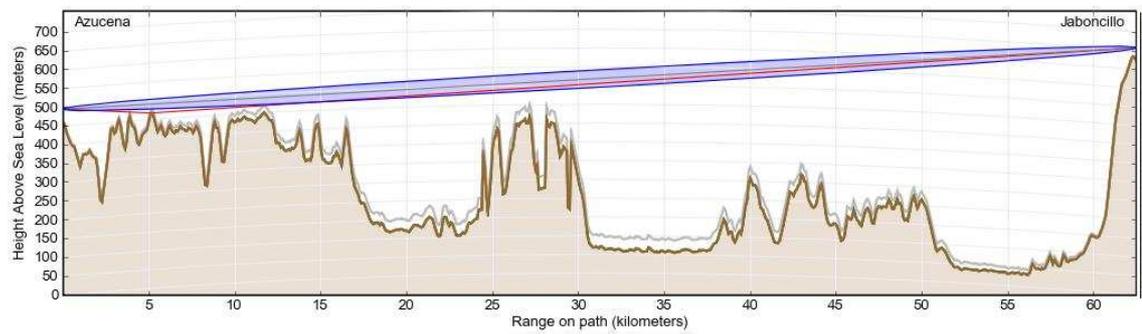


Fig. 2.33 Azucena - Jaboncillo

- La Azucena – Cerro Azul

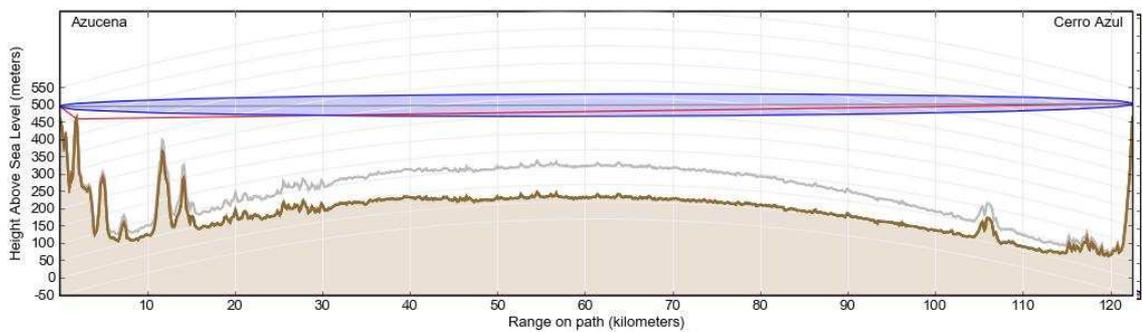


Fig. 2.34 Azucena – Cerro Azul

- Cerro Azul – Carshau

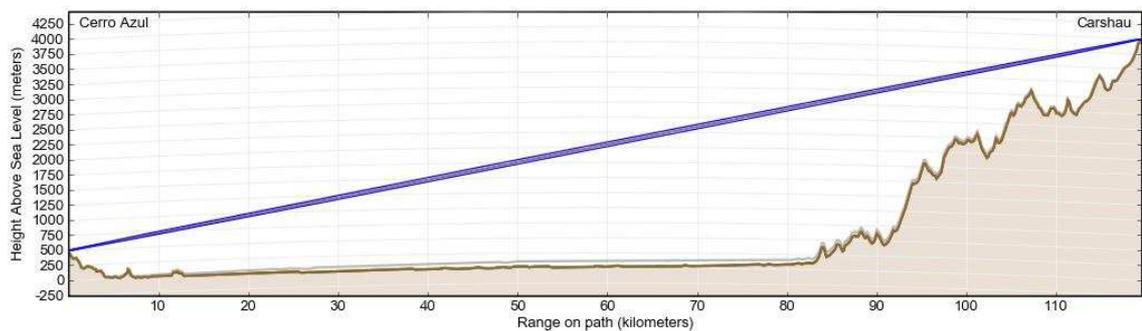


Fig. 2.35 Cerro Azul – Carshau

- Carshau – Buerán

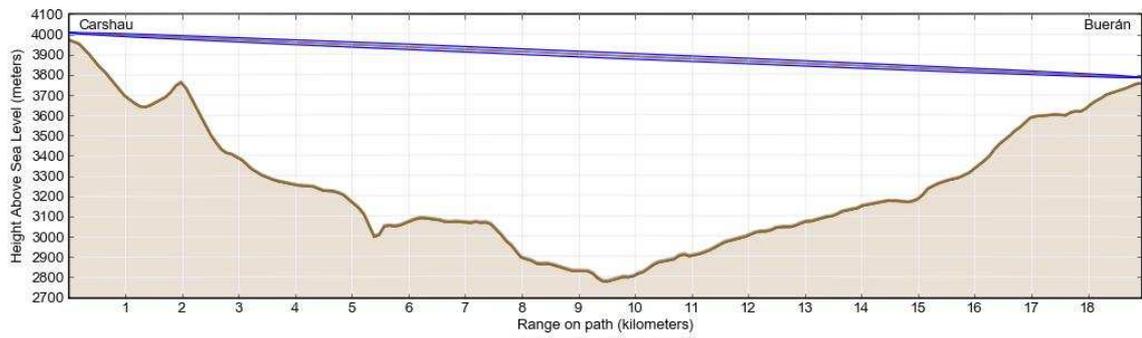


Fig. 2.36 Carshau – Buerán

- Buerán – Bellavista

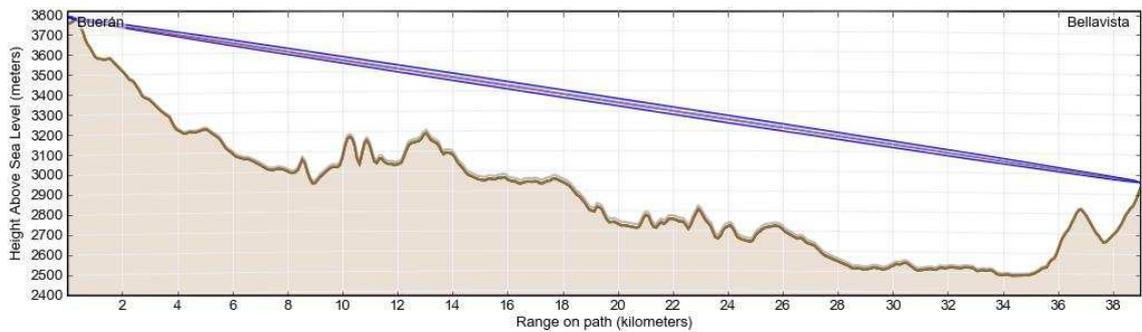


Fig. 2.37 Buerán - Bellavista

- Cerro Azul – Balao

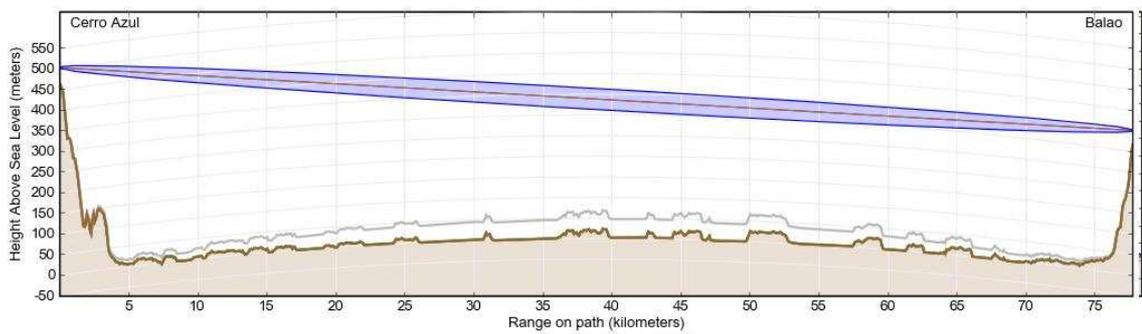


Fig. 2.38 Cerro Azul – Balao

- Balao – Machala B1 “EL ORO”

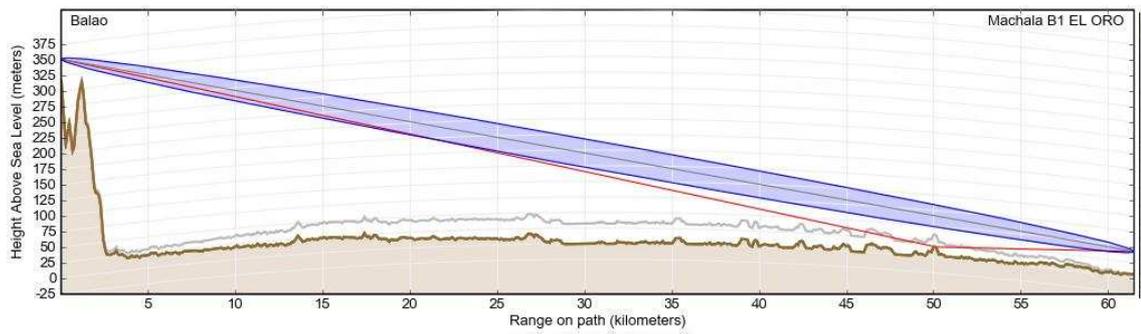


Fig. 2.39 Balao – Machala B1 “EL ORO”

- Machala B1 “EL ORO” – Motilón

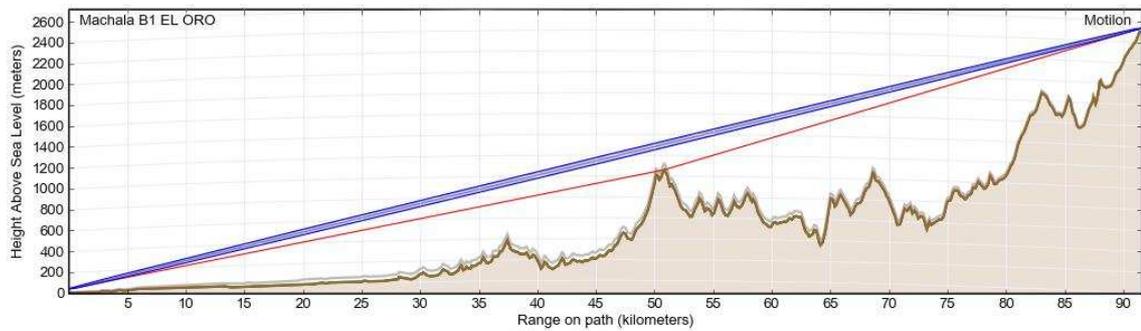


Fig. 2.40 Machala B1 “EL ORO” – Motilón

- Motilón – Villonaco

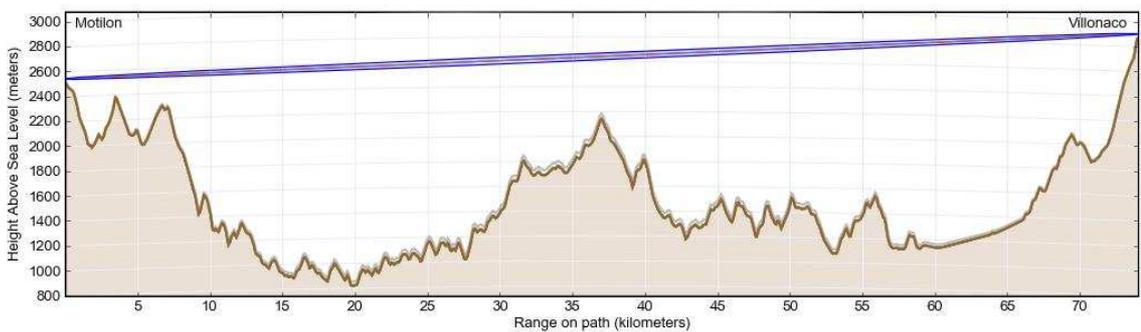


Fig. 2.41 Motilón - Villonaco

2.4.1.2.6 Esquema de la Red ⁴²

En la figura 2.42 se indica un esquema general de los puntos pertenecientes a la red planteada.



Fig. 2.42 Esquema General de la RED BACKBONE

2.4.1.3 Red de Última Milla

La red de Última Milla es la encargada de interconectar las sucursales a nivel nacional del SSFT con la red BACKBONE, ya que por medio de esta se tendrá el acceso a la Matriz del SSFT.

A continuación se describen los elementos necesarios para la realización del esquema de comunicaciones propuesto en esta red.

⁴² Utilización del software LINKPlanner en conjunto con la herramienta Google Earth

2.4.1.3.1 Ubicación Geográfica y Perfil topográfico

En la tabla 2.6 se muestra la ubicación geográfica de las sucursales a nivel nacional del SSFT.

NOMBRE DEL SITIO	TIPO DE ESTRUCTURA	UBICACION		ALTURA S,N,M, [mts]	PROVINCIA
		Longitud	Latitud		
SSFT El Coca	TERMINAL	00° 28,553'S	76° 58,707'W	260	Orellana
SSFT Pastaza	TERMINAL	01° 30,370'S	78° 03,694'W	1045	Pastaza
SSFT Latacunga	TERMINAL	00° 51,135'S	78° 37,257'W	2859	Cotopaxi
SSFT Riobamba	TERMINAL	01° 39,400'S	78° 39,214'W	2776	Chimborazo
SSFT Portoviejo	TERMINAL	01° 02,960'S	80° 28,570'W	40	Manabí
SSFT Guayaquil	TERMINAL	02° 07,032'S	79° 55,886'W	18	Guayas
SSFT Machala	TERMINAL	03° 15,562'S	79° 58,008'W	6	El Oro
SSFT Loja	TERMINAL	04° 00,083'S	79° 12,051'W	2117	Loja
SSFT Cuenca	TERMINAL	02° 52,900'S	78° 59,860'W	2588	Azuay

Fig. 2.6 Ubicación Geográfica de las Sucursales del SSFT

A continuación se presenta el perfil topográfico de los enlaces necesarios para comunicar las sucursales a nivel Nacional del SSFT con los puntos finales de la Red BACKBONE descrita anteriormente, para esto se utilizó el software propietario de Motorola LINKPlanner.

- Sucursal “El Coca”

Ubicada dentro del Destacamento Militar conocido como Brigada N19 “Napo”, en la Ciudad del Coca Provincia de Orellana, ésta sucursal se enlazará a la red de comunicaciones a través del punto conocido como Coca 19 BS “NAPO”, el cual está ubicado en la torre de comunicaciones de las Fuerzas Armadas, su perfil topográfico se indica en la Fig. 2.43

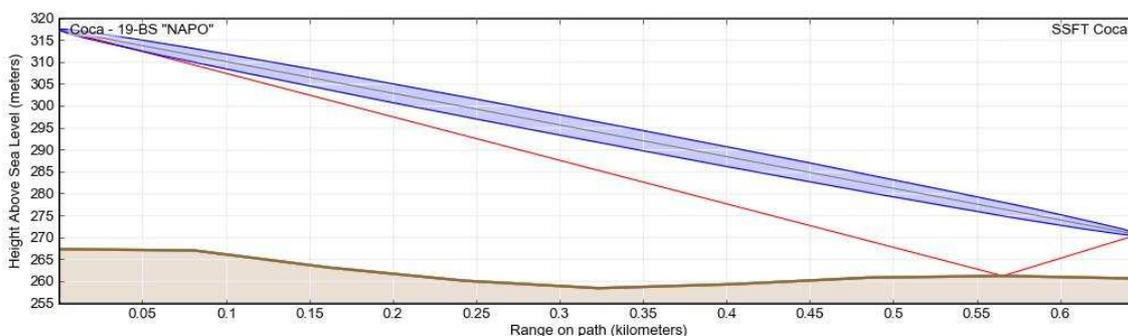


Fig. 2.43 SSFT Coca – Coca 18 BS “NAPO”

- Sucursal “Pastaza”

Ubicada dentro del Destacamento Militar conocido como Brigada de Selva N17, en la Parroquia Shell Mera Provincia de Pastaza, esta sucursal se enlazará a la red de comunicaciones a través del cerro Abitahua, su perfil topográfico se indica en la figura 2.44

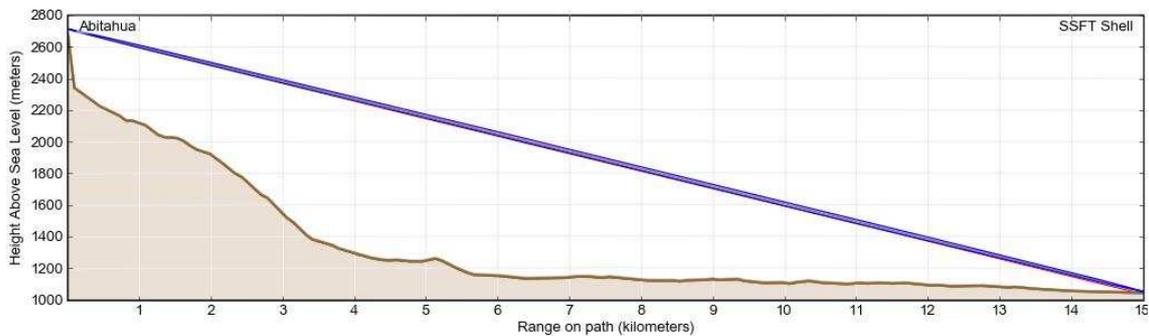


Fig. 2.44 SSFT Pastaza - Abitahua

- Sucursal “Latacunga”

Ubicada dentro del destacamento militar conocido como Brigada de Fuerzas Especiales Patria, en las afueras de la ciudad de Latacunga Provincia de Cotopaxi, esta sucursal se enlazará a la red de comunicaciones a través del cerro Pilisurco, su perfil topográfico se indica en la figura 2.45

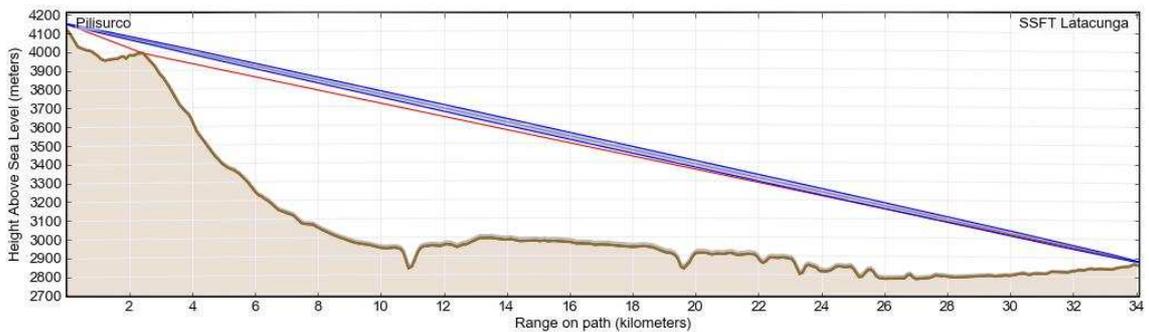


Fig. 2.45 SSFT Latacunga - Pilisurco

- Sucursal “Riobamba”

Ubicada dentro del destacamento militar conocido como Brigada Blindada Galápagos, en el centro de la ciudad de Riobamba Provincia de Chimborazo,

ésta sucursal se enlazará a la red de comunicaciones a través del cerro Loma Ayala, su perfil topográfico se indica en la figura 2.46

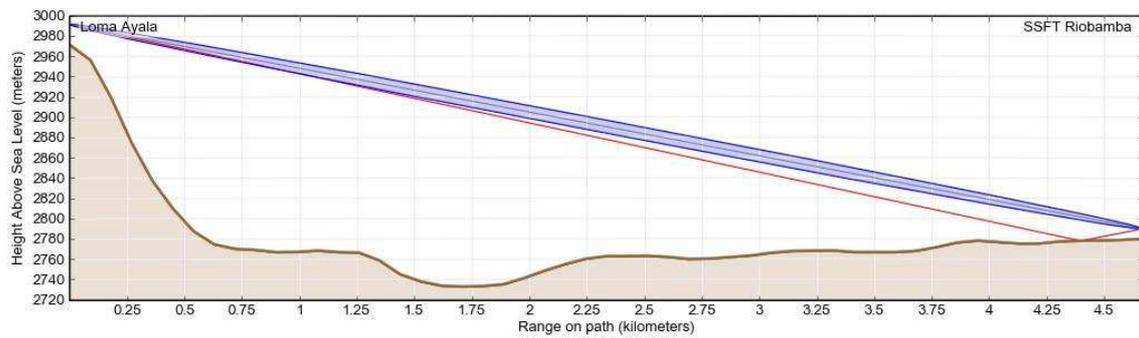


Fig. 2.46 SSFT Riobamba – Loma Ayala

- Sucursal “Portoviejo”

Ubicada dentro del destacamento militar conocido como Fuerte Militar Manabí, en el centro de la ciudad de Portoviejo Provincia de Manabí, ésta sucursal se enlazará a la red de comunicaciones a través del cerro Jaboncillo, su perfil topográfico se indica en la figura 2.47

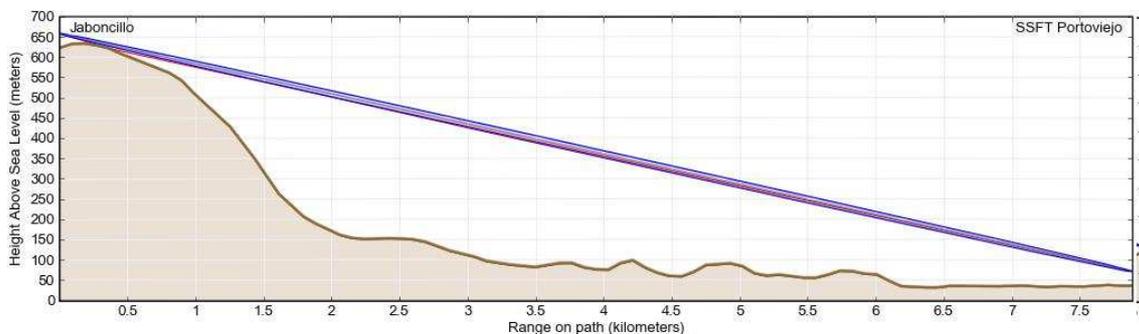


Fig. 2.47 SSFT Jaboncillo – Portoviejo

- Sucursal “Guayaquil”

Ubicada dentro del destacamento militar conocido como Quinto Guayas, en el sector norte de la ciudad de Guayaquil Provincia del Guayas, ésta sucursal se enlazará a la red de comunicaciones a través del cerro Azul, su perfil topográfico se indica en la figura 2.48

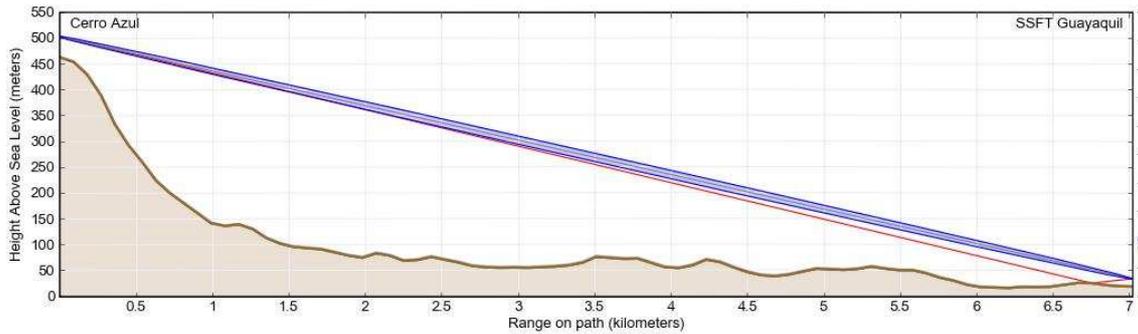


Fig. 2.48 SSFT Guayaquil – Cerro Azul

- Sucursal “Machala”

Ubicada dentro del destacamento militar conocido Brigada B1 EL ORO, en el sector central de la ciudad de Machala Provincia de el Oro, ésta sucursal se enlazará a la red de comunicaciones a través de la repetidora perteneciente al ejército ubicada dentro del mismo cuartel y conocida con el nombre de Machala BI “EL ORO”, su perfil topográfico se indica en la figura 2.49

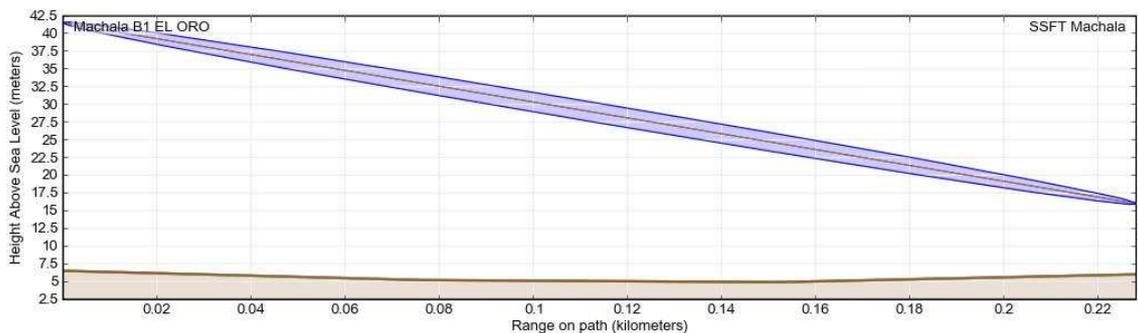


Fig. 2.49 SSFT Machala – Machala BI “EL ORO”

- Sucursal “Loja”

Ubicada dentro del destacamento militar conocido como la Zona Militar, en el sector central de la ciudad de Loja Provincia del mismo nombre, ésta sucursal se enlazará a la red de comunicaciones a través del cerro Villonaco, su perfil topográfico se indica en la figura 2.50

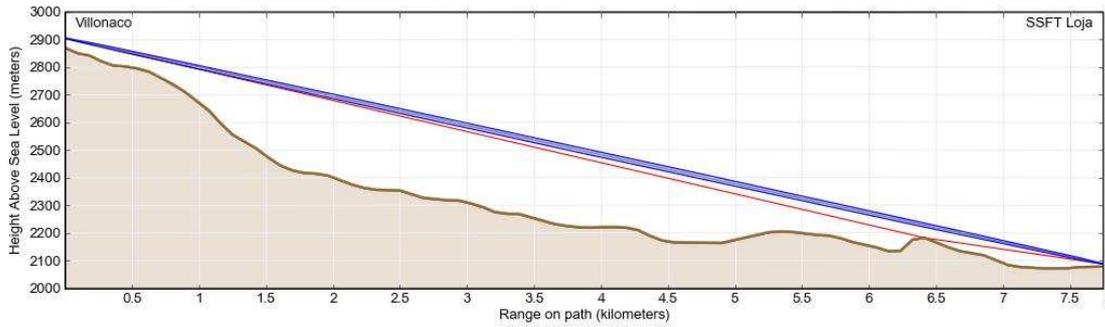


Fig. 2.50 SSFT Loja – Villonaco

- Sucursal “Cuenca”

Ubicada dentro del destacamento militar conocido como la Tercera División Tarqui, en el sector norte de la ciudad de Cuenca Provincia del Azuay, ésta sucursal se enlazará a la red de comunicaciones a través del nodo Bellavista, su perfil topográfico se indica en la figura 2.51

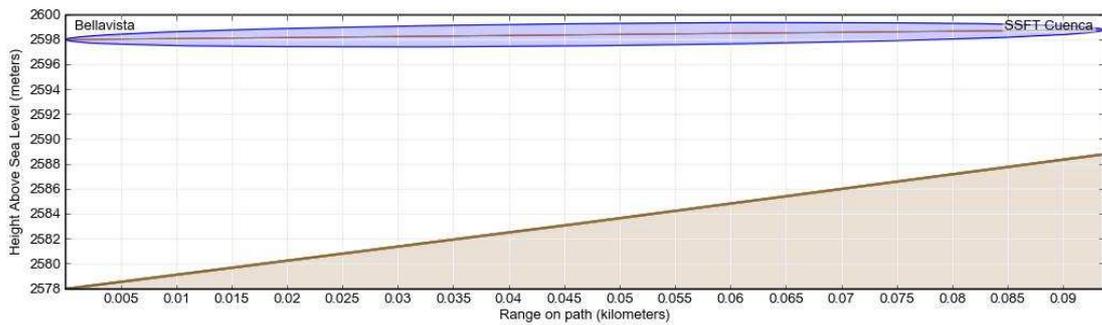


Fig. 2.51 SSFT Cuenca – Bellavista

2.4.1.3.2 Distancias entre enlaces

Uno de los principales factores al momento de seleccionar el tipo de transmisor, es la distancia a la cual los puntos remotos se encuentran, la tabla 2.7 resume la distancia de los enlaces para poder comunicar a las sucursales del SSFT con la red Backbone.

Nombre del Enlace	Distancia [Km]	Tipo de enlace
SSFT Coca – Coca 18 BS “NAPO”	0,646	Punto - Punto
SSFT Pastaza - Abitahua	15	Punto - Punto
SSFT Latacunga - Pilisurco	34	Punto - Punto

SSFT Riobamba – Loma Ayala	4,665	Punto - Punto
SSFT Jaboncillo – Portoviejo	7,885	Punto - Punto
SSFT Guayaquil – Cerro Azul	7,019	Punto - Punto
SSFT Machala – Machala BI “EL ORO”	0,228	Punto - Punto
SSFT Loja – Villonaco	7,747	Punto - Punto
SSFT Cuenca – Bellavista	0,107	Punto - Punto

Tabla 2.7 Distancias entre sucursales y puntos de la red Backbone

2.4.2 SELECCIÓN DE EQUIPOS DE LA RED

Para la selección de equipos a utilizar, es necesario tener en cuenta varios aspectos importantes para poder intercomunicar los diferentes sitios escogidos, como la distancia del enlace, capacidad necesaria, obstrucción de la zona de Fresnel, línea de vista, entre otros.

A continuación se seleccionarán los equipos necesarios para implementar la Red Nacional de Comunicaciones del SSFT.

2.4.2.1 Equipamiento para enlaces

Los equipos de comunicaciones que utilizaremos para el diseño de la red dependerán principalmente de la capacidad de transmisión, tomando en cuenta el requerimiento de cada sucursal y las distancias que existan entre puntos remotos mediante la utilización de equipos Canopy de Motorola, mientras que para la selección de equipamiento activo se hará un análisis comparativo entre algunas marcas teniendo en cuenta los beneficios que estas nos brindan.

La tabla 2.10 nos muestra en resumen los diferentes tipos de equipos que la plataforma Canopy de Motorola nos ofrecen.

Frecuencia (GHz) / Capacidad	Distancia LOS (Km)	Distancia LOS con Reflector	ENCRIPCIÓN	ANCHO DE BANDA “Agregado”
5,4 (10Mbps)	3,2	16	AESó DES	7,5Mbps
5,4 (20Mbps)	1,6	8	AESó DES	14Mbps
5,7 (10Mbps)	3,2	56	AESó DES	7,5Mbps

5,7 (20Mbps)	1,6	56	AESó DES	14Mbps
5,7 (30Mbps)	Hasta 200	NA	AES	Hasta 21Mbps
5,7 (60Mbps)	Hasta 200	NA	AES	Hasta 43Mbps
5,7 (150Mbps)	Hasta 200	NA	AES	Hasta 150Mbps
5,7 (300Mbps)	Hasta 200	NA	AES	Hasta 300Mbps

Tabla 2.10 Equipos Backhaul de la Plataforma Motorota Canopy

Las distancias máximas a las cuales pueden llegar los equipos de comunicación son válidas siempre y cuando exista línea de vista y por lo menos el 60% de la zona de Fresnel se encuentre libre de obstrucciones, además dependiendo la distancia será necesaria la utilización de antenas externas tomando en cuenta el ancho de banda necesario por sucursal.

2.4.2.1.1 Equipos Backhaul

Los equipos para la red de comunicaciones fueron escogidos teniendo en cuenta el requerimiento de ancho de banda por sucursal, el alcance que estos tienen y la frecuencia a la que operan. Además de estos parámetros importantes, se tomó en consideración el uso de antenas externas para escoger el tipo de radios que utilizaremos ya que la plataforma Canopy nos brinda la opción de utilizar equipos con antena integrada y equipos con antena conectorizada, los cuales son utilizados con antenas externas.

En la tabla 2.11 se indican los equipos necesarios a utilizar para comunicar la Red Nacional de Comunicaciones del SSFT.

Nombre del Enlace	Distancia [Km]	Equipo escogido	Modulación	Tipo	Ganancia extra
Matriz - Cuartel Rumiñahui	2,2	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Integrada	NO
Cuartel Rumiñahui – Cruz Loma	8,8	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Integrada	NO
Cruz Loma – Miravalle	9,4	5,7 GHz (20Mbps)	FSK	Antena Integrada	SI
Miravalle – Sur	4	5,4 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	SI
Miravalle – Comandancia	4,1	5,4 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	SI

Miravalle – Balvina	9,9	5,7 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	SI
Miravalle – Paschocha	19,3	5,7 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	SI
Paschocha – Machachi	7,5	5,7 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	SI
Cruz Loma – Cotacachi	62,8	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Conectorizada	SI
Cotacachi – Cayambe	50	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Conectorizada	SI
Cayambe – Lumbaqui	67,9	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Integrada	NO
Lumbaqui – Coca 19 BS "NAPO"	66,2	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Integrada	NO
Coca 19 BS "NAPO" – Napo Galeras	73	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Integrada	NO
Napo Galeras – Abitahua	109,4	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Conectorizada	SI
Cruz Loma – Igualata	146,1	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Conectorizada	SI
Igualata – Pilisurco	38,1	5,7 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	SI
Igualata – Loma Ayala	22,2	5,7 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	SI
Cruz Loma – Atacazo	20,7	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Integrada	NO
Atacazo – Bomboli	61,6	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Conectorizada	SI
Bomboli – La Azucena	127,1	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Conectorizada	SI
La Azucena – Jaboncillo	62,5	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Integrada	NO
La Azucena – Cerro Azul	122,5	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Conectorizada	SI
Cerro Azul – Carshau	119,5	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Conectorizada	SI

Carshau – Buerán	18,9	5,7 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	SI
Buerán – Bellavista	31,2	5,7 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	SI
Cerro Azul – Balao	77,7	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Integrada	NO
Balao – Machala B1 “EL ORO”	61,5	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Integrada	NO
Machala B1 “EL ORO” – Motilón	91,5	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Integrada	NO
Motilón – Villonaco	74	5,7 GHz (30Mbps)	OFDM	Antena Integrada	NO
SSFT Coca – Coca 18 BS “NAPO”	0,6	5,4 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	NO
SSFT Pastaza - Abitahua	15	5,7 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	SI
SSFT Latacunga - Pilisurco	34	5,7 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	SI
SSFT Riobamba – Loma Ayala	4,7	5,4 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	SI
SSFT Jaboncillo – Portoviejo	7,9	5,4 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	SI
SSFT Guayaquil – Cerro Azul	7	5,4 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	SI
SSFT Machala – Machala BI “EL ORO”	0,2	5,4 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	NO
SSFT Loja – Villonaco	7,7	5,4 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	SI
SSFT Cuenca – Bellavista	0,1	5,4 GHz (10Mbps)	FSK	Antena Integrada	NO

Tabla 2.11 Equipos Canopy escogidos para la Red Nacional de Comunicaciones del SSFT

Los equipos fueron escogidos pensando en el requerimiento que se tenga en cada sucursal, además del ancho de banda agregado en el camino que sigue la red hasta llegar a la Matriz en la ciudad de Quito.

2.4.2.1.2 Antenas y reflectores

Como se muestra en la tabla 2.11, para ciertos enlaces es necesario el uso de antenas parabólicas conectorizadas para equipos OFDM, o reflectores incluidos en la plataforma Canopy para equipos con modulación FSK, el objetivo de utilizar antenas externas es el de adquirir mayor ganancia en el enlace elevando así el ancho de banda resultante, los enlaces que posean antenas externas deben tener en cuenta si trabajan con polaridad simple o polaridad doble en el caso que se requiera tener diversidad espacial.

Para seleccionar las antenas externas que utilizaremos, se hará una breve comparación entre las marcas más reconocidas y distribuidas en el Ecuador, tomando en cuenta las características más importantes que deberían tener para considerarlas en el diseño de comunicaciones propuesto, las marcas que presentaremos a continuación son Radio Waves y Andrew.

En la tabla 2.12 se presenta la comparación entre marcas:⁴³

Requisitos	RadioWaves	Andrew
Trabaja en bandas de frecuencia no licenciadas	✓	✓
Ganancia de la antena 2 pies	28,5 dB	29,4 dB
Ganancia de la antena 3 pies	31,4 dB	33,4 dB
Peso de la antena 2 pies	9,9 Kg	9 Kg
Peso de la antena 3 pies	15,8 Kg	18 Kg
Interfáz de conexión tipo N femenino	✓	✓
Posee polaridad simple	✓	✓
Posee polaridad doble	✓	✓
Facilidad de instalación	✓	✗
Facilidad de compra con los distribuidores	✓	✓
Precio Referencial (En tiendas por Internet)	Menor	Mayor

Tabla 2.12. Comparativo de antenas externas

Tomando en cuenta que las antenas Andrew poseen mayor ganancia se debería escoger esta marca, pero por cuestiones de facilidad de instalación y

⁴³ ANEXO 3

costo de las antenas, hace que la marca escogida para los equipos OFDM sea “RadioWaves”, además se tiene un buen distribuidor mayorista en el País el cual importa estas antenas a muy buenos costos mientras que los equipos FSK utilizan reflectores que forman parte de la plataforma Canopy de Motorola para obtener mayor ganancia.

En la tabla 2.13 se indica el tipo de antenas que se utiliza para la implementación de los enlaces, por otro lado, los enlaces que no superan los 3,2 Km se considera que no necesitan antena externa, ya que como se indicó en la tabla 2.10, los equipos Canopy pueden enlazarse hasta distancias de 3,2 Km sin la necesidad de reflectores siempre y cuando exista línea de vista.

Nombre del Enlace	Tipo	Frecuencia de trabajo	Ganancia [dBi]
Cruz Loma – Miravalle	Reflector Pasivo	5,7 GHz	11 a 18
Miravalle – Sur	Reflector Pasivo	5,4 GHz	11 a 18
Miravalle – Comandancia	Reflector Pasivo	5,4 GHz	11 a 18
Miravalle – Balvina	Reflector Pasivo	5,7 GHz	11 a 18
Miravalle – Pasochoa	Reflector Pasivo	5,7 GHz	11 a 18
Pasochoa – Machachi	Reflector Pasivo	5,7 GHz	11 a 18
Cruz Loma – Cayambe	Radio Waves 2 pies	5,7 GHz	28,3
Napo Galeras – Abitahua	Radio Waves 2 pies	5,7 GHz	28,3
Cruz Loma – Igualata	Radio Waves 2 pies	5,7 GHz	28,3
Igualata – Pilisurco	Reflector Pasivo	5,7 GHz	11 a 18
Igualata – Loma Ayala	Reflector Pasivo	5,7 GHz	11 a 18
Atacazo – Bomboli	Radio Waves 2 pies	5,7 GHz	28,3
Cotacac – La Azucena	Radio Waves 2 pies	5,7 GHz	28,3
La Azucena – Cerro Azul	Radio Waves 3 pies	5,7 GHz	31,3
Cerro Azul – Carshau	Radio Waves 2 pies	5,7 GHz	28,3
Carshau – Buerán	Reflector Pasivo	5,4 y 5,7 GHz	11 a 18
Buerán – Bellavista	Reflector Pasivo	5,4 y 5,7 GHz	11 a 18
SSFT Pastaza – Abitahua	Reflector Pasivo	5,4 y 5,7 GHz	11 a 18
SSFT Latacunga – Pilisurco	Reflector Pasivo	5,4 y 5,7 GHz	11 a 18
SSFT Riobamba – Loma Ayala	Reflector Pasivo	5,4 y 5,7 GHz	11 a 18
SSFT Jaboncillo – Portoviejo	Reflector Pasivo	5,4 y 5,7 GHz	11 a 18
SSFT Guayaquil – Cerro Azul	Reflector Pasivo	5,4 y 5,7 GHz	11 a 18
SSFT Loja – Villonaco	Reflector Pasivo	5,4 y 5,7 GHz	11 a 18

Tabla 2.13 Antenas a utilizar

Las antenas fueron escogidas tomando en cuenta la distancia de los enlaces y el requerimiento de ancho de banda esperado.

2.4.2.1.3 Equipos activos

Para la selección de equipos activos debemos tomar en cuenta algunos detalles relacionados con el esquema de comunicaciones propuesto ya que vamos a trabajar con diferentes redes que deben a la vez estar comunicadas entre si, motivo por el cual se debe prever la utilización de equipos que realizan ruteo conocidos como equipos capa 3.

Además se debe tomar en cuenta la utilización de equipos especiales, como el CMMmicro, en los sitios donde existen varios equipos de comunicaciones implementados en el mismo espacio físico, con el fin de disminuir la interferencia entre ellos y transmitir el sincronismo en la red inalámbrica, mientras que será necesaria la utilización de equipos capa 2 o no administrables para los sitios que funcionan como repetidoras, ya que no es necesario el uso de equipos con mayor capacidad.

Para seleccionar los equipos activos que utilizaremos, se hará una breve comparación entre las marcas más reconocidas y distribuidas en el Ecuador, tomando en cuenta las características más importantes que deberían tener para considerarlas en el diseño de comunicaciones propuesto, las marcas que presentaremos a continuación son 3COM y CISCO

En la tabla 2.14 se presenta la comparación entre marcas:

Requisitos	3COM	CISCO
Debe ser no administrable capa 2 y de pocos puertos	✓	✓
Debe ser administrable con telnet, http.	✓	✓
Soportan Ruteo	✓	✓
Soportan VLANS	✓	✓
Soporte Técnico	✓	✓
Posibilidad de montaje en Rack	✓	✓
Costo	Menor	Mayor

Tabla 2.14. Comparativo de equipos activos

Como se puede ver, para la implementación de la red planteada podemos utilizar cualquiera de las dos marcas seleccionadas, por motivo de disminuir el costo de la red, la marca que utilizaré será 3COM.

Ahora es necesario seleccionar el tipo de equipos 3COM que utilizaremos, para esto se tomará en cuenta los requerimientos necesarios según el sitio donde se ubicarán estos equipos.

Ya que en cada sucursal es necesario el uso de un Switch para conectar los distintos puntos de la red, y tomando en cuenta que se debe tener un equipo que soporte capa 3 para realizar el ruteo necesario para poder comunicarnos con la Matriz, se escogió un equipo que mezcla los dos requerimientos, es así que el equipo seleccionado para cada sucursal será un Switch capa 3, su numeración es 3COM 4500 de 24 puertos Fast Ethernet 10/100 y dos puertos Gigabit Ethernet 10/100/1000, en este equipo se configurará VLANS y rutas estáticas.

Para los puntos en donde exista 3 o mas enlaces se plantea la utilización de un CMMmicro con el fin de sincronizar los radios para que no se generen interferencias entre si y que sincronicen el resto de los enlaces, por último para los puntos que funcionan como repetidoras, se plantea la utilización de un Switch capa 2 no administrable de numeración 3CFSU05de, el cual posee 8 puertos Fast Ethernet 10/100 suficientes para realizar la interconexión de los radios.

Tomando en cuenta que en el cerro Cruz Loma y la Matriz del SSFT se realiza todo el ruteo para intercomunicar la Red Nacional de Comunicaciones del SSFT, se debe utilizar equipos robustos con el fin de garantizar así el desempeño de la red, se prevee la utilización de 2 ruteadores marca Cisco de la serie 2811.

La tabla 2.15 nos muestra el resumen de equipos activos que se deberán instalar para comunicar nuestra red.

UBICACIÓN	EQUIPOS ACTIVOS
Matriz	Router Cisco 2811
Cuartel Rumiñahui	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Cruz Loma	CMM Micro, Router Cisco 2811
Miravalle	CMM Micro
Sur	Switch 3COM 4500 capa 3 de 24 puertos
Comandancia	Switch 3COM 4500 capa 3 de 24 puertos
Balvina	Switch 3COM 4500 capa 3 de 24 puertos
Pasochoa	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Machachi	Switch 3COM 4500 capa 3 de 24 puertos
Cotacachi	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Cayambe	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Lumbaqui	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Coca-19-BS-SCUE "COCA"	CMM Micro
Napo Galeras (Coordillera)	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Abitahua	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Atacazo	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Igualata	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Pilisurco	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Loma Ayala	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Bombolí	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Azucena	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Jaboncillo	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Cerro Azul	CMM Micro
Carshau	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Buerán	CMM Micro
Cerro Bellavista	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Balao	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Machala-1 -BI "ELORO"	CMM Micro
Motilon	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
Villonaco	Switch 3COM 3CFSU05 de 5 puertos
SSFT El Coca	Switch 3COM 4500 capa 3 de 24 puertos
SSFT Pastaza	Switch 3COM 4500 capa 3 de 24 puertos
SSFT Latacunga	Switch 3COM 4500 capa 3 de 24 puertos
SSFT Riobamba	Switch 3COM 4500 capa 3 de 24 puertos
SSFT Portoviejo	Switch 3COM 4500 capa 3 de 24 puertos
SSFT Guayaquil	Switch 3COM 4500 capa 3 de 24 puertos
SSFT Machala	Switch 3COM 4500 capa 3 de 24 puertos
SSFT Loja	Switch 3COM 4500 capa 3 de 24 puertos
SSFT Cuenca	Switch 3COM 4500 capa 3 de 24 puertos

Tabla 2.15 Equipos activos para la red

El SSFT deberá crear Vlans para voz, datos y video con el fin de separar los tipos de conexión dentro de su red y el Router recomendado podrá interconectarlas mediante una buena configuración.

2.4.2.1.4 Fuentes de alimentación

Para alimentar los equipos Canopy es necesaria la utilización de fuentes de alimentación conocidas como PIDUs, las cuales energizan los radios por medio del cable de comunicaciones, en el capítulo 1 se explicó la manera en las cuales estas funcionan.

2.4.3 RANGO DE FRECUENCIAS A UTILIZAR

Los equipos Canopy fueron seleccionados teniendo en cuenta su frecuencia de trabajo, ahora es necesario plantear un esquema de frecuencias adecuado para su configuración con el fin de disminuir al máximo la interferencia que entre ellos se podría suscitar.

El esquema de frecuencias para los equipos OFDM dependerá del entorno en que estos se encuentren ya que su funcionamiento se basa en el nivel de señal que captan y escogen la frecuencia de trabajo basándose en este factor mediante la utilización de IDFS (Intelligent Dynamic Frequency Selection).

Los rangos de frecuencia disponibles para los equipos seleccionados son:

- 5,4 GHz (10 Mbps FSK) → 5,495 – 5,705 GHz
- 5,7 GHz (10 y 20 Mbps FSK) → 5,735 – 5,840 GHz
- 5,7 GHz (30 Mbps OFDM) → 5,725 – 5,850 GHz

Las frecuencias escogidas para los equipos FSK fueron seleccionadas tomando en cuenta las recomendaciones dadas por Motorola, mediante la reutilización de frecuencias en el caso de tener 2 o más equipos instalados en la misma ubicación física.

Las frecuencias seleccionadas se detallan en la tabla 2.16

Nombre del Enlace	Modulación	Frecuencia [GHz]	MASTER	SLAVE
Matriz - Cuartel Rumiñahui	OFDM	5,725 – 5,850	Cuartel Rumiñahui	Matriz
Cuartel Rumiñahui – Cruz Loma	OFDM	5,725 – 5,850	Cuartel Rumiñahui	Cruz Loma
Cruz Loma – Miravalle	FSK	5,735	Miravalle	Cruz Loma
Miravalle – Sur	FSK	5,495	Miravalle	Sur
Miravalle – Comandancia	FSK	5,520	Miravalle	Comandancia
Miravalle – Balvina	FSK	5,735	Miravalle	Balvina
Miravalle – Pasochoa	FSK	5,760	Miravalle	Pasochoa
Pasochoa - Machachi	FSK	5,785	Machachi	Pasochoa
Cruz Loma – Cotacachi	OFDM	5,725 – 5,850	Cruz Loma	Cotacachi
Cotacachi – Cayambe	OFDM	5,725 – 5,850	Cayambe	Cotacachi
Cayambe – Lumbaqui	OFDM	5,725 – 5,850	Cayambe	Lumbaqui
Lumbaqui – Coca 19 BS “NAPO”	OFDM	5,725 – 5,850	Coca 19 BS “NAPO”	Lumbaqui
Coca 19 BS “NAPO” – Napo Galeras	OFDM	5,725 – 5,850	Coca 19 BS “NAPO”	Napo Galeras
Napo Galeras – Abitahua	OFDM	5,725 – 5,850	Abitahua	Napo Galeras
Cruz Loma – Igualata	OFDM	5,725 – 5,850	Cruz Loma	Igualata
Igualata – Pilisurco	FSK	5,760	Pilisurco	Igualata
Igualata – Loma Ayala	FSK	5,760	Loma Ayala	Igualata
Cruz Loma – Atacazo	OFDM	5,725 – 5,850	Cruz Loma	Atacazo
Atacazo – Bombolí	OFDM	5,725 – 5,850	Bombolí	Atacazo
Bombolí – La Azucena	OFDM	5,725 – 5,850	Bombolí	Azucena
La Azucena – Jaboncillo	OFDM	5,725 – 5,850	Jaboncillo	Azucena
La Azucena – Cerro Azul	OFDM	5,725 – 5,850	Cerro Azul	Azucena
Cerro Azul – Carshau	OFDM	5,725 – 5,850	Cerro Azul	Carshau
Carshau – Buerán	OFDM	5,725 – 5,850	Buerán	Carshau
Buerán – Bellavista	OFDM	5,725 – 5,850	Buerán	Bellavista
Cerro Azul – Balao	OFDM	5,725 – 5,850	Cerro Azul	Balao
Balao – Machala B1 “EL ORO”	OFDM	5,725 – 5,850	Machala BI “EL ORO”	Balao
Machala B1 “EL ORO” – Motilón	OFDM	5,725 – 5,850	Machala BI “EL ORO”	Motilón
Motilón – Villonaco	OFDM	5,725 – 5,850	Villonaco	Motilón
SSFT Coca – Coca 18 BS “NAPO”	FSK	5,495	Coca 18 BS “NAPO”	SSFT Coca
SSFT Pastaza - Abitahua	FSK	5,735	SSFT Pastaza	Abitahua
SSFT Latacunga - Pilisurco	FSK	5,735	Pilisurco	SSFT Latacunga
SSFT Riobamba – Loma Ayala	FSK	5,495	Loma Ayala	SSFT Riobamba
SSFT Jaboncillo – Portoviejo	FSK	5,495	Jaboncillo	SSFT Portoviejo
SSFT Guayaquil – Cerro Azul	FSK	5,495	Cerro Azul	SSFT Guayaquil
SSFT Machala – Machala BI “EL ORO”	FSK	5,495	Machala BI “EL ORO”	SSFT Machala
SSFT Loja – Villonaco	FSK	5,495	Villonaco	SSFT Loja

SSFT Cuenca – Bellavista	FSK	5,495	Bellavista	SSFT Cuenca
--------------------------	-----	-------	------------	-------------

Tabla 2.16 Rango de Frecuencias esquema de comunicación

El esquema de frecuencias planteado toma en cuenta las recomendaciones de espaciamiento que deben existir entre bandas de la misma frecuencia y la reutilización de frecuencias explicadas en el capítulo 1 del presente Proyecto.

Además se realizó la configuración, teniendo en cuenta la ubicación de los equipos Maestros en los sitios donde se cree existe un mayor piso de ruido con el fin de evitar interferencias.

2.4.4 CÁLCULOS NECESARIOS PARA GARANTIZAR EL DESEMPEÑO DE LA RED

Es necesario tomar en cuenta ciertos factores que serán necesarios para comprobar las características técnicas que tendrá cada nodo de comunicaciones a lo largo de toda la red diseñada, algunos de los cálculos que a continuación se presentan nos indican cuan eficientes llegarían a ser los enlaces en el caso de una posible implementación.

2.4.4.1 Pérdida en espacio libre (FSL)

Tomando como referencia la fórmula 2.4, podremos calcular la pérdida que existe en espacio libre para un enlace cuando la frecuencia la tenemos en GHz y la distancia en Km.

- Ejemplo de cálculo

Para el enlace desde la Matriz del Servicio Social de la Fuerza Terrestre y el cuartel Rumiñahui, se tendrán los siguientes datos:

Distancia (Km) = 2,162

Frecuencia (GHz) = 5,760

Utilizando la fórmula $FSL(dB) = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) + 92.4$

Obtenemos que **FSL (dB) = 114,31 dB**

Los resultados obtenidos para todos los enlaces se presenta en la tabla 2.17

ENLACE	d [Km]	f [GHz]	FSL [dB]
Matriz - Cuartel Rumiñahui	2,162	5,76	114,31
Cuartel Rumiñahui – Cruz Loma	8,795	5,76	126,49
Cruz Loma – Miravalle	9,418	5,735	127,05
Miravalle – Sur	4,013	5,495	119,27
Miravalle – Comandancia	4,061	5,52	119,41
Miravalle – Balvina	9,879	5,735	127,46
Miravalle – Pasochoa	19,341	5,76	133,34
Pasochoa - Machachi	7,545	5,785	125,20
		5,76	
Cruz Loma - Cotacachi	62,08	5,76	143,47
Cotacachi – Cayambe	49,992	5,76	141,59
Cayambe – Lumbaqui	67,943	5,76	144,25
Lumbaqui – Coca 19 BS “NAPO”	66,24	5,76	144,03
Coca 19 BS “NAPO” – Napo Galeras	73,01	5,76	144,88
Napo Galeras – Abitahua	109,45	5,76	148,39
Cruz Loma – Iqualata	146,13	5,76	150,90
Iqualata – Pilisurco	38,132	5,76	139,23
Iqualata – Loma Ayala	22,248	5,76	134,55
Cruz Loma – Atacazo	20,713	5,76	133,93
Atacazo – Bomboli	61,6	5,76	143,40
Bomboli – La Azucena	127,14	5,76	149,69
La Azucena – Jaboncillo	62,462	5,76	143,52
La Azucena – Cerro Azul	122,49	5,76	149,37
Cerro Azul – Carshau	119,45	5,76	149,15
Carshau – Buerán	18,938	5,76	133,16
Buerán – Bellavista	31,242	5,76	137,50
Cerro Azul – Balao	77,732	5,76	145,42
Balao – Machala B1 “EL ORO”	61,463	5,76	143,38
Machala B1 “EL ORO” – Motilón	91,543	5,76	146,84
Motilón – Villonaco	74,026	5,76	145,00
SSFT Coca – Coca 18 BS “NAPO”	0,646	5,495	103,40
SSFT Pastaza - Abitahua	15	5,735	131,09
SSFT Latacunga - Pilisurco	34	5,735	138,20
SSFT Riobamba – Loma Ayala	4,665	5,495	120,58
SSFT Jaboncillo – Portoviejo	7,885	5,495	125,14
SSFT Guayaquil – Cerro Azul	7,019	5,495	124,12
SSFT Machala – Machala BI “EL ORO”	0,228	5,495	94,36

SSFT Loja – Villonaco	7,747	5,495	124,98
SSFT Cuenca – Bellavista	0,107	5,495	87,20

Tabla 2.17 Cálculo de FSL (dB) para la red diseñada

Ya que los equipos OFDM utilizan IDFS⁴⁴, para el cálculo obtenido se utilizó la frecuencia intermedia de trabajo de estos equipos, es decir 5,760 GHz.

2.4.4.2 Ganancia del sistema

Para calcular el nivel de recepción que debemos obtener en el lado del esclavo utilizaremos la fórmula 2.6

- Ejemplo de cálculo

Para el enlace desde la Matriz del Servicio Social de la Fuerza Terrestre y el cuartel Rumiñahui, se tendrán los siguientes datos:

Potencia de transmisión: 12,5 dBm

Pérdidas en el cable TX: 0 (Porque tiene antena Integrada)

Ganancia de la Antena de TX: 23,5 dBi

Pérdida en la trayectoria el Espacio Abierto: 114,31 dB

Ganancia de Antena RX: 23,5 dBi

Pérdidas en el cable RX: 0

Utilizando la fórmula:

$$\text{Nivel de Señal RX [dB]} = \text{Potencia de Transmisión [dBm]} - \text{Pérdidas en el cable TX [dB]} + \text{Ganancia de Antena TX [dBi]} - \text{pérdida en la trayectoria del Espacio Abierto [dB]} + \text{Ganancia de Antena RX [dBi]} - \text{Pérdida de Cable RX [dB]}$$

Obtenemos que **Nivel de Señal RX = -37,31 dB**

En la tabla 2.18 se muestran los valores obtenidos de nivel de señal esperado para los enlaces.

⁴⁴ IDFS: Selección Dinámica Inteligente de Frecuencia, se ajusta el valor de frecuencia a trabajar según las condiciones del lugar.

ENLACE	Potencia de Tx	Ganancia Antena Tx	Ganancia Antena Rx	Potencia de Transmisión Recibida (dB)
Matriz - Cuartel Rumiñahui	30	23,5	23,5	-37,31
Cuartel Rumiñahui – Cruz Loma	30	23,5	23,5	-49,49
Cruz Loma – Miravalle	30	23,5	23,5	-50,05
Miravalle – Sur	30	23,5	23,5	-42,27
Miravalle – Comandancia	30	23,5	23,5	-42,41
Miravalle – Balvina	30	23,5	23,5	-50,46
Miravalle – Pasochoa	30	23,5	23,5	-56,34
Pasochoa - Machachi	30	23,5	23,5	-48,20
Cruz Loma - Cotacachi	30	28,5	28,5	-60,47
Cotacachi – Cayambe	30	28,5	28,5	-58,59
Cayambe – Lumbaqui	30	23,5	23,5	-67,25
Lumbaqui – Coca 19 BS “NAPO”	30	23,5	23,5	-67,03
Coca 19 BS “NAPO” – Napo Galeras	30	23,5	23,5	-67,88
Napo Galeras – Abitahua	30	28,5	28,5	-65,39
Cruz Loma – Iguatala	30	28,5	28,5	-67,90
Iguatala – Pilisurco	30	23,5	23,5	-62,23
Iguatala – Loma Ayala	30	23,5	23,5	-57,55
Cruz Loma – Atacazo	30	23,5	23,5	-56,93
Atacazo – Bomboli	30	28,5	28,5	-60,40
Bomboli – La Azucena	30	28,5	28,5	-66,69
La Azucena – Jaboncillo	30	28,5	28,5	-60,52
La Azucena – Cerro Azul	30	31,4	31,4	-60,57
Cerro Azul – Carshau	30	28,5	28,5	-66,15
Carshau – Buerán	30	23,5	23,5	-56,16
Buerán – Bellavista	30	23,5	23,5	-60,50
Cerro Azul – Balao	30	23,5	23,5	-68,42
Balao – Machala B1 “EL ORO”	30	23,5	23,5	-66,38
Machala B1 “EL ORO” – Motilón	30	23,5	23,5	-69,84
Motilón – Villonaco	30	23,5	23,5	-68,00
SSFT Coca – Coca 18 BS “NAPO”	30	0	23,5	-49,90
SSFT Pastaza - Abitahua	30	23,5	23,5	-54,09
SSFT Latacunga - Pilisurco	30	23,5	23,5	-61,20
SSFT Riobamba – Loma Ayala	30	23,5	23,5	-43,58
SSFT Jaboncillo – Portoviejo	30	23,5	23,5	-48,14
SSFT Guayaquil – Cerro Azul	30	23,5	23,5	-47,12
SSFT Machala – Machala BI “EL ORO”	30	0	23,5	-40,86
SSFT Loja – Villonaco	30	23,5	23,5	-47,98
SSFT Cuenca – Bellavista	30	0	23,5	-34,29

Tabla 2.18 Niveles de potencia recibida

Estos valores se obtuvieron sabiendo que:

- **Potencia de Tx de los radios:** se utilizó la máxima potencia de salida igual a 30 dbm para todos los equipos Canopy.
- **Ganancia de la antena:** Depende si se utiliza Reflector Pasivo (23,5 dbi), antena de 2 pies marca RadioWaves (28,5 dbi) o antena marca RadioWaves de 3 pies (31,4 dbi).
- **Pérdida de cable:** Al trabajar con antenas conectorizadas el cable introduce pérdidas, aproximadamente este valor es de 2 db.

Los equipos Canopy hacen un estimado de +/- 5dBm de la potencia de transmisión recibida, ya que ésta también dependerá de la topografía del medio en el cual se instala el enlace.

2.4.4.3 Cálculo de la zona de Fresnel

Tomando como referencia la fórmula 2.5, se calcula el radio que debería tener la zona de Fresnel en los enlaces, para esto se asumirá que el obstáculo se encuentra en la mitad del enlace.

La tabla 2.19 nos muestra el radio de la zona de Fresnel para cada enlace.

ENLACE	d [Km]	f [GHz]	Diametro de la Zona de Fresnel [mts]	Radio de la Zona de Fresnel [mts]
Matriz - Cuartel Rumiñahui	2,162	5,76	5,31	2,65
Cuartel Rumiñahui – Cruz Loma	8,795	5,76	10,70	5,35
Cruz Loma – Miravalle	9,418	5,735	11,10	5,55
Miravalle – Sur	4,013	5,495	7,40	3,70
Miravalle – Comandancia	4,061	5,52	7,43	3,71
Miravalle – Balvina	9,879	5,735	11,37	5,68
Miravalle – Pasochoa	19,341	5,76	15,87	7,93
Pasochoa - Machachi	7,545	5,785	9,89	4,94
Cruz Loma - Cotacachi	62,08	5,76	28,43	14,22
Cotacachi – Cayambe	49,992	5,76	25,51	12,76
Cayambe – Lumbaqui	67,943	5,76	29,74	14,87
Lumbaqui – Coca 19 BS “NAPO”	66,24	5,76	29,37	14,68
Coca 19 BS “NAPO” – Napo Galeras	73,01	5,76	30,83	15,42
Napo Galeras – Abitahua	109,45	5,76	37,75	18,87
Cruz Loma – Igualata	146,13	5,76	43,62	21,81
Igualata – Pilisurco	38,132	5,76	22,28	11,14
Igualata – Loma Ayala	22,248	5,76	17,02	8,51
Cruz Loma – Atacazo	20,713	5,76	16,42	8,21
Atacazo – Bomboli	61,6	5,76	28,32	14,16
Bomboli – La Azucena	127,14	5,76	40,69	20,34

La Azucena – Jaboncillo	62,462	5,76	28,52	14,26
La Azucena – Cerro Azul	122,49	5,76	39,94	19,97
Cerro Azul – Carshau	119,45	5,76	39,44	19,72
Carshau – Buerán	18,938	5,76	15,70	7,85
Buerán – Bellavista	31,242	5,76	20,17	10,08
Cerro Azul – Balao	77,732	5,76	31,81	15,91
Balao – Machala B1 “EL ORO”	61,463	5,76	28,29	14,14
Machala B1 “EL ORO” – Motilón	91,543	5,76	34,52	17,26
Motilón – Villonaco	74,026	5,76	31,05	15,52
SSFT Coca – Coca 18 BS “NAPO”	0,646	5,495	2,97	1,48
SSFT Pastaza - Abitahua	15	5,735	14,01	7,00
SSFT Latacunga - Pilisurco	34	5,735	21,09	10,54
SSFT Riobamba – Loma Ayala	4,665	5,495	7,98	3,99
SSFT Jaboncillo – Portoviejo	7,885	5,495	10,37	5,19
SSFT Guayaquil – Cerro Azul	7,019	5,495	9,79	4,89
SSFT Machala – Machala B1 “EL ORO”	0,228	5,495	1,76	0,88
SSFT Loja – Villonaco	7,747	5,495	10,28	5,14
SSFT Cuenca – Bellavista	0,107	5,495	1,21	0,60

Tabla 2.19 Zona y radio de Fresnel

Como era evidente, para enlaces con mayor distancia, es necesario un mayor campo libre de la zona de Fresnel, al igual que cuando trabajamos con frecuencias menores.

2.4.5 ESQUEMA DE DIRECCIONAMIENTO IP PARA LA RED NACIONAL DE COMUNICACIONES DEL SSFT

El COMACO es el organismo encargado de administrar toda la configuración que existe instalada en las distintas repetidoras y terminales pertenecientes a las Fuerzas Armadas, por este motivo no es posible mantener el mismo esquema de direccionamiento IP en la red del SSFT ya que se hace uso de espacio físico militar y hay que acatar las disposiciones generadas por el COMACO.

Debido al hecho que los equipos activos escogidos para la Red Nacional del SSFT no soportan protocolos de ruteo como OSPF pero si RIP v.1 y v.2, es posible configurarlos mediante la utilización de este protocolo de ruteo, o en su defecto configurar todo el esquema de direccionamiento IP por medio de rutas estáticas en los equipos capa 3 sean estos Switches o Routers.

Existe un rango de direcciones designado para cada una de las instituciones que comprenden las Fuerzas Armadas del Ecuador, el cual debe ser respetado si se desea utilizar como ruta los diferentes cerros necesarios para la comunicación de la Red Nacional, el rango de direccionamiento que se le da al SSFT se detalla en la tabla 2.20⁴⁵ dependiendo la región en la que se encuentre la ubicación del sitio a comunicar.

DISTRIBUCION DIRECCIONES IP PARA EL SSFT			
ORD.	REGION	RANGO	MASCARA
1	Norte – Centro	10.1.0.0 10.1.255.0	255.255.255.0
2	Centro– Occidental	10.2.0.0 10.2.255.0	255.255.255.0
3	Sur	10.3.0.0 10.3.255.0	255.255.255.0
4	Oriental	10.4.0.0 10.4.255.0	255.255.255.0
5	RESERVA	10.5.0.0 10.8.255.0 10.0.0.0 10.0.255.0	255.255.255.0

Tabla 2.20 Rango de direcciones IP según la región

Las Regiones cubren las siguientes áreas:

1. NORTE - CENTRO:

- Matriz
- Sur (Cuerpo de Ingenieros)
- Comandancia
- Balvina
- Machachi
- ISSFA
- Riobamba
- Latacunga

2. CENTRO - OCCIDENTE:

- Guayaquil

3. SUR:

- Machala
- Cuenca
- Loja

4. ORIENTAL:

- Coca
- Pastaza

⁴⁵ Con la información obtenida del personal técnico del COMACO

- Portoviejo

Como se puede observar en la tabla 2.20, se tiene un amplio rango de direcciones IP que se podrían utilizar, el esquema de direccionamiento que se plantea en la red diseñada se muestra en la tabla 2.21.

Red	Dirección de Red	Máscara de Red	Gateway de la Red
Red MAN	10.0.0.0	255.255.255.0	10.0.0.200
Red BACKBONE	10.0.1.0	255.255.255.0	10.0.1.200
Matriz Datos	10.1.1.0	255.255.255.0	10.1.1.200
Matriz Voz	10.1.2.0	255.255.255.0	10.1.2.200
Sur	10.1.51.0	255.255.255.0	10.1.51.200
Comandancia	10.1.23.0	255.255.255.0	10.1.23.200
Balvina	10.1.11.0	255.255.255.0	10.1.11.200
Machachi	10.1.10.0	255.255.255.0	10.1.10.200
Riobamba	10.1.21.0	255.255.255.0	10.1.21.200
Latacunga	10.1.17.0	255.255.255.0	10.1.17.200
Guayaquil	10.2.13.0	255.255.255.0	10.2.13.200
Portoviejo	10.2.19.0	255.255.255.0	10.2.19.200
Machala	10.3.12.0	255.255.255.0	10.3.12.200
Cuenca	10.3.14.0	255.255.255.0	10.3.14.200
Loja	10.3.15.0	255.255.255.0	10.3.15.200
Coca	10.4.18.0	255.255.255.0	10.4. 18.200
Pastaza	10.4.16.0	255.255.255.0	10.4.16.200

Tabla 2.21 Esquema de direccionamiento IP propuesto

Para escoger el esquema de direccionamiento IP que se utilizará en las distintas sucursales del SSFT, se tomó en cuenta el sector del país en el cual la sucursal se encuentra, para estar dentro de los requerimientos que exige el COMACO.

Por otro lado, la dirección de host X.X.X.200 se plantea como Gateway en todas las sucursales para mantener un formato establecido.

2.4.5.1 Direccionamiento IP de la Red MAN

El esquema de direccionamiento IP escogido para la red MAN se realiza tomando en cuenta la configuración tanto de radios Canopy como de equipos

activos con el fin de poder administrar todos los elementos de la red desde cualquier punto de comunicaciones.

También se tomó en cuenta que los equipos activos pertenecientes a las sucursales del SSFT, necesariamente deberán tener configuración de VLANs y los puertos del Switch serán asignados a estas VLANs con el fin de intercomunicar la parte MAN, con la parte LAN.

Para los radios Canopy se utilizará la dirección 10.0.0.0 con máscara 255.255.255.0 para su configuración con el fin de recordar con facilidad su direccionamiento IP.

2.3.5.1.1 Equipos Canopy

La tabla 2.22 nos muestra el direccionamiento IP escogido para todos los equipos Canopy de la red MAN.

Enlace	Canopy 1	Canopy 2
Matriz - Cuartel Rumiñahui	10.0.0.1	10.0.0.2
Cuartel Rumiñahui – Cruz Loma	10.0.0.3	10.0.0.4
Cruz Loma – Miravalle	10.0.0.5	10.0.0.6
Miravalle – Sur	10.0.0.7	10.0.0.8
Miravalle – Comandancia	10.0.0.9	10.0.0.10
Miravalle – Balvina	10.0.0.11	10.0.0.12
Miravalle – Pasochoa	10.0.0.13	10.0.0.14
Pasochoa - Machachi	10.0.0.15	10.0.0.16

Tabla 2.22 Direccionamiento IP equipos Canopy

2.3.5.1.2 Equipos Activos y CMMs

La tabla 2.23 nos muestra el direccionamiento IP escogido para los equipos activos administrables de la red MAN, se toma en cuenta lo mencionado en un comienzo, es decir que se deberán crear VLANs en los equipos y asignar los puertos a las VLANs creadas con el fin de interconectar redes distintas por medio de tablas de ruteo.

Ubicación	Equipo Activo	VLAN	Puertos	Dirección IP
Matriz	Router Cisco 2811	Dot1q	Fast Ethernet 1/0.1	10.1.1.200
Matriz	Router Cisco 2811	Dot1q	Fast Ethernet 1/0.2	10.1.2.200
Matriz	Router Cisco 2811	1	Fast Ethernet 1/1	10.0.0.100
Cruz Loma	Router Cisco 2811	1	Fast Ethernet 1/0	10.0.0.200
Cruz Loma	CMM Micro	1	Todos (total 8)	10.0.0.101
Miravalle	CMM Micro	1	Todos (total 8)	10.0.0.102
Comandancia	Switch 3COM 4500	1	Fast Ethernet 23-24	10.0.0.103
Comandancia	Switch 3COM 4500	2	Fast Ethernet 1-22	10.1.23.200
Sur	Switch 3COM 4500	1	Fast Ethernet 23-24	10.0.0.104
Sur	Switch 3COM 4500	3	Fast Ethernet 1-22	10.1.51.200
Balvina	Switch 3COM 4500	1	Fast Ethernet 23-24	10.0.0.105
Balvina	Switch 3COM 4500	4	Fast Ethernet 1-22	10.1.11.200
Machachi	Switch 3COM 4500	1	Fast Ethernet 23-24	10.0.0.106
Machachi	Switch 3COM 4500	5	Fast Ethernet 1-22	10.1.10.200

Tabla 2.23 Direccionamiento IP equipos red MAN

La tabla nos muestra un esquema de direccionamiento completo, en este constan las direcciones IP para cada equipo incluyendo los puertos y VLANs a los que estos deberían pertenecer para poder comunicarse entre si.

2.4.5.2 Direccionamiento IP de la Red Backbone y de última Milla

La dirección escogida para realizar el direccionamiento IP de los radios y equipos activos de la red Backbone y de Última Milla es la dirección de red 10.0.1.0 con máscara 255.255.255.0 descrita a continuación.

2.3.5.2.1 Equipos Canopy

La tabla 2.24 nos muestra el direccionamiento escogido para todos los equipos Canopy de la red Backbone y de Última Milla.

Enlace	Canopy 1	Canopy 2
Cruz Loma – Cotacachi	10.0.1.1	10.0.1.2
Cotacachi – Cayambe	10.0.1.3	10.0.1.4
Cayambe – Lumbaqui	10.0.1.5	10.0.1.6
Lumbaqui – Coca 19 BS “NAPO”	10.0.1.7	10.0.1.8
Coca 18 BS “NAPO” – SSFT Coca	10.0.1.9	10.0.1.10
Coca 19 BS “NAPO” – Napo Galeras	10.0.1.11	10.0.1.12
Napo Galeras – Abitahua	10.0.1.13	10.0.1.14

Abitahua – SSFT Pastaza	10.0.1.15	10.0.1.16
Cruz Loma – Igualata	10.0.1.17	10.0.1.18
Igualata – Pilisurco	10.0.1.19	10.0.1.20
Pilisurco – SSFT Latacunga	10.0.1.21	10.0.1.22
Igualata – Loma Ayala	10.0.1.23	10.0.1.24
Loma Ayala – SSFT Riobamba	10.0.1.25	10.0.1.26
Cruz Loma – Atacazo	10.0.1.27	10.0.1.28
Atacazo – Bomboli	10.0.1.29	10.0.1.30
Bomboli – La Azucena	10.0.1.31	10.0.1.32
La Azucena – Jaboncillo	10.0.1.33	10.0.1.34
Jaboncillo – SSFT Portoviejo	10.0.1.35	10.0.1.36
La Azucena – Cerro Azul	10.0.1.37	10.0.1.38
Cerro Azul – SSFT Guayaquil	10.0.1.39	10.0.1.40
Cerro Azul – Carshau	10.0.1.41	10.0.1.42
Carshau – Buerán	10.0.1.43	10.0.1.44
Buerán – Bellavista	10.0.1.45	10.0.1.46
Bellavista – SSFT Cuenca	10.0.1.47	10.0.1.48
Cerro Azul – Balao	10.0.1.49	10.0.1.50
Balao – Machala B1 “EL ORO”	10.0.1.51	10.0.1.52
Machala BI “EL ORO” – SSFT Machala	10.0.1.53	10.0.1.54
Machala B1 “EL ORO” – Motilón	10.0.1.55	10.0.1.56
Motilón – Villonaco	10.0.1.57	10.0.1.58
Villonaco – SSFT Loja	10.0.1.59	10.0.1.60

Tabla 2.24 Direccionamiento IP equipos Canopy

2.3.5.2.2 Equipos Activos y CMMs

La tabla 2.25 nos muestra el direccionamiento escogido para todos los equipos activos de la red Backbone y de Última Milla:

Ubicación	Equipo Activo	VLAN	Puertos	Dirección IP
Cruz Loma	Router Cisco 2811	1	Fast Ethernet 1/1	10.0.1.200
Coca BS 19 “NAPO”	CMM Micro	1	Todos (total 8)	10.0.1.101
Cerro Azul	CMM Micro	1	Todos (total 8)	10.0.1.102
Machala BI “EL ORO”	CMM Micro	1	Todos (total 8)	10.0.1.103
Latacunga	Switch 3COM 4500	1	Fast Ethernet 23-24	10.0.1.104
Latacunga	Switch 3COM 4500	6	Fast Ethernet 1-22	10.1.17.200
Riobamba	Switch 3COM 4500	1	Fast Ethernet 23-24	10.0.0.105
Riobamba	Switch 3COM 4500	7	Fast Ethernet 1-22	10.1.51.200

Guayaquil	Switch 3COM 4500	1	Fast Ethernet 23-24	10.0.1.106
Guayaquil	Switch 3COM 4500	8	Fast Ethernet 1-22	10.2.13.200
Portoviejo	Switch 3COM 4500	1	Fast Ethernet 23-24	10.0.1.107
Portoviejo	Switch 3COM 4500	9	Fast Ethernet 1-22	10.2.19.200
Machala	Switch 3COM 4500	1	Fast Ethernet 23-24	10.0.1.108
Machala	Switch 3COM 4500	10	Fast Ethernet 1-22	10.3.12.200
Loja	Switch 3COM 4500	1	Fast Ethernet 23-24	10.0.1.109
Loja	Switch 3COM 4500	11	Fast Ethernet 1-22	10.3.15.200
Cuenca	Switch 3COM 4500	1	Fast Ethernet 23-24	10.0.1.110
Cuenca	Switch 3COM 4500	12	Fast Ethernet 1-22	10.3.14.200
Pastaza	Switch 3COM 4500	1	Fast Ethernet 23-24	10.0.1.111
Pastaza	Switch 3COM 4500	13	Fast Ethernet 1-22	10.4.16.200
Coca	Switch 3COM 4500	1	Fast Ethernet 23-24	10.0.1.112
Coca	Switch 3COM 4500	14	Fast Ethernet 1-22	10.4.18.200

Tabla 2.25 Direccionamiento IP equipos red MAN

La tabla 2.25 nos muestra un esquema de direccionamiento completo, en este constan las direcciones IP para cada equipo, incluyendo las VLANs y los puertos pertenecientes a estas para poder comunicarse entre si.

2.4.6 RESUMEN DE LA RED

Finalmente se muestra el resumen completo de la red diseñada tomando en consideración que las 3 redes, es decir, la RED MAN, BACKBONE y de ÚLTIMA MILLA forman en conjunto la Red Nacional de Comunicaciones del Servicio Social de la Fuerza Terrestre.

2.4.6.1 Red MAN

En la figura 2.52 se detallan los equipos que forman la red MAN planteada incluyendo su direccionamiento IP.

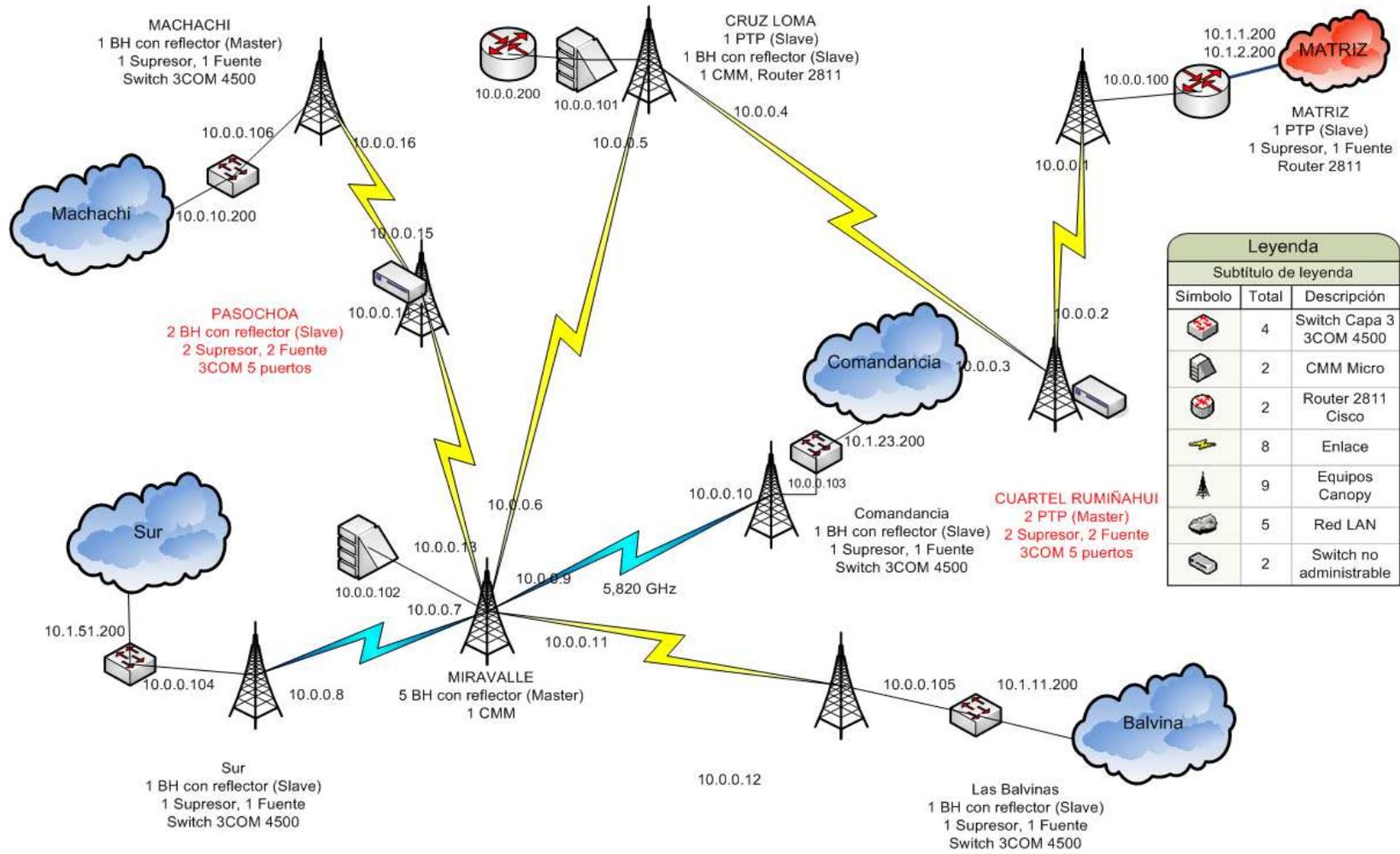


Fig. 2.52 Esquema de la red MAN diseñada

2.4.6.2 Red Backbone

La figura 2.53 nos muestra el esquema de la red Backbone diseñada.

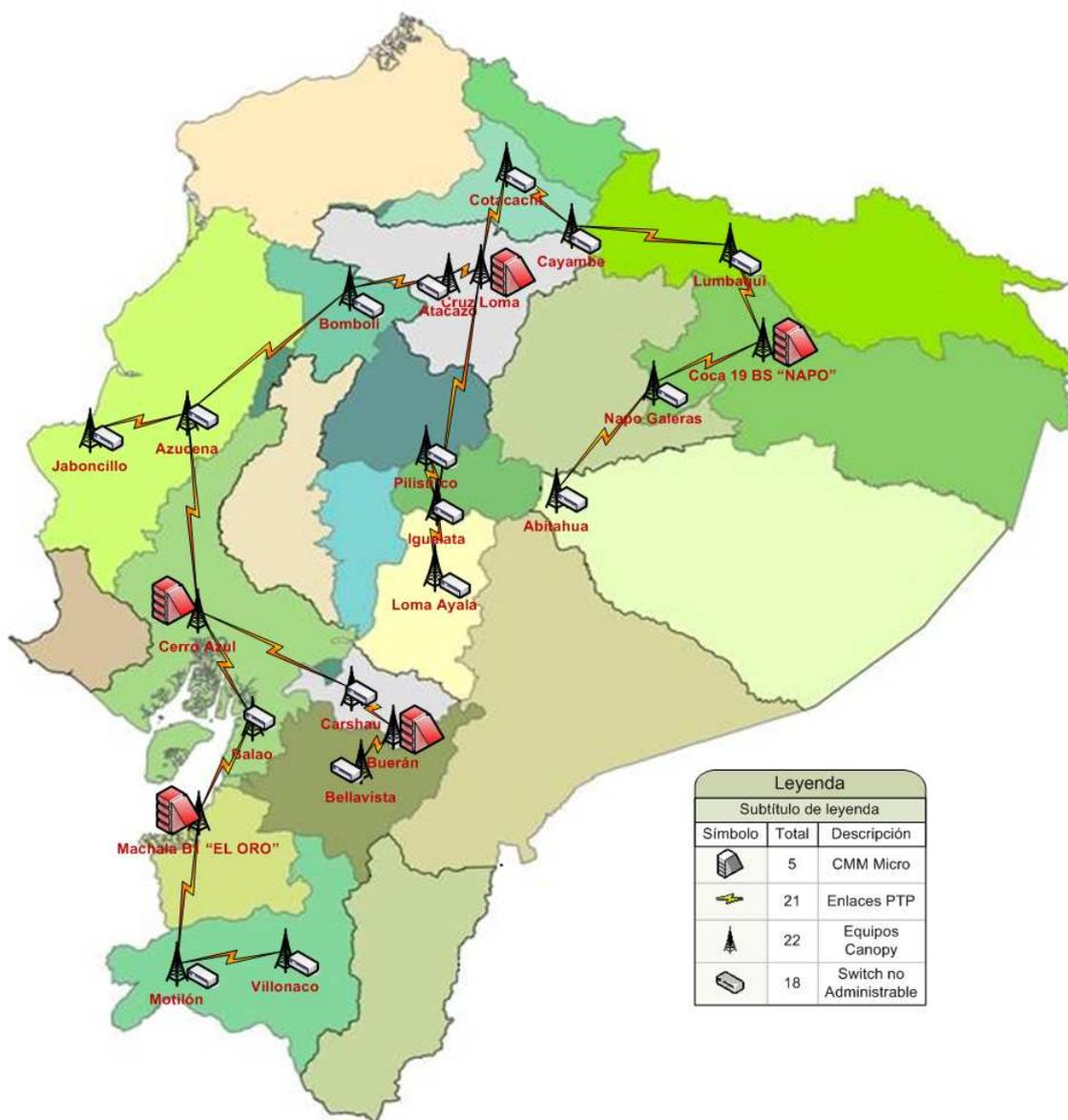


Fig. 2.53 Esquema de la red BACKBONE diseñada

2.4.6.3 Red Nacional de Comunicaciones del Servicio Social de la Fuerza Terrestre

La figura 2.54 nos muestra el esquema completo de la Red Nacional de Comunicaciones del Servicio Social de la Fuerza Terrestre tomando en cuenta las 3 redes planteadas..

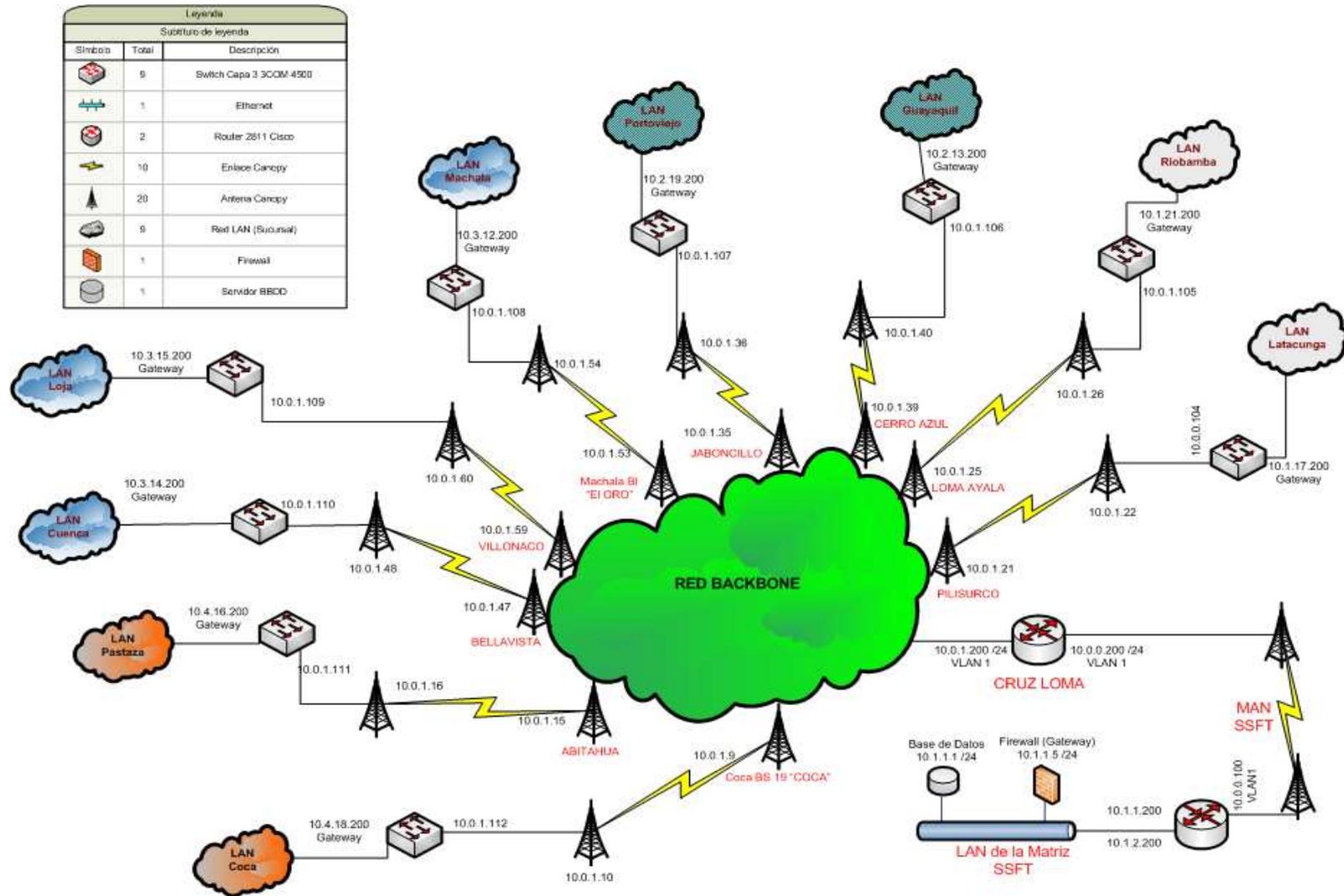


Fig. 2.54 Diseño de la Red de Comunicaciones del Servicio Social de la Fuerza Terrestre

2.4.7 IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE SEGURIDAD

Los equipos Canopy utilizados en el diseño de la red, nos permiten transmitir la información por un medio no guiado como es el aire, con la posibilidad de encriptar la información.

Canopy utiliza seguridad para prevenir la interceptación por medio de un sistema de encriptación basado en DES (Data Encryption Standard, o Estándar de encriptación de datos) por aire. Para lograr un máximo nivel de seguridad, la plataforma también está disponible en algunas zonas con AES (Advanced Encryption Standard, o Estándar de encriptación avanzada) que proporciona un cifrado de 128 bits, con lo que se garantiza una transmisión de datos segura y una fiabilidad excepcional. AES hace prácticamente imposible la violación de un código.

Otra forma de implementar medidas de seguridad en el enlace, es mediante la utilización de un “código de color”, el cual se lo debe configurar en los equipos que forman el enlace de comunicaciones, si el código de color es el mismo en ambos equipos, se podrá obtener comunicación entre estos, de lo contrario nunca podrá enlazarse.

3 ESTUDIO DE PRESTACIONES DE SERVICIO, PRESUPUESTO DE LA RED DISEÑADA Y RECOMENDACIONES PARA REALIZAR LA MIGRACIÓN

3.1 INTRODUCCIÓN

Este capítulo hace referencia al estudio de los costos necesarios para llevar a cabo el diseño planteado, es importante tomar en consideración cada uno de los materiales y recursos utilizados en el esquema de comunicaciones propuesto, con el fin de obtener un costo estimado de implementación.

Además se presenta las características principales que tendrá la red diseñada, describiendo las aplicaciones que se podrán implementar y las facilidades que la tecnología utilizada nos brinda.

Después se describen los equipos utilizados en el diseño de la red con su respectivo precio, se toma en consideración que cumplan con las características necesarias del diseño de la Red.

Finalmente se definen los pasos que se debería seguir, para realizar la migración (instalación) y puesta en marcha de la Red Nacional de Datos del Servicio Social de la Fuerza Terrestre.

3.2 PRESTACIONES DE SERVICIOS

Hay que tener en cuenta que el ancho de banda ofrecido por la red diseñada, permite transmitir por el mismo canal de comunicación: voz, datos y tráfico multimedia; además del manejo de las aplicaciones que las distintas sucursales poseen para la facturación centralizada, mediante la comunicación continua con la Matriz y su base de datos, tomando en cuenta que éste fue uno de los principales requerimientos al momento del diseño de la red.

Tomando en cuenta la capacidad que tendrá nuestra red, a continuación se realizará una breve descripción de las prestaciones y servicios que se podrían implementar en ella:

- Es posible la implementación de VoIP entre todas las sucursales del SSFT mediante la instalación y configuración de un servidor de VoIP, se recomienda ubicarlo en la Matriz por motivos de soporte y mantenimiento. La utilización del mismo canal de datos para transmitir voz, permitirá a las sucursales estar conectadas en todo momento sin necesidad de la utilización de la infraestructura de la PSTN o Red Pública de Telefonía, además se puede instalar en cada sucursal un video teléfono, con el cual se puede obtener video llamadas en tiempo real.
- La red de comunicaciones permite la implementación de video vigilancia en tiempo real para las distintas sucursales, su administración puede hacérsela desde un servidor de video ubicado en la Matriz con el objetivo de observar las actividades realizadas en las diferentes sucursales, incluyendo la prevención de hurtos o actividades ilícitas dentro de estas.
- Mediante el uso de programas de asistencia remota tales como el VNC Viewer o Conexión a Escritorio Remoto de Windows⁴⁶, se puede brindar soporte técnico directamente en los sitios donde exista cualquier falla o desperfecto en el sistema, brindando así ayuda inmediata sin la necesidad de movilización física del departamento encargado de esta gestión.
- Además es posible agilizar los trámites realizados por el departamento Financiero, Comercial, Administrativo y Gerencial, tomando en cuenta que se transmite en menor tiempo la información generada por dichos departamentos, beneficiando así a los clientes y trabajadores del SSFT.
- Si fuere el caso, se dispondrá de acceso al Internet a las distintas sucursales por medio de su enlace con el ISP en la Matriz, tomando en cuenta los niveles de seguridad y restricciones que estos deberían tener, con el fin de evitar el mal funcionamiento de la red a causa de virus o la mala utilización del ancho de banda otorgado a cada sucursal.

⁴⁶ Programas con los cuales es posible tomar el mando de un computador que se encuentre dentro de la misma red o con el cual exista comunicación.

- Al centralizar la información en un punto principal de comunicaciones, se puede administrar directamente las gestiones que en esta red se realizan, por ejemplo darle el mantenimiento continua a la base de datos y aplicaciones que dependen de su comunicación continua para funcionar como son el sistema de facturación y de contabilidad.
- Además se podrá compartir los recursos de las redes LAN por medio de la red diseñada con el fin de optimizar los recursos de almacenamiento y de transmisión de datos entre sucursales, todo esto debido al ancho de banda que nos brindará la red planteada.
- Se obtiene mayor seguridad y desempeño de la red ya que el administrador de esta, asigna diferentes permisos para utilizar recursos compartidos (dispositivos, aplicativos y datos) de acuerdo a las funciones de cada usuario o grupo de usuarios posee, evitando así el uso innecesario de recursos de la red.
- Ya que se tiene un buen ancho de banda, es posible habilitar opciones dentro del servidor ubicado en la Matriz para facilitar su administración actualizando automáticamente programas, antivirus, parches del sistema operativo entre otros sin la necesidad de movilizarse del sitio de trabajo y con la confiabilidad que los datos son confiablemente enviados y recibidos.
- Se puede implementar un sistema de comunicaciones completo entre todas las sucursales del SSFT con el objetivo de transmitir datos y archivos entre estas en el caso de ser necesario.
- Dependiendo la tecnología que se utilice, es posible realizar video conferencias entre los miembros más importantes de cada sucursal sin necesidad de movilizarse del sitio de trabajo, ahorrando así grandes cantidades de dinero.

3.3 ESTUDIO DE COSTOS Y PRESUPUESTO DE LA RED DISEÑADA

En base a los equipos especificados en el capítulo 2 que se van a utilizar para cada punto de la red, se establecen los costos referenciales de los equipos necesarios para la implementación de la Red Nacional de Comunicaciones del SSFT tomando en cuenta todos los aspectos que intervienen en una

implementación como son movilización de personal técnico, capacitación y soporte especializado.

3.3.1 COSTO DEL DISEÑO

Tomando en cuenta el valor del equipamiento del equipo, la magnitud del proyecto propuesto y el tiempo utilizado, se estima que el monto a cobrar por honorarios de diseño de la red es de \$ 10000.

3.3.2 COSTO DE EQUIPOS

A continuación se indican los costos referenciales del equipamiento necesario para implementar la red diseñada, teniendo en cuenta los equipos escogidos en el capítulo 2, los montos referenciales son tomados de acuerdo a los precios obtenidos en el mercado nacional.

Los equipos Canopy utilizados para el diseño de la red dependen del alcance en Km. que soportan, el tipo de antena que utilizan (conectorizada o integrada), ya que en algunos de los casos fue necesario el uso de antenas con ganancia externa para poder obtener un buen enlace y por último el tipo de modulación utilizada.

Además cada radio debe tener una fuente de alimentación para su funcionamiento y un supresor de sobrecarga para aterrizar el cable FTP, el cual es necesario para disminuir la interferencia en entornos externos y también para proteger a los equipos de posibles sobrecargas de energía.

Los precios de los equipos de la serie PTP400 (30 Mbps) sean estos conectorizados o no, serán tomados en consideración como pareja de equipos, debido a que Motorola distribuye esta serie en parejas.

3.3.2.1 Red MAN

En la tabla 3.1 se detallan todos los equipos y elementos necesarios (sean estos activos, pasivos, de instalación), para implementar todo el sistema de comunicaciones de la red MAN.

ITEM	PARTE	EQUIPO	CANTIDAD	VALOR	TOTAL
1	5400BHRFDD	5.4 GHz 10 Mbps Backhaul con reflector pasivo	4	\$ 1.473,79	\$ 5.895,16
2	5700BHRFDD	5.7 GHz 10 Mbps Backhaul con reflector pasivo	6	\$ 1.473,79	\$ 8.842,74
3	5700BHRF20DD	5.7 GHz 20 Mbps Backhaul con reflector pasivo	2	\$ 1.754,39	\$ 3.508,78
4	BP5730BH20-2BB	5.7 GHz PTP400 Lite - Enlace Backhaul de 30 Mbps con antena integrada	2	\$ 11.200,00	\$ 22.400,00
5	ACPS110-03A 110VAC	Fuente de alimentación Canopy Backhaul 10 Mbps	24	\$ 25,00	\$ 600,00
6	ACPSSW200-02A	Fuente de alimentación Canopy Backhaul 30 Mbps	4	\$ 421,71	\$ 1.686,84
7	600SSB	Supresor de voltajes (10 y 20 Mbps)	12	\$ 33,00	\$ 396,00
8	WB2907	Supresor de voltajes (30Mbps)	4	\$ 125,00	\$ 500,00
9	1070CKBA	CMM Micro Management Module con fuente de alimentación y antena GPS	2	\$ 1.778,36	\$ 3.556,72
10	2811 Router	Router 2811 Cisco Servicios Integrados	2	\$ 1.571,30	\$ 3.142,60
11	3CFSU05	Switch 3COM de 5 puertos no administrable	2	\$ 55,00	\$ 110,00
12	3CR17561-91-US	Switch 3COM 4500 capa 3 de 26 puertos	4	\$ 650,00	\$ 2.600,00
13	BEL 1300A	Bobina de cable FTP marca Belden (305 mts)	2	\$ 420,90	\$ 841,80
14	S/N	Conectores RJ-45 con blindaje marca AMP	30	\$ 0,65	\$ 19,50
15	S/N	Movilización y mano de obra	9	\$ 500,00	\$ 4.500,00
				SUBTOTAL	\$ 58.600,14
				IVA 12 %	\$ 7.032,02
				TOTAL	\$ 65.632,16

Tabla 3.1 Costo referencial de equipos red MAN

El monto total para la implementación de la red MAN es de \$ 58.600,14 sin tomar en cuenta el IVA, este precio incluye todos los equipos y personal técnico necesario para implementar la Red de Comunicaciones del Servicio Social de la Fuerza Terrestre y sucursales en la provincia de Pichincha.

3.3.2.2 Red BACKBONE

En la tabla 3.2 se detallan todos los equipos y elementos necesarios (sean estos activos, pasivos, de instalación) para implementar todo el sistema de comunicaciones de la red BACKBONE.

ITEM	PARTE	EQUIPO	CANTIDAD	VALOR	TOTAL
1	BP5730BHC20-2BB	5.7 GHz PTP400 Lite - Enlace Backhaul de 30 Mbps con antena conectorizada	8	\$ 11.200,00	\$ 89.600,00
2	BP5730BH20-2BB	5.7 GHz PTP400 Lite - Enlace Backhaul de 30 Mbps con antena integrada	9	\$ 11.200,00	\$ 100.800,00
3	5700BHRFDD	5.7 GHz 10 Mbps Backhaul con reflector pasivo	8	\$ 1.473,79	\$ 11.790,32
4	ACPS110-03A 110VAC	Fuente de alimentación Canopy Backhaul 10 Mbps	8	\$ 25,00	\$ 200,00
5	ACPSSW200-02A	Fuente de alimentación Canopy Backhaul 30 Mbps	34	\$ 421,71	\$ 14.338,14
6	600SSB	Supresor de voltajes (10 y 20 Mbps)	8	\$ 33,00	\$ 264,00
7	WB2907	Supresor de voltajes (30Mbps)	34	\$ 125,00	\$ 4.250,00
8	SPD2-5.2NS-2	Antenas Parabólicas de 2 Pies con polarización doble marca Radiowaves 5,2 Ghz (5.25 - 5.850 GHz)	14	\$ 868,00	\$ 12.152,00
9	SPD3- 5.2NS-3	Antenas Parabólicas de 3 Pies con polarización doble marca Radiowaves 5,2 Ghz (5.25 - 5.850 GHz)	2	\$ 1.657,76	\$ 3.315,52
10	CPT-NM-SMAM	Pig Tail (Cable de conectorización entre antena y Radio) Construido con cable RG11/U y conector N-Macho	28	\$ 15,00	\$ 420,00
11	1070CKBA	CMM Micro Management Module con fuente de alimentación y antena GPS	4	\$ 1.778,36	\$ 7.113,44
12	3CFSU05	Switch 3COM de 5 puertos no administrable	17	\$ 55,00	\$ 935,00
13	BEL 1300A	Bobina de cable FTP marca Belden (305 mts)	5	\$ 420,90	\$ 2.104,50
14	S/N	Conectores RJ-45 con blindaje marca AMP	65	\$ 0,65	\$ 42,25
15	S/N	Movilización y mano de obra	21	\$ 1.200,00	\$ 25.200,00
				SUBTOTAL	\$ 272.525,17
				IVA 12 %	\$ 32.703,02
				TOTAL	\$ 305.228,19

Tabla 3.2 Costo referencial de equipos Red Backbone

El monto total para la implementación de la red BACKBONE es de \$ 272.525,17 sin tomar en cuenta el IVA, este precio incluye todos los equipos y personal técnico necesario para implementar la Red de Comunicaciones del Servicio Social de la Fuerza Terrestre entre las diferentes provincias en donde existe alguna sucursal.

El costo de movilización asciende, ya que se debe viajar a provincias y se toma en cuenta alojamiento, combustible y alimentación.

3.3.2.3 Red de Última Milla

En la tabla 3.3 se detallan todos los equipos y elementos necesarios (sean estos activos, pasivos, de instalación) para implementar todo el sistema de comunicaciones de la Red de Última Milla, por medio de la cual se obtendrá el acceso final a las diferentes sucursales del SSFT.

ITEM	PARTE	EQUIPO	CANTIDAD	VALOR	TOTAL
1	5400BHRFDD	5.4 GHz 10 Mbps Backhaul con reflector pasivo	8	\$ 1.473,79	\$ 11.790,32
2	5400BHDD	5.4 GHz 10 Mbps Backhaul sin reflector pasivo	6	\$ 1.287,55	\$ 7.725,30
3	5700BHRFDD	5.7 GHz 10 Mbps Backhaul con reflector pasivo	4	\$ 1.473,79	\$ 5.895,16
4	ACPS110-03A 110VAC	Fuente de alimentación Canopy Backhaul 10 Mbps	18	\$ 25,00	\$ 450,00
5	600SSB	Supresor de voltajes (10 y 20 Mbps)	18	\$ 33,00	\$ 594,00
6	3CR17561-91- US	Switch 3COM 4500 capa 3 de 26 puertos	9	\$ 533,56	\$ 4.802,04
7	BEL 1300A	Bobina de cable FTP marca Belden (305 mts)	2	\$ 420,90	\$ 841,80
8	S/N	Conectores RJ-45 con blindaje marca AMP	30	\$ 0,65	\$ 19,50
9	S/N	Mano de obra	9	\$ 750,00	\$ 6.750,00
				SUBTOTAL	\$ 38.868,12
				IVA 12 %	\$ 4.664,17
				TOTAL	\$ 43.532,29

Tabla 3.3 Costo referencial de equipos Red de última milla

El monto total para la implementación de la red ÚLTIMA MILLA es de \$ 38.868,12 sin tomar en cuenta el IVA, este precio incluye todos los equipos y

personal técnico necesario para interconectar las diferentes sucursales ubicadas a Nivel Nacional con la red BACKBONE que sirve como canal diseñado para llegar a la Matriz ubicada en la ciudad de Quito.

3.3.3 COSTO DE CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS

Es necesario tener en cuenta los costos que se cobran al momento de configurar todos los equipos de la red, para esto se realiza un resumen de todos los equipos de la red nacional del SSFT, incluyendo el costo por configuración dependiendo el tipo de equipo a considerarse.

La tabla 3.4 nos muestra el resumen de equipos y costo por configuración de cada uno de ellos.

ITEM	PARTE	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO DE CONFIGURACIÓN	COSTO TOTAL DE CONFIGURACIÓN
1	5400BHRFDD	5.4 GHz 10 Mbps Backhaul con reflector pasivo	6	\$ 300,00	\$ 1.800,00
4	5400BHDD	5.4 GHz 10 Mbps Backhaul sin reflector pasivo	3	\$ 300,00	\$ 900,00
2	5700BHRFDD	5.7 GHz 10 Mbps Backhaul con reflector pasivo	9	\$ 300,00	\$ 2.700,00
2	5700BHRF20DD	5.7 GHz 20 Mbps Backhaul con reflector pasivo	1	\$ 300,00	\$ 300,00
3	BP5730BH20-2BB	5.7 GHz PTP400 Lite - Enlace Backhaul de 30 Mbps con antena integrada	11	\$ 450,00	\$ 4.950,00
1	BP5730BHC20-2BB	5.7 GHz PTP400 Lite - Enlace Backhaul de 30 Mbps con antena conectorizada	8	\$ 450,00	\$ 3.600,00
5	1070CKBA	CMM Micro Management Module con fuente de alimentación y antena GPS	6	\$ 150,00	\$ 900,00
6	2811 Router	Router 2811 Cisco Servicios Integrados	2	\$ 1.000,00	\$ 2.000,00
7	3CR17561-91-US	Switch 3COM 4500 capa 3 de 26 puertos	13	\$ 500,00	\$ 6.500,00
				SUBTOTAL	\$ 23.650,00

IVA 12 %	\$ 2.838,00
TOTAL	\$ 26.488,00

Tabla 3.4 Costo de configuración de equipos

Se hizo un estudio de costos en el mercado y se obtuvieron estos resultados tomando en cuenta que en equipos Canopy de Motorola se cobra la configuración de la pareja de radios, es decir del enlace completo, mientras que en equipos de networking se cobra por configuración de equipo.

El costo total por configuración de equipos en la red de comunicaciones planteada es de \$ 23.650,00 sin tomar en cuenta el IVA y se lo muestra en la tabla 3.4.

3.3.4 COSTO TOTAL DEL PROYECTO

El costo total del proyecto tomando en cuenta todos los aspectos necesarios para su implementación se muestra en la tabla 3.5.

ITEM	REFERENCIA	VALOR
1	Diseño de la red	\$ 15.000,00
2	Red MAN	\$ 58.600,14
3	Red BACKBONE	\$ 272.525,17
4	Red de ULTIMA MILLA	\$ 38.868,12
5	Configuración de equipos	\$ 23.650,00
6	Capacitación y soporte	\$ 2.000,00
	SUBTOTAL	\$ 410.643,43
	IVA 12 %	\$ 49.277,21
	TOTAL	\$ 459.920,64

Tabla 3.5 Costo Total del Proyecto

El costo total del proyecto es de **410.643,43 USD** sin considerar el IVA, con este monto se plantea una solución completa de comunicaciones a Nivel Nacional entre los diferentes puntos que conforman las sucursales del Servicio Social de la Fuerza Terrestre y su Matriz ubicada en la ciudad de Quito, además se incluyen los valores a tomar en consideración con el fin de garantizar la capacitación necesaria para los técnicos encargados en un futuro de brindar soporte técnico a la red planteada.

3.4 PASOS A SEGUIR, AL MOMENTO DE REALIZAR LA MIGRACIÓN DE LA RED

Esta sección realizará una breve descripción de los pasos que se deberían realizar al momento de instalar enlaces Canopy.

Dentro del presente Proyecto de Titulación se indicó los requerimientos generales de la red, dentro de los cuales se escogieron los diferentes tipos de equipos a utilizar incluyendo sus accesorios y equipos de networking necesarios para su correcto funcionamiento, a continuación se presentan algunas sugerencias al momento de implementar el diseño.

3.4.1 PASOS PREVIOS A LA INSTALACIÓN

Antes de instalar cualquier equipo, es importante realizar una visita física al punto donde se instalarían los equipos para verificar la facilidad de accesos, topografía física del sitio, existencia de espacio físico en torres o mástiles y accesos de energía.

Además es importante realizar un análisis del espectro en donde se instalarán los equipos, ya que se está trabajando con bandas no licenciadas las cuales son utilizadas por cualquier persona y nos pueden generar problemas al momento de la instalación, los BHs (Backhaul Master y Slave) 10 o 20 Mbps, y los equipos PTP400 pueden ser usados como analizador de espectro ya que cuentan con esta herramienta en su firmware.

NOTA: Es importante saber que al momento de utilizar el analizador de espectros integrado en los equipos Canopy de la serie PTP100, no va a ser posible que los equipos lleguen a enlazarse, ya que se utiliza el nivel de señal para realizar un barrido en todo el espectro disponible por el analizador mientras que los equipos de la serie PTP400 hacen su análisis del espectro en todo momento aun estando enlazados.

La herramienta se encuentra habilitada en equipos BHs configurados como Slave.

En el caso de olvidarse activo el analizador de espectros (y por ende no existir la posibilidad de enlace) se deberá esperar un lapso de 15 minutos para que automáticamente se desactive el analizador.

3.4.2 IDENTIFICAR LAS ESTRUCTURAS PARA COLOCAR LOS RADIOS

Se debe considerar estructuras altas como edificios, torres de radio, torres de agua, colinas o montañas son los sitios ideales.

También hay que verificar que los sitios posean fuentes de energía: AC, DC, Solar, y respaldo de emergencia (UPS, generador, baterías), en el caso de no existir respaldo de energía, principalmente en cerros, se debería instalar un UPS con respaldo de baterías para garantizar comunicación en el caso de no existir alimentación eléctrica.

3.4.3 PROVEER PROTECCIÓN FÍSICA

Es de vital importancia que los sitios cuenten con protección de tierra y pararrayos por seguridad con tormentas eléctricas o sobrecargas de energía.

Ya que se utilizan equipos activos como switches o ruteadores, se requiere que dichos elementos estén protegidos apropiadamente (gabinetes climatizados, sala de radio, etc.)

El sitio donde se instalen los equipos debe ser accesible para la realización de tareas de mantenimiento, pero seguras para prevenir vandalismo, animales o personas no autorizadas (garantizado en sitios del ejército).

Por último los enlaces que utilicen antenas parabólicas o reflectores deben estar montados sobre estructuras diseñadas para resistir, como mínimo, la carga al viento de la antena.

3.4.4 ALINEACIÓN DE ENLACES UTILIZANDO REFLECTOR

La herramienta LINKPlanner nos indica el azimut y ángulo de elevación que se debería tener entre los equipos que conforman un enlace de comunicaciones,

de esta manera se obtiene una referencia importante al momento de realizar la alineación del enlace.

Es importante saber que los radios Canopy de la serie PTP100 que utilizan reflectores, se deben alinear con un ángulo de aproximadamente 45° como se muestra en la figura 3.1



Fig. 3.1 Montaje correcto de equipos

Sabiendo esto, podemos utilizar dos métodos importantes al momento de alinear un enlace Canopy:

- 1.- Monitorizar los valores de RSSI (Indicación de Fuerza de Señal Recibida) y Jitter en el SM.
- 2.- Usar una herramienta de audio, lo que requiere un cable especial.

Los valores de RSSI y Jitter se encuentran en la página principal de los equipos PTP100 y se recomienda utilizar el valor de RSSI por encima de 700 y el de jitter por debajo de 4⁴⁷.

Jitter es una medida de la calidad de la señal y el RSSI de la potencia.

Por otro lado es posible alinear los equipos con un tono de alineación, la serie PTP400 incluye un tono de alineación sin la necesidad de algún componente extra mientras que la serie PTP100 utiliza un cable en el puerto RJ-11 conectado a unos auriculares los cuales nos indican por tono, la alineación de un enlace.

⁴⁷ Recomendación de Motorola indicada en el curso de Certificación CPT200_V5-1

3.4.5 ACCESO GESTIÓN EQUIPOS

A los módulos Canopy se les asigna direcciones IP únicamente para gestión de las unidades. Además hay que tener en cuenta que los equipos Canopy funcionan como un switch de capa 2.

Todas las radios Canopy tienen por defecto la dirección IP **169.254.1.1** con máscara **255.255.255.0**

Si el PC no está configurado para DHCP, tiene que tener una dirección IP estática en el rango de 169.254.X.X, mientras que si está configurado para DHCP obtendrá una dirección IP automáticamente dentro de esa red.

Muchas de las veces se olvida la dirección IP asignada al equipo, para recuperar dicha IP se deberá utilizar un cable especial fabricado con cable UTP y un conector RJ-12, la forma de construir este cable se muestra en la figura 3.2

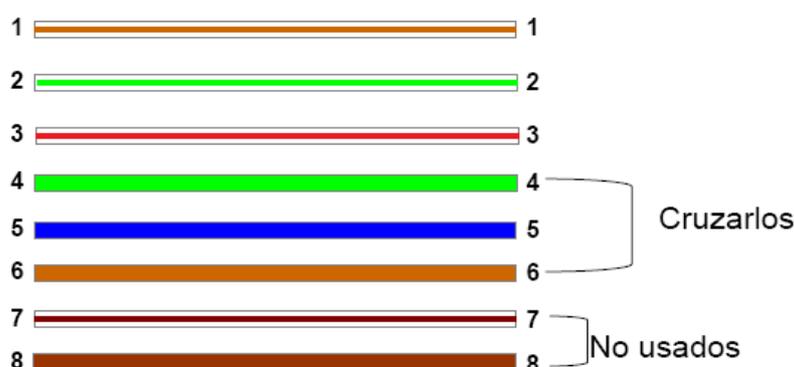


Fig. 3.2 Conector Override/Default

El cable irá conectado en el puerto RJ-12 que los equipos de la serie PTP100 poseen, de esta manera será posible obtener su configuración por defecto en el caso de existir pérdida de la dirección IP o alguna mala configuración del equipo.

Para resetear a defectos de fábrica los equipos de la serie PTP400, se deberá presionar por aproximadamente 40 seg. el botón de reset que poseen el equipo.

3.4.6 PRUEBA DE LOS ENLACES

Una vez terminada la instalación y configuración de los enlaces, es necesario probar la comunicación existente en cada enlace con el fin de comprobar los requerimientos planteados y sobre todo niveles de señal recibida y pruebas de enlace.

Los equipos Canopy poseen una herramienta conocida como “Link Capacity Test”, la cual nos indica la cantidad de datos perdidos al momento de enviar y recibir la información, por medio de dicha herramienta se puede medir el porcentaje de eficiencia del enlace basados en las cantidades anteriormente mencionadas.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Es necesario el cambio del esquema actual de comunicaciones que posee el Servicio Social de la Fuerza Terrestre porque se desea implementar aplicaciones que requieren el uso de un mayor ancho de banda como son la implementación de VoIP, Video vigilancia, administración remota entre otros.
- El estudio de las distintas tecnologías de comunicación inalámbrica, nos facilitó la selección de equipos necesarios al momento de diseñar la Red de Comunicaciones del SSFT, tomando en cuenta los requerimientos y aplicaciones que por esta se enviarán.
- Para el diseño se consideró las posibles aplicaciones que utilizarán los usuarios de la Red del SSFT, basados en el monitoreo del tráfico de la red existente y estadísticas del ancho de banda requerido por cada aplicación, con base en estos resultados, se concluye que al utilizar la plataforma Canopy de Motorola, se garantiza un buen desempeño de la red frente a las diversas aplicaciones que soportará incluyendo el menor costo de implementación de la red.
- Es importante basar el sistema de comunicaciones del SSFT, con una tecnología robusta en confiabilidad, escalabilidad y desempeño como lo es Canopy de Motorola, ya que por medio de la Red de Comunicaciones se transferirá la información de precios que se expenden en esta entidad a nivel WAN.
- La tecnología inalámbrica Banda Ancha de Canopy permite el tráfico de voz, datos, imagen y video sobre el mismo canal de comunicaciones.
- El mejoramiento del Sistema de Comunicaciones existente en el SSFT, permite utilizar nuevas aplicaciones con el fin de atender mejor a los clientes, evitando caídas del sistema, sistema de comunicaciones lento, entre otros, permitiendo así brindar una mejor atención al cliente por medio de un servicio confiable, ágil y robusto.

- El SSFT tendrá mayor facilidad de crecimiento, en el caso que se desearan incluir nuevas sucursales en las provincias donde no las hay, ya que se cuenta con una red propia con la facilidad del uso de espacio físico militar para llegar a los diversos puntos del País.
- La red de comunicaciones planteada provee comunicación continua con el servidor de base de datos instalado en la Matriz del SSFT para realizar la consulta en línea de la información necesaria para la facturación de productos y demás elementos distribuidos ahí.
- Como se indicó en el Capítulo 4, se puede transmitir video y voz sobre la red de comunicaciones abaratando costos de llamada y video vigilancia, además se tendrá un sistema doble de vigilancia, uno en cada sucursal y otro en la Matriz.
- Hoy en día la solución de VoIP es una de las alternativas más buscadas por los administradores de la red ya que se puede hablar y enviar faxes sobre sus líneas de datos evitando la PSTN (Red Telefónica Conmutada Pública), y por ende se abarata los costos de comunicación entre sucursales.
- La red de comunicaciones planteada cumple con los requerimientos especificados para la Red Nacional de Comunicaciones del Servicio Social de la Fuerza Terrestre tomando en cuenta la proyección que esta entidad tendrá en un futuro.
- La plataforma Canopy de Motorola nos brinda la posibilidad de llegar a sitios de difícil acceso ya que posee tecnología capaz de intercomunicar dos puntos remotos así no exista visibilidad de la zona de Fresnel o simplemente las condiciones topográficas no sean las adecuadas para un enlace inalámbrico de comunicaciones.
- Por el tamaño, complejidad y costos del sistema de comunicaciones del SSFT planteado, su implementación deberá ser por etapas cuidadosamente planificadas, para ello se dividió a toda la red en tres tipos distintos de redes las cuales forman en conjunto el diseño de la Red Nacional de Comunicaciones del Servicio Social de la Fuerza Terrestre.
- Uno de los principales factores que diferencia a Canopy del resto de equipos con tecnología banda ancha, es el CMM Micro ya que nos permite la sincronización de varios radios de comunicaciones por medio de su

- puerto de datos en el caso de un clúster y por medio de la intercomunicación del sincronismo de un equipo a otro por su puerto RJ-12.
- La red diseñada será de propiedad del Servicio Social de la Fuerza Terrestre y no se deberá pedir ningún tipo de concesión de frecuencia ya que su esquema completo se basa en bandas no licenciadas.
 - El esquema de comunicaciones propuesto utiliza como puntos de interconexión espacio físico de las Fuerzas Armadas motivo por el cual se deberá firmar un convenio entre el SSFT y esta entidad.
 - Ya que se utiliza un medio inalámbrico para realizar la transmisión de la información, el diseño posee varios métodos de autenticación basándose en la sincronía de los módulos, encriptación, contraseñas y códigos establecidos por el usuario o Administrador.
 - El uso de frecuencias no licenciadas hace que los enlaces instalados con Canopy no tengan la necesidad de concesionar el uso de la frecuencia ya que estos cumplen con la resolución 417-15-CONATEL-2005 en la cual se describe los sistemas que no tienen la necesidad de concesionar frecuencias.
 - Para finalizar, se puede decir que la red diseñada garantizará el correcto funcionamiento del sistema de comunicaciones necesitado por el SSFT, ya que se cumplen con todos los requerimiento y capacidad de transmisión para las futuras aplicaciones mencionadas en el plan de Desarrollo para el siguiente año, justificando así su implementación.

4.2 RECOMENDACIONES

- Ya que estamos hablando de una red a nivel Nacional, se recomienda en el diseño dividir en fases el esquema total de comunicaciones con el fin de facilitar su implementación.
- Se recomienda empezar migrando la Provincia de Pichincha y probar que tan efectivo es el sistema, si se cumple con los objetivos esperados se pasaría a la siguiente fase de la implementación diseño que es intercomunicar las provincias para finalmente llegar a las sucursales por medio de la Red de Última Milla.
- Previo a la instalación de una red inalámbrica, se deben realizar pruebas de campo en el lugar, ya que pueden existir factores que obliguen a

efectuar correcciones en el diseño, se recomienda realizar un análisis de espectro en cada punto de la red diseñada con el fin de calcular el piso de ruido en cada ubicación para implementar un plan de uso de frecuencias adecuado.

- Los principales beneficios que nos ofrece la plataforma Canopy de Motorola, es el alcance de distancias que tiene y la utilización de espectro en bandas no licenciadas, por este motivo se debe realizar un buen planteamiento de frecuencias al momento de implementar un sistema de comunicaciones para evitar interferencia.
- En el caso de una posible implementación, se recomienda contratar también el servicio de mantenimiento y soporte técnico con la Empresa ganadora del proyecto. El hacerlo, ayudará a una eficiente administración, mantenimiento, y desempeño de la red.
- Debido a que se utiliza distintos tipos de marcas y tecnologías, se recomienda a los administradores de la red, tomar una capacitación completa de todos los equipos activos que intervienen en la Red de Comunicaciones a nivel Nacional propuesta.
- Tener en consideración la existencia o no de un respaldo de energía eléctrica en todos y cada uno de los cerros utilizados como medio de comunicación de la red del SSFT. Se recomienda la utilización de UPS en los puntos donde la alimentación eléctrica es inestable o donde no existe respaldo de energía de ningún tipo, además los UPS sirven como reguladores de voltaje en el caso de sobrecargas eléctricas.
- Factores como el clima, naturaleza, energía y otros puede generar la posibilidad de que algún enlace se pierda; se recomendaría, la instalación en cada una de las sucursales una réplica de la base de datos con la cual cuenta la red de comunicaciones del SSFT para poder obtener los costos de los productos que se distribuyen en esta entidad el cual podría actualizarse por las noches ya que se cuenta con un menor tráfico de la red y son horas en las cuales la red de datos no está en su capacidad límite.
- Recordar que para entornos externos de comunicaciones, es necesaria la utilización de cable con blindaje conocido como FTP.

- No olvidar aterrizar los equipos ya que esta es la única manera que se puede prevenir la sobrecarga de energía y también el ingreso de interferencia en el cable FTP.
- Tener en consideración que una adecuada configuración, instalación y mantenimiento de los equipos, garantizarán el correcto funcionamiento de la red durante su tiempo de vida útil.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

LIBROS:

1. Ing. Jorge Alberto Salinas Moreno CRNL (sp), "Plan Operativo 2008 del SSFT", 2008.
2. Julio Berrocal con Enrique Vázquez, "Redes de Acceso de Banda Ancha Arquitectura, Prestaciones, Servicios y Evolución", Volumen 1, 2003.
3. UYLESS D. BLACK, "Redes de transmisión de datos y proceso distribuido", 1987.
4. ROB FLICKENGER, "Redes Inalámbricas en Países en Desarrollo", Tercera Edición, Septiembre 2008; <http://wndw.net/download.html#spanish>
5. WILLIAM STALLINGS, "Comunicaciones y Redes de Computadores", 7ma Edición, 2004

TESIS:

6. Malla Libia y Manzano Andrea, "Diseño de una red integrada de voz, datos y video para la Fuerza Aérea Ecuatoriana utilizando tecnología de banda ancha inalámbrica", Febrero 2008
7. Guerra Santiago, "Diseño de la red WAN para el Banco del Estado integrando voz, datos y video conferencia", Marzo 2008.
8. Carrión Mauricio, "Diseño de la red de comunicaciones de la Mutualista Pichincha para la Ciudad de Quito basado en tecnologías Ethernet de alta velocidad.

PÁGINAS WEB:

9. http://nmscorp.uio.telconet.net/graph_view.php?action=tree&tree_id=2&leaf_id=1736
10. http://www.fcc.gov/cgb/broadband_spanish.html
11. <http://www.homohominisacrares.net/sec/tecnologia/adsl/serviciosadsl.htm>
12. http://www.fcc.gov/cgb/consumerfacts/spanish/sp_highspeedinternet.html
13. <http://www.newstin.es/rel/es/es-010-002784048>
14. <http://www.itu.int/osg/spu/publications/birthofbroadband/faq-es.html>
15. http://www.pcmag.com/encyclopedia_term/0,2542,t=wireless+broadband&i=54763,00.asp
16. <http://www.coit.es/publicac/publbit/bit99/lmds.htm>

17. <http://www.ieee802.org/11/>
18. http://www.telenorma.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=61
19. <http://www.alegsa.com.ar/Notas/216.php>
20. <http://www.motorola.com/Business/XL-ES/Product+Lines/MOTOwi4/wi4+Fixed>
21. http://www.motorola.com/Business/XL-ES/Productos+y+Servicios+para+Empresas/Redes+de+Banda+Ancha+Inalambrica/Redes+Punto-a-Multipunto/Canopy__Loc%253AXL-ES
22. http://www.supertel.gov.ec/images/noticias/gestion_espectro.pdf
23. www.radiocomunicacion.com.pe/conapy/especificaciones%20del%20sistema.pdf
24. www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/stg/D-STG-SG02.20.1-2006-PDF-S.pdf
25. www.gnswireless.com/UserGuide/PTP100%20User%20Guide.pdf
26. Curso Motorola CPT200, Estudio de la Plataforma Canopy de Motorola, Seguridad
27. <http://wndw.net/download.html#spanish>
28. http://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n_electromagn%C3%A9tica
29. http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Ondasbachillerato/ondasEM/ondasEleMag_indice.htm
30. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/vila_b_ca/capitulo1.pdf
31. http://wilac.net/doc/tricalcar/materiales_abril2008/PDF_es/06_es_calculo-de-radioenlace_guia_v02.pdf
32. <http://www.alprec.cl/data/files/Formulas%20Utiles%20Telecom%20dB%20v1.pdf>

CATÁLOGOS Y CURSOS:

33. CPT200: Canopy Technical Training Course, curso de certificación Motorola dictado en la organización New Horizons en un total de 40 horas hasta el día 24 de octubre de 2008
34. www.motorola.com/staticfiles/Business/Products/Accessories/A%20-%20C/.../Network_Planning_Guide_2008_Issue_1_New.pdf

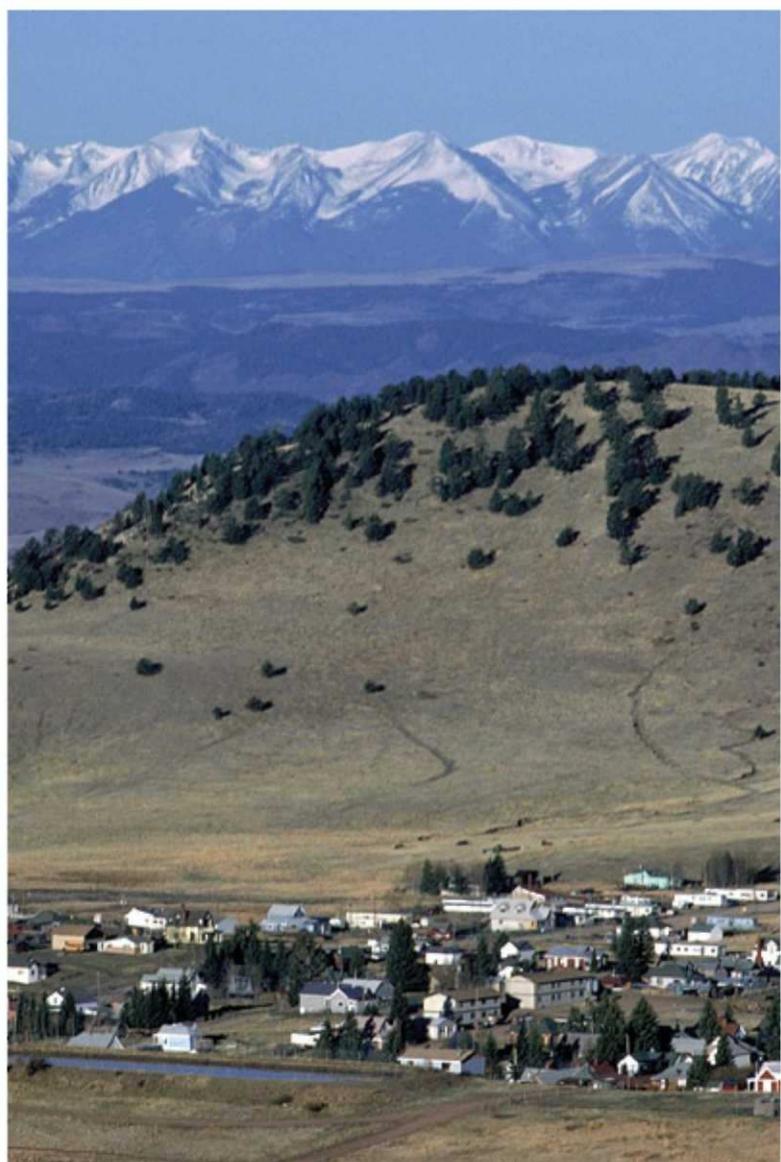
ANEXOS

ANEXO 1 (Mini Datasheet de plataforma Canopy PTP)

Canopy Backhaul Portfolio

Motorola's flexible MOTOwi4 backhaul solutions

MOTOwi⁴



MOTOwi4 Backhaul Solutions Engineered for Simple-to-Complex Applications in Challenging Environments

With the introduction of its MOTOwi4 product portfolio, Motorola makes it easier and more cost effective to build 4th generation wireless networks for a wide range of applications. These systems will enable providers to increase revenue opportunities and customer loyalty by delivering today's—and tomorrow's—most innovative and in-demand broadband services.

Proven Canopy Platform

The MOTOwi4 portfolio builds on globally proven Canopy™ wireless broadband technology, now delivering successful high-speed solutions in more than 100 countries worldwide. The Canopy system's underlying technologies—based on Motorola's proprietary design as well as Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)—offer the flexibility to deliver custom solutions for a wide range of consumer, enterprise, carrier and government markets and applications.

Canopy Backhaul Portfolio

The MOTOwi4 Canopy Backhaul Portfolio includes powerful backhaul technology that helps enterprise users, service providers and carriers establish highly reliable and secure point-to-point wireless backhaul links for bandwidth-intense applications. The portfolio includes products that cost-effectively deliver reliable links and higher throughput in Line-of-Sight (LoS), near-LoS and Non-LoS environments. The Canopy Backhaul Portfolio seamlessly integrates with the MOTOwi4 solutions including WiMAX, Metro WiFi and today's Canopy solutions.

Highly Reliable, Efficient Backhaul Solutions for the Most Challenging Locations and Applications

Motorola offers two series of Canopy backhaul technology developed to meet a variety of connectivity challenges. The Line-of-Sight 10 and 20 Mbps backhaul products are designed to operate in the 2.4, 5.1, 5.2, 5.4 and 5.7 GHz frequencies. The OFDM 30 Mbps, 60 Mbps and 300 Mbps models are designed for the 5.7 GHz frequency band. Operators use the systems' higher bandwidth to transmit IP data, video, VoIP and channelized voice for a variety of markets and applications.

Backhaul Benefits

The MOTOwi4 Backhaul Portfolio provides exceptional link reliability and performance, significantly reducing interference in noisy RF conditions and nLoS and NLoS environments. Small footprints and power over Ethernet reduce the amount of valuable tower space needed, and remote link management capabilities help lessen operating costs. Installation is fast and simple, with units designed to be easily mounted and adjusted even in the smallest of spaces.

The Canopy Backhaul Portfolio



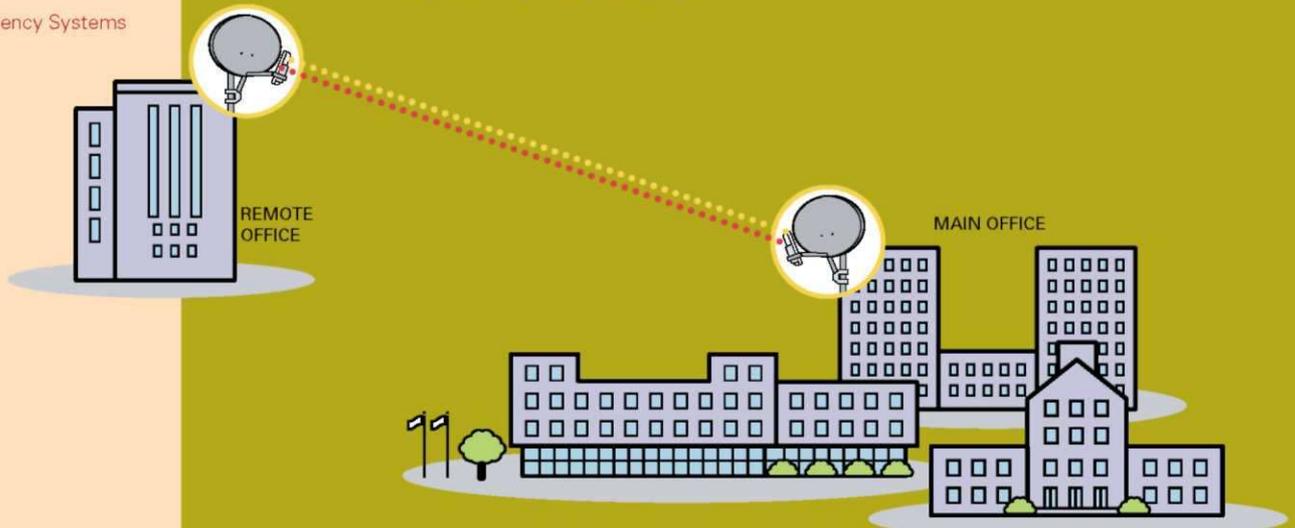
10 Mbps

MSRP	Starting at less than \$2,000 USD Per Link
Frequencies	2.4 GHz, 5.1 GHz, 5.2 GHz, 5.4 GHz, 5.7 GHz
Range	LoS - Up to 35 Miles (56 Kilometers)
Usable Throughput	7.5 Mbps
Security	DES and AES Encryption
Technology	Proprietary
Unique Features	<ul style="list-style-type: none">• Line-of-Sight• Highly Reliable• Weather Resistant• Compact & Rugged Design• Consistent Data Rates in Face of Interference• Reflector Available to Extend Range• Options for Solar and Wind Power

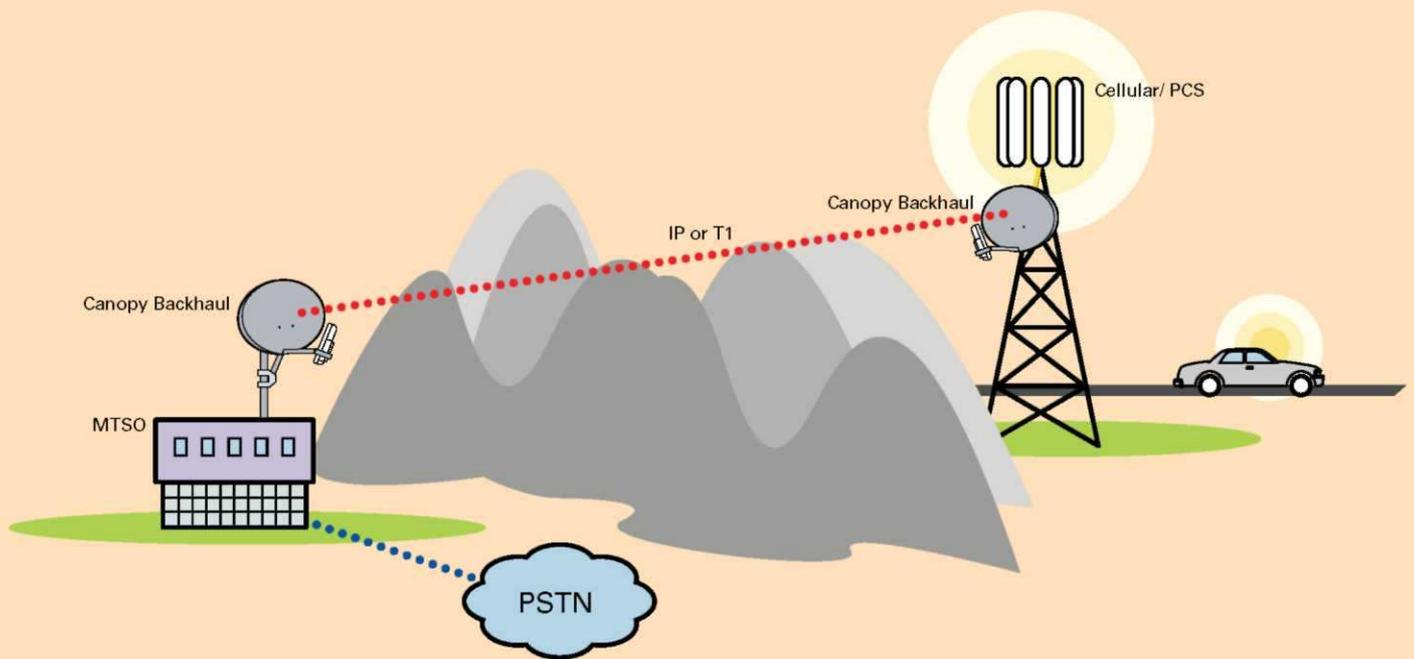
Ideal Applications

- Rural or Remote Locations
- Uniting Campuses
- Temporary & Emergency Systems
- Cellular Backhaul
- Video Surveillance
- Telemedicine
- E-Learning
- Banking

Uniting Campuses and Remote Facilities



Backhauling Cellular and 3G IP Data



20 Mbps

MSRP	Starting at less than \$4,000 USD Per Link
Frequencies	2.4 GHz, 5.1 GHz, 5.2 GHz, 5.4 GHz, 5.7 GHz
Range	LoS - Up to 35 Miles (56 Kilometers)
Usable Throughput	14 Mbps
Security	DES and AES Encryption
Technology	Proprietary
Unique Features	<ul style="list-style-type: none"> • Line-of-Sight • Highly Reliable • Weather Resistant • Compact & Rugged Design • Consistent Data Rates in Face of Interference • Reflector Available to Extend Range • Options for Solar and Wind Power

Ideal Applications

- Rural or Remote Locations
- Uniting Campuses
- Temporary & Emergency Systems
- Cellular Backhaul
- Video Surveillance
- Telemedicine
- E-Learning
- Backbone for Metro WiFi Networks
- Banking



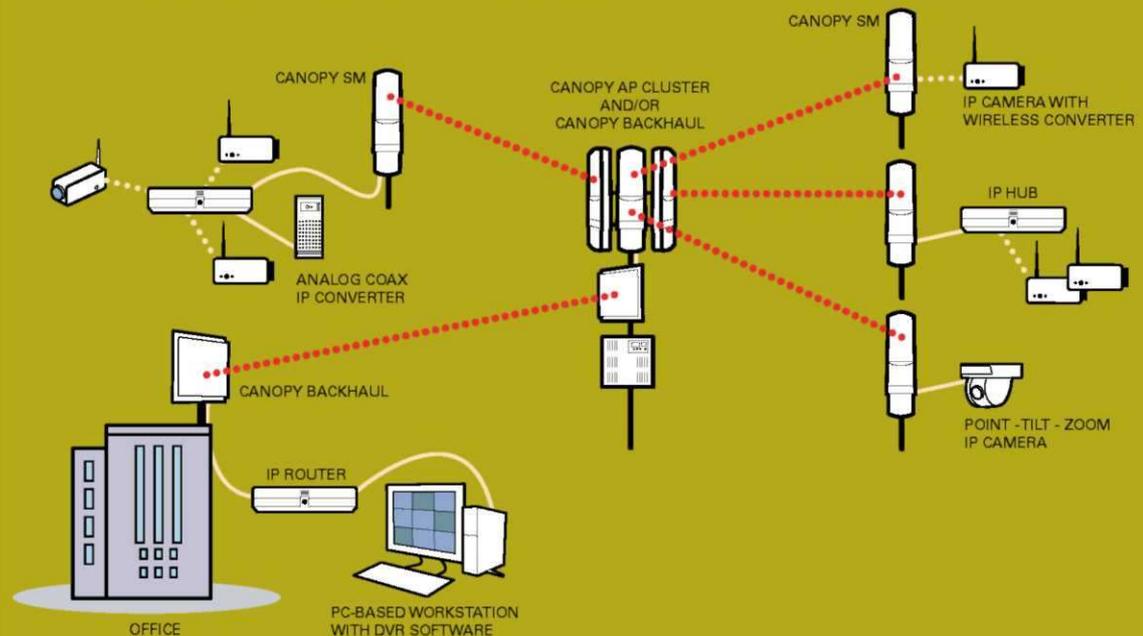
30 Mbps

MSRP	\$7,200 USD Per Link
Frequencies	5.7 GHz
Range	LoS - Up to 124 Miles (200 Kilometers) nLoS - Up to 25 Miles (40 Kilometers) NLoS - Up to 6 miles (10 Kilometers)
Usable Throughput	Dynamically variable modulation ranges from 1.5 Mbps to 21 Mbps
Security	Proprietary Scrambling Technique
Technology	OFDM
Unique Features	<ul style="list-style-type: none"> • Upgradeable to 60 Mbps • Line-of-Sight • NON and Near Line-of-Sight • Carrier Class Reliability • Weather Resistant • Compact & Rugged Design • Dual Polarized Antennas • Integrated & Connectorized Antenna Options • Adaptive Modulation • Dynamic Frequency Selection • Multibeam Space Time Coding • Redundant Power Supplies

Ideal Applications

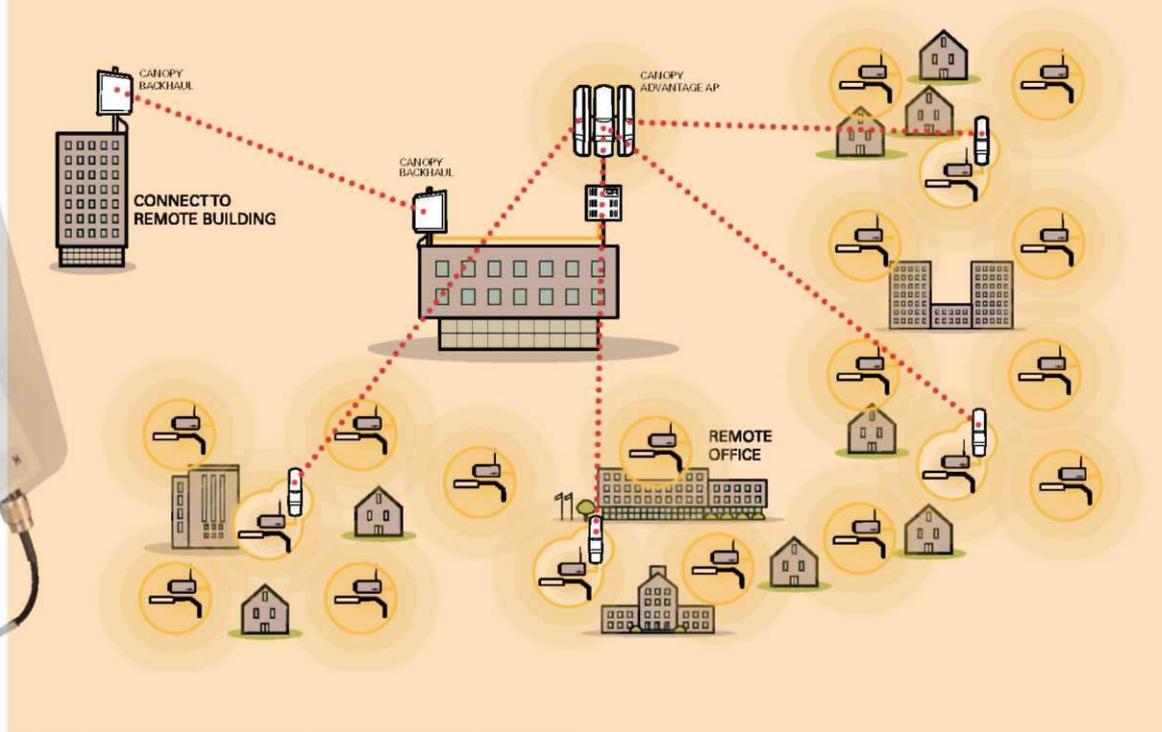
- Urban/Suburban Locations
- Uniting Campuses with High Bandwidth Requirements
- Backbone for Metro WiFi Networks
- Government Installations
- Temporary & Emergency Systems
- Cellular Backhaul
- Video Surveillance
- Telemedicine
- E-Learning
- Banking

IP Video Surveillance Applications





Backbone for Metro Wi-Fi



60 Mbps

MSRP	\$11,995 USD Per Link
Frequencies	5.7 GHz
Range	LoS - Up to 124 Miles (200 Kilometers) nLoS - Up to 25 Miles (40 Kilometers) NLoS - Up to 6 miles (10 Kilometers)
Usable Throughput	Dynamically variable modulation ranges from 3.0 Mbps to 43 Mbps
Security	Proprietary Scrambling Technique
Technology	OFDM
Unique Features	<ul style="list-style-type: none"> • Line-of-Sight • NON and Near Line-of-Sight • Carrier Class Reliability • Weather Resistant • Compact & Rugged Design • Dual Polarized Antennas • Integrated & Connectorized Antenna Options • Adaptive Modulation • Dynamic Frequency Selection • Multibeam Space Time Coding • Redundant Power Supplies

Ideal Applications

- Urban/Suburban Locations
- Uniting Campuses with High Bandwidth Requirements
- Backbone for Metro WiFi Networks
- Government Installations
- Temporary & Emergency Systems
- Cellular Backhaul
- Video Surveillance
- Telemedicine
- E-Learning
- Banking



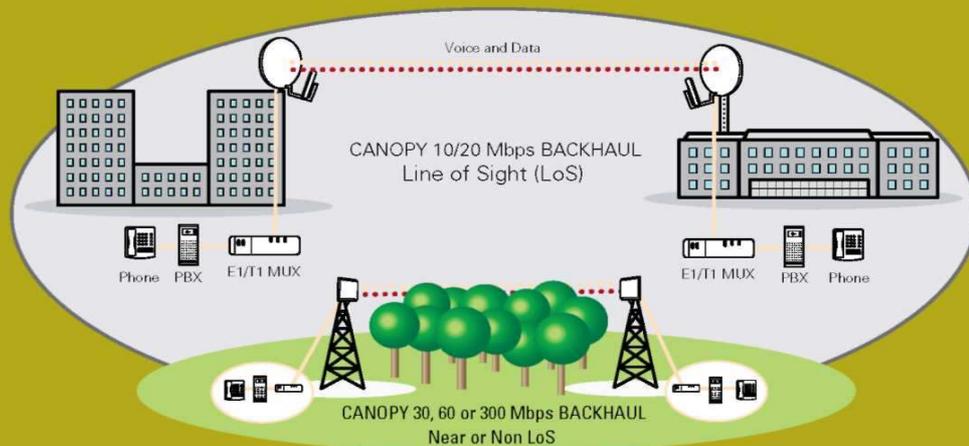
300 Mbps

MSRP	\$19,995 USD Per Link
Frequencies	5.7 GHz
Range	LoS - Up to 124 Miles (200 Kilometers) nLoS - Up to 25 Miles (40 Kilometers) NLoS - Up to 6 miles (10 Kilometers)
Usable Throughput	Dynamically variable modulation ranges from 5 Mbps to 269 Mbps
Security	Proprietary Scrambling Technique
Technology	OFDM
Unique Features	<ul style="list-style-type: none"> • Line-of-Sight • NON and Near Line-of-Sight • Carrier Class Reliability • Weather Resistant • Compact & Rugged Design • Dual Polarized Antennas • Integrated & Connectorized Antenna Options • Adaptive Modulation • Dynamic Frequency Selection • Multibeam Space Time Coding • Built in E1/T1 • Redundant Power Supplies • Optional Fiber Optic Data Module

Ideal Applications

- Urban/Suburban Locations
- Fiber Replacement
- Uniting Campuses with High Bandwidth Requirements
- Backbone for Metro WiFi Networks
- Government Installations
- Temporary & Emergency Systems
- Cellular Backhaul
- Video Surveillance
- Telemedicine
- E-Learning
- Banking

E1/T1 Solutions for Carriers and Enterprise Applications



ANEXO 2 (Antenas)

STANDARD PARABOLIC ANTENNAS: DIAMETERS, WEIGHTS AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

STANDARD PARABOLIC ANTENNAS, SP SERIES - PLANE POLARIZED

ANTENNA DIAMETERS AND WEIGHTS:

1 ft	(0.3m)	- 15 lbs. (6.8 kg)
2 ft	(0.6m)	- 22 lbs. (9.9 kg)
3 ft	(0.9m)	- 35 lbs. (15.8 kg)
4 ft	(1.2m)	- 60 lbs. (27.0 kg)
6 ft	(1.8m)	- 90 lbs. (40.5 kg)
8 ft	(2.4m)	- 250 lbs. (112.5 kg)

ELECTRICAL SPECIFICATIONS (typical performance)

Model Number	Frequency, GHz	Polarization	Gain dBi (nominal)	Beamwidth -3dB	X-Pol. Rejection, dB	F/B Ratio dB	VSWR, Max (R.L., dB)
1.3 - 1.5 GHz Range							
SP2-1.3	1.35 - 1.535	Plane	16.8	25.0	20	28	1.5:1 (14.0)
SP3-1.3	1.35 - 1.535	Plane	20.5	15.4	30	30	1.5:1 (14.0)
SP4-1.3	1.35 - 1.535	Plane	22.8	11.5	30	34	1.5:1 (14.0)
SP6-1.3	1.35 - 1.535	Plane	26.4	7.8	30	38	1.5:1 (14.0)
SP8-1.3	1.35 - 1.535	Plane	29.2	5.7	30	40	1.5:1 (14.0)
2.4 - 2.7 GHz Range							
SP1-2.4	2.40 - 2.50	Plane	14.0	28.0	17	25	1.5:1 (14.0)
SP2-2.4	2.40 - 2.70	Plane	21.3	14.0	28	28	1.5:1 (14.0)
SP3-2.4	2.40 - 2.70	Plane	24.3	9.5	30	30	1.5:1 (14.0)
SP4-2.4	2.40 - 2.70	Plane	27.2	7.3	30	34	1.5:1 (14.0)
SP6-2.4	2.40 - 2.70	Plane	30.3	4.8	30	38	1.5:1 (14.0)
SP8-2.4	2.40 - 2.70	Plane	33.2	3.6	30	42	1.5:1 (14.0)
3.4 - 3.6 GHz Range							
SP2-3.5	3.4 - 3.6	Plane	24.2	10.0	28	32	1.5:1 (14.0)
SP3-3.5	3.4 - 3.6	Plane	27.7	8.0	30	34	1.5:1 (14.0)
SP4-3.5	3.4 - 3.6	Plane	30.2	5.0	30	38	1.5:1 (14.0)
SP6-3.5	3.4 - 3.6	Plane	33.8	3.3	30	40	1.5:1 (14.0)
SP8-3.5	3.4 - 3.6	Plane	36.3	2.5	30	43	1.5:1 (14.0)
4.4 - 5.0 GHz Range							
SP1-4.7	4.4 - 5.0	Plane	21.2	13.1	20	28	1.5:1 (14.0)
SP2-4.7	4.4 - 5.0	Plane	26.6	7.1	28	34	1.5:1 (14.0)
SP3-4.7	4.4 - 5.0	Plane	30.0	4.7	30	37	1.5:1 (14.0)
SP4-4.7	4.4 - 5.0	Plane	32.6	3.6	30	40	1.5:1 (14.0)
SP6-4.7	4.4 - 5.0	Plane	35.6	2.6	30	43	1.5:1 (14.0)
SP8-4.7	4.4 - 5.0	Plane	39.0	1.8	30	46	1.5:1 (14.0)
5.25 - 5.85 GHz Range							
SP1-5.2	5.25 - 5.85	Plane	22.5	11.1	17	30	1.5:1 (14.0)
SP2-5.2	5.25 - 5.85	Plane	29.0	6.1	28	38	1.5:1 (14.0)
HP2-5.2	5.25 - 5.85	Plane	28.6	6.1	28	44	1.4:1 (15.5)
SP3-5.2	5.25 - 5.85	Plane	32.0	4.0	30	40	1.5:1 (14.0)
SP4-5.2	5.25 - 5.85	Plane	34.8	3.0	30	44	1.5:1 (14.0)
SP6-5.2	5.25 - 5.85	Plane	37.9	2.0	30	46	1.5:1 (14.0)
SP8-5.2	5.25 - 5.85	Plane	40.0	1.5	30	52	1.5:1 (14.0)
SP8-3.5	3.60 - 3.80	Plane	36.7	2.4	30	43	1.5:1 (14.0)

SP1 Antennas include radome

STANDARD PARABOLIC ANTENNAS: DIAMETERS, WEIGHTS AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

STANDARD PARABOLIC ANTENNAS, SP SERIES - PLANE POLARIZED

ANTENNA DIAMETERS AND WEIGHTS:

1 ft	(0.3m)	- 15 lbs. (6.8 kg)
2 ft	(0.6m)	- 22 lbs. (9.9 kg)
3 ft	(0.9m)	- 35 lbs. (15.8 kg)
4 ft	(1.2m)	- 60 lbs. (27.0 kg)
6 ft	(1.8m)	- 90 lbs. (40.5 kg)
8 ft	(2.4m)	- 250 lbs. (112.5 kg)

ELECTRICAL SPECIFICATIONS (typical performance)

DUAL BAND RANGE - 2.4 - 2.5 & 5.725 - 5.85 GHz RANGES

Model	Frequency,	Polarization	Gain	Beamwidth	X-Pol.	F/B Ratio	VSWR, Ma
SP1-2/5	2.40 - 2.50	Plane	14.0	28.0	17	25	1.5:1 (14.0)
	5.725 - 5.85		23.3	11.8	17	30	1.5:1 (14.0)
SP2-2/5	2.40 - 2.50	Plane	21.1	14.0	28	28	1.5:1 (14.0)
	5.725 - 5.85		28.3	6.0	28	38	1.5:1 (14.0)
SP3-2/5	2.40 - 2.50	Plane	24.1	9.5	30	30	1.5:1 (14.0)
	5.725 - 5.85		31.4	4.0	30	40	1.5:1 (14.0)
SP4-2/5	2.40 - 2.50	Plane	27.0	7.3	30	34	1.5:1 (14.0)
	5.725 - 5.85		34.6	2.9	30	44	1.5:1 (14.0)
SP6-2/5	2.40 - 2.50	Plane	30.1	4.8	30	38	1.5:1 (14.0)
	5.725 - 5.85		37.7	2.0	30	46	1.5:1 (14.0)

All specifications subject to change without notice

STANDARD PARABOLIC ANTENNAS AND RADOMES: DIAMETERS, WEIGHTS AND ELECTRICAL SPECIFICATIONS

STANDARD PARABOLIC ANTENNAS, SP SERIES - DUAL POLARIZED

ANTENNA DIAMETERS AND WEIGHTS:

1 ft	(0.3m)	- 15 lbs. (6.8 kg)
2 ft	(0.6m)	- 22 lbs. (9.9 kg)
3 ft	(0.9m)	- 35 lbs. (15.8 kg)
4 ft	(1.2m)	- 60 lbs. (27.0 kg)
6 ft	(1.8m)	- 90 lbs. (40.5 kg)
8 ft	(2.4m)	- 250 lbs. (112.5 kg)

ELECTRICAL SPECIFICATIONS (typical performance)

Model Number	Frequency, GHz	Polarization	Gain dBi (nominal)	Beamwidth -3dB	X-Pol. Rejection, dB	F/B Ratio dB	VSWR, Max (R.L., dB)
2.4 - 2.7 GHz Range							
SPD2-2.4	2.40 - 2.70	Dual	21.1	14.0	28	28	1.5:1 (14.0)
SPD3-2.4	2.40 - 2.70	Dual	24.1	9.5	30	30	1.5:1 (14.0)
SPD4-2.4	2.40 - 2.70	Dual	27.0	7.3	30	34	1.5:1 (14.0)
SPD6-2.4	2.40 - 2.70	Dual	30.1	4.8	30	38	1.5:1 (14.0)
SPD8-2.4	2.40 - 2.70	Dual	32.5	3.6	30	39	1.5:1 (14.0)
5.25 - 5.85 GHz Range							
SPD2-5.2	5.25 - 5.85	Dual	28.1	6.2	28	38	1.5:1 (14.0)
SPD3-5.2	5.25 - 5.85	Dual	31.1	4.2	30	40	1.5:1 (14.0)
SPD4-5.2	5.25 - 5.85	Dual	34.4	3.1	30	44	1.5:1 (14.0)
SPD6-5.2	5.25 - 5.85	Dual	37.5	2.1	30	46	1.5:1 (14.0)
SPD8-5.2	5.25 - 5.85	Dual	39.7	1.6	30	52	1.5:1 (14.0)

All specifications subject to change without notice.

RADOMES, RD SERIES, RADOMES ARE FACTORY ATTACHED FOR 2, 3, 4 & 8 FT MODELS AT NO CHARGE.

RADOME DIAMETERS AND WEIGHTS:

2 ft	(0.6m)	- 4 lbs. (1.8 kg)
3 ft	(0.9m)	- 8 lbs. (3.6 kg)
4 ft	(1.2m)	- 20 lbs. (9.0 kg)
6 ft	(1.8m)	- 30 lbs. (13.5 kg)
8 ft	(2.4m)	- 70 lbs. (31.5 kg)

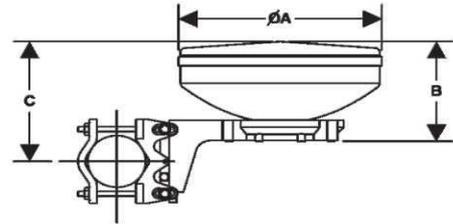
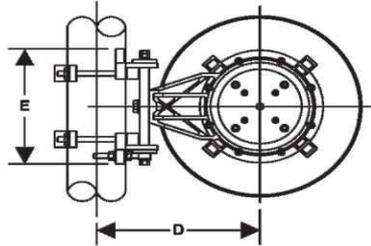
ELECTRICAL SPECIFICATIONS (typical performance)

Model Number	Diameter ft. (m)	Attenuation		Add to antenna VSWR, Max	
		2 GHz	5 GHz	2 GHz	5 GHz
RD2	2 (0.6)	0.2	0.4	0.02	0.04
RD3	3 (0.9)	0.2	0.4	0.02	0.04
RD4	4 (1.2)	0.2	0.4	0.02	0.04
RD6	6 (1.8)	0.2	0.4	0.02	0.04
RD8	8 (2.4)	0.2	0.4	0.02	0.04

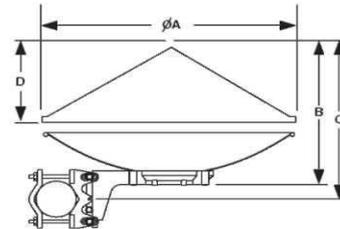
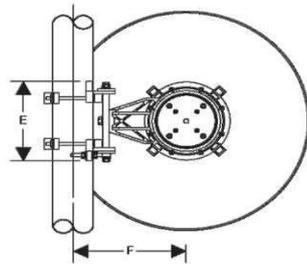
ANTENNA DIMENSIONS (DETAIL)

SP SERIES: 1' (0.3M) & 2' (0.6M)

SP1' view



SP2' view



Rear View

Side View

*Dimensions = Inches/cm

Diameter	A	B	C	D	E	F
1 ft (0.3m)	13.5 (34.3)	5.4 (13.7)	9.2 (23.4)	3.2 (8.0)	8.3 (21.1)	3.8 (9.7)
2 ft (0.6m)	25.3 (64.1)	10.9 (27.7)	13.7 (34.8)	5.8 (14.7)	8.9 (22.6)	11.2 (28.4)

Adjustment Ranges:

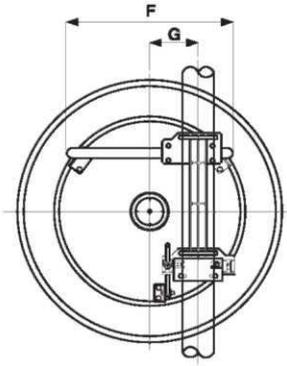
Azimuth:	Coarse	360°	Elevation:	Fine	+/-40°
	Fine	+/-10°			

Based on 4.5 inches (11.4 cm) pipemast. Mount designed to attach to pipemast between 2.0" (5.08 cm) and 4.5" (11.4 cm).

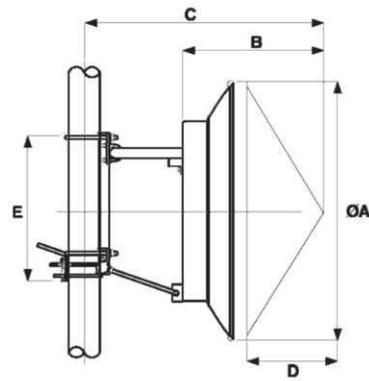
ANTENNA DIMENSIONS (DETAIL)

SP SERIES: 3' (0.9M), 4' (1.2M), 6' (1.8M) & 8' (2.4M)

3', 4', 6' views

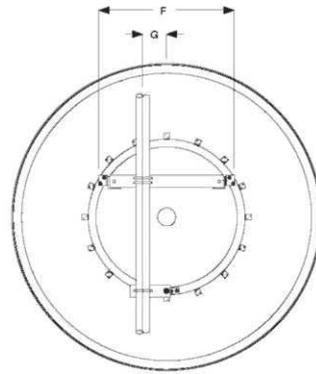


Rear View

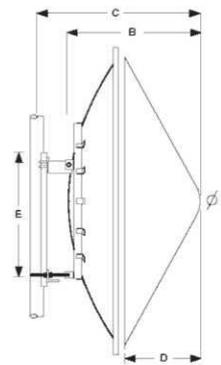


Side View

8' view



Rear View



Side View

*Dimensions = Inches/cm

Diameter	A	B	C	D	E	F	G
3 ft (0.9m)	38.0 (91.4)	19.7 (49.9)	30.9 (78.5)	9.8 (24.9)	21.1 (53.3)	25.7 (65.3)	7.0 (17.8)
4 ft (1.2m)	50.5 (128.3)	21.4 (54.4)	35.6 (90.4)	13.1 (33.3)	21.1 (53.3)	25.7 (65.3)	7.0 (17.8)
6 ft (1.8m)	70.0 (177.8)	26.9 (68.3)	41.1 (104.4)	13.8 (35.1)	21.1 (53.3)	25.7 (65.3)	7.0 (17.8)
8 ft (2.4m)	99.3 (252.2)	46.0 (116.8)	58.0 (147.3)	24.5 (62.2)	44.3 (112.5)	44.0 (111.8)	7.0 (17.8)

Adjustment Ranges:

Azimuth: Coarse 360° **Elevation:** Fine+/-25° (+/-5° 8 ft model only)
 Fine+/-10° (+/-5° 8 ft model only)

Based on 4.5 inches (11.4 cm) pipemast. Mount designed to attach to a 4.5" (11.4cm) vertical pipemast.

Unlicensed Band

DATA COMMUNICATIONS SOLUTIONS

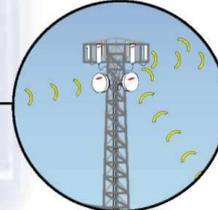


All the elements from one source providing the speed of data transfer and online performance today's wireless user demands.

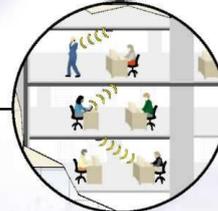
ISP



Backhaul



In-Building



Andrew: Connecting the Wireless World

Andrew provides the industry's most comprehensive suite of products and systems that comprise the fastest-delivered, best performing, and most value-priced solutions for unlicensed band data communications applications.

ISP Antennas

Andrew offers a broad line of antennas for ISP systems. They include the MAG GRID, MICROCEPTOR, and PD Series antennas detailed on pages 4 and 5.

MAG GRID antennas include a patented grid reflector that provides excellent reliability plus easy handling and installation. Feeds include an RG8, 24 inch (610 mm) pigtail. The antennas are lightweight and durable. Mounts provide up to 60° tilt adjustment. Materials include magnesium alloy, aluminum, and stainless steel. Antennas ship unassembled for minimum freight costs. Factory assembly is available as an option.

MICROCEPTOR® antennas are designed to provide high performance radiation patterns combined with a small, aesthetically pleasing appearance. The patented feed design provides excellent directivity, cross-polarization performance, and front-to-back ratio. The small size offers low wind load on supporting structures. The mount features 60° tilt adjustment and premise mounts are available. The lightweight and easy to install MICROCEPTOR window mount antennas provide a cost effective solution for high volume deployments in the 2.4–2.7 GHz frequency bands.

PD series parabolic dish antennas include a durable, spun aluminum reflector and offer excellent performance at low cost. Feeds include an RG8, 13 inch (330 mm) long pigtail. Mounts provide up to 60° tilt adjustment. Lightweight, stacked packaging minimizes freight and handling costs.



Backhaul Antennas

Andrew offers a complete line of parabolic backhaul antennas for the unlicensed bands. They include the P, PL, PAR, and PARX Series, KPR and KP Series, HP Series, and UHX[®] antennas detailed on pages 6 to 9.

P, PL, PAR, and PARX series unshielded parabolic standard antennas provide economical and reliable service. They have spun aluminum reflectors for minimum environmental distortion. A vertical mount is included. A molded radome is optional, as indicated in the tables.

The KPR and KP series GRIDPAK[®] antennas feature low wind load on the supporting structures. The KPR series incorporate a HELIAX[®] LDF4-50A cable jumper in the feed design. The KP series has an integral cable connection.

HP series high performance antennas are shielded parabolic antennas with spun aluminum reflectors and low VSWR feeds. The shields offer low side and back lobe radiation performance for easier frequency coordination. A vertical tower mount and a low loss planar radome are included.

UHX[®] ultra high performance antennas are shielded parabolic antennas. In addition to the features described above for the HP antennas, they include highly efficient, beam-forming feeds and RF absorber in the shields for superior radiation performance.

Flat Plate antennas provide the ultimate solution for operators who require low visibility antennas for unlicensed short haul communications in areas such as congested inner city sites.

In-Building and Fixed Wireless Products

Our new Cell-Max[™] antennas are a uniquely effective and unobtrusive solution for enhancing your internal or external wireless coverage. They include the Cell-Max Directional and Omni-directional antennas detailed on page 10.

Cell-Max directional antennas are ideal for office environments, parking garages, shopping malls and other difficult coverage areas. Designed for simple installation and minimal visual impact, Cell-Max antennas can be mounted upright or inverted for indoor applications. Because the antennas have a broad elevation beamwidth, with no beam tilt, performance is not compromised in either position. Cell-Max directional antennas are suitable for internal or external applications.

Cell-Max omni-directional antennas maintain a pleasing low profile design attractive enough for the more demanding aesthetic requirements of in-building applications and rugged enough for use in external environments. The antennas offer consistent pattern and VSWR performance across the entire frequency band, and the mounting configuration can be customized to interface directly with OEM radio equipment.



KP GRIDPAK® Antennas – F-Series Unpressurized Single Polarized

Type Number	Diameter ft (m)	Antenna Input	Antenna Color	Radome	Gain, dBi			Beamwidth Degrees	Cross Pol. Disc., dB	F/B Ratio dB	VSWR Max. (R.L., dB)
					Low	Mid-Band	Top				
KP3F-23-NWM	3 (0.9)	N Female	Unpainted	None	24.7	25.1	25.3	8.1	38	30	1.20 (20.8)
KP3F-23-FWM	3 (0.9)	F Flange, Female	Unpainted	None	24.7	25.1	25.3	8.1	38	30	1.20 (20.8)
KP3F-23-EWM	3 (0.9)	7/8" EIA Flange	Unpainted	None	24.7	25.1	25.3	8.1	38	30	1.20 (20.8)
KP4F-23-NWM	4 (1.2)	N Female	Unpainted	None	27.2	27.5	27.8	6.9	30	30	1.20 (20.8)
KP4F-23-FWM	4 (1.2)	F Flange, Female	Unpainted	None	27.2	27.5	27.8	6.9	30	30	1.20 (20.8)
KP4F-23-EWM	4 (1.2)	7/8" EIA Flange	Unpainted	None	27.2	27.5	27.8	6.9	30	30	1.20 (20.8)
KP6F-23-NWM	6 (2.0)	N Female	Unpainted	None	31.0	31.3	31.6	4.5	30	36	1.10 (26.4)
KP6F-23-FWM	6 (2.0)	F Flange, Female	Unpainted	None	31.0	31.3	31.6	4.5	30	36	1.10 (26.4)
KP6F-23-EWM	6 (2.0)	7/8" EIA Flange	Unpainted	None	31.0	31.3	31.6	4.5	30	36	1.10 (26.4)
KP8F-23-NWM	8 (2.4)	N Female	Unpainted	None	32.6	32.9	33.1	3.4	30	35	1.08 (28.3)
KP8F-23-FWM	8 (2.4)	F Flange, Female	Unpainted	None	32.6	32.9	33.1	3.4	30	35	1.08 (28.3)
KP8F-23-EWM	8 (2.4)	7/8" EIA Flange	Unpainted	None	32.6	32.9	33.1	3.4	30	35	1.08 (28.3)
KP10F-23-NWM	10 (3.0)	N Female	Unpainted	None	34.5	34.8	35.1	3.0	30	38	1.08 (28.3)
KP10F-23-FWM	10 (3.0)	F Flange, Female	Unpainted	None	34.5	34.8	35.1	3.0	30	38	1.08 (28.3)
KP10F-23-EWM	10 (3.0)	7/8" EIA Flange	Unpainted	None	34.5	34.8	35.1	3.0	30	38	1.08 (28.3)
KP13F-23-NWM	13 (4.0)	N Female	Unpainted	None	37.0	37.2	37.5	2.4	30	38	1.08 (28.3)
KP13F-23-FWM	13 (4.0)	F Flange, Female	Unpainted	None	37.0	37.2	37.5	2.4	30	38	1.08 (28.3)
KP13F-23-EWM	13 (4.0)	7/8" EIA Flange	Unpainted	None	37.0	37.2	37.5	2.4	30	38	1.08 (28.3)

* Horizontal = 13.3 degrees
 ** Horizontal = 8.7 degrees
 *** Horizontal = 6.7 degrees
 **** Horizontal = 3.4 degrees

5.25 – 5.85 GHz

Type Number	Diameter ft (m)	Polarization	Antenna Input	Antenna Color	Radome	Gain, dBi			Beamwidth Degrees	Cross Pol. Disc., dB	F/B Ratio dB	VSWR Max. (R.L., dB)
						Low	Mid-Band	Top				
Standard Antennas – Unpressurized												
P2F-52-N7A	2 (0.6)	Single	N Female	Gray	None	29.0	29.4	30.1	5.4	30	41	1.5 (14.0)
P2F-52-NXA	2 (0.6)	Single	N Female	Gray	Molded	29.0	29.4	30.1	5.4	30	41	1.5 (14.0)
PX2F-52-N7A	2 (0.6)	Dual	N Female	Gray	None	29.0	29.4	30.1	5.4	30	41	1.5 (14.0)
PX2F-52-NXA	2 (0.6)	Dual	N Female	Gray	Molded	29.0	29.4	30.1	5.4	30	41	1.5 (14.0)
P3F-52-N7A	3 (1.0)	Single	N Female	Gray	None	33.4	33.4	33.5	3.8	30	42	1.5 (14.0)
P3F-52-NXA	3 (1.0)	Single	N Female	Gray	Molded	33.4	33.4	33.5	3.8	30	42	1.5 (14.0)
PX3F-52-N7A	3 (1.0)	Dual	N Female	Gray	None	33.4	33.4	33.5	3.8	30	42	1.5 (14.0)
PX3F-52-NXA	3 (1.0)	Dual	N Female	Gray	Molded	33.4	33.4	33.5	3.8	30	42	1.5 (14.0)
P4F-52-N7A	4 (1.2)	Single	N Female	Gray	None	34.5	34.9	35.3	3.0	30	52	1.5 (14.0)
P4F-52-NXA	4 (1.2)	Single	N Female	Gray	Molded	34.5	34.9	35.3	3.0	30	52	1.5 (14.0)
PX4F-52-N7A	4 (1.2)	Dual	N Female	Gray	None	34.5	34.9	35.3	3.0	30	52	1.5 (14.0)
PX4F-52-NXA	4 (1.2)	Dual	N Female	Gray	Molded	34.5	34.9	35.3	3.0	30	52	1.5 (14.0)
P6F-52-N7A	6 (1.8)	Single	N Female	Gray	None	37.0	37.6	38.1	1.8	30	49	1.5 (14.0)
P6F-52-NXA	6 (1.8)	Single	N Female	Gray	Molded	37.0	37.6	38.1	1.8	30	49	1.5 (14.0)
PX6F-52-N7A	6 (1.8)	Dual	N Female	Gray	None	37.0	37.6	38.1	1.8	30	49	1.5 (14.0)
PX6F-52-NXA	6 (1.8)	Dual	N Female	Gray	Molded	37.0	37.6	38.1	1.8	30	49	1.5 (14.0)
High Performance Antennas – Unpressurized												
HP2F-52-NPA	2 (0.6)	Single	N Female	Gray	White Molded	28.6	29	29.7	5.4	30	50	1.5 (14.0)
HPX2F-52-NPA	2 (0.6)	Dual	N Female	Gray	White Molded	28.6	29	29.7	5.4	30	50	1.5 (14.0)
HP3F-52-NPA	3 (1.0)	Single	N Female	Gray	White Molded	33	33	33.1	3.8	30	53	1.5 (14.0)
HPX3F-52-NPA	3 (1.0)	Dual	N Female	Gray	White Molded	33	33	33.1	3.8	30	53	1.5 (14.0)
HP4F-52-NPA	4 (1.2)	Single	N Female	Gray	White Molded	34.1	34.5	34.9	3	30	58	1.5 (14.0)
HPX4F-52-NPA	4 (1.2)	Dual	N Female	Gray	White Molded	34.1	34.5	34.9	3	30	58	1.5 (14.0)
HP6F-52-NPA	6 (1.8)	Single	N Female	Gray	White Molded	36.6	37.2	37.7	1.8	30	56	1.5 (14.0)
HPX6F-52-NPA	6 (1.8)	Dual	N Female	Gray	White Molded	36.6	37.2	37.7	1.8	30	56	1.5 (14.0)
Flat Panel Array Antennas – Unpressurized												
FPAS250D06-N	0.5 (0.15)	Single	N Female	Gray	None	18.4		19.3	24	32	1.5 (14.0)	
FPAS250D12-N	1 (0.3)	Single	N Female	Gray	None	23.6		9.6	30	38	1.5 (14.0)	
FPAS250D24-N	2 (0.6)	Single	N Female	Gray	None	28.5		4.8	30	43	1.5 (14.0)	

ANEXO 3 (Equipos Activos)

Cisco 2800 Series – Integrated Service Routers

The integrated services routing architecture of the Cisco 2800 product family builds on the Cisco 2600 Series Multiservice Access Routers and adds embedded security processing, significant performance and memory enhancements, and new high-density interfaces that deliver the performance, availability, and reliability required for scaling mission-critical business applications in the most demanding enterprise environments.



Cisco 2800 Series Integrated Services Routers are designed to meet both performance and density requirements for the delivery of secure, concurrent services for midsize businesses, small and medium-sized enterprise branch offices, and service provider managed services applications without compromising router performance.

Important Features, Advantages, and Benefits

- ✓ The Cisco 2800 supports **more than 90 modules**, including most of the existing WICs, VICs, network modules, and AIMs
- ✓ Each of the Cisco 2800 Series routers comes standard with embedded hardware cryptography accelerators, which when combined with an optional Cisco IOS Software upgrade help enable WAN link security and VPN services
- ✓ The Cisco 2800 Series provide two 10/100 on the Cisco 2801 and Cisco 2811 and two 10/100/1000 on the Cisco 2821 and Cisco 2851
- ✓ On the Cisco 2811, 2821, and 2851 there is a built in external power supply connector that eases the addition of external redundant power supply that can be shared with other Cisco products to decrease network downtime



Configuration information:

Router	Flash (Default, Max)	DRAM (Default, Max)	WAN slots
Cisco 2801	64 MB, 128 MB	128 MB, 384 MB	2 HWIC, 2 VWIC
Cisco 2811	64 MB, 256 MB	256 MB, 760 MB	1 NM, 4 HWIC/VWIC
Cisco 2821	64 MB, 256 MB	256 MB, 1 GB	1 NM, 4 HWIC/VWIC
Cisco 2851	64 MB, 256 MB	256 MB, 1 GB	1 NM, 4 HWIC/VWIC

Contact us for complete list of bundles and interface cards:

Product	Description	List Price	Your Price
CISCO2801	2801 Router with 2 Fast Ethernet, 4 slots (2HWICs)	\$ 1,995	Contact Us!
CISCO2801-SEC/K9	2801 Security Bundle, Advanced Security	\$ 2,895	Contact Us!
CISCO2801-HSEC/K9	2801 Security Bundle, AIM-VPN/EPII-PLUS, Advanced IP Services	\$ 3,595	Contact Us!
CISCO2801-V/K9	2801 Voice Bundle, PVD2M-8, IP Voice Services	\$ 2,695	Contact Us!
CISCO2811	2811 Router with 2 Fast Ethernet, 4 HWICs, 2 PVD2M, 1 NME, 2 AIM	\$ 2,495	Contact Us!
CISCO2811-SEC/K9	2811 Security Bundle, Advanced Security	\$ 3,395	Contact Us!
CISCO2811-HSEC/K9	2811 Security Bundle, AIM-VPN-EPII-PLUS, Advanced IP Services	\$ 4,095	Contact Us!
CISCO2811-V/K9	2811 Voice Bundle, PVD2M-16, IP Voice Services	\$ 3,195	Contact Us!
CISCO2821	2821 Router with 2 Gig Ethernet, 4 HWICs, 3 PVD2M, 1 NME-X, 2 AIM	\$ 3,895	Contact Us!
CISCO2821-SEC/K9	2821 Security Bundle, Advanced Security	\$ 4,795	Contact Us!
CISCO2821-HSEC/K9	2821 Security Bundle, AIM-VPN-EPII-PLUS, Advanced IP Services	\$ 6,495	Contact Us!
CISCO2821-V/K9	2821 Voice Bundle, PVD2M-32, IP Voice Services	\$ 4,695	Contact Us!
CISCO2851	2851 Router with 2 Gig Ethernet, 4 HWIC, 3 PVD2M, 1 NME-XD, 2 AIM	\$ 6,495	Contact Us!
CISCO2851-SEC/K9	2851 Security Bundle, Advanced Security	\$ 7,395	Contact Us!
CISCO2851-HSEC/K9	2851 Security Bundle, AIM-VPN-EPII-PLUS, Advanced IP Services	\$ 8,095	Contact Us!
CISCO2851-V/K9	2851 Voice Bundle, PVD2M-48, IP Voice Services	\$ 7,395	Contact Us!



Intelligent and secure edge connectivity, ideal for small and medium enterprise and branch office networks and essential business applications.

OVERVIEW

The 3Com® Switch 4500 family of managed, stackable 10/100 Ethernet switches provides secure, flexible LAN connectivity for enterprise and branch office networks. The Switch 4500 family offers Layer 2 switching and dynamic Layer 3 routing, as well as robust security, Quality of Service (QoS) and management features to deliver intelligent edge connectivity for essential business applications.

Four switch models—stackable in any combination up to eight units—include:

- > 3Com Switch 4500 26-Port:
24 10/100 ports plus 2 dual-personality Gigabit port pairs
- > 3Com Switch 4500 50-Port:
48 10/100 ports plus 2 dual-personality Gigabit port pairs
- > 3Com Switch 4500 PWR 26-Port:
24 10/100 Power over Ethernet (PoE) ports plus 2 dual-personality Gigabit port pairs
- > 3Com Switch 4500 PWR 50-Port:
48 10/100 PoE ports plus 2 dual-personality Gigabit port pairs

KEY BENEFITS

SECURES THE NETWORK

Essential security features provide user and device authentication, enforce access control for switch management and enhance overall network security to protect critical resources and information.

EMPOWERS APPLICATION CONVERGENCE

The Switch 4500 family combines high performance switching, QoS and advanced traffic management features to help ensure essential applications get the appropriate priority for efficient utilization of network resources.

REDUCES DEPLOYMENT COSTS

Two Switch 4500 models provide Power over Ethernet (PoE). PoE provides electrical power and data connectivity over a single Ethernet cable—resulting in significant cost savings when deploying devices like IP phones, wireless access points and IP security cameras.



from top: 3Com Switch 4500 26-Port, Switch 4500 50-Port, Switch 4500 PWR 26-Port, Switch 4500 PWR 50-Port

KEY BENEFITS (CONTINUED)

INCREASES FLEXIBILITY AND SCALABILITY

Dual-personality ports allow for both copper and fiber Gigabit uplink connections. The switch supports true stacking with the ability to stack up to eight switch units—384 10/100 ports per stack—with single IP management and distributed aggregated links for high uplink resiliency. Alternatively, cluster manage up to 32 geographically distributed devices together, with any mix of Switch 5500G, 5500, 4500G, 4500, 4200G and 4210s.

ENHANCES MANAGEMENT AND CONTROL

The Switch 4500 family is easy to use and manage, designed to increase business productivity by reliably supporting business applications. Additionally, the PoE models deliver intelligent power management (“smart PoE”) with dynamic allocation of available power resources.

MINIMIZES VOICE OVER IP COMPLEXITY

Minimize the cost and complexity associated with adding or moving IP phones: the Switch 4500 detects the presence of IP phones and dynamically assigns switch ports to the voice VLAN, enabling automated configuration and prioritization of Voice over IP (VoIP) traffic.

DELIVERS HIGH PERFORMANCE

No need to buy new switches when additional network performance is needed, as the Switch 4500 family features 26-port and 50-port models, providing aggregate switching capacity up to 8.8 Gbps and 13.6 Gbps, respectively.

The Switch 4500 also supports jumbo frames at sizes up to 9,216 bytes for greater efficiency in large data transfers.

REDUCES CONFIGURATION EXPENSE

Automatic updating of Layer 3 network topologies, negotiation of port speed and duplex mode, and detection and adjustment of cable type reduces configuration time and expense.

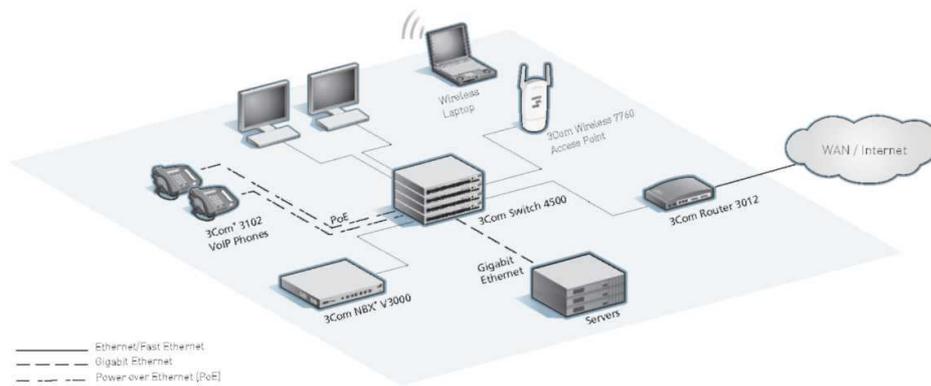
SUPPORTED BY LIMITED LIFETIME HARDWARE WARRANTY

3Com gives a Limited Lifetime Hardware Warranty on the Switch 4500 10/100 Family. Also provided is Advanced Hardware Replacement, with next business day shipment available in most regions, and telephone support and limited lifetime software updates.

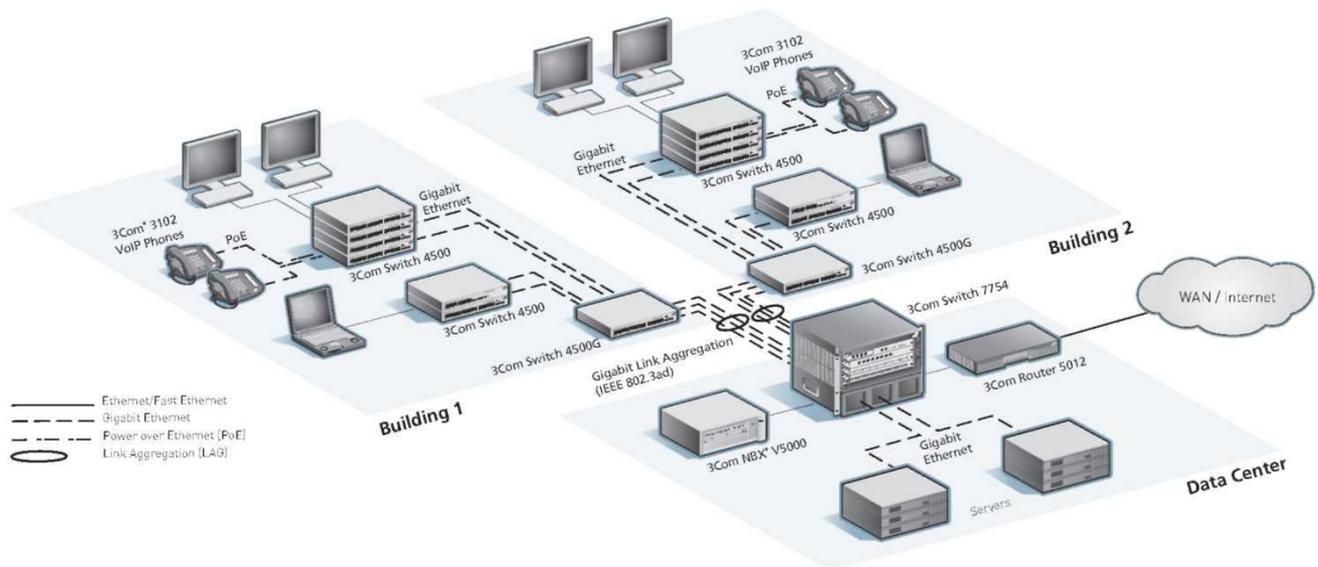
FEATURE HIGHLIGHTS

Feature	Description
IEEE 802.1X network access control	Standards-based security combined with RADIUS authentication
RADIUS Authenticated Device Access (RADA)	Authentication of attached devices via MAC address for additional level of endpoint security
Access Control Lists (ACLs)	Enable usage policies at each point of access to the network via the switch
Bandwidth rate limiting and protocol filtering	Enforce controls on each port for efficient use of network resources and prioritization of delay-sensitive VoIP traffic
PoE support	Internal power supply provides a total PoE power budget of 300 Watts to PoE-enabled devices like IP phones; optional supplemental power available
"Dual-personality" Gigabit Ethernet interfaces	Choice of copper or fiber media for flexible uplinks
Multicast filtering and Rapid Spanning Tree Protocol support	Improve QoS, scalability and network availability
Dynamic routing	Routing Information Protocol (RIP) allows automatic updating of Layer 3 network topologies
Secure management	Authentication and encryption of management traffic via Secure Shell (SSH v2) and SNMP v3
3Com Operating System	Proven software featured in 3Com premium enterprise switches such as the Switch 5500, 7700 and 8800 families
Service and Support	Backed by 3Com Global Services and authorized partners with demonstrated expertise in network assessment, implementation and maintenance

SMALL-TO-MEDIUM LAN CONFIGURATION SUPPORTED BY THE SWITCH 4500



CAMPUS LAN CONFIGURATION SUPPORTED BY THE SWITCH 4500



PRODUCT WARRANTY AND OTHER SERVICES

Warranty	3Com Limited Lifetime Warranty. For as long as the original end user owns the product, or for five years after 3Com discontinues the of sale of the product, whichever occurs first.
Hardware coverage	Covers the complete unit including power supply and fan.
In-warranty hardware replacement*	Advanced Hardware Replacement of hardware for the duration of the warranty. In the US 48 contiguous states this is same-day ship with next business day delivery when call received before noon Pacific time. For Canada, Alaska and Hawaii, this is same-day ship when call received before noon Pacific time. For the rest of the world, it is next-business-day ship. Actual delivery times may vary depending on customer location. Reasonable commercial efforts apply.
Software coverage	90 days for media replacement.
Software updates*	Access to releases with incremental software features and bug fixes. For the Switch 4500, updates are all releases within the licensed 3Com OS software level.
Telephone support*	Technical support via phone for 90 days.
Online Knowledgebase support*	Access to online troubleshooting tool for the duration of the warranty.

* These services are not included as part of the Warranty and 3Com reserves the right to modify or cancel this offering at any time, without advance notice. This offering is not available where prohibited by law. Services are effective at warranty start date, and are enabled with product registration. Customers receive a user ID with eSupport registration.

SPECIFICATIONS

All information in this section is relevant to all members of the 3Com Switch 4500 10/100 family, unless otherwise stated.

CONNECTORS

26-port non-PWR

26 total available ports, comprised of:

- 24 auto-negotiating 10BASE-T/100BASE-TX ports configured as auto MDI/MDIX
- 2 dual-personality Gigabit port pairs, configurable as 10BASE-T/100BASE-TX/1000BASE-T or SFP

26-port PWR

26 total available ports, comprised of:

- 24 auto-negotiating 10BASE-T/100BASE-TX ports configured as auto MDI/MDIX; IEEE 802.3af in-line power
- 2 dual-personality Gigabit SFP port pairs

Unit ships with two 1000BASE-T SFPs

50-port models

50 total available ports, comprised of:

- 48 auto-negotiating 10BASE-T/100BASE-TX ports configured as auto MDI/MDIX; IEEE 802.3af in-line power for PWR model
- 2 dual-personality Gigabit SFP port pairs

Units ship with two 1000BASE-T SFPs

PERFORMANCE

26-port

8.8 Gbps switching capacity, maximum

6.5 Mpps forwarding rate, maximum

50-port

13.6 Gbps switching capacity, maximum

10.1 Mpps forwarding rate, maximum

All models

Switch fabric bandwidth: 32 Gbps

Wirespeed performance across all ports within stack or fabric

Store-and-forward switching; latency

<10 µs

2 Gbps full-duplex stacking bandwidth

LAYER 2 SWITCHING

8,000 MAC addresses in address table
16 static MAC addresses, in addition to default address

256 Port-based VLANs (IEEE 802.1Q)

IEEE 802.3ad Link Aggregation

Control Protocol (LACP); automated and manual aggregation

Per-switch trunk groups: 13 groups (26-port); 25 groups (50-port)

8 10/100 or 2 Gigabit ports per group

Auto-negotiation of port speed and duplex

IEEE 802.3x full-duplex flow control

Back pressure flow control for half-duplex

Supports broadcast storm suppression per VLAN

IEEE 802.1D Spanning Tree Protocol (STP)

IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP)

IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP)

Bridge Protocol Data Unit (BPDU) protection

Internet Group Management Protocol (IGMP) snooping (v1, 2 and 3) on Layer 2 interfaces

Filtering for 128 multicast groups

LAYER 3 SWITCHING

Hardware based routing

12 static routes, in addition to default address

1,990 dynamic Address Resolution Protocol (ARP) entries; 16 static

4 IP interfaces

Routing Information Protocol (RIP) v1 and 2; supports 2,000 entries

Dynamic Host Configuration Protocol Relay (DHCP Relay)

CONVERGENCE

Eight hardware queues per port

Weighted Round Robin (WRR)

IEEE 802.1p Class of Service/Quality of Service (CoS/QoS) on egress

IEEE 802.1p QoS marking/remarking

Auto prioritization of voice traffic determined by vendor OUI

DiffServ Code Point Expedited

Forwarding (DSCP EF) remarking for prioritization of VoIP traffic

Traffic shaping with port-based egress rate limiting; application and protocol blocking

IEEE 802.3af Power over Ethernet standards-compliant (PWR models)

POE (PWR MODELS ONLY)

IEEE 802.3af PoE injection into Category 5 or 5e LAN wiring (300 W total maximum)

Available standards-based DC supplemental power system supplies up to 15.4 W each of power to all PoE ports in a switch or stack (5,914 W total maximum)

SPECIFICATIONS (CONTINUED)

SECURITY

IEEE 802.1X Network login user authentication:

- EAP over LAN (EAPoL) transport with EAP-MD5, EAP-TLS, EAP-TTLS, PAP, PEAP and CHAP authentication

- Multiple users per port
- 1024 users per fabric

Local and RADIUS server authentication

RADIUS session accounting

Automatic VLAN assignment via RADIUS server

Wirespeed packet filtering in hardware

ACLs filter at Layers 2, 3 and 4:

- Source/destination MAC address
- Ethernet type
- Source/destination IP address
- Source/destination TCP port
- Source/destination UDP port

RADIUS Authenticated Device Access (RADA): authenticate devices based on MAC address against RADIUS server, and assign VLAN ID and ACL

IEEE 802.1X user authentication of switch management on switch Telnet and console sessions; four access privilege levels

Hierarchical management and password protection for management interface

SNMP v3 encryption

SSH v2

STACKING

Up to 384 10/100 front panel ports

Single IP address and management interfaces for stack-wide control

Distributed Link Aggregation

Clustering management with Switch 5500G, 5500, 4500G, 4500, 4210 and 4200G

MANAGEMENT

CLI via console or Telnet

Remote configuration via modem dial-up

Embedded web management interface
System configuration with SNMP v1, 2 and 3

IPv6 management including pingv6, tracertv6, Telnetv6, TFTPv6, DNSv6 and ARPv6

IPv6 management interface IP address configuration

Comprehensive statistics, including ACL/QoS and IP interface

Remote Monitoring (RMON) groups statistics, history, alarm and events 1-to-1 and many-to-1 port mirroring

Detailed alarm and debug information

Supports ping and traceroute

Syslog remote logging

Network Time Protocol (NTP)

Configuration file for backup and restore; multiple configuration files available

Queuing algorithms

DHCP Relay and UDP Helper

System file transfer mechanisms: Xmodem, File Transfer Protocol (FTP), Trivial File Transfer Protocol (TFTP)

3Com Management Applications:

- 3Com Enterprise Management Suite for flexible, extensible management in advanced enterprise IT environments
- 3Com Network Director for comprehensive, turn-key network management for the enterprise
- 3Com Network Supervisor for basic, turn-key network management for mid-market businesses

DIMENSIONS

Height: 43.6 mm (1.7 in or 1 RU)

Width: 440.0 mm (17.3 in)

Depth:

Non-PWR models: 270.0 mm (10.6 in)

PWR models: 427.0 mm (16.8 in)

Weight:

Non-PWR models: 3.3 kg (7.3 lb)

PWR models: 6.3 kg (13.9 lb)

POWER SUPPLY

AC Line Frequency: 50/60 Hz

Input Voltage: 90-240 VAC

Current Rating: 1.0A maximum

Power consumption (max)

26-port: 35W

50-port: 45W

26-port PWR: 60W plus up to 300W for PoE

50-port PWR: 70W plus up to 300W for PoE

ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS

Operating temperature: 0° to 40°C (32° to 104°F)

Storage temperature: -10° to 70°C (14° to 158°F)

Humidity (operating and storage):

10% to 95% non-condensing

Standard: EN 60068 (IEC 68)

Heat dissipation (max)

26-port: 120 BTU/hour

50-port: 155 BTU/hour

26-port PWR: 205 BTU/hour; excludes heat from PoE

50-port PWR: 240 BTU/hour; excludes heat from PoE

RELIABILITY

(MTBF @ 25°C)

26-port: 47 years (411,000 hours)

26-port PWR: 25 years (221,000 hours)

50-port: 38 years (334,000 hours)

50-port PWR: 22 years (189,000 hours)

IEEE STANDARDS SUPPORTED

IEEE 802.1D (STP)

IEEE 802.1p (CoS)

IEEE 802.1Q (VLANs)

IEEE 802.1w (RSTP)

IEEE 802.1X (Security)

IEEE 802.3 (Ethernet)

IEEE 802.3ab (1000BASE-T)

IEEE 802.3ad (Link Aggregation)

IEEE 802.3af (Power over Ethernet)

IEEE 802.3i (10BASE-T)

IEEE 802.3u (Fast Ethernet)

IEEE 802.3x (Flow Control)

IEEE 802.3z (1000BASE-X)

RFC STANDARDS

RFC 783 (TFTP)

RFC 791 (IP)

RFC 793 (TCP)

RFC 826 (ARP)

RFC 951 (BootP)

RFC 1157 (SNMP)

RFC 1723 (RIP)

RFC 1305 (NTP)

RFC 2131 (DHCP client)

RFC 2236 (IGMP Snooping)

RFC 2284 (EAP over LAN)

RFC 2819 (RMON)

Management, including MIBs

Supported

RFC 1212 (Concise MIB definitions)

RFC 1213/2233 (MIB II)

RFC 1493 (Bridge MIB)

RFC 1724 (RIP v2 MIB Extension)

RFC 1907 (SNMP v2c, SMI v2 and Revised MIB-II)

RFC 2021 (RMON II Probe Config MIB)

RFC 2233 (Interfaces MIB)

RFC 2571 (SNMP Framework)

RFC 2572-2575 (SNMP)

RFC 2665 (EtherLike MIB)

RFC 2667 (IP Tunnel MIB)

RFC 2674 (VLAN MIB Extension)

RFC 2737 (Entity MIB)

RFC 2819 (RMON MIB)

EMISSIONS / AGENCY APPROVALS

CISPR 22 Class A

FCC Part 15 Class A

EN 55022 1998 Class A

EN 61000-3-2 2000, 61000-3-3

ICES-003 Class A

VCCI Class A

IMMUNITY

EN 55024

SAFETY AGENCY CERTIFICATIONS

UL 60950

IEC 60950-1

EN 60950-1

CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1-03

WARRANTY AND OTHER SERVICES

Limited Lifetime Hardware Warranty, including fans and power supply

Limited Software Warranty for 90 days

Advance Hardware Replacement

with Next Business Day shipment in most regions

Limited Lifetime software updates

90 days of telephone technical support

Refer to www.3com.com/warranty

for details.

REDUNDANT POWER SYSTEM

3Com has tested and qualified a Redundant Power System (RPS) solution designed for the 3Com Switch 4500 by Eaton Powerware Corporation, a leading global provider of power quality and management solutions.

The Powerware DC RPS systems come in either 3RU or 6RU form-factors, delivering up to 9,000W of DC power to a stack of Switch 4500 PWR units. The 3RU RPS unit can house up to three hot-swappable rectifiers supplying up to 4,500W of power and supports up to eight separately-fused DC outputs, while the 6RU unit can house up to six hot-swappable rectifiers provisioning a total of 9,000W.

The RPS supports SNMP management, including MIB II, which is easily accessible through the built-in RJ-45 or serial port. It is fully compatible with the IEEE 802.3af Power over Ethernet standard, providing supplemental power for the 3Com Switch 4500 PWR models.

With this RPS, all 384 10/100 ports on a stack of eight Switch 4500 PWR 26-Port or 50-port units can receive the industry standard 15.4W of power per port, with N+1 power redundancy.

The RPS ships with the power input fully configured and can be connected to a UPS with battery backup. For more details, please refer to www.3com.com/rps.

ORDERING INFORMATION

PRODUCT DESCRIPTION	3COM SKU
3Com Switch 4500 26-Port	3CR17561-91
3Com Switch 4500 50-Port	3CR17562-91
3Com Switch 4500 PWR 26-Port	3CR17571-91
3Com Switch 4500 PWR 50-Port	3CR17572-91
Transceivers	
3Com 1000BASE-SX SFP	3CSFP91
3Com 1000BASE-LX SFP	3CSFP92
3Com 1000BASE-T SFP	3CSFP93
3Com 1000BASE-LH SFP	3CSFP97
DC Power System Components*	
Powerware RPS Rackmount 3 Rectifier System with Load Distribution	APS3-058
Powerware RPS Rackmount 3 Rectifier System with Load and Battery Distribution	APS3-059
Powerware RPS Desktop 3 Rectifier System with Load Distribution	APS3-060
Powerware RPS Desktop 3 Rectifier System with Load and Battery Distribution	APS3-061
Powerware RPS Rackmount 6 Rectifier System with Load Distribution	APS6-058
Powerware RPS Rackmount 6 Rectifier System with Load and Battery Distribution	APS6-059
Powerware RPS 1,500W Rectifier	APR48
Powerware RPS 720W Rectifier	APU48
3Com Global Services	
3Com Network Health Check, Installation Services, and Express Maintenance	www.3com.com/services_quote
3Com University Courses	www.3com.com/3comu

* Provides supplemental or redundant DC power for Switch 4500 PWR models. Available from authorized 3Com resellers. See www.3com.com/rps for details.

Visit www.3com.com for more information about 3Com secure converged network solutions.

3Com Corporation, Corporate Headquarters, 350 Campus Drive, Marlborough, MA 01752-3064
3Com is publicly traded on NASDAQ under the symbol COMS.

Copyright © 2008 3Com Corporation. All rights reserved. 3Com, the 3Com logo, and NBX are registered trademarks, and Guardian and Express are service marks, of 3Com Corporation. All other company and product names may be trademarks of their respective companies. While every effort is made to ensure the information given is accurate, 3Com does not accept liability for any errors or mistakes which may arise. All specifications are subject to change without notice. 409952-010 07/08





3Com® Switch 5—10/100

3Com® Switch 8—10/100

DATA SHEET

Compact, streamlined and affordable. The 3Com Switch 5 and Switch 8 10/100 feature an internal power supply, autosensing and auto MDI/MDIX for easy operation.

OVERVIEW

The 3Com® Switch 5 and Switch 8 10/100 switches are designed for small offices requiring high network performance to exchange large data files and images and access real-time information. Featuring internal power supplies plus autosensing and auto MDI/MDIX on all ports, these switches are delivered in compact streamlined enclosures, the 3Com logo illuminates on power up, and blue LEDs indicate port connections.

The 3Com Switch 5 and 8 automatically find the fastest connection speed; all that is needed is to connect the power and Ethernet cables. There is no software to configure. Easy to set up, these switches feature a fan-less design which provides silent operation. With a choice of five or eight ports you can expand your network by adding more computers or devices with speeds up to 200 Mbps per port in full-duplex mode.

These switches offer high-quality, reliable, affordable networking with a style that will accommodate any office environment and is backed by an outstanding 2-year limited warranty.

KEY BENEFITS

OPTIMAL NETWORK CONNECTIVITY

Auto-speed sensing 10/100 Mbps connectivity. Enables connection at 10 and 1000 Mbps, ensuring optimum throughput while retaining compatibility with legacy equipment.

Full-duplex support of your network. Allows full, two-way data transfer, doubling the effective bandwidth.

FCC Class B certified. Certified for home and office use (more stringent than Class A certification).

EASY TO USE

Auto MDI/MDIX. Eliminates most common cabling problems, whether the port is connected to a server, PC, another switch or hub.

Front panel LEDs. Provides immediate notification of network use without requiring special technical knowledge.

Operating system independence. Supports maximum integration of different operating systems within a network—no extra configuration of the network is required.



from top: 3Com Switch 5, Switch 8

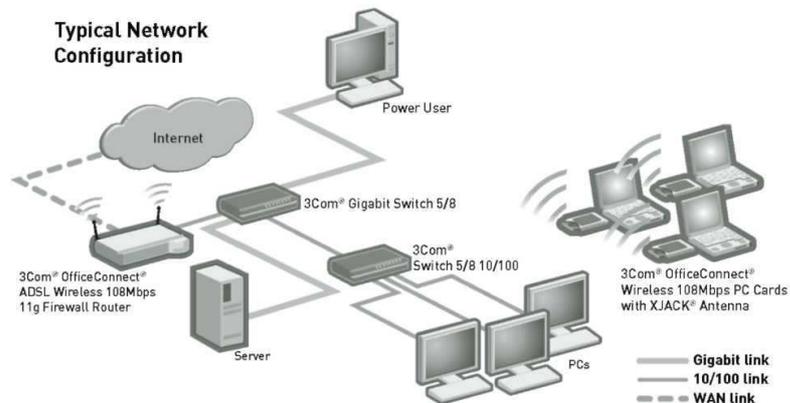
KEY BENEFITS (CONTINUED)

Plug-and-Play convenience. With simple set-up, no complicated configuration is required.

Silent operation. No-fan design ensures there is no noise disturbance from the switches.

RELIABLE

2-Year limited warranty. Provides the on-going warranty support that businesses need.

**SPECIFICATIONS**

All information in this section is relevant to all members of the 3Com 10/100 Switch family, unless otherwise stated.

CONNECTORS

All ports are auto MDI/MDIX, auto-negotiating RJ-45

3Com Switch 5
5 10BASE-T/100BASE-TX

3Com Switch 8
8 10BASE-T/100BASE-TX

REGULATORY AND AGENCY APPROVALS

Safety: UL 60950-1, EN 60950-1, CSA 22.2 60950-1, IEC 60950-1

Emissions: CFR Title 47, FCC Part 15, Subpart B Sections 15, 107 and 15, 109 Class B; ICES-003 Class B; EN 55022 Class B; EN 61000-3-2: 2000; EN 61000-3-3: 1995; EN 61000-3-11; CISPR 22: 2003-04-10 Class B; RRL

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

Operating temperature:
0° to 40°C (32° to 105°F)
Operating humidity: 10% to 90%
(non-condensing humidity)

DIMENSIONS

Switch 5
Width: 142.5 mm (5.6 in)
Height: 30.2 mm (1.2 in)
Depth: 108.0 mm (4.3 in)
Weight: 470.0 g (1.0 lb)

Switch 8
Width: 178.0 mm (7.0 in)
Height: 30.2 mm (1.2 in)
Depth: 108.0 mm (4.3 in)
Weight: 525.0 g (1.2 lb)

POWER SUPPLY

Internal power supply
Input voltage: 100-240 VAC, 50/60 Hz
Power consumption:
Switch 5 – 3.8W
Switch 8 – 4.7W

STANDARDS COMPLIANCE

IEEE 802.3i 10BASE-T Ethernet
IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet
IEEE 802.3x Flow Control

PACKAGE CONTENTS

Switch, power cord, self-adhesive rubber pads, installation guide, Support and Safety information sheet, warranty flyer

WARRANTY AND OTHER SERVICES

Two Year Limited Hardware Warranty
Limited Software Warranty for 90 days
30 days of telephone technical support
Refer to www.3com.com/warranty for details.

ORDERING INFORMATION**PRODUCT DESCRIPTION****3COM SKU**

3Com Switch 5	3CFSU05
3Com Switch 8	3CFSU08

Visit www.3com.com for more information about 3Com secure converged network solutions.

3Com Corporation, Corporate Headquarters, 350 Campus Drive, Marlborough, MA 01752-3064
3Com is publicly traded on NASDAQ under the symbol COMS.

Copyright © 2007 3Com Corporation. All rights reserved. 3Com, the 3Com logo, OfficeConnect and XJACK are registered trademarks of 3Com Corporation. All other company and product names may be trademarks of their respective companies. While every effort is made to ensure the information given is accurate, 3Com does not accept liability for any errors or mistakes which may arise. All specifications are subject to change without notice. 401002-004 11/07



**ANEXO 4 (Resolución del Conatel con respecto a las
bandas no licenciadas)**

RESOLUCIÓN 417-15-CONATEL-2005 EL CONSEJO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CONATEL CONSIDERANDO:

Que el artículo 247 de la Constitución Política de la República, así como también el artículo 47 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, disponen que el Espectro Radioeléctrico es un recurso natural limitado perteneciente al dominio público del Estado; en consecuencia es inalienable e imprescriptible.

Que de conformidad con lo señalado en el artículo innumerado primero del artículo 10 de la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones es el ente de Administración y Regulación de las telecomunicaciones en el país.

Que el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT la Nota 5.150, establece que las bandas 902 - 928 MHz, 2400 - 2500 MHz y 5725 - 5875 MHz están asignadas para aplicaciones industriales, científicas y medicas (ICM).

Que como parte de las Resolución 229 de la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones 2003 (CMR-03), celebrada en Ginebra, se estableció la utilización de las bandas 5150-5250 MHz, 5250-5350 MHz y 5470-5725 MHz para el servicio móvil para la implementación de Sistemas de Acceso Inalámbrico (WAS), incluidas las redes radioeléctricas de área local

(RLAN).

Que la implementación y operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha, permiten utilizar una baja densidad espectral de potencia, que minimiza la posibilidad de interferencia.

Que los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha pueden coexistir con Sistemas de Banda Angosta, lo que hace posible aumentar la eficiencia de utilización del Espectro Radioeléctrico.

Que es necesario que la administración ecuatoriana se asegure que los sistemas que emplean técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha, como es el caso de Sistemas de Acceso Inalámbrico (WAS), incluidas las Redes Radioeléctricas de Área Local (RLAN), cumplan con las técnicas de reducción de la interferencia requeridas, de acuerdo al tipo de equipos y la observancia de normas.

Que los avances tecnológicos y los nuevos servicios de telecomunicaciones, hacen necesario designar dentro del territorio nacional bandas de frecuencias radioeléctricas, para operar sistemas de telecomunicaciones sin causar interferencia perjudicial a un sistema que esté operando a título primario.

Que se hace necesaria la regulación para la operación e implementación de Sistemas que emplean Modulación Digital de Banda Ancha.

En ejercicio de las atribuciones legales que le confiere el artículo 10, artículo innumerado tercero, y demás normas pertinentes de la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, y en concordancia con lo dispuesto en el artículo 41 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada.

RESUELVE:

Expedir la siguiente:

**NORMA PARA LA IMPLEMENTACION Y OPERACION DE SISTEMAS DE MODULACION
DIGITAL DE BANDA ANCHA**

CAPITULO I

OBJETO, TERMINOS Y DEFINICIONES

Artículo 1. Objeto. La presente Norma tiene por objeto regular la instalación y operación de Sistemas de Radiocomunicaciones que utilizan técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha en los rangos de frecuencias que determine el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL.

Artículo 2. Términos y Definiciones. En todo aquello que no se encuentre definido técnicamente en el Glosario de Términos y Definiciones de la presente Norma, se aplicarán los términos y definiciones que constan en la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, su Reglamento General, el Reglamento de Radiocomunicaciones y el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

CAPITULO II DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 3. Competencia. El Secretario Nacional de Telecomunicaciones, por delegación del CONATEL, aprobará la operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha mediante la emisión de un Certificado de Registro.

Artículo 4. Atribución. La atribución de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha es a título secundario, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT y en el Plan Nacional de Frecuencias.

CAPITULO III

NORMA TECNICA

Artículo 5. Características de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.-

Los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha son aquellos que se caracterizan por:

- a) Una distribución de la energía media de la señal transmitida, dentro de una anchura de banda mucho mayor que la convencional, y con un nivel bajo de potencia;
- b) La utilización de técnicas de modulación que proporcionan una señal resistente a las interferencias;
- c) Permitir a diferentes usuarios utilizar simultáneamente la misma banda de frecuencias;
- d) Coexistir con Sistemas de Banda Angosta, lo que hace posible aumentar la eficiencia de utilización del Espectro Radioeléctrico.
- e) Operar en Bandas de frecuencias inscritas en el cuadro de Atribución de bandas de frecuencias.

Artículo 6. Bandas de Frecuencias.- Se aprobará la operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilicen técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha en las siguientes bandas de frecuencias:

BANDA (MHz)	ASIGNACION
902 - 928	ICM
2400 - 2483.5	ICM
5150 - 5250	INI
5250 - 5350	INI
5470 - 5725	INI
5725 - 5850	ICM, INI

El CONATEL aprobará y establecerá las características técnicas de operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha en bandas distintas a las indicadas en la presente Norma, previo estudio sustentado y emitido por la SNT.

Artículo 7. Configuración de Sistemas que emplean Modulación Digital de Banda Ancha.- La operación de los sistemas con técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha se aprobará en las siguientes configuraciones:

Sistemas punto - punto; Sistemas punto - multipunto; Sistemas móviles.

Artículo 8. Características Técnicas de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.- Se establecen los límites de Potencia para cada una de las bandas de acuerdo con el Anexo 1; así como los Límites de Emisiones no Deseadas de acuerdo con el Anexo 2 de la presente Norma.

CAPITULO IV

HOMOLOGACION

Artículo 9. Homologación. Todos los equipos que utilicen Modulación Digital de Banda Ancha deberán ser homologados por la SUPTEL, de acuerdo con los Anexos 1 y 2 de la presente Norma.

Artículo 10. Bases de la Homologación. La homologación de los equipos se efectuará en base a las características estipuladas en el catálogo técnico del equipo, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento para Homologación de Equipos de Telecomunicaciones.

CAPITULO V

SOLICITUD Y REGISTRO

Artículo 11. Solicitud de Registro. La SNT llevará un Registro de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha, siempre y cuando estén exentos de requerir autorización del CONATEL de acuerdo a lo que establece el Reglamento de

Radiocomunicaciones. Para la inscripción en este Registro, los interesados en cualquier parte del territorio nacional, deberán presentar una solicitud con todos los requisitos para su aprobación dirigida a la SNT, cumpliendo con los datos consignados en el formulario técnico que para el efecto pondrá a disposición la SNT.

Artículo 12. Certificados de Registro. Una vez presentada la documentación y previo el análisis respectivo, la SNT procederá con la emisión del Certificado de Registro de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha que será entregado al interesado, el cual incluirá la descripción del sistema registrado.

El Certificado de Registro será otorgado por la SNT, en el término máximo de diez (10) días a partir de la presentación de la solicitud, previo el pago de los valores establecidos en el Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por Uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico, vigente a la fecha de registro, más los impuestos de ley.

Artículo 13. Vigencia del Registro. El Certificado de Registro para la operación de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha tendrá una duración de cinco años y podrá ser renovado, previa solicitud del interesado, dentro del plazo de treinta (30) días anteriores a su vencimiento, previo el pago correspondiente.

De no darse cumplimiento a lo establecido en el párrafo anterior el Certificado quedará anulado de manera automática, y el usuario o concesionario no estará autorizado para operar el sistema.

CAPITULO VI

DERECHOS Y OBLIGACIONES DEL USUARIO

Artículo 14. Respeto de los Sistemas de Explotación. Cuando la aplicación que se dé a un Sistema de Modulación Digital de Banda Ancha corresponda a la prestación de un Servicio de Telecomunicaciones, el concesionario deberá contar con el Título Habilitante respectivo, de conformidad con la normativa vigente.

Artículo 15. Respeto de los Sistemas Privados. Cuando la aplicación que se dé a un Sistema de Modulación Digital de Banda Ancha corresponda a Sistemas Privados, es decir que se prohíbe expresamente el alquiler del sistema a terceras personas, el concesionario deberá obtener previamente el Título Habilitante respectivo, de conformidad con la normativa vigente.

Artículo 16. Interferencia. Si un equipo o sistema ocasiona interferencia perjudicial a un sistema autorizado que está operando a título primario, aun si dicho equipo o sistema cumple con las características técnicas establecidas en los Reglamentos y Normas pertinentes, deberá suspender inmediatamente la operación del mismo. La operación no podrá reanudarse, hasta que la SUPTEL envíe un informe técnico favorable indicando que se ha subsanado la interferencia perjudicial.

Artículo 17. Modificaciones. Los usuarios que requieran modificar la ubicación de sus sitios de transmisión o la información de las características técnicas registradas en la SNT, deberán solicitar previamente dicha modificación a la SNT a fin de que sea autorizada por la referida entidad.

Los usuarios que requieran interrumpir el proceso de registro de un "Certificado de Registro de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha", únicamente lo podrán realizar por voluntad del concesionario o usuario, expresada mediante solicitud escrita dentro de las 48 horas posteriores a la solicitud original.

Artículo 18. Responsabilidad. El usuario de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha es responsable de asegurar que las emisiones se encuentren dentro de la banda de frecuencias de operación y de cumplir con todas las condiciones técnicas especificadas en el Certificado de Registro, de conformidad con lo preceptuado en la presente Norma.

CAPITULO VII CONTROL

Artículo 19. Control. La SUPTTEL realizará el control de los sistemas que utilicen Modulación Digital de Banda Ancha y vigilará que éstos cumplan con lo dispuesto en la presente Norma y las disposiciones Reglamentarias pertinentes.

GLOSARIO DE TERMINOS Y DEFINICIONES

ANCHURA DE BANDA DE EMISIÓN: Para los propósitos de aplicación de la presente norma, la anchura de banda deberá ser determinada midiendo la densidad espectral de potencia de la señal entre dos puntos que estén 26 dB por debajo del nivel máximo de la portadora modulada a ambos extremos de la frecuencia central de portadora.

BANDA DE FRECUENCIAS ASIGNADAS: Banda de frecuencias en el interior de la cual se autoriza la emisión de una estación determinada.

CONATEL: Consejo Nacional de Telecomunicaciones, ente de administración y regulación de las telecomunicaciones en el país.

DENSIDAD ESPECTRAL DE POTENCIA: La densidad espectral de potencia es la energía total de salida por unidad de ancho de banda de un pulso o secuencia de pulsos para los cuales la potencia de transmisión es al pico o el máximo nivel y dividida para la duración total de pulsos. Este tiempo total no incluye el tiempo entre pulsos durante el cual la potencia transmitida es nula o está bajo su máximo nivel.

DENSIDAD ESPECTRAL DE POTENCIA PICO: La densidad espectral de potencia pico es la máxima densidad espectral de potencia, dentro del ancho de banda específico de medición.

DENSIDAD MEDIA DE LA P.I.R.E.: La P.I.R.E. radiada durante la ráfaga de transmisión correspondiente a la potencia máxima, de aplicarse un control de potencia.

DFS (Dynamic Frequency Selection): Selección Dinámica de Frecuencia, es un mecanismo que dinámicamente detecta canales desde otros sistemas y permite una operación co-canal con otros sistemas tales como radares.

EMISIÓN FUERA DE BANDA: Emisión en una o varias frecuencias situadas inmediatamente fuera de la anchura de banda necesaria, resultante del proceso de modulación, excluyendo las emisiones no esenciales.

FRECUENCIA ASIGNADA: Frecuencia central de la banda de frecuencias asignadas a una estación.

INTERFERENCIA: Efecto de una energía no deseada debida a una o varias emisiones, radiaciones, inducciones o sus combinaciones sobre la recepción en un sistema de radiocomunicación que se manifiesta como degradación de la calidad, falseamiento o pérdida de la información que se podría obtener en ausencia de esta energía no deseada.

INTERFERENCIA PERJUDICIAL: Interferencia que compromete el funcionamiento de un servicio de radionavegación o de otros servicios de seguridad, o que degrada gravemente, interrumpe repetidamente o impide el funcionamiento de un servicio de radiocomunicación.

LIMITES DE EMISIONES NO DESEADAS: Se refiere a las emisiones pico fuera de las bandas de frecuencia de operación.

MODULACION DIGITAL DE BANDA ANCHA: Utilización de diferentes técnicas de

modulación digital en una anchura de banda asignada con una densidad espectral de potencia baja compatible con la utilización eficaz del espectro; al permitir la coexistencia de múltiples sistemas en una misma anchura de banda.

P.I.R.E. (Potencia Isotrópica Radiada Equivalente): Producto de la potencia suministrada a la antena por su ganancia con relación a una antena isotrópica, en una dirección determinada.

POTENCIA PICO TRANSMITIDA: La potencia máxima transmitida medida sobre un intervalo de tiempo máximo de $30/B$ (donde B es la anchura de banda de emisión a 26 dB de la señal en Hertz) o la duración del pulso transmitido por un equipo, se toma el valor que sea menor, bajo todas las condiciones de modulación.

POTENCIA TRANSMITIDA: Es la energía total transmitida sobre un intervalo de tiempo de hasta $30/B$ (donde B es la anchura de banda de emisión de la señal a 26 dB de la señal en Hertz) o la duración del pulso de transmisión, se toma el valor que sea menor, dividido para la duración del intervalo.

RADIODETERMINACION: Determinación de la posición, velocidad u otras características de un objeto, u obtención de información relativa a estos parámetros, mediante las propiedades de propagación de las ondas radioeléctricas.

RLAN (Radio Local Area Network): Red Radioeléctrica de Área Local, que constituye una radiocomunicación entre computadores, aparatos electrónicos y dispositivos físicamente cercanos.

SISTEMAS DE MODULACION DIGITAL DE BANDA ANCHA: Sistemas de radiocomunicaciones que utilizan técnicas de codificación o modulación digital, cuyos equipos funcionan de conformidad con los límites de potencia y la densidad media de

P.I.R.E. que se establecen en la presente determine el CONATEL.

Norma, en las bandas de frecuencias que

SISTEMA PUNTO - PUNTO: Sistema de radiocomunicación que permite enlazar dos estaciones fijas distantes, empleando antenas direccionales en ambos extremos, estableciendo comunicación unidireccional ó bidireccional.

SISTEMA PUNTO - MULTIPUNTO: Sistema de radiocomunicación que permite enlazar una estación fija central con varias estaciones fijas distantes. Las estaciones fijas distantes emplean antenas direccionales para comunicarse en forma unidireccional o bidireccional con la estación fija central.

SISTEMA MOVIL: Sistema de radiocomunicaciones que permite enlazar una estación fija central con una o varias estaciones destinadas a ser utilizadas en movimiento o mientras estén detenidas en puntos no determinados.

SNT: Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, ente encargado de la ejecución de las políticas de telecomunicaciones en el país.

SUPTEL: Superintendencia de Telecomunicaciones, ente encargado del control y monitoreo del espectro radioeléctrico y de los sistemas y servicios de radiocomunicación.

TPC (Transmit Power Control): Control de Potencia Transmitida, es una característica que habilita a los equipos que operan en las bandas de la presente norma, para conmutar dinámicamente varios niveles de transmisión de potencia en los procesos de transmisión de datos.

WAS (Wireless Access Systems): Sistemas de Acceso Inalámbrico, el término de sistemas de acceso inalámbrico se aplicará a todas las tecnologías de radiocomunicación de banda ancha y baja potencia, en la cual la forma de acceso en que los usuarios obtienen un servicio de telecomunicaciones es mediante enlaces ópticos o de radiofrecuencia.

DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Primera. Todos los beneficiarios de los Certificados de Registro para Uso de Tecnología de Espectro Ensanchado otorgados con anterioridad a la presente Norma y que se encuentren vigentes deberán proceder a registrarse en la SNT como Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha de conformidad con lo dispuesto en esta Norma dentro de un plazo de 30 días anteriores al vencimiento del período anual de pago. Los Certificados de Registro para Uso de Tecnología de Espectro Ensanchado, deberán ser canjeados por su correspondiente Certificado de Registro para uso de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

Segunda. La tarifa por uso de frecuencias de Espectro Ensanchado de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por Uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico que se encuentra vigente se aplicará a todos los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

Los pagos por el Certificado de Registro para la operación de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha se realizarán en forma anual, en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

DISPOSICION FINAL

Deróguese la Norma para la Implementación y Operación de Sistemas de Espectro Ensanchado aprobado con la Resolución 538-20-CONATEL-2000, publicada en el Registro Oficial 215 del 30 de noviembre del 2000; así como todas las disposiciones que se opongan al contenido de la presente Norma.

La presente Norma entrará en vigencia a partir de su publicación en el Registro Oficial, y de su ejecución encárguese a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

Dado en Quito a 13 de octubre de 2005.

DR. JUAN CARLOS SOLINES MORENO

PRESIDENTE DEL CONATEL.

AB. PAOLA COSIOS GONZÁLEZ

SECRETARIA DEL CONATEL (S)

SISTEMAS DE MODULACION DIGITAL DE BANDA ANCHA

Tipo de Configuración del Sistema	Bandas de Operación (MHz)	Potencia Pico Máxima del Transmisor (mW)	P.I.R.E. (mW)	Densidad de P.I.R.E. (mW/MHz)
punto-punto punto- multipunto móviles	902 - 928	250	—	—
punto-punto punto- multipunto móviles	2400 - 2483.5	1000	—	—
punto-punto punto- multipunto móviles	5150 - 5250	50 ⁱ	200	10
Punto-punto		--	200	10
punto-multipunto móviles	5250 - 5350	250 ⁱⁱ	1000	50
punto-punto punto- multipunto móviles	5470 - 5725	250 ⁱⁱ	1000	50
punto-punto punto- multipunto Móviles	5725-5850	1000	—	—

Características Técnicas de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha

(i) (ii)

i. Si la ganancia de la antena direccional empleada exclusivamente en los sistemas fijos punto - punto y que operan en la banda 2400 - 2483.5 MHz es superior a 6 dBi, deberá reducirse la potencia máxima de salida del transmisor, esto es 1 Watt, en 1dB por cada 3 dB de ganancia de la antena que exceda los 6 dBi.

ii. Cuando en las bandas de 5150 - 5250 MHz, 5250 - 5350 MHz y 5470 - 5725 MHz, se utilicen en equipos con antenas de transmisión de ganancia direccional mayor a 6 dBi, la potencia de transmisión pico y la densidad espectral de potencia pico deberán ser reducidas en la cantidad de dB que superen la ganancia de la antena direccional que exceda los 6 dBi.

iii. Cualquier dispositivo que opere en la banda de 5150 - 5250 MHz deberá utilizar una antena de transmisión que sea parte integral del dispositivo.

iv. Dentro de la banda de 5150 - 5250 MHz y 5250 - 5350 MHz, los dispositivos que emplean Modulación Digital de Banda Ancha que estuvieran restringidos a operaciones al interior de recintos cerrados, deberán contar con sistemas que dispongan de selección dinámica de frecuencia (DFS) de acuerdo a la Recomendación UIT-R M.1652 sobre sistemas de acceso de radio incluyendo RLAN

en 5000 MHz

En estas bandas, la densidad espectral de la P.I.R.E. media no debe exceder 0.04mw/4kHz medida en cualquier ancho de banda de 4 kHz o lo que es lo mismo 10mW/MHz.

v. En las bandas de 5250 - 5350 MHz y 5470 - 5725 MHz los usuarios de sistemas móviles deben emplear controles de potencia en el transmisor capaces de garantizar una reducción media de por lo menos 3 dB de la potencia de salida media máxima de los sistemas o, en caso de no emplearse controles de potencia de transmisor, que la P.I.R.E. máxima se reduzca en 3 dB.

Los usuarios de sistemas móviles deberán aplicar las medidas de reducción de la interferencia que contempla la Recomendación UIT-R M.1652, a fin de asegurar un comportamiento compatible con los sistemas de radiodeterminación.

vi. En la banda de 5250 - 5350 MHz, los sistemas que funcionen con una P.I.R.E. media máxima de 1 W y una densidad de P.I.R.E. media máxima de 50 mW/MHz en cualquier banda de 1 MHz, y cuando funcionen con una P.I.R.E. media superior a 200 mW deberán cumplir con la densidad de P.I.R.E. de acuerdo a la Tabla No. 1 del presente anexo.

Densidad de P.I.R.E. dB(W/MHz)	Intervalo de θ
-13	$0^\circ < \theta < 8^\circ$
$-13-0.716 * (\theta-8)$	$8^\circ < \theta < 40^\circ$
$-35.9-1.22 * (\theta-40)$	$40^\circ < \theta < 45^\circ$
-42	$\theta > 45^\circ$

Tabla No. 1

Donde:

θ : Es el ángulo, expresado en grados, por encima del plano horizontal local (de la Tierra).

vii. Los sistemas que operen en la banda de 5725 - 5850 MHz pueden emplear antenas de transmisión con ganancia direccional mayor a θ dBi y de hasta 23 dBi sin la correspondiente reducción en la potencia pico de salida del transmisor.

Si emplean ganancia direccional en la antena mayor a 23 dBi, será requerida una reducción de 1 dB en la potencia pico del transmisor y en la densidad espectral de potencia pico por cada dB que la ganancia de la antena exceda a los 23 dBi.

viii. Los equipos que emplean Modulación Digital de Banda Ancha que requieren Autorización de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Radiocomunicaciones,

Equipos con Potencia (P)	antenas	áreas
$P < 100 \text{ Mw}$	directivas	públicas o privadas
$P < 300 \text{ mW}$,	exteriores	públicas
$300 < P < 1000 \text{ mW}$,	cualquier tipo de antenas	públicas o privadas

Tabla. No. 2

deben cumplir con lo establecido en la Tabla No. 2 del presente anexo:

ANEXO 2**Límites de Emisiones no Deseadas en las Bandas de Operación de los Sistemas de****Modulación Digital de Banda Ancha**

Las emisiones pico fuera de las bandas de frecuencia de operación deberán ser atenuadas de

acuerdo con los siguientes límites:

- a) En las bandas de 902-928 MHz y 2400-2483.5 MHz, para cualquier ancho de banda de 100 kHz fuera de la banda de frecuencias de operación de los sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha, la potencia radiada por el equipo deberá estar al menos 20 dB por debajo de dicha potencia en el ancho de banda de 100 kHz que contenga el mayor nivel de potencia deseada.
- b) En las bandas de 5150 - 5250 MHz, 5250 - 5350 MHz, 5470 - 5725 MHz y 5725 -5850 MHz, deberán cumplir con lo establecido en la Tabla No. 3:

Banda de Operación (MHz)	Rango de frecuencias considerado (MHz)	P.I.R.E. para emisiones fuera de banda (dBm/MHz)
5150 - 5250	< 5150 > 5250	-27
5250 - 5350	< 5250 > 5350	-27
5470 - 5725	< 5470 > 5725	-27
5725 - 5850	5715 - 5725 5850 - 5860	-17
	< 5715 > 5860	-27

Tabla No. 3