



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“Análisis y diseño de una red MPLS para ampliación de cobertura del servicio de internet y telefonía del grupo TvCable a clientes corporativos hacia la provincia de Santa Elena usando tecnología inalámbrica”

*TESIS DE GRADO*

Previo la obtención del Título de

**INGENIERO EN ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**

Presentada por:

CHRISTIAN DAVID LÓPEZ CÁRDENAS

CHRISTIAN MANUEL DE LA ROSA DE LA VERA

CÉSAR RICARDO CASTILLO ALVARADO

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO 2009

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser nuestro guía, en este duro transcurrir.

A nuestros Padres y hermanas por apoyarnos en el transcurso de nuestra vida estudiantil.

A nuestro director de tesis por su confianza, y ayuda invaluable y por su tiempo brindado.

A nuestros amigos que nos dieron aliento y nos incitaron a la culminación de esta tesis.

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a mi madre, padre y hermanas por siempre estar junto a mí y darme su apoyo incondicionalmente.

Christian De la Rosa D.

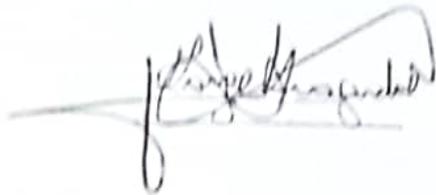
Dedico ésta tesis a mi madre, que desde el cielo me guía y a mi familia que me ha apoyado incondicionalmente en el desarrollo del proyecto.

Ricardo Castillo A.

Esta tesis va dedicada a mi familia y amigos sin los cuales no habría sido posible lograr este objetivo.

Christian López C.

## TRIBUNAL DE GRADUACION



Ing. Jorge Aragundi

SUB-DECANO DE LA FIEC



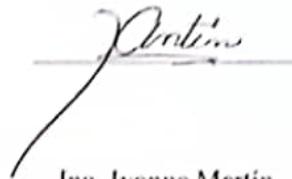
Ing. César Yépez

DIRECTOR DE TESIS



Ing. Juan Carlos Avilés

VOCAL



Ing. Ivonne Martín

VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Christian López C.

Christian López C.

César Castillo

César Castillo A.

Christian De la Rosa D.

Christian De la Rosa D.

## **RESUMEN**

Este proyecto analiza la factibilidad de la ampliación de la red MPLS del Grupo TvCable hacia la provincia de Santa Elena para brindar los servicios de telefonía e internet; así como también diseñar la mejor solución de tecnología tomando en cuenta diferentes factores como: clima, terreno, etc. Todo esto con el fin de llegar al cliente con un servicio de alta calidad y confiabilidad. Además con este estudio se propone llegar a los clientes mediante tecnología inalámbrica ya que se considera que ésta es la mejor opción dados los problemas que se tendrían al usar cualquier tipo de cable y las ventajas que presenta esta tecnología. El proyecto se basa en la red MPLS ya existente, pues nos permite integrar diferentes tecnologías inalámbricas o alámbricas. Aunque ésta tesis se concentra en la tecnología inalámbrica para llegar a los clientes, el hecho de tener en el backbone equipos de MPLS nos brinda la oportunidad de que la red diseñada sea escalable a futuro y sea capaz de interconectarse con diferentes tipos de equipos con mucha facilidad.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	X
INDICE DE TABLAS .....	XIV

### CAPITULO 1

<b>1 MPLS VS. ATM.....</b>	<b>1</b>
----------------------------	----------

<b>1.1 ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE MPLS Y ATM.....</b>	<b>1</b>
1.1.1 ATM.....	2
1.1.2 MPLS .....	5
1.1.3 COMPARACIÓN ENTRE MPLS Y ATM .....	8
<b>1.2 VENTAJAS DEL MPLS SOBRE OTRAS TECNOLOGÍAS .....</b>	<b>11</b>
1.2.1 VPNS.....	17
1.2.1.1 Análisis comparativo entre VPNS tradicionales y MPLS VPNS .....	19
1.2.1.2 Funcionamiento de las MPLS VPNS.....	23
1.2.2 INGENIERÍA DE TRÁFICO .....	26
1.2.3 MECANISMOS DE PROTECCIÓN FRENTE A FALLAS.....	28
<b>1.3 SERVICIOS DE MPLS .....</b>	<b>30</b>
1.3.1 QoS.....	30
1.3.2 CoS .....	32
<b>2 TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS .....</b>	<b>35</b>

<b>2.1 VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA INALÁMBRICA SOBRE EL COBRE .....</b>	<b>40</b>
<b>2.2 DEFINICIÓN DE LA TECNOLOGÍA .....</b>	<b>44</b>
2.2.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE CANOPY.....	45
2.2.2 COMPONENTES DE UN SISTEMA CANOPY.....	48
2.2.2.1 Punto de Acceso (AP) Cluster .....	49
2.2.2.2 Módulo suscriptor (SM).....	51
2.2.2.3 Módulo Backhaul (BH).....	52
2.2.3 CONFIGURACIONES LÓGICAS DE UN SISTEMA CANOPY .....	57
2.2.3.1 Sistema punto-punto .....	58
2.2.3.2 Sistema punto-multipunto.....	59
<b>2.3 ANÁLISIS DE MERCADO EN ZONA GEOGRÁFICA DE INTERÉS.....</b>	<b>62</b>
2.3.1 ESTABLECIMIENTO DE ÁREAS DE COBERTURA.....	83
<b>3 UBICACIÓN DE RADIO BASES.....</b>	<b>92</b>

<b>3.1 ANÁLISIS DE ZONA DE COBERTURA.....</b>	<b>93</b>
3.1.1 INFRAESTRUCTURA .....	93
3.1.2 ANÁLISIS TOPOGRÁFICO .....	94

3.1.3	FACTORES AMBIENTALES.....	101
<b>3.2</b>	<b>RUIDO E INTERFERENCIAS.....</b>	<b>109</b>
3.2.1	FUENTES DE RUIDO.....	110
3.2.2	FUENTES DE INTERFERENCIA.....	112
3.2.3	OTROS TIPOS DE INTERFERENCIAS.....	114
<b>3.3</b>	<b>POSICIONAMIENTO DE RADIO BASES.....</b>	<b>115</b>
3.3.1	EQUIPOS A INSTALAR.....	123
<b>3.4</b>	<b>CONFIGURACIÓN DEL EQUIPAMIENTO.....</b>	<b>129</b>
3.4.1	CONFIGURACIÓN DEL AP.....	129
3.4.2	CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO SUSCRIPTOR.....	135
<b>4</b>	<b>CONEXIÓN A HEAD END (NODO PRINCIPAL).....</b>	<b>143</b>

<b>4.1</b>	<b>ESTABLECIMIENTO DE ESTADO ACTUAL DE LA CONEXIÓN.....</b>	<b>143</b>
<b>4.2</b>	<b>REQUERIMIENTOS FÍSICOS.....</b>	<b>148</b>
4.2.1	REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS.....	148
4.2.1.1	Diseño de la Red Alámbrica MPLS.....	151
4.2.2	REQUERIMIENTOS DE ACONDICIONAMIENTO DE NODO.....	155
4.2.2.1	Obra Civil.....	156
4.2.2.2	Energía.....	157
4.2.2.3	Climatización.....	157
<b>4.3</b>	<b>REQUERIMIENTOS LÓGICOS.....</b>	<b>157</b>
4.3.1	REQUERIMIENTOS LÓGICOS PARA INTEGRACIÓN CON RED MPLS GUAYAQUIL.....	158
4.3.2	COMISIONAMIENTO DE NODOS TELLABS SERIE 8600.....	158
4.3.2.1	Configuración del nodo Vía CLI.....	159
4.3.2.2	Configuración del nodo Vía NMS (GRÁFICA).....	166
4.3.3	CONFIGURACIÓN DE CIRCUITOS LÓGICOS.....	177
4.3.3.1	Creación y configuración de Troncales.....	177
4.3.3.2	Habilitación de BGP.....	182
4.3.3.3	Creación y configuración de Túneles.....	187
4.3.3.4	Creación y configuración de Pseudowires.....	190
4.3.3.5	Pruebas de Campo Red MPLS.....	195
4.3.4	CONFIGURACIÓN DEL SWITCH TELLABS 8606.....	202
4.3.5	PRUEBAS DE CAMPO DE SWITCH TELLABS 8606.....	205
<b>5</b>	<b>REQUERIMIENTOS LEGALES.....</b>	<b>220</b>

<b>5.1</b>	<b>SERVICIOS PORTADORES.....</b>	<b>220</b>
<b>5.2</b>	<b>TELEFONÍA FIJA.....</b>	<b>222</b>
<b>5.3</b>	<b>SERVICIOS DE VALOR AGREGADO (ISP).....</b>	<b>224</b>
<b>5.4</b>	<b>USO DE FRECUENCIAS QUE NO REQUIEREN LICENCIA.....</b>	<b>226</b>
<b>5.5</b>	<b>TÍTULOS HABILITANTES.....</b>	<b>231</b>
<b>5.6</b>	<b>CUMPLIMIENTO DE REQUISITOS.....</b>	<b>232</b>
<b>5.7</b>	<b>LICENCIAS EXISTENTES.....</b>	<b>236</b>
<b>5.8</b>	<b>ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN CONFORME EL PROYECTO.....</b>	<b>246</b>
<b>6</b>	<b>ANÁLISIS ECONÓMICO.....</b>	<b>247</b>

<b>6.1</b>	<b>COSTOS DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO .....</b>	<b>247</b>
<b>6.2</b>	<b>COSTOS DE LA OPERACIÓN .....</b>	<b>257</b>
<b>6.3</b>	<b>INGRESOS POR VOLUMEN DE MERCADO ESPERADO.....</b>	<b>262</b>
<b>6.4</b>	<b>ANÁLISIS DE COSTOS – BENEFICIOS PARA ETAPA INICIAL DE PROYECTO .....</b>	<b>271</b>
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>280</b>

<b>APENDICES</b>
------------------

<b>BIBLIOGRAFIA</b>
---------------------

## Índice de Figuras

Figura 1.2 Cabecera MPLS .....	6
Figura 1.4 Situación de las Etiquetas MPLS.....	8
Figura 1.5 Nube VPN integrando varios servicios .....	18
Figura 1.6 MPLS VPN.....	23
Figura 1.7 Aplicación de la Ingeniería de tráfico.....	27
Figura 1.8 Red MPLS VPN con QoS .....	32
Figura 2.1 Cobertura y estándares de redes inalámbricas. ....	40
Figura 2.2 Cobertura y estándares de redes inalámbricas. ....	47
Figura 2.3 Sistema Canopy de Motorola.....	48
Figura 2.4 Backbone para Metro Wi-Fi.....	54
Figura 2.5 Aplicaciones BH.....	55
Figura 2.6 Elementos del Sistema Canopy. ....	56
Figura 2.7 Configuraciones Lógicas de un Sistema Canopy. ....	57
Figura 2.8 Sistema Canopy en una configuración Punto – Punto.....	58
Figura 2.9 Sistema Canopy en una configuración Punto-Multipunto.....	61
Figura 2.10 Resultados Encuesta Salinas.....	65
Figura 2.11 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en Salinas.....	66
Figura 2.12 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en Salinas. ....	66
Figura 2.13 Resultados Encuesta Libertad.....	67
Figura 2.14 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en Libertad.....	67
Figura 2.15 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en Libertad. ..	68
Figura 2.16 Resultados Encuesta Santa Elena. ....	69
Figura 2.17 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en Santa Elena. .....	69
Figura 2.18 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en Santa Elena. .....	69
Figura 2.19 Resultados Encuesta Ballenita.....	70
Figura 2.20 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en Ballenita....	71
Figura 2.21 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en Ballenita. .	71
Figura 2.22 Resultados Encuesta San Pablo. ....	72
Figura 2.23 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en San Pablo. .	73
Figura 2.24 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en San Pablo..	73
Figura 2.25 Resultados Encuesta Punta Centinela. ....	75
Figura 2.26 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en Punta Centinela. ....	75
Figura 2.27 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en Punta Centinela. ....	76
Figura 2.28 Resultados Encuesta Punta Barandúa.....	76
Figura 2.29 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en Punta Barandúa. ....	77

Figura 2.30 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en Punta Barandúa.....	77
Figura 2.31 Resultados Encuesta Punta Blanca.....	78
Figura 2.32 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en Punta Blanca.....	78
Figura 2.33 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en Punta Blanca.....	79
Figura 2.34 Resultados Encuesta Manglaralto.....	80
Figura 2.35 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en Manglaralto.....	80
Figura 2.36 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en Manglaralto.....	81
Figura 2.37 Resultados Totales Encuestas.....	82
Figura 2.38 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en zonas de interés.....	82
Figura 2.39 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en zonas de interés.....	83
Figura 2.40 Zona a cubrir en el cantón Salinas.....	85
Figura 2.41 Zona a cubrir en el cantón Libertad.....	86
Figura 2.42 Zona a cubrir en el cantón Santa Elena.....	87
Figura 2.43 Zona a cubrir en la población de Ballenita.....	88
Figura 2.44 Zona a cubrir en las poblaciones de Punta Centinela, Punta Blanca y Punta Barandúa.....	89
Figura 2.45 Zona a cubrir en la población de San Pablo.....	90
Figura 2.46 Zona a cubrir en la población de Manglaralto.....	91
Figura 3.1.- Zona de Fresnel.....	100
Figura 3.2.- Atenuación por lluvia en función de la tasa de precipitación y para distintas frecuencias.....	105
Figura 3.3.- atenuación niebla en función de la frecuencia.....	106
Figura 3.4.- Atenuación por gases atmosféricos en función de la frecuencia.....	108
Figura 3.5.- Posicionamiento de AP Real Alto.....	116
Figura 3.6.- Fotos de zona Real Alto.....	117
Figura 3.7.- Posicionamiento de AP Cerro El Peñón.....	118
Figura 3.8.- Fotos de zona Cerro El Peñón.....	119
Figura 3.9.- Posicionamiento de AP Cerro El Tablazo.....	120
Figura 3.10.- Fotos de zona Cerro El Peñón.....	121
Figura 3.11- Posicionamiento de AP Cerro San Isidro.....	122
Figura 3.12- Fotos de zona del Cerro San Isidro.....	123
Figura 3.13.- CAPTURA DE PANTALLA EN GOOGLE EARTH ENTRE CERRO SAN ISIDRO Y EDIFICIO REAL ALTO CON ZONA DE FRESNEL.....	126
Figura 3.14.- CAPTURA DE PANTALLA EN GOOGLE EARTH ENTRE CERRO SAN ISIDRO Y EDIFICIO REAL ALTO CON ZONA DE FRESNEL.....	126
Figura 3.15- CAPTURA DE PANTALLA EN GOOGLE EARTH ENTRE CERRO SAN ISIDRO Y EDIFICIO REAL ALTO CON ZONA DE FRESNEL.....	127

Figura 3.16- CAPTURA DE PANTALLA EN GOOGLE EARTH ENTRE CERRO SAN ISIDRO Y EDIFICIO REAL ALTO CON ZONA DE FRESNEL .....	127
Figura 3.18.- Configuración General AP Canopy.....	130
Figura 3.19.- Configuración IP AP Canopy.....	131
Figura 3.20.- Configuración Radio AP Canopy.....	132
Figura 3.21.- Configuración SNMP AP Canopy .....	132
Figura 3.22.- Configuración de tiempo AP Canopy .....	133
Figura 3.23.- Configuración VLAN AP Canopy .....	134
Figura 3.24.- Configuración membresía de VLAN AP Canopy.....	135
Figura 3.25.- Configuración General del SM.....	135
Figura 3.26.- Configuración IP del SM.....	136
Figura 3.27.- Configuración NAT del SM.....	137
Figura 3.28.- Configuración NAT del SM.....	138
Figura 3.29.- Filtrado de protocolos del SM.....	139
Figura 3.30.- Configuración del QoS y frecuencia del SM.....	140
Figura 3.31.- Configuración SNMP del SM .....	141
Figura 3.32.- Configuración de Vlan del SM.....	142
Figura 3.33.- Membresía de Vlan del SM.....	142
Figura 4.1 - Router IP/MPLS Tellabs 8660.....	144
Figura 4.2.- Red MPLS con todos sus nodos interconectados.....	145
Figura 4.3.- Diagrama de conexión actual GYE-Salinas.....	147
Figura 4.4.- Router IP/MPLS Tellabs 8630 .....	148
Figura 4.5.- Switch Agregador de Ethernet Tellabs 8630.....	149
Figura 4.7 - Estructura de la Red MPLS de la Península.....	153
Figura 4.8.- Red Canopy Integrada con la Red MPLS de la Península.....	154
Figura 4.9.- Toolbox .....	167
Figura 4.10.- Pantalla de configuración de parámetros del nodo.....	168
Figura 4.11.- Pantalla de tarjetas conectadas al nodo .....	169
Figura 4.12.- Pantalla de configuración IP .....	170
Figura 4.13.- Pantalla de configuración de interfaz loopback .....	171
Figura 4.14.- Proceso OSPF.....	171
Figura 4.15.- Declaración de redes OSPF.....	172
Figura 4.16.- Configuración BGP .....	173
Figura 4.17.- Configuración del router BGP.....	174
Figura 4.18.- Creación de Neighbors .....	175
Figura 4.19.- Creación de nodo destino .....	176
Figura 4.20: Opción en Toolbox DXX que permite crear troncales Ethernet .....	178
Figura 4.21: Parametrización de troncales Ethernet .....	179
Figura 4.22: Parametrización de interfaces Ethernet .....	180
Figura 4.23: Parametrización de troncales IP/MPLS .....	181
Figura 4.24: Parametrización de señalización para troncales IP/MPLS .....	182
Figura 4.25: Opción para acceder a configuración de BGP en nodo .....	183
Figura 4.26: Configuración de BGP en nodo.....	184
Figura 4.28: Configuración de Vecinos BGP en nodo.....	186

Figura 4.29: Opción para acceder a la aplicación Tunnel Engineering .....	187
Figura 4.30: Creación de Túnel.....	188
Figura 4.31: Configuración de Túnel.....	189
Figura 4.32: Creación de Túnel Reverso.....	190
Figura 4.33: Creación de VLAN en nodo MPLS.....	191
Figura 4.34: Selección del tipo de VLAN en nodo MPLS. ....	191
Figura 4.35: Opción para acceder a la aplicación Customer Administration. ....	192
Figura 4.36: Customer con sus respectivos Sites.....	192
Figura 4.37: Asociación de la VLAN con su respectivos Site.....	193
Figura 4.38: Opción para acceder a la aplicación VPN Provisioning.....	194
Figura 4.39: Creación de Ethernet Pseudowire.....	194
Figura 4.40: Comisionamiento de nodo de Prueba (Salinas).....	195
Figura 4.41: PWE de Prueba para Internet.....	196
Figura 4.42: Test de PWE para internet. ....	197
Figura 4.43: PWE de Prueba para Setel.....	198
Figura 4.44: Test de PWE para internet. ....	199
Figura 4.45: Estadísticas de la interfaz empleada para PWE.....	200
Figura 4.46: Gráfica de las estadísticas dela interfaz empleada para PWE. ....	202
Figura 4.47: Uso del SSH para acceder a Switch. ....	206
Figura 4.48: Solicitud de Password para acceso al Switch.....	207
Figura 4.49: Consola de Switch en modo usuario. ....	208
Figura 4.50: Solicitud de Password para acceso a modo privilegiado en Switch..	209
Figura 4.51: Consola de Switch en modo privilegiado.....	210
Figura 4.52: Consola de Switch en modo de configuración global. ....	210
Figura 4.53: Creación de la Vlan de prueba.....	211
Figura 4.54: Asignación de Nombre a la Vlan de prueba.....	211
Figura 4.55: Agregado de Puertos a la Vlan de prueba. ....	212
Figura 4.56: Configuración de Puertos Tagged y Untagged en Vlan de prueba....	212
Figura 4.57: Retorno a modo de configuración global. ....	213
Figura 4.58: Acceso a 2 interfaces de manera simultánea. ....	213
Figura 4.59: Configuración de PVID en interfaces.....	214
Figura 4.60: Grabado de configuración. ....	214
Figura 4.61: Borrado de Vlan de prueba.....	215
Figura 4.62: Ventana de configuración de RSTP en Switch Tellabs 8606.....	218
Figura 6.1 - División política del cantón Santa Elena.....	265
Figura 6.2.- Análisis Costos – Beneficios del Proyecto.....	274
Figura 6.3.- Comparación de Egresos Vs. Ingresos del Proyecto.....	274

## Índice de Tablas

Tabla 2.1 Componentes de un Backhaul Punto – Punto.....	59
Tabla 2.2 Componentes del Kit de Prueba para 5.7 GHz (TK10004).....	62
Tabla 2.3 Resultados de encuestas a clientes potenciales.....	64
Tabla 3.1- Parámetros a utilizar en equipamiento.....	125
Tabla 4.1: Mapeo de puertos y vlans en Switches 8606 de Red MPLS Santa Elena. .....	216
Tabla 5.1: Asignación de Bandas de Frecuencias.....	228
Tabla 6.1.- Listado de Equipos e Infraestructura (Salinas).....	249
Tabla 6.2.- Listado de Equipos e Infraestructura (Sta. Elena).....	252
Tabla 6.3.- Listado de Equipos e Infraestructura (Pta. Blanca).....	254
Tabla 6.4.- Listado de Equipos e Infraestructura (Manglaralto).....	256
Tabla 6.5.- Costos Operativos (Salinas).....	258
Tabla 6.6.- Costos Operativos (Sta. Elena).....	259
Tabla 6.7.- Costos Operativos (Pta. Blanca).....	259
Tabla 6.8.- Costos Operativos (Manglaralto).....	260
Tabla 6.9.- Inversión inicial.....	260
Tabla 6.10.- Costos operativos anuales proyectados.....	261
Tabla 6.11.- Inversión total durante los 6 primeros años.....	261
Tabla 6.12.- Proyección de crecimiento de clientes Salinas.....	264
Tabla 6.13.- Proyección de crecimiento de clientes Libertad.....	264
Tabla 6.14.- Proyección de crecimiento de clientes Parroquia Santa Elena.....	266
Tabla 6.15.- Proyección de crecimiento de clientes Ballenita.....	266
Tabla 6.16.- Proyección de crecimiento de clientes Punta Blanca.....	266
Tabla 6.17.- Proyección de crecimiento de clientes Punta Centinela.....	267
Tabla 6.18.- Proyección de crecimiento de clientes Punta Barandúa.....	267
Tabla 6.19.- Proyección de crecimiento de clientes comuna San Pablo.....	267
Tabla 6.20.- Proyección de crecimiento de clientes Manglaralto.....	268
Tabla 6.21.- Proyección de crecimiento de clientes en 6 años.....	269
Tabla 6.22.- Proyección de ingresos por volumen de mercado anual.....	270
Tabla 6.23.- Proyección de costos totales del proyecto a 6 años.....	273
Tabla 6.24.- Proyección de ingresos totales del proyecto a 6 años.....	273
Tabla 6.25.- Amortización de Crédito Bancario a 5 años.....	277
Tabla 6.26.- Flujo de Caja del Proyecto.....	278
Tabla 6.27.- Cálculo de retorno de la inversión.....	279

# **CAPITULO 1**

## **1 MPLS vs. ATM**

Dado el gran uso de las redes ATM por parte de las empresas de telecomunicaciones; y teniendo en cuenta el crecimiento que ha experimentado en los últimos años la tecnología MPLS, consideramos importante realizar un análisis de estas dos tecnologías a través del cual se pueda explicar el motivo del uso y expansión de una red MPLS –relativamente nueva- en lugar de emplear una red ATM que en teoría debería ser más eficiente pues ha sido probada por un mayor período de tiempo por los usuarios.

### **1.1 Análisis comparativo entre MPLS y ATM**

Antes de iniciar el análisis comparativo es necesario precisar definiciones generales del funcionamiento tanto de MPLS como ATM, mismas que nos permitan sustentar las ideas a plantear en dicho análisis.

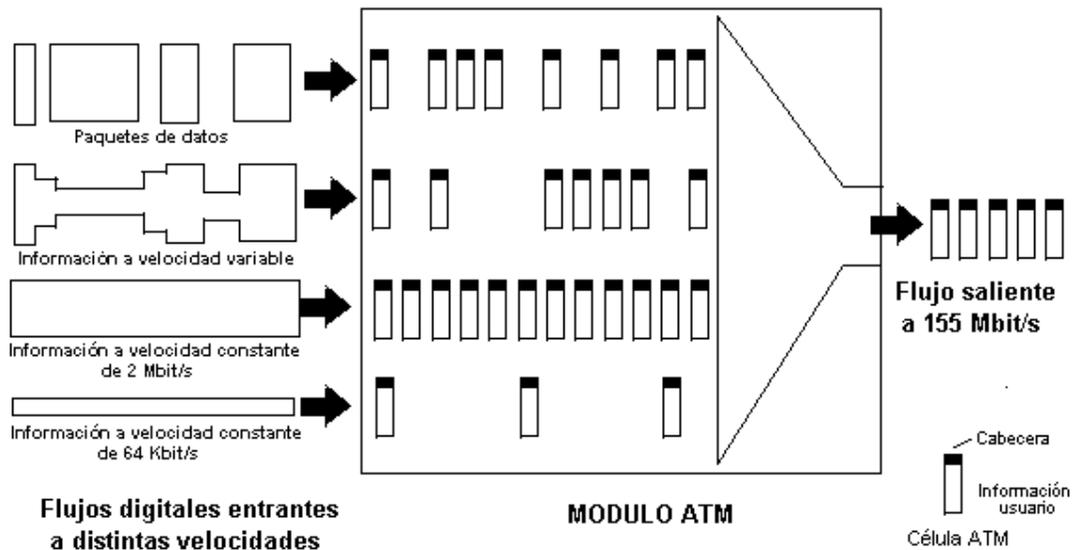
### **1.1.1 ATM**

Las siglas ATM describen una tecnología de modo de transmisión asíncrona, lo cual implica que sin importar el medio físico que se emplee para transmitir y teniendo como objetivo utilizar de manera óptima dichos medios se transmite y conmuta la información en celdas ATM mediante canales permanentes para este efecto.

Una celda ATM consiste de un grupo de paquetes pequeños de tamaño constante y que se pueden enrutar de manera individual.

Para la transmisión, se escribe la información byte a byte en el campo de información de la celda y luego se le añade la cabecera; para la recepción de igual manera los bytes son extraídos uno a uno y, de acuerdo al contenido de la cabecera, se procede a enviar dichos datos ya sea a un equipo terminal o a un nuevo módulo ATM con la finalidad de llegar al destino deseado. Este nuevo módulo no será el mismo para todas las celdas que se hayan enviado al mismo destino si existen otras rutas disponibles.

Como se puede observar en la Figura 1, información de diferentes características se agrupa en un módulo ATM para ser transmitida:



*Figura 1.1 Diagrama simplificado del proceso ATM*

Con el advenimiento del internet, se puso de manifiesto que, si bien el ATM es una gran tecnología, se requería de más flexibilidad del entorno IP sin conexión, en el que hay que establecer múltiples conexiones para cualquier tarea.

El hipertexto (gracias al cual un documento o página puede hacer referencia a otras páginas o gráficos) es el elemento principal del éxito de la World Wide Web; pero enseguida se vio que no

funcionaba bien con el ATM, el cual debe establecer una conexión para cada ítem de datos intercambiado por la red.

Por otra parte, el enrutamiento de paquetes sin conexión haciendo uso del protocolo de internet IP no garantiza la calidad del internet, ya que no se reserva capacidad para los paquetes de datos cuando se ponen en la red. En la práctica, esto significa que los paquetes que contienen señales de voz pueden sufrir retardos durante su viaje si una gran cantidad de paquetes quieren tomar la misma ruta al mismo tiempo. Además en el momento de establecer la comunicación con una calidad de servicio deseada y un destino, se busca el camino virtual que van a seguir todas las celdas; el cual no cambiará durante toda la comunicación, así que si se cae un nodo la transmisión de datos no se conmutará por otro nodo y la comunicación se perderá.

ATM ofrece un servicio orientado a conexión, en el cual no hay un desorden en la llegada de las celdas al destino gracias a los caminos o rutas virtuales (VP) y los canales o circuitos virtuales (VC), los cuales también se emplean en tecnologías ADSL (Dslams). Los caminos virtuales, son los caminos que siguen las

celdas entre dos enrutadores ATM y pueden tener varios circuitos virtuales.

Cuando una celda llega a un ruteador o módulo ATM, éste cambia el encabezado de dicha celda según la tabla que posee y lo envía al siguiente con un VPI (Identificador de camino virtual) y/o un VCI (Identificador de circuito virtual) nuevo.

### **1.1.2 MPLS**

La abreviación MPLS describe una solución clásica de la transmisión de la información a manera de Multiprotocolo de conmutación de las etiquetas. En general se dice que MPLS es una red privada IP la cual es una combinación de las características de varias tecnologías como la flexibilidad de las conexiones punto a punto y la fiabilidad de los servicios Private Line.

Se diseñó para unificar el servicio de transporte de datos para las redes basadas en circuitos y en paquetes; y es capaz de transportar diferentes tipos de tráfico, incluyendo tráfico de voz sobre ip y de otros paquetes IP.

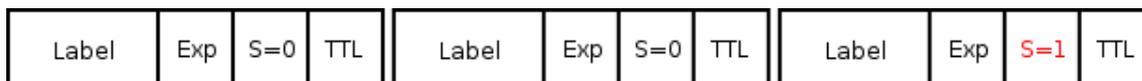
MPLS proporciona circuitos virtuales en las redes IP, además reduce de manera significativa el procesamiento de paquetes que se requiere cada vez que un paquete ingresa a un ruteador en la red, lo que mejora el funcionamiento de estos dispositivos y consecuentemente el desempeño de la red en general.

Las características más importantes de ésta tecnología son:

- Redes privadas virtuales.
- Ingeniería de tráfico.
- Mecanismos de protección frente a fallos.



*Figura 1.2 Cabecera MPLS*



*Figura 1.3 Pila de Etiquetas MPLS*

Como se observa en la Figura 1.2, MPLS funciona anexando un encabezado adicional a los encabezados de IP y TCP a cada paquete, este encabezado recibe el nombre de MPLS header.

El contenido del encabezado MPLS son un conjunto de "etiquetas" denominado pila o "stack". Durante la transmisión de datos de un punto origen a uno destino para identificar cada comunicación se puede cambiar de etiqueta en cada salto (entendiéndose por salto un equipo intermedio); este es el mismo principio de funcionamiento que VPI/VCI en ATM, o que DLCI en Frame Relay. Estas etiquetas son empleadas para el enrutamiento, es decir el paquete es enviado basándose en el contenido de su etiqueta, lo cual permite "ruteo independiente del protocolo", teniéndose un direccionamiento más rápido.

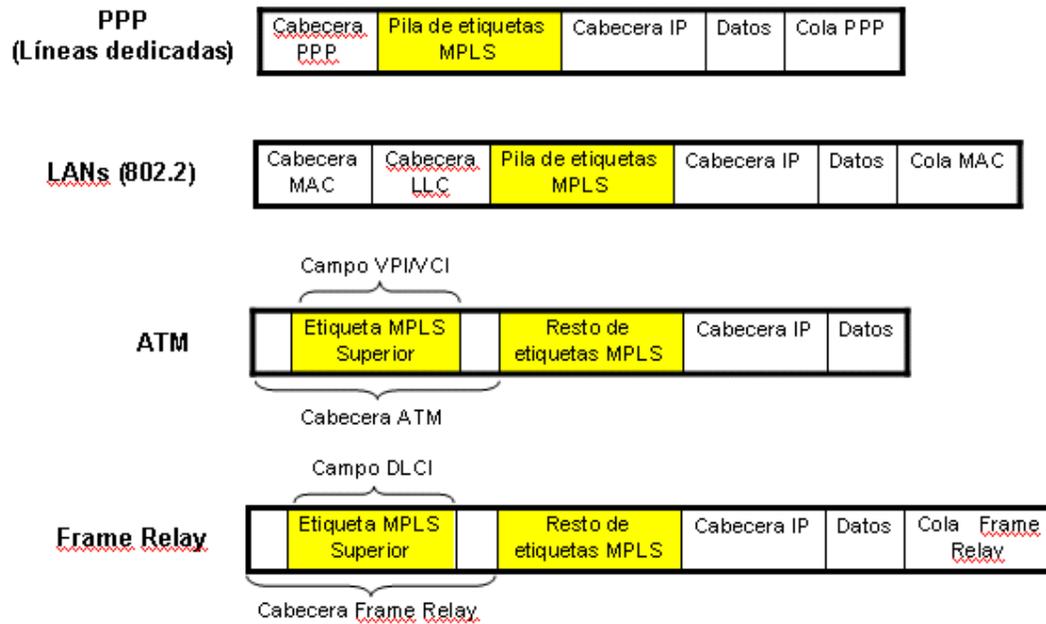


Figura 1.4 Situación de las Etiquetas MPLS

### 1.1.3 Comparación entre MPLS y ATM

ATM es una tecnología basada en la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (B-ISDN). La característica más notable en el envío de paquetes es que son de longitud fija (53 bytes), divididos de la siguiente forma 48 para información y 5 para encabezados (es aquí donde se desarrolla el enrutamiento) lo cual permite varios tipos de tráfico en la misma red con información segura y predecible.

Otra diferencia es que debido a su estructura, ATM tiene sus ventajas sobre el bus de datos tales como: reserva de ancho de banda, mayor ancho de banda, velocidades flexibles y procedimientos de conexión definidos con claridad.

Entre las desventajas del ATM tenemos:

- Alto costo al implementar tecnología ATM para manejar el tráfico IP generado por el Internet.
- El número de enlaces necesarios para conectar los nodos de la red es muy grande  $N^2$ .
- Pérdida de tiempo y dinero al no estar estandarizada la tecnología ATM.
- Existencia de otras tecnologías que proveen alto rendimiento a precios extraordinariamente inferiores (respecto a los de ATM).

Una de las razones más importante para escoger la tecnología MPLS sobre ATM es que en MPLS, el tráfico toma el camino más corto posible (o el más adecuado, según diferentes métricas, como

el nivel de congestión de las distintas rutas, ancho de banda, saltos) para llegar a su destino.

Esto obviamente nos explica el papel que las etiquetas desempeñan dentro de la conmutación; pues una vez analizadas todas estas métricas y parámetros, en cada equipo se crea una tabla de ruteo de etiquetas en la cual consta el puerto de salida y la etiqueta que se debe colocar a un paquete que ingresa por un puerto poseyendo una cierta etiqueta (procedimiento que se explicará más detalladamente en lo posterior). De ésta manera el enrutamiento es más ágil y sencillo, ya que solamente depende de las etiquetas que posea el paquete que ingresa al equipo; las etiquetas que se le asignan para el salto siguiente podrían variar si uno de los factores como congestión o ancho de banda no son favorables, lo que garantiza la selección del camino óptimo para el flujo de los datos. Los centros de datos redundantes que se pueden crear fácilmente en las redes MPLS brindan además a las empresas opciones más flexibles de recuperación ante desastres, al eliminar la dependencia de la localización del host. Esta arquitectura de "cualquiera a cualquiera" reduce la complejidad, haciendo así más sencillo para las organizaciones administrar y

añadir nuevas localizaciones o redirigir prioridades de tráfico dinámicamente según las condiciones de la red.

## **1.2 Ventajas del MPLS sobre otras tecnologías**

Las ventajas más sobresalientes que presenta el MPLS sobre otras tecnologías como Frame Relay, Túneles tradicionales, IPSec, L2F, PPTP, L2TP, etc. son:

- Un dominio MPLS consiste de una serie de routers habilitados con MPLS continuos y contiguos. El tráfico puede entrar por un punto final físicamente conectado a la red, o por otro router que no sea MPLS y que esté conectado a una red de computadoras sin conexión directa a la nube MPLS.
- Se puede definir un Comportamiento por Salto (PHB) diferente en cada router de la FEC (clase de equivalencia de reenvío). El PHB define la prioridad en la cola y las políticas de desecho de los paquetes.
- Para la determinación del FEC se utilizan varios parámetros configurados por el administrador de la red, como los siguientes:
  - o Direcciones IP fuente o destino

- Etiqueta de flujo IPv6
  - Número de puerto de la fuente o del destino
  - El codepoint de los servicios diferenciados
- El reenvío de la información se la realiza mediante una búsqueda simple en una tabla predefinida que enlaza los valores de las etiquetas con las direcciones del siguiente salto.
  - Los paquetes enviados a los mismos destinos pueden tener diferente FEC, por lo que las etiquetas serán diferentes y tendrán un PHB distinto, lo que puede generar diferentes flujos en la misma red.

En general se puede resumir en 10 las razones para la selección de una red MPLS:

- **Flexibilidad.**- La topología de una MPLS VPN puede acomodarse acorde a cada necesidad, dada su naturaleza que brinda conexiones "Any-to-Any" (cualquiera con cualquiera) entre los distintos puntos que comprenden la VPN, contando así con el mejor camino o ruta entre cada punto. A su vez se puede obtener mayor flexibilidad

realizando configuraciones híbridas con Hub-and-Spoke (estrella), por ejemplo en las conexiones con clientes.

- **Escalabilidad.-** Con un nuevo concepto de aprovisionamiento, llamado "Point-to-Cloud" (punto a la nube), se implementan los nuevos puntos de la VPN. Este concepto proviene del hecho de que cada vez que sea necesario "subir" un nuevo punto a la VPN, sólo habrá que configurar el equipamiento del Service Provider que conecte este nuevo punto. De esta forma, evitamos tareas complejas y riesgosas, como las que se producen cuando se activa un nuevo punto en una red basada en circuitos virtuales de Frame Relay o ATM, en donde es necesario re-configurar TODOS los puntos involucrados.
  
- **Accesibilidad.-** La arquitectura de MPLS VPN permite utilizar prácticamente todas las tecnologías de acceso para interconectar las oficinas del cliente con su "Service Provider" (Proveedor de Servicios).
  
- **Eficiencia.-** En una infraestructura 100% IP, es decir, aquellas empresas en donde todo el equipamiento

involucrado y las aplicaciones utilizadas son IP-based, el uso de servicios de transporte ATM o Frame Relay someten al cliente a incurrir en un costo adicional por el overhead que los protocolos de transporte introducen. Mediante IEX MPLS VPN - un servicio IP-Based VPN - este costo extra desaparece.

- **Calidad de servicio (QoS) y Clases de servicio (CoS).**-

Las necesidades de comunicación entre dos lugares remotos, hoy en día van mucho más allá de la simple transferencia de datos vía email, web u otras aplicaciones. Siendo incluso insuficiente muchas veces, la interesante combinación de voz y datos bajo una misma plataforma. Es por esto, que la ya mencionada Convergencia de datos con aplicaciones real-time y/o interactivas, voz y también video de alta calidad, necesitan de una eficiente plataforma de transporte. Mediante la utilización de técnicas y herramientas de Calidad de Servicio (QoS), se ofrecen distintas Clases de Servicio (CoS) dentro de una MPLS VPN para dar cumplimiento a los requerimientos de cada servicio o aplicación.

- **Administración.**- Las MPLS VPN son denominadas Network-Based, ésta característica proviene del hecho en que el servicio es implementado sobre la infraestructura del Service Provider; implicando, entre otras cosas, que la administración de enrutamiento es llevada a cabo por el Service Provider; quien por su naturaleza, es especialista en dicha tarea desligando así al cliente de llevarla a cabo.
- **Monitoreo y SLAs.**- Las MPLS VPN son monitoreadas, controladas y con un constante seguimiento en forma permanente, las 24 horas los 7 días de la semana, por parte del Service Provider. Además, se extienden "Service Level Agreements" (acuerdos de nivel de servicio) para garantizar y asegurar la estabilidad y disponibilidad que el cliente necesite.
- **Fácil Migración.**- La simplicidad de la tecnología determina que las tareas de aprovisionamiento, administración y mantenimiento sean actividades sencillas para el Service Provider; lo cual se traslada directamente al cliente, obteniendo una migración del servicio actual sin complicaciones.

- **Seguridad.-** Análisis y estudios realizados por los distintos fabricantes y entidades especializadas en el área, determinaron que los niveles de seguridad entregados por una MPLS VPN son comparables con los entregados por los circuitos virtuales de Frame Relay y ATM.
  
- **Bajo Costo.-** Son varios los motivos que permiten afirmar que un servicio MPLS VPN ofrece "más por menos", entre ellos podemos destacar:
  - o Independencia de equipos de cliente (CPE): al ser un servicio Network-based, la implementación de la VPN no requiere un hardware específico ni costoso para ser instalado en las oficinas del cliente.
  
  - o Convergencia: por ser una VPN CoS-Aware (Soporte de Clases de Servicio) se puede integrar distintos servicios y aplicaciones sobre una misma plataforma. De este modo, empresas que al día de hoy mantienen distintos y costosos servicios para soportar sus necesidades de voz, datos y video; pueden unificar estos requerimientos concluyendo en un ahorro

significativo y manteniendo relación con un único proveedor de servicios.

### **1.2.1 VPNs**

Una red privada virtual (VPN) se construye a base de conexiones realizadas sobre una infraestructura compartida, con funcionalidades de red y de seguridad equivalentes a las que se obtienen con una red privada. El objetivo de las VPNs es el soporte de aplicaciones intra/extranet, integrando aplicaciones multimedia de voz, datos y vídeo sobre infraestructuras de comunicaciones eficaces y rentables. Las IP VPNs son soluciones de comunicación VPN basada en el protocolo de red IP de la Internet. En esta sección se va a describir brevemente las ventajas que MPLS ofrece para este tipo de redes frente a otras soluciones tradicionales.

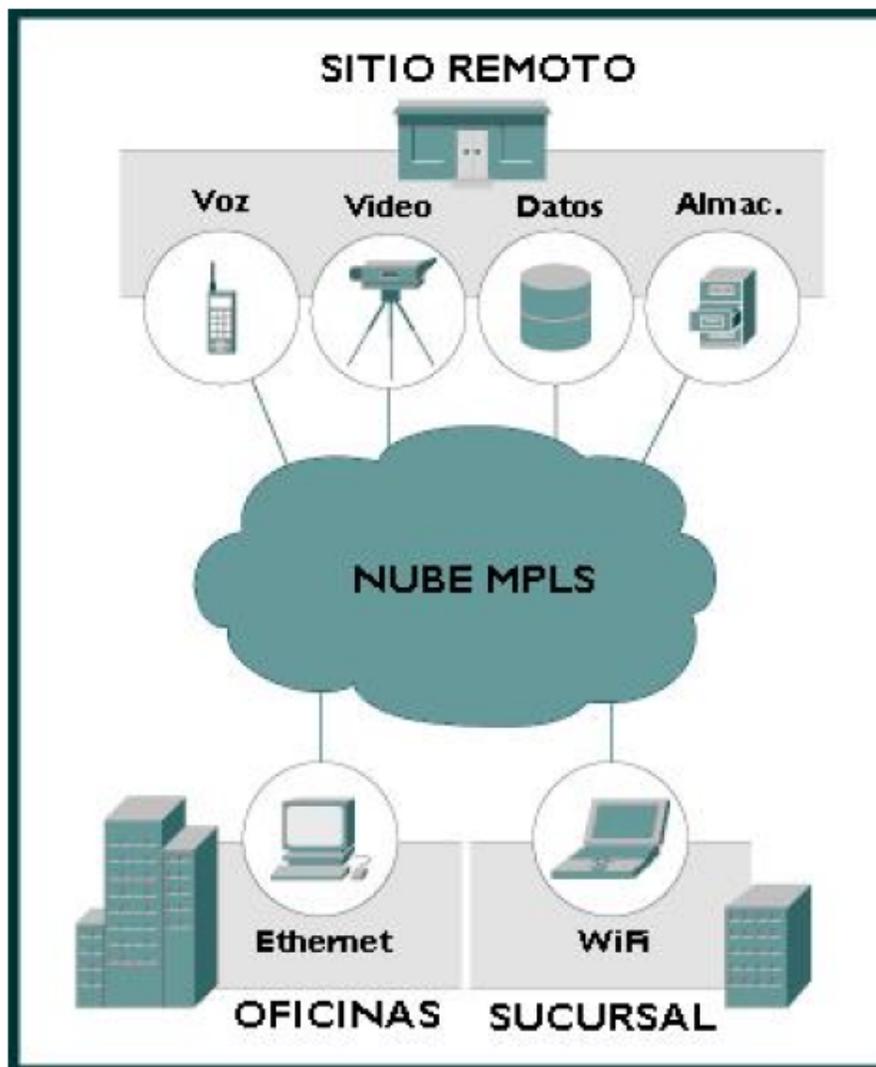


Figura 1.5 Nube VPN integrando varios servicios

### **1.2.1.1 Análisis comparativo entre VPNs tradicionales y MPLS VPNs**

Las VPNs tradicionales se han venido construyendo sobre infraestructuras de transmisión compartidas con características implícitas de seguridad y respuesta predeterminada las que permiten establecer PVCs entre los diversos nodos que conforman la VPN. La seguridad y las garantías las proporcionan la separación de tráfico por PVC y el caudal asegurado (CIR).

Además, la popularización de las aplicaciones TCP/IP, así como la expansión de las redes de los NSPs (Network Service Providers), ha llevado a tratar de utilizar estas infraestructuras IP para el soporte de VPNs, tratando de conseguir una mayor flexibilidad en el diseño e implantación y unos menores costes de gestión y provisión de servicio haciendo uso de túneles IP de diversos modos.

El objetivo de un túnel sobre IP es crear una asociación permanente entre dos extremos, de modo que funcionalmente aparezcan conectados. Lo que se hace es utilizar una estructura no conectiva como IP para simular esas conexiones: una especie de

tuberías privadas por las que no puede entrar nadie que no sea miembro de esa IP VPN.

En las VPNs basadas en túneles IPSec, la seguridad requerida se garantiza mediante el cifrado de la información de los datos y de la cabecera de los paquetes IP, que se encapsulan con una nueva cabecera IP para su transporte por la red del proveedor. Es relativamente sencillo de implementar, bien sea en dispositivos especializados, tales como cortafuegos, como en los propios routers de acceso del NSP. Además, como es un estándar, IPSec permite crear VPNs a través de redes de distintos NSPs que sigan el estándar IPSec.

A pesar de las ventajas de los túneles IP sobre los PVCs, ambos enfoques tienen unas características comunes que las hacen menos eficientes frente a la solución MPLS:

- están basadas en conexiones punto a punto (PVCs o túneles)
- la configuración es manual

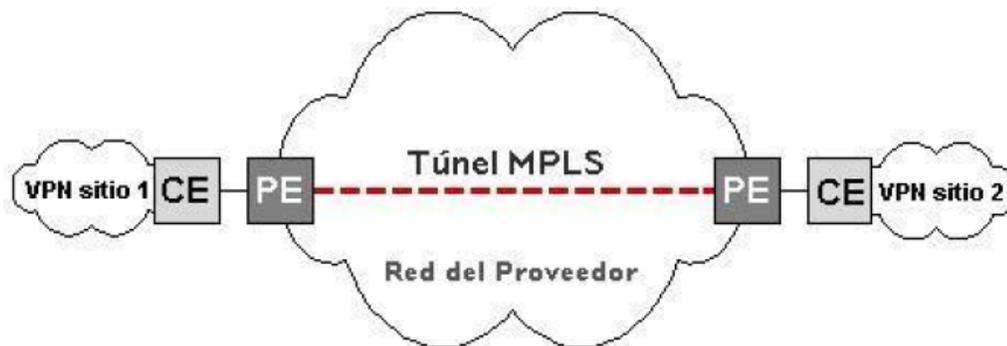
- la provisión y gestión son complicadas; una nueva conexión supone alterar todas las configuraciones
- plantean problemas de crecimiento al añadir nuevos túneles o circuitos virtuales
- la gestión de QoS es posible en cierta medida, pero no se puede mantener extremo a extremo a lo largo de la red, ya que no existen mecanismos que sustenten los parámetros de calidad durante el transporte

Realmente, el problema que plantean estas IP VPNs es que están basadas en un modelo topológico superpuesto sobre la topología física existente, a base de túneles extremos a extremo (o circuitos virtuales) entre cada par de routers de cliente en cada VPN. De ahí las desventajas en cuanto a la poca flexibilidad en la provisión y gestión del servicio, así como en el crecimiento cuando se quieren añadir nuevos emplazamientos. Con una arquitectura MPLS se obvian estos inconvenientes ya que el modelo topológico no se superpone sino que se acopla a la red del proveedor. En el modelo acoplado MPLS, en lugar de conexiones extremo a extremo entre los distintos emplazamientos de una VPN, lo que hay son

conexiones IP a una "nube común" en las que solamente pueden entrar los miembros de la misma VPN. Las "nubes" que representan las distintas VPNs se implementan mediante los caminos LSPs (Label Switch Path) creados por el mecanismo de intercambio de etiquetas MPLS. Los LSPs son similares a los túneles en cuanto a que la red transporta los paquetes del usuario (incluyendo las cabeceras) sin examinar el contenido, a base de encapsularlos sobre otro protocolo. Aquí está la diferencia: en los túneles se utiliza el encaminamiento convencional IP para transportar la información del usuario, mientras que en MPLS esta información se transporta sobre el mecanismo de intercambio de etiquetas, que no ve para nada el proceso de routing IP. De este modo, se pueden aplicar técnicas QoS basadas en el examen de la cabecera IP, que la red MPLS podrá propagar hasta el destino, pudiendo así reservar ancho de banda, priorizar aplicaciones, establecer CoS y optimizar los recursos de la red con técnicas de ingeniería de tráfico.

### 1.2.1.2 Funcionamiento de las MPLS VPNs

Para poder comprender con mayor facilidad el funcionamiento de una MPLS VPN se requiere conocer los términos señalados en la Figura 6, PE (router frontera del proveedor), CE (router frontera del cliente) y p (router interno del proveedor).



*Figura 1.6 MPLS VPN*

Una VPN MPLS se asocia a uno o más VRFs (Router Virtual para Reenvío) de acuerdo al número de accesos a la VPN que requiera el cliente considerando que la relación debe ser de uno a uno.

Cada VRF posee una tabla de ruteo IP, en la que se establecen básicamente las redes de acceso local para el punto o sitio nuevo

de la nube VPN dentro de la misma. Además tiene un grupo de interfaces que utilizan dicha tabla con un conjunto de reglas y parámetros del protocolo de ruteo (métricas), con las cuales se controla la información que se incluye en esta tabla; así como también se evita que salga o entre tráfico fuera de la VPN.

Dado que en la tabla de rutas ip del VRF sólo se añaden de manera estática las rutas disponibles en la VPN que pueden ser accesadas de manera local por el nuevo sitio, se requiere que los VRFs sean capaces de “aprender” la información que poseen los otros sitios con la finalidad de saber cómo llegar a los mismos en caso de ser necesario; para esto se utiliza protocolos de aprendizaje dinámico como BGP (el más empleado) u OSPF.

Cada sitio nuevo puede pertenecer a varias VPN, pero solo a un VRF.

El ruteo y reenvío de paquetes en una MPLS VPN se realiza con la información contenida en las tablas VRF; el proceso que se lleva a cabo en los PE consiste en añadir una etiqueta a cada prefijo que

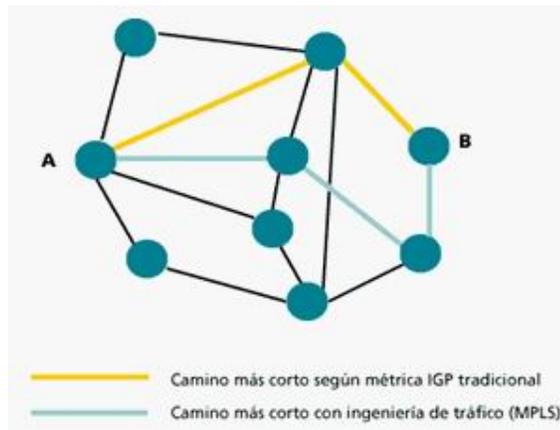
se obtiene de los routers CE. La información de este prefijo es principalmente de la capacidad de alcance de los demás routers.

El proceso de transmisión y recepción dentro de la VPN se efectúa de la siguiente manera:

- Un paquete proveniente de un CE ingresa al router PE correspondiente para ese sitio el cual le añade dos etiquetas, la primera indica el router PE destino y la segunda indica cómo dicho PE destino debe reenviar el paquete al CE destino; posterior a esto el paquete es reenviado al PE destino.
  
- El paquete es recibido en el PE destino, el mismo lee y retira la primera etiqueta para posteriormente enviar el mensaje al CE descrito como destino en la segunda etiqueta.

### **1.2.2 Ingeniería de tráfico**

El objetivo básico de la ingeniería de tráfico es adaptar los flujos de tráfico a los recursos físicos de la red. La idea es equilibrar de forma óptima la utilización de esos recursos, de manera que no haya algunos que estén suprautilizados, con posibles puntos calientes y cuellos de botella, mientras otros puedan estar infrautilizados. Los flujos de tráfico siguen el camino más corto calculado por el algoritmo IGP correspondiente. En casos de congestión de algunos enlaces, el problema se resolvía a base de añadir más capacidad a los enlaces. La ingeniería de tráfico consiste en trasladar determinados flujos seleccionados por el algoritmo IGP sobre enlaces más congestionados, a otros enlaces más descargados, aunque estén fuera de la ruta más corta (con menos saltos). En el esquema de la figura 7 se comparan estos dos tipos de rutas para el mismo par de nodos origen-destino.



*Figura 1.7 Aplicación de la Ingeniería de tráfico*

El camino más corto entre A y B según la métrica normal IGP es el que tiene sólo dos saltos, pero puede que el exceso de tráfico sobre esos enlaces o el esfuerzo de los routers correspondientes haga aconsejable la utilización del camino alternativo indicado con un salto más. MPLS es una herramienta efectiva para esta aplicación en grandes backbones, ya que:

- Permite al administrador de la red el establecimiento de rutas explícitas, especificando el camino físico exacto de un LSP.
- Permite obtener estadísticas de uso LSP, que se pueden utilizar en la planificación de la red y como herramientas de

análisis de cuellos de botella y carga de los enlaces, lo que resulta bastante útil para planes de expansión futura.

- Permite hacer "encaminamiento restringido" (Constraint-based Routing, CBR), de modo que el administrador de la red pueda seleccionar determinadas rutas para servicios.
- Permite garantizar condiciones especiales (distintos niveles de calidad). Por ejemplo, con garantías explícitas de retardo, ancho de banda, fluctuación, pérdida de paquetes, etc.

La ventaja de la ingeniería de tráfico MPLS es que se puede hacer directamente sobre una red IP, al margen de que haya o no una infraestructura ATM por debajo, todo ello de manera más flexible y con menores costes de planificación y gestión para el administrador, y con mayor calidad de servicio para los clientes.

### **1.2.3 Mecanismos de protección frente a fallas**

Los mecanismos de protección frente a fallas que presenta MPLS básicamente se derivan de las características de ésta tecnología.

Considerando la flexibilidad de la misma y lo fácil que resulta integrar diferentes servicios en una nube VPN, esto permite que si un cliente desea tener un enlace redundante en el cual el medio con el que se le brinda el servicio de última milla ya no sea alámbrico sino inalámbrico la conmutación en el momento de una falla sea sumamente rápida considerando que todos los sitios tienen como punto común la nube VPN.

Otro mecanismo de protección frente a fallas y posiblemente el más importante consiste en el aprendizaje dinámico de las rutas existentes entre los diferentes nodos MPLS generalmente empleando OSPF, lo cual permite seleccionar siempre el camino óptimo para llegar hasta un destino; entendiéndose como óptimo el camino en el que el tráfico sea el menor (con ayuda de Ingeniería del Tráfico) pero además actualizando constantemente sus tablas de rutas con lo que se logra que en caso de presentarse una falla en el backbone ya sea ésta del medio físico, de hardware o de software, el tráfico sea conmutado automáticamente al nodo redundante mismo que se aprendió dinámicamente al presentarse alguna ruptura en la comunicación en un tiempo casi imperceptible para los clientes en las diferentes VPNs.

## **1.3 Servicios de MPLS**

Los tipos de servicios que una red MPLS puede prestar van a estar determinados por un factor denominado CoS (clases de servicios) el cual encasilla a las aplicaciones que los clientes deseen en tres diferentes clases, las cuales a su vez se verán afectadas por un parámetro denominado QoS (calidad de servicio) que permite garantizar ciertas características a cada clase de servicio.

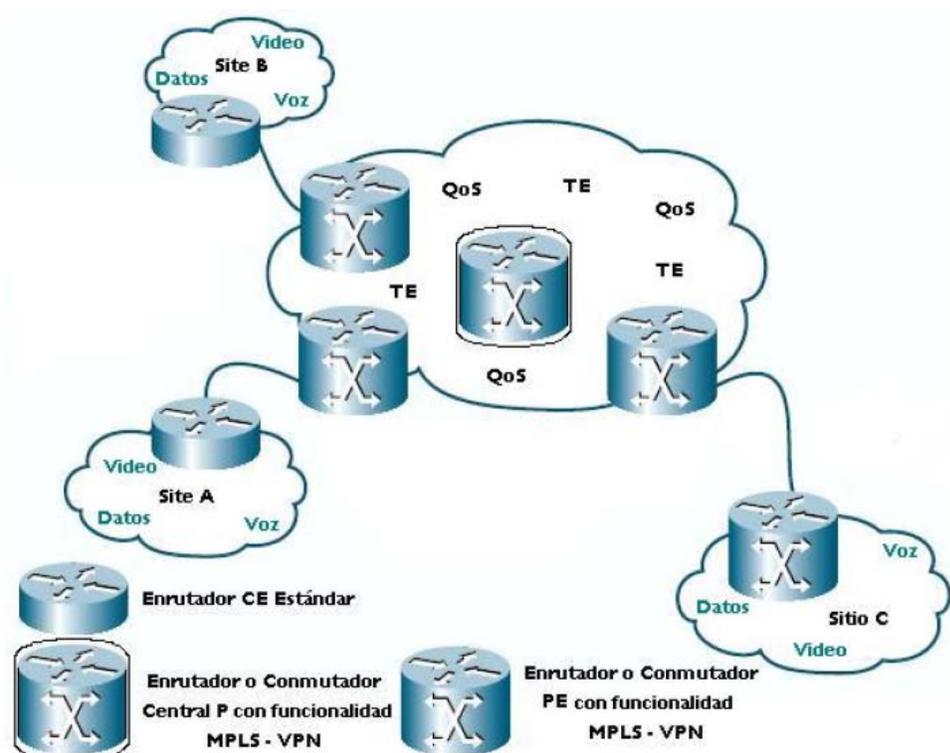
### **1.3.1 QoS**

QoS permite a los administradores de redes el uso eficiente de los recursos de sus redes con la ventaja de garantizar que se asignaran más recursos a las aplicaciones que así lo necesiten, sin arriesgar el desempeño de las demás aplicaciones. Es decir el QoS da al administrador el control sobre su red, lo que significa menores costos y mayor satisfacción del cliente o del usuario final.

Para la asignación de estos recursos se basa en prioridades, pero se garantiza que todas tendrán los recursos necesarios para completar sus transacciones en un tiempo aceptable.

En resumen QoS otorga mayor control a los administradores sobre sus redes, mejora la interacción del usuario con el sistema y reduce costos al asignar recursos con mayor eficiencia (bandwidth). Mejora el control sobre la latencia (Latency y jitter) para asegurar la capacidad de transmisión de voz sin interrupciones y por ultimo disminuye el porcentaje de paquetes desechados por los enrutadores: confiabilidad (reliability).

MPLS impone un marco de trabajo orientado a conexión en un ambiente de internet basado en IP y facilita el uso de contratos de tráfico QoS exigentes.



*Figura 1.8 Red MPLS VPN con QoS*

### 1.3.2 CoS

MPLS está diseñado para poder cursar servicios diferenciados, según el Modelo DiffServ del IETF. Este modelo define una variedad de mecanismos para poder clasificar el tráfico en un reducido número de clases de servicio, con diferentes prioridades. Según los requisitos de los usuarios, DiffServ permite diferenciar

servicios tradicionales tales como el WWW, el correo electrónico o la transferencia de ficheros (para los que el retardo no es crítico), de otras aplicaciones mucho más dependientes del retardo y de la variación del mismo, como son las de vídeo y voz interactiva. Para ello se emplea el campo ToS (Type of Service), rebautizado en DiffServ como el octeto DS. Esta es la técnica QoS de marcar los paquetes que se envían a la red.

MPLS se adapta perfectamente a ese modelo, ya que las etiquetas MPLS tienen el campo EXP para poder propagar la clase de servicio CoS en el correspondiente LSP. De este modo, una red MPLS puede transportar distintas clases de tráfico, ya que:

- El tráfico que fluye a través de un determinado LSP se puede asignar a diferentes colas de salida en los diferentes saltos LSR (Label Switching Router), de acuerdo con la información contenida en los bits del campo EXP.
- Entre cada par de LSR exteriores se pueden provisionar múltiples LSPs, cada uno de ellos con distintas prestaciones

y con diferentes garantías de ancho de banda. P. ej., un LSP puede ser para tráfico de máxima prioridad (RT), otro para una prioridad media (G+E) y un tercero para tráfico best-effort (BE), tres niveles de servicio, primera, preferente y turista, que, lógicamente, tendrán distintos precios.

Considerando que un cliente puede utilizar diferentes aplicaciones (voz, datos, etc.) y que no todas ellas se encasillan en la misma clase de servicio, es importante considerar que se puede crear perfiles mixtos en los que se clasifique cada aplicación del cliente de manera individual y garantizándole un ancho de banda necesario para que todas las aplicaciones funcionen de manera óptima al ejecutarse simultáneamente.

## **CAPITULO 2**

### **2 Tecnologías Inalámbricas**

En la actualidad debido a la gran oferta de proveedores de servicios de Internet, telefonía y datos; y considerando los elevados niveles de competitividad existentes se hace necesario para estos proveedores disponer de tecnologías de última milla que les permitan brindar un servicio de alta calidad y con un porcentaje de disponibilidad óptimo, lo que les posibilita comercializar soluciones eficaces logrando así mantener su cartera de clientes y captar a la porción del mercado con mal servicio o sin el mismo.

Así también los proveedores de servicios se ven atraídos por las redes inalámbricas, debido a la rápida implementación y puesta en servicio de las mismas, lo que les permite recuperar su inversión de manera más pronta.

Las redes inalámbricas se comunican por un medio de transmisión no guiado (sin cables) empleando ondas electromagnéticas; por lo que la transmisión y la recepción se realiza a través de antenas.

El medio de transmisión en estas redes pueden ser: ondas de radio, microondas por satélite o terrestres, e infrarrojos de acuerdo al rango de frecuencias empleado para la transmisión.

***Ondas de radio:*** Son ondas electromagnéticas omnidireccionales, por lo que no se requieren antenas parabólicas. Comprende el espectro radioeléctrico de 30 - 3000000 Hz (en el que se hallan las bandas desde la ELF que va de 3 a 30 Hz, hasta la banda UHF que va de los 300 a los 3000 MHz). La transmisión no es sensible a las atenuaciones producidas por la lluvia ya que se opera en frecuencias no demasiado elevadas.

***Microondas terrestres:*** Requieren antenas parabólicas con un diámetro de unos tres metros aproximadamente. Su rango de frecuencias va desde 1 hasta 300 GHz. Tienen una cobertura de kilómetros, pero se requiere línea de vista al punto que el emisor y

el receptor deben estar perfectamente alineados por lo que su uso principal es en enlaces punto a punto en distancias cortas. La atenuación producida por la lluvia es más significativa para las microondas ya que operan a una frecuencia más elevada.

**Microondas por satélite:** Para establecer un enlace por microondas satelitales se necesita dos o más estaciones terrestres o estaciones base y un satélite. El satélite (que opera en unas bandas concretas) recibe la señal en una banda de frecuencia (señal ascendente), la amplifica y retransmite una señal descendente en otra banda. Debido a que las fronteras de las bandas de frecuencia de los infrarrojos y las ondas de radio de alta frecuencia así como las de las microondas (en general) pueden ser muy cercanas y llegar inclusive a mezclarse, podrían haber interferencias con las comunicaciones en determinadas frecuencias.

**Infrarrojos:** Utilizan transmisores y receptores que modulan la luz infrarroja no coherente. Necesitan estar alineados directamente o a través de una reflexión en una superficie. Los infrarrojos van desde 300 GHz hasta 384 THz. No atraviesan las paredes.

Estas redes inalámbricas que de manera general presentan como ventajas la rápida y fácil instalación de la red sin la necesidad de tirar cableado, los costos de mantenimiento son menores que en una red convencional y permiten la movilidad, se pueden clasificar de acuerdo a su cobertura como se señala a continuación:

**WPAN (Wireless Personal Area Network):**

Son redes inalámbricas que proporcionan cobertura personal (en áreas muy reducidas); son ejemplos de estas tecnologías Bluetooth (muy común en equipos celulares), tecnologías basadas en HomeRF (estándar para conectar todos los teléfonos móviles de la casa y los ordenadores mediante un aparato central); ZigBee (que proporciona comunicaciones seguras y con bajas tasas de transmisión) empleado en domótica.

**WLAN (Wireless Local Area Network):**

Son redes de área local con cobertura mayor que las WPAN; aquí encontramos tecnologías basadas en HiperLAN (Redes LAN de

Radio de alto desempeño) o tecnologías basadas en Wi-Fi (Wireless-Fidelity).

**WMAN (Wireless Metropolitan Area Network, Wireless MAN):**

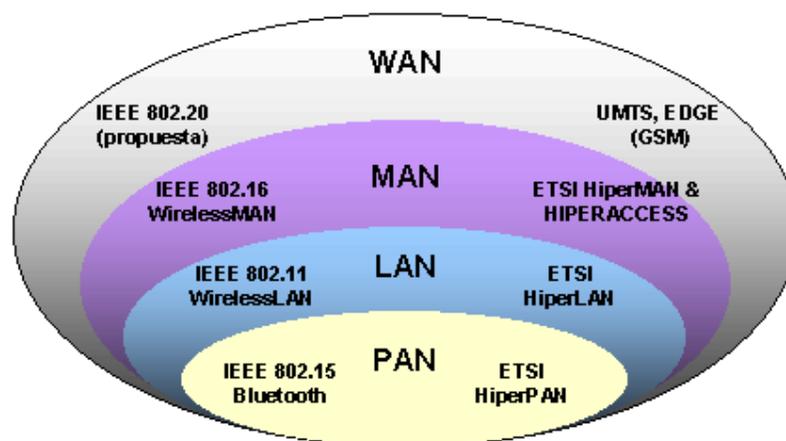
Son redes con radio de cobertura de áreas metropolitanas (varios kilómetros de acuerdo a la tecnología y tipo de equipos empleados) y que cuentan con tecnologías basadas en WiMax (Interoperabilidad Mundial para Acceso con Microondas). También podemos encontrar otros sistemas de comunicación como LMDS (Local Multipoint Distribution Service).

**WWAN (Wireless Wide Area Network, Wireless WAN):**

Estas son redes inalámbricas de cobertura muy extensa (empleadas ampliamente por empresas de telefonía celular). En estas encontramos tecnologías como UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), utilizada con los teléfonos móviles de tercera generación (3G) y sucesora de la tecnología GSM (para

móviles 2G), o también la tecnología digital para móviles GPRS (General Packet Radio Service).

## Posicionamiento de Estándares Wireless



*Figura 2.1 Cobertura y estándares de redes inalámbricas.*

### 2.1 Ventajas de la tecnología inalámbrica sobre el cobre

Existen una gran cantidad de ventajas del uso de tecnologías inalámbricas sobre el cobre; siendo las más destacadas las siguientes:

**Acceso:** Con tecnología inalámbrica clientes de lugares más alejados pueden acceder a un servicio siempre y cuando dispongan de línea de vista hacia la radio base más cercana; mientras que en redes alámbricas se hace necesaria la existencia de nodos cercanos al cliente y de infraestructura de la red en los alrededores de estos nodos (cajas de dispersión en redes SDH o tabs en redes HFC).

**Distancia:** Las distancias de cobertura de una radio base son bastante extensas lo que permite provisionar un servicio a varios kilómetros de distancia con un menor nivel de pérdidas por atenuación respecto a las que se presentan en las líneas de cobre en las que la distancia constituye una verdadera limitante para brindar un servicio a una velocidad determinada.

**Disponibilidad:** El tiempo de disponibilidad en una red inalámbrica es superior al de una red alámbrica en nuestro país básicamente debido al robo de cable para fundir el cobre. Si bien es cierto que el robo de antenas también ocurre este se produce en menor escala, además siempre y cuando la antena esté bien apuntada hacia la radio base y correctamente ajustada la

probabilidad de que se presenten pérdidas o errores de CRC en la última milla son menores que en el caso de redes alámbricas en las que las desconexiones y errores en las líneas de los abonados se pueden presentar por manipulación de estas por parte de técnicos que trabajan en los postes, accidentes de tránsito, etc.

**Resistencia al clima:** En cuanto a variaciones en el clima, las lluvias son uno de los principales inconvenientes que se presentan; en el caso de redes inalámbricas estas afectan a las antenas especialmente cuando existen tormentas eléctricas que pueden quemarlas. Sin embargo los efectos de estas son más negativos en las redes alámbricas en las que causan que los empalmes en los diferentes tramos de la última milla se sulfaten; así como también que los equipos terminales se quemen por inducción eléctrica en las líneas de cobre.

**Mantenimiento:** Los costos de mantenimiento son inferiores en las redes inalámbricas pues en caso de que exista un problema el técnico debe revisar directamente la antena y en el peor de los escenarios cambiarla si ésta se ha dañado. Por otro lado en las redes alámbricas al presentarse un inconveniente se debe revisar

la línea de cobre en toda su extensión incluido el equipo terminal por lo que la cantidad de horas / hombre empleadas es mucho mayor; adicionalmente en caso de un robo de cable todo el tramo debe ser repuesto lo que eleva los tiempos de respuesta para solucionar el problema haciendo el mantenimiento más extenso y costoso.

**Fácil implementación:** El tiempo de implementación de un enlace nuevo en una red inalámbrica es inferior al de una red alámbrica ya que lo único que se requiere es apuntar la antena hacia la radio base más cercana de manera que los niveles de la señal sean los óptimos y a continuación se aprovisiona la antena con los parámetros adecuados para el servicio a brindarse. En el caso de una red alámbrica es necesario la construcción de la última milla de cobre previo a la revisión de los niveles de la señal y configuración requerida del equipo terminal; considerando que además si el cableado debe realizarse en una zona en la que se requiera un permiso municipal (como la zona de regeneración en Guayaquil) el tiempo de la instalación se dilatará. Adicionalmente en zonas rurales en las que no exista la postiería adecuada el cableado se dificultará, lo que deriva en retrasos en la

implementación del servicio o no factibilidad para brindar el mismo.

## **2.2 Definición de la Tecnología**

Existen diferentes posibilidades de sistemas inalámbricos que se pueden utilizar para brindar un servicio de última milla, estos generalmente ofrecen equipos que pueden trabajar en bandas de frecuencia licenciadas como libres.

Considerando el carácter de "propuesta" de nuestro proyecto, se realizará el análisis de equipos que permitan brindar el servicio de última milla en una banda de frecuencia libre debido a que de ésta manera los costos iniciales del proyecto serán menores que en el caso en que se emplee equipos que funcionen en una banda de frecuencia licenciada; esto con la intención de que la propuesta presentada sea lo más realista posible pues en la actualidad, debido a los altos costos de la implementación de los proyectos de telecomunicaciones, los mismos son más atractivos en función de su eficiencia, rentabilidad y costos.

En nuestro caso, dado el tipo de servicio que se desea proporcionar, y considerando que se requiere una tecnología flexible y escalable de tal manera que pueda ser actualizada fácilmente a fin de expandir la red y proporcionar nuevos servicios a futuro, se decidió emplear la tecnología inalámbrica Canopy de Motorola.

Otro punto decisivo para la selección de la tecnología Canopy, fue precisamente el uso de frecuencias que no requieren licencias, lo cual facilita aún más las pruebas previas y la implementación de la red. Aún en el caso en que una frecuencia se encuentre muy utilizada en una región geográfica, Canopy permite codificar los datos de 256 maneras diferentes lo cual prácticamente asegura que la información no se pierda o corrompa por interferencia, inclusive si ésta proviene de otro AP con la misma frecuencia y orientación.

### **2.2.1 Características principales de Canopy**

El sistema Canopy se basa en la tecnología inalámbrica de banda ancha que permite un acceso de alta velocidad a Internet. Este ha

sido diseñado para proporcionar un acceso económico de datos a alta velocidad en la última milla para clientes residenciales y comerciales que en el pasado no contaban con este tipo de servicio o que vivían en localidades donde no existía la infraestructura necesaria.

Canopy de Motorola ofrece como características principales las que mencionamos a continuación:

**Económica:** La solución inalámbrica Canopy funciona en la banda no licenciada de 5.25-5.35GHz y 5.725-5.825GHz por lo que no se requiere adquirir licencias para su funcionamiento en esa banda de frecuencia. Debido a que ésta solución es inalámbrica, los costos iniciales son mucho menores que con cualquier otra opción de conectividad.

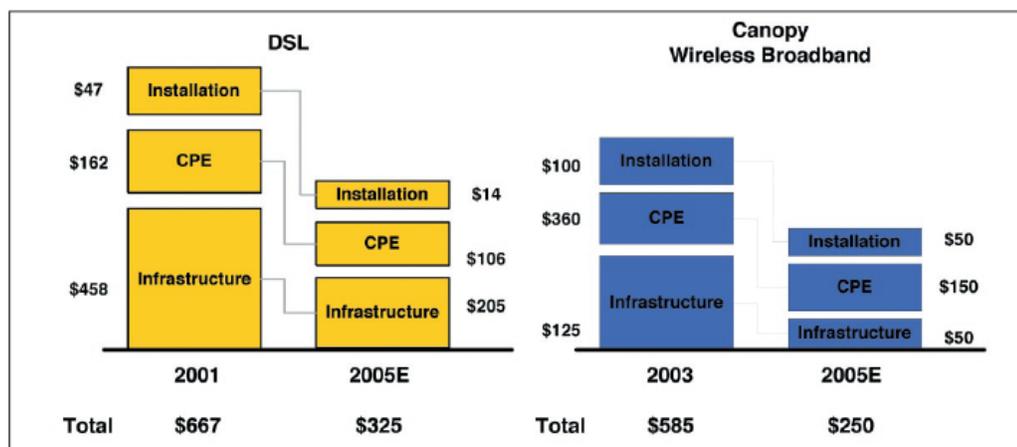


Figura 2.2 Cobertura y estándares de redes inalámbricas.

**Fácil Instalación:** Las redes Canopy son fáciles de instalar gracias a su sencillo diseño. No precisan del tendido de cables, así como tampoco de la instalación de enlaces de microondas o software; el equipamiento se ha agilizado al máximo para poder ponerlo todo en marcha en tiempo récord.

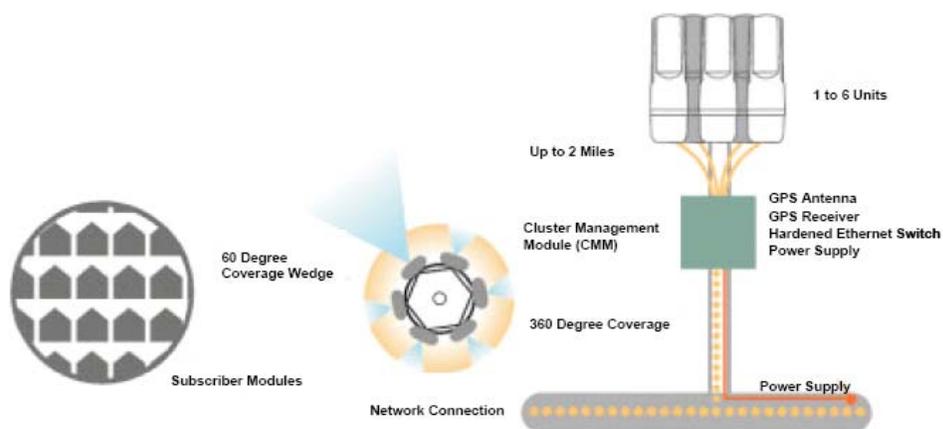
Un sistema Canopy en un solo sitio puede comenzar a prestar servicios rápidamente a una comunidad que se encuentre dentro de 3 kilómetros (2 millas) en la banda de 5.2GHz y hasta 16 kilómetros (10 millas) en la banda de 5.7GHz utilizando un reflector pasivo.

Adicionalmente los AP Puntos de Acceso incluyen todas las capacidades de administración y diagnóstico de la red, necesarias para controlar y supervisar a distancia la red, a través de un NMS.

### 2.2.2 Componentes de un Sistema Canopy

El sistema Canopy consta de tres componentes principales: Punto de Acceso (AP), Módulo Suscriptor (SM) y Unidad Backhaul (BH). Adicionalmente puede constar de un Modulo de manejo de cluster (CMM) y

Supresor de transientes.



*Figura 2.3 Sistema Canopy de Motorola.*

### **2.2.2.1 Punto de Acceso (AP) Cluster**

El AP Cluster es una estación base que puede incorporar de uno a seis módulos AP y hasta dos módulos Backhaul (BH). Cada módulo opera con una antena direccional de 60 grados para proveer cobertura en un sector.

Una de las capacidades únicas del sistema Canopy es su habilidad para sincronizar el período de transmisión de los módulos AP en todos los AP Clusters. El receptor GPS en el módulo de manejo del Cluster (CMM) es la clave para alcanzar el nivel de sincronización del sistema. La sincronización de transmisión de los AP junto con la interfaz de aire con "Canopy Time Division Duplex (TDD)" especialmente diseñada asegura que todos los módulos AP transmitan al mismo tiempo mientras todos los módulos de Suscriptores (SM) están en modo de escucha.

Esta sincronización también asegura que cuando los SMs están transmitiendo, todos los módulos AP están escuchando. Esta sincronización, habilitada por el módulo de manejo del Cluster (CMM), garantiza que el sistema Canopy no produzca interferencia

consigo mismo, por lo que un módulo AP no va a producir interferencia con los otros y de igual manera un módulo de Suscriptores tampoco va a producir interferencia a otros suscriptores. Esta característica única otorga la habilidad de escalamiento a la red, donde los AP Clusters pueden ser añadidos a la red para mejorar la cobertura del sistema o su capacidad sin incrementar la interferencia en el sistema.

El módulo AP opera con una tasa de transferencia de 10 Mbps y tiene un rango de cobertura de aproximadamente 2 millas (5.2 GHz) o 10 millas (5.7 GHz empleando SM con reflector pasivo). Cada AP requiere una fuente de poder de 24-voltios y usa una interfaz 10/100 BaseT Half/Full duplex para interconectarse con el CMM o la conexión de red apropiada.

El AP Cluster tiene 8 puertos útiles que pueden ser configurados para contener cinco componentes principales:

- ❖ Módulo de Manejo de Cluster (Cluster Management Module-CMM)
  - Receptor GPS

– Hardened Ethernet Switch

- ❖ Módulos AP (Un cluster puede soportar hasta seis APs).
- ❖ Supresor de transientes (Un cluster requiere un solo supresor de transientes para proteger la conexión hacia el CMM cuando el modulo BH no es usado con el CMM).
- ❖ Módulos BH (Típicamente se usan 2).
- ❖ Fuente de poder (el AP Cluster está energizado por el CMM el cual requiere una fuente de 110 o 220 VAC ó 24 VDC).

#### **2.2.2.2 Módulo suscriptor (SM)**

El SM es la unidad de suscripción final o el equipo de premisas de usuario (CPE). Este consiste en un módulo simple que opera con una antena integrada de 60 grados. Cada SM puede comunicarse con un módulo AP en cualquier momento. La sincronización y control del SM es lograda por la señal recibida desde el AP.

Los SMs son generalmente localizados en las afueras y con línea de vista (LOS) desde los APs. Una vez que el SM está inicializado,

este escanea los canales de radio de frecuencias (RF) y los registra automáticamente al AP apropiado. Cada SM requiere un cable de categoría 5 para su conexión Ethernet hacia el equipo de premisas IP, con una alimentación de voltaje a esta por medio del mismo cable. El SM usa una fuente de poder de 110 VAC (ACPS110-01 o -02) o una fuente conmutada de 90V-230V (ACPSSW-01) y asociada a un RJ45 para su alimentación.

Para instalar el SM en la ubicación del cliente existe una estructura de montaje universal (SMMB1) disponible y se requiere usar un SMMB1 por cada SM. Además se recomienda usar un protector de transientes Ethernet Canopy (300SS) conectado en la entrada Ethernet del equipo de premisas.

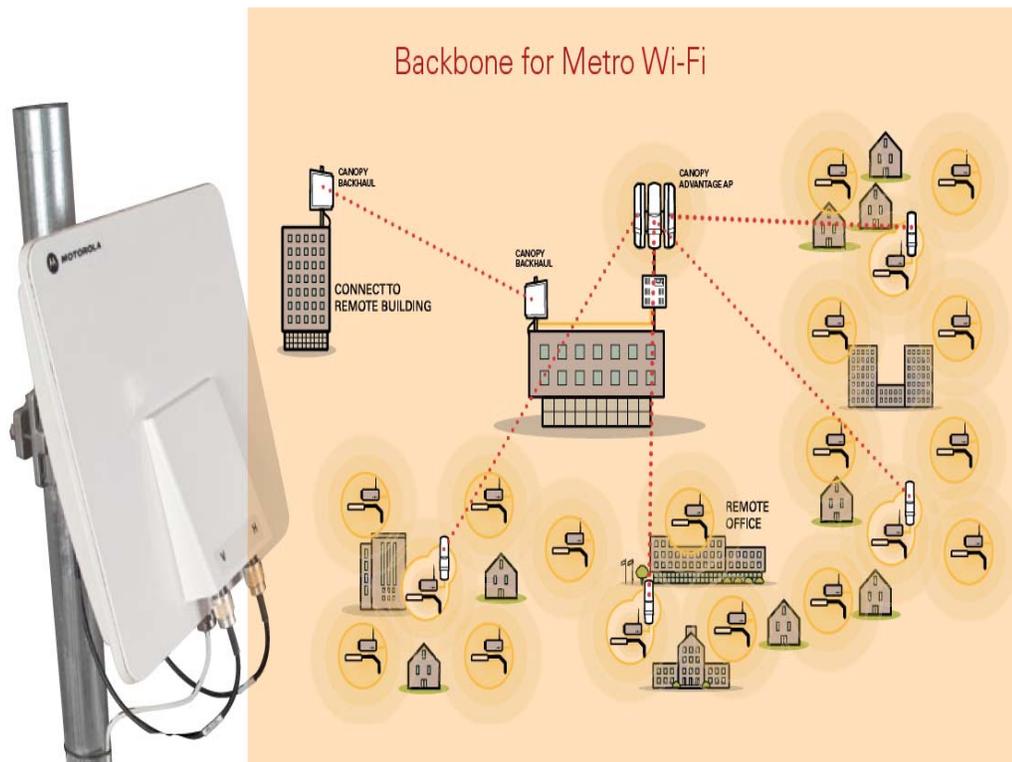
### **2.2.2.3 Módulo Backhaul (BH)**

El modulo BH es un radio punto a punto que lleva tráfico desde y hacia los Cluster AP. Por ejemplo para tener acceso al servicio de Internet desde un ISP y entregarlo a manera de bridge al AP para que se pueda proveer la última milla a través del mismo. Un grupo de módulos BH punto-punto puede ser usado también como un

bridge Ethernet de latencia baja entre dos redes o entre una red y una computadora remota.

Cada módulo BH (5700BHRF) se comunica con otro módulo BH usando una antena direccional. El módulo BH opera con una tasa de 10 Mbps con una tasa de transferencia efectiva de 7 Mbps y un rango aproximado de 35 millas. El radio de ancho de banda (up/down) para un módulo BH es configurado por el operador. Cuando dos pares de BH son configurados back-to-back en una configuración de cadena, cada uno necesita ser configurado con una carga simétrica de 50 (up) y 50 (down). Cada módulo BH recibe su alimentación de poder de 24 VDC desde una fuente de poder (ACPS110-01) o la fuente conmutada de 90V-230V (ACPSSW-01) y asociada a un conector RJ45.

El modulo BH puede estar también conectado con el CMM, el cual proveerá de alimentación de voltaje al modulo y red con los módulos AP en el Cluster AP.



*Figura 2.4 Backbone para Metro Wi-Fi*

También existe en el mercado la línea de BH's con OFDM de alta capacidad, los cuales tienen entre sus ventajas la selección dinámica de la frecuencia de funcionamiento y un mayor rendimiento. Estas antenas proveen una mayor ganancia, lo que implica una comunicación más confiable y sobre distancias mayores incluyendo grandes extensiones de agua e inclusive (según el modelo) algunas de ellas pueden funcionar en ambientes

cercanos a la pérdida de línea de vista tal y como se observa a continuación:

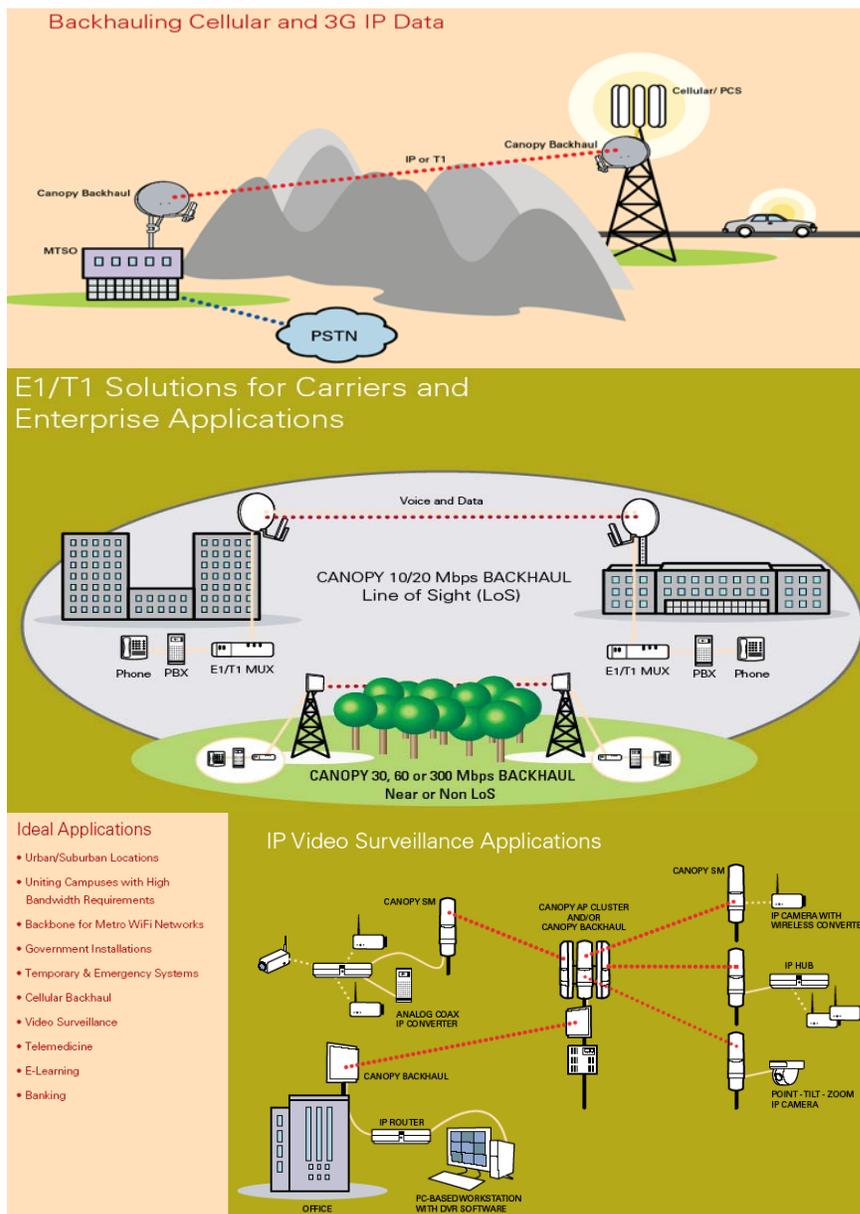


Figura 2.5 Aplicaciones BH

### CON CANOPY, LA INSTALACIÓN ES TAN SENCILLA COMO CONTAR 1-2-3-

**1. Instale el Clúster AP Canopy.**

Un sitio con seis Módulos AP incluye seis Módulos (AP) y un Módulo de Administración de Clústeres (CMM) para un máximo de seis Módulos AP y dos Módulos Backhaul, así como un receptor GPS, antena y un conmutador Ethernet integrado para una fácil conexión a la red.

**2. Instale Módulos Backhaul Canopy (si fuese necesario) para la señal alimentadora de red remota.**

**3. Instale el Módulo Suscriptor en el sitio del cliente.**  
El Módulo Suscriptor incluye un sencillo adaptador de CA para uso interno, y una conexión directa Ethernet con una computadora o red en el hogar.

Para los Proveedores de Servicio, los bloques básicos son: el **Clúster AP Canopy**, el cual incluye los **Módulos de Punto de Acceso (AP)** y un **Módulo de Administración de Clústeres**. Cuando es necesario, un **Módulo Backhaul Canopy (BH)** establece la conexión de Internet con su Clúster AP desde una localidad remota. Un clúster con seis unidades puede servir para hasta 1,200 **Módulos Suscriptores (SM)**, en todas las direcciones. El Módulo Suscriptor Canopy se utiliza en las dependencias del cliente.

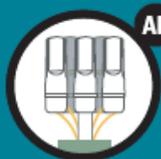
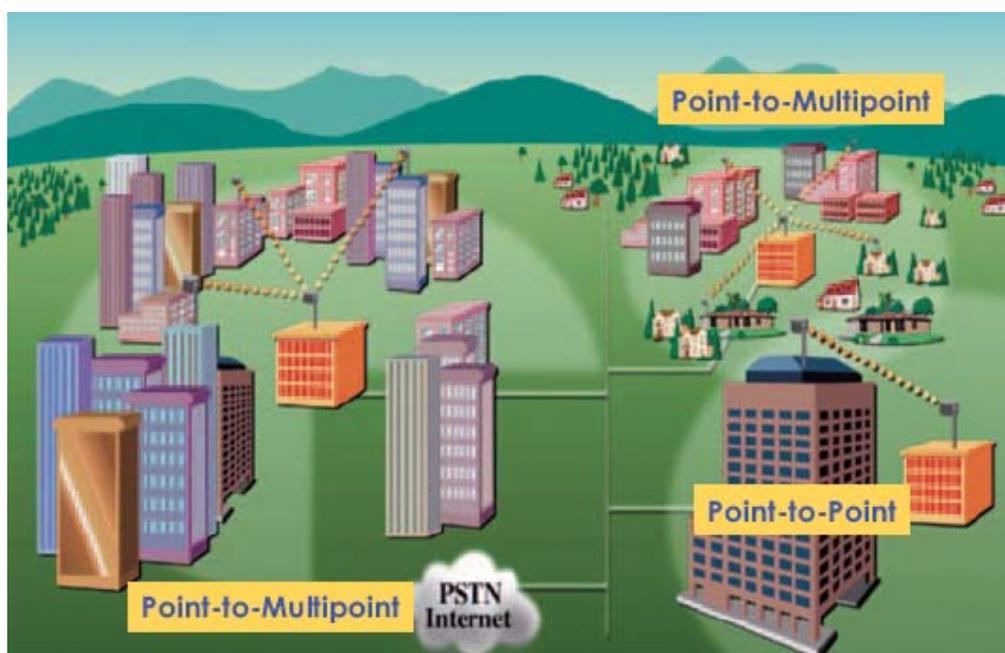


Figura 2.6 Elementos del Sistema Canopy.

### 2.2.3 Configuraciones Lógicas de un Sistema Canopy

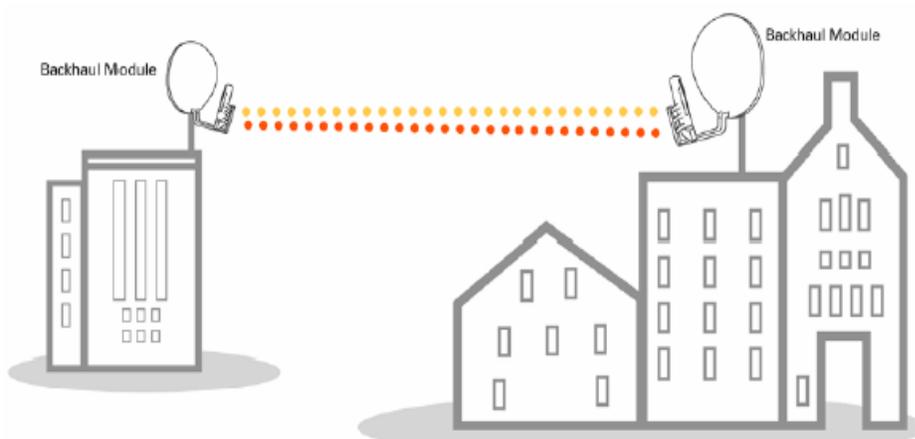
La plataforma inalámbrica Motorola Canopy está disponible en dos configuraciones básicas: Punto-punto y punto-multipunto.



*Figura 2.7 Configuraciones Lógicas de un Sistema Canopy.*

### 2.2.3.1 Sistema punto-punto

La plataforma de Canopy puede ser configurada para formar una red punto-punto que puede ser usada en un backhaul inalámbrico. La configuración de 5.7Ghz punto-punto, puede ser usada hasta 56 Km. haciendo uso del kit reflector. Este kit también reduce de manera significativa las interferencias. Distancias mayores de 56 Km. pueden ser alcanzadas por medio de una configuración en cadena. El sistema punto-punto opera en la banda de 5.7Ghz con una tasa de 10 Mbps y con una tasa de transferencia efectiva de 7 Mbps. Motorola ofrece también un sistema punto-punto a 5.2 Ghz que tiene un rango de 3.2 Km. sin kit reflector.



*Figura 2.8 Sistema Canopy en una configuración Punto – Punto.*

Quantity	Canopy Part Number	Description
2	5700BHRF	Backhaul Module with Reflector Kit
2	ACPS110-01	110VAC Single Module Power Supply
2	300SS	Surge Suppressor
<i>The power supply is only required if the BH Module is not connected to the CMM</i>		

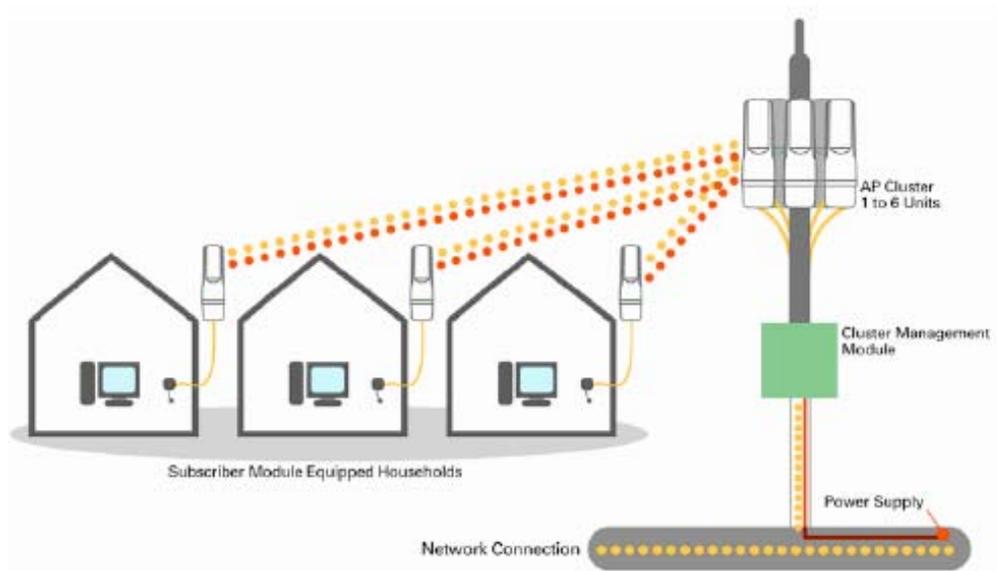
Tabla 2.1 Componentes de un Backhaul Punto – Punto.

### 2.2.3.2 Sistema punto-multipunto

La configuración Canopy punto-multipunto está disponible en las banda de 5.2 o 5.7 Ghz. Cada una de estas bandas provee un rango de línea de vista (LOS) de aproximadamente 3.2 Km. (5.2Ghz) y 16 Km. (5.7Ghz con reflector) entre el módulo AP y el SM usando antenas Canopy. La configuración a 5.7 puede soportar un SM 5.7 con kit reflector (27DR). El kit reflector incrementa la ganancia de transmisión recepción del SM en aproximadamente 17 db, por lo que incrementa el rango entre el módulo AP y el SM en aproximadamente 10 Km. LOS.

El sistema punto-multipunto habilita el envío de accesos de banda ancha a múltiples locaciones. El sistema mostrado fue desarrollado para mejorar el rendimiento en escenarios de alta y baja densidad en presencia de interferencias externas. De ahí, una configuración punto-multipunto puede ser desarrollado en ambientes urbanos o rurales.

Un cluster AP inalámbrico puede contener de 1 a 6 módulos AP. Cada módulo entrega hasta 6 Mbps de datos efectivos con conectividad de aproximadamente 200 suscriptores. Seis módulos AP en cluster puede entregar una cobertura de 360 grados con un radio aproximado de 3.2 Km. (5.2Ghz) o 16 Km. (5.7Ghz con reflector). Un simple SM tiene un máximo de 4 Mbps de velocidad.



*Figura 2.9 Sistema Canopy en una configuración Punto-Multipunto.*

Quantity	Canopy Part Number	Description
1	5700AP	5.7 GHz Access Point (AP) Module
2	5700SM	5.7 GHz Subscriber Module
3	ACPS110-01	110 VAC Single Module Power Supply
3	N/A	Straight Through CAT5 Cable
1	N/A	Crossover CAT5 Cable
1	SMMB1	Universal Mounting Bracket
1	27RD	Reflector Kit
1	300SS	Outdoor Surge Suppressor
1	CPY001-CD	Canopy Sales Overview Training Course on CD
1	CPY002-CD	Canopy Technical Overview Training Course on CD
1	N/A	Canopy Trial Kit Quick Starter Guide
1	CPY003-CD	Canopy User Guides (Coming Soon)

Tabla 2.2 Componentes del Kit de Prueba para 5.7 GHz (TK10004).

### 2.3 Análisis de mercado en Zona Geográfica de Interés

A fin de poder establecer las áreas de cobertura tanto en los cantones de la Península de Santa Elena, así como también en las poblaciones aledañas que no poseen los servicios de Internet y telefonía de forma masiva, se hace preciso elaborar un análisis del mercado potencial a través de encuestas en las áreas pobladas y preferentemente comerciales de la región de interés.

De ésta manera podemos definir como las zonas seleccionadas para realizar el análisis de mercado a los cantones de Salinas, Libertad, Santa Elena y las poblaciones de San Pablo y Manglaralto. También se realizaron encuestas en las poblaciones de Ballenita, Punta Centinela, Punta Barandúa, Punta Blanca básicamente por encontrarse muy cercanas a las zonas de interés o a lo largo del camino a estas.

De las encuestas realizadas se desprenden los siguientes resultados:

<b>Población</b>	<b>Encuestados</b>	<b>Poseen Internet</b>	<b>Poseen Telefonía</b>	<b>Quieren Internet Banda Ancha</b>	<b>Quieren Telefonía</b>
<i>Salinas</i>	60	20	50	50	20
<i>Libertad</i>	30	12	23	20	10
<i>Santa Elena</i>	30	11	20	15	15

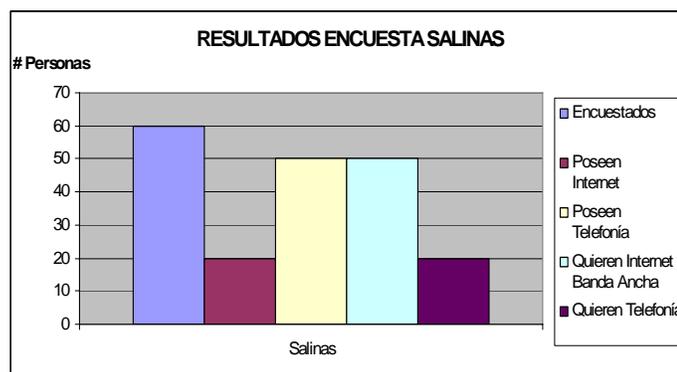
<i>Ballenita</i>	20	10	10	10	17
<i>Punta Centinela</i>	10	3	5	5	3
<i>Punta Barandúa</i>	10	2	4	4	4
<i>Punta Blanca</i>	10	4	7	7	1
<i>San Pablo</i>	15	4	7	7	6
<i>Manglaralto</i>	15	5	9	9	3
<b>TOTAL</b>	200				

Tabla 2.3 Resultados de encuestas a clientes potenciales.

En base a los resultados obtenidos podemos realizar el siguiente análisis en cada una de las zonas seleccionadas:

**Salinas:**

Como se aprecia en las figuras 2.10, 2.11 y 2.12 los clientes que desean el servicio de Internet es más elevado al número de clientes que ya poseen el servicio lo que indica que el mercado existente es bastante amplio. En cuanto al servicio de telefonía el porcentaje de personas que desearían una línea telefónica es inferior al porcentaje de personas que ya disponen de este servicio sin embargo supera el 30% por lo que este producto presentaría una demanda considerable. En esta ciudad las encuestas se realizaron en la zona hotelera y en la avenida principal de ingreso a la misma.



*Figura 2.10 Resultados Encuesta Salinas.*

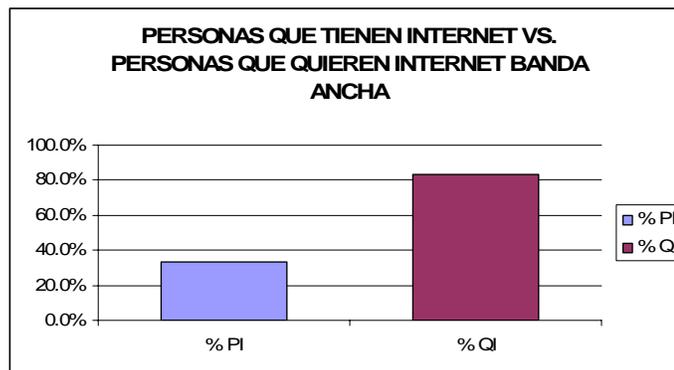


Figura 2.11 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en Salinas.

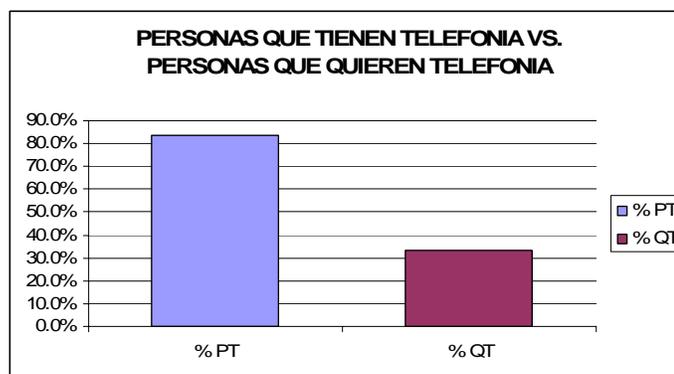
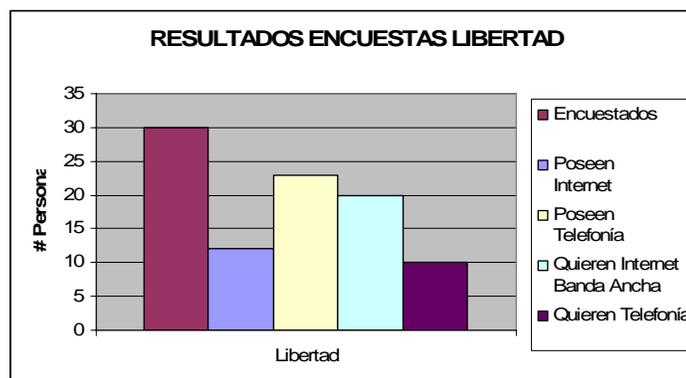


Figura 2.12 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en Salinas.

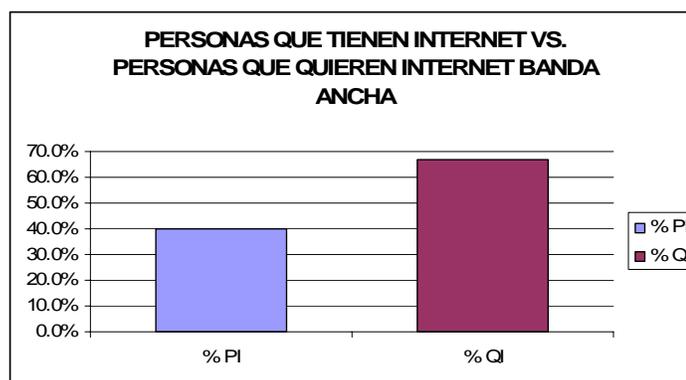
### **Libertad:**

Como se aprecia en las gráficas en la parte inferior al igual que en Salinas, la demanda de Internet supera el 60% y es mayor a la demanda de telefonía. Sin embargo el porcentaje de personas que

quieren líneas telefónicas es similar al que se presenta en Salinas. Las encuestas para el cantón Libertad se realizaron a lo largo de la calle principal sobre la que se asientan un sin número de locales comerciales tales como farmacias, cybers, bancos, etc. También se debe considerar que en este cantón existe un puerto marítimo y la estación de Petrocomercial, localidades que pueden ser consideradas también como clientes potenciales.



*Figura 2.13 Resultados Encuesta Libertad.*



*Figura 2.14 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en Libertad.*



*Figura 2.15 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en Libertad.*

### ***Santa Elena:***

En el cantón Santa Elena se realizó las encuestas en los alrededores del Parque de la ciudad donde se encuentran los mayores asentamientos comerciales, así como también el Municipio, la Gobernación y Defensa Civil.

Como se observa en las figuras a continuación el requerimiento de los servicios tanto de Internet como de telefonía en este cantón es algo mayor respecto a Salinas y Libertad debido a que la cobertura actual es muy pobre pues este cantón es menos turístico que los ya mencionados.

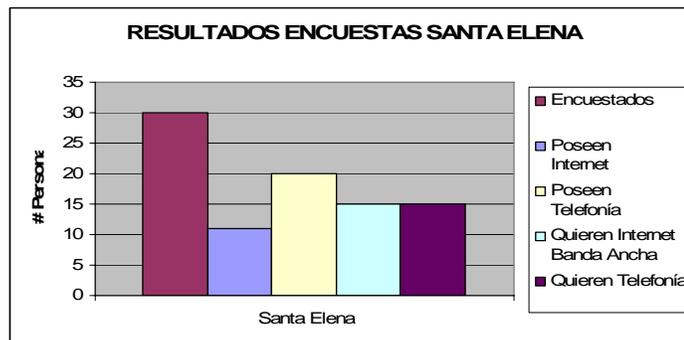


Figura 2.16 Resultados Encuesta Santa Elena.

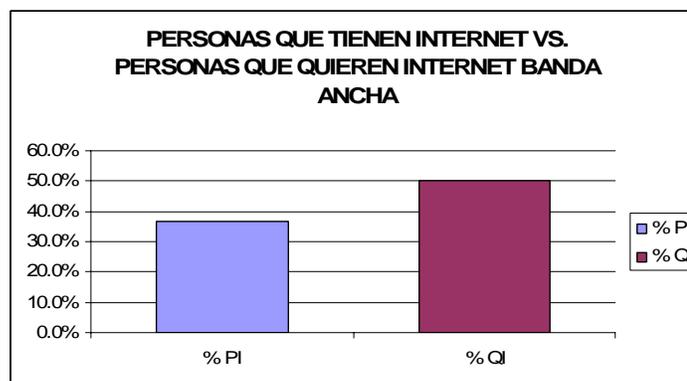


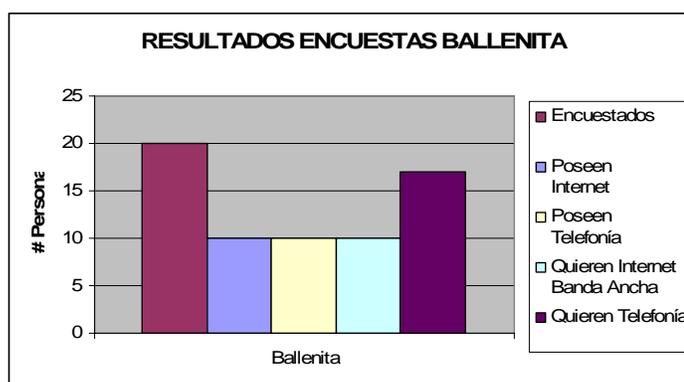
Figura 2.17 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en Santa Elena.



Figura 2.18 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en Santa Elena.

**Ballenita:**

Debido a la menor densidad de negocios en esta población la encuesta fue realizada a 20 personas en diferentes lugares debido a la pequeña extensión del lugar.



*Figura 2.19 Resultados Encuesta Ballenita.*

Como se observa en la figura 2.20 el 50% de las personas encuestadas afirmaron poseer el servicio de Internet, pero de la misma forma el 50% desea contar con un servicio de Internet de banda ancha.

Respecto al servicio de telefonía tal como se puede notar en la figura 2.21, la demanda sería elevada en este lugar; a diferencia de lo que sucede en las ciudades analizadas anteriormente: Salinas, Libertad y Santa Elena donde el mayor requerimiento era el de Internet.

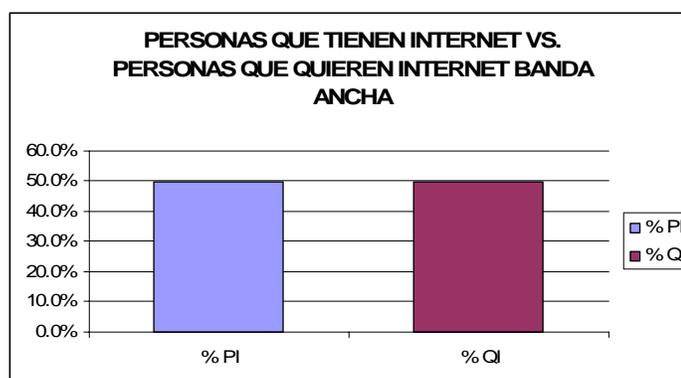


Figura 2.20 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en Ballenita.

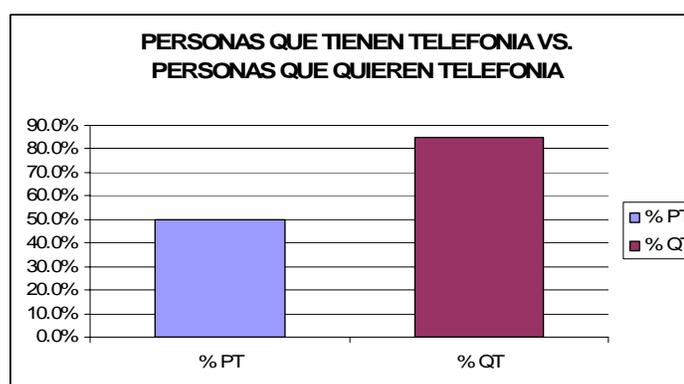
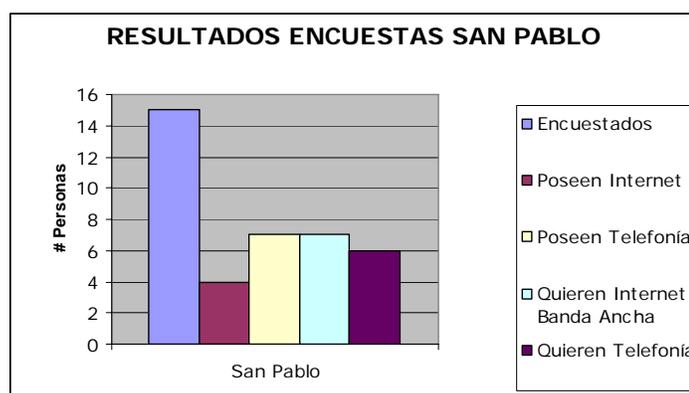


Figura 2.21 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en Ballenita.

En este caso debemos considerar que si bien Ballenita no posee una gran cantidad de habitantes, debe ser tomada en cuenta como parte del mercado potencial no sólo por que posee un porcentaje elevado de demanda de ambos servicios, sino además por su cercanía a Santa Elena con lo que su cobertura inalámbrica está asegurada.

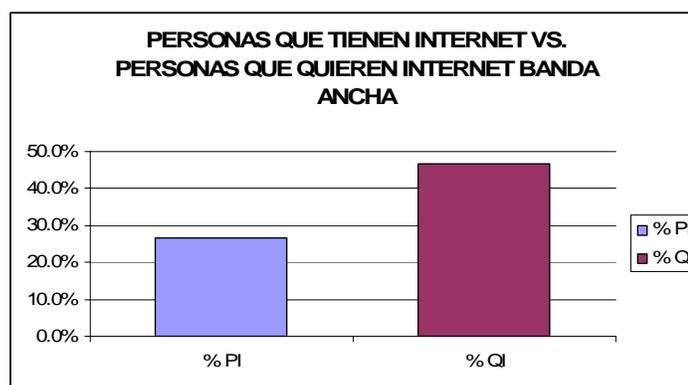
### ***San Pablo:***

La población de San Pablo es principalmente pesquera, por lo tanto nuestras encuestas se enfocaron hacia ese sector. También se debe considerar que esta población posee un alto potencial turístico.



*Figura 2.22 Resultados Encuesta San Pablo.*

Los resultados que arrojaron las 15 encuestas realizadas nos dan una idea de que se tendría clientes potenciales en ambos servicios, aproximadamente en un 40%.



*Figura 2.23 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en San Pablo.*



*Figura 2.24 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en San Pablo.*

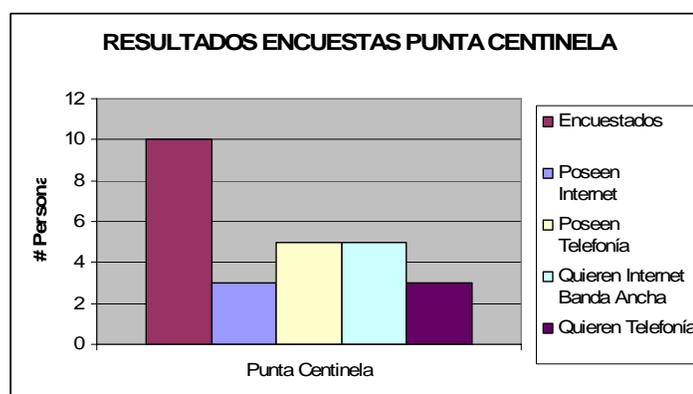
A continuación se presentan los resultados de las encuestas realizadas en las poblaciones de Punta Centinela, Punta Barandúa y Punta Blanca las cuales se encuentran sobre la costa a lo largo de la carretera Santa Elena – San Pablo. Es importante mencionar que en estas poblaciones la mayoría de edificios o ciudadelas privadas pertenecen a propietarios que no habitan dichos departamentos de manera perenne, sino que los ocupan generalmente durante la temporada de playa.

En estas tres poblaciones se realizaron 10 encuestas en cada una de ellas para tener una idea de que tan factible era que se pueda comercializar el servicio de Internet o telefonía considerando que la población en estas es flotante. Como se observa en los gráficos correspondientes a cada población, pese a que los propietarios de estos lugares sólo los emplean para vacacionar, existe una demanda considerable de los servicios ofrecidos.

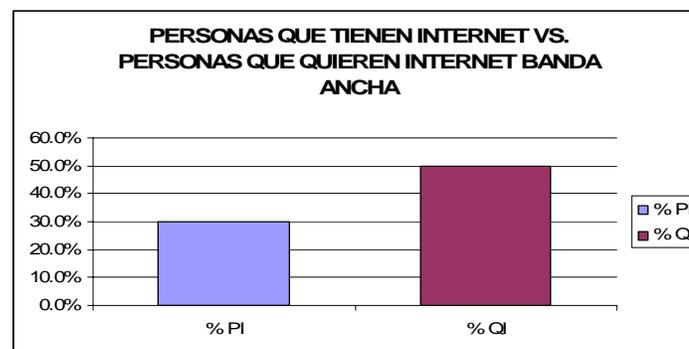
En todo caso considerando la cercanía de estas poblaciones a nuestras zonas de interés, no existiría ningún problema para proveerles de algún servicio si se tiene en cuenta que están dentro del alcance de una radio base ubicada ya sea para dar cobertura a

nuestra zona de interés Santa Elena o San Pablo lo cual no se lograría con tanta facilidad si la última milla fuese de cobre.

***Punta Centinela:***



*Figura 2.25 Resultados Encuesta Punta Centinela.*



*Figura 2.26 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en Punta Centinela.*



Figura 2.27 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en Punta Centinela.

**Punta Barandúa:**

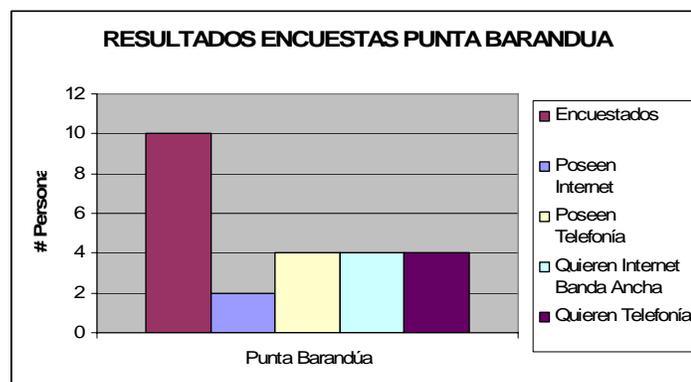
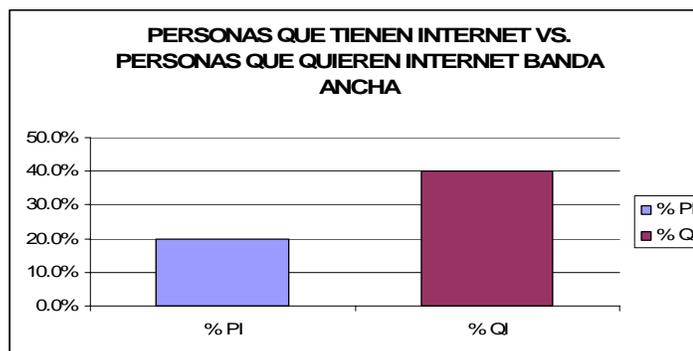
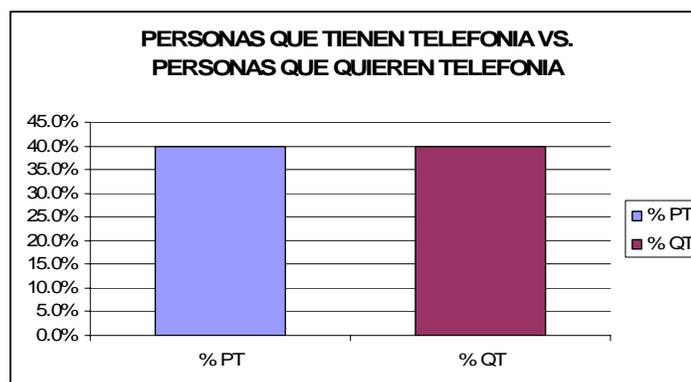


Figura 2.28 Resultados Encuesta Punta Barandúa.



*Figura 2.29 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en Punta*

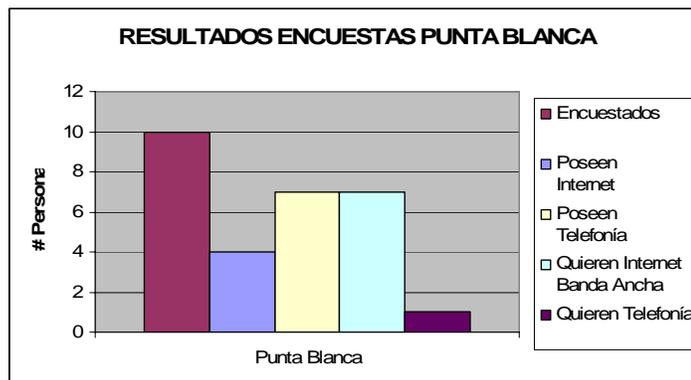
*Barandúa.*



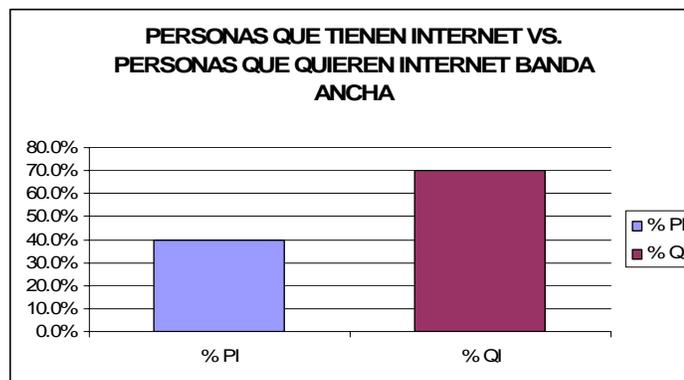
*Figura 2.30 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en Punta*

*Barandúa.*

**Punta Blanca:**



*Figura 2.31 Resultados Encuesta Punta Blanca.*



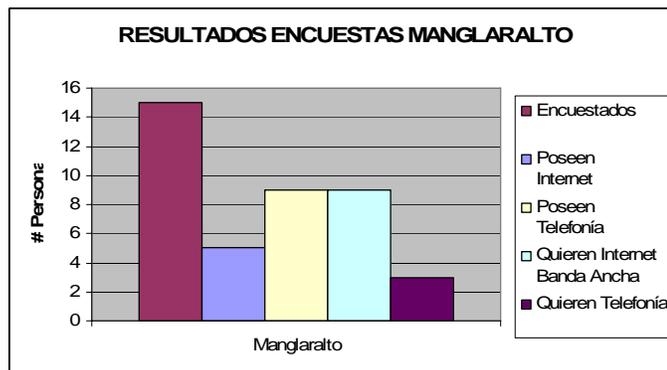
*Figura 2.32 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en Punta Blanca.*



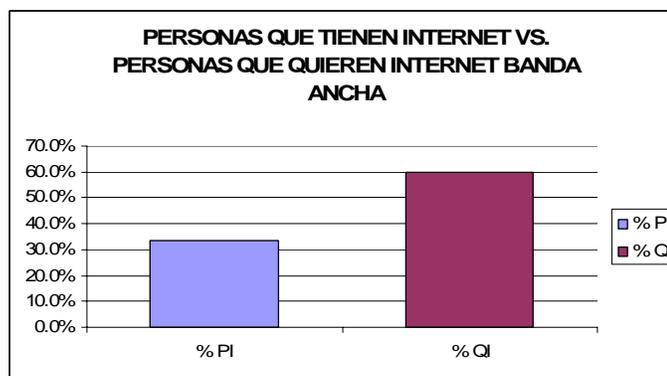
*Figura 2.33 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en Punta Blanca.*

***Manglaralto:***

Al igual que San Pablo, esta población es pesquera y tal como se puede observar en los gráficos obtenidos de las encuestas realizadas, aproximadamente el 60% de los entrevistados desearían tener un servicio de Internet de banda ancha lo que nos habla a las claras de la existencia de un mercado por explotar.



*Figura 2.34 Resultados Encuesta Manglaralto.*



*Figura 2.35 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en Manglaralto.*

Respecto al servicio de telefonía, al parecer la demanda es bastante inferior pero de cualquier manera al contar con cobertura del servicio de Internet también se podría contar con el servicio de

telefonía por lo que se podría atender una demanda creciente de este servicio si se presenta en un futuro.



*Figura 2.36 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en Manglaralto.*

A partir del análisis de cada una de las zonas de interés, se pueden establecer las siguientes gráficas a fin de tener una idea más precisa de cómo estaría distribuido el mercado de clientes entre las diferentes ciudades y poblaciones en las que se realizaron las encuestas. Esto nos permitirá establecer las zonas a cubrirse y la posición de las radio bases así como también el número de puntos de acceso que se coloquen de acuerdo a la demanda de servicios existente en cada una de dichas zonas.

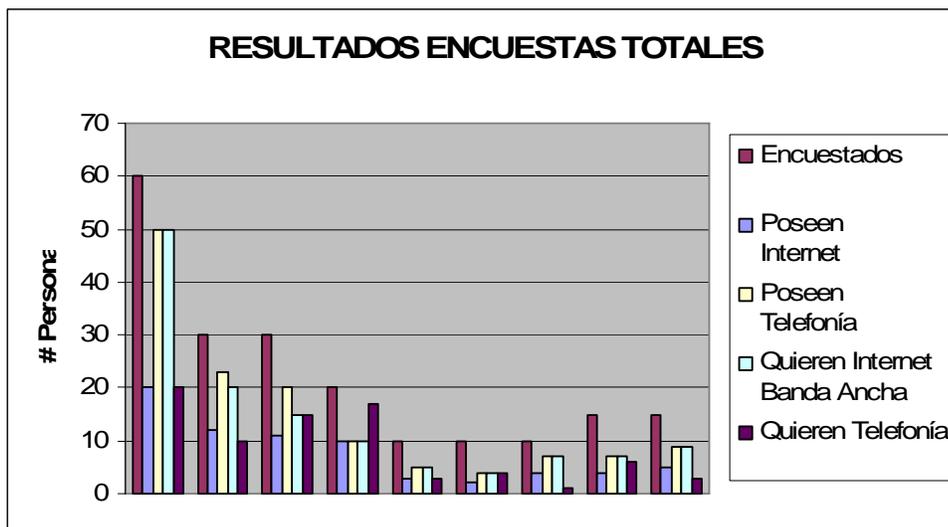


Figura 2.37 Resultados Totales Encuestas.

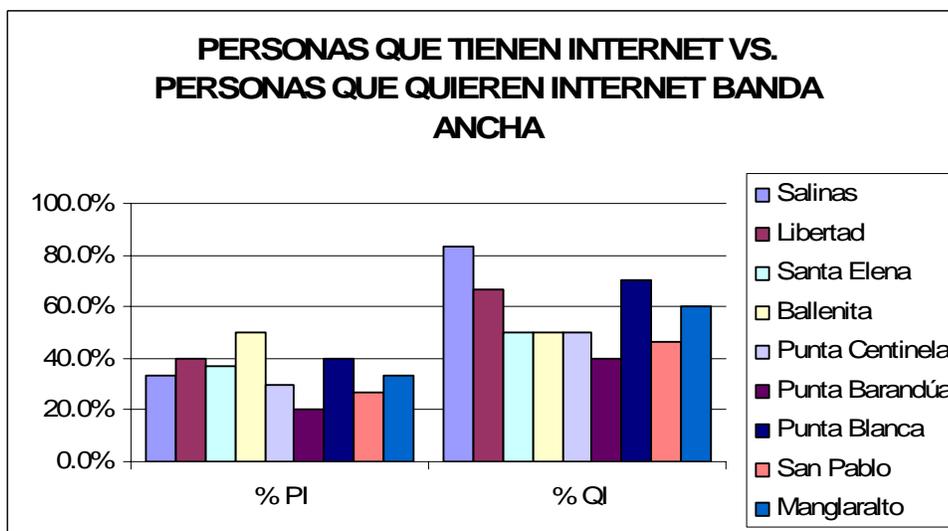
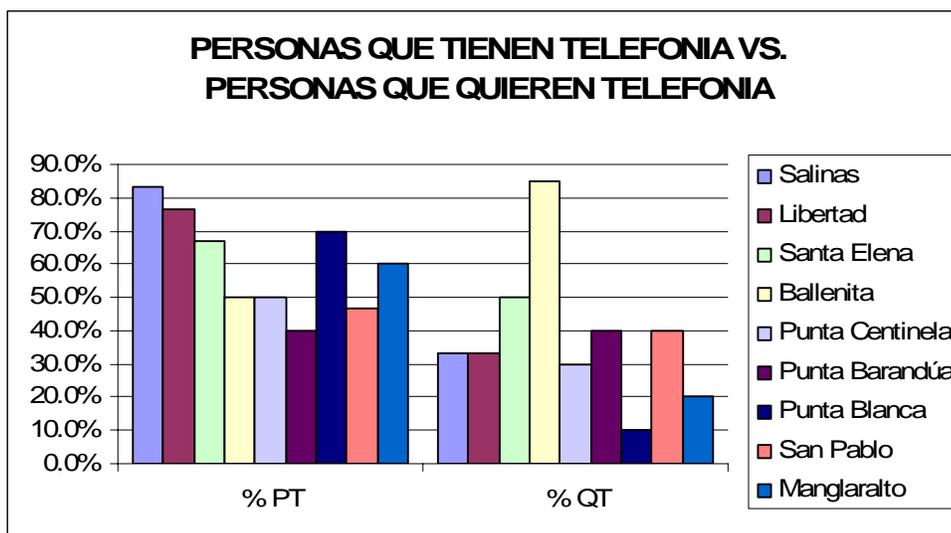


Figura 2.38 Análisis porcentual de clientes potenciales de Internet en zonas de interés.



*Figura 2.39 Análisis porcentual de clientes potenciales de telefonía en zonas de interés.*

### 2.3.1 Establecimiento de áreas de cobertura

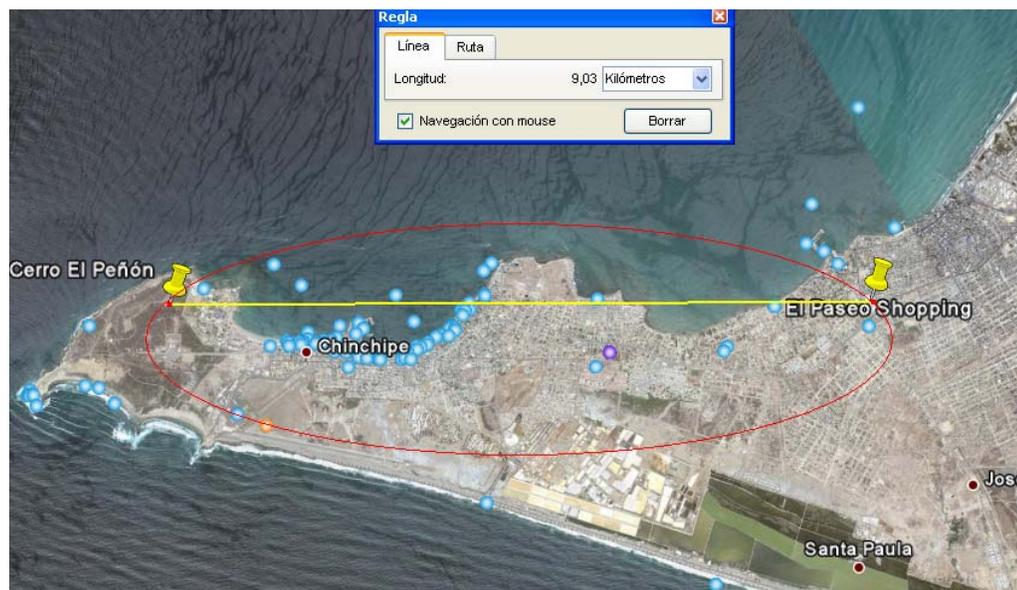
De acuerdo a los resultados obtenidos con las encuestas realizadas en los diferentes cantones y poblaciones seleccionadas se establecieron las áreas de cobertura. El modelo de la encuesta realizada se adjunta como documento anexo.

Con este fin se empleó la herramienta Google Earth, misma que se la puede descargar de manera gratuita del Internet, con la que se

realizaron las capturas de las imágenes de las diferentes áreas a cubrir, se señalaron mediante hitos (de color amarillo) los puntos referenciales y también se marcó la longitud en kilómetros de la mayor distancia existente entre 2 puntos ubicados dentro de la misma área de cobertura.

Adicionalmente es preciso mencionar que con la ayuda de ésta herramienta se puede tener una idea clara de cuales son las regiones con mayor densidad de población para tratar de establecer las áreas de cobertura sobre estas regiones y no desperdiciar recursos cubriendo zonas que se encuentran deshabitadas y hasta desérticas.

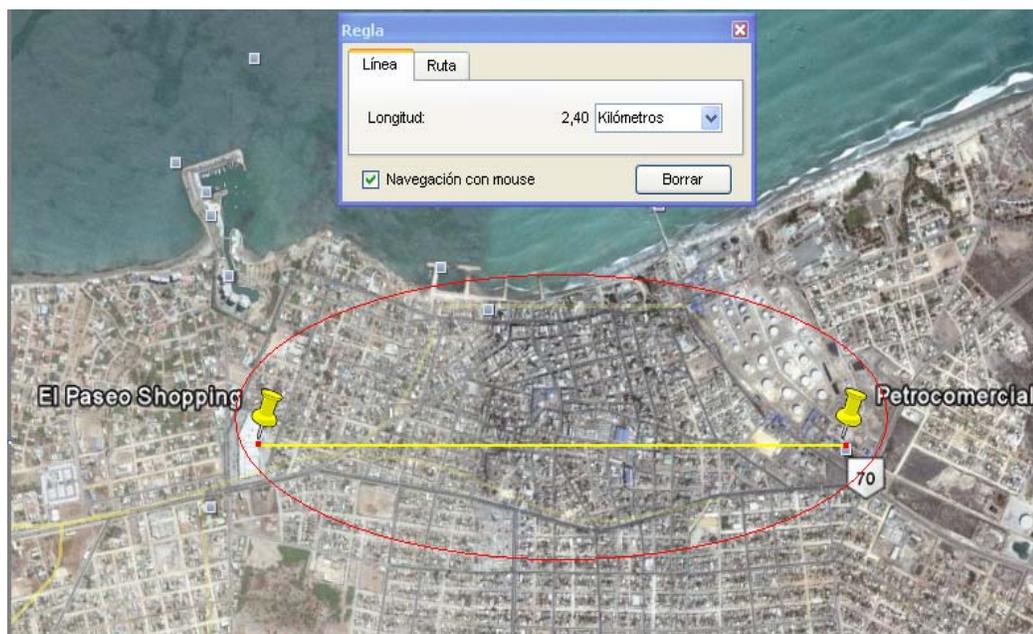
**Salinas:** Cobertura longitudinal desde la Escuela Superior Naval hasta el C.C. El Paseo Shopping. La distancia longitudinal máxima de extremo a extremo es de aproximadamente 9 Km. Dentro de ésta extensión se encuentra ubicada la extensa zona hotelera del cantón así como también los edificios de departamentos privados y ciudadelas residenciales, el Club de Yates de Salinas, etc.



*Figura 2.40 Zona a cubrir en el cantón Salinas.*

**Libertad:** Cobertura longitudinal del cantón Libertad desde Petrocomercial hasta el C.C. El Paseo Shopping.

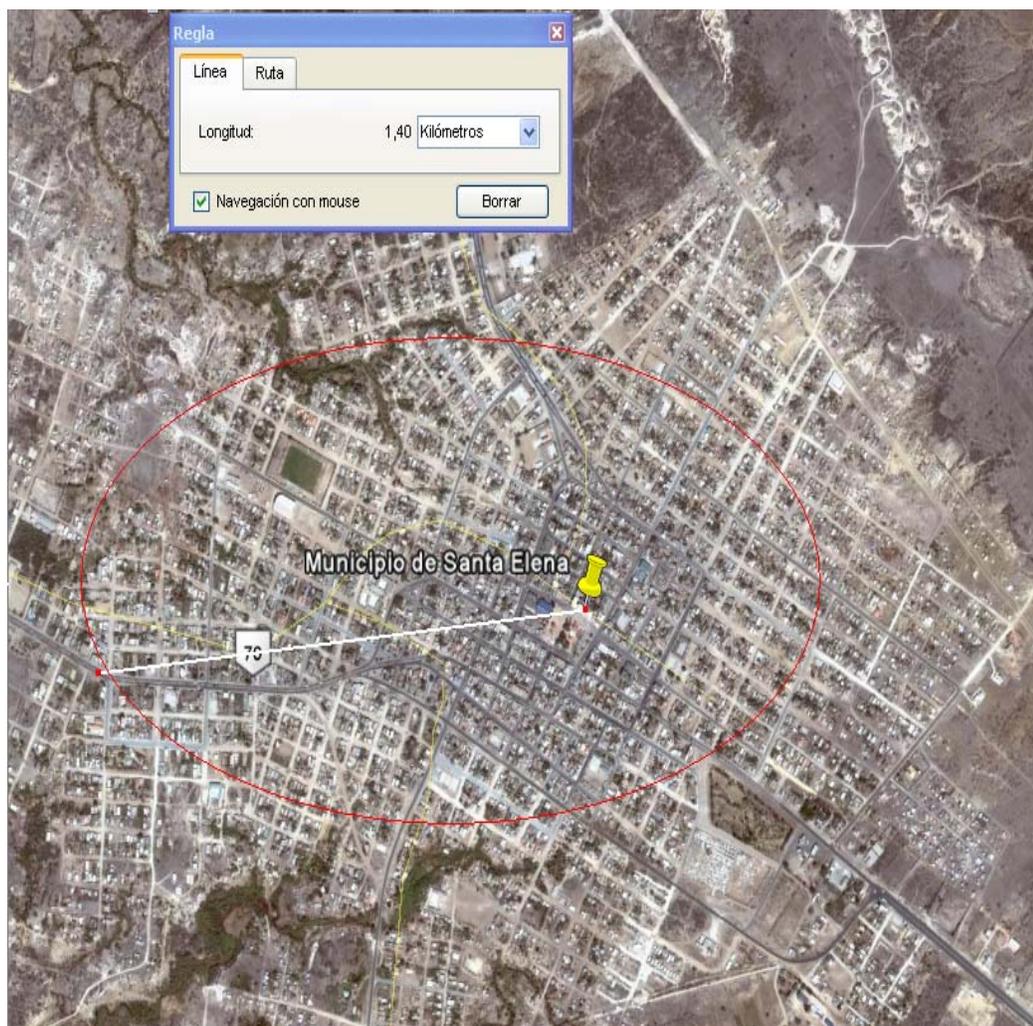
En la figura 2.41, se aprecia claramente la ubicación de la zona comercial a la izquierda de Petrocomercial; en ésta se encuentran una gran cantidad de negocios de todo tipo: bancos, farmacias, cybers, etc.



*Figura 2.41 Zona a cubrir en el cantón Libertad.*

**Santa Elena:** Cobertura del cantón, en la zona que presenta mayor cantidad de población, en los alrededores del Municipio y el parque.

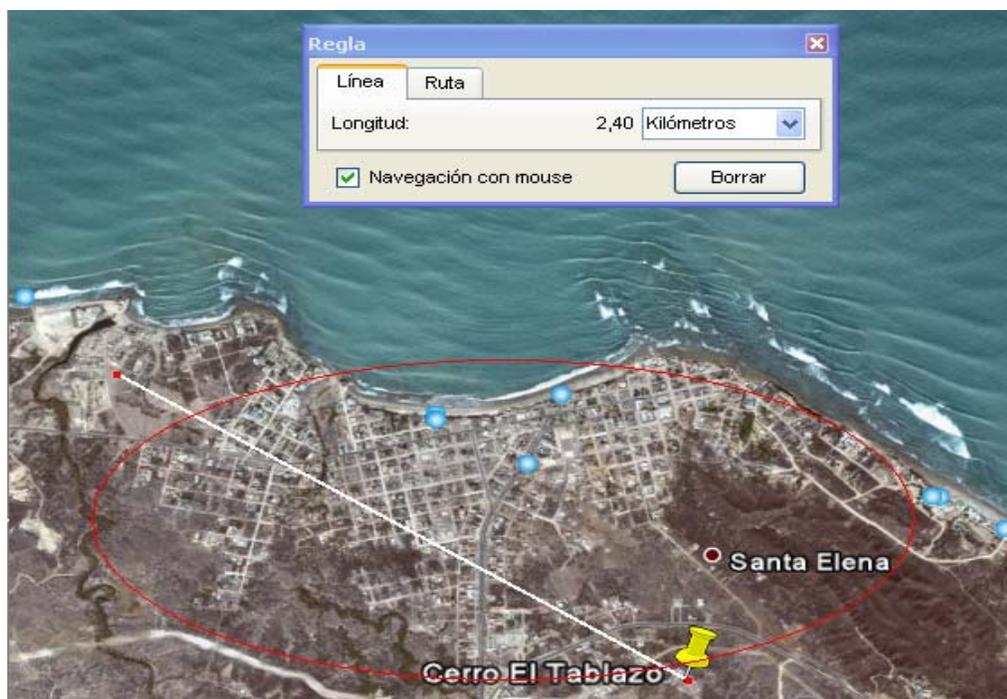
En este cantón si bien no es demasiado extenso, no se hace preciso tener un área a cubrirse de mayor tamaño pues existe una buena cantidad de sitios que se encuentran poblados pero a manera de invasiones lo cual no constituye un mercado potencial para el proyecto planteado.



*Figura 2.42 Zona a cubrir en el cantón Santa Elena.*

**Ballenita:** Cobertura longitudinal de ésta población que se encuentra prácticamente a los pies del cerro el Tablazo, existiendo desde el punto más distante a dicho cerro 2.4 km aproximadamente. De acuerdo a la ubicación de la radio base para

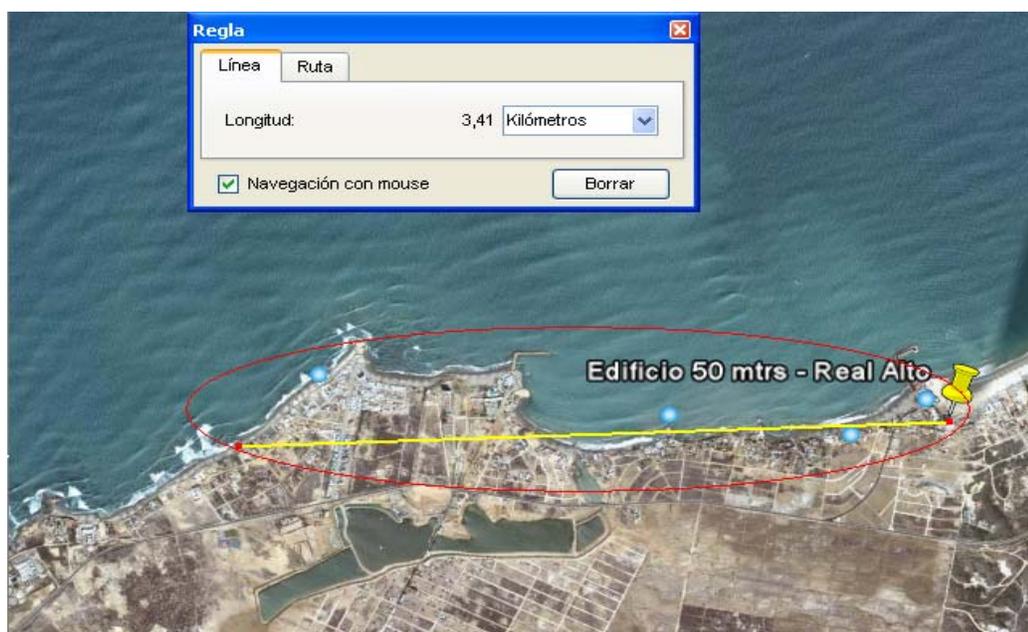
dar servicio al sector se podría llegar inclusive a la playa de Capaes.



*Figura 2.43 Zona a cubrir en la población de Ballenita.*

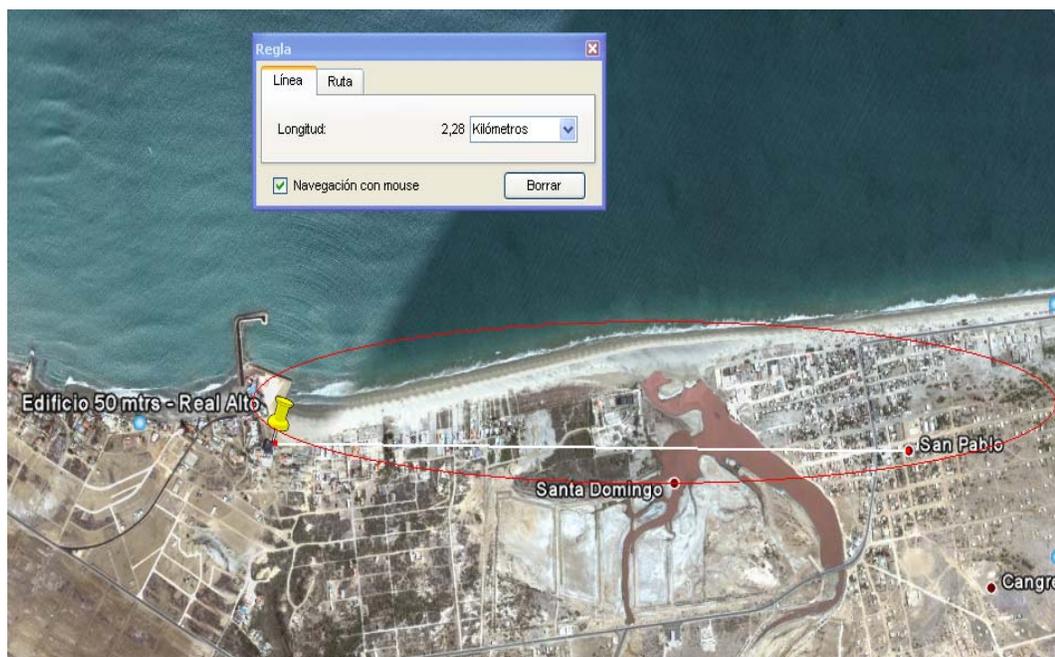
***Punta Centinela, Punta Barandúa, Punta Blanca:*** Como se mencionó previamente estos sectores solamente serán cubiertos si la geografía de la región se presta para ello, pues tal y como se señaló estas son poblaciones que están asentadas sobre la costa en la vía Santa Elena – San Pablo. Tomando como punto

referencial el edificio Real Alto ubicado al final de Punta Blanca se observa que de extremo a extremo en la zona seleccionada existe una distancia de unos 3.4 km.



*Figura 2.44 Zona a cubrir en las poblaciones de Punta Centinela, Punta Blanca y Punta Barandúa.*

**San Pablo y Manglaralto:** Tanto en San Pablo como en Manglaralto el interés es mayormente debido a la industria pesquera existente en estos lugares.

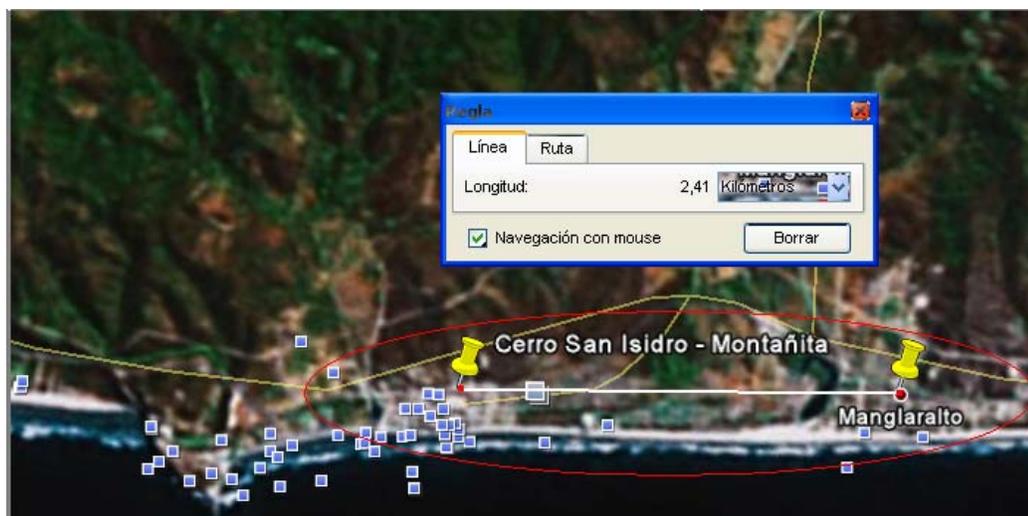


*Figura 2.45 Zona a cubrir en la población de San Pablo.*

En el caso de la población de Manglaralto es necesario señalar que se encuentra aproximadamente a una distancia de 20 km de San Pablo que es el área a cubrir más cercana de entre todas las seleccionadas.

También es preciso indicar que las imágenes de la población de Manglaralto que la herramienta Google Earth nos facilita no son de muy buena calidad respecto a las existentes para todas las otras poblaciones y cantones; sin embargo nos permiten tener una idea

de la distancia existente en dicho lugar y hacia las otras áreas a cubrirse.



*Figura 2.46 Zona a cubrir en la población de Manglaralto.*

## CAPITULO 3

### **3 Ubicación de Radio bases**

El desarrollo de este capítulo se concentra en el análisis y toma de decisión de la ubicación precisa de las radio bases que se utilizarán para lograr nuestros objetivos de cubrir la mayor parte del territorio de la provincia de Santa Elena.

Por otro lado se detallarán los diferentes factores que se necesitan tomar en cuenta al momento de la implementación de un proyecto de esta magnitud y características, como por ejemplo; análisis del terreno, factores ambientales, posibles fuentes de ruido, interferencia de canales adyacentes, efecto de captura, etc.

Por último veremos la configuración ideal que deben tener las radios base para su funcionamiento óptimo con el objetivo de cubrir nuestras necesidades.

### **3.1 Análisis de zona de cobertura**

Tomando como base las figuras 2.40 a 2.46 en las cuales se especifican las diferentes zonas de cobertura, se tiene como necesidad ahora especificar el punto exacto en el cual se instalarán las diferentes radio bases necesarias para cumplir nuestro objetivo, antes de hacerlo hay que tomar en cuenta tres factores importantes

- Infraestructura
- Análisis topográfico
- Factores ambientales

#### **3.1.1 Infraestructura**

Se debe tomar en cuenta que la instalación de las antenas se debe realizar en un sitio que nos ayude a asegurar la máxima área de cobertura. Normalmente, se debe montar la antena en un lugar alto y en lo posible libre de obstrucciones. Se obtiene un mejor desempeño en transmisión y recepción cuando las antenas se encuentran a la misma altura y con línea de vista (LOS) entre sí.

Se debe colocar entonces los puntos de acceso en o cerca del techo.

### **Las inspecciones:**

Es recomendable realizar una inspección del lugar antes de proceder con la instalación para que se puedan detectar obstrucciones o se requiera áreas de cobertura en lugares complejos, como por ejemplo clientes a los cuales el acceso a su centro de cómputo demanda mayor trabajo por la disposición de obstrucciones en las instalaciones.

### **3.1.2 Análisis Topográfico**

El terreno es un factor crucial cuando se trata de tener una línea de vista adecuada entre nuestros equipos, a continuación analizaremos en primera instancia este requerimiento.

#### **Línea de Vista.**

En general la línea de visión directa es necesaria para comunicaciones en la banda de 2,4 GHz

En estos sistemas puede definirse que la existencia de una línea de visión es requisito indispensable. El punto es como determinar si existe. Para ello el primer aspecto es identificar si existe una línea óptica de visión entre los dos puntos de ubicación de las antenas, esto puede lograrse con un flash o espejo que en condiciones de intenso sol, permita general destellos luminosos visibles desde el otro extremo. Con la línea óptica de visión establecida el segundo punto es valorar el recorrido entre los dos puntos y la existencia de la línea de visión en términos de RF, que se asocia a la claridad existente en la llamada zona de Fresnel. La zona de Fresnel existe como un elipsoide co-axial entre las 2 antenas. Como norma se asume que entre el 60 y 70% de la zona de Fresnel debe estar libre de obstáculos. Con un GPS se puede determinar fácilmente las alturas y distancias a objetos que potencialmente pueden ser obstáculos.

En este punto se debe realizar el cálculo de la zona de Fresnel y valorar las medidas necesarias para que quede libre de obstáculos.

Para distancias cortas, entiéndase menores de 5 Km, las características del recorrido no tiene un efecto crítico, no así para grandes distancias donde la única forma de lograr buenos resultados es mediante el empleo de Sistemas de computo y aplicaciones diseñadas para estos fines. Aquí se deben analizar los puntos curvatura y reflexión en la tierra, superficies metálicas, líquidas, etc.

El comportamiento de las ondas electromagnéticas, aun en condiciones de no interferencia, sufre el efecto de atenuación por la propagación en el espacio libre. Esta expresión se describe por:

$$L_p = 32.4 + 20 \log f + 20 \log d \text{ dB}$$

Donde:

$L_p$ : Perdidas por propagación en espacio libre.

$f$ : Frecuencia en MHz

$d$ : Distancia en Kms

En un sistema real, es evidente que para el cálculo de la potencia real a la entrada del receptor, deberán considerarse también:

- Ganancia de las antenas.
- Perdidas en los cables coaxiales.

La ecuación final quedaría:

$$P_r = P_t - L_p + G_t + G_r - L_t - L_r$$

donde:

$P_t$  = potencia de salida del Tx (dBm o dBW, utilizar las mismas unidades que  $P_t$ )

$L_p$  = perdidas por recorrido en espacio entre antenas isotropicas (dB)

$G_t$  = ganancia de antena Tx (dBi)

$G_r$  = ganancia antena Rx (dBi)

$L_t$  = perdidas en línea de Tx entre Tx y antena del Tx (dB)

$L_r$  = perdidas en línea de Tx entre Rx y antena del Rx (dB)

Esto puede entenderse con el siguiente ejemplo donde los valores son hipotéticos:

Supongamos que tenemos 2 access points y queremos conectarlos a una distancia de 2Kms donde se aplican las condiciones de

espacio libre sin obstáculos. La potencia del Tx es de 0.25 W o +24dBm, está utilizando un par de antenas yagi de 10dBi de ganancia y en cada extremo está empleando 15 metros de cable coaxial de tipo "X", que da 2dB de pérdida por tramo a la frecuencia de trabajo del Sistema. Finalmente la pérdida por recorrido en el espacio libre se calcularía por la ecuación (1) y daría aproximadamente:

$$P_r = 24 - 112 + 10 + 10 - 2 - 2 = -72 \text{ dBm}$$

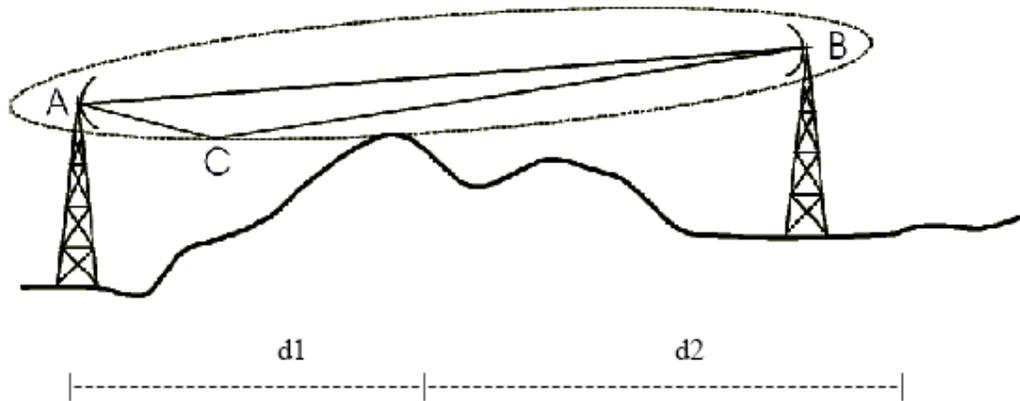
De acuerdo a las especificaciones del equipo necesita un nivel de señal de -78 dBm, por lo que teóricamente se cumple con los requerimientos, si realmente las condiciones son de espacio libre sin obstáculos, cosa que normalmente no ocurre de manera tan ideal.

El margen de atenuación debido a otros factores como lluvia, etc. en estos sistemas es mínimo.

Cuando se ha respetado la "claridad" en la zona de Fresnel, incluso otros elementos tampoco son apreciables. Deben evitarse superficies de reflexión de todo tipo y los recorridos sobre agua que también pueden ser críticos.

### **Zona de Fresnel**

El otro elemento importante es el cálculo de la zona de Fresnel y el reajuste de las alturas de antena a fin de lograr entre un 60% y un 70% libre de obstáculos. El lograr una zona de Fresnel libre de obstáculos es muy importante pues de no ser así aun cuando se cumpla con el % exigido, entran a incidir los elementos perdidas por difracción, que dificultan el trabajo de los Sistemas y que siempre que sea posible se deben evitar.



*Figura 3.1.- Zona de Fresnel*

Como saber si tenemos un % adecuado de claridad en la zona de Fresnel.

Cualquier punto "c" en el elipsoide puede ser calculado por la expresión:

$$h = 17.3 \sqrt{\frac{d_1 d_2}{f(d_1 + d_2)}}$$

Para distancias  $d_1$ ,  $d_2$  en Km y  $f$  en GHz.

El valor de  $h$  se obtendrá en metros y es el radio de la zona de Fresnel en ese punto.

Si se conoce la altura del obstáculo, se puede saber si en ese punto obstruye o no y en qué medida la zona de Fresnel.

Se debe evitar a partir de una adecuada colocación de los mástiles y altura de las antenas que existan objetos que interfieran en la zona de Fresnel.

### **3.1.3 Factores ambientales**

En torno a esta temática es preciso realizar una serie de test y pruebas de campo para verificar y validar el funcionamiento de una red basada en esta tecnología en un entorno hostil, donde los terminales de usuario se encuentran cercanos al mar. Se analizará el efecto que, sobre el rendimiento del radioenlace, tienen la combinación de las condiciones ambientales específicas del entorno marítimo (niebla, gases atmosféricos de vapor de agua y de oxígeno, reflexiones en la superficie del mar, brisa marina, conductos formados por la evaporación del agua de mar, etc.) a

las frecuencias de interés que las fijaremos en las bandas libres de 2,5 y 5 GHz

El estudio se centra en escenarios marítimos cercanos a la costa (distancias inferiores a 30 millas náuticas), puesto que es ahí donde se concentra un mayor número de usuarios potenciales.

### **Propagación en entornos marítimos**

Para el modelado teórico de la propagación radioeléctrica en entornos marítimos partiremos de la base de un escenario de propagación LOS. Este escenario se rige por la ecuación:

$$Pr = Pt - Lp + Gt + Gr - Lt - Lr$$

Donde:

**Pt** = Potencia del transmisor (dBm o dBW).

**Lp** = Perdidas por propagación en espacio libre entre antenas isotrópicas (dB).

**G<sub>t</sub>** = Ganancia de la antena de transmisión (dBi).

**G<sub>r</sub>** = Ganancia de la antena de recepción (dBi).

**L<sub>t</sub>** = Pérdidas de la línea de transmisión entre el transmisor y la antena transmisora (dBi).

**L<sub>r</sub>** = Pérdidas de la línea de transmisión entre la antena receptora y el receptor (dBi).

A esta ecuación habrá que añadirle los efectos ocasionados por la refracción atmosférica, la difracción producida por objetos próximos al trayecto directo de propagación y la reflexión ocasionada por objetos tanto próximos como lejanos al trayecto directo.

También se debe tener en cuenta los efectos de los agentes meteorológicos que, según la frecuencia utilizada, tendrán un efecto más o menos acusado. Los principales agentes que hay que tener en cuenta en este escenario son los siguientes:

- **Lluvia:** las ondas de radio que se propagan a través de una región de lluvia se atenúan como consecuencia de la absorción de potencia que se produce en un medio dieléctrico con pérdidas como es el agua. Adicionalmente, también se producen pérdidas sobre la onda transmitida debido a la dispersión de parte de la energía del haz que provocan las gotas de lluvia. No obstante, la atenuación por dispersión es generalmente reducida en comparación con las pérdidas por absorción. Las pérdidas por precipitaciones se pueden caracterizar por la ecuación:

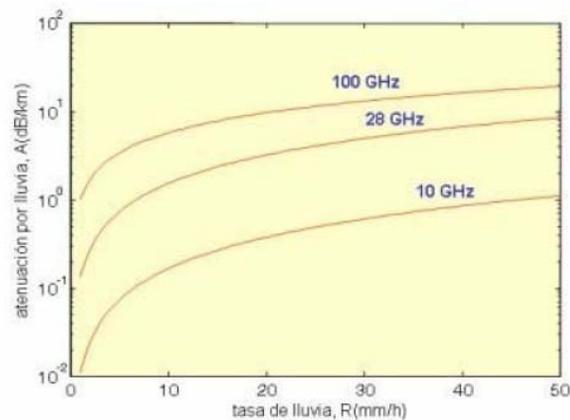
$$A(\text{dB/km}) = a R^b$$

Donde:

**R** = tasa de lluvia en mm/h.

Y donde **a** y **b** son constantes que dependen de la frecuencia y de la temperatura de la lluvia.

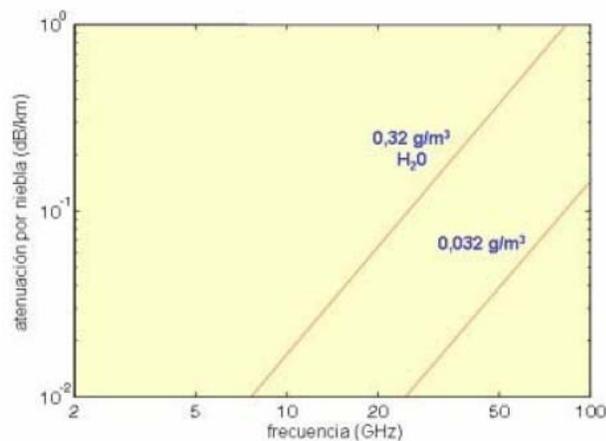
En la siguiente gráfica se pueden observar la atenuación de la lluvia en función de la tasa de precipitación para distintas frecuencias:



*Figura 3.2.- Atenuación por lluvia en función de la tasa de precipitación y para distintas frecuencias.*

- **Niebla:** La atenuación por niebla de las microondas y de las ondas milimétricas está gobernada por las mismas ecuaciones que en el caso de la lluvia. La principal diferencia es que la niebla puede modelarse como un conjunto de gotas de agua muy pequeñas en suspensión con radios variables entre 0,01 y 0,05 mm. Para frecuencias por debajo de 300 GHz la atenuación

producida por la niebla es linealmente proporcional al contenido total de agua por unidad de volumen para cada frecuencia. En la figura se representa la atenuación por niebla en dB/km en función de la frecuencia y para las dos concentraciones indicadas anteriormente. Para una frecuencia de 100 GHz, la atenuación en el caso de niebla densa es de tan sólo 1 dB/km. Por lo tanto, en el diseño de radioenlaces con suficiente margen de señal para evitar la atenuación por lluvia, la niebla no constituirá un factor de limitación.



*Figura 3.3.- atenuación niebla en función de la frecuencia*

Además de los mecanismos mencionados anteriormente existen otros, exclusivamente asociados a la propagación en un entorno marítimo, que se deben tener en cuenta a la hora de predecir el campo recibido en un receptor situado en el mar. Estos son:

- **Atenuación por gases atmosféricos:** Este es un fenómeno atmosférico que, obviamente, está muy presente en zonas marítimas debido a la evaporación del agua del mar. Los vapores de agua y de oxígeno no condensados presentan una importante absorción a determinadas frecuencias. Debido a esto existen frecuencias en el rango de las microondas que experimentan una fuerte atenuación frente a otras que no acusan tanto este efecto además, la atenuación producida por estos gases atmosféricos es aditiva.

Como se puede observar en la siguiente gráfica por debajo de los 15 GHz la atenuación introducida es despreciable (mucho menor que 1 dB/Km).

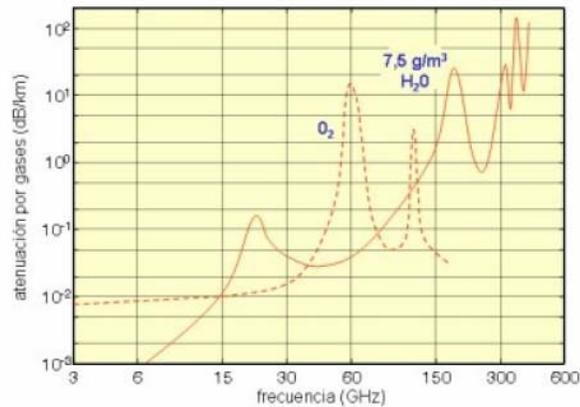


Figura 3.4.- Atenuación por gases atmosféricos en función de la frecuencia

- **Conductos por evaporación de agua:** debido a la evaporación del agua de la superficie marina, existe a menudo una región sobre esta donde se produce un rápido cambio de la humedad, el cual causa una variación descendente del índice de refracción con la altura más acusado de lo normal. A esta región se le denomina conducto, y este cambio en el índice de refracción puede provocar que las ondas que viajan dentro del conducto describan una curva hacia la superficie terrestre en donde se reflejarán, produciéndose un efecto guía onda que puede llevar a alcanzar unas distancias de propagación mucho mayores con respecto a los mecanismo de propagación normal de la onda. La efectividad de conducto aumenta así como aumenta la frecuencia hasta llegar en torno a

los 10,5 GHz, a partir de la cual comienza a disminuir. Además de la frecuencia, la efectividad también dependerá de la altura de la antena transmisora, para facilitar que la onda sea atrapada por el conducto, de la receptora, para captarla señal, y de variaciones.

### **3.2 Ruido e Interferencias**

Como un concepto básico y sencillo decimos que ruido e interferencias son el conjunto de señales no deseadas

Las señales pueden ser tanto de fuentes internas como externas. Las fuentes internas usualmente están presentes de un modo u otro existan señal o no, y no cambian abruptamente al menos que suceda algo extraño dentro del equipo o en las interconexiones.

Las fuentes externas tienen dos formas para ser introducidas dentro del sistema. Una es a través de la antena y la otra es a través de la potencia de entrada. Las señales no deseadas pueden estar o presentes todas las veces. Estas pueden ocurrir momentáneamente, intermitentemente o periódicamente. Es importante cuando se trata de eliminar las señales no deseadas

para conocer si están entrando al sistema de fuentes externas o si están presentes sin cualquier entrada externa.

### 3.2.1 Fuentes de Ruido

- **Ruido térmico (Thermal Noise):** Todos los objetos cuya temperatura está por encima del cero absoluto (0 grados Kelvin) generan ruido eléctrico en forma aleatoria debido a la vibración de las moléculas dentro del objeto. Este ruido es llamado ruido térmico. La potencia de ruido generada depende solo de la temperatura del objeto, y no de su composición. Ya que esta es una propiedad fundamental, el ruido frecuentemente definido por su temperatura equivalente de ruido. La temperatura de ruido puede darse tanto en grados Kelvin como en decibeles. A continuación se presenta una fórmula para convertir grados Kelvin a dB.

$$T \text{ (dB)} = 10 \cdot \log_{10}(1 + K/120)$$

Donde:

**T** es la temperatura equivalente de ruido en dB

**K** es la temperatura en grados Kelvin

La temperatura del aire alrededor de nosotros es aproximadamente  $300^{\circ}\text{K}$  ( $27^{\circ}\text{C}$ ), y la temperatura del sol es muy alta (alrededor de  $5,700\text{ K}$ ).

Es posible construir un amplificador cuya temperatura equivalente de ruido este por debajo de su actual temperatura, y para así agregar el menor ruido posible al receptor.

Los amplificadores de bajo ruido (Low Noise Amplifier LNA) de los sistemas de satélite fueron clasificados en temperatura equivalente de ruido para indicar su ruido térmico.

- **Ruido de Choque (Shot Noise):** Los diodos limitados por la temperatura, los cuales virtualmente incluye a todos los

semiconductores, generan ruido de choque cuando la corriente es pasada a través del diodo. El ruido resultante es debido por la corriente que es pasada por en forma de partículas discretas (electrones) y un impulso es generado por el paso de cada partícula. El ruido es proporcional a la corriente. La corriente cero es igual al ruido térmico.

- **Ruido Atmosférico (Atmospheric Noise):** Existe un ruido que es interceptado por la antena llamado ruido atmosférico.

El ruido atmosférico es muy alto para bajas frecuencias, y decrece cuando se incrementa la frecuencia. Está presente en toda la banda de radiodifusión AM y este no puede ser eliminado con el amplificador y el diseño de la antena. El ruido atmosférico decrece bastante en frecuencias de TV y FM.

### **3.2.2 Fuentes de Interferencia**

La interferencia básicamente es hecha por el hombre excepto por condiciones atmosféricas y del clima. La más notable son las

descargas eléctricas (rayos). A continuación se mencionan algunos ejemplos de fuentes de interferencia:

- Sistema de encendido de vehículos,
- Motores eléctricos, líneas de alta tensión,
- Luces de neón y fluorescentes
- Computadoras,
- Otros sistemas de Radiocomunicaciones, tales como transmisión de radar, telefonía móvil, microondas.
- Otros tipos de transmisión, tales como la radio amateur, CB (Banda Civil), radio de la policía y otros servicios públicos, inclusive otras estaciones de FM o TV.

Generalmente las fuentes que radian señales periódicas e intermitentes son llamadas fuentes de impulso. Algunos ejemplos son: interruptores eléctricos, luces de neón destellando, encendido de automóvil, rayos, etc. Los impulsos son de corta duración (microsegundos) y frecuentemente tienen amplitudes más grandes que la señal que está siendo recibida. La interferencia puede ser

radiada como interferencia electromagnética (EMI), o conducida sobre las líneas eléctricas, en el caso del equipo con alimentación de Corriente alterna (AC).

### 3.2.3 Otros tipos de interferencias

- **Interferencia de canales adyacentes:** La interferencia de canales adyacentes es muy común en áreas metropolitanas donde las estaciones (de AM o FM por ejemplo) son asignadas en frecuencias muy cercanas. En esas áreas donde la congestión de canales existe, los efectos pueden ser minimizados (si las estaciones están en diferentes direcciones) usando un rotor para orientar la antena para la mínima interferencia.
- **Efecto de captura:** Los sistemas FM exhiben un fenómeno llamado "efecto de captura", por lo cual la señal más fuerte de dos adyacentes elimina a la más débil. Cuando se trata de sintonizar una señal débil, inmediatamente aparece la señal más fuerte. Reduciendo la amplitud (potencia) de la señal más fuerte afectara menos a la señal débil. Existe una sola forma de cambiar el efecto

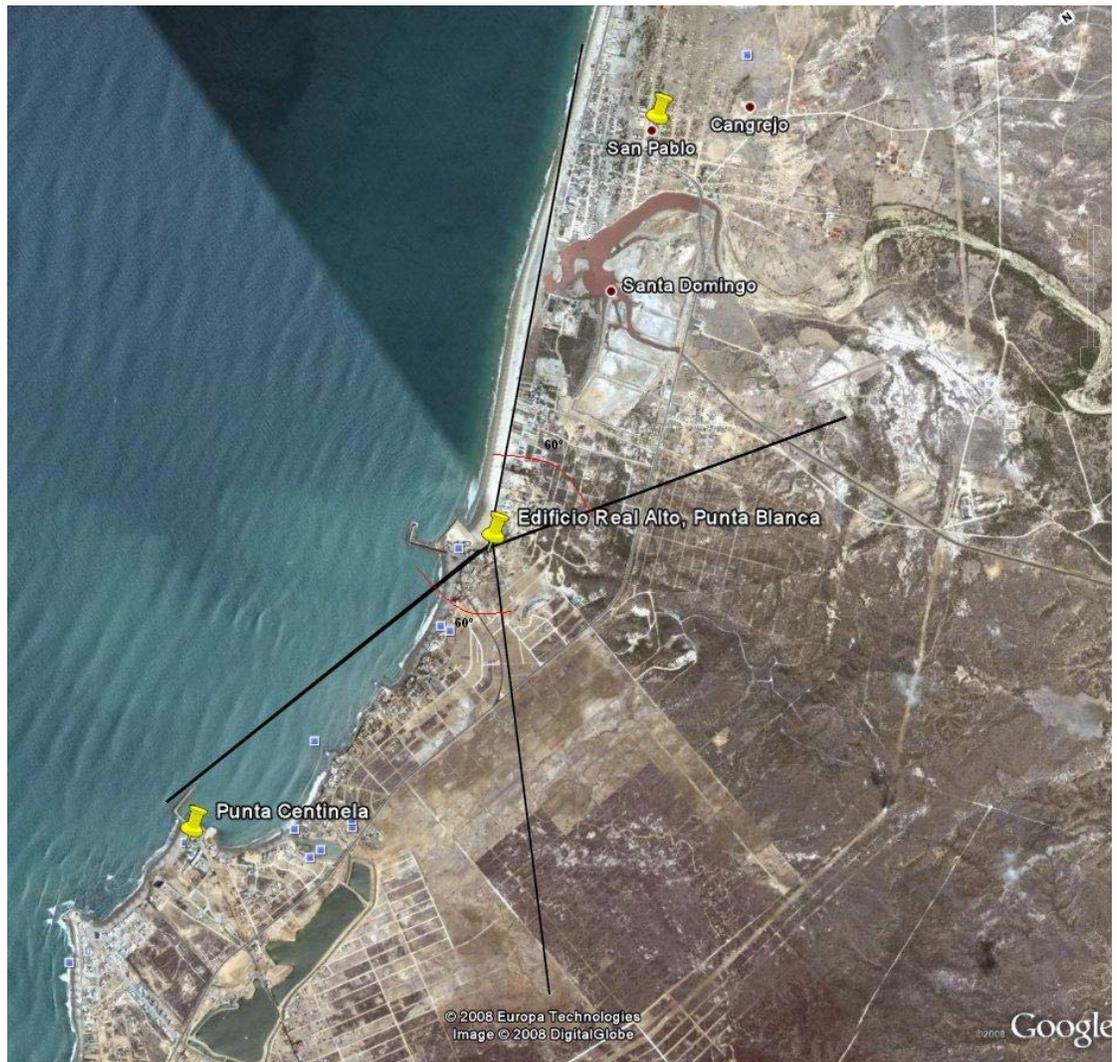
de captura es moviendo o rotando la antena, o obtener una antena mas direccional y apuntarla hacia la estación más débil.

### **3.3 Posicionamiento de Radio Bases**

Luego de tener en cuenta los factores anteriormente mencionados y debido al área de cobertura y el mercado potencial que se tendrá, es importante establecer los lugares donde se establecerá la ubicación de las radio bases en lugares estratégicos para lograr cubrir toda el área y abarcar todo el mercado potencial.

Para ello se ha decidió colocar cuatro radio bases ubicadas en el Edificio Real Alto en Punta Blanca, los cerros El Peñón y El Tablazo, y en el cerro San Isidro en Montañita.

La primera radio base cubrirá los sectores de Punta Blanca, Punta Centinela, Punta Barandúa, San Pablo y Cangrejo



*Figura 3.5.- Posicionamiento de AP Real Alto*

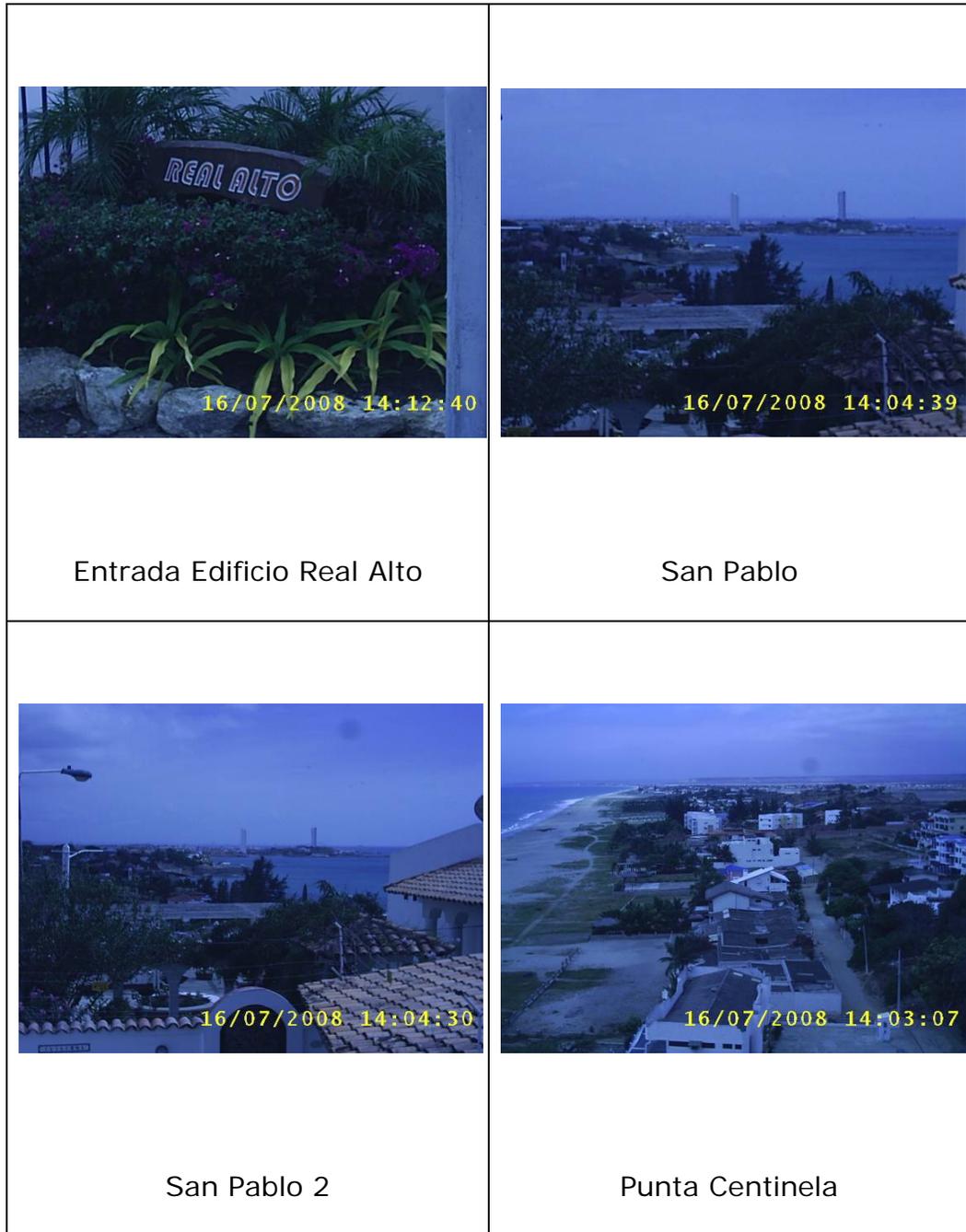


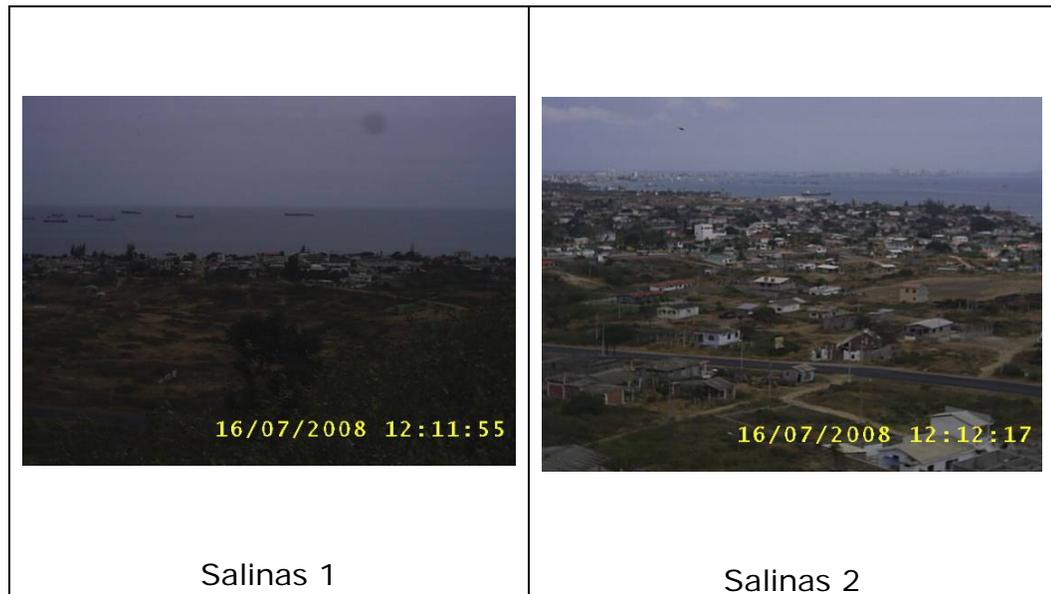
Figura 3.6.- Fotos de zona Real Alto

La radio base ubicada en el cerro El Peñón cubrirá toda la ciudad de Salinas.



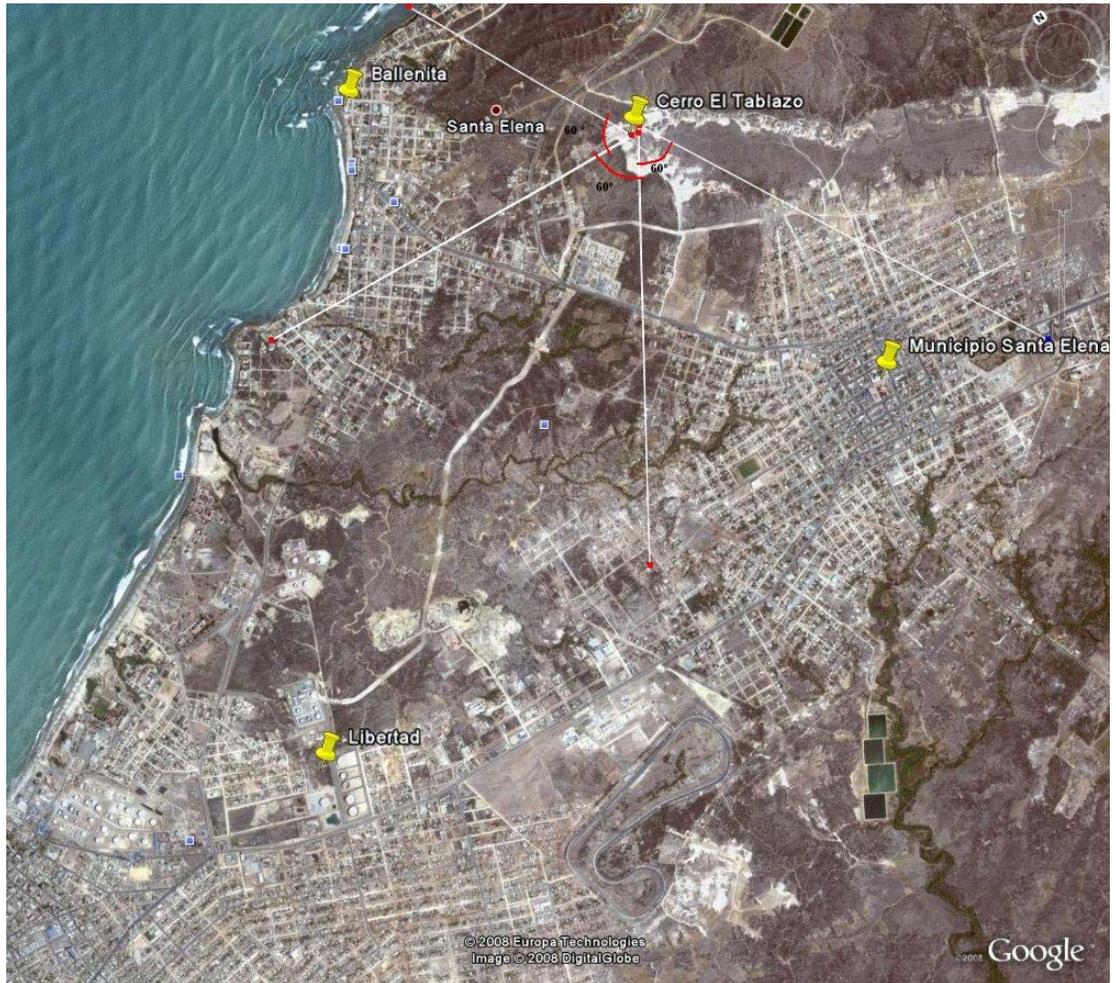
*Figura 3.7.- Posicionamiento de AP Cerro El Peñón*





*Figura 3.8.- Fotos de zona Cerro El Peñón*

La tercera radio base ubicada en el cerro El Tablazo, cubrirá las ciudades de Santa Elena, Ballenita y Libertad.



*Figura 3.9.- Posicionamiento de AP Cerro El Tablazo*



Figura 3.10.- Fotos de zona Cerro El Peñón

La cuarta y última radio base estará ubicada en el cerro San Isidro que cubrirá el sector de Manglaralto y Montañita.



*Figura 3.11- Posicionamiento de AP Cerro San Isidro*



*Figura 3.12- Fotos de zona del Cerro San Isidro*

### **3.3.1 Equipos a instalar**

Luego de haber ubicado las radios bases se requiere conocer los equipos que serán instalados en cada uno de los puntos.

En el edificio Real Alto se instalarán 2 Access point para dar la cobertura a las zonas indicadas anteriormente, además 1 antena de microondas para formar un enlace de radio que lo comunique con Manglaralto; en el Cerro San Isidro se instalarán 2 Access point y 1 antena de microondas. Por último en los cerros el Tablazo y el Peñón se colocaran 3 y 1 Access point respectivamente.

En general podemos resumir de la siguiente forma:

Equipo	Ubicación	Frecuencia	Orientación
Access Point 1	Real Alto	5.7 GHz	Hacia San Pablo
Access Point 2	Real Alto	5.7 GHz	Hacia Punta Centinela
Access Point 3	Cerro San Isidro	5.7 GHz	Hacia Montañita
Access Point 4	Cerro San Isidro	5.7 GHz	Hacia Manglaralto

<b>Access Point 5</b>	Cerro El Tablazo	5.7 GHz	Hacia Ballenita
<b>Access Point 6</b>	Cerro El Tablazo	5.7 GHz	Hacia Libertad
<b>Access Point 7</b>	Cerro El Tablazo	5.7 GHz	Hacia Santa Elena
<b>Access Point 8</b>	Cerro El Peñón	5.7 GHz	Hacia Salinas

Tabla 3.1- Parámetros a utilizar en equipamiento.

Como se mencionó entre Manglaralto y las zona de las puntas es necesario establecer un enlace de radio debido a que la distancia entre ellos supera los 20Km, a continuación se muestra la zona de Fresnel de dicho enlace.

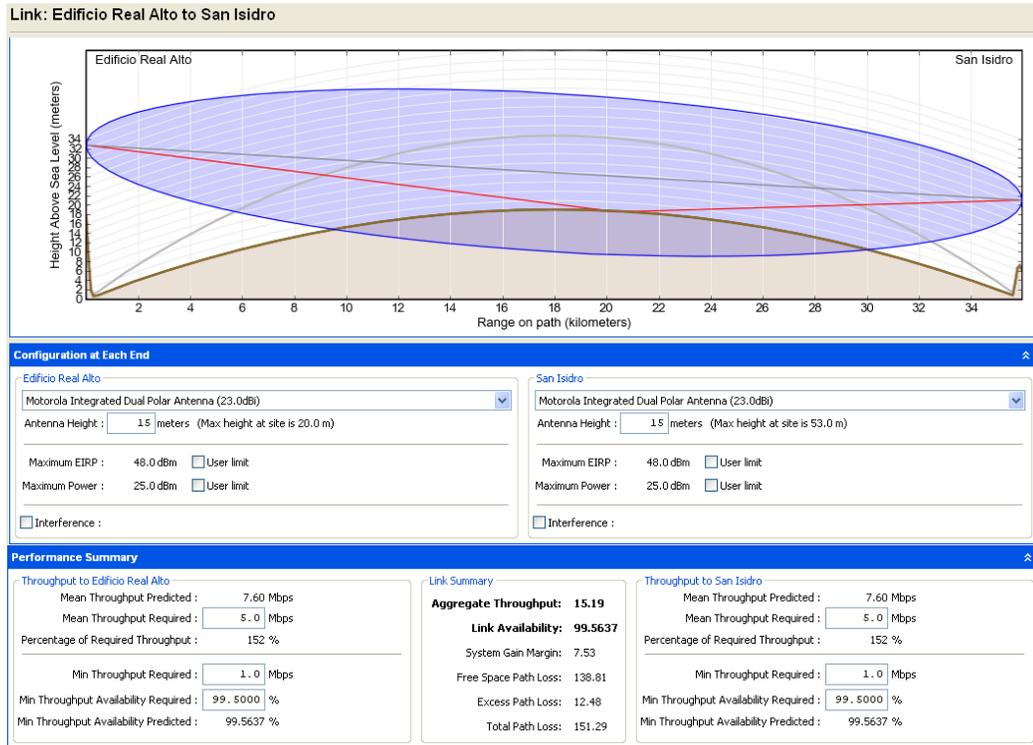
Para obtener dichas gráficas se hizo uso del software PTP Link Planner de Motorola ingresando los siguientes datos:

Sites in Santa Elena-Montaña				
Name	Latitude	Longitude	Maximum Height (m)	Description
San Isidro	01.833035	080.75038W	53	Enlace de radio Cerro El Tablazo - San Isidro
Edificio Real Alto	02.153585	080.79204W	20	Site en Edificio Real Alto
Cerro El Tablazo	02.209005	080.86153W	80	Enlace de radio El Tablazo - San Isidro

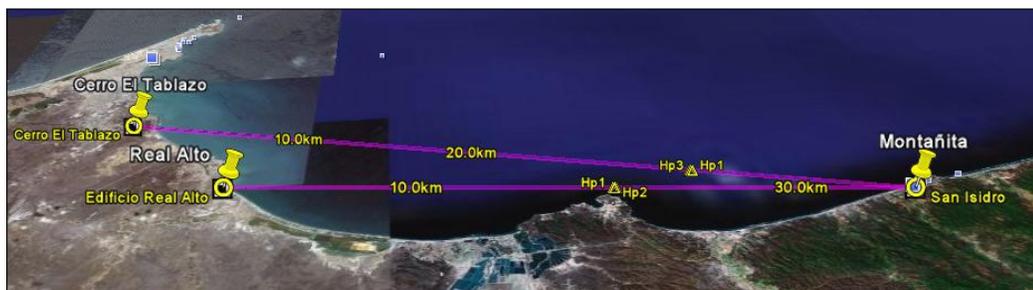
Figura 3.13.- CAPTURA DE PANTALLA EN GOOGLE EARTH ENTRE CERRO SAN ISIDRO Y EDIFICIO REAL ALTO CON ZONA DE FRESNEL



Figura 3.14.- CAPTURA DE PANTALLA EN GOOGLE EARTH ENTRE CERRO SAN ISIDRO Y EDIFICIO REAL ALTO CON ZONA DE FRESNEL



*Figura 3.15- CAPTURA DE PANTALLA EN GOOGLE EARTH ENTRE CERRO SAN ISIDRO Y EDIFICIO REAL ALTO CON ZONA DE FRESNEL*



*Figura 3.16- CAPTURA DE PANTALLA EN GOOGLE EARTH ENTRE CERRO SAN ISIDRO Y EDIFICIO REAL ALTO CON ZONA DE FRESNEL*

En general se resumirá todo lo mencionado en el siguiente esquema general:

### CONEXIONES RED CANOPY

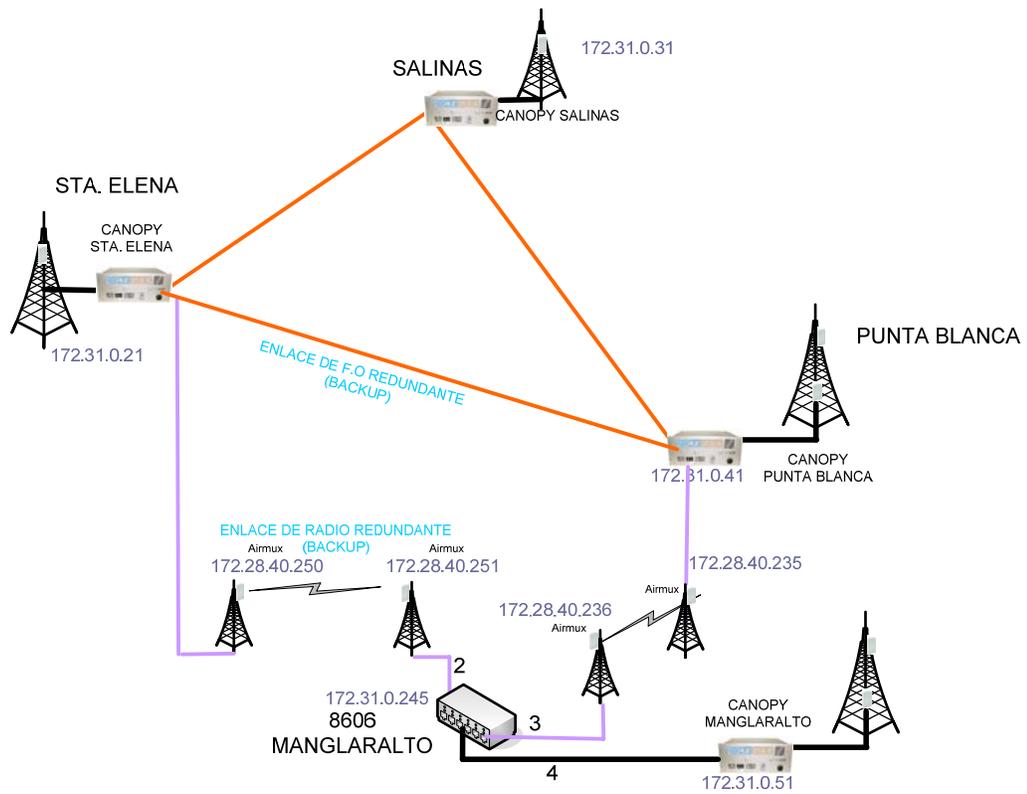


Figura 3.17.- Conexión general Red Canopy

### **3.4 Configuración del Equipamiento**

Ahora se realizará un análisis general de la configuración de un Access point y Módulo suscriptor Canopy, cabe recalcar que los parámetros especificados en las diferentes gráficas no necesariamente son los que se utilizarían en el proyecto ya que fueron tomados de un equipo que se encuentra en producción.

#### **3.4.1 Configuración del AP**

Para iniciar tenemos un detalle de la configuración general del equipo en la cual se especifican los siguientes parámetros:

- Tipo de equipo (Access point o Modulo suscriptor)
- Velocidad de enlace
- Configuración de fuente del ancho de banda
- Sincronización

Asimismo se encuentran ciertas características del equipo como frecuencia de trabajo y dirección MAC.

**CANOPY**  
Advantage™ Platform  
Motorola Wireless Broadband

General | **IP** | Radio | SNMP | Quality of Service (QoS) | Security | Time | VLAN | VLAN Membership | DiffServ | Unit Settings

**Configuration => General**  
**5.7GHz - Access Point - 0a-00-3e-fb-71-af**

**Device Type**

Device Setting :  AP  
 SM

**Link Speeds**

Link Speeds :  10 Base T Half Duplex  
 10 Base T Full Duplex  
 100 Base T Half Duplex  
 100 Base T Full Duplex  
*Multiple selections enable Auto Negotiation*

**Bandwidth Configuration Source**

Configuration Source : SM

**Sync Setting**

Sync Input : Sync to Received Signal (Power Port)

Account: admin  
Level: ADMINISTRATOR

*Figura 3.18.- Configuración General AP Canopy*

Luego tenemos la configuración IP del AP, en la cual se enlistan las diferentes interfaces, como es de imaginarse se configurarán aquí direcciones IP, máscara y default Gateway.

**CANOPY**  
Advantage<sup>®</sup> Platform  
Motorola Wireless Broadband

General | **IP** | Radio | SNMP | Quality of Service (QoS) | Security | Time | VLAN | VLAN Membership | DiffServ | Unit Settings

**Configuration => IP**  
**5.7GHz - Access Point - 0a-00-3e-fb-71-af**

**LAN1 Network Interface Configuration**

IP Address :	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
Subnet Mask :	<input type="text" value="255.255.255.0"/>
Gateway IP Address :	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
DHCP state :	<input type="radio"/> Enabled <input checked="" type="radio"/> Disabled

**LAN2 Network Interface Configuration (Radio Private Interface)**

IP Address :	<input type="text" value="192.168.101.1"/>
--------------	--

Account admin  
Level: ADMINISTRATOR

- Home
- Configuration
- Statistics
- Tools
- Account
- Quick Start
- Copyright
- Logoff

*Figura 3.19.- Configuración IP AP Canopy*

Se tiene también la configuración de Radio en donde se especificarán parámetros como Frecuencia, Rango máximo de distancia de cobertura, control de flujo downlink y potencia.

General	IP	Radio	SNMP	Quality of Service (QoS)	Security	Time	VLAN	VLAN Membership	DiffServ	Unit Settings
<b>Configuration =&gt; Radio</b>										
<b>5.7GHz - Access Point - 0a-00-3e-fb-71-af</b>										
<b>Radio Configuration</b>										
Radio Frequency Carrier :		5790								
Color Code :		50 (0--254)								
Sector ID :		0								
Max Range :		10 Miles (Range: 1-- 30 miles)								
Downlink Data :		75 %								
<b>Hardware Scheduler Link Configurations</b>										
Control Slots :		0 (Range: 0 -- 10)								
<b>Scan Policy</b>										
Transmit Frame Spreading :		<input type="radio"/> Enabled <input checked="" type="radio"/> Disabled								
<b>Transmitter Output Power</b>										
Transmitter Output Power :		23 dBm ( Range: -5 -- 23 dBm )								
<input type="button" value="Save Changes"/> <input type="button" value="Reboot"/>										

Figura 3.20.- Configuración Radio AP Canopy

También se configura SNMP para poder realizar el monitoreo respectivo.

General	IP	Radio	SNMP	Quality of Service (QoS)	Security	Time	VLAN	VLAN Membership	DiffServ	Unit Settings
<b>Configuration =&gt; SNMP</b>										
<b>5.7GHz - Access Point - 0a-00-3e-fb-71-af</b>										
<b>SNMP IP</b>										
Community String :		Canopy								
Accessing Subnet :		0.0.0.0 / 24								
<b>Trap Addresses</b>										
Trap Address 1 :		0.0.0.0								
Trap Address 2 :		0.0.0.0								
Trap Address 3 :		0.0.0.0								
Trap Address 4 :		0.0.0.0								
Trap Address 5 :		0.0.0.0								
Trap Address 6 :		0.0.0.0								
Trap Address 7 :		0.0.0.0								
Trap Address 8 :		0.0.0.0								
Trap Address 9 :		0.0.0.0								
Trap Address 10 :		0.0.0.0								
<b>Trap Enable</b>										
Sync Status :		<input checked="" type="radio"/> Enabled <input type="radio"/> Disabled								
Session Status :		<input checked="" type="radio"/> Enabled <input type="radio"/> Disabled								
<b>Permissions</b>										
Read Permissions :		<input type="radio"/> Read Only <input checked="" type="radio"/> Read / Write								
<b>Site Information</b>										
Site Name :										
Site Contact :										
Site Location :										

Figura 3.21.- Configuración SNMP AP Canopy

Se requiere la configuración de NTP para mantener sincronizado los equipos.

The screenshot shows the configuration page for an AP Canopy. The interface includes a navigation menu on the left, a breadcrumb trail at the top, and three main configuration sections: NTP Server Configuration, Current System Time, and Time and Date. The NTP server IP address is set to 169.254.50.102. The current system time is 15:30:17 on 10/08/2008. The time and date fields are also set to 15:30:17 and 10/08/2008 respectively. There are buttons for 'Set Time and Date', 'Get Time through NTP', 'Save Changes', and 'Reboot'.

NTP Server Configuration	
NTP server IP Address :	169.254.50.102

Current System Time	
System Time :	15:30:17 10/08/2008

Time and Date	
Time :	15 : 30 : 17
Date :	10 / 08 / 2008

Figura 3.22.- Configuración de tiempo AP Canopy

Habilitamos y configuramos Vlans.

The screenshot shows the Canopy Advantage Platform configuration interface. The top navigation bar includes tabs for General, IP, Radio, SNMP, Quality of Service (QoS), Security, Time, VLAN, VLAN Membership, DiffServ, and Unt Settings. The main content area is titled "Configuration => VLAN" and is for a "5.7GHz - Access Point - 0a-00-3e-fb-71-af".

**VLAN Configuration**

VLAN :	<input checked="" type="radio"/> Enabled <input type="radio"/> Disabled
Dynamic Learning :	<input checked="" type="radio"/> Enabled <input type="radio"/> Disabled
Allow Frame Types :	All Frames
VLAN Aging Timeout :	25 Minutes (Range : 5 -- 1440 Minutes)
Management VID :	100 (Range : 1 -- 4095)
SM Management VID Pass-through :	<input checked="" type="radio"/> Enable <input type="radio"/> Disable (NOTE: If disabled, all MVID traffic ingressing at SM wired interface will be dropped.)

**Active Configuration**

VLAN Not Active

Figura 3.23.- Configuración VLAN AP Canopy

Uno especificamos a cuales Vlan va a pertenecer el equipo.

The screenshot shows the Canopy Advantage Platform configuration interface for VLAN Membership. The top navigation bar includes tabs for General, IP, Radio, SNMP, Quality of Service (QoS), Security, Time, VLAN, VLAN Membership, DiffServ, and Unt Settings. The main content area is titled "Configuration => VLAN Membership" and is for a "5.7GHz - Access Point - 0a-00-3e-fb-71-af".

**VLAN Membership Configuration**

VLAN Membership Table Configuration : 100 (Range : 1 -- 4095)

**VLAN Membership Table**

VID Number	Type	Age
Empty Set		

Figura 3.24.- Configuración membrecía de VLAN AP Canopy

### 3.4.2 Configuración del Módulo Suscriptor

Comenzamos por la pantalla de configuración general en donde encontramos información como frecuencia de trabajo, dirección MAC del dispositivo, etc. Además se puede configurar velocidad de enlace, configuración de la página web y configuración del bridge.

The screenshot shows the configuration page for a Subscriber Module (SM) in a Canopy Lite device. The page is titled "Configuration => General" and "Canopy Lite - 5.7GHz - Subscriber Module - 0a-00-3e-fb-62-f8". The configuration is organized into several sections:

- Link Speeds:**
  - Link Speeds:  10 Base T Half Duplex,  10 Base T Full Duplex,  100 Base T Half Duplex,  100 Base T Full Duplex
  - Multiple selections enable Auto Negotiation**
  - Ethernet Link Enable/Disable:  Enabled,  Disabled
- Web Page Configuration:**
  - Webpage Auto Update:  Seconds (0 = Disable Auto Update)
- Bridge Configuration:**
  - Bridge Entry Timeout:  Minutes (Range : 25 -- 1440 Minutes)
- MAC Control Parameters:**
  - SM Power Up Mode With No 802.3 Link:  Power up in Aim Mode,  Power up in Operational Mode
  - 2X Rate:  Enabled,  Disabled

The left sidebar contains navigation links: Home, Configuration, Statistics, Tools, Logs, Account, PDA, Copyright, Logoff, and Account: admin of ADMINISTRATOR.

Figura 3.25.- Configuración General del SM

Luego se configura la dirección IP, mascara y gateway

Home  
Configuration  
Statistics  
Tools  
Logs  
Account  
PDA  
Copyright  
Logoff

Account: admin  
el ADMINISTRATOR

General | IP | Radio | SNMP | Quality of Service (QoS) | Security | VLAN | VLAN Membership | DiffServ | Protocol Filtering | NAT | NAT Port Mapping | Unit Settings

Configuration => IP

Canopy Lite - 5.7GHz - Subscriber Module - 0a-00-3e-fb-62-f8

LAN1 Network Interface Configuration	
IP Address :	<input type="text" value="192.168.67.42"/>
Network Accessibility :	<input checked="" type="radio"/> Public <input type="radio"/> Local
Subnet Mask :	<input type="text" value="255.255.255.0"/>
Gateway IP Address :	<input type="text" value="192.168.67.1"/>
DHCP state :	<input type="radio"/> Enabled <input checked="" type="radio"/> Disabled

*Figura 3.26.- Configuración IP del SM*

En la siguiente figura se muestran los parámetros a completar para configurar NAT en el SM.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Home</li> <li>• Configuration</li> <li>• Statistics</li> <li>• Tools</li> <li>• Logs</li> <li>• Account</li> <li>• PDA</li> <li>• Copyright</li> <li>• Logoff</li> </ul> <p>Account: admin Level: ADMINISTRATOR</p>	<p>NAT Port Mapping   Unit Settings</p> <h3 style="text-align: center;">Configuration =&gt; NAT</h3> <p style="text-align: center;">Canopy Lite - 5.7GHz - Subscriber Module - 0a-00-3e-fb-62-f8</p>
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>NAT Enable</b></p> <p>NAT Enable/Disable : <input type="radio"/> Enabled <input checked="" type="radio"/> Disabled</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>NAT Private Network Interface Configuration</b></p> <p>IP Address : <input type="text" value="xxx.xxx.xxx.1"/></p> <p>Subnet Mask : <input type="text" value="255.255.255.xxx"/></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>DMZ Host Interface Configuration</b></p> <p>IP Address : <input type="text" value="xxx.xxx.xxx."/> <input type="text"/></p> <p>DMZ Enable : <input type="radio"/> Enabled <input checked="" type="radio"/> Disabled</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>NAT Public Network Interface Configuration</b></p> <p>IP Address : <input type="text"/></p> <p>Subnet Mask : <input type="text" value="255.255.255.0"/></p> <p>Gateway IP Address : <input type="text"/></p> </div>
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>NAT Public Network Interface Configuration</b></p> <p>IP Address : <input type="text" value="10.60.16.3"/></p> <p>Subnet Mask : <input type="text" value="255.255.255.0"/></p> <p>Gateway IP Address : <input type="text" value="10.60.16.1"/></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>DHCP Server Network Interface Configuration</b></p> <p>DHCP Start IP : <input type="text" value="xxx.xxx.xxx.2"/> <input type="text"/></p> <p>Number of IP's to Lease : <input type="text" value="50"/></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>Radio Public Network Interface Configuration</b></p> <p>IP Address : <input type="text" value="192.168.62.25"/></p> <p>Interface Enable/Disable : <input checked="" type="radio"/> Enabled <input type="radio"/> Disabled</p> <p>Subnet Mask : <input type="text" value="255.255.255.0"/></p> <p>Gateway IP Address : <input type="text" value="192.168.62.1"/></p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>Generic NAT Parameters</b></p> <p>ARP Cache Timeout : <input type="text" value="20"/> Minutes (Range : 1 -- 30)</p> <p>TCP Session Garbage Timeout : <input type="text" value="120"/> Minutes (Range : 4 -- 1440)</p> <p>UDP Session Garbage Timeout : <input type="text" value="4"/> Minutes (Range : 1 -- 1440)</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>DHCP Generic Parameters</b></p> <p>DHCP Client Enable/Disable : <input type="radio"/> Enabled <input checked="" type="radio"/> Disabled</p> <p>DHCP Server Enable/Disable : <input checked="" type="radio"/> Enabled <input type="radio"/> Disabled</p> <p>DHCP Server Lease Timeout : <input type="text" value="30"/> Days (Range : 1 -- 30)</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>DNS Server Parameters</b></p> <p>DNS IP Address : <input type="radio"/> Obtain Automatically <input type="radio"/> Set Manually</p> <p>Preferred DNS IP Address : <input type="text"/></p> <p>Alternate DNS IP Address : <input type="text"/></p> </div>

*Figura 3.27.- Configuración NAT del SM*

Para culminar con la configuración NAT, se configuran ahora los puertos.

Configuration => NAT Port Mapping  
Canopy Lite - 5.7GHz - Subscriber Module - 0a-00-3e-fb-62-f8

Port Mapping Configuration			
Port Map 1 :	Port Number: 0 0.0.0.0	Protocol: All Protocols	IP: 0.0.0.0
Port Map 2 :	Port Number: 0 0.0.0.0	Protocol: All Protocols	IP: 0.0.0.0
Port Map 3 :	Port Number: 0 0.0.0.0	Protocol: All Protocols	IP: 0.0.0.0
Port Map 4 :	Port Number: 0 0.0.0.0	Protocol: All Protocols	IP: 0.0.0.0
Port Map 5 :	Port Number: 0 0.0.0.0	Protocol: All Protocols	IP: 0.0.0.0
Port Map 6 :	Port Number: 0 0.0.0.0	Protocol: All Protocols	IP: 0.0.0.0
Port Map 7 :	Port Number: 0 0.0.0.0	Protocol: All Protocols	IP: 0.0.0.0
Port Map 8 :	Port Number: 0 0.0.0.0	Protocol: All Protocols	IP: 0.0.0.0

*Figura 3.28.- Configuración NAT del SM*

En términos de seguridad se puede realizar también el filtrado de los protocolos.

The screenshot displays a web-based configuration interface for a network device. The main title is "Configuration => Protocol Filtering" for a "Canopy Lite - 5.7GHz - Subscriber Module - 0a-00-3e-fb-62-f8". The interface is divided into several sections:

- Navigation Menu (Left):** Includes links for Home, Configuration, Statistics, Tools, Logs, Account, PDA, Copyright, and Logoff. The current user is identified as "admin" with "ADMINISTRATOR" level access.
- Configuration Tabs (Top):** A series of tabs for different settings: General, IP, Radio, SNMP, Quality of Service (QoS), Security, VLAN, VLAN Membership, DiffServ, Protocol Filtering (selected), and NAT. Below these are sub-tabs for NAT Port Mapping and Unit Settings.
- Packet Filter Configuration:** A list of checkboxes for various protocols and services:
  - PPPoE
  - All IPv4
  - SMB (Network Neighborhood)
  - SNMP
  - Bootp Client
  - Bootp Server
  - IPv4 Multicast
  - User Defined Port 1 (See Below)
  - User Defined Port 2 (See Below)
  - User Defined Port 3 (See Below)
  - All other IPv4
  - ARP
  - All others
- User Defined Port Filtering Configuration:** A table for configuring specific ports:
 

User Defined Port Filtering Configuration	
Port #1:	<input type="text" value="0"/> (Decimal Value)
TCP:	<input type="radio"/> Enabled <input checked="" type="radio"/> Disabled
UDP:	<input type="radio"/> Enabled <input checked="" type="radio"/> Disabled

*Figura 3.29.- Filtrado de protocolos del SM*

Se configura además la calidad de servicio y frecuencia.

General | IP | Radio | SNMP | Quality of Service (QoS) | Security | VLAN | VLAN Membership | DiffServ | Protocol Filtering | NAT  
 NAT Port Mapping | Unit Settings

Home  
 Configuration  
 Statistics  
 Tools  
 Logs  
 Account  
 PDA  
 Copyright  
 Logoff

Account: admin  
 Level: ADMINISTRATOR

### Configuration => Quality of Service (QoS)

Canopy Lite - 5.7GHz - Subscriber Module - 0a-00-3e-fb-62-f8

#### MIR Bandwidth Settings

(Uplink + Downlink) Sustained Data Rate <= 512 kbps

Sustained Uplink Data Rate :	<input type="text" value="256"/>	(kbps) (Range: 0-- 512 kbps)
Sustained Downlink Data Rate :	<input type="text" value="256"/>	(kbps) (Range: 0-- 512 kbps)
Uplink Burst Allocation :	<input type="text" value="768"/>	(kbits) (Range: 0 -- 768 kbits)
Downlink Burst Allocation :	<input type="text" value="768"/>	(kbits) (Range: 0 -- 768 kbits)

#### CIR Bandwidth Settings

Low Priority Uplink CIR :	<input type="text" value="0"/>	(kbps) (Range: 0 -- 100 kbps)
Low Priority Downlink CIR :	<input type="text" value="0"/>	(kbps) (Range: 0 -- 100 kbps)
Hi Priority Channel :	<input type="radio"/> Enabled <input checked="" type="radio"/> Disabled	

Save Changes

Reboot

General | IP | Radio | SNMP | Quality of Service (QoS) | Security | VLAN | VLAN Membership | DiffServ | Protocol Filtering | NAT  
 NAT Port Mapping | Unit Settings

Home  
 Configuration  
 Statistics  
 Tools  
 Logs  
 Account  
 PDA  
 Copyright  
 Logoff

Account: admin  
 Level: ADMINISTRATOR

### Configuration => Radio

Canopy Lite - 5.7GHz - Subscriber Module - 0a-00-3e-fb-62-f8

#### Radio Configuration

Custom Radio Frequency Scan Selection List :	<input checked="" type="checkbox"/> 5735 <input checked="" type="checkbox"/> 5740 <input checked="" type="checkbox"/> 5745 <input checked="" type="checkbox"/> 5750 <input checked="" type="checkbox"/> 5755 <input checked="" type="checkbox"/> 5760 <input checked="" type="checkbox"/> 5765 <input checked="" type="checkbox"/> 5770 <input checked="" type="checkbox"/> 5775 <input checked="" type="checkbox"/> 5780 <input checked="" type="checkbox"/> 5785 <input checked="" type="checkbox"/> 5790 <input checked="" type="checkbox"/> 5795 <input checked="" type="checkbox"/> 5800 <input checked="" type="checkbox"/> 5805 <input checked="" type="checkbox"/> 5810 <input checked="" type="checkbox"/> 5815 <input checked="" type="checkbox"/> 5820 <input checked="" type="checkbox"/> 5825 <input checked="" type="checkbox"/> 5830 <input checked="" type="checkbox"/> 5835 <input checked="" type="checkbox"/> 5840 <input type="checkbox"/> None
Color Code :	<input type="text" value="50"/> (0--254)

#### Transmitter Output Power

Transmitter Output Power :	<input type="text" value="23"/> dBm ( Range: -3 -- 23 dBm )
----------------------------	---

Save Changes

Reboot

Figura 3.30.- Configuración del QoS y frecuencia del SM

Para monitoreo habilitamos y configuramos el SNMP

Configuration => SNMP

Canopy Lite - 5.7GHz - Subscriber Module - 0a-00-3e-fb-62-f8

**SNMP IP**

Community String :

Accessing Subnet :  /24

**Trap Addresses**

Trap Address 1 :	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
Trap Address 2 :	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
Trap Address 3 :	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
Trap Address 4 :	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
Trap Address 5 :	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
Trap Address 6 :	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
Trap Address 7 :	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
Trap Address 8 :	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
Trap Address 9 :	<input type="text" value="0.0.0.0"/>
Trap Address 10 :	<input type="text" value="0.0.0.0"/>

*Figura 3.31.- Configuración SNMP del SM*

Finalmente configuramos las Vlans.

The screenshot displays the configuration page for VLAN on a Canopy Lite device. The breadcrumb trail is: Configuration => VLAN. The device identifier is Canopy Lite - 5.7GHz - Subscriber Module - 0a-00-3e-fb-62-f8. The left sidebar shows a menu with options like Home, Configuration, Statistics, Tools, Logs, Account, PDA, Copyright, and Logoff, along with user information: Account: admin, Level: ADMINISTRATOR. The top navigation bar includes tabs for General, IP, Radio, SNMP, Quality of Service (QoS), Security, VLAN, VLAN Membership, DiffServ, Protocol Filtering, NAT, NAT Port Mapping, and Unit Settings.

**VLAN Configuration**

Dynamic Learning :  Enabled  
 Disabled

Allow Frame Types : All Frames

VLAN Aging Timeout : 25 Minutes (Range : 5 -- 1440 Minutes)

Untagged Ingress VID : 1 (Range : 1 -- 4095)

Management VID : 1 (Range : 1 -- 4095)

SM Management VID Pass-through :  Disable  
 Enable  
 (NOTE: If disabled, all MVID traffic ingressing at SM wired interface will be dropped.)

**Active Configuration**

VLAN Not Active

*Figura 3.32.- Configuración de Vlan del SM*

The screenshot displays the configuration page for VLAN Membership on a Canopy Lite device. The breadcrumb trail is: Configuration => VLAN Membership. The device identifier is Canopy Lite - 5.7GHz - Subscriber Module - 0a-00-3e-fb-62-f8. The left sidebar and top navigation bar are identical to the previous screenshot.

**VLAN Membership Configuration**

VLAN Membership Table Configuration : 1 (Range : 1 -- 4095)

Add Member Remove Member

**VLAN Membership Table**

VID Number	Type	Age
Empty Set		

*Figura 3.33.- Membresía de Vlan del SM*

## **CAPITULO 4**

### **4 Conexión a Head End (Nodo principal)**

Para poder brindar los servicios tanto de Internet como de telefonía se debe tener acceso al nodo principal de la red desde todas y cada una de las zonas en las que se planteó dar cobertura con las radio bases.

Considerando esto, es fundamental saber en que estado se encuentra actualmente la conexión desde la ciudad de Guayaquil para establecer el diseño de una red que provea del acceso requerido y el dimensionamiento de los equipos a emplearse para lograr que esta red se pueda integrar con las radio bases de acuerdo a las características técnicas de las mismas.

#### **4.1 Establecimiento de estado actual de la conexión**

En la actualidad en el nodo Head End de la ciudad de Guayaquil existe un equipo Tellabs 8660, que es un ruteador IP/MPLS capaz

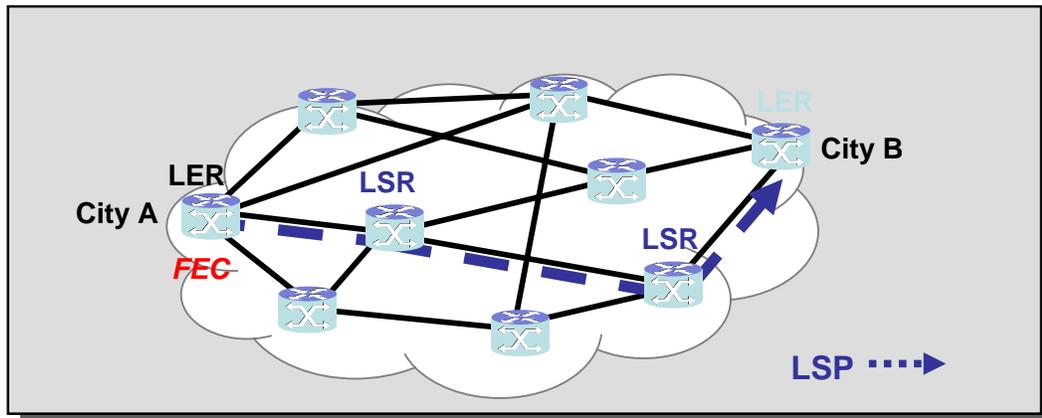
de permitir interconexión entre todas las ubicaciones de una red; es decir entre la red principal (core) y los sitios locales de intercambio o nodos, ofreciendo además una gran cantidad de servicios para la convergencia de redes.



*Figura 4.1.- Router IP/MPLS Tellabs 8660*

De ésta manera el ruteador IP/MPLS que se encuentra en Head End Guayaquil posee al momento las conexiones necesarias para brindar los servicios de telefonía e Internet. Las cuales básicamente son conexiones a través de puertos Fast Ethernet y Giga Ethernet (según se requiera) hacia los equipos que se encuentran en la capa jerárquica de Distribución tanto de Satnet

(empresa de Internet del Grupo TvCable) como de Setel (empresa de telefonía del Grupo TvCable).



*Figura 4.2.- Red MPLS con todos sus nodos interconectados*

Este equipo también tiene una conexión hacia un equipo hiT (multiplexor que recibe una conexión de fibra y entrega STM1, STM4 y STM16) de Siemens el cual provee enlaces SDH hacia Salinas, mediante una fibra óptica canalizada y un equipo hiT en esa ciudad.

En el caso de la ciudad de Guayaquil como se aprecia en la figura que se encuentra a continuación la conexión entre el equipo hiT y

el equipo Tellabs 8660 mediante un patch cord de fibra óptica es de 1 STM1 (existente actualmente).

También se muestra en el lado de Salinas una conexión física entre un hiT (ya instalado) y un equipo Tellabs 8630 (se lo señala sólo para fines del proyecto –no existe al momento-) con una capacidad de 1 STM1 el cual sirve para acceso a MPLS.



Figura 4.3.- Diagrama de conexión actual GYE-Salinas

## 4.2 Requerimientos físicos

Dada la existencia de un tendido de fibra óptica entre las ciudades de Guayaquil y Salinas los requerimientos físicos para el montaje de la red MPLS serían los siguientes:

### 4.2.1 Requerimientos de Equipos

Los equipos requeridos serían los que se detallan a continuación:

Router Tellabs 8630 para la ciudad de Salinas (nodo de TvCable).



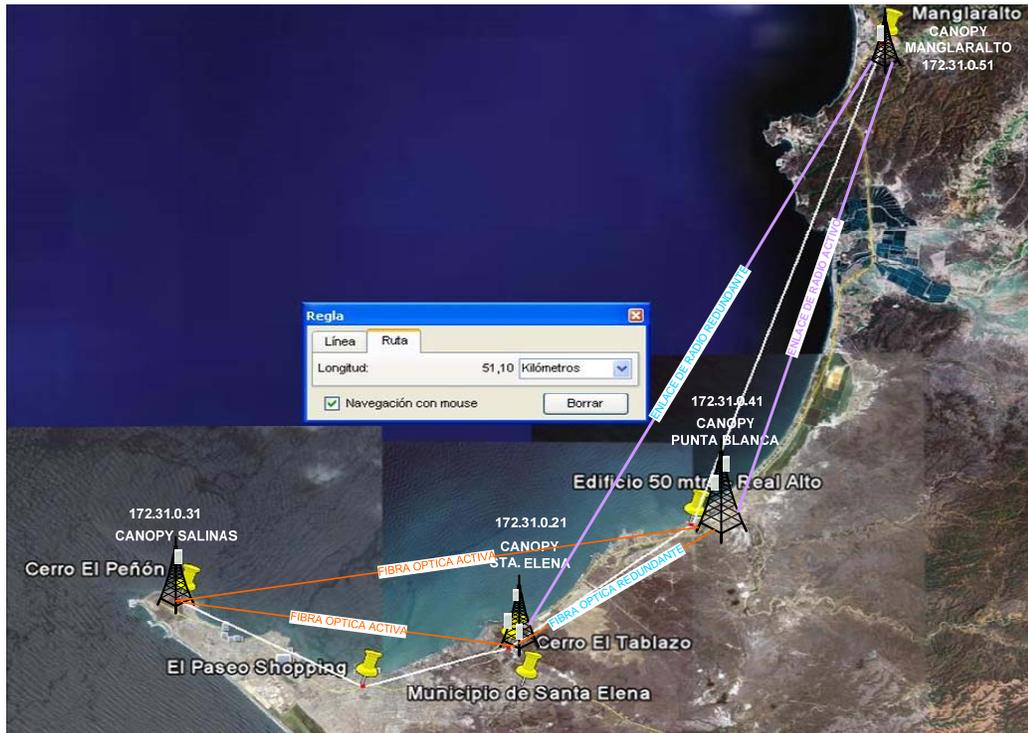
*Figura 4.4.- Router IP/MPLS Tellabs 8630*

Switch Agregador de Ethernet Tellabs 8606 (uno por cada radio base a instalarse).



*Figura 4.5.- Switch Agregador de Ethernet Tellabs 8630*

Tal y como se señaló en el capítulo 3 las radio bases Canopy que se encuentran en las diferentes ubicaciones geográficas; emplearían enlaces de fibra óptica y de radio como medios físicos de acceso para comunicarse entre ellas como se muestra en la siguiente figura:



*Figura 4.6.- Red Inalámbrica y Enlaces entre radio bases*

Como es obvio los enlaces que se aprecian en la figura sirven para comunicar las locaciones allí señaladas pero no permiten proporcionar ningún tipo de servicio pues aún no se ha integrado la red inalámbrica (Radio bases Canopy y enlaces entre las mismas) con la red MPLS que provea el acceso a los servicios de Internet y Telefonía.

#### **4.2.1.1 Diseño de la Red Alámbrica MPLS**

Considerando que las zonas geográficas en las cuales se ubicarían las radio bases están perfectamente definidas, a continuación procedemos a estructurar una red MPLS alámbrica haciendo uso de los enlaces señalados en la figura anterior ya que como se mencionó previamente se situará un Switch Tellabs 8606 junto a cada radio base instalada.

En el caso de los equipos que se interconectan mediante enlaces de fibra óptica (2 activos y 1 redundante) se requerirá hacer uso de transceiver o media converter que tengan una entrada de fibra óptica y una salida RJ-45 (seis en total).

Adicionalmente este grupo de Switches se deben comunicar con el ruteador IP/MPLS Tellabs 8630, el mismo que proveerá la conectividad hacia la ciudad de Guayaquil, integrando de ésta forma la red Canopy con la red MPLS de la Península y a su vez ésta con la red MPLS operativa de la ciudad de Guayaquil.

De ésta manera tendríamos que la red MPLS necesaria para suplir los requerimientos de acceso de acuerdo a la posición de los equipos Canopy quedaría como se plantea a continuación:

### CONEXIONES RED MPLS 8606

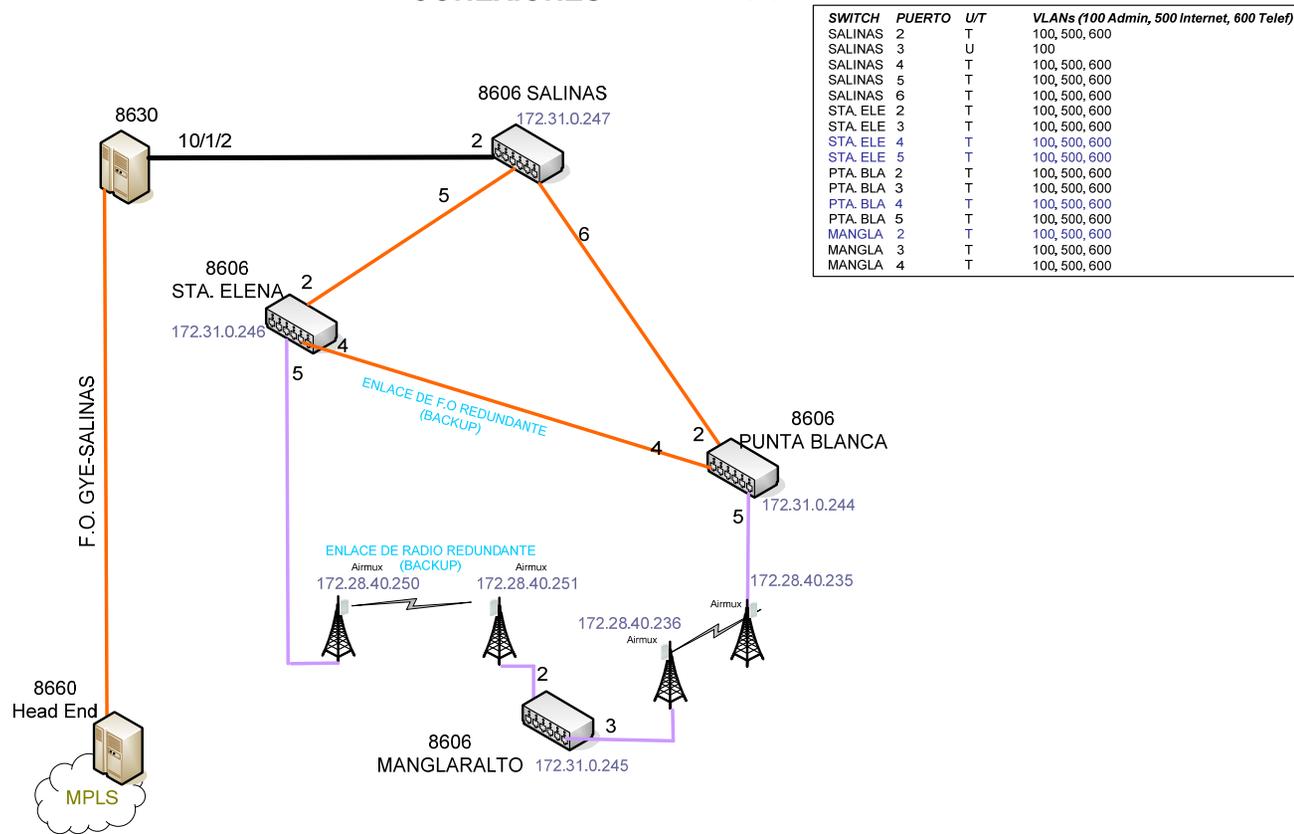


Figura 4.7.- Estructura de la Red MPLS de la Península

### CONEXIONES RED CANOPY-MPLS

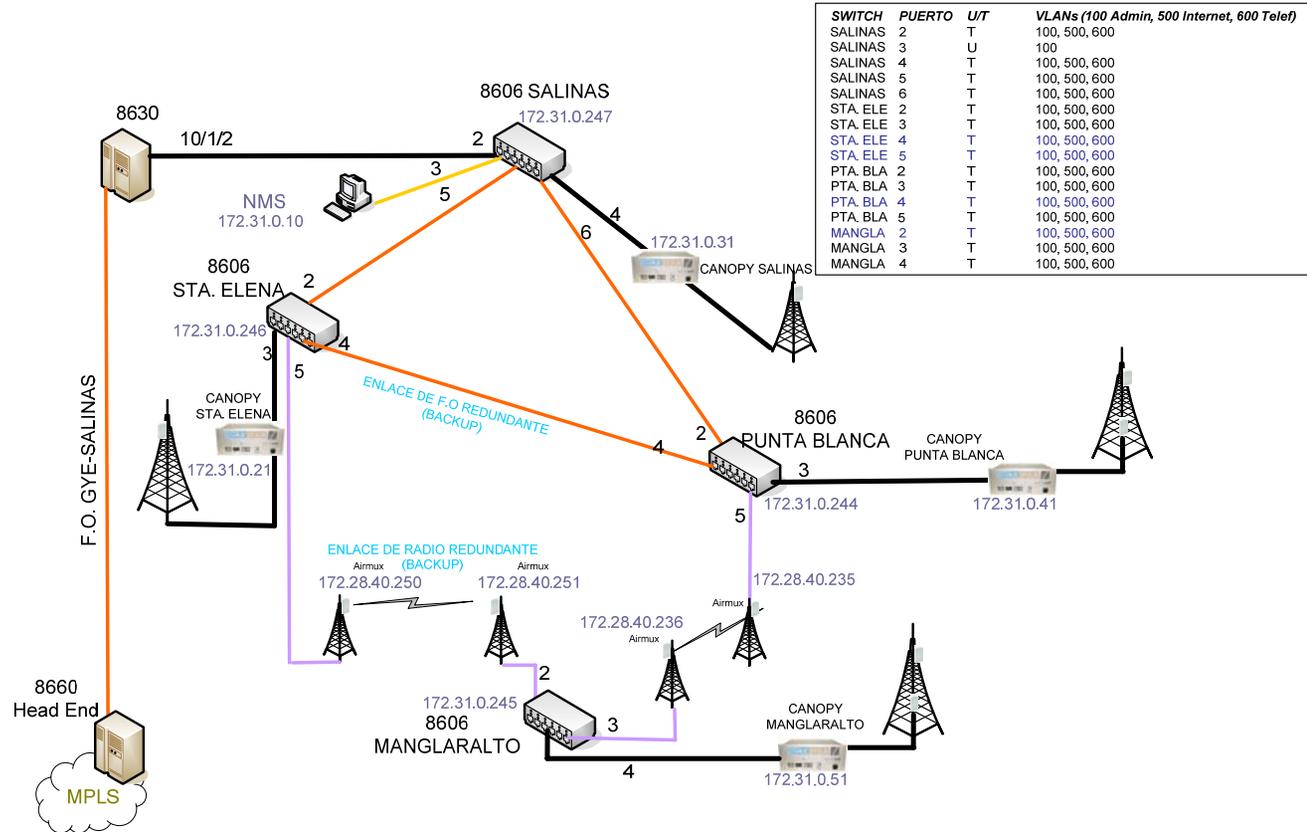


Figura 4.8.- Red Canopy Integrada con la Red MPLS de la Península

En la figura 4.8 se puede apreciar la integración de las redes Canopy y MPLS; también se puede apreciar que existe un detalle de las VLAN a emplearse para proporcionar cada servicio así como también en que puerto deben configurarse y si dichos puertos deben ser configurados de modo tagged o untagged según sea el caso.

Es importante considerar la presencia del Servidor de Administración de la Red (NMS) desde el cual se podrá provisionar los enlaces de última milla y monitorear los mismos pues se encuentra integrado a la red mediante un Switch Tellabs 8606 cuyo puerto de acceso es parte de la Vlan de administración (Vid 100).

#### **4.2.2 Requerimientos de Acondicionamiento de Nodo**

En el capítulo 3 se realizó un pequeño análisis del requerimiento de una torre en cada uno de los lugares geográficos en los que se posicionaría una radio base (incluyendo las dimensiones de dicha

torre y del cuarto de equipos requerido para la ubicación de los mismos).

Considerando a estos cuartos de equipos como nodos independientes se deberá realizar un acondicionamiento de los mismos en la parte de obra civil, energía y climatización de acuerdo a los parámetros técnicos establecidos.

#### **4.2.2.1 Obra Civil**

En este punto se deben incluir todos los trabajos que deban ser realizados en la planta interna, esto es colocación de tuberías para el acceso de cables al interior del nodo, instalación de un rack para ubicar los equipos requeridos, ordenadores y canaletas (horizontales, verticales y aéreas) para el paso de cables, instalación del panel de breakers, tomas de corriente, iluminación y sistema de tierra para el nodo.

#### **4.2.2.2 Energía**

Corresponde a los trabajos relativos a la instalación del UPS con su respectivo banco de baterías para dar respaldo de energía a los equipos de comunicaciones ubicados en el nodo en caso de fallas del sistema eléctrico. Para nuestro caso el dimensionamiento sería de un UPS de 1 KVA con un banco de 4 baterías conectadas en serie (48 V DC); para proporcionar un respaldo aproximado de 6 horas.

#### **4.2.2.3 Climatización**

Para asegurarnos del correcto funcionamiento de los equipos de comunicación, se requiere la instalación de un aire acondicionado. De acuerdo a las dimensiones de los cuartos de equipos un Splitter de 24000 BTU sería más que suficiente.

### **4.3 Requerimientos lógicos**

Partiendo del hecho de que los equipos Canopy ya fueron configurados de acuerdo a las VLAN definidas para Administración

(100), Internet (500) y Telefonía (600) podríamos clasificar los requerimientos lógicos para la red MPLS de la siguiente manera:

- Requerimientos lógicos para integración con Red MPLS Guayaquil.
- Requerimientos lógicos para establecimiento de Red MPLS en la Península.

#### **4.3.1 Requerimientos lógicos para integración con Red MPLS Guayaquil**

A fin de poder integrar el ruteador Tellabs 8630 (nodo) con la red MPLS de Guayaquil es necesario instalar y comisionar dicho nodo para a continuación crear 2 enlaces tipo bridge que nos den acceso a Internet y telefonía en 2 vlan independientes. Estos enlaces se denominan PWE (Pseudo Wire Ethernet Mesh) y su configuración se detallará más adelante.

#### **4.3.2 Comisionamiento de nodos Tellabs Serie 8600**

A continuación se detalla el procedimiento de comisionamiento de un ruteador Tellabs 8600 (nodo) de acuerdo a las especificaciones

del fabricante. La habilitación de un nuevo nodo MPLS consiste en dos etapas principales:

- Configuración de arranque vía CLI.
- Configuración del nodo vía NMS.

Debido al alto costo de estos equipos no fue posible instalar un nodo en Salinas por lo que a continuación se presenta la configuración sobre equipos existentes en la red simulando la configuración que debía efectuarse en el nodo MPLS Salinas y su troncal de conexión hacia el nodo MPLS Head End Guayaquil.

#### **4.3.2.1 Configuración del nodo Vía CLI**

**1.-** Por medio del puerto de consola se habilita una conexión Hyper Terminal con los siguientes parámetros:

- Bits per second: 38400
- Data bits: 8
- Parity: none
- Stop bits: 1
- Flow control: none

**2.-** Se requiere borrar la configuración previa del nodo, para esto se necesita ingresar los siguientes comandos:

```
router>enable
```

```
router#tmp-reset-from-scratch
```

Su ejecución tarda 8 minutos aproximadamente.

**3.-** Posteriormente es necesario reconocer las unidades insertadas en la carcasa del nodo. Para ello se ejecuta el comando:

```
router#hw-inventory add-all-units clean-start
```

**4.-** El siguiente paso radica en cargar la versión de software requerida. Para ello se necesita:

**4.a.-** Revisar la versión actual del software con el siguiente comando:

```
router#show flash:
```

```
1: /flash/appl-sw/slot1/cbz2712_2.7.160 2.7.119 Active OK  
5765673.
```

1: free application SW quota 19756208 bytes.  
1: total application SW quota 40894464 bytes.  
7: /flash/appl-sw/slot7/lbz2713\_2.7.160 2.7.119 Active OK  
4755213.  
7: free application SW quota 3305500 bytes.  
7: total application SW quota 16777216 bytes.  
14: /flash/appl-sw/slot14/cbz2712\_2.7.160 2.7.119 Active OK  
5765673.  
14: free application SW quota 19390640 bytes.  
14: total application SW quota 40894464 bytes.

Las actuales versiones que deben tener las tarjetas son:

CDC: cbz2712\_2.7.160 2.7.160

IFC: lbz2713\_2.7.160 2.7.160

**4.b.-** Configurar el protocolo de aplicación FTP en el nodo:

```
router#configure terminal
```

```
router(config)#ftp-server enable
```

**4.c.-** Configurar la interfaz de administración local mfe:

```
router#configure terminal
```

```
router(config)#interface mfe 14/0
```

```
router(cfg-if[mfe14/0])#ip address 192.168.46.74/24
```

```
router(cfg-if[mfe14/0])#no shutdown
```

**4.d.-** Cargar la nueva versión de software utilizando un FTP Server por medio del puerto mfe configurado.

**4.e.-** Posteriormente revisamos las versiones instaladas:

```
router#show flash:
```

```
1: /flash/appl-sw/slot1/cbz2712_2.7.119 2.7.119 Active OK  
5759975.
```

```
1: /flash/appl-sw/slot1/cbz2712_2.7.160 2.7.160 Inactive OK  
5765673.
```

```
1: free application SW quota 19636256 bytes.
```

```
1: total application SW quota 40894464 bytes.
```

```
7: /flash/appl-sw/slot7/lbz2713_2.7.160 2.7.160 Inactive OK  
4755213.
```

```
7: /flash/appl-sw/slot7/lbz2713_2.7.119 2.7.119 Active OK  
4747277.
```

```
7: free application SW quota 3311212 bytes.
```

```
7: total application SW quota 16777216 bytes.
```

```
14: /flash/appl-sw/slot14/cbz2712_2.7.119 2.7.119 Active OK  
5759975.
```

```
14: /flash/appl-sw/slot14/cbz2712_2.7.160 2.7.160 Inactive OK  
5765673.
```

```
14: free application SW quota 19662436 bytes.
```

```
14: total application SW quota 40894464 bytes.
```

**4.f.-** Configurar la actual versión instalada como Activa y la anterior como pasiva.

```
router(config)#boot system slot 1 flash: cbz2712_2.7.160
router(config)#boot system slot 14 flash: cbz2712_2.7.160
router(config)#boot system slot 1 flash: lbz2713_2.7.160 2.7.160
router#reload-sw
```

Se tarda algunos minutos después del anterior comando.

```
router#show flash:
```

```
1: /flash/appl-sw/slot1/cbz2712_2.7.160 2.7.160 Active OK
5765673.
1: /flash/appl-sw/slot1/cbz2712_2.7.119 2.7.119 Backup OK
5759975.
1: free application SW quota 19756208 bytes.
1: total application SW quota 40894464 bytes.

7: /flash/appl-sw/slot7/lbz2713_2.7.119 2.7.119 Backup OK
4747277.
7: /flash/appl-sw/slot7/lbz2713_2.7.160 2.7.160 Active OK
4755213.
7: free application SW quota 3305500 bytes.
7: total application SW quota 16777216 bytes.

14: /flash/appl-sw/slot14/cbz2712_2.7.160 2.7.160 Active OK
5765673.
14: /flash/appl-sw/slot14/cbz2712_2.7.119 2.7.119 Backup OK
5759975.
14: free application SW quota 19390640 bytes.
14: total application SW quota 40894464 bytes.
```

**4.g.-** Confirmar que la tarjeta CDC 14 esta como activa y la CDC 1 como pasiva:

```
router#protection manual-switchover unit cdc slot 14
```

**5.-** Conectar y configurar la interfaz (GE o FE según sea al caso) con el nodo que tiene administración.

Se necesita una red IP para este enlace punto a punto. Ej.

192.168.47.176/30

```
router(config)#interface ge 7/1/0
```

```
router(cfg-if[ge7/1/0])#ip address 192.168.47.177/30
```

```
router(cfg-if[ge7/1/0])#mtu 1530
```

```
router(cfg-if[ge7/1/0])#mpls mtu 1530
```

```
router(cfg-if[ge7/1/0])#ip ospf mtu 1530
```

```
router(cfg-if[ge7/1/0])#no shutdown
```

Una vez que la interfaz suba física y lógicamente, comprobamos conectividad.

```
router#ping 192.168.47.178
```

```
PING 192.168.47.178 (192.168.47.178): 40 data bytes
68 bytes from 192.168.47.178: icmp_seq=1 ttl=64 time=1 ms
68 bytes from 192.168.47.178: icmp_seq=2 ttl=64 time=1 ms
68 bytes from 192.168.47.178: icmp_seq=3 ttl=64 time=1 ms
68 bytes from 192.168.47.178: icmp_seq=4 ttl=64 time=1 ms
68 bytes from 192.168.47.178: icmp_seq=5 ttl=64 time<1 ms
--- 192.168.47.178 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = <1/<1/1/<1
```

**6.-** Configurar el enrutamiento ospf.

```
router(config)#router ospf 1
```

```
router(cfg-ospf[1])#ospf router-id 192.168.47.74
```

```
router(cfg-ospf[1])#network 192.168.47.74/32 area 0.0.0.0
```

```
router(cfg-ospf[1])#network 192.168.47.176/30 area 0.0.0.0
```

**7.-** Configurar la interfaz loopback

```
General Gomez(config)#interface lo 0
```

```
General Gomez(cfg-if[lo0])#ip address 192.168.47.74/32
```

**8.-** Configurar el protocolo de comunicaciones propietario BMP.

*router(config)#bmp-server enable.*

**9.-** Configurar el nombre del nodo.

*router(config)#hostname General\_Gomez*

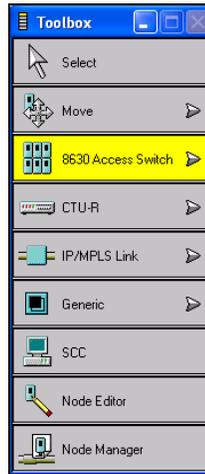
#### **4.3.2.2 Configuración del nodo Vía NMS (GRÁFICA)**

Una vez configurado el nodo vía consola, se requiere configurar la misma información vía nms, así como parámetros posteriores necesarios.

**1.-** Crear el nodo.

Ej. 8630

**1.a.-** Se elige el nodo respectivo del TOOLBOX.



*Figura 4.9.- Toolbox*

**1.b.-** Se requieren ingresar los siguientes parámetros:

**NWED: Node Parameters**

Search by ID: 139 by Name: General Gomez Find ID

Name: General Gomez Find Name

Type: 8630 Access Switch Filters(+)

State: In Use Add

Label: \*NONE\* Delete

Customer: \*NONE\* Filter(-)...

Site: \*NONE\* Update

Region: RED 8600 Go To...

Location: Guayaquil 8660 Exit

Area: Red 8660 Help

Level: L1 Access

x coord 17660 y coord 18604 Creation time 2008-03-05 21:23:28

Role: Provider Edge (N-PE)

MPLS Network: Guayaquil

OSPF Area: \*NONE\*  Monitoring device

Network:

Management IP addr: 192.168.47.74 Test loopback addr: 192.168.47.74 Copy from Router ID

Router ID: 192.168.47.74 QoS Test Address:

Domain: Tellabs 8600

External Application 1: \*NONE\*

External Application 2: \*NONE\*

Additional Information

Ciudad

Direccion

Observaciones

Edit Info Titles Update Info Titles

*Figura 4.10.- Pantalla de configuración de parámetros del nodo*

2.- Reconocer las tarjetas insertadas en el nodo y poner en uso en el siguiente orden con la ayuda del Nodo Editor:

- Nodo.
- Subrack.
- Interfaces.

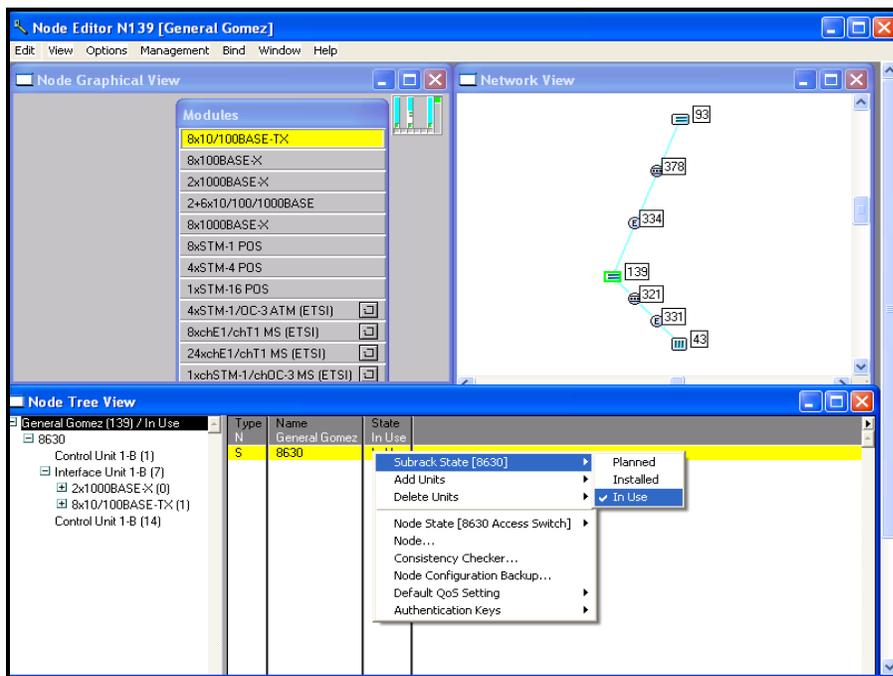


Figura 4.11.- Pantalla de tarjetas conectadas al nodo

3.- Configurar la interfaz que está conectada con el equipo que tiene administración.

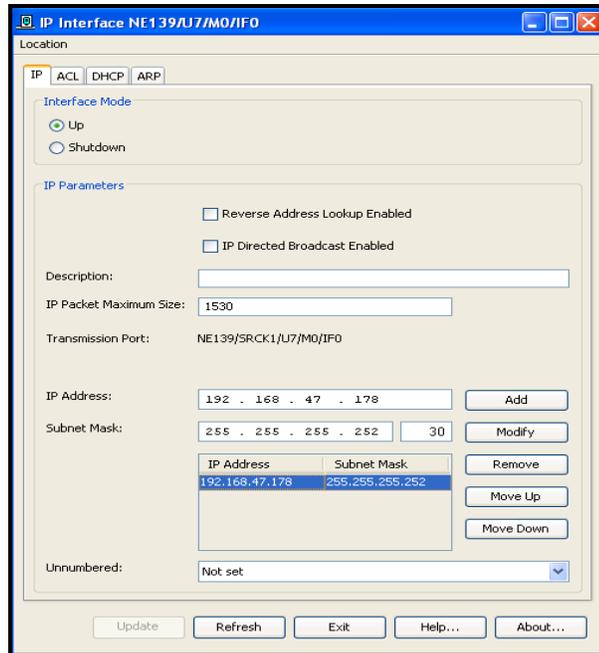
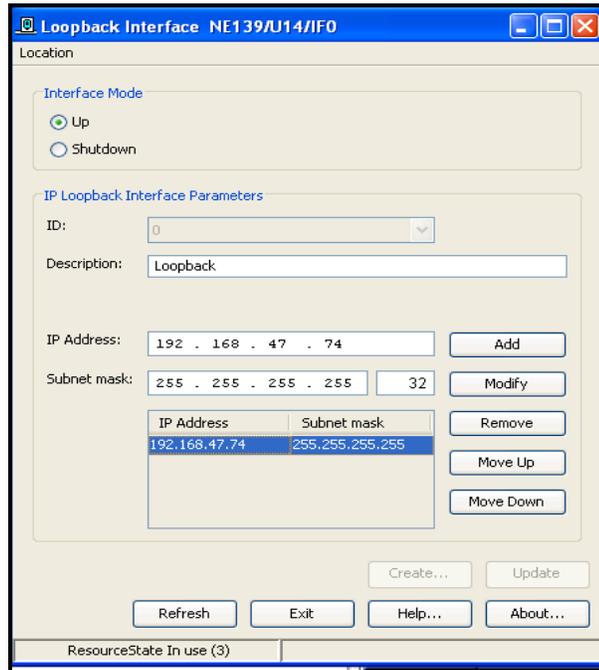


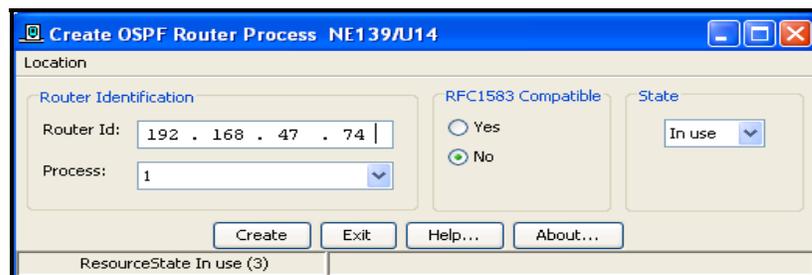
Figura 4.12.- Pantalla de configuración IP

4.- Configurar la interfaz Loopback.



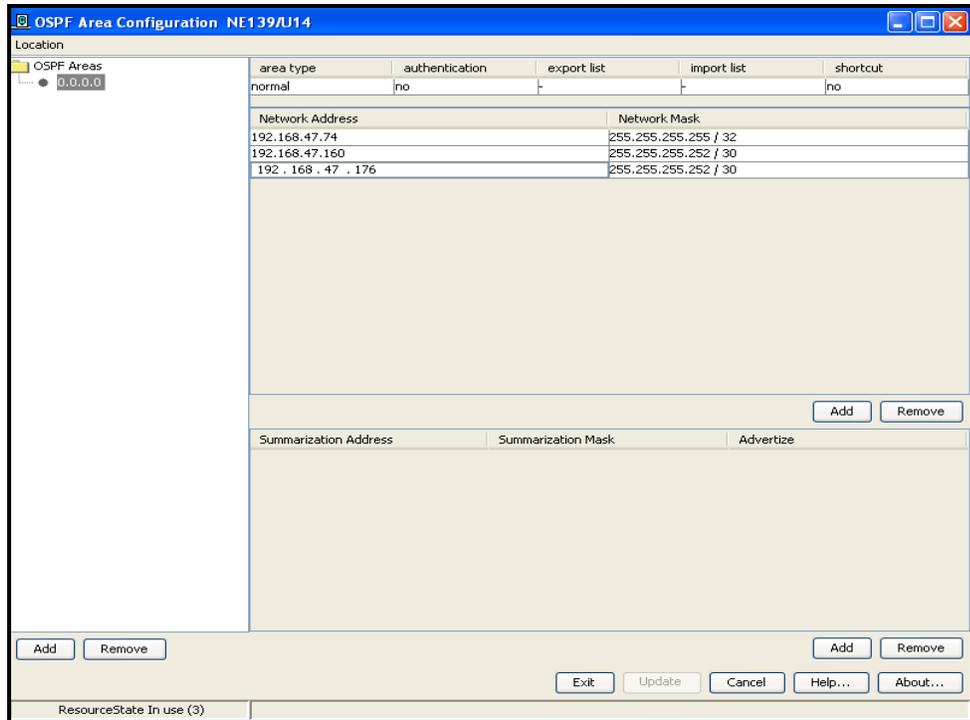
*Figura 4.13.- Pantalla de configuración de interfaz loopback*

## 5.- Crear el proceso OSPF.



*Figura 4.14.- Proceso OSPF*

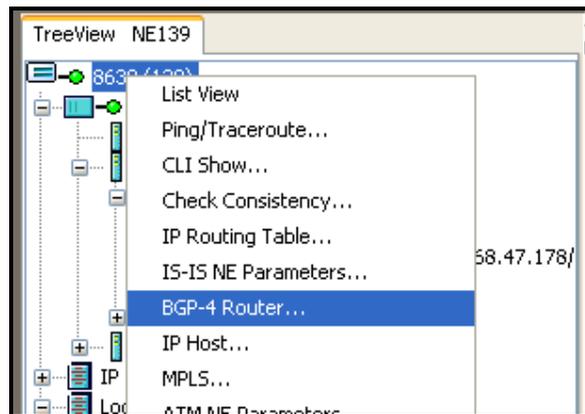
De la misma manera que declaramos las redes vía CLI, se requiere declarar vía nms.



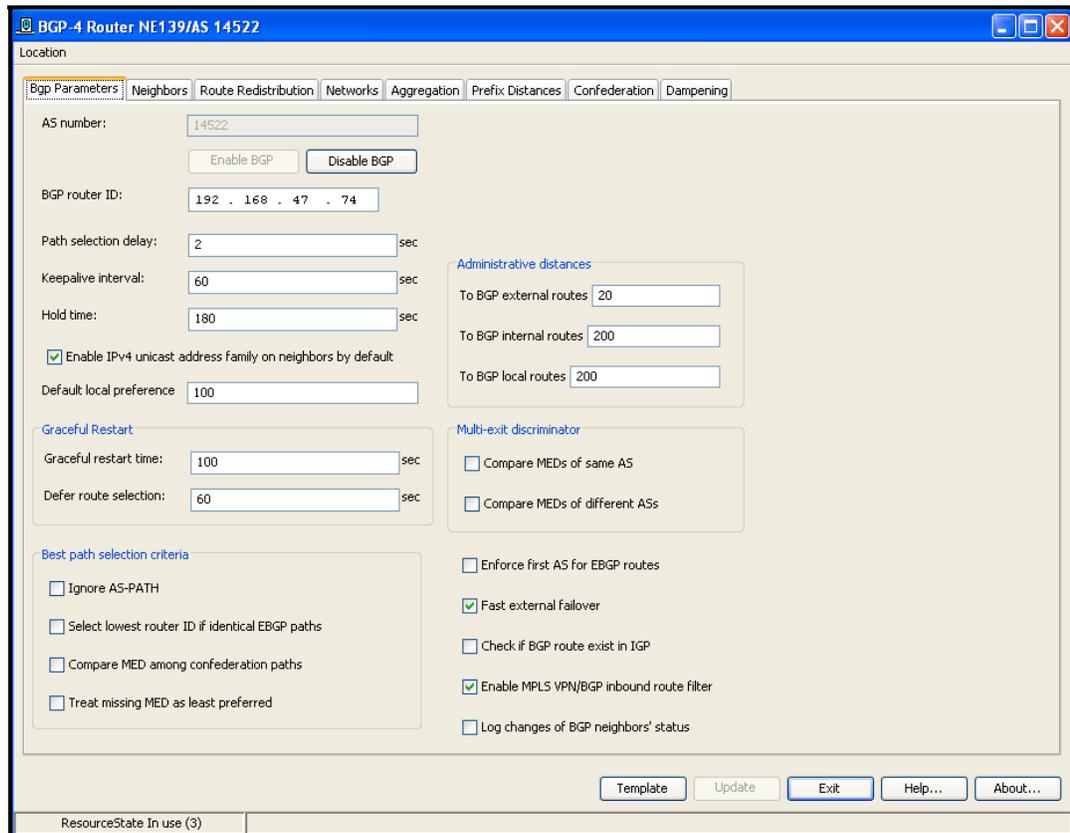
*Figura 4.15.- Declaración de redes OSPF*

6.- Crear los procesos BGP.

6.a.- Seleccionamos la opción BGP 4

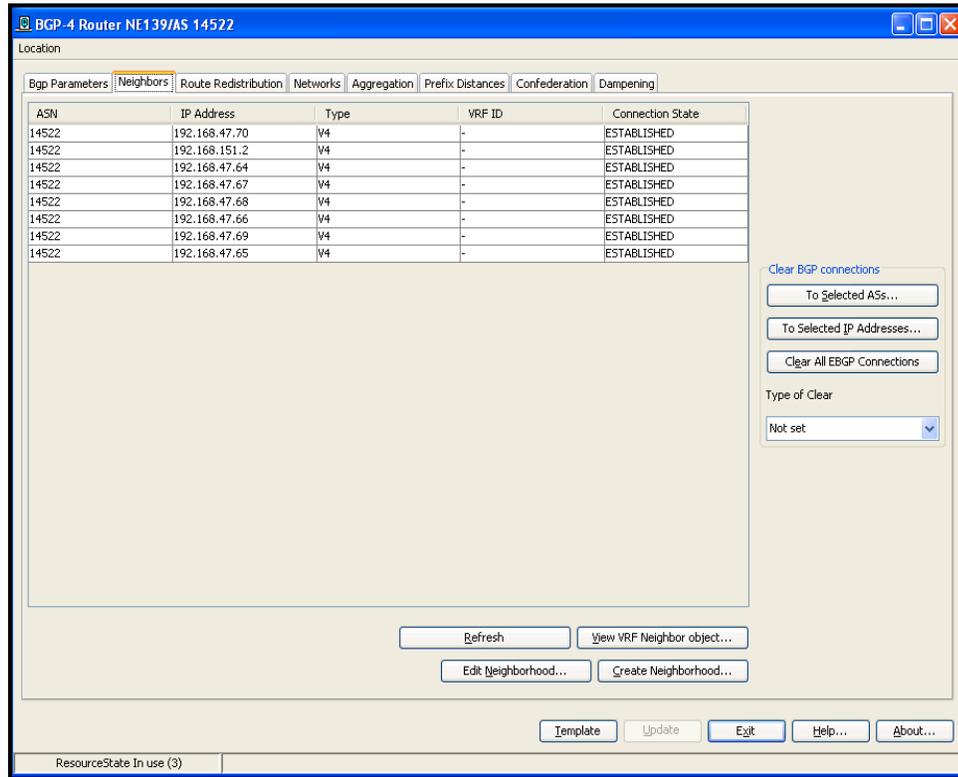


*Figura 4.16.- Configuración BGP*



*Figura 4.17.- Configuración del router BGP*

**6.b.-** Elegimos la pestaña Neighbors y se selecciona Create Neighborhood



*Figura 4.18.- Creación de Neighbors*

6.c.- Seleccionamos el nodo destino y elegimos Create.

The screenshot shows a configuration window titled "BGP-4 IPv4 Neighborhood NE139/U14/M014522". The window is divided into several sections:

- Location:** A label at the top left.
- BGP-4 IPv4 Neighborhood:** The main configuration area, split into two columns:
  - End 1:** Contains a dropdown menu for "Tellabs 8600 node ID" with the value "N: 139" selected.
  - End 2:** Contains a dropdown menu for "N: 3" selected. Below it are radio buttons for "End 2 is Tellabs 8600 node" (selected), "End 2 is Tellabs 8600 Route Master", and "End 2 is other device". There are also input fields for "Neighbor IP address" (0 . 0 . 0 . 0) and "Neighbor ASN".
- BGP-4 Neighbor Objects:** Contains an "Address Family" dropdown set to "IPv4" and three buttons: "Edit Nbr 1 Object", "Edit Nbr 1 Object 2", and "Edit Nbr 2 Object".
- BGP-4 Session:** Contains checkboxes for "Use MD-5 authentication" and "Don't activate VPN AF", buttons for "Activate", "Deactivate", and "Refresh", and checkboxes for "Ignore HW errors" and "Best effort mode". There is also a "Key" input field and a "Connection State" dropdown showing "UNDEFINED (-1)".

At the bottom of the configuration area, there are "Create" and "Delete" buttons. At the very bottom of the window, there are "Exit", "Help...", and "About..." buttons. The status bar at the bottom left shows "ResourceState In use (3)".

Figura 4.19.- Creación de nodo destino

### **4.3.3 Configuración de circuitos lógicos**

Una vez comisionado el nodo se debe realizar la configuración de lo siguiente:

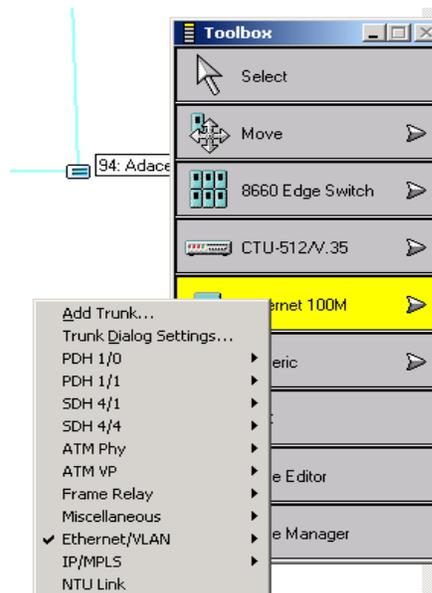
- Troncales entre los nodos (Troncal Ethernet y Troncal IP/MPLS).
- Habilitación de BGP y establecimiento de los neighbors.
- Creación de túneles sobre la troncal IP/MPLS.
- Creación de circuitos Pseudowire Ethernet para los servicios de Internet y telefonía.

#### **4.3.3.1 Creación y configuración de Troncales**

Para poder crear circuitos que lleven tráfico se debe crear troncales para el transporte de los mismos.

##### ***Troncales Ethernet***

Para realizar esta troncal se selecciona en el Toolbox principal de la aplicación la opción Ethernet/Vlan como se muestra en la figura y se dibuja la troncal entre los nodos que se requiera:



*Figura 4.20: Opción en Toolbox DXX que permite crear troncales Ethernet*

Una vez que se dibujó la troncal entre los 2 nodos deseados aparecerá la siguiente ventana en la que se seleccionan las interfaces de cada nodo y posteriormente se pone en uso a la troncal.

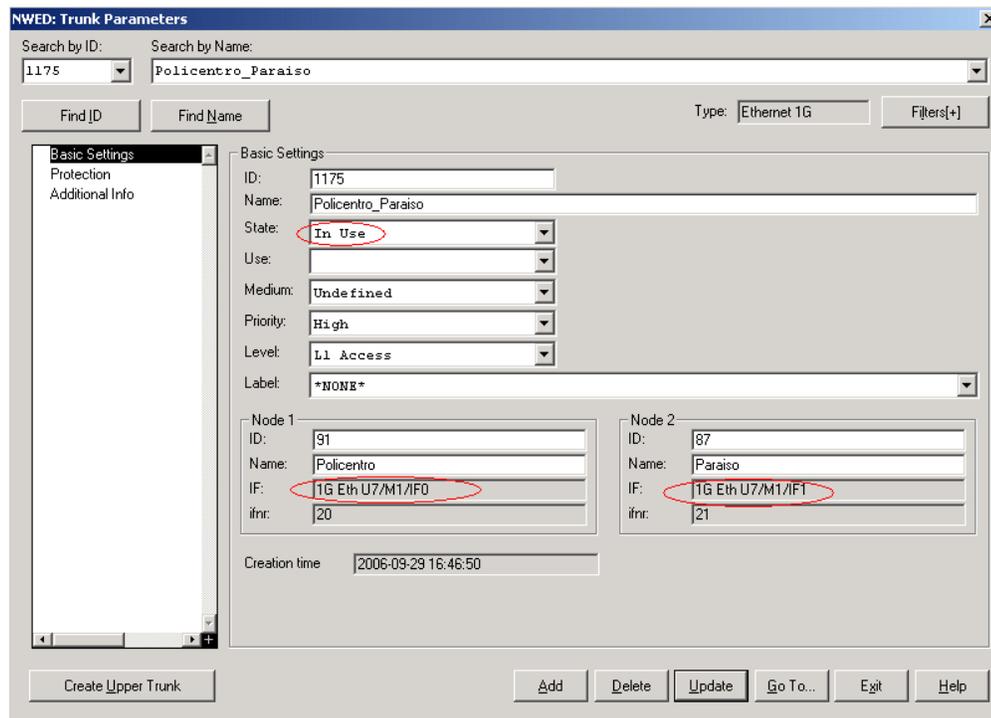
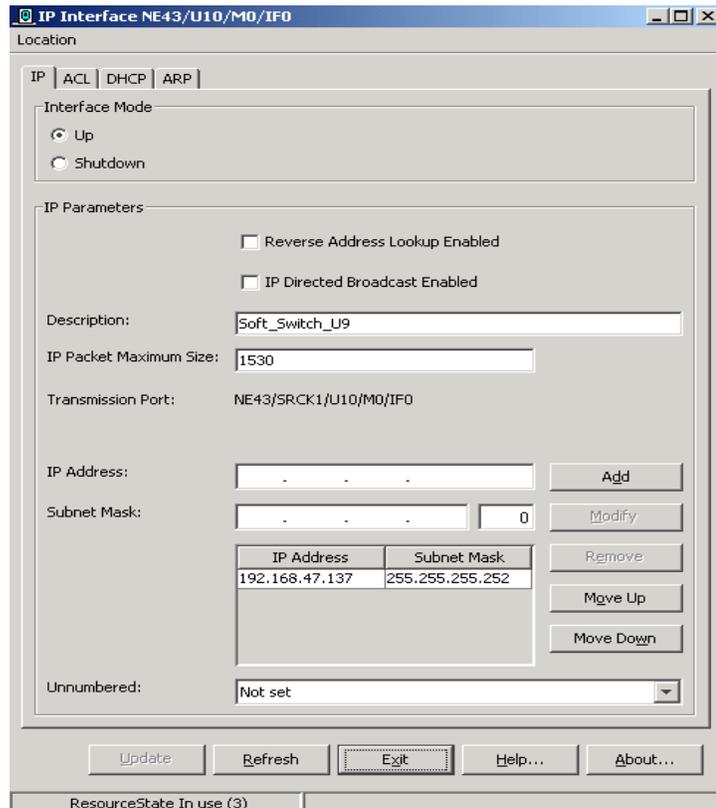


Figura 4.21: Parametrización de troncales Ethernet

### Troncales IP/MPLS

Previo a la creación de estas troncales se debe colocar las direcciones IP en las interfaces correspondientes (las mismas de la troncal ethernet).



*Figura 4.22: Parametrización de interfaces Ethernet*

Para dibujar la troncal IP/MPLS se procede de igual manera que para la troncal Ethernet pero en el Toolbox se selecciona la opción IP/MPLS. En este caso las interfaces añadidas en la troncal están asociadas a la dirección IP configurada.

NWED: Trunk Parameters

Search by ID: 1302 Search by Name: Policentro\_Paraiso

Find ID Find Name Type: IP/MPLS Link Filters[+]

Basic Settings

ID: 1302  
 Name: Policentro\_Paraiso  
 State: **In Use**  
 Medium: Undefined  
 Priority: High  
 Level: L1 Access  
 Label: \*NONE\*

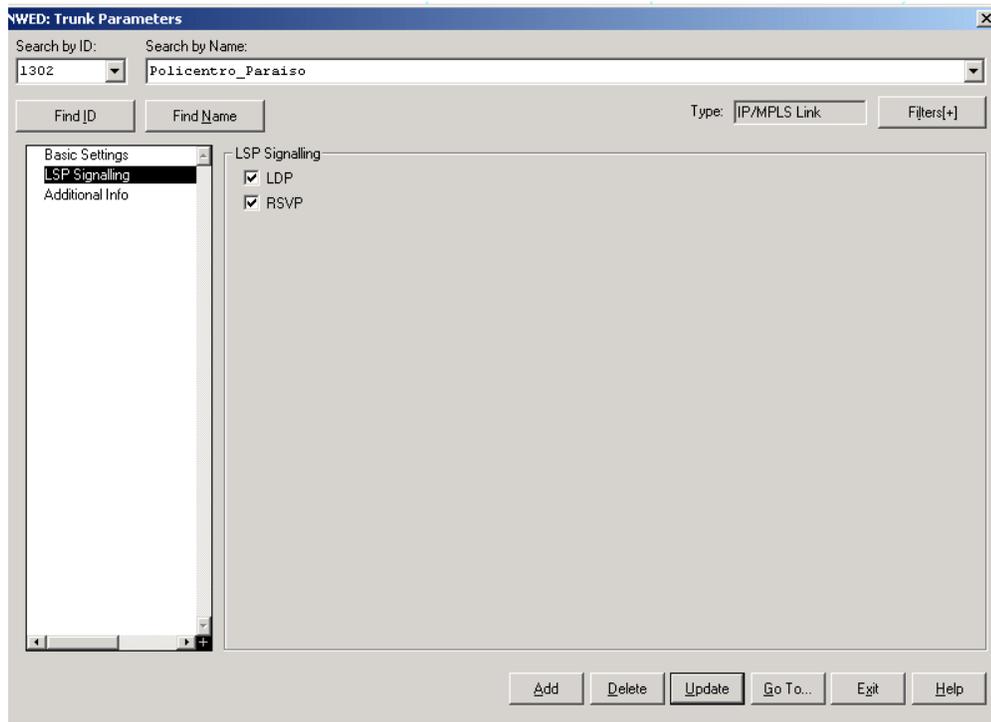
Node 1  
 ID: 91  
 Name: Policentro  
 IF: 1G Eth (IP) U7/M1/IF0  
 IF IP addr: 192.168.47.142 / 30

Node 2  
 ID: 87  
 Name: Paraiso  
 IF: 1G Eth (IP) U7/M1/IF1  
 IF IP addr: 192.168.47.141 / 30

Creation time: 2006-11-28 13:25:54

Add Delete Update Go To... Exit Help

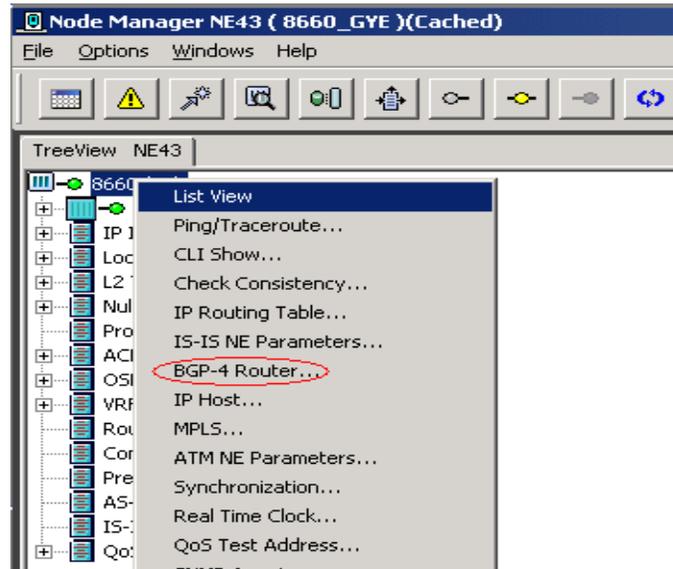
Figura 4.23: Parametrización de troncales IP/MPLS



*Figura 4.24: Parametrización de señalización para troncales IP/MPLS*

#### **4.3.3.2 Habilitación de BGP**

La habilitación de BGP se realiza en el nodo nuevo. De esta manera, debemos acceder al nodo MPLS en la plataforma y dando click derecho sobre la primera opción listada en la parte superior izquierda (8660 en la figura) se debe seleccionar la opción que se muestra:



*Figura 4.25: Opción para acceder a configuración de BGP en nodo*

A continuación se abre la siguiente ventana en la que se deben configurar los parámetros como se muestran (la ip que se observa es la IP de loopback del nodo):

The screenshot shows the configuration window for BGP on a router. The title bar reads "BGP-4 Router NE43/AS 14522". The "Location" field is empty. The "Bgp Parameters" tab is selected, showing the following configuration:

- AS number: 14522
- Buttons: Enable BGP, Disable BGP
- BGP router ID: 192 . 168 . 151 . 2
- Path selection delay: 2 sec
- Keepalive interval: 60 sec
- Hold time: 180 sec
- Enable IPv4 unicast address family on neighbors by default
- Default local preference: 100
- Administrative distances:
  - To BGP external routes: 20
  - To BGP internal routes: 200
  - To BGP local routes: 200
- Graceful Restart:
  - Graceful restart time: 100 sec
  - Defer route selection: 60 sec
- Best path selection criteria:
  - Ignore AS-PATH
  - Select lowest router ID if identical EBGP paths
  - Compare MED among confederation paths
  - Treat missing MED as least preferred
- Multi-exit discriminator:
  - Compare MEDs of same AS
  - Compare MEDs of different ASs
- Other options:
  - Enforce first AS for EBGP routes
  - Fast external failover
  - Check if BGP route exist in IGP
  - Enable MPLS VPN/BGP inbound route filter
  - Log changes of BGP neighbors' status

*Figura 4.26: Configuración de BGP en nodo*

### ***Establecimiento de BGP-Neighbors***

En la ventana de configuración de BGP se debe dar click en la pestaña Neighbors, en ésta se debe dar click en Create Neighborhood:

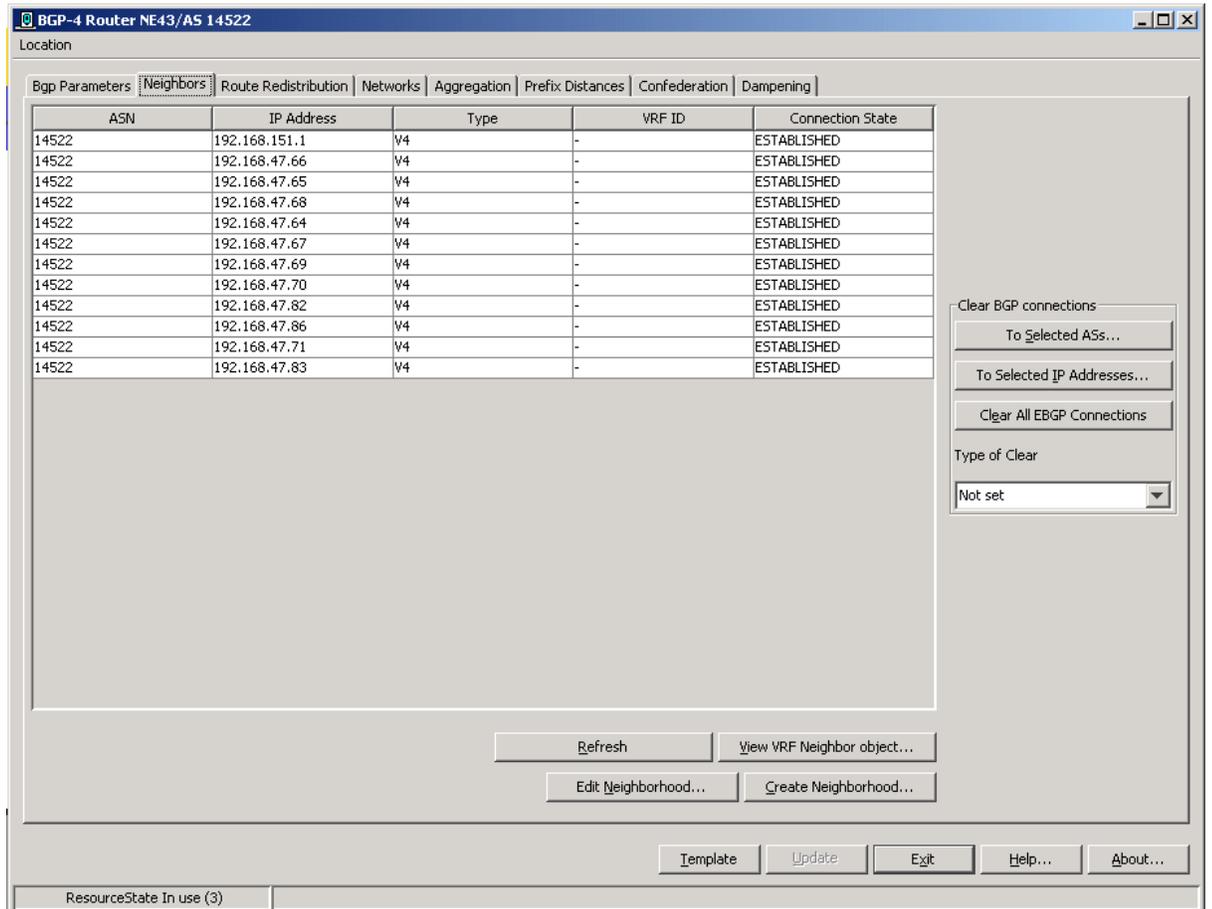


Figura 4.27: Creación de Vecinos BGP en nodo

Posteriormente aparece la ventana en la que se seleccionan los nodos que deben ser vecinos, y se seleccionan las interfaces con ip de loopback en cada nodo para poder activar el BGP:

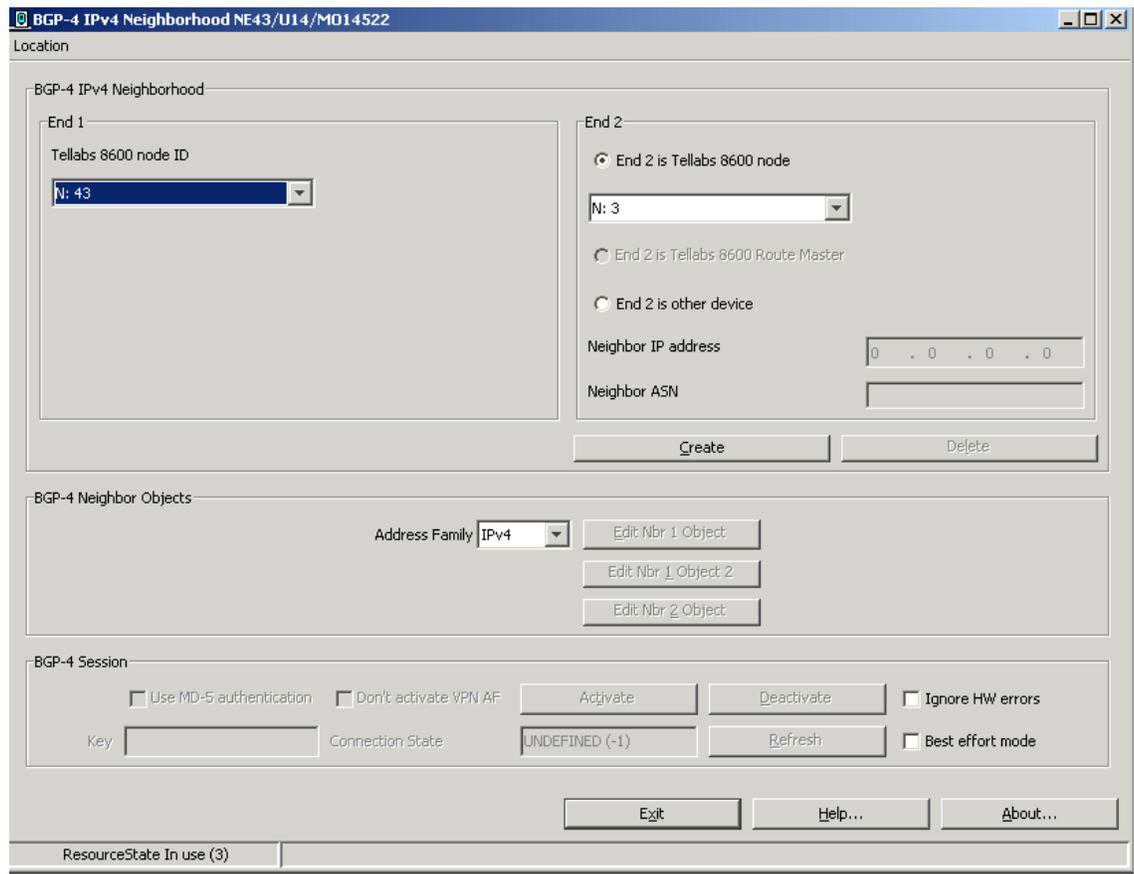
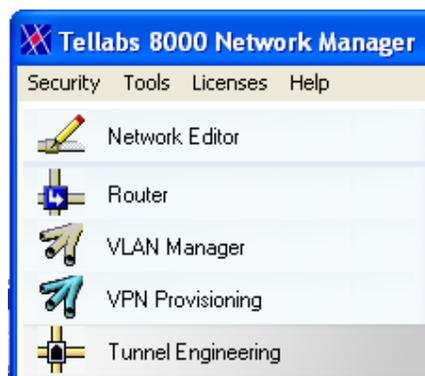


Figura 4.28: Configuración de Vecinos BGP en nodo

Una vez se termina ésta configuración la conexión hacia este vecino aparecerá como establecida. Todos los demás parámetros permanecen con su configuración por defecto.

#### 4.3.3.3 Creación y configuración de Túneles

Para la creación de túneles se debe acceder a la aplicación Tunnel Engineering de la plataforma:



*Figura 4.29: Opción para acceder a la aplicación Tunnel Engineering*

Para crear un nuevo túnel se selecciona la opción New RSVP Tunnel y se selecciona los nodos que serán los extremos del túnel:

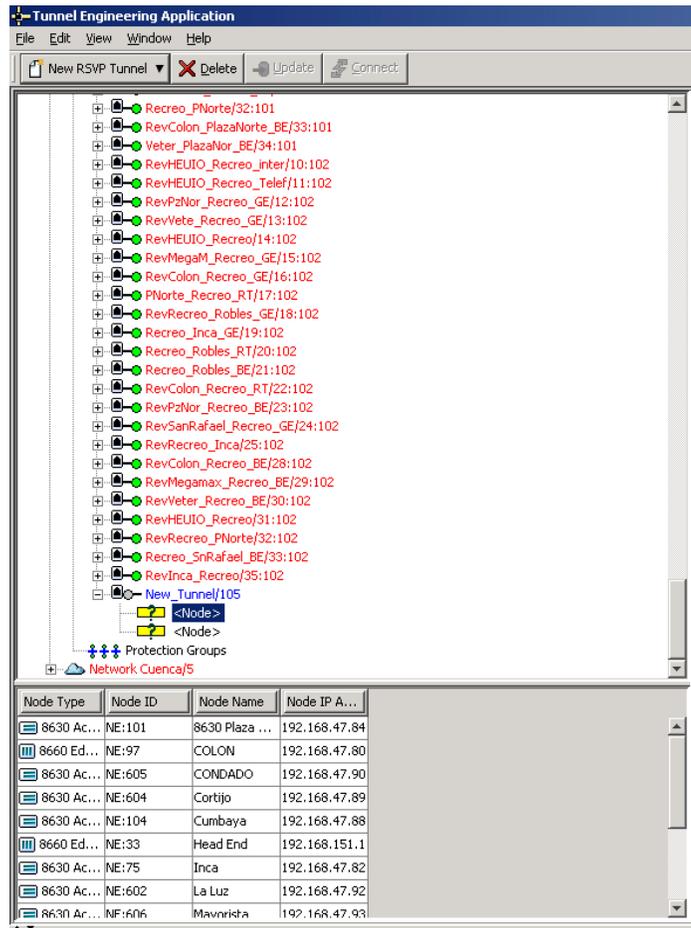
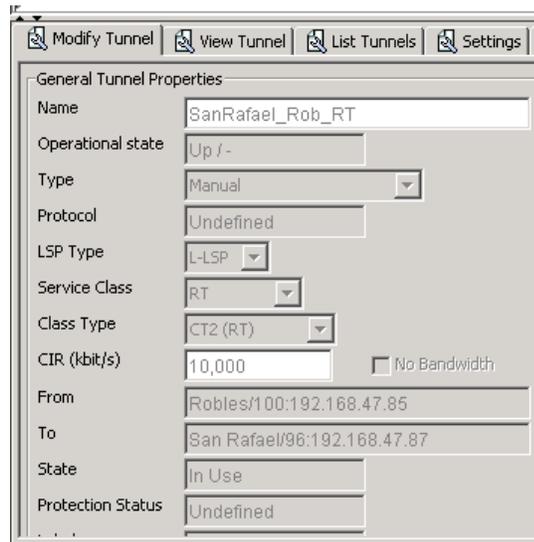


Figura 4.30: Creación de Túnel.

Una vez seleccionados los nodos, se procede a configurar los siguientes parámetros en la ventana inferior:



*Figura 4.31: Configuración de Túnel.*

Como se puede apreciar en la figura anterior en la opción Service Class el túnel es de tipo RT (Real Time), para el caso de nuestro proyecto se requiere elaborar dos túneles: uno RT para el servicio de telefonía y el otro BE (Best Effort) para Internet.

Posterior a ésta configuración se realiza la conexión del túnel, en la cual se direcciona el mismo por la troncal IP/MPLS previamente creada.

También es importante mencionar que los túneles son unidireccionales por lo que una vez se tenga el túnel creado conectado se debe dar click en la siguiente opción con lo cual se genera automáticamente un túnel reverso con las mismas características del original:



*Figura 4.32: Creación de Túnel Reverso.*

#### **4.3.3.4 Creación y configuración de Pseudowires**

Al igual que en el caso de los túneles los Pseudowires se deben crear uno para cada servicio es decir un PWE RT y un PWE BE.

#### ***Vlan***

En el caso de los PWE para la creación de cada uno se requiere la creación de una VLAN tipo tunneling en cada nodo extremo. Para crear cada una de dichas VLAN se debe dar click derecho sobre la interfaz del nodo (la interfaz en la que se crearon las troncales) y

seleccionar la opción Create VLAN como se muestra a continuación:

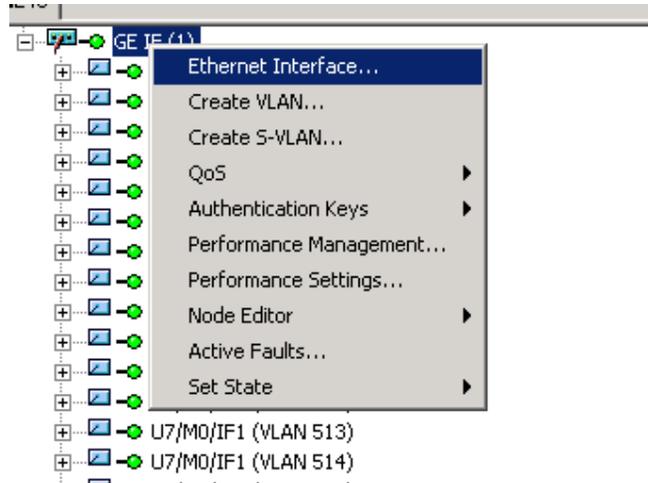


Figura 4.33: Creación de VLAN en nodo MPLS.

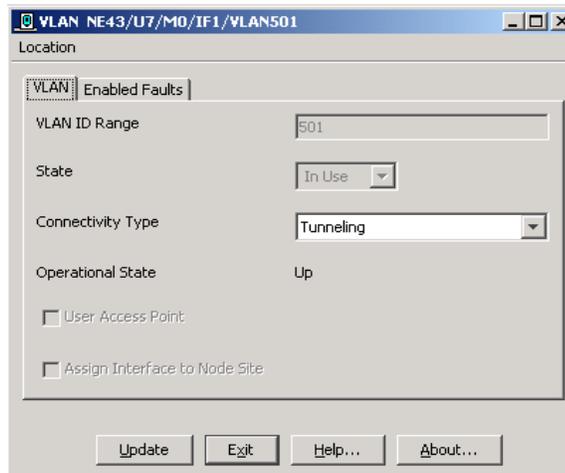


Figura 4.34: Selección del tipo de VLAN en nodo MPLS.

## Customer y Sites

Posterior a la creación de las VLAN, se debe asociar cada una de ellas a una locación, esto se realiza en la aplicación Customer Administration de la plataforma:



Figura 4.35: Opción para acceder a la aplicación Customer Administration.

Para asociar la vlan se debe crear un Customer (Cliente) y un Site (Sucursales) de la siguiente manera:

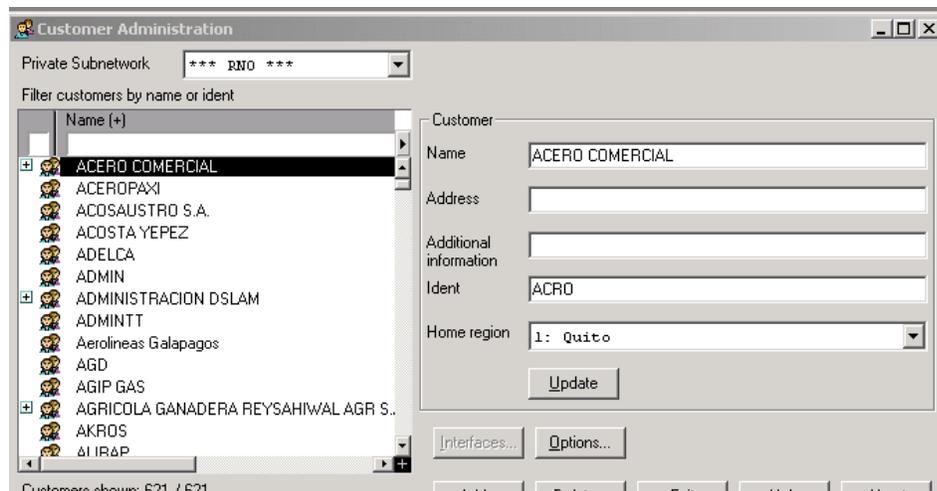
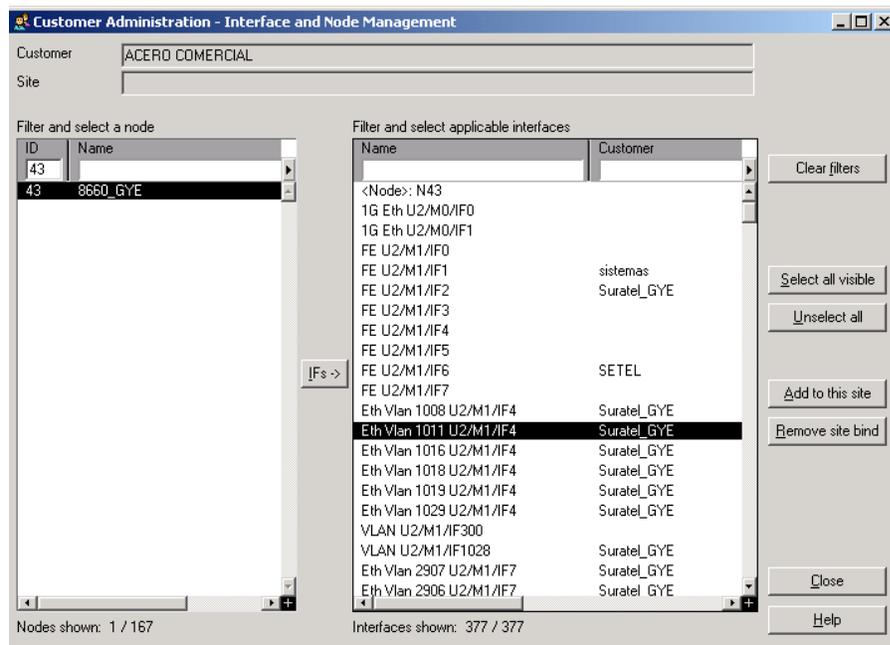


Figura 4.36: Customer con sus respectivos Sites.

Se selecciona un site y se da click en interfaces con lo que se abre la ventana que se muestra a continuación, en la que se asocia la interfaz al Site correspondiente:



*Figura 4.37: Asociación de la VLAN con su respectivos Site.*

## ***Pseudowire***

Finalmente para poder crear un pseudowire se requiere acceder a la aplicación VPN Provisioning de la plataforma:



Figura 4.38: Opción para acceder a la aplicación VPN Provisioning.

Dentro de ésta plataforma se crea un pseudowire seleccionando la siguiente opción:

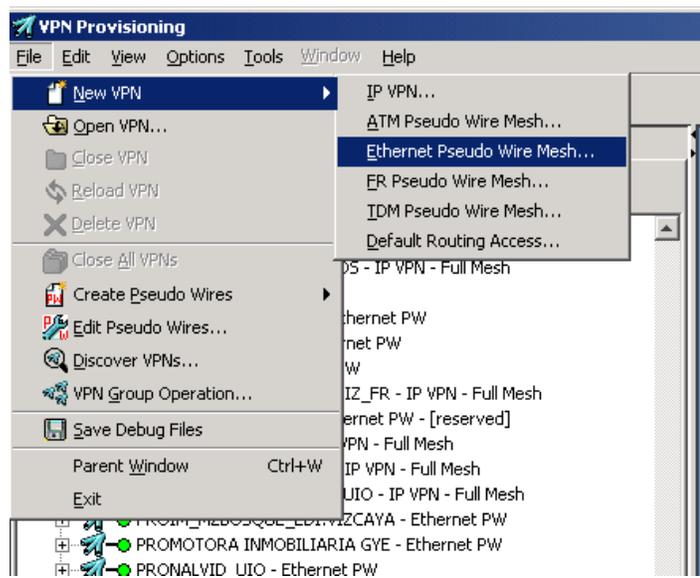
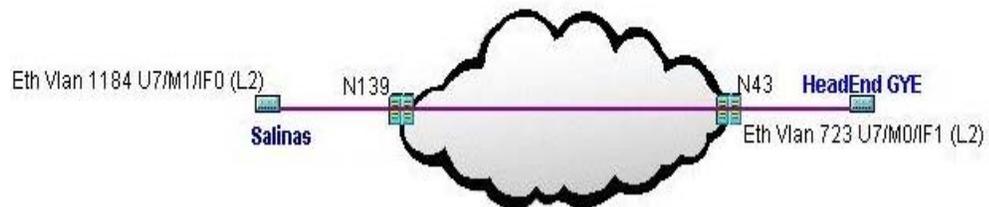
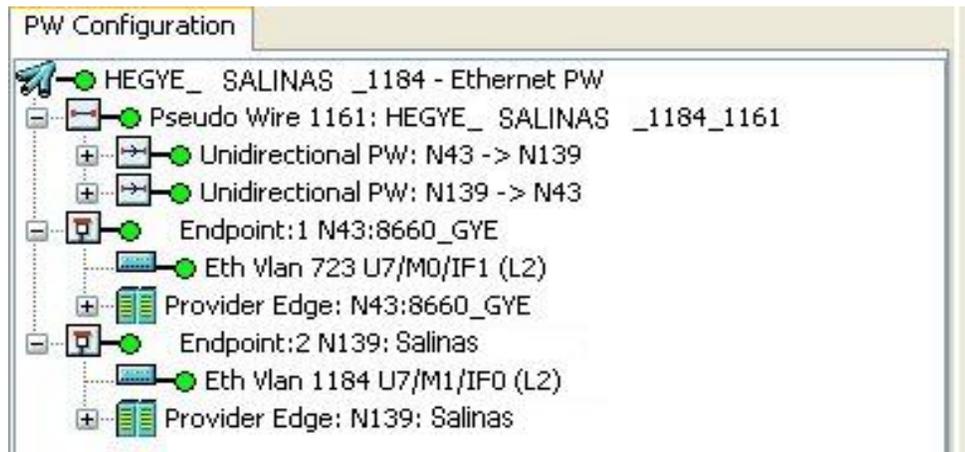


Figura 4.39: Creación de Ethernet Pseudowire.

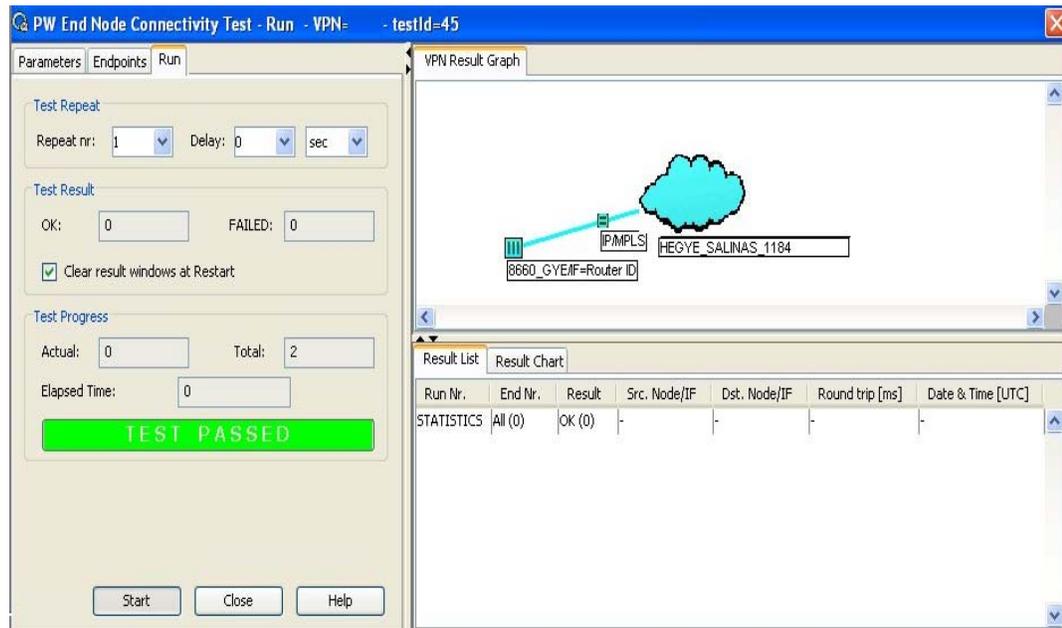


Adicionalmente en este nodo se procedió a crear las VLAN 723 y 1184 para el servicio de Internet con su respectivo PWE:



*Figura 4.41: PWE de Prueba para Internet.*

Se realizó el siguiente Test al PWE de Internet:



*Figura 4.42: Test de PWE para internet.*

También se crearon las VLAN 523 y 1185 para el servicio de Telefonía con su respectivo PWE:

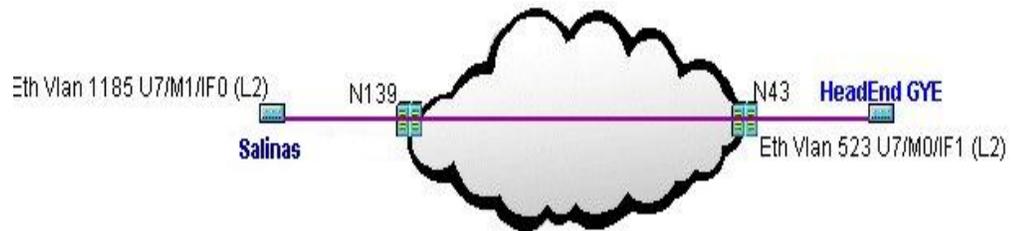
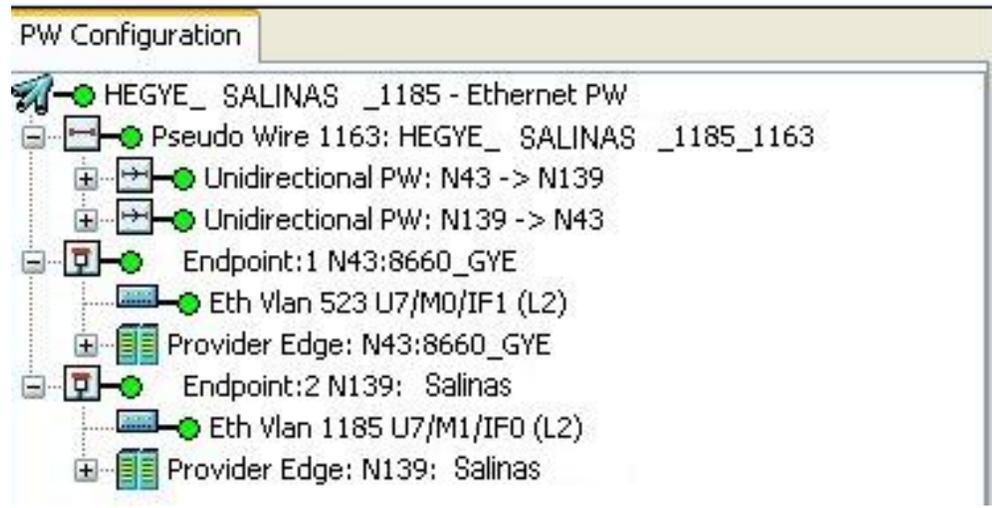
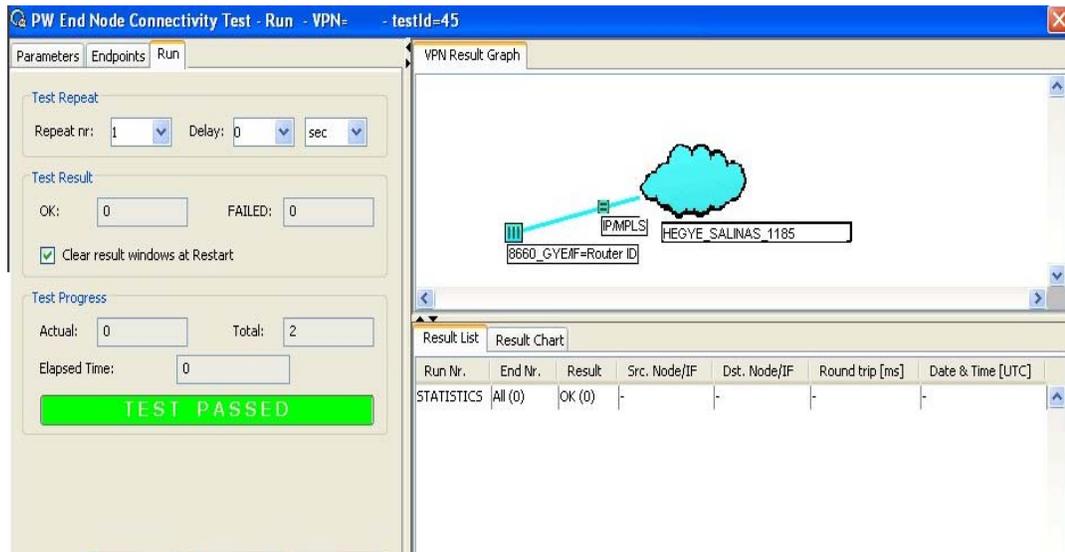


Figura 4.43: PWE de Prueba para Setel.

Se realizó el siguiente Test al PWE de Telefonía:



*Figura 4.44: Test de PWE para internet.*

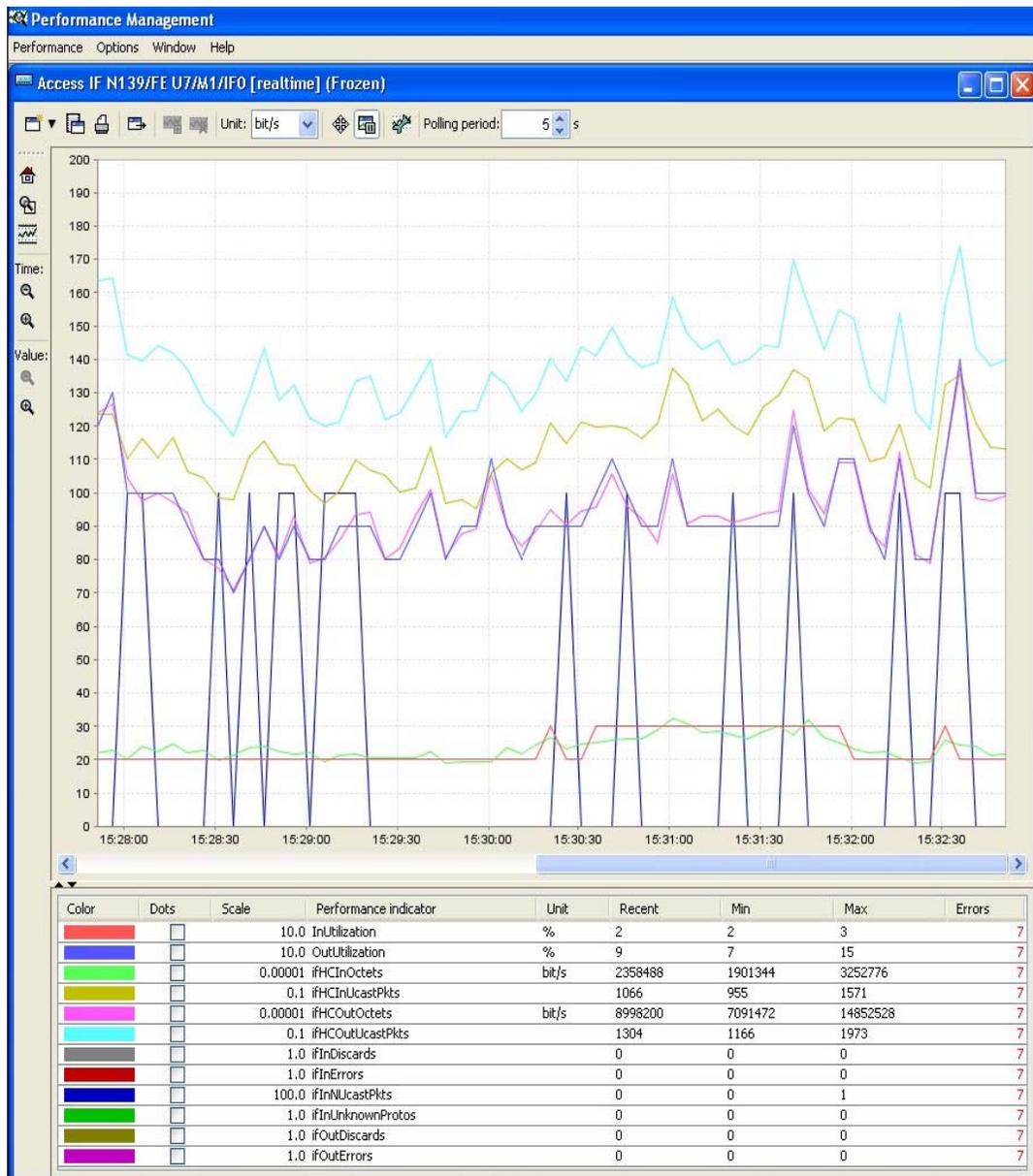
Para culminar las pruebas sobre la configuración realizada en este equipo se hizo ping para que exista tráfico en la interfaz utilizada y posteriormente se verificó las estadísticas de la interfaz, mismas que se muestran a continuación:

MAU Statistics/CSMACD Statistics/IP TLP Statistics/VLAN Statistics NE139/U7/M1/IF0	
Location	
Explanation	Value
MAU Statistics	
Media available state exists	0
False carriers	0
Alignment errors	0
FCS errors	0
Single collision frames	0
Multiple collision frames	0
Deferred transmissions	0
Late collisions	0
Excessive collisions	0
Frame too longs	0
In pause frames	0
Out pause frames	0
CSMACD Statistics	
In octets	1479350061976
In ucast pkts	5811166117
In multicast pkts	51564
In broadcast pkts	7278766
In discards	104936
In errors	0
In unknown protos	0
Out octets	5609663241077
Out ucast pkts	6473546011
Out multicast pkts	38224620
Out broadcast pkts	100586086
Out discards	0
Out errors	5
IP TLP Statistics	
The total number of octets.	
In	1712195939
Out	4905609322
The total number of packets.	
In	11738669
Out	11566648
The number of inbound packets that contained errors.	
	9
The total number of input datagrams received from interface, including those received in error.	
	11738673
VLAN Statistics	
Discarded frames	0

*Figura 4.45: Estadísticas de la interfaz empleada para PWE.*

También existe la opción de realizar gráficos de las estadísticas de ésta interfaz mediante capturas de información cada intervalo de tiempo.

En la gráfica que se encuentra a continuación estas capturas se efectuaron cada 30 segundos, y se puede graficar todas las estadísticas en la misma pantalla o se puede observar las gráficas individualmente.



*Figura 4.46: Gráfica de las estadísticas de la interfaz empleada para PWE.*

#### **4.3.4 Configuración del Switch Tellabs 8606**

Considerando la topología que se planteó previamente en cada uno de los Switches empleados, se hace necesario realizar una configuración por puerto. Esta configuración debe tomar en cuenta si los puertos deben ser troncales o no (de acuerdo al número de Vlan que se manejen en cada puerto), obviamente la creación y configuración de las Vlan con su respectivo tag y Vlan ID; y por último se debe agregar los puertos a la Vlan correspondiente.

Este switch se puede configurar en modo CLI y gráficamente a través de un Web Browser. Solamente se hará uso del Web Browser para indicar los parámetros a configurarse para establecer RSTP de manera óptima de tal manera que la selección del camino redundante sea nuestra.

De acuerdo al 8606 Tellabs Configuration Guide, los comandos básicos de configuración son los siguientes:

### ***Creación de Vlan por comandos en el modo seguro***

Con estos comandos se crea la Vlan, añade el ID de Vlan y se coloca el nombre a la misma:

```
XXX_# configure
```

```
XXX_(config) # vlan <ID de Vlan> (configura el ID de la Vlan)
```

```
XXX_(config-vlan)# name <nombre de Vlan> (Configura el  
nombre de la Vlan)
```

### ***Configuración de miembros de la Vlan***

Para agrupar un puerto o lista de puertos a una Vlan, se ingresa a la Vlan respectiva y se realiza lo siguiente a continuación:

```
XXX_# configure
```

```
XXX_(config) # vlan <ID de Vlan a editar>
```

```
XXX_(config-vlan)# fixed <lista de puertos> (Agrupa los puertos a  
una Vlan)
```

```
XXX_(config-vlan)# untagged <lista de puertos> (Permite paso de  
tráfico sin tag en un puerto que pertenece a una vlan respectiva en  
caso de que sea pc directamente conectado al puerto del 8606)
```

Finalmente para asignar un tag de vlan específico a la trama ethernet de un puerto, se debe considerar que en el vlan port setting se haya configurado ese puerto como "untagged" y luego configurar el PVID (port Vlan ID) en la interfaz como se muestra a continuación:

```
XXX_# configure
```

```
XXX_(config)# interface
```

```
XXX_(Config-interface)# pvid <id de vlan>
```

### ***Configuración de puertos Troncales***

Primero se debe verificar que el puerto esté directamente conectado a otro switch, se debe configurar la interfaz como Trunking, de la siguiente manera:

```
XXX_# configure
```

```
XXX_(config)# interface <número de puerto>
```

```
XXX_(config-interface)# vlan-trunking
```

Para seleccionar el tipo de tráfico que acepte un puerto se puede configurar para que todo tipo de tramas sean aceptadas o para

que por ese puerto pasen sólo tramas con tag de vlan, de la siguiente manera:

```
XXX_# configure
```

```
XXX_(config)# interface <número de puerto>
```

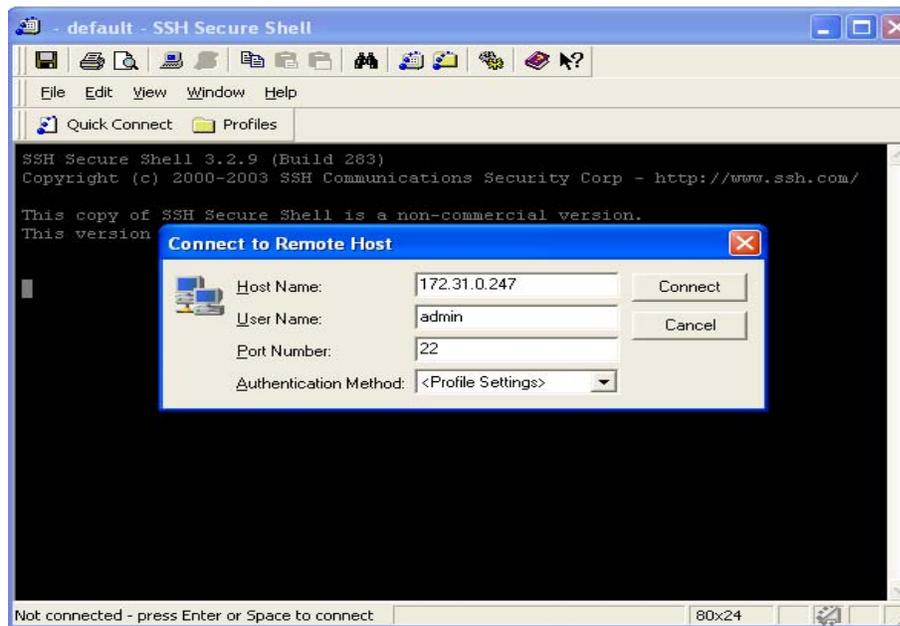
```
XXX_(config-interface)# frame-type <all/tagged>
```

#### **4.3.5 Pruebas de Campo de Switch Tellabs 8606**

Para verificar el correcto funcionamiento de los comandos descritos anteriormente se realizó una configuración de prueba sobre un equipo operativo (pues no pudimos conseguir un equipo sin uso para este fin).

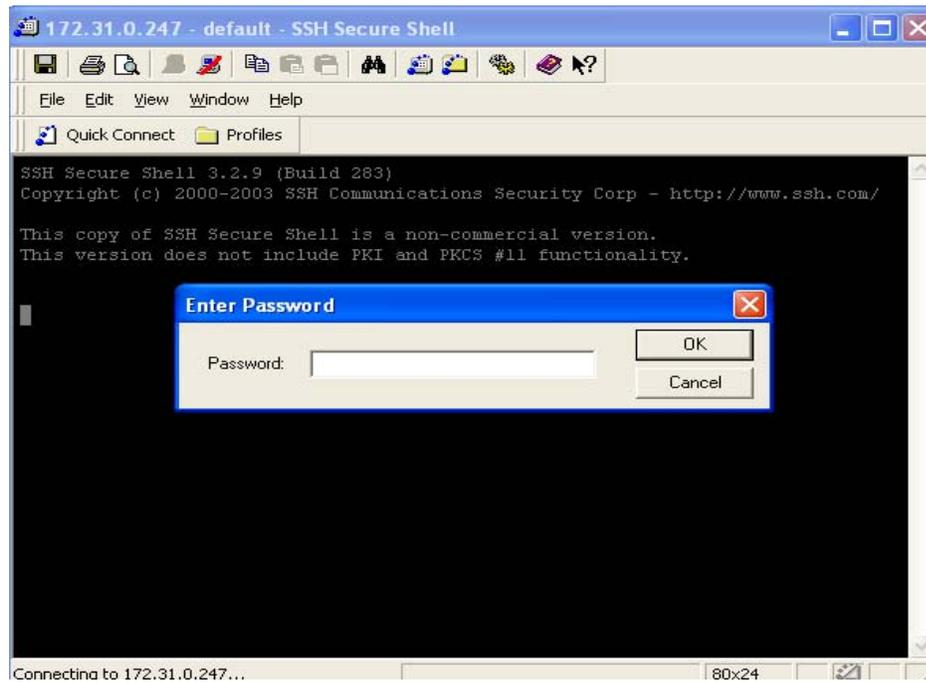
##### ***Pruebas de Acceso:***

En el caso de este equipo se accede haciendo uso de SSH:



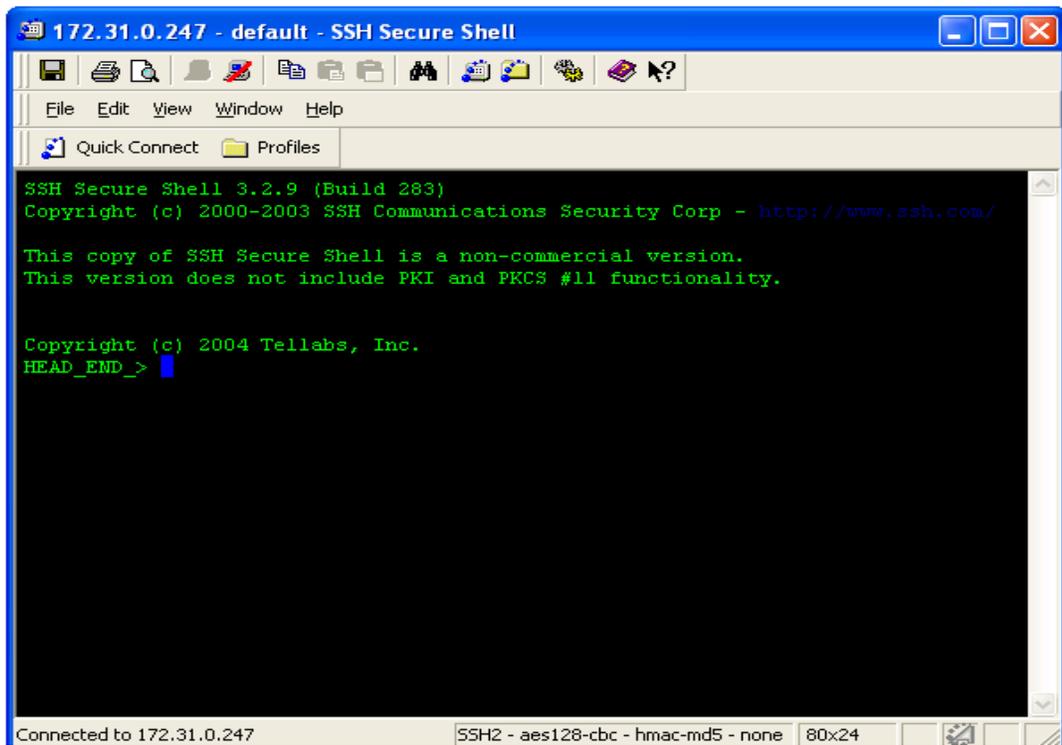
*Figura 4.47: Uso del SSH para acceder a Switch.*

Damos click en Connect y seguidamente nos solicita un Password (el de acceso al equipo):

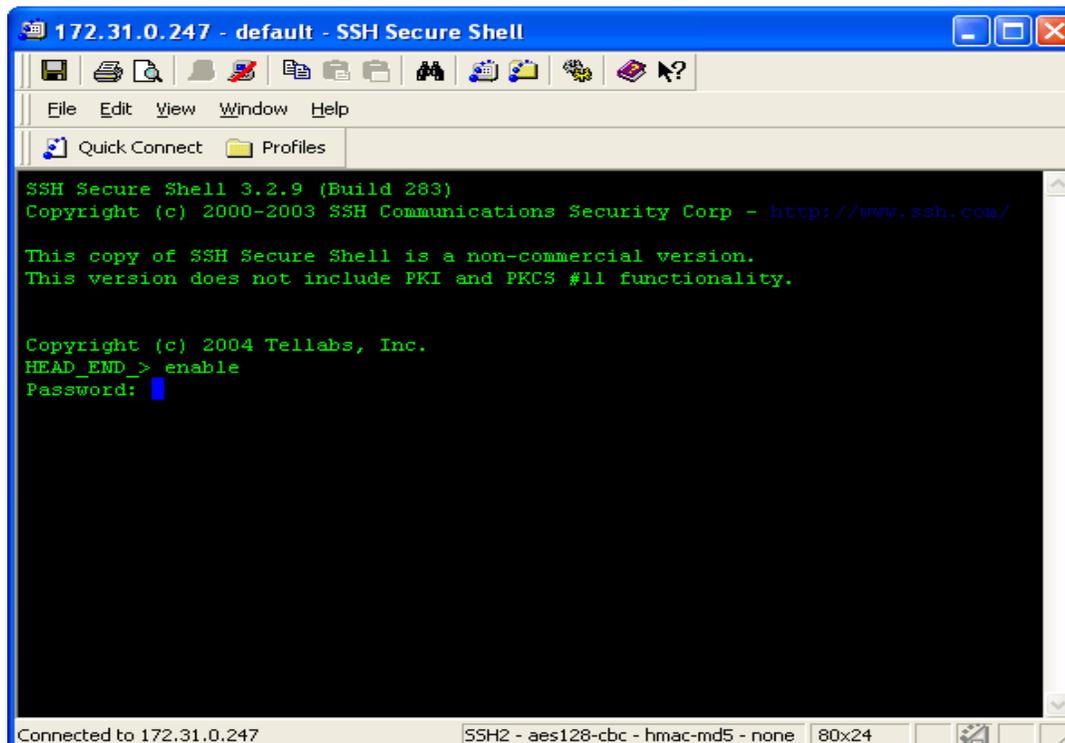


*Figura 4.48: Solicitud de Password para acceso al Switch.*

A continuación se abre una ventana en la que se digita enable para acceder al modo privilegiado y posteriormente se coloca el password de acceso a dicho modo:

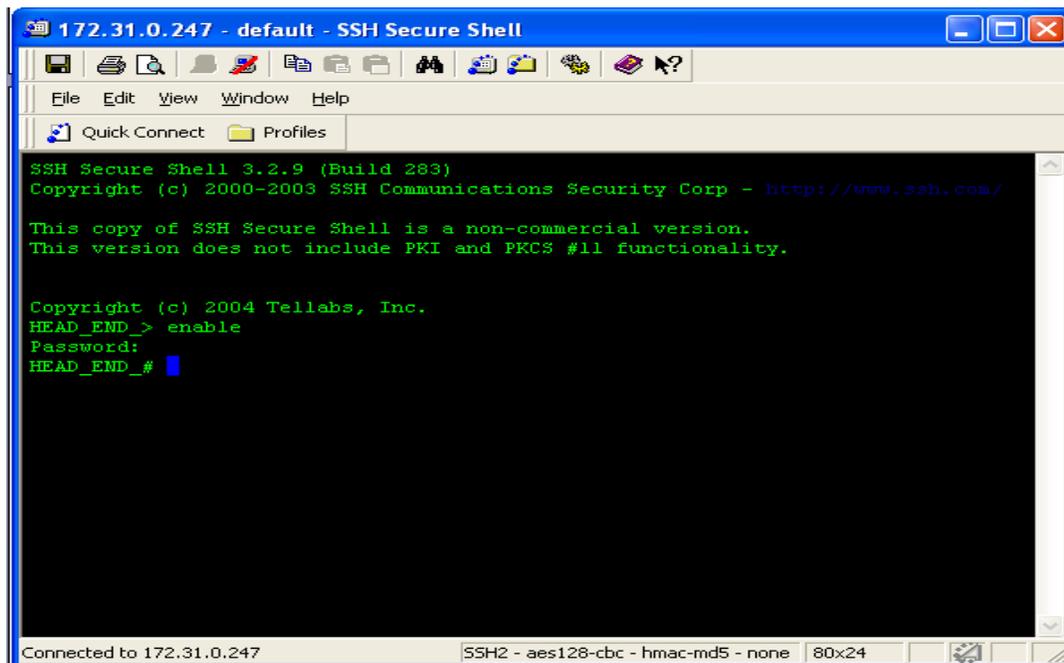


*Figura 4.49: Consola de Switch en modo usuario.*



*Figura 4.50: Solicitud de Password para acceso a modo privilegiado en Switch.*

Una vez ingresado el password apropiado se tiene acceso al modo privilegiado en el cual se puede comenzar a configurar el equipo:

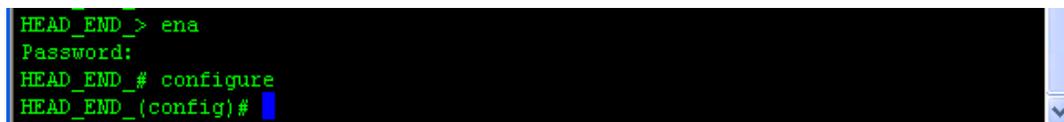


*Figura 4.51: Consola de Switch en modo privilegiado.*

## ***Pruebas de Configuración Básica de Vlan***

### ***CREAR VLAN***

Se debe acceder al modo de configuración GLOBAL. Para esto digitamos después del signo # la palabra configure, así:



*Figura 4.52: Consola de Switch en modo de configuración global.*

Posteriormente se define la vlan a utilizar (Ej. Vlan 300).

```
HEAD_END_> ena
Password:
HEAD_END_# configure
HEAD_END_(config)# vlan 300
HEAD_END_(config-vlan)#
```

*Figura 4.53: Creación de la Vlan de prueba.*

Luego definimos el nombre de la vlan para tener un mejor control y administración de la misma (Ej. Name: prueba).

```
HEAD_END_(config-vlan)# name prueba
HEAD_END_(config-vlan)#
```

*Figura 4.54: Asignación de Nombre a la Vlan de prueba.*

## **MIEMBROS DE LA VLAN**

Seleccionamos los puertos que van a pertenecer a la vlan creada (miembros de la Vlan).

(Ej. Puertos: 19, 20). Se hace uso del comando Fixed 19,20.

```
HEAD_END_(config-vlan)# name prueba
HEAD_END_(config-vlan)# fixed 19,20
HEAD_END_(config-vlan)#
```

*Figura 4.55: Agregado de Puertos a la Vlan de prueba.*

A continuación, definimos el modo en que el puerto va a trabajar en la vlan ( tagged o untagged ) lo cual depende mucho del tipo de equipo al que se va a conectar.

(Ej. Puerto 19 tagged y Puerto 20 untagged). Para esto se emplea los comandos:

No untagged 19

Untagged 20

```
HEAD_END_(config-vlan)# name prueba
HEAD_END_(config-vlan)# fixed 19,20
HEAD_END_(config-vlan)# no untagged 19
HEAD_END_(config-vlan)# untagged 20
HEAD_END_(config-vlan)#
```

*Figura 4.56: Configuración de Puertos Tagged y Untagged en Vlan de prueba.*

Al terminar esta configuración debemos salir de la configuración de la vlan digitando

Exit:

```
HEAD_END_(config-vlan)# name prueba
HEAD_END_(config-vlan)# fixed 19,20
HEAD_END_(config-vlan)# no untagged 19
HEAD_END_(config-vlan)# untagged 20
HEAD_END_(config-vlan)# exit
HEAD_END_(config)#
```

*Figura 4.57: Retorno a modo de configuración global.*

Ya en el modo de configuración global ingresamos en las interfaces antes mencionadas, se puede acceder a las 2 al mismo tiempo con el siguiente comando Interface 19,20.

```
HEAD_END_(config-vlan)# name prueba
HEAD_END_(config-vlan)# fixed 19,20
HEAD_END_(config-vlan)# no untagged 19
HEAD_END_(config-vlan)# untagged 20
HEAD_END_(config-vlan)# exit
HEAD_END_(config)# interface 19,20
HEAD_END_(config-interface)#
```

*Figura 4.58: Acceso a 2 interfaces de manera simultánea.*

A pesar de que se agregó el Vlan ID en la configuración de la Vlan se requiere añadir en los puertos correspondientes el tag de Vlan

que van a usar para lo cual digitamos el siguiente comando Pvid 300:

```
HEAD_END_(config-vlan)# name prueba
HEAD_END_(config-vlan)# fixed 19,20
HEAD_END_(config-vlan)# no untagged 19
HEAD_END_(config-vlan)# untagged 20
HEAD_END_(config-vlan)# exit
HEAD_END_(config)# interface 19,20
HEAD_END_(config-interface)# pvid 300
HEAD_END_(config-interface)#
```

*Figura 4.59: Configuración de PVID en interfaces.*

Finalmente salimos de la configuración y guardamos los cambios con los comandos Exit y Write memory:

```
HEAD_END_(config-vlan)# name prueba
HEAD_END_(config-vlan)# fixed 19,20
HEAD_END_(config-vlan)# no untagged 19
HEAD_END_(config-vlan)# untagged 20
HEAD_END_(config-vlan)# exit
HEAD_END_(config)# interface 19,20
HEAD_END_(config-interface)# pvid 300
HEAD_END_(config-interface)# exit
HEAD_END_(config)# exit
HEAD_END_# write memory
HEAD_END_#
```

*Figura 4.60: Grabado de configuración.*

Las pruebas de creación de un puerto troncal no se efectuaron pues no contábamos con un Switch en el mismo lugar para conectarlo físicamente.

**BORRAR VLAN**

Ingresamos en el modo de configuración GLOBAL y eliminamos la Vlan digitando:

No vlan 300

Exit

Write memory

```
HEAD_END_# conf t
HEAD_END_(config)# no vlan 300
HEAD_END_(config)# exit
HEAD_END_# write memory
```

*Figura 4.61: Borrado de Vlan de prueba.*

Teniendo clara la configuración de los puertos en los Switches, se debería configurar los mismos de acuerdo a la topología establecida lo cual ya fue planteado de manera previa esto es:

Switch	Puerto	Tagged / Untagged	VLANs (100 Admin, 500 Internet, 600 Telefonía)
Salinas	2	T (Troncal)	100, 500, 600
Salinas	3	U	100

Salinas	4	T (Troncal)	100, 500, 600
Salinas	5	T (Troncal)	100, 500, 600
Salinas	6	T (Troncal)	100, 500, 600
Sta. Elena	2	T (Troncal)	100, 500, 600
Sta. Elena	3	T (Troncal)	100, 500, 600
Sta. Elena	4	T (Troncal - Backup)	100, 500, 600
Sta. Elena	5	T (Troncal - Backup)	100, 500, 600
Pta. Blanca	2	T (Troncal)	100, 500, 600
Pta. Blanca	3	T (Troncal)	100, 500, 600
Pta. Blanca	4	T (Troncal)	100, 500, 600
Pta. Blanca	5	T (Troncal)	100, 500, 600
Manglaralto	2	T (Troncal)	100, 500, 600
Manglaralto	3	T (Troncal)	100, 500, 600
Manglaralto	4	T (Troncal)	100, 500, 600

Tabla 4.1: Mapeo de puertos y vlans en Switches 8606 de Red MPLS Santa Elena.

Por último, debido a que la topología seleccionada posee conexiones físicas redundantes para asegurar la disponibilidad de

los servicios que se prestan es necesario la configuración de STP en los switches para que no existan lazos a nivel lógico (los cuales podrían dejar la red saturada por broadcast fundamentalmente).

Debido a que el Spanning-Tree Protocol es ampliamente conocido, no se entrará en detalles en cuanto a la parte conceptual y de configuración del mismo.

Los switches Tellabs 8606 soportan RSTP (Rapid Spanning-tree Protocol), y su configuración es sumamente sencilla. A continuación se muestra la ventana del Web Browser en la que se puede configurar el STP, habilitándolo en los puertos seleccionados y modificando los parámetros de prioridad del bridge, costo del camino y prioridad del puerto en base a los cuales se seleccionan el bridge raíz, y los puertos raíces, designados y alternativos respectivamente:

**Spanning Tree Protocol** Status

Active

Bridge Priority  ▾

Hello Time  Seconds

Max Age  Seconds

Forwarding Delay  Seconds

---

Port	Active	Priority	Path Cost
1	<input type="checkbox"/>	128	19
2	<input type="checkbox"/>	128	19
3	<input type="checkbox"/>	120	19
4	<input type="checkbox"/>	128	19
5	<input type="checkbox"/>	128	19
6	<input type="checkbox"/>	120	19
7	<input type="checkbox"/>	128	19
8	<input type="checkbox"/>	128	19
9	<input type="checkbox"/>	120	19
10	<input type="checkbox"/>	128	19
11	<input type="checkbox"/>	128	19
12	<input type="checkbox"/>	120	19
13	<input type="checkbox"/>	128	19
14	<input type="checkbox"/>	128	19
15	<input type="checkbox"/>	120	19
16	<input type="checkbox"/>	128	19
17	<input type="checkbox"/>	128	19
18	<input type="checkbox"/>	128	19
19	<input type="checkbox"/>	120	19
20	<input type="checkbox"/>	128	19
21	<input type="checkbox"/>	128	19
22	<input type="checkbox"/>	128	19
23	<input type="checkbox"/>	120	19
24	<input type="checkbox"/>	128	19
25	<input type="checkbox"/>	128	4
26	<input type="checkbox"/>	128	4
27	<input type="checkbox"/>	120	4
28	<input type="checkbox"/>	128	4

Apply Cancel

Figura 4.62: Ventana de configuración de RSTP en Switch Tellabs 8606.

De ésta manera se integraría la red inalámbrica de última milla con la red de acceso MPLS, con enlaces físicamente redundantes y conmutación de los mismos de manera automática.

## **CAPITULO 5**

### **5 Requerimientos legales**

#### **5.1 Servicios Portadores**

Servicios portadores son los servicios de telecomunicaciones que proporcionan la capacidad necesaria para la transmisión de señales entre puntos de terminación definidos de red.

Los servicios portadores se pueden prestar en dos modalidades: bajo redes conmutadas y bajo redes no conmutadas. Para la prestación de dichos servicios se requiere de un título habilitante, que será la concesión, otorgado por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, previa autorización del Consejo Nacional de Telecomunicaciones. Toda concesión comprende las dos modalidades de los servicios portadores.

El área de cobertura para la prestación de servicios portadores será nacional y con conexión al exterior.

El plazo de duración de los títulos habilitantes de servicios portadores será de quince años, renovable por igual período a solicitud escrita del concesionario presentada con cinco años de anticipación a la fecha de vencimiento y con sujeción al, reglamento pertinente.

El Consejo Nacional de Telecomunicaciones autorizará las renovaciones de títulos habilitantes para la prestación de servicios portadores.

Los contratos para la prestación de servicios portadores que celebre un concesionario con operadores internacionales serán notificados a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, la cual procederá a inscribirlo en el registro correspondiente. En cualquier otro caso, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones podrá autorizar a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones para que

suscriba los contratos de concesión de servicios portadores sin necesidad de un proceso competitivo de adjudicación.

El solicitante de una concesión para la prestación de servicios portadores deberá presentar a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones una petición acompañada con la información que se detalla en el artículo 12 del Reglamento del Servicio a Portadores.

## **5.2 Telefonía Fija**

El Reglamento del servicio de telefonía fija local define al servicio de telefonía fija local como un servicio de telecomunicaciones por el que se conduce tráfico telefónico conmutado entre usuarios de una misma central o entre usuarios que se encuentran en una misma área del servicio de telefonía fija local, que no requiere de la marcación de un prefijo de acceso de larga distancia.

Este servicio debe tener numeración local asignada y administrada por la Secretaría, de conformidad con el Plan Técnico Fundamental de Numeración y comprende los servicios de telefonía fija local,

alámbrica e inalámbrica y se proporciona a través de equipos terminales que tienen una ubicación geográfica determinada.

El título habilitante para la instalación, prestación y explotación del servicio de telefonía fija local, es una concesión otorgada por la Secretaría, previa autorización del CONATEL.

El título habilitante para la prestación del servicio de telefonía fija local tendrá una duración de 15 años y podrá ser renovado de conformidad con el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada.

Para obtener un título habilitante, el solicitante deberá presentar a la Secretaría una petición en los términos contemplados en el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada y en el Reglamento para Otorgar Concesiones de los Servicios de Telecomunicaciones.

Para la prestación del servicio de telefonía fija local inalámbrica, el concesionario deberá disponer del título habilitante otorgado por la

Secretaría que le permita el uso de bandas o sub-bandas de frecuencias, conforme a lo dispuesto en el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada.

### **5.3 Servicios de Valor Agregado (ISP)**

El reglamento para la prestación de servicios de valor Agregado define a dicho servicio como aquel que utiliza servicios finales de telecomunicaciones e incorpora aplicaciones que permiten transformar el contenido de la información transmitida.

El plazo de duración de los títulos habilitantes para la prestación de servicios de valor agregado será de diez (10) años, prorrogables por igual período de tiempo, a solicitud escrita del interesado, presentada con tres meses de anticipación al vencimiento del plazo original, siempre y cuando el prestador haya cumplido con los términos y condiciones del título habilitante.

El área de cobertura será nacional y así se expresará en el respectivo título habilitante, pudiéndose aprobar títulos

habilitantes con infraestructura inicial de área de operación local o regional.

El solicitante de una concesión para la prestación de servicios de valor agregado deberá presentar a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones una petición acompañada con la información que se detalla en el artículo 7 del Reglamento para la prestación de servicios de valor Agregado.

El contenido del anteproyecto que se presentará debe contener lo estipulado en el artículo 8 del Reglamento para la prestación de servicios de valor Agregado.

El título habilitante para la prestación de servicios de valor agregado debe especificar lo que se detalla en el artículo 9 del Reglamento para la prestación de servicios de valor Agregado.

#### **5.4 Uso de frecuencias que no requieren licencia**

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.

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; y,
- e. Operar en Bandas de frecuencias inscritas en el cuadro de atribución de 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)	ASIGNACIÓN
902 - 928	ICM
2400 - 2483.5	ICM
5150 - 5250	INI
5250 - 5350	INI

5470 - 5725	INI
5725 - 5850	ICM, INI

Tabla 5.1: Asignación de Bandas de Frecuencias

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.

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.

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 norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital.

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.

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.

Los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha, en las bandas que el CONATEL determine, pagarán una tarifa por uso de frecuencias por anticipado, por un período de un año, según la ecuación 6:

$$TA(US\$) = K_a * a_6 * B_6 * B * NTE$$

Donde:

TA (US\$) = Tarifa anual en dólares de los Estados Unidos de América.

$K_a$  = Factor de ajuste por inflación.

$a_6$  = Coeficiente de valoración del espectro para los Sistemas de Modulación

Digital de Banda Ancha (De acuerdo a la Tabla 1, Anexo 5).

$B_6$  = Coeficiente de corrección para los sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

$B$  = Constante de servicio para los sistemas de Modulación Digital de Banda

Ancha (De acuerdo a la Tabla 2, Anexo 5).

NTE = Es el número total de estaciones fijas y móviles de acuerdo al sistema.

El valor del coeficiente  $a_6$  se detalla en la Tabla 1, Anexo 5 y el valor de la constante  $B$  para los sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha se detalla en la Tabla 2, Anexo 5.

## **5.5 Títulos Habilitantes**

Todos los títulos habilitantes para la prestación u operación de servicios de telecomunicaciones, establecimiento y explotación de redes de telecomunicaciones, y para el uso del espectro radioeléctrico, así como los convenios de interconexión y acceso, los términos generales de los contratos de adhesión y la información técnica, deberán inscribirse en el Registro Público de Telecomunicaciones a cargo del CONATEL, en el que también se deberán inscribir las modificaciones, cancelaciones, y todo cambio concerniente a las inscripciones que se hubieren hecho. También registrará todas las licencias surgidas de silencio administrativo sobre las solicitudes respectivas.

La prestación de servicios de telecomunicaciones, así como el establecimiento y la explotación de redes, para ser ofrecidas al público, deben contar con una licencia previa. Las frecuencias que no requieran concesión, podrán ser dadas bajo el régimen de licencias.

La interconexión de las redes y la interoperabilidad de los servicios.

Las licencias para los servicios de telecomunicaciones y para el establecimiento y explotación de redes se concederán por el tiempo que lo determine el CONATEL.

El Estado concesionará las frecuencias esenciales, y tendrán una duración igual a la del título habilitante correspondiente. El CONATEL determinará cuáles son las frecuencias esenciales.

Los años por los que se conceda la concesión, los requisitos de la misma, y la forma de ofrecerlas al público, la determinará en cada caso el CONATEL.

## **5.6 Cumplimiento de requisitos**

### **REQUISITOS PARA OBTENER LA CONCESIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES**

#### **PERSONA JURIDICA:**

**INFORMACIÓN LEGAL**

1. Solicitud dirigida al Señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones.
2. Copia de la cédula de identidad del Representante Legal.
3. Copia del último certificado de votación, del Representante Legal.
4. Copia certificada o protocolizada del nombramiento del representante legal, que se halle vigente, debidamente inscrito en el Registro Mercantil.
5. Certificado de existencia legal de la compañía, capital social, objeto social, plazo de duración, y cumplimiento de obligaciones extendido por la Superintendencia de Compañías.
6. Copia del RUC.
7. Copia del estatuto social de la compañía
8. Certificado emitido por la Contraloría General del Estado de no hallarse impedido de contratar con el Estado.
9. Informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto a la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas.

## **INFORMACIÓN FINANCIERA**

1. Copia de los estados financieros presentados a la Superintendencia de Compañías, correspondientes a los dos últimos ejercicios económicos y copia de los informes de auditores externos por los mismos periodos de ser el caso; y
2. Proyección de la inversión prevista para los primeros cinco (5) años de la concesión y monto de la inversión inicial a ser ejecutada durante el primer año.

## **INFORMACIÓN TÉCNICA**

1. Descripción técnica detallada de cada servicio propuesto, incluyendo cobertura geográfica mínimo de éste.
2. Análisis general de la demanda de los servicios objeto de la solicitud;
3. Proyecto técnico firmado por un ingeniero electrónico debidamente colegiado, adjuntar copia de la licencia profesional.
4. Plan tarifario propuesto.

**A FIN DE DEMOSTRAR LA VIABILIDAD DE LA SOLICITUD, EL PROYECTO TECNICO DEBERA CONTENER LO SIGUIENTE:**

- a. Diagrama funcional de la red, que indique claramente los elementos activos y pasivos de la misma. Describir su funcionamiento basado en el diagrama.
- b. Gráfico esquemático detallado de la red a instalarse, el cual debe estar asociado a un plano geográfico, en el que se indiquen la trayectoria troncal (backbone) del medio físico de transmisión o los enlaces radioeléctricos que se van a utilizar. Dicho gráfico deberá contener direcciones de los sitios de puntos de distribución, terminación de red y los puntos de interconexión requeridos.
- c. Ubicación y descripción técnica de los centros de gestión de la red, servicios y de los puntos de distribución que conforman el sistema.
- d. Área geográfica para la prestación del servicio,
- e. Requerimientos de conexión e interconexión con otras redes de telecomunicaciones. Indicar características.
- f. Especificaciones técnicas de los equipos a utilizarse.
- g. Indicar los recursos del espectro radioeléctrico que sean necesarios, si fuere el caso, especificando la banda en la cual se propone operar, así como los requerimientos de ancho de banda. Debe realizar el trámite respectivo.

- h. Indicar los aspectos que se implementará para medir la calidad del servicio.
- i. Plan de expansión para los 5 primeros años de concesión

## 5.7 Licencias existentes

### TELEFONÍA FIJA - OPERADORAS Y PERMISIONARIOS DE SERVICIOS PÚBLICOS

OPERADORA	CONCESIÓN	ABONADOS (datos actualizado a mayo de 2007) *	Densidad telefónica o índice de penetración (cifra que representa el número de líneas en operación por cada 100 habitantes y se calcula dentro del área de cobertura autorizada)	PORCENTAJE DE MERCADO (%)
<u><a href="http://www.andinatel.com">ANDINATEL</a></u> <a href="http://www.andinatel.com">www.andinatel.com</a> 		950,289	16.98%	53,99
<u><a href="http://www.pacifictel.net">PACIFICTEL</a></u> <a href="http://www.pacifictel.net">www.pacifictel.net</a> 		694,093	9.41%	39,43
<u><a href="http://www.etapa.com.ec">ETAPA</a></u> <a href="http://www.etapa.com.ec">www.etapa.com.ec</a> 		104,693	22.60%	5,95

<p><b>LINKOTEL</b> www.linko.ws <b>Linko</b></p>	<p>Concesión aprobada mediante Resolución 561-35-CONATEL-2002, de 3 de diciembre de 2002, para la prestación de servicios de Telefonía Fija local, permitiéndole el acceso al servicio de Telefonía de Larga Distancia nacional e internacional y al servicio de Telefonía Móvil Celular a través de los operadores autorizados. También está autorizada a brindar los siguientes servicios suplementarios: Línea conmutada directa, marcación abreviada, llamada en espera, no perturbar, servicio centres, rellamado del último número marcado y facturación detallada.</p>	2,365	0.06%	0,13
<p><b>ECUADOR</b> <b>TELECOM S.A.</b> www.ecutel.net </p>	<p>Contrato de concesión suscrito con la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones el 26 de agosto de 2002</p>	501	0.01%	0,03
<p><b>SETEL S.A.</b> </p>	<p>Contrato de concesión suscrito con la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones el 26 de agosto de 2002</p>	7,953	0.13%	0,45
<p><b>ETAPATELECOM</b> <b>S. A.</b> www.etapatelecom.com </p>		334	0.04%	0,02
<b>Total</b>		1.760.228	---	100

**VALOR AGREGADO – PERMISIONARIOS**

LOGO	OPERADOR	DOMICILIO	TELÉFONO	DIRECCION
------	----------	-----------	----------	-----------

	AMOGHI S.A.	Latacunga	2810-552	03-	Calle Félix Valencia 743 y 2 de Mayo.
	<a href="#">ANDINANET</a>	Quito	2561-005	02-	Jorge Drom S/N y Gaspar de Villarreal. Edif. Andinanet
	ARTIANEXOS	Guayaquil	2264-673	04-	Urbanización San Felipe, Manzana 165, villa 18 (frente al Colegio Americano)
	<a href="#">ASAPTEL S.A.</a>	Guayaquil	04- 2291-676		Av. De las Américas 920 C y Av. Carlos Luis Plaza Dañin.
	AT&T GLOBAL NETWORK SERVICES ECUADOR CIA. LTDA.	Quito	2433-667	02-	Av. República del Salvador N34-211 y Moscú, Edif. Aseguradora del Sur, piso 2
	BRIGHTCELL S.A.	Quito	2232-619	02- 2232-329	Hernando de la Cruz N31-120 y Mariana de Jesús
	<a href="#">COMDIGITRONIK S.A.</a>	Quito	2255-195	02-	Paris N41-43 y Av. De los Granados
	COMPAÑÍA DE SERVICIOS ELECTROMECAÑICOS PARA LE DESARROLLO CSED	Santo Domingo	02-2768-544.		Km 5 1h, via Quito Bypass Quevedo, de la ciudad de Santo Domingo de Los Colorados
	COMPIM S.A	Guayaquil	2884-505	04-	Bálsamo Norte No. 414 y la quinta (Urdesa Central) 2do. Piso Oficina 5. Guayaquil
			2884-506	04-	
	COMPUATEL MANTENIMIENTO INSTALACIONES Y ASESORIA EN TELECOMUNICACIONES CIA. LTDA.	Quito	2260-664	02-	Pasaje La Tierra E10-84 y Avda. Shyris
	<a href="#">CONECEL S.A.</a>	Guayaquil	2693-693	04-	

	<a href="#"><u>CORPORACION INTERINSTITUCIONAL DE COMUNICACION ELECTRONICA INTERCOM</u></a>	Quito	2234-447	02-	Av. Amazonas 258 y Jorge Washington
	CORPORACIÓN XPRESA DEL ECUADOR DATAEXPRESS S.A.	Loja	2587-795	07-	Av. Universitaria y Jose Felix de Valdivieso, cuarto piso, de la ciudad de Loja
	<a href="#"><u>COSINET S.A.</u></a>	Quito	2229-818 2559-759	02-	Av. 6 de Diciembre N31-89 y Wimpher
	<a href="#"><u>DINOLAN</u></a>	Santo Domingo	2763-454	02-	Av. Quito y Cuenca
	<a href="#"><u>EASYNET S.A.</u></a>	Guayaquil	1800327963 - 2682-305 2680-435	04- 04-	Guayaquil Calle Víctor Hugo Sicuret y Luis Orrantía (esquina) Central Kennedy Norte de Pacifitel S.A.
	ECUADORTELECOM S.A.	Guayaquil	2515-555	04-	Pedro Carbo 555 y Luque, sexto piso. Ed. Ecutel
	<a href="#"><u>ECUAENLACE SATELITAL S.A.</u></a>	Guayaquil	2886-585 2883-585	04- 04-	Ciudadela Urdesa, Calle Guayacanes No. 203 y Víctor Emilio Estrada
	ECUAONLINE S.A	Quito	2440-831 2452-537	02- 02-	Av. República de El Salvador N35-82 y Portugal Edf. Twintowers
	EFICENSA S.A.	Guayaquil	2369-819	04-	Ciudadela Kennedy Norte, Av. José Assaf Bucaram y Secundino Sáenz - Edificio "Linkotel", Primer piso.
	<a href="#"><u>ENTREPRENEURINC</u></a>	Quito	02-2453-299 02-2434-305		Av República E546 y Alemania, 2do piso.

	<a href="#">ESPOTEL</a>	Guayaquil	04-2515-010 04-2514-477	Malecon y Loja esq.
	<a href="#">ETAPATELECOM S.A.</a>	Cuenca	2866-000	07- Calle Larga 113 Huanacacap Edif. Banco Central piso 1
	<a href="#">FIX WIRELES INTERNET</a>	Quito	2559-064  2901-448	02- Av. Mariana de Jesús 1740 y Antonio de Ulloa OE3-42 02-
	<a href="#">FLATEL COMUNICACIONES CIA. LTDA</a>	Quito	2460-880	02- Nuñez de Vela 903 y Naciones Unidas Edificio Carolina 2000.
	FREDDY GUSTAVO CALVA CALVA	Loja	2573-719	07- Miguel Riofrío 0918, entre 24 de Mayo y Macará
	GPF Corporación Cía. Ltda.	Quito	2256-266  2920-436	02- Avenida República # 1331 y Alemania, edificio Álvares García Piso 1. 02-
	<a href="#">BARAINVER S.A.</a>	Quito	255-2372	02- Versalles 24-52 y Cuero y Caicedo
	<a href="#">GIGOWIRELESS CIA.LTDA</a>	Quito	2804-962	02- Juan Barrezueta N 74-15
	GRUPO BRAVCO CIA.LTDA	Quito	2255-566	02- Avda. Amazonas N39-61 y Pereira, Ed. Centro Financiero P9
	GRUPO MICROSISTEMAS JOVICHSA S.A	Quito	02-2923-500 02-2251-869	Av. Amazonas No. 62-88 y Tomás de Berlanga
	<a href="#">IMBANET S.A.</a>	Ibarra	2644-070	06- Sucre No. 10-51 y Av. Pérez Guerrero
	<a href="#">IMPSTATEL</a>	Quito	2264-101	02- Urb. Iñaquito Alto, Juan Díaz N37-111

			2465-066	02-	
	INFONET ECUADOR	Quito	2444-965 2456-222 02-2255-4020	02- 02-	Avda. Amazonas N39-169 y Gaspar de Villarroel Ed. Reinoso P1, Of. 103
	<a href="#">INFRATEL CIA. LTDA.</a>	Quito	2254-608	02-	Av. De los Shyris N39-281 y Gaspar de Villarroel C.C. Galería local 18
	<a href="#">INTELLICOM INFORMATICA (ECUAENLACE)</a>	Guayaquil	2888-565 2881-606 2881-682	04- 04- 04-	Guayacanes 203 y Av. Víctor Emilio Estrada, Cdla. Urdesa
	<a href="#">INTERTEL CIA. LTDA.</a>	Quito	2436-606	02-	Av. Amazonas N39-169* y Gaspar de Villarroel
	<a href="#">JAIME BEJAR FEJOO</a>	Guayaquil	2888-990	04-	Calle Primera No. 1237 y Costanera (Urdesa Central)
	JHONI JOEL JACOME GALARZA	Gualaquiza	2780-477	07-	La Calle Luis Casiraghi y Francisco de Orellana. Cantón Gualaquiza
	<a href="#">LATINMEDIA S.A.</a>	Quito	2435-666 2247-301	02- 02-	General Roca 263 y Bosmediano
	LK-TRO-KOM-S.A.	Guayaquil	2202-249 2200-650 2200-164	02- 02- 02-	Guayaquil Calle 28 de Mayo Intersección Tercera Peatonal ciudadela El Paraíso y callejón 1

	LOJASYSTEM C.A.	LOJA	2572-480 2589-118	07- 07-	Jose A. Eguiguren y Bernardo Valdivieso
	LUDEÑA SPEED TELECOM Y CIA	LOJA	2560-380	07-	Avda. Orillas del Zamora 0358 y Clodoveo Carrion
	<u>LUTROL S.A. INTERACTIVE</u>	Quito	298-6440 2986-442 2986-645	02 - 02- 02-	Av. 12 de Octubre Torre 1492 y A. Lincoln, Edificio Torre 1492, oficinas 606/ 703
	<u>MEGADATOS</u>	Quito	2265-050	02-	Núñez de Vela E3-13 y Av. Atahualpa, Edif. Torre del Puente, piso 6
	MILLTEC S.A.	Quito	2457-022 2458-597	02- 02-	Av. Amazonas E3- 131 y Río Guayas Edif. Rumiñahui, tercer piso, Of. 301.
	NEMETCOMPANY S.A.	Quito	2559-918	02-	Av. Colón 1468 y 9 de Octubre Edito Solamar piso 5 oficina 505
	NETSPEED S.A.	Quito	2352-926	02-	lote 13ª, calleB los Sauces en la Midad del Mundo
	<u>NEW ACCESS S.A.</u>	Quito	2444-701	02-	Avenida Naciones Unidas E6-99 entre Shyris y Japón, edificio Banco Bolivariano piso 3 oficina 302
	<u>OCITEL S.A.</u>	Machala	07-2933-239 07-2935-465		9 de Octubre 1010 entre Juan Montalvo y 9 de mayo
	<u>ONNET S.A.</u>	Guayaquil	2849-950	02-	

	<a href="#">ORGANIZACION DE SISTEMAS E INFORMATICA OS S.A.</a>	PORTOVIEJO	2933-347	05-	Av. del Ejercito y calle Espana esquina de la ciudad de
	<a href="#">OTECEL S.A.</a>	Quito	2227-700	02-	Av. República y La Pradera esq.
	<a href="#">PACIFICTEL S.A.</a>	Guayaquil	2560-200	02-	Rocafuerte 732 y Roca. Edificio ROCASA
	<a href="#">PANCHONET</a>	Quito	2549-800 2551-267 2229-569	02- 02- 02-	Ruiz de Castilla 763 y Andagoya
	<a href="#">PARADYNE (Ecuador On Line)</a>	Quito	2841-409	02-	Av. Gran Colombia 23-116 y Unidad Nacional
	<a href="#">PLUSNET (PUNTONET)</a>	Quito	2978-700 2759-060	02- 02-	
	Pontificia Universidad Católica de Ecuador	Quito	2565-627	02-	Avenida 12 de Octubre 1076 y Rica de la ciudad de Quito
	<a href="#">PORTALDATA S.A.</a>	Ambato	2422-173 2422-172	03- 03-	Juan Benigno Vela 08-23 y Montalvo
	<a href="#">PRODATA (HOY NET)</a>	Quito	2261-431 2261-437	02- 02-	Av Atahualpa 955 y Republica Edif Digicom 7 piso

	<a href="#">RDH ASESORIA Y SISTEMAS S.A.</a>	MANTA	2628-143	05-	Av. 2 da. Entre calle 11 y 12
	READYNET CIA. LTDA.	Quito	2521-345	02- 02-	Obispo Díaz de la Madrid 445 y La Isla
	RED GLOBAL DE INFORMACIÓN CIA.LTDA.	Cuenca	2850-190	07- 07-	Av. Gran Colombia 20-122 y Unidad Nacional parroquia San Sebastián
	<a href="#">SATNET</a>	Quito	2992444 2440829 2440827 2240228		Av. Eloy Alfaro N-44-406 y de las Higueras
	Servicios de Telecomunicaciones SETEL S.A.	Quito	2252798 2461181		Quito: Av. Eloy Alfaro N-44-406 y de las Higueras
	<a href="#">SITA</a>	Quito	2567-221	02-	Robles No. 653 y Amazonas Edif. Proinco Calisto Piso 3 Ofic. 309
	<a href="#">SPEEDNET S.A.</a>	Guayaquil	268-3083	04-	Cdla. Kennedy Norte Av. Luis Orrantia Cornejo No. 24 y Dr. Victor Hugo Sicouret, Edif. Rafermart Piso1
	STEALTH TELECOM DEL ECUADOR S.A.	Quito	2248233		Vicente Fierro E15-13 y calle A, Urb. Analuisa, Batan Alto
	SURAMERICANA DE TELECOMUNICACIONES	Quito	2992444 2440829 2440827 2240228		Quito: Av. Eloy Alfaro N-44-406 y de las Higueras
	<a href="#">SYSTELECOM</a>	Quito	223-2846 2227081		Selva Alegre Oe 5-301B y la Isla
	SYSTRAY S.A.	MANTA	2628861	05-	Calle 11 y Av. 4 Edificio Cooperativa 15 de Abril piso 3 oficina 301
	TECHSOFTNET S.A.	Guayaquil	2566255	04-	Calle P. Icaza # 437 y Baquerizo Moreno, Ed. Atahualpa 7mo.piso

	<a href="#">TELCONET</a>	Guayaquil	2680-555	04-	Avenida de las Américas 1610 y Avenida Héroes de Verdeloma
	TELECOMUNICACIONES NETWORKING TELYNETWORKING C.A.,	Quito	2436-491 2435-870	02- 02-	Av. Atahualpa E3-49 y Juan Gonzalez (Edificio Perez Pallares ) piso 8b
	TELYDATA TELECOMUNICACIONES Y DATOS CIA.	Quito	02-263-956 2263-857	02-	Av: Amazonas N39-169 edificio Reinoso 5to. Piso, oficina 502
	TESAT S.A.	Guayaquil	2295-904	04-	Guayaquil Centro Comercial Plaza Quil Local # 19 Quito: Isla Floreana 153 y Av. Los Shyris
	<a href="#">TRANSTELCO S.A.</a>	Quito	2450-241	02-	Av. 10 de agosto N37-288 y Villalengua
	<a href="#">UNISOLUTIONS INFORMATICA S.A.(Quik Internet)</a>	Quito	2253-020 2460-364	02- 02-	AV. Gaspar de Villaroel E 10-292 y Av. 6 de Diciembre
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	Ambato	2420-461 2849-164	03- 03-	Av. Los Chasquis s/n, Ciudadela Universitaria-Nueva Ambato, Sector Huachi
	<a href="#">UNIVERSIDAD TECNICA PARTICULAR DE LOJA</a>	LOJA	2586-921 2570-275 ext.: 2651	07- 07-	San Cayetano s/n

## **5.8 Actualización de información conforme el proyecto**

**Artículo 19.-** REGLAMENTO DE DERECHOS POR CONCESIÓN Y TARIFAS POR USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO. Los concesionarios del Servicio Fijo y Móvil (Multiacceso), deberán informar a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, dentro de los cinco primeros días de cada mes, el número total de estaciones (Estaciones de Base, Estaciones Centrales Fijas, Estaciones de Abonado móviles y Estaciones de Abonado fijas) activadas en el sistema en su zona de concesión, por banda de frecuencia, hasta el último día del mes inmediatamente anterior a la presentación.

## **CAPITULO 6**

### **6 ANÁLISIS ECONÓMICO**

Con la finalidad de que el proyecto que se plantea tenga un carácter más real se efectuará un análisis económico para tratar de concluir después del mismo si es o no factible técnica y económicamente la ejecución del proyecto descrito.

#### **6.1 Costos de Infraestructura y Equipamiento**

Debido a que tanto el equipamiento como la infraestructura no será la misma para todos los nodos (ubicaciones geográficas), se realizará un análisis para cada uno de ellos.

Es preciso señalar que en aquellas zonas geográficas en las que se señala que se requiere un tendido de fibra óptica para tener una mejor estimación de la longitud de dicho tendido se tomó la distancia lineal medida en Google Earth más un 20% para así

aproximarnos a la distancia real que se tendría al realizar la instalación.

### ***Salinas (Cerro El Peñón)***

En el caso de Salinas no se precisa de infraestructura pues en el Cerro el Peñón existen tanto torres como cuartos de equipos, cuyo espacio es alquilado por el departamento del Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas denominado "Públicas y Privadas".

Debido a la existencia de un nodo de TvCable en ésta ciudad, se procederá a instalar el equipo Tellabs 8630 en dicho nodo mientras que tanto el Switch Tellabs 8606 como el AP de Canopy se ubicarán en el cuarto de equipos en el Cerro El Peñón.

<b>Descripción</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Total</b>
<b>EQUIPOS</b>			
Tellabs 8630	\$ 38.344,16	1	\$ 38.344,16

Tellabs 8606	\$ 2.184,97	1	\$ 2.184,97
Switch CMM	\$ 2.300,00	1	\$ 2.300,00
AP Canopy 5,7 GHz 14 Mbps	\$ 2.120,00	5	\$ 10.600,00
<b>PLANTA EXTERNA</b>			
Tendido de F.O. Nodo TvCable – Cerro el Peñón	\$ 0,53	9.600 mtrs	\$ 5.088,00
Tendido de F.O. Cerro el Peñón – Cerro el Tablazo	\$ 0,53	18.000 mtrs	\$ 9.540,00
<b>PLANTA INTERNA</b>			
Patch Cord SC-ST	\$ 8,07	4	\$ 32,28
Media Converters SC	\$ 118,00	2	\$ 236,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 68.325,41</b>

Tabla 6.1.- Listado de Equipos e Infraestructura (Salinas)

***Santa Elena (Cerro El Tablazo)***

Para dar cobertura a Libertad, Santa Elena y Ballenita se decidió situar la radio base en el Cerro El Tablazo. En dicho cerro si se requiere trabajos de infraestructura, esto es la construcción de un cuarto de equipos de 3X4 mtrs<sup>2</sup> y una torre de 15 mtrs. de altura.

Por otro lado los equipos a instalarse serán el Switch Tellabs 8606 y el AP de Canopy. En el mástil se tendrá 6 Puntos de Acceso, 3 hacia Libertad, 2 hacia Santa Elena y 1 hacia Ballenita.

Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Valor Total
<b>INFRAESTRUCTURA</b>			
Construcción de cuarto de equipos	\$ 7.000,00	1	\$ 7.000,00
Construcción de torre de 15 mtrs	\$ 40,00	15 mtrs	\$ 600,00
Acondicionamiento civil y eléctrico del nodo	\$ 2.127,21	1	\$ 2.127,21
Climatización	\$ 1.180,00	1	\$ 1.180,00

Mano de obra de instalación de Power Plant	\$ 379,00	1	\$ 379,00
Instalación radio base	\$ 200,00	1	\$ 200,00
<b>EQUIPOS</b>			
Tellabs 8606	\$ 2.184,97	1	\$ 2.184,97
Switch CMM	\$ 2.300,00	1	\$ 2.300,00
AP Canopy 5,7 GHz 14 Mbps	\$ 2.120,00	6	\$ 12.720,00
Power Plant Emerson, Banco de baterías con gabinete	\$ 7.004,00	1	\$ 7.004,00
Acondicionador de Aire (Splitter)	\$ 1.500,00	1	\$ 1.500,00
Radio base (microonda)	\$ 8.000,00	1	\$ 8.000,00
<b>PLANTA EXTERNA</b>			
Tendido de F.O. Cerro el Tablazo – Edificio Real Alto	\$ 0,53	3.900mtrs	\$ 2.067,00

<b>PLANTA INTERNA</b>			
Patch Cord SC-ST	\$ 8,07	2	\$ 16,14
Media Converters SC	\$ 118,00	1	\$ 118,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 47.396,32</b>

Tabla 6.2.- Listado de Equipos e Infraestructura (Sta. Elena)

En este caso la cotización de construcción del cuarto de equipos incluye el estudio de suelo y planos.

***Punta Blanca (Real Alto)***

En este edificio también existe la posibilidad de rentar un pequeño cuarto ubicado en la terraza, por lo que sólo se necesitaría realizar las adecuaciones, construir la torre e instalar los equipos.

<b>Descripción</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Total</b>
--------------------	-----------------------	-----------------	--------------------

<b>INFRAESTRUCTURA</b>			
Construcción de torre de 15 mtrs	\$ 40,00	15 mtrs	\$ 600,00
Acondicionamiento civil y eléctrico del nodo	\$ 2.127,21	1	\$ 2.127,21
Climatización	\$ 1.180,00	1	\$ 1.180,00
Mano de obra de instalación de Power Plant	\$ 379,00	1	\$ 379,00
Instalación radio base	\$ 200,00	1	\$ 200,00
<b>EQUIPOS</b>			
Tellabs 8606	\$ 2.184,97	1	\$ 2.184,97
Switch CMM	\$ 2.300,00	1	\$ 2.300,00
AP Canopy 5,7 GHz 14 Mbps	\$ 2.120,00	2	\$ 4.240,00
Power Plant Emerson, Banco de baterías con gabinete	\$ 7.004,00	1	\$ 7.004,00

Acondicionador de Aire (Splitter)	\$ 1.500,00	1	\$ 1.500,00
Radio base (microonda)	\$ 8.000,00	1	\$ 8.000,00
<b>PLANTA EXTERNA</b>			
Tendido de F.O. Salinas – Edificio Real Alto	\$ 0,53	21.600mtrs	\$ 11.448,00
<b>PLANTA INTERNA</b>			
Patch Cord SC-ST	\$ 8,07	2	\$ 16,14
Media Converters SC	\$ 118,00	1	\$ 118,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 41.297,32</b>

Tabla 6.3.- Listado de Equipos e Infraestructura (Pta. Blanca)

### ***Manglaralto (Cerro San Isidro)***

Como se señaló en capítulos anteriores se dará cobertura a Manglaralto desde el Cerro San Isidro ubicado en Montañita. Al

igual que en el Cerro El Tablazo se deberá construir tanto el cuarto de equipos como la torre y se deberán instalar los mismos equipos.

Descripción	Costo Unitario	Cantidad	Valor Total
<b>INFRAESTRUCTURA</b>			
Construcción de cuarto de equipos	\$ 7.000,00	1	\$ 7.000,00
Construcción de torre de 15 mtrs	\$ 40,00	15 mtrs	\$ 600,00
Acondicionamiento civil y eléctrico del nodo	\$ 2.127,21	1	\$ 2.127,21
Climatización	\$ 1.180,00	1	\$ 1.180,00
Mano de obra de instalación de Power Plant	\$ 379,00	1	\$ 379,00
Instalación radio base	\$ 200,00	2	\$ 400,00
<b>EQUIPOS</b>			

Tellabs 8606	\$ 2.184,97	1	\$ 2.184,97
Switch CMM	\$ 2.300,00	1	\$ 2.300,00
AP Canopy 5,7 GHz 14 Mbps	\$ 2.120,00	3	\$ 6.360,00
Power Plant Emerson, Banco de baterías con gabinete	\$ 7.004,00	1	\$ 7.004,00
Acondicionador de Aire (Splitter)	\$ 1.500,00	1	\$ 1.500,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 30.935,18</b>

Tabla 6.4.- Listado de Equipos e Infraestructura (Manglaralto)

En este caso la cotización de construcción del cuarto de equipos incluye el estudio de suelo y planos.

## **6.2 Costos de la operación**

Para poder realizar cierta comparación se realizará un análisis de los costos mensuales para mantener operativo cada uno de los nodos.

### ***Salinas (Cerro El Peñón)***

Tal y como se mencionó en los costos de infraestructura, para el caso de Salinas no se requería la construcción del nodo debido a que el mismo se ubicaría en el Cerro el Peñón el cual se encuentra al interior de las instalaciones de la Base Naval; por este motivo para ocupar un espacio en el cuarto de equipos existentes se requiere pagar un alquiler de acuerdo a las dimensiones de dichos equipos (tanto los que se ubican en el cuarto de equipos como en la torre) y el consumo de energía de los mismos.

Considerando que ésta información sólo es provista a empresas que realizan el trámite de manera formal mediante carta al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, nos comunicamos con

personal del departamento de Comunicaciones Públicas y Privadas quienes nos proporcionaron la siguiente información:

Costos	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Subtotal anual
Alquiler Nodo	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 300,00	\$ 3.600,00
Energía	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Climatización	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<b>TOTAL</b>													<b>\$ 3.600,00</b>

Tabla 6.5.- Costos Operativos (Salinas)

### ***Santa Elena (Cerro El Tablazo)***

En la población de Santa Elena no se debe pagar mensualmente por alquiler del local ya que se construiría un cuarto de equipos propio en el Cerro el Tablazo, lo que si es necesario es el pago de un permiso municipal por uso del suelo de \$8 anuales. Adicionalmente existen otros gastos que se detallan a continuación:

Costos	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Subtotal anual
Permiso Municipal	\$ 7.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 7.00
Consumo de energía	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 2,400.00
Mantenimiento Power Plant y Baterías	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 60.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 60.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 60.00	\$ 180.00
Mantenimiento A/A	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 50.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 50.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 50.00	\$ 150.00
<b>TOTAL</b>													<b>\$ 2,737.00</b>

Tabla 6.6.- Costos Operativos (Sta. Elena)

***Punta Blanca (Real Alto)***

Al igual que para Salinas, se debe pagar un alquiler mensual por el uso del pequeño cuarto ubicado en la terraza del edificio. Este alquiler no cubre el consumo eléctrico, por lo que los gastos necesarios para mantener este nodo operativo son los siguientes:

Costos	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Subtotal anual
Alquiler de Nodo	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 3,600.00
Consumo de energía	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 200.00	\$ 2,400.00
Mantenimiento Power Plant y Baterías	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 60.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 60.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 60.00	\$ 180.00
Mantenimiento A/A	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 50.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 50.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 50.00	\$ 150.00
<b>TOTAL</b>													<b>\$ 6,330.00</b>

Tabla 6.7.- Costos Operativos (Pta. Blanca)

### ***Manglaralto (Cerro San Isidro)***

En el Cerro San Isidro se tendrán gastos similares a los que se presentan en Santa Elena considerando que los equipos que se instalarían son los mismos y el permiso municipal tiene una tarifa similar tal y como se presenta:

Costos	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Subtotal anual
Permiso Municipal	\$10,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$10,00
Consumo de energía	\$200,00	\$200,00	\$200,00	\$200,00	\$200,00	\$200,00	\$200,00	\$200,00	\$200,00	\$200,00	\$200,00	\$200,00	\$2.400,00
Mantenimiento Power Plant y Baterías	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$60,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$60,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$60,00	\$180,00
Mantenimiento A/A	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$50,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$50,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$50,00	\$150,00
<b>TOTAL</b>													<b>\$ 2.740,00</b>

Tabla 6.8.- Costos Operativos (Manglaralto)

Con la información presentada hasta el momento se puede obtener el siguiente cuadro de costos totales tanto de instalación como de operación de cada uno de los nodos instalados al primer año.

Costos	Salinas	Santa Elena	Punta Blanca	Manglaralto	Subtotal anual
Infraestructura y Equipos	\$ 68.325,41	\$ 47.396,32	\$ 41.297,32	\$ 30.935,18	\$ 187.954,23
Operación	\$ 3.600,00	\$ 2.737,00	\$ 6.330,00	\$ 2.740,00	\$ 15.407,00
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 203.361,23</b>

Tabla 6.9.- Inversión inicial

A fin de poder constatar posteriormente que tan viable puede ser realizar este proyecto se ha efectuado el cálculo de los costos de la operación de los nodos durante los primeros 6 años considerando que los costos generales se incrementarán en un 5% anual por aumento en las tarifas de consumo eléctrico o mantenimientos de los sistemas eléctricos y de climatización. Así tendríamos que para mantener operativos todos los nodos se requiere anualmente los siguientes valores:

Tiempo	Costos de Operación
Año 1	\$ 15.407,00
Año 2	\$ 16.177,35
Año 3	\$ 16.986,22
Año 4	\$ 17.835,53
Año 5	\$ 18.727,30
Año 6	\$ 19.663,67

Tabla 6.10.- Costos operativos anuales proyectados

De cumplirse lo proyectado, tendríamos el siguiente nivel de inversión al finalizar el sexto año:

Costos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	TOTAL
Inversión	\$ 203.361,23	\$ 16.177,35	\$ 16.986,22	\$ 17.835,53	\$ 18.727,30	\$ 19.663,67	\$ 292.751,30

Tabla 6.11.- Inversión total durante los 6 primeros años

### **6.3 Ingresos por volumen de mercado esperado**

Una vez realizado un análisis de los costos necesarios tanto en infraestructura, equipamiento y operación de los nodos por un período de tiempo aceptable se procederá a realizar un análisis de la cantidad de ingresos que se espera recibir considerando un mercado inicial con una proyección de crecimiento de 10% anual durante los primeros 6 años de operación de la red.

Para realizar este estudio es necesario tener como punto de partida la cantidad de habitantes existente en cada una de las ciudades y poblaciones consideradas como mercados potenciales para la venta de los servicios ofrecidos. Con ésta información y teniendo en cuenta el resultado de las encuestas realizadas en estas localidades podremos estimar la cantidad de posibles clientes que se tendría el primer año y por ende los años consiguientes.

En el año inicial se considerará como el mercado a cubrir a la mitad del porcentaje de clientes que quieren los diferentes servicios de acuerdo al análisis efectuado en el capítulo 2. Obviamente sería demasiado optimista considerar ese porcentaje

del total real de la población, por lo que dicho porcentaje se calculará sobre el 3% de la población total para fijar como meta un valor más real que nos permita posteriormente determinar la validez o no de la ejecución de este proyecto.

Basado en los datos de la página de la Superintendencia de Telecomunicaciones la cual hace una estimación de la población del Ecuador para el año 2008 de acuerdo al último censo de población y vivienda realizado por el INEC se ha podido realizar una proyección de clientes esperados durante los siguientes 6 años, considerando un crecimiento anual del 10% en la cantidad de clientes atendidos.

Siendo la población de la provincia de Santa Elena de aproximadamente 290.000 habitantes repartidos entre sus 3 cantones: Salinas, La Libertad y Santa Elena, se tiene los siguientes resultados:

### ***Salinas***

El cantón Salinas consta con una población de aproximadamente 60.000 habitantes de los cuales unos 30.000 se encuentran en la zona urbana. Haciendo el cálculo ya indicado tenemos:

Población base	3% de la Pob. Base	% Quiere Internet	% Quieren Telefonía
30000	900	80%	30%

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Internet	720	792	871.2	958.32	1054.152	1159.5672
Telefonía	270	297	326.7	359.37	395.307	434.8377
<b>Total</b>	<b>990</b>	<b>1089</b>	<b>1197.9</b>	<b>1317.69</b>	<b>1449.459</b>	<b>1594.4049</b>

Tabla 6.12.- Proyección de crecimiento de clientes Salinas.

### ***Libertad***

En este cantón existen aproximadamente 80.000 habitantes de los cuales unos 40.000 se encuentran situados en el área de interés.

Así tendríamos:

Población base	3% de la Pob. Base	% Quiere Internet	% Quieren Telefonía
40000	1200	65%	30%

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Internet	780	858	943.8	1038.18	1141.998	1256.1978
Telefonía	360	396	435.6	479.16	527.076	579.7836
<b>Total</b>	<b>1140</b>	<b>1254</b>	<b>1379.4</b>	<b>1517.34</b>	<b>1669.074</b>	<b>1835.9814</b>

Tabla 6.13.- Proyección de crecimiento de clientes Libertad.

### ***Santa Elena***

El cantón Santa Elena es el más grande de la provincia y consta de diferentes parroquias y comunas por lo que sólo se considerará parte de la población total del cantón la cual es de aproximadamente 150.000 habitantes.



*Figura 6.1.- División política del cantón Santa Elena*

De ésta manera se tiene para la zona urbana de la parroquia Santa Elena:

Población base	3% de la Pob. Base	% Quiere Internet	% Quieren Telefonía
30000	900	50%	50%

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Internet	450	495	544.5	598.95	658.845	724.7295
Telefonía	450	495	544.5	598.95	658.845	724.7295
<b>Total</b>	<b>900</b>	<b>990</b>	<b>1089</b>	<b>1197.9</b>	<b>1317.69</b>	<b>1449.459</b>

Tabla 6.14.- Proyección de crecimiento de clientes Parroquia Santa Elena.

También se realizó el análisis para las playas de Ballenita, Punta Blanca, Punta Centinela, Punta Barandúa y San Pablo:

Población base	3% de la Pob. Base	% Quiere Internet	% Quieren Telefonía
2000	60	50%	80%

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Internet	30	33	36.3	39.93	43.923	48.3153
Telefonía	48	52.8	58.08	63.888	70.2768	77.30448
<b>Total</b>	<b>78</b>	<b>85.8</b>	<b>94.38</b>	<b>103.818</b>	<b>114.1998</b>	<b>125.61978</b>

Tabla 6.15.- Proyección de crecimiento de clientes Ballenita.

Población base	3% de la Pob. Base	% Quiere Internet	% Quieren Telefonía
1000	30	70%	10%

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Internet	21	23.1	25.41	27.951	30.7461	33.82071
Telefonía	3	3.3	3.63	3.993	4.3923	4.83153
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>26.4</b>	<b>29.04</b>	<b>31.944</b>	<b>35.1384</b>	<b>38.65224</b>

Tabla 6.16.- Proyección de crecimiento de clientes Punta Blanca.

Población base	3% de la Pob. Base	% Quiere Internet	% Quieren Telefonía
700	21	50%	30%

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Internet	10.5	11.55	12.705	13.9755	15.37305	16.910355
Telefonía	6.3	6.93	7.623	8.3853	9.22383	10.146213
<b>Total</b>	<b>16.8</b>	<b>18.48</b>	<b>20.328</b>	<b>22.3608</b>	<b>24.59688</b>	<b>27.056568</b>

Tabla 6.17.- Proyección de crecimiento de clientes Punta Centinela.

Población base	3% de la Pob. Base	% Quiere Internet	% Quieren Telefonía
700	21	40%	40%

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Internet	8.4	9.24	10.164	11.1804	12.29844	13.528284
Telefonía	8.4	9.24	10.164	11.1804	12.29844	13.528284
<b>Total</b>	<b>16.8</b>	<b>18.48</b>	<b>20.328</b>	<b>22.3608</b>	<b>24.59688</b>	<b>27.056568</b>

Tabla 6.18.- Proyección de crecimiento de clientes Punta Barandúa.

Población base	3% de la Pob. Base	% Quiere Internet	% Quieren Telefonía
3000	90	45%	40%

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Internet	40.5	44.55	49.005	53.9055	59.29605	65.225655
Telefonía	36	39.6	43.56	47.916	52.7076	57.97836
<b>Total</b>	<b>76.5</b>	<b>84.15</b>	<b>92.565</b>	<b>101.8215</b>	<b>112.00365</b>	<b>123.204015</b>

Tabla 6.19.- Proyección de crecimiento de clientes comuna San Pablo.

**Manglaralto**

En la parroquia Manglaralto, también se encuentra ubicada la comuna Montañita; las proyecciones para esta parroquia son las siguientes:

Población base	3% de la Pob. Base	% Quiere Internet	% Quieren Telefonía			
23000	690	60%	20%			
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Internet	414	455.4	500.94	551.034	606.1374	666.75114
Telefonía	138	151.8	166.98	183.678	202.0458	222.25038
Total	552	607.2	667.92	734.712	808.1832	889.00152

Tabla 6.20.- Proyección de crecimiento de clientes Manglaralto.

Totalizando se tiene la siguiente cantidad de clientes clasificados por servicio y por año:

<b>INTERNET</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>
Salinas	720	792	871,2	958,32	1054,152	1159,5672
Libertad	780	858	943,8	1038,18	1141,998	1256,1978
Santa Elena	450	495	544,5	598,95	658,845	724,7295
Ballenita	30	33	36,3	39,93	43,923	48,3153
Pta. Blanca	21	23,1	25,41	27,951	30,7461	33,82071
Pta. Centinela	10,5	11,55	12,705	13,9755	15,37305	16,910355
Pta. Barandúa	8,4	9,24	10,164	11,1804	12,29844	13,528284
San Pablo	40,5	44,55	49,005	53,9055	59,29605	65,225655
Manglaralto	414	455,4	500,94	551,034	606,1374	666,75114
<b>Sub-Total</b>	<b>2474,4</b>	<b>2721,84</b>	<b>2994,024</b>	<b>3293,4264</b>	<b>3622,76904</b>	<b>3985,045944</b>

<b>TELEFONÍA</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>
Salinas	270	297	326,7	359,37	395,307	434,8377
Libertad	360	396	435,6	479,16	527,076	579,7836
Santa Elena	450	495	544,5	598,95	658,845	724,7295
Ballenita	48	52,8	58,08	63,888	70,2768	77,30448
Pta. Blanca	3	3,3	3,63	3,993	4,3923	4,83153
Pta. Centinela	6,3	6,93	7,623	8,3853	9,22383	10,146213
Pta. Barandúa	8,4	9,24	10,164	11,1804	12,29844	13,528284
San Pablo	36	39,6	43,56	47,916	52,7076	57,97836
Manglaralto	138	151,8	166,98	183,678	202,0458	222,25038
<b>Sub-Total</b>	<b>1319,7</b>	<b>1451,67</b>	<b>1596,837</b>	<b>1756,5207</b>	<b>1932,17277</b>	<b>2125,390047</b>
<b>TOTAL</b>	<b>3794,1</b>	<b>4173,51</b>	<b>4590,861</b>	<b>5049,9471</b>	<b>5554,94181</b>	<b>6110,435991</b>

Tabla 6.21.- Proyección de crecimiento de clientes en 6 años.

A fin de poder determinar cual sería el volumen de ingresos recibido durante los 6 años proyectados, se tomará un consumo promedio telefónico de \$20 mensuales y el uso de Internet con un ancho de banda de 256 Kbps en promedio con un costo de \$25 mensuales de acuerdo a los costos vigentes para servicios con este ancho de banda. Para los años subsiguientes se realizarán los cálculos con una reducción en las tarifas señaladas de acuerdo a lo que se estima serán los costos de los servicios ofertados.

INTERNET	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Total
Tarifa Promedio	\$ 25,00	\$ 22,00	\$ 19,00	\$ 15,00	\$ 12,00	\$ 10,00	
Total clientes	2475	2722	2995	3294	3623	3986	
Subtotal ingresos	\$ 371.250,00	\$ 718.608,00	\$ 682.860,00	\$ 592.920,00	\$ 521.712,00	\$ 478.320,00	\$ 3.365.670,00
TELEFONÍA	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Total
Tarifa Promedio	\$ 20,00	\$ 18,00	\$ 16,00	\$ 14,00	\$ 12,00	\$ 10,00	
Total clientes	1.320	1.452	1.597	1.757	1.933	2.126	
Subtotal ingresos	\$ 158.400,00	\$ 313.632,00	\$ 306.624,00	\$ 295.176,00	\$ 278.352,00	\$ 255.120,00	\$ 1.607.304,00
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>\$ 529.650,00</b>	<b>\$ 1.032.240,00</b>	<b>\$ 989.484,00</b>	<b>\$ 888.096,00</b>	<b>\$ 800.064,00</b>	<b>\$ 733.440,00</b>	<b>\$ 4.972.974,00</b>

Tabla 6.22.- Proyección de ingresos por volumen de mercado anual.

En la tabla que se muestra en la parte superior se realizó el cálculo siguiente:

**Internet:**

**Subtotal Ingresos = Total de clientes X Costo del servicio X Meses con servicio**

Total de clientes: Número de clientes proyectado por año.

Costo del servicio: Costo estimado de \$25 para un servicio de 256 Kbps (ancho de banda de uso promedio).

Meses con servicio: Se utilizó el número de 6 para el primer año (en el que se inicia con 0 clientes), para los años siguientes se tomará 12 meses del año.

***Telefonía:***

**Subtotal Ingresos = Total de clientes X Costo del servicio X Meses con servicio**

Total de clientes: Número de clientes proyectado por año.

Costo del servicio: Consumo promedio estimado de \$20 mensuales.

Meses con servicio: Se utilizó el número de 6 para el primer año (en el que se inicia con 0 clientes), para los años siguientes se tomará 12 meses del año.

**6.4 Análisis de costos - beneficios para etapa inicial de proyecto**

Una vez obtenidos todos los costos tanto de implementación del proyecto, como de operación de los equipos que se requieren para la ejecución del mismo; así como también realizado el cálculo de los ingresos que se obtendrían por concepto de la comercialización de los servicios de Internet y telefonía se puede realizar un análisis comparativo entre los gastos y los ingresos (costos – beneficios) para determinar si el proyecto es sustentable en el mediano y largo plazo.

Es importante realizar un cálculo adicional de los costos de los equipos requeridos de acuerdo a la cantidad de clientes estimados, y los ingresos recibidos por concepto de instalación de dichos equipos para contar con todos los valores importantes previo a la comparación de los mismos. Para éste cómputo se considerará como costo de instalación \$100.00 por cada equipo SM (módulo suscriptor) y debido a que se asumió un ancho de banda promedio de 256 Kbps, se utilizaría un SM 5.7 GHz 512 Kbps (256 Kbps de subida y 256 Kbps de bajada) que tiene un costo de \$260.00, de ésta manera tendríamos:

<b>EGRESOS</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Total</b>
Total Clientes	3.795	4.174	4.591	5.050	5.555	6.111	29.276
Costo de equipos SM	\$ 986.700,00	\$ 98.540,00	\$ 108.420,00	\$ 119.340,00	\$ 131.300,00	\$ 144.560,00	\$ 1.588.860,00
Costos por instalación	\$ 189.750,00	\$ 18.950,00	\$ 20.850,00	\$ 22.950,00	\$ 25.250,00	\$ 27.800,00	\$ 305.550,00
Costos de inversión	\$ 203.361,23	\$ 16.177,35	\$ 16.986,22	\$ 17.835,53	\$ 18.727,30	\$ 19.663,67	\$ 292.751,30
<b>Total Costos</b>	<b>\$ 1.379.811,23</b>	<b>\$ 133.667,35</b>	<b>\$ 146.256,22</b>	<b>\$ 160.125,53</b>	<b>\$ 175.277,30</b>	<b>\$ 192.023,67</b>	<b>\$ 2.187.161,30</b>

Tabla 6.23.- Proyección de costos totales del proyecto a 6 años.

<b>INGRESOS</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>	<b>Total</b>
Total Clientes	3.795	4.174	4.591	5.050	5.555	6.111	29.276
Ingresos por instalación de equipos SM	\$ 379.500,00	\$ 417.400,00	\$ 459.100,00	\$ 505.000,00	\$ 555.500,00	\$ 611.100,00	\$ 2.927.600,00
Ingresos por servicios	\$ 529.650,00	\$ 1.032.240,00	\$ 989.484,00	\$ 888.096,00	\$ 800.064,00	\$ 733.440,00	\$ 4.972.974,00
<b>Total Costos</b>	<b>\$ 909.150,00</b>	<b>\$ 1.449.640,00</b>	<b>\$ 1.448.584,00</b>	<b>\$ 1.393.096,00</b>	<b>\$ 1.355.564,00</b>	<b>\$ 1.344.540,00</b>	<b>\$ 7.900.574,00</b>

Tabla 6.24.- Proyección de ingresos totales del proyecto a 6 años.

De cualquier manera si bien la adquisición de estos equipos representa inicialmente una inversión, estos son entregados al cliente a manera de préstamo es decir que en caso de daño o pérdida el cliente debe pagar el costo del equipo y en caso de culminación del contrato el equipo será devuelto.

De acuerdo a lo que se pudo calcular previamente se generó el siguiente gráfico comparativo:

### ANÁLISIS COSTOS - BENEFICIOS DEL PROYECTO

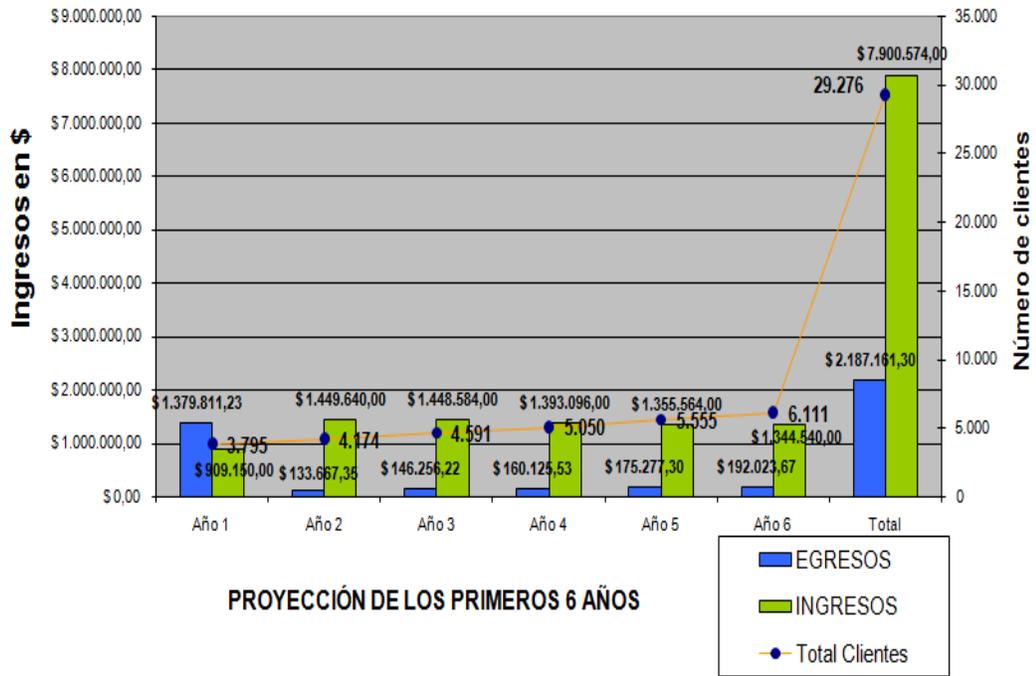


Figura 6.2.- Análisis Costos – Beneficios del Proyecto.

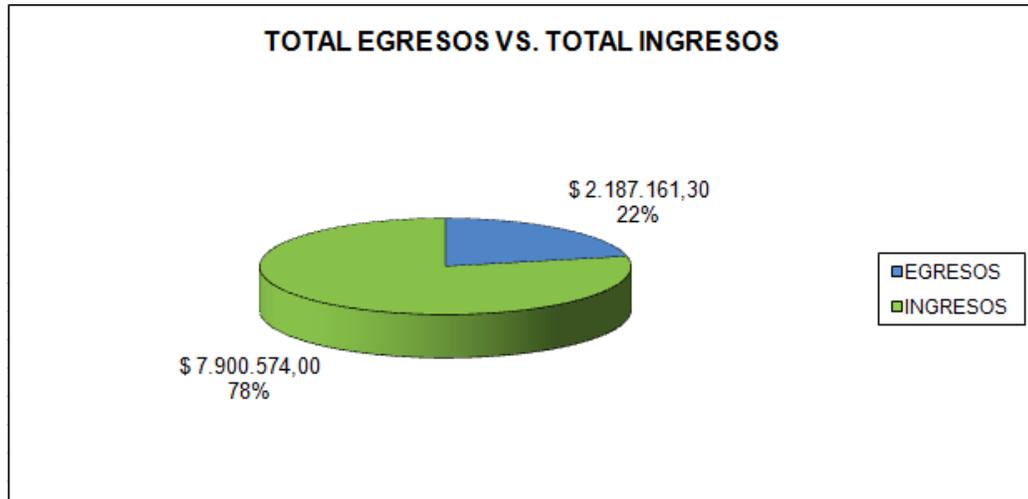


Figura 6.3.- Comparación de Egresos Vs. Ingresos del Proyecto.

Como se puede apreciar en los gráficos durante el primer año del proyecto los egresos superan a los ingresos en aproximadamente \$400.000,00 debido en gran parte a que es el año en el que se empiezan a captar clientes y los costos de los equipos instalados en los clientes es superior al costo de instalación; durante los años siguientes se puede observar que los ingresos empiezan a ser superiores pues la inversión en equipos terminales es más baja respecto al primer año ya que sólo corresponde al incremento de los clientes calculado en 10% anual.

Así también es fácil darse cuenta que a partir del segundo año se logra recuperar el total de la inversión y se empiezan a tener ganancias, las mismas que al sexto año son de aproximadamente 5.5 millones de dólares; es decir que en los 6 primeros años se recuperará 3 veces la cantidad invertida al inicio del proyecto.

Para asegurarnos de que la recuperación del capital invertido será tal y como se advierte a primera vista, efectuaremos un análisis de la obtención del crédito en una entidad financiera con la tasa de interés actual para créditos corporativos y el flujo de caja correspondiente a fin de calcular la tasa interna de retorno:

Importe del préstamo	\$ 1.400.000,00
Interés anual	9,000%
Período del préstamo en años	5
Fecha inicial del préstamo	25/01/2009

Pago mensual	\$ 29.061,70
Número de pagos	60
Interés total	\$ 343.701,84
Costo total del préstamo	\$ 1.743.701,84

N°	Fecha de pago	Saldo inicial	Pago	Capital	Interés	Saldo final
1	25/02/2009	\$ 1.400.000,00	\$ 29.061,70	\$ 18.561,70	\$ 10.500,00	\$ 1.381.438,30
2	25/03/2009	\$ 1.381.438,30	\$ 29.061,70	\$ 18.700,91	\$ 10.360,79	\$ 1.362.737,39
3	25/04/2009	\$ 1.362.737,39	\$ 29.061,70	\$ 18.841,17	\$ 10.220,53	\$ 1.343.896,23
4	25/05/2009	\$ 1.343.896,23	\$ 29.061,70	\$ 18.982,48	\$ 10.079,22	\$ 1.324.913,75
5	25/06/2009	\$ 1.324.913,75	\$ 29.061,70	\$ 19.124,84	\$ 9.936,85	\$ 1.305.788,91
6	25/07/2009	\$ 1.305.788,91	\$ 29.061,70	\$ 19.268,28	\$ 9.793,42	\$ 1.286.520,63
7	25/08/2009	\$ 1.286.520,63	\$ 29.061,70	\$ 19.412,79	\$ 9.648,90	\$ 1.267.107,83
8	25/09/2009	\$ 1.267.107,83	\$ 29.061,70	\$ 19.558,39	\$ 9.503,31	\$ 1.247.549,44
9	25/10/2009	\$ 1.247.549,44	\$ 29.061,70	\$ 19.705,08	\$ 9.356,62	\$ 1.227.844,37
10	25/11/2009	\$ 1.227.844,37	\$ 29.061,70	\$ 19.852,86	\$ 9.208,83	\$ 1.207.991,50
11	25/12/2009	\$ 1.207.991,50	\$ 29.061,70	\$ 20.001,76	\$ 9.059,94	\$ 1.187.989,74
12	25/01/2010	\$ 1.187.989,74	\$ 29.061,70	\$ 20.151,77	\$ 8.909,92	\$ 1.167.837,97
13	25/02/2010	\$ 1.167.837,97	\$ 29.061,70	\$ 20.302,91	\$ 8.758,78	\$ 1.147.535,06
14	25/03/2010	\$ 1.147.535,06	\$ 29.061,70	\$ 20.455,18	\$ 8.606,51	\$ 1.127.079,87
15	25/04/2010	\$ 1.127.079,87	\$ 29.061,70	\$ 20.608,60	\$ 8.453,10	\$ 1.106.471,27

16	25/05/2010	\$ 1.106.471,27	\$ 29.061,70	\$ 20.763,16	\$ 8.298,53	\$ 1.085.708,11
17	25/06/2010	\$ 1.085.708,11	\$ 29.061,70	\$ 20.918,89	\$ 8.142,81	\$ 1.064.789,22
18	25/07/2010	\$ 1.064.789,22	\$ 29.061,70	\$ 21.075,78	\$ 7.985,92	\$ 1.043.713,45
19	25/08/2010	\$ 1.043.713,45	\$ 29.061,70	\$ 21.233,85	\$ 7.827,85	\$ 1.022.479,60
20	25/09/2010	\$ 1.022.479,60	\$ 29.061,70	\$ 21.393,10	\$ 7.668,60	\$ 1.001.086,50
21	25/10/2010	\$ 1.001.086,50	\$ 29.061,70	\$ 21.553,55	\$ 7.508,15	\$ 979.532,95
22	25/11/2010	\$ 979.532,95	\$ 29.061,70	\$ 21.715,20	\$ 7.346,50	\$ 957.817,75
23	25/12/2010	\$ 957.817,75	\$ 29.061,70	\$ 21.878,06	\$ 7.183,63	\$ 935.939,69
24	25/01/2011	\$ 935.939,69	\$ 29.061,70	\$ 22.042,15	\$ 7.019,55	\$ 913.897,54
25	25/02/2011	\$ 913.897,54	\$ 29.061,70	\$ 22.207,47	\$ 6.854,23	\$ 891.690,07
26	25/03/2011	\$ 891.690,07	\$ 29.061,70	\$ 22.374,02	\$ 6.687,68	\$ 869.316,05
27	25/04/2011	\$ 869.316,05	\$ 29.061,70	\$ 22.541,83	\$ 6.519,87	\$ 846.774,22
28	25/05/2011	\$ 846.774,22	\$ 29.061,70	\$ 22.710,89	\$ 6.350,81	\$ 824.063,33
29	25/06/2011	\$ 824.063,33	\$ 29.061,70	\$ 22.881,22	\$ 6.180,47	\$ 801.182,11
30	25/07/2011	\$ 801.182,11	\$ 29.061,70	\$ 23.052,83	\$ 6.008,87	\$ 778.129,28
31	25/08/2011	\$ 778.129,28	\$ 29.061,70	\$ 23.225,73	\$ 5.835,97	\$ 754.903,55
32	25/09/2011	\$ 754.903,55	\$ 29.061,70	\$ 23.399,92	\$ 5.661,78	\$ 731.503,63
33	25/10/2011	\$ 731.503,63	\$ 29.061,70	\$ 23.575,42	\$ 5.486,28	\$ 707.928,21
34	25/11/2011	\$ 707.928,21	\$ 29.061,70	\$ 23.752,24	\$ 5.309,46	\$ 684.175,97
35	25/12/2011	\$ 684.175,97	\$ 29.061,70	\$ 23.930,38	\$ 5.131,32	\$ 660.245,59
36	25/01/2012	\$ 660.245,59	\$ 29.061,70	\$ 24.109,86	\$ 4.951,84	\$ 636.135,74
37	25/02/2012	\$ 636.135,74	\$ 29.061,70	\$ 24.290,68	\$ 4.771,02	\$ 611.845,06
38	25/03/2012	\$ 611.845,06	\$ 29.061,70	\$ 24.472,86	\$ 4.588,84	\$ 587.372,20
39	25/04/2012	\$ 587.372,20	\$ 29.061,70	\$ 24.656,41	\$ 4.405,29	\$ 562.715,80
40	25/05/2012	\$ 562.715,80	\$ 29.061,70	\$ 24.841,33	\$ 4.220,37	\$ 537.874,47
41	25/06/2012	\$ 537.874,47	\$ 29.061,70	\$ 25.027,64	\$ 4.034,06	\$ 512.846,83
42	25/07/2012	\$ 512.846,83	\$ 29.061,70	\$ 25.215,35	\$ 3.846,35	\$ 487.631,48
43	25/08/2012	\$ 487.631,48	\$ 29.061,70	\$ 25.404,46	\$ 3.657,24	\$ 462.227,02
44	25/09/2012	\$ 462.227,02	\$ 29.061,70	\$ 25.594,99	\$ 3.466,70	\$ 436.632,03
45	25/10/2012	\$ 436.632,03	\$ 29.061,70	\$ 25.786,96	\$ 3.274,74	\$ 410.845,07
46	25/11/2012	\$ 410.845,07	\$ 29.061,70	\$ 25.980,36	\$ 3.081,34	\$ 384.864,71
47	25/12/2012	\$ 384.864,71	\$ 29.061,70	\$ 26.175,21	\$ 2.886,49	\$ 358.689,50
48	25/01/2013	\$ 358.689,50	\$ 29.061,70	\$ 26.371,53	\$ 2.690,17	\$ 332.317,97
49	25/02/2013	\$ 332.317,97	\$ 29.061,70	\$ 26.569,31	\$ 2.492,38	\$ 305.748,66
50	25/03/2013	\$ 305.748,66	\$ 29.061,70	\$ 26.768,58	\$ 2.293,11	\$ 278.980,08
51	25/04/2013	\$ 278.980,08	\$ 29.061,70	\$ 26.969,35	\$ 2.092,35	\$ 252.010,73
52	25/05/2013	\$ 252.010,73	\$ 29.061,70	\$ 27.171,62	\$ 1.890,08	\$ 224.839,11
53	25/06/2013	\$ 224.839,11	\$ 29.061,70	\$ 27.375,40	\$ 1.686,29	\$ 197.463,71
54	25/07/2013	\$ 197.463,71	\$ 29.061,70	\$ 27.580,72	\$ 1.480,98	\$ 169.882,99
55	25/08/2013	\$ 169.882,99	\$ 29.061,70	\$ 27.787,57	\$ 1.274,12	\$ 142.095,41
56	25/09/2013	\$ 142.095,41	\$ 29.061,70	\$ 27.995,98	\$ 1.065,72	\$ 114.099,43
57	25/10/2013	\$ 114.099,43	\$ 29.061,70	\$ 28.205,95	\$ 855,75	\$ 85.893,48
58	25/11/2013	\$ 85.893,48	\$ 29.061,70	\$ 28.417,50	\$ 644,20	\$ 57.475,98
59	25/12/2013	\$ 57.475,98	\$ 29.061,70	\$ 28.630,63	\$ 431,07	\$ 28.845,36
60	25/01/2014	\$ 28.845,36	\$ 29.061,70	\$ 28.845,36	\$ 216,34	\$ 0,00

Tabla 6.25.- Amortización de Crédito Bancario a 5 años.

FLUJO DE CAJA PARA PROYECTO						
	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<b>INGRESOS</b>	<b>\$ 909.150,00</b>	<b>\$ 1.449.640,00</b>	<b>\$ 1.448.584,00</b>	<b>\$ 1.393.096,00</b>	<b>\$ 1.355.564,00</b>	<b>\$ 1.344.540,00</b>
Ingresos por concepto de mensualidades Internet	\$ 371.250,00	\$ 718.608,00	\$ 682.860,00	\$ 592.920,00	\$ 521.712,00	\$ 478.320,00
Ingresos por concepto de mensualidades Telefonía	\$ 158.400,00	\$ 313.632,00	\$ 306.624,00	\$ 295.176,00	\$ 278.352,00	\$ 255.120,00
Ingresos por concepto de instalación de equipos	\$ 379.500,00	\$ 417.400,00	\$ 459.100,00	\$ 505.000,00	\$ 555.500,00	\$ 611.100,00
<b>EGRESOS</b>	<b>\$ -1.379.811,23</b>	<b>\$ -133.667,35</b>	<b>\$ -146.256,22</b>	<b>\$ -160.125,53</b>	<b>\$ -175.277,30</b>	<b>\$ -192.023,67</b>
Gastos Operacionales	\$ -203.361,23	\$ -16.177,35	\$ -16.986,22	\$ -17.835,53	\$ -18.727,30	\$ -19.663,67
Costos de equipos SM	\$ -986.700,00	\$ -98.540,00	\$ -108.420,00	\$ -119.340,00	\$ -131.300,00	\$ -144.560,00
Costos de instalación de equipos SM	\$ -189.750,00	\$ -18.950,00	\$ -20.850,00	\$ -22.950,00	\$ -25.250,00	\$ -27.800,00
<b>MARGEN</b>	<b>\$ -470.661,23</b>	<b>\$ 1.315.972,65</b>	<b>\$ 1.302.327,78</b>	<b>\$ 1.232.970,47</b>	<b>\$ 1.180.286,70</b>	<b>\$ 1.152.516,33</b>
<b>DEPRECIACIÓN</b>	<b>\$ 0,00</b>	<b>\$ -56.386,57</b>	<b>\$ -39.470,60</b>	<b>\$ -27.629,42</b>	<b>\$ -19.340,59</b>	<b>\$ -13.538,42</b>
Depreciacion Equipos e Infraestructura	\$ 0,00	\$ -56.386,57	\$ -39.470,60	\$ -27.629,42	\$ -19.340,59	\$ -13.538,42
<b>GASTOS FINANCIEROS</b>	<b>\$ 0,00</b>	<b>\$ -116.578,34</b>	<b>\$ -94.799,94</b>	<b>\$ -70.978,57</b>	<b>\$ -44.922,60</b>	<b>\$ -16.422,40</b>
Gastos Financieros	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
<i>Intereses de crédito</i>		\$ -116.578,34	\$ -94.799,94	\$ -70.978,57	\$ -44.922,60	\$ -16.422,40
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>	<b>\$ -470.661,23</b>	<b>\$ 1.143.007,74</b>	<b>\$ 1.168.057,24</b>	<b>\$ 1.134.362,48</b>	<b>\$ 1.116.023,51</b>	<b>\$ 1.122.555,51</b>
(-)15% beneficio a trabajadores	\$ -70.599,18	\$ 171.451,16	\$ 175.208,59	\$ 170.154,37	\$ 167.403,53	\$ 168.383,33
Utilidad antes de Impuesto a la Renta	\$ -400.062,05	\$ 971.556,58	\$ 992.848,66	\$ 964.208,11	\$ 948.619,98	\$ 954.172,19
(-)25% impuesto a la renta	\$ -100.015,51	\$ 242.889,14	\$ 248.212,16	\$ 241.052,03	\$ 237.155,00	\$ 238.543,05
<b>UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS</b>	<b>\$ -300.046,53</b>	<b>\$ 728.667,43</b>	<b>\$ 744.636,49</b>	<b>\$ 723.156,08</b>	<b>\$ 711.464,99</b>	<b>\$ 715.629,14</b>
Depreciacion Total	\$ 0,00	\$ 56.386,57	\$ 39.470,60	\$ 27.629,42	\$ 19.340,59	\$ 13.538,42
Valor de Salvamento	\$ 0,00	\$ 131.567,66	\$ 92.097,06	\$ 64.467,64	\$ 45.127,05	\$ 31.588,64
<b>DEUDA</b>	<b>\$ 1.400.000,00</b>	<b>\$ -232.162,03</b>	<b>\$ -253.940,43</b>	<b>\$ -277.761,80</b>	<b>\$ -303.817,77</b>	<b>\$ -332.317,97</b>
Créditos	\$ 1.400.000,00	\$ 0,00				
Amortización		\$ -232.162,03	\$ -253.940,43	\$ -277.761,80	\$ -303.817,77	\$ -332.317,97
<b>FLUJO DE CAJA OPERATIVO</b>	<b>\$ -300.046,53</b>	<b>\$ 785.054,00</b>	<b>\$ 784.107,09</b>	<b>\$ 750.785,50</b>	<b>\$ 730.805,58</b>	<b>\$ 729.167,56</b>
<b>FLUJO TOTAL</b>	<b>\$ -300.046,53</b>	<b>\$ 785.054,00</b>	<b>\$ 784.107,09</b>	<b>\$ 750.785,50</b>	<b>\$ 730.805,58</b>	<b>\$ 729.167,56</b>

Tabla 6.26.- Flujo de Caja del Proyecto.

Con el siguiente flujo de caja se puede obtener los siguientes cálculos:

<b>TMAR Inversionistas</b>	15,00%
<b>VAN</b>	\$2.249.525,99
<b>TIR</b>	260,15%

Tabla 6.27.- Cálculo de retorno de la inversión.

Como se aprecia en los mismos la tasa interna de retorno es de aproximadamente 260%, lo que confirma lo manifestado anteriormente referente a la rentabilidad del proyecto.

## Conclusiones y Recomendaciones

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis del diseño de una red MPLS para proveer de los servicios de Internet y Telefonía a las poblaciones de la Península de Santa Elena haciendo uso de última milla inalámbrica se podría concluir lo siguiente:

- ✓ Las redes MPLS en la actualidad son ampliamente utilizadas debido a 2 factores fundamentales: beneficios y costos. Entre sus beneficios podemos destacar su escalabilidad, seguridad y versatilidad que permiten integrar una red de este tipo con diferentes tipos de dispositivos aún de diferentes tecnologías; en cuanto a costos MPLS es una tecnología más económica que ATM y que por tanto permite ofrecer a los clientes productos más baratos con buena calidad.
  
- ✓ Las redes inalámbricas son una excelente solución para ambientes salinos, y constituyen una gran alternativa para medios como el nuestro en el cual el robo de cable es uno de

los factores que afectan en mayor parte a la disponibilidad del servicio de los clientes.

- ✓ La provincia de Santa Elena es un mercado potencial de gran magnitud considerando que en lo que a Telecomunicaciones se refiere el servicio de telefonía está medianamente proporcionado y el servicio de Internet no ha sido masificado de acuerdo a lo que señalan estudios de la Superintendencia de Telecomunicaciones, y más aún con lo que se revela en el análisis de mercado realizado por nuestra cuenta en el que se aprecia el requerimiento de estos servicios por parte de los habitantes de ésta zona geográfica.
  
- ✓ Las redes alámbricas e inalámbricas se pueden integrar permitiendo brindar servicios de mejor calidad a los clientes y reduciendo los costos de mantenimiento de las empresas que brindan estos servicios.
  
- ✓ Para ofrecer cualquier tipo de servicio de telecomunicaciones se debe cumplir con todas las leyes, reglamentos y

normativas establecidas, en las mismas que se detallan todos los aspectos técnicos y económicos requeridos con este fin.

- ✓ Finalmente basados en el análisis económico efectuado, se puede concluir que el proyecto que se plantea podría ser ejecutado siempre y cuando se tenga las mismas condiciones iniciales para la ejecución del mismo; esto es que se tenga una red MPLS ya establecida a la cual se le pueda integrar un nodo adicional y conexión de fibra óptica Guayaquil – Salinas pues estos costos no fueron incluidos en el análisis. Se estima una recuperación del capital invertido durante los primeros 2 años del negocio y obtención de ganancias a partir del tercer año.

# **ANEXOS**

**ANEXO 1**

**REGLAMENTO PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS**

**PORTADORES.**

**Capítulo I**

**DISPOSICIONES GENERALES**

**Art.1.-**El presente reglamento tiene por objeto establecer las normas y procedimientos, aplicables a la prestación de servicios portadores de telecomunicaciones.

**Art.2.-**Las definiciones de los términos técnicos usados en el presente reglamento serán las establecidas en la Ley Especial de Telecomunicaciones y su Reglamento General.

**Art.3.-**Servicios portadores son los servicios de telecomunicaciones que proporcionan la capacidad necesaria para la transmisión de señales entre puntos de terminación definidos de red. Los servicios portadores se pueden prestar en dos modalidades: bajo redes conmutadas y bajo redes no conmutadas.

**Art.4.-**La prestación de servicios portadores, requiere de un título habilitante, que será la concesión, otorgado por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, previa autorización del Consejo Nacional de Telecomunicaciones. Toda concesión comprende las dos modalidades de los servicios portadores.

El área de cobertura para la prestación de servicios portadores será nacional y con conexión al exterior.

El CONATEL, dentro de las políticas de desarrollo del sector, podrá otorgar concesiones regionales cuando lo considere conveniente.

## **Capítulo II**

### **DE LAS CONCESIONES**

**Art.5.-**La concesión para la prestación de servicios portadores comprende el derecho para la instalación, modificación, ampliación y operación de las redes alámbricas e inalámbricas necesarias para proveer tales servicios, de conformidad con las condiciones establecidas en el título habilitante y la normativa vigente.

Los contratos para la prestación de servicios portadores que celebre un concesionario con operadores internacionales serán notificados a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, la cual procederá a inscribirlo en el registro correspondiente. Los contratos regirán a partir de la fecha que se estipule en el contrato.

**Art.6.-**En el evento de que el número de solicitudes de concesión para la prestación de servicios portadores supere aquellas que puedan ser otorgadas o requieran del uso de un recurso limitado de acuerdo a informe o solicitud de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, podrá convocar a procesos públicos competitivos.

En cualquier otro caso, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones podrá autorizar a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones para que suscriba los contratos de concesión de servicios portadores sin necesidad de un proceso competitivo de adjudicación.

**Art.7.-**El plazo de duración de los títulos habilitantes de servicios portadores será de quince (15) años, renovable por igual período a solicitud escrita del concesionario presentada con cinco (5) años de anticipación a la fecha de vencimiento y con sujeción al, reglamento pertinente.

El Consejo Nacional de Telecomunicaciones autorizará las renovaciones de títulos habilitantes para la prestación de servicios portadores.

**Art.8.-**Los contratos de concesión de servicios portadores celebrados por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones pueden legalmente terminar por las siguientes causas:

- a. Cumplimiento del plazo contractual, si éste no ha sido renovado de conformidad con el procedimiento del reglamento general a la ley. En este caso la terminación operará sin formalidad alguna;
- b. Mutuo acuerdo de las partes, siempre que no se afecte a terceros, previo informe de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones;
- c. Terminación del contrato judicialmente declarada;
- d. Sentencia judicial ejecutoriada que declare la nulidad del contrato; y,

e. Declaración unilateral de terminación anticipada del contrato por parte del Consejo Nacional de Telecomunicaciones en caso de incumplimiento por parte del concesionario.

**Art.9.-Terminación por mutuo acuerdo.-** El contrato se podrá dar por terminado de mutuo acuerdo, cuando por circunstancias imprevistas, técnicas, económicas o causas de fuerza mayor o caso fortuito debidamente justificados ante el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, no fuere posible ejecutar total o parcialmente el contrato. Las partes podrán, por mutuo acuerdo, convenir en la extinción de todas las obligaciones contractuales, en el estado de ejecución en que se encuentren. La voluntad del concesionario deberá ser expresada mediante solicitud escrita.

**Art. 10.- Terminación unilateral.-** Previo informe de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, el Consejo Nacional de Telecomunicaciones podrá declarar terminado anticipada y unilateralmente el contrato, en los siguientes casos:

- a. Por disolución o liquidación de la persona jurídica concesionaria;
- b. Quiebra o insolvencia del concesionario;
- c. Incumplimiento de los plazos establecidos en el contrato, respecto a la operación e instalación del servicio;
- d. Mora en el pago a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones o a la Superintendencia de Telecomunicaciones, de acuerdo a su competencia,

por más de noventa (90) días de las obligaciones económicas correspondientes;

e. Por traspasar, ceder, arrendar o enajenar total o parcialmente a terceras personas, los derechos establecidos en el contrato, sin previa autorización del Consejo Nacional de Telecomunicaciones, respaldada por el informe técnico emitido para el efecto por la Superintendencia de Telecomunicaciones;

f. Por cualquiera de las causales establecidas en el contrato de concesión; y,

g. Por imposición definitiva de la sanción de cancelación de la concesión de acuerdo a lo establecido en la ley.

**Art. 11.-** Una vez verificada una causal de terminación unilateral de contrato, la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones notificará al concesionario sobre la causal o causales que originan la terminación y sobre la decisión de dar por terminado el contrato unilateralmente.

Con la notificación se adjuntarán los informes o resoluciones de los organismos pertinentes que verifiquen que el concesionario ha incurrido en una de las causales previstas en el artículo precedente. Luego de transcurrido el plazo que se señale en la notificación, con o sin la contestación del concesionario, se remitirá el expediente al Consejo Nacional de Telecomunicaciones para la resolución correspondiente. En caso de que la resolución sea de terminación unilateral de la concesión,

la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, de acuerdo a los procedimientos constantes en el instructivo interno, procederá a la ejecución de un plan de transferencia de usuarios a otros concesionarios, para mantener la continuidad del servicio.

### **Capítulo III**

#### **DE LA TRAMITACIÓN DE LAS SOLICITUDES DE CONCESIÓN**

**Art. 12.-**El solicitante de una concesión para la prestación de servicios portadores deberá presentar a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones una petición acompañada con la siguiente información:

- a. Identificación y generales de ley del solicitante; en caso de que el solicitante sea una persona jurídica presentará la escritura de constitución y nombramiento del representante legal;
- b. Descripción del servicio propuesto;
- c. Proyecto técnico que describa la topología de la red, sus elementos, equipos, su localización geográfica y la demostración de su capacidad;
- d. Plan mínimo de inversiones;
- e. La identificación de los recursos del espectro radioeléctrico que sean necesarios;
- f. Determinación de los puntos de interconexión requeridos;
- g. Informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus

accionistas incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas; y,

h. En caso de solicitudes para renovación de títulos habilitantes deberá acompañarse una certificación de cumplimiento del objeto del contrato de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y de la Superintendencia de Telecomunicaciones.

Toda la información anterior, salvo la descrita en las letras a), g) y h) será considerada confidencial.

En caso de que la prestación del servicio incluya el uso de espectro radioeléctrico, deberá solicitarse el título habilitante respectivo; y se tramitará conjuntamente con el correspondiente para la prestación de servicios portadores.

**Art. 13.-** Los procedimientos para el trámite de las concesiones seguirán lo dispuesto en el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones.

#### **Capítulo IV**

#### **DE LAS NORMAS DE EXPLOTACIÓN DEL SERVICIO**

**Art. 14.-** Los concesionarios de servicios portadores podrán ofrecer sus servicios a cualquier persona natural o jurídica que lo solicite.

La concesión de portadores no involucra la concesión para prestar otros servicios de telecomunicaciones en especial servicios finales.

Para la prestación de los servicios portadores y la consecuente transmisión de signos, señales, imágenes, voz y datos, entre puntos de terminación de una red definidos, los prestadores del servicio portador podrán usar uno o más segmentos de su propia red, uno o más segmentos de otras redes públicas conmutadas o no conmutadas y el alquiler de circuitos, para lo cual se suscribirá un acuerdo comercial entre las partes.

El medio a utilizarse en la transmisión podrá ser alámbrico o inalámbrico.

Los prestadores de servicios portadores podrán establecer las redes que se requieran para la prestación de servicios portadores. Estas serán redes públicas de telecomunicaciones.

**Art. 15.-** Los prestadores de servicios portadores estarán obligados a interconectar sus redes públicas de telecomunicaciones. De igual forma permitirán la conexión de los prestadores de servicios de reventa, servicios de valor agregado y redes privadas que lo soliciten. La interconexión y conexión se permitirán en condiciones de igualdad, no discriminación, neutralidad y de libre y leal competencia, a cambio de la debida retribución.

En estas mismas condiciones, los operadores de servicios portadores, tendrán derecho a la interconexión con otras redes públicas de telecomunicaciones.

Los prestadores de servicios portadores se encuentran obligados a determinar los puntos de interconexión de sus redes. La interconexión implicará el intercambio de tráfico entre los operadores interconectados, quienes deberán contar con los mecanismos necesarios para la medición del tráfico cursado y sus cargos se liquidarán de acuerdo a los convenios.

Las condiciones de interconexión o conexión entre redes de distintos operadores serán acordadas por las partes. En caso de que las partes no puedan llegar a acuerdos intervendrá la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones de conformidad con el reglamento correspondiente.

**Art. 16.-** El concesionario, para la prestación de servicios portadores, deberá garantizar la privacidad y confidencialidad del contenido de la información que se curse a través de sus redes.

El Consejo Nacional de Telecomunicaciones dictará normas técnicas de general aplicación y parámetros de calidad de cumplimiento obligatorio que formarán parte de los correspondientes títulos habilitantes.

**Art. 17.-** Cuando la construcción de la red pública de telecomunicaciones para prestar servicios portadores requiera hacer uso de bienes públicos, será responsabilidad del concesionario tramitar ante las municipalidades y otros organismos o entidades, los respectivos permisos para la imposición de servidumbres.

**Art. 18.-** La Superintendencia de Telecomunicaciones designará representantes que asistan a las pruebas de puesta en servicio de la red del servicio portador con el objeto de comprobar que éstas se ajustan a las especificaciones técnicas establecidas en el contrato de concesión.

Las modificaciones y ampliaciones debidamente autorizadas se notificarán a Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y a la Superintendencia de Telecomunicaciones para el cumplimiento de las funciones de administración y control que les corresponden.

La Superintendencia de Telecomunicaciones podrá exigir modificaciones de las instalaciones y la repetición de pruebas de puesta en servicio, si demostrare que estas instalaciones o las condiciones de funcionamiento de la red, no se ajustan a dichas especificaciones técnicas.

El concesionario y la Superintendencia de Telecomunicaciones acordarán un cronograma de cumplimiento obligatorio para la realización de las pruebas, previa a la suscripción del acta de puesta en funcionamiento, como requisito para la operación comercial del servicio.

**Art. 19.-** Para los fines de control, el concesionario de servicios portadores entregará mensualmente a la Superintendencia de Telecomunicaciones la información para verificar la cabal operación de los servicios portadores concesionados, de acuerdo con el formato que se establezca para el efecto. Dicha información podrá ser exigida por la

Secretaría Nacional de Telecomunicaciones cuando lo considere conveniente y en todo caso tendrá el carácter de confidencial.

Toda modificación o ampliación deberá ser notificada a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y a la Superintendencia de Telecomunicaciones por parte del concesionario de servicios podadores, para el registro correspondiente o, cuando sea necesario, para el otorgamiento de otro título habilitante.

**Art. 20.-** Los prestadores de servicios portadores deberán establecer y mantener sistemas de contabilidad de acuerdo con principios y normas de general aceptación.

La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y la Superintendencia de Telecomunicaciones podrá solicitar al operador la presentación de los estados financieros auditados. De igual forma se podrá solicitar la desagregación de los mismos de conformidad con las normas que el Consejo Nacional de Telecomunicaciones dicte para el efecto, para evitar la existencia de subsidios cruzados.

**Art. 21.-** La Superintendencia ejercerá el control de acuerdo a lo establecido en la ley, los reglamentos y los respectivos títulos habilitantes, y juzgará las infracciones con arreglo a lo establecido en la ley.

Los concesionarios deberán brindar a la Superintendencia las facilidades necesarias para la realización de las inspecciones y proporcionarle la información indispensable para los fines de las auditorías y control.

## **Capítulo V**

### **DE LOS DERECHOS DE CONCESIÓN Y LAS TARIFAS**

**Art. 22.-** Los derechos de concesión para los servicios portadores se determinarán de la siguiente manera:

1. Para servicios que se concesionan a través de procesos públicos competitivos, el valor se obtendrá como consecuencia de dicho proceso.
2. Para servicios que se concesionan directamente, el valor lo establecerá el Consejo Nacional de Telecomunicaciones.

En todo caso los derechos de concesión deberán obtener un trato igualitario a todos los operadores para la prestación de servicios portadores, en condiciones equivalentes.

**Art. 23.-** Los costos de administración de contratos, registro, servicios de control y gestión serán retribuidos mediante derechos fijados por los organismos competentes, en función de los gastos que demanden dichas tareas para los organismos de administración y control.

**Art. 24.-** El pago de los derechos de concesión no exime al concesionario del pago de las tarifas por uso de frecuencias que establezca el Consejo Nacional de Telecomunicaciones.

**Art. 25.-** Las tarifas para los servicios portadores serán reguladas por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones cuando existan distorsiones a la libre competencia en un determinado mercado.

## **Capítulo VI**

### **DERECHOS Y OBLIGACIONES DEL CONCESIONARIO Y DEL USUARIO**

**Art. 26.-** Derechos y obligaciones del usuario:

1. Solo podrán conectarse a la red equipos terminales de telecomunicaciones que tengan el correspondiente certificado de homologación de conformidad con el reglamento de homologación.
2. Las condiciones de la prestación de los servicios portadores incluyendo los derechos y obligaciones de los usuarios y del concesionario se harán constar en el respectivo contrato de concesión.
3. Las relaciones entre el concesionario y sus clientes se regirán por un contrato escrito el cual deberá contener los servicios ofrecidos, las normas de calidad y las condiciones económicas bajo las cuales se ofrecen, con sujeción a las normas de la Ley Orgánica de Defensa al Consumidor.

**Art. 27.-** Derechos y obligaciones del concesionario.

1. Los prestadores de servicios portadores tienen el derecho a la aplicación del principio de trato igualitario, no discriminatorio, neutral y de libre y leal competencia.

2. Disponer de los medios técnicos necesarios que garanticen el secreto del contenido de las telecomunicaciones.

3. Proveer sus servicios en un plazo razonable, siempre que fuere técnica y económicamente posible.

4. El plazo máximo de inicio de operaciones de los servicios concesionados será de 360 días contados a partir del día siguiente al del otorgamiento de los títulos habilitantes.

De incumplirse este plazo se procederá con la terminación unilateral del contrato.

**Art. 28.-** Los prestadores de servicios portadores deberán instalar equipos que garanticen los parámetros mínimos de calidad que consten en el contrato de concesión y continuidad del servicio, de acuerdo a la naturaleza de la concesión.

Las redes de telecomunicaciones de los prestadores de servicios portadores tendrán una arquitectura abierta.

La prestación de servicios sin el título habilitante correspondiente acarreará la sanción establecida por la legislación vigente.

## **Capítulo VII**

### **PRÁCTICAS EN CONTRA DE LA LIBRE COMPETENCIA**

**Art. 29.-** La competencia desleal y las prácticas que afecten la libre competencia serán sancionadas de conformidad a la ley.

# **REGLAMENTO DEL SERVICIO DE TELEFONÍA FIJA LOCAL**

## **Capítulo I**

### **ALCANCE Y DEFINICIONES**

**Art.1.-**El presente reglamento tiene por objeto regular la instalación, prestación y explotación del servicio de telefonía fija local.

**Art.2.-**El servicio de telefonía fija local es un servicio de telecomunicaciones por el que se conduce tráfico telefónico conmutado entre usuarios de una misma central o entre usuarios que se encuentran en una misma área del servicio de telefonía fija local, que no requiere de la marcación de un prefijo de acceso de larga distancia.

Este servicio debe tener numeración local asignada y administrada por la Secretaría, de conformidad con el Plan Técnico Fundamental de Numeración y comprende los servicios de telefonía fija local, alámbrica e inalámbrica y se proporciona a través de equipos terminales que tienen una ubicación geográfica determinada.

**Art.3.-**Las definiciones de los términos técnicos de telecomunicaciones serán las establecidas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT, la Comunidad Andina de Naciones - CAN, la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada y las contenidas en el glosario de términos de este reglamento.

## **Capítulo II**

## **DE LOS CONCESIONARIOS DEL SERVICIO DE TELEFONÍA FIJA LOCAL**

**Art.4.-**El título habilitante para la instalación, prestación y explotación del servicio de telefonía fija local, es una concesión otorgada por la Secretaría, previa autorización del CONATEL.

El título habilitante para la prestación del servicio de telefonía fija local tendrá una duración de 15 años y podrá ser renovado de conformidad con el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada.

**Art.5.-**Para obtener un título habilitante, el solicitante deberá presentar a la Secretaría una petición en los términos contemplados en el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada y en el Reglamento para Otorgar Concesiones de los Servicios de Telecomunicaciones.

**Art.6.-**Para la prestación del servicio de telefonía fija local inalámbrica, el concesionario deberá disponer del título habilitante otorgado por la Secretaría que le permita el uso de bandas o sub-bandas de frecuencias, conforme a lo dispuesto en el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada.

### **Capítulo III**

## **DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE TELEFONÍA FIJA LOCAL**

**Art.7.-**El concesionario del servicio de telefonía fija local deberá instalar, conforme a los compromisos constantes en su título habilitante, las redes públicas de telecomunicaciones que incluyan una o más centrales de conmutación, que le permitan prestar el servicio en el área de concesión.

El concesionario deberá acordar con la Secretaría los programas de expansión de sus redes según el principio de trato igualitario en forma proporcional.

**Art.8.-**El origen y la terminación de tráfico telefónico conmutado podrá efectuarse utilizando medios de acceso alámbrico o inalámbrico en un equipo terminal fijo.

El tráfico de telefonía conmutada que se curse entre un concesionario del servicio de telefonía fija local y otro concesionario de telefonía deberá efectuarse de conformidad con los respectivos acuerdos, sin modificar los números de origen o de destino, según lo establecido en los planes técnicos fundamentales de numeración y de señalización.

**Art.9.-**El área del servicio de telefonía fija local estará delimitada geográficamente según lo establecido por el CONATEL. El concesionario del servicio de telefonía fija local deberá informar a la Secretaría y a la SUPTEL, con treinta días calendario de anticipación a la fecha de entrada en operación de la central de conmutación correspondiente, la dirección en donde se ubicará cada central, las coordenadas de dicha localización

geográfica, así como el área de servicio a la que será destinada la misma. La Secretaría asignará la numeración local que se utilizará en la central, de conformidad con el Plan Técnico Fundamental de numeración.

**Art. 10.-** Sólo los concesionarios del servicio de telefonía fija local podrán contar con números locales. Al efecto deberán formular las solicitudes correspondientes a la Secretaría.

**Art. 11.-** Los concesionarios del servicio de telefonía fija local deberán proveer interconexión a su red pública de telecomunicaciones a cualquiera otro concesionario de servicios de telecomunicaciones que lo solicite, para lo cual deberán suscribir los respectivos convenios de interconexión.

**Art. 12.-** Con el fin de que los usuarios puedan seleccionar al concesionario del servicio de telefonía de larga distancia debidamente autorizados por el CONATEL, los concesionarios del servicio de telefonía fija local deberán instalar en sus centrales de conmutación los equipos y sistemas necesarios para que dicha selección pueda llevarse a cabo, ya sea por prescripción o por marcación. Los costos de implementación de estos mecanismos serán distribuidos entre el concesionario de telefonía fija local y los concesionarios de telefonía de larga distancia con quienes se interconecten.

Los términos y condiciones generales de los contratos que los concesionarios de telefonía fija local celebren con sus abonados, deberán ser previamente aprobados por la Secretaría.

**Art. 13.-** Los nuevos concesionarios del servicio de telefonía fija local destinarán una cantidad de líneas telefónicas conmutadas para el servicio de telefonía pública equivalente a un porcentaje no menor del 3% del total de líneas de cada central de conmutación.

Las condiciones contractuales que se otorguen a los nuevos concesionarios del servicio de telefonía fija local deberán observar el principio de trato igualitario y no discriminatorio.

#### **Capítulo IV**

##### **DE LOS PLANES TÉCNICOS FUNDAMENTALES**

**Art. 14.-** Los concesionarios del servicio de telefonía fija local que utilicen bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para la prestación de los servicios concesionados en regiones que colinden con las de otros concesionarios de servicios de telecomunicaciones que usen frecuencias del espectro radioeléctrico, deberán coordinar su uso para evitar interferencias perjudiciales.

En caso de que los concesionarios colindantes no puedan llegar a acuerdos, deberán solicitar la intervención de la SUPTEL para que ésta resuelva la controversia.

La SUPTEL, dentro de los 30 días calendario siguientes a la presentación de la solicitud, presentará un informe de las medidas correctivas a tornarse y resolverá los desacuerdos que subsistan entre las partes.

Las partes podrán llegar a acuerdos en cualquier momento antes de que la SUPTEL emita su resolución.

**Art. 15.-** Los concesionarios del servicio de telefonía fija local deberán garantizar el acceso a los códigos de servicios especiales, de conformidad con las disposiciones del Plan Técnico Fundamental de Numeración.

## **Capítulo V**

### **DERECHOS Y TARIFAS**

**Art. 16.-** El otorgamiento del título habilitante para la instalación, prestación y explotación del servicio de telefonía fija local estará sujeto al pago a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, del valor que determine el CONATEL por concepto de los derechos de concesión.

Los costos de administración de contratos, registro, control y gestión serán fijados por los organismos correspondientes para favorecer las tareas de los organismos de control y administración, en función de los costos que demanden dichas tareas y que deben constar en los contratos de concesión respectivos.

**Art. 17.-** El concesionario del servicio de telefonía fija local, en forma trimestral, cancelará a la Secretaría la contribución del uno por ciento

(1%) de los ingresos totales facturados y percibidos para el FODETEL, observando el principio de trato igualitario.

**Art. 18.-** Para establecer las tarifas por sus servicios, el concesionario del servicio de telefonía fija local se sujetará a lo dispuesto en el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada.

**Art. 19.-** (Derogado mediante Resolución 578-31-CONATEL-2007, del 22 de Noviembre del 2007).

**Art. 20.-** La facturación del servicio al usuario se efectuará por tiempo real de uso, expresado en minutos y segundos, según corresponda.

## **Capítulo VI**

### **DE LA INFORMACIÓN**

**Art. 21.-** Dentro de los 10 días calendario posteriores a la terminación de cada mes, los concesionarios del servicio de telefonía fija local deberán presentar a la Secretaría y a la SUPTEL, un informe en el formato previamente establecido, en donde se consigne la siguiente información respecto de cada una de sus centrales locales:

- i. La cantidad de líneas en servicio por central desglosadas por categoría de usuario, así como las ampliaciones proyectadas.
- ii. La cantidad total de puntos de interconexión de cada central local, desglosadas por tipo, capacidad y concesionario interconectado.
- iii. El total de líneas presuscritas por concesionario y por tipo de servicio.

iv. Los minutos de tráfico telefónico conmutado local, de larga distancia nacional de origen que hayan sido cursados a través de su red.

v. Para tráfico internacional de salida:

Los minutos de tráfico internacional entregados a los concesionarios de servicio de larga distancia, desglosado por cada uno de éstos especificando el país y número de destino de llamada.

vi. Para tráfico internacional de entrada:

Los minutos de tráfico internacional recibidos de los concesionarios de servicio de larga distancia, desglosado por cada uno de éstos y especificando el número de origen de la llamada.

vii. VII. Número de solicitudes de interconexiones o ampliación de las mismas que se encuentren pendientes.

**Art. 22.-** El concesionario del servicio de telefonía fija local cumplirá con los requerimientos de información y procedimientos de inspección establecidos por la SUPTEL con respecto al cumplimiento de los índices de calidad, que constarán en el respectivo contrato de concesión.

**Art. 23.-** LA SUPTEL ejercerá el control de acuerdo a lo establecido en la ley, los reglamentos y los respectivos títulos habilitantes; y juzgará las infracciones con arreglo a lo establecido en la ley.

Los concesionarios deberán brindar a la SUPTEL las facilidades necesarias para la realización de las inspecciones y proporcionarán la información indispensable para los fines de las auditorías y control.

**Art. 24.-** Los concesionarios deberán proporcionar servicios de información de directorio y de recepción de quejas a través de la marcación de los códigos asignados en el Plan Técnico Fundamental de Numeración para este propósito, durante las 24 horas del día, todos los días del año.

**Art. 25.-** La información que proporcionen los concesionarios a sus usuarios respecto de los concesionarios del servicio de telefonía de larga distancia no deberá ser discriminatoria. El costo de difusión de dicha información deberá ser cubierto por los concesionarios del servicio de larga distancia.

El orden de aparición de la información referente a cada concesionario del servicio de telefonía de larga distancia será determinado alfabéticamente en cada edición del directorio telefónico.

## **Capítulo VII**

### **INFRACCIONES Y SANCIONES**

**Art. 26.-** Las infracciones cometidas en la prestación del servicio de telefonía fija local serán sancionadas de acuerdo a lo establecido en el ordenamiento jurídico ecuatoriano.

# REGLAMENTO PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE VALOR

## AGREGADO

### Capítulo I

#### DISPOSICIONES GENERALES

**Art.1.-**El presente reglamento tiene por objeto establecer las normas y procedimientos aplicables a la prestación de servicios de valor agregado así como los deberes y derechos de los prestadores de servicios de sus usuarios.

**Art.2.-**(Reformado por el Art. 3 de la Res. 247-10-CONATEL-2002 del R.O. 599, 18-VI- 2002).- Son servicios de valor agregado aquellos que utilizan servicios finales de telecomunicaciones e incorporan aplicaciones que permiten transformar el contenido de la información transmitida. Esta transformación puede incluir un cambio neto entre los puntos extremos de la transmisión en el código, protocolo o formato de la información.

**Art.3.-**Las definiciones de los términos técnicos de telecomunicaciones serán las establecidas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT, la Comunidad Andina de Naciones - CAN, la Ley Especial de Telecomunicaciones con sus reformas y el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada.

**Art.4.-**El título habilitante para la instalación, operación y prestación del servicio de valor agregado es el permiso, otorgado por la Secretaría

Nacional de Telecomunicaciones (Secretaría), previa autorización del Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL).

## **Capítulo II**

### **DE LOS TÍTULOS HABILITANTES**

**Art.5.-**El plazo de duración de los títulos habilitantes para la prestación de servicios de valor agregado será de diez (10) años, prorrogables por igual período de tiempo, a solicitud escrita del interesado, presentada con tres meses de anticipación al vencimiento del plazo original, siempre y cuando el prestador haya cumplido con los términos y condiciones del título habilitante.

**Art.6.-**El área de cobertura será nacional y así se expresará en el respectivo título habilitante, pudiéndose aprobar títulos habilitantes con infraestructura inicial de área de operación local o regional.

**Art.7.-**Las solicitudes deberán estar acompañadas de los siguientes documentos y requisitos:

- a. Identificación y generales de ley del solicitante;
- b. Descripción detallada de cada servicio propuesto;
- c. Anteproyecto técnico para demostrar su factibilidad;
- d. Requerimientos de conexión;
- e. Certificado de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus

accionistas incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas; y,

f. En caso de renovación del permiso. La certificación de cumplimiento de obligaciones establecidas en el permiso, por parte de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y de la Superintendencia de Telecomunicaciones, además de la información de imposición de sanciones por parte de la Superintendencia.

La información contenida en los literales b), c) y e), será considerada confidencial. Para el caso de pedido de ampliación de los servicios o el sistema, la Secretaría requerirá del solicitante la información de los literales b), c) y d) de este artículo.

**Art.8.-**El anteproyecto técnico, elaborado y suscrito por un ingeniero en electrónica y telecomunicaciones debidamente colegiado, contendrá:

- a. Diagrama esquemático y descripción técnica detallada del sistema;
- b. Descripción de los enlaces requeridos hacia y desde el o los nodos principales para el transporte de información internacional necesaria para la prestación de su servicio y entre los nodos principales y secundarios para el caso de enlaces nacionales en caso de requerirlo;
- c. Identificación de requerimientos de espectro radioeléctrico, solicitando el título habilitante respectivo según los procedimientos determinados en el reglamento pertinente. Para efectos de conexión se aplicará lo dispuesto en el respectivo reglamento; ... (Agregado por el Art. 2 de la

Res. No. 003-01-CONATEL-2003, R.O. 12, 31-I-2003).- Los solicitantes de permisos para servicios de audiotexto, deberán detallar la temática y los contenidos a los que podrán acceder los usuarios;

d. Ubicación geográfica inicial del sistema, especificando la dirección de cada nodo; y,

e. Descripción técnica de cada nodo del sistema. ... (Agregado por el Art. 3 de la Res. No. 003-01-CONATEL-2003, R.O. 12, 31-I-2003).- Los solicitantes de permisos para servicios de audiotexto, deberán presentar la descripción de los equipos que permitan registrar las llamadas recibidas así como su duración en tiempo real de uso.

**Art.9.-**El título habilitante para la prestación de servicios de valor agregado especificará por lo menos lo siguiente:

a. Objeto;

b. La descripción técnica del sistema que incluya, infraestructura de transmisión, forma de acceso de conexión con las redes existentes;

c. Descripción de los servicios autorizados, duración, alcance y demás características técnica específicas relativas a la operación de los servicios de valor agregado; y,

d. Las causales de extinción del permiso.

**Art. 10.-** No se otorgarán permisos de operación de índole genérica, abierta o ilimitada.

Cuando la naturaleza de los servicios de valor agregado que proveerá el solicitante sea diferente, se requerirá de un permiso expreso por cada servicio.

### **Capítulo III**

#### **DEL TRAMITE DE LOS TÍTULOS HABILITANTES Y SUS AMPLIACIONES**

**Art. 11.-** El procedimiento y los plazos máximos para el otorgamiento de títulos habilitantes para la prestación de servicios de valor agregado seguirán lo establecido en el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada.

**Art. 12.-** En el caso que el permisionario requiera ampliar o modificar la descripción técnica o la ubicación geográfica inicial del sistema deberá presentar la solicitud correspondiente a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones. El Secretario Nacional de Telecomunicaciones autorizará la ampliación o modificación mediante acto administrativo y se procederá a su respectivo registro, así como notificar a la Superintendencia de Telecomunicaciones para el respectivo control.

La solicitud deberá acompañarse con la descripción técnica de la infraestructura requerida para ampliar o modificar el sistema.

**Art. 13.-** En caso de rechazo de una solicitud de título habilitante, modificación o ampliación, el solicitante podrá interponer las acciones o

recursos previstos en el Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva.

**Art. 14.-** Lo establecido en el artículo anterior no limita el derecho del solicitante a pedir la ampliación, modificación, o aclaración de los actos administrativos emitidos por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones o la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

Las solicitudes de ampliación, modificación o aclaración de los actos administrativos expedidos por el CONATEL o la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones se resolverán en un término de 20 días laborables. En el caso que no exista pronunciamiento expreso dentro del plazo antes señalado, se entenderá por el silencio administrativo, que la solicitud ha sido resuelta en sentido favorable al peticionario.

**Art. 15.-** Los solicitantes cuyos medios de transmisión incluyan el uso de espectro radioeléctrico, deberán solicitar el título habilitante que requieran, según la normativa vigente. La concesión para el uso de frecuencias se tramitará conjuntamente con el permiso para la prestación de servicios de valor agregado o posteriormente según las necesidades del permisionario. Cualquier ampliación que requiera de uso de espectro radioeléctrico podrá ser solicitada de acuerdo a la normativa vigente.

De conformidad con el artículo 67 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, la vigencia de la concesión

del espectro radioeléctrico será hasta la fecha en que el permiso de Servicio de Valor Agregado estuviese vigente.

**Art. 16.-** La modificación de las características de operación de los servicios otorgados o la variación en la modalidad de los mismos, en tanto no se altere el objeto del título habilitante, requerirá de notificación escrita a la Secretaría. Caso contrario, las modificaciones propuestas deberán ser sometidas a conocimiento y resolución del Consejo Nacional de Telecomunicaciones. Una vez otorgado el permiso los cambios deberán informarse por escrito a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y a la Superintendencia de Telecomunicaciones.

**Art. 17.-** En caso de solicitarse la autorización para más de un servicio y éstos tengan naturalezas distintas entre sí, la documentación e información concerniente a la solicitud de cada título habilitante deberá ser presentada por separado a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

#### **Capítulo IV**

#### **DE LAS CONDICIONES DEL TÍTULO HABILITANTE, NORMAS DE OPERACIÓN Y LIMITACIONES**

**Art. 18.-** El permisionario dispondrá del plazo de seis (6) meses para iniciar la operación; si vencido dicho plazo la Superintendencia informará a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones que el titular del permiso ha incumplido con esta disposición, caducará el título habilitante.

El permisionario podrá pedir, por una sola vez, la ampliación del plazo mediante solicitud motivada. La ampliación no podrá exceder de 90 días calendario. La Secretaría tendrá el plazo perentorio de 10 días para responder dicha solicitud. Ante el silencio administrativo se entenderá concedida la prórroga.

La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones remitirá, mensualmente, a la Superintendencia de Telecomunicaciones, un listado con los permisos y las prórrogas otorgadas a fin de que la Superintendencia de Telecomunicaciones pueda verificar el cumplimiento de la presente disposición.

**Art. 19.-** El prestador de servicios de valor agregado no podrá ceder o transferir total ni parcialmente el título habilitante, ni los derechos o deberes derivados del mismo.

**Art. 20.-** Toda persona natural o jurídica que haya obtenido, de acuerdo con lo establecido en este reglamento, un título habilitante para operar servicios de valor agregado y que a su vez tenga otros títulos habilitantes de telecomunicaciones, deberá sujetarse a las condiciones siguientes:

a. Todos los operadores deberán respetar el principio de trato igualitario, neutralidad y libre competencia. Los organismos de regulación, administración y control velarán por evitar prácticas monopólicas, de competencia desleal, de subsidios cruzados o directos y

en general cualquier otra que afecte o pudiere afectar la libre competencia; y,

b. Todo poseedor de un título habilitante que preste varios servicios de telecomunicaciones o de valor agregado estará obligado a prestarlos como negocios independientes y, en consecuencia, a llevar contabilidades separadas que reflejen sus estados financieros.

Quedan prohibidos los subsidios cruzados.

## **Capítulo V**

### **DE LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSMISIÓN**

**Art. 21.-** Los permisionarios para la prestación de servicios de valor agregado tendrán el derecho a conexión internacional, desde y hacia sus modos principales, para el transporte de la información necesaria para la prestación de sus servicios y podrá realizarlo bajo cualquiera de las modalidades siguientes:

a. Infraestructura propia.- Para lo cual deberá especificarlo en la solicitud adjuntando el diagrama y especificaciones técnicas y conjuntamente deberá tramitar la obtención del título habilitante correspondiente necesario para su operación no pudiendo ser alquilada su capacidad o infraestructura a terceros sin un título habilitante para la prestación de servicios portadores; y,

b. Contratar servicios portadores.- Para lo cual deberá señalar en la solicitud correspondiente la empresa de servicios portadores que brindará el servicio.

**Art. 22.-** Los permisionarios para la prestación de servicios de valor agregado tendrán el derecho a conexión desde y hacia sus nodos principales y secundarios y entre ellos, para el transporte de la información necesaria para la prestación de sus servicios y podrá realizarlo bajo cualquiera de las modalidades siguientes:

a. Infraestructura propia.- Para lo cual deberá especificarlo en la solicitud adjuntando el diagrama y especificaciones técnicas y conjuntamente deberá tramitar la obtención del título habilitante correspondiente necesario para su operación no pudiendo ser alquilada su capacidad o infraestructura a terceros sin un título habilitante para la prestación de servicios portadores; y,

b. Contratar servicios portadores.- Para lo cual deberá declarar en la solicitud correspondiente la empresa de servicios portadores que brindará el servicio.

**Art. 23.-** Los permisionarios para la prestación de servicios de valor agregado tendrán derecho de acceso a cualquier red pública de telecomunicaciones autorizada de conformidad con las normas de conexión vigentes y las disposiciones de este reglamento y del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones

Reformada, para lo cual deberán suscribirse los respectivos acuerdos de conexión.

## **Capítulo VI**

### **DE LAS MODALIDADES DE ACCESO**

**Art. 24.-** Los permisionarios para la prestación de servicios de valor agregado, para acceder a sus usuarios finales con infraestructura propia, requerirán de un título habilitante para la prestación de servicios finales o portadores de acuerdo con el tipo de servicio de valor agregado a prestar.

**Art. 25.-** (Reforma por el Art. 3 de la Res. 247-10-CONATEL-2002 del R.O. 599, 18-VI- 2002).- Sin perjuicio de regular modalidades de acceso para diferentes servicios de valor agregado, se regulan específicamente las siguientes:

a) Los permisionarios proveedores de servicios de Internet:

1. Podrán acceder a sus usuarios a través de servicios portadores y/o finales.
2. Podrán acceder a sus usuarios mediante el uso de infraestructura propia siempre y cuando obtengan el título habilitante para la prestación de servicios portadores y/o finales.

## **Capítulo VII**

### **DE LAS TARIFAS Y LOS DERECHOS**

**Art. 26.-** Las tarifas para los servicios de valor agregado serán libremente acordadas entre los prestadores de servicios de valor agregado y los usuarios. Sólo cuando existan distorsiones a la libre competencia en un determinado mercado el Consejo Nacional de Telecomunicaciones podrá regular las tarifas.

**Art. 27.-** Todo permisionario para la prestación de servicios de valor agregado deberá cancelar previamente a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, por concepto de derechos de permiso, el valor que el Consejo Nacional de Telecomunicaciones determine para cada tipo de servicio.

**Art. 28.-** Los costos de administración de contratos, registro, control y gestión serán fijados anualmente por el CONATEL para financiar las tareas de los organismos de control y administración, en función de los costos administrativos que demanden dichas tareas.

## **Capítulo VIII**

### **DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS PRESTADORES DE SERVICIOS DE VALOR AGREGADO.**

**Art. 29.-** Los prestadores de servicios de valor agregado no podrán exigir el uso exclusivo de determinado equipo. El prestador se obliga a permitir la conexión a sus instalaciones, de equipos y aparatos

terminales propiedad de los clientes, siempre que éstos sean técnicamente compatibles con dichas instalaciones.

**Art. 30.-** Los prestadores de servicios de valor agregado garantizarán la privacidad y confidencialidad del contenido de la información cursada a través de sus equipos y sistemas.

**Art. 31.-** En caso de comprobarse el cometimiento de actos contrarios a la libre competencia, previo informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones, la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones procederá a la terminación unilateral del título habilitante.

**Art. 32.-** El concesionario de cualquier red pública de telecomunicaciones sobre la cual se soporten Servicio de valor agregado, no podrá exigir que los equipos y sistemas de los prestadores del servicio, sean ubicados dentro de sus instalaciones. Igualmente el prestador de servicio de valor agregado no podrá exigir que sus equipos y sistemas sean ubicados dentro de las instalaciones del operador de la red pública de telecomunicaciones.

**Art. 33.-** Cualquier concesionario para la prestación de servicios de telecomunicaciones portadores o finales, sobre cuyas redes se soporten servicios de valor agregado y que prevea modificar sus redes de manera que afecte la prestación de los servicios de valor agregado, deberá informar con un plazo no inferior a los tres (3) meses anteriores a dicha modificación, a los prestadores de servicios de valor agregado que se

soporten sobre dichas redes. De incumplirse con la presente disposición el operador de la red pública de telecomunicaciones será responsable de los daños y perjuicios causados a los prestadores de servicios de valor agregado incluido el lucro cesante y daño emergente, sin perjuicio de las sanciones a que hubiere lugar de conformidad con el título habilitante y el ordenamiento jurídico.

## **Capítulo IX**

### **DE LOS DERECHOS Y DEBERES DE LOS USUARIOS**

**Art. 34.-** Sin perjuicio de otros derechos reconocidos por los contratos y el ordenamiento jurídico vigente, se reconocen especialmente los siguientes derechos y obligaciones del usuario:

- a. El usuario tiene derecho a recibir el servicio de acuerdo a los términos estipulados en el contrato de suscripción de servicio;
- b. El contrato seguirá un modelo básico que se aplicará a todos los usuarios previo registro en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones. No se procederá al registro del modelo de contrato en caso de existir una cláusula lesiva a los derechos de los usuarios. De la decisión denegatoria de registro expedida por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, el permisionario podrá recurrir ante el Consejo Nacional de Telecomunicaciones;

- c. Los usuarios corporativos de los servicios de valor agregado, acceso al Internet, deberán suscribir el contrato para la respectiva red de acceso con operadores finales y/o portadores debidamente autorizados.
- d. El usuario tiene derecho a un reconocimiento económico que corresponda al tiempo en que el servicio no ha estado disponible, cuando la causa fuese imputable al prestador del servicio de valor agregado, que será por lo menos un equivalente al precio que el usuario hubiere pagado por ese tiempo de servicio de acuerdo a la tarifa acordada con el prestador del servicio de valor agregado. El usuario tiene la obligación de pagar puntualmente los valores facturados por el servicio en el lugar que el operador establezca;
- e. El usuario tiene derecho a que, cuando el Superintendente de Telecomunicaciones resuelva que se suspendan los pagos de sus planillas, él pueda seguir recibiendo el servicio, dejando pendiente de pago su planilla; y,
- f. El usuario tiene derecho a reclamar por la calidad del servicio, por los cobros no contratados, por elevaciones de tarifas por sobre los valores máximos aprobados por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, en el caso de que se los fijan y por cualquier irregularidad en relación con la prestación del servicio proporcionado por el prestador, ante la Superintendencia de Telecomunicaciones.

## **Capítulo X**

## **DE LA EXTINCIÓN**

**Art. 35.-** A más de las causales previstas en los artículos 18 y 31 del presente reglamento, los títulos habilitantes podrán extinguirse con las condiciones establecidas en los mismos y, las que consten en el Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva.

**Art. 36.-** El incumplimiento por parte de un prestador de servicio de valor agregado, de los procedimientos y obligaciones establecidos en este capítulo, dará lugar a la terminación unilateral del permiso por parte del CONATEL, previo informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones y la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

## **Capítulo XI**

### **DE LA REGULACIÓN Y CONTROL**

**Art. 37.-** La operación de servicios de valor agregado está sujeta a las normas de regulación, control y supervisión, atribuidas al Consejo Nacional de Telecomunicaciones, la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y la Superintendencia de Telecomunicaciones, de conformidad con las potestades de dichos organismos establecidas en la ley.

**Art. 38.-** La Superintendencia de Telecomunicaciones podrá realizar los controles que sean necesarios a los prestadores de servicios de valor agregado con el objeto de garantizar el cumplimiento de la normativa vigente y de los términos y condiciones bajo los cuales se hayan

otorgado los títulos habilitantes, y podrá supervisar e inspeccionar, en cualquier momento, las instalaciones de los prestadores y eventualmente de sus usuarios, a fin de garantizar que no estén violando lo previsto en el presente reglamento. Los prestadores deberán prestar todas las facilidades para las visitas de inspección a la Superintendencia y proporcionarles la información indispensable para los fines de control.

## **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:

<b>BANDA (MHz)</b>	<b>ASIGNACION</b>
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. Respetto 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. Respetto 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 SUPTEL 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.

## **REGLAMENTO DE DERECHOS POR CONCESIÓN Y TARIFAS POR USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO**

### **CAPÍTULO I**

#### **ASPECTOS GENERALES**

##### **Del Ámbito de Aplicación**

**Artículo 1.-** Los derechos y tarifas establecidos en el presente Reglamento se aplicarán para el pago por la concesión, siempre que no existan procesos públicos competitivos o subastas públicas de frecuencias y por el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico, respectivamente.

Las frecuencias necesarias para el Servicio Móvil Marítimo serán explotadas por la Armada Nacional; y la concesión de frecuencias para los medios, sistemas y Servicios de Radiodifusión y Televisión, se registrarán por la Ley de Radiodifusión y Televisión, y serán otorgadas por el CONARTEL.

##### **De los Términos y Definiciones para el presente Reglamento**

**Artículo 2.-** Las definiciones de los términos técnicos de telecomunicaciones serán las establecidas en la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, en el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, en el Presente Reglamento, en el Reglamento de Radiocomunicaciones, en el Plan Nacional de Frecuencias, en los Reglamentos Específicos de los Servicios de Telecomunicaciones, y en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

## **CAPITULO II**

### **DE LAS TARIFAS POR USO DE FRECUENCIAS**

**De los factores  $K_a$ ,  $\alpha_n$  y  $\beta_n$ .**

**Artículo 3.-** El valor del Factor de Ajuste por Inflación ( $K_a$ ) podrá ser revisado por el CONATEL luego de un estudio técnico presentado por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones siempre que lo estime conveniente, en el transcurso del primer mes de cada año y deberá ser menor que el índice inflacionario del año anterior.

El valor del Coeficiente de Valoración del Espectro ( $\alpha_n$ ) y del Coeficiente de Corrección ( $\beta_n$ ) para los distintos servicios y bandas de frecuencias será fijado por el CONATEL, cuando éste lo determine, en base de un estudio de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, que incluya las consideraciones necesarias, como se determina en la definición de dichos coeficientes. El subíndice  $n$  es un número natural.

El coeficiente  $\alpha_n$  es un factor que será definido al inicio de un período de concesión y no podrá ser incrementado durante ese período. El coeficiente  $\alpha_n$  podrá disminuirse dentro de un período de concesión previa aprobación del CONATEL. En caso de que un sistema opere en bandas con diferentes  $\alpha_n$  se aplicará el mayor valor de éste.

Cuando el CONATEL determine una variación en el coeficiente  $\beta_n$ , en una zona geográfica, éste será aplicable en los enlaces de última milla que presten servicio a dicha zona y sistemas de propagación en coberturas locales. El valor máximo de este coeficiente es de 1.

El coeficiente  $\beta_n$  tendrá un valor igual a 1, independientemente de valores fijados por el

CONATEL en los siguientes casos:

- a) Sistemas Privados, exceptuando los sistemas de los servicios Fijo y Móvil en bandas entre 30 y 960 MHz.
- b) Autorizaciones de uso temporal de frecuencias.

En el caso de que una estación radioeléctrica cubra zonas con valores diferentes de  $\beta_n$ , se aplicará el mayor valor de éste.

Se establece inicialmente el valor de 1 para la constante  $K_a$  y el coeficiente  $\beta_n$ .

### **De los Servicios Fijo y Móvil en bandas bajo 30 MHz**

**Artículo 4.-** Para los fines de cálculo de las tarifas por uso de frecuencias para los Servicios Fijo y Móvil, incluido el Móvil Aeronáutico (OR), Móvil Aeronáutico (R) y Radionavegación Aeronáutica, que operan en las bandas bajo 30 MHz, la zona de concesión será todo el territorio ecuatoriano. Y pagarán una tarifa por uso de frecuencias por frecuencia asignada, en función del número de horas a utilizarse por día y del número de estaciones que operen en cada frecuencia, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$T(US\$) = K_a * \alpha_1 * \beta_1 * A * F_t \quad (Ec.1)$$

Donde: T (US\$) = Tarifa mensual en dólares de los Estados Unidos de América, por frecuencia asignada.

$K_a$  = Factor de ajuste por inflación.

$\alpha_1$  = Coeficiente de valoración del espectro Servicios Fijo y Móvil en bandas bajo 30 MHz no multiacceso (De acuerdo a la Tabla 1 Anexo 1)

$\beta_1$  = Coeficiente de corrección, para el Servicio Fijo y Móvil en bandas bajo 30 MHz, no multiacceso.

$F_t$  = Factor de Tiempo de Uso y Número de Estaciones del Sistema (De acuerdo a la Tabla 2, Anexo 1).

$A$  = Anchura de banda de la frecuencia asignada, en kHz.

La tarifa por uso de frecuencias para los Servicios Fijo y Móvil que operen en la banda de HF (3.000 a 30.000 kHz) se calculará en función del tiempo autorizado y del número de estaciones que comparten la

frecuencia asignada, según la constante Ft, de acuerdo a lo establecido en la Tabla 2, Anexo 1.

### **De los Servicios Fijo y Móvil en bandas entre 30 y 960 MHz**

**Artículo 5.-** Para efectos del cálculo de tarifas se considerará que los Servicios Fijo y Móvil que utilizan bandas de frecuencias entre 30 y 960 MHz operan las 24 horas del día.

**Artículo 6.-** La tarifa mensual por uso de frecuencias del Servicio Móvil Terrestre en bandas entre 30 y 960 MHz, incluido el Móvil Aeronáutico (OR), Móvil Aeronáutico (R) y Radionavegación Aeronáutica, se calculará de acuerdo con la Ecuación 2, la cual sirve para el cálculo de la Tarifa por Uso de Frecuencias para el Servicio Móvil que se presta mediante los Sistemas Comunales de Explotación y los Sistemas Móviles Privados (Convencionales).

$$T(US\$) = K_a * \alpha_2 * \beta_2 * A * F_p \quad (Ec.2)$$

Donde: T (US\$) = Tarifa mensual en dólares de los Estados Unidos de América, por frecuencia asignada.

Ka = Factor de ajuste por inflación.

$\alpha_2$  = Coeficiente de valoración del espectro para el Servicio Móvil en bandas sobre 30 MHz, no multiacceso (De acuerdo a la Tabla 1, Anexo 2).

$\beta_2$  = Coeficiente de corrección para el Servicio Móvil en bandas sobre 30 MHz, no multiacceso.

A = Anchura de banda de la frecuencia asignada, en kHz.

F<sub>p</sub> = Factor de propagación (De acuerdo a las Tablas 2 hasta la 5, Anexo 2).

El Coeficiente de valoración del espectro  $\alpha_2$  a aplicarse para el Servicio Móvil en bandas entre 30 y 960 MHz, no multiacceso, se detalla en la Tabla 1, Anexo 2.

**Artículo 7.-** Se establecen Factores de Propagación de acuerdo al Anexo 2, para los fines de cálculo de la Tarifa del Servicio Móvil entre 30 y 960 MHz, de acuerdo a la ganancia de la antena, potencia de la estación repetidora en transmisión semidúplex o de la primera estación en transmisión símplex, altura efectiva de la antena de la estación repetidora en semidúplex o de la primera estación en transmisión símplex, y de acuerdo al rango de frecuencias, donde aplicare, de acuerdo a las Tablas 2 a 5, Anexo 2.

**Artículo 8.-** Los valores referenciales para efectos de cálculo, de ganancia de antena y de potencia para el Servicio Móvil entre 30 y 960 MHz, son los establecidos por las Tablas referidas en el Artículo 7 de este Reglamento para las distintas bandas de frecuencias especificadas.

Los valores de referencia de Altura Efectiva de antena de la estación repetidora en transmisión semidúplex o de la primera estación en transmisión símplex, para fines de cálculo, serán los determinados de acuerdo a los datos obtenidos por la ubicación de las antenas,

aproximados al valor de referencia inmediato superior, con valores de Altura Efectiva Mínima de 200 m. y Altura Efectiva Máxima de 1000 m.

**Del Servicio Fijo. Enlaces Punto-Punto y Punto-Multipunto (No Multiacceso)**

**Artículo 9.-** La tarifa por uso de frecuencias para el Servicio Fijo, enlace punto-punto, se calculará en base de la distancia (D) en kilómetros entre las estaciones fijas y la anchura de banda (A) utilizada, de acuerdo con la Ecuación 3:

$$T(\text{US\$}) = K_a * \alpha_3 * \beta_3 * A * (D)^2 \quad (\text{Ec.3})$$

Donde:

T (US\$) = Tarifa mensual en dólares de los Estados Unidos de América, por frecuencia asignada.

Ka = Factor de ajuste por inflación.

$\alpha_3$  = Coeficiente de valoración del espectro del Servicio Fijo para enlaces punto- punto (De acuerdo a la Tabla 2, Anexo 3).

$\beta_3$  = Coeficiente de corrección para el Sistema Fijo, enlace punto - punto.

A = Anchura de banda de la frecuencia asignada, en MHz.

D = Distancia en kilómetros entre las estaciones fijas.

La Ecuación 3 se aplica a cada frecuencia del enlace y por enlace. Si una estación fija opera con más de una frecuencia en la misma dirección, la

tarifa resultante será la suma de las tarifas individuales calculadas por cada frecuencia de transmisión y recepción.

De acuerdo al rango de frecuencias correspondiente y cuando el caso lo amerite, para fines del cálculo de tarifas, se usarán los valores de distancia máxima y mínima aplicable contemplados en la Tabla 1, Anexo 3.

El Coeficiente de valoración del espectro  $\alpha_3$  a aplicarse para el Servicio Fijo, enlaces punto-punto para las distintas bandas se muestra en la Tabla 2, Anexo 3.

Para el caso de enlaces punto-multipunto (No Multiacceso), éstos pagarán una tarifa como enlaces punto-punto individuales.

### **Del Servicio Fijo y Móvil (Multiacceso)**

**Artículo 10.-** Se considera como Servicio Fijo (Multiacceso), en la modalidad punto-multipunto al que se brinda mediante el uso de tecnologías tales como FWA, MMDS, LMDS, y también a aquellos que usan enlaces punto-multipunto (Multiacceso), y otros servicios que el CONATEL determine.

Dentro de la categoría de Servicio Móvil que utiliza técnicas de multiacceso se encuentran el Servicio Móvil Avanzado, Sistema Buscapersonas Bidireccional, Sistema Troncalizado y otros que el CONATEL determine.

El cálculo de la tarifa por uso de frecuencias para los enlaces punto-multipunto para el Servicio Fijo y para los Servicios Móviles que hacen uso de multiacceso, se hará en base de dos componentes:

**a) Tarifa A:** Por cada centro de multiacceso, esto es, por cada Estación de Base del Servicio Móvil (Multiacceso) o por cada Estación Central del Servicio Fijo enlaces puntomultipunto (Multiacceso) y sistemas FWA, por la anchura de banda en transmisión y recepción en el área de concesión y su radio de cobertura.

Para el caso de sistemas fijo punto-multipunto (Multiacceso), que utilizan técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha, se considerará como anchura de banda, la correspondiente a la sub-banda asignada por el CONATEL para la operación de estos sistemas, de acuerdo con el pedido de registro, y;

**b) Tarifa C:** Por el número total de Estaciones Radioeléctricas de Abonado Fijas y Móviles activadas en el sistema multiacceso.

### **Del componente de la tarifa por uso de frecuencias por Estación de Base o Estación Central Fija**

**Artículo 11: Tarifa A.-** Para el cálculo del componente de la tarifa por uso de frecuencias por cada Estación de Base del Servicio Móvil (Multiacceso) o por cada Estación Central Fija del Servicio Fijo punto-multipunto (Multiacceso) se utilizará la siguiente ecuación:

$$T(US\$) = K_a * \alpha_4 * \beta_4 * A * (D)^2 \quad (Ec.4)$$

Donde:

T (US\$) = Tarifa mensual en dólares de los Estados Unidos de América.

Ka = Factor de ajuste por inflación.

$\alpha_4$  = Coeficiente de valoración del espectro para el Servicio Fijo y Móvil (Multiacceso) (De acuerdo a Tabla 1, Anexo 4).

$\beta_4$  = Coeficiente de corrección para la tarifa por Estación de Base o Estación Central Fija.

A = Anchura de banda del bloque de frecuencias en MHz concesionado en transmisión y recepción.

D = Radio de cobertura de la Estación de Base o Estación Central Fija, en Km (De acuerdo a la Tabla 1, Anexo 4).

El radio de cobertura o alcance de la Estación de Base o Estación Central Fija, así como el coeficiente de valoración del espectro para el Servicio Fijo y Móvil (Multiacceso), se detalla en la Tabla 1, Anexo 4, según la banda de frecuencias autorizada para los servicios especificados.

Para fines de cálculo se considerará que cada Estación Repetidora opera como una Estación de Base o Estación Central Fija diferente; entendiéndose por ésta, el punto geográfico determinado por la infraestructura de instalación.

Para el Servicio Móvil (Multiacceso), prestado mediante un Sistema Troncalizado, por cada Estación de Base se aplicará la Ecuación 4 y la

tabla correspondiente, considerando la totalidad de la anchura de banda en transmisión y recepción asignada en el Área de concesión.

Para el caso de sistemas fijo punto-multipunto (Multiacceso), que utilizan técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha, se considerará como anchura de banda, la correspondiente a la subbanda asignada por el CONATEL para la operación de estos sistemas, de acuerdo con el pedido de registro.

**Artículo 12.-** En la aplicación de la fórmula del artículo 11 para los sistemas que utilicen técnicas de Distribución Dúplex en el Tiempo (TDD), se debe considerar que la anchura de banda será el equivalente al bloque completo de transmisión y recepción concesionado, independientemente de si se utiliza sólo una parte de éste.

El ancho del bloque de frecuencias en los sistemas que utilizan frecuencias discretas discontinuas se determinará sumando los anchos de banda individuales de cada frecuencia de transmisión y recepción.

### **Del Componente de la Tarifa por Estaciones de Abonado móviles y fijas**

**Artículo 13: Tarifa C.-** El cálculo de la tarifa mensual por Estaciones Radioeléctricas de Abonado Fijas y Móviles activadas en el Servicio Fijo y Móvil (Multiacceso), se realizará aplicando la ecuación 5:

$$T(US \$) = Ka * \alpha_5 * F_d \quad (Ec.5)$$

Donde:  $T$  (US\$) = Tarifa mensual en dólares de los Estados Unidos de América por Estaciones de Abonado móviles y fijas activadas en el sistema

$K_a$  = Factor de ajuste por inflación.

$\alpha_5$  = Coeficiente de valoración del espectro por Estaciones de Abonado móviles y fijas para el Servicio Fijo y Móvil (Multiacceso) (De acuerdo a la Tabla 2, Anexo 4).

$F_d$  = Factor de capacidad (De acuerdo al Servicio Fijo y Móvil (Multiacceso), refiérase a las Tablas 3 hasta la 9, Anexo 4).

El factor de capacidad ( $F_d$ ) aplicable a cada servicio en función del número de Estaciones Radioeléctricas de Abonado Móviles y Fijas habilitadas en el sistema, se especifica en las Tablas 3 a 9, Anexo 4.

**Artículo 14.-** Para el Servicio Fijo, en la modalidad enlaces punto-multipunto (Multiacceso), todas las frecuencias de enlace entre las distintas estaciones deben ser las mismas y podrán llegar a un máximo de dos frecuencias. Para el pago, se considera todas las Estaciones Fijas, inclusive la Estación Central Fija y todos los enlaces punto-multipunto (Multiacceso) como enlaces punto-punto individuales.

Para el caso del Servicio Móvil (Multiacceso) (Servicio Móvil Avanzado, Sistema Buscapersonas Bidireccional, Sistema Troncalizado y otros que determine el CONATEL), se considera como Estación de Abonado Móvil y Fija a cualquier estación que use las frecuencias esenciales. No se

considera a las Estaciones de Base en el valor del número total de frecuencias.

**Artículo 15.-** Para el Servicio Móvil (Multiacceso), prestado mediante un Sistema Troncalizado, se aplicará la Ecuación 5 y la tabla correspondiente, considerando un mínimo de 50 Estaciones de Abonado móviles por cada par de frecuencias.

Para el Sistema Buscapersonas Unidireccional y Bidireccional, se aplicará la Ecuación 5 y la tabla correspondiente, considerando un mínimo de 50 Estaciones Radioeléctricas de Abonado Móviles por cada Estación Repetidora.

**Artículo 16.-** El cálculo del componente de la tarifa por Estaciones Radioeléctricas de Abonado Móviles y Fijas se realizará por cada banda de frecuencias otorgada en el título habilitante, en forma independiente. El valor total de este componente será la suma de las tarifas individuales que resulten por cada banda de frecuencia asignada al concesionario.

**Artículo 17.-** Los concesionarios del Servicio Fijo y Móvil (Multiacceso), deberán informar a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, dentro de los cinco primeros días hábiles de cada mes, el número total de estaciones (Estaciones de Base, Estaciones Centrales Fijas, Estaciones de Abonado móviles y Estaciones de Abonado fijas) activadas

en el sistema en su zona de concesión, por banda de frecuencia, hasta el último día del mes inmediatamente anterior a la presentación.

**Artículo 18.-** Los enlaces punto-punto que se utilicen para el transporte de señales a las Estaciones Centrales Fijas del Servicio Fijo punto-multipunto (Multiacceso) y FWA o a las Estaciones de Base del Servicio Móvil (Multiacceso); así como los enlaces punto-punto empleados en los sistemas que operan en simulcast, se considerarán por separado, aplicando para tal efecto el artículo 9 del presente Reglamento.

**De las estaciones que utilizan frecuencias en bandas de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.**

**Artículo 19.-** Los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha que operen en configuración punto-punto, en las bandas que el CONATEL determine, pagarán una tarifa mensual por uso de frecuencias, según la ecuación 6:

$$TA(US\$) = K_a * \alpha_6 * \beta_6 * B * NTE \quad (Ec.6)$$

Donde:

TA (US\$) = Tarifa anual en dólares de los Estados Unidos de América

Ka = Factor de ajuste por inflación.

$\alpha_6$  = Coeficiente de valoración del espectro para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha (De acuerdo a la Tabla 1, Anexo 5).

$\beta_6$  = Coeficiente de corrección para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

B = Constante de servicio para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha (De acuerdo a la Tabla 2, Anexo 5).

NTE = Es el número total de Estaciones Fijas, de Base, Móviles y Estaciones Receptoras de Triangulación, de acuerdo al sistema.

El valor del coeficiente  $\alpha_6$  se detalla en la Tabla 1, Anexo 5 y el valor de a constante B para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha se detalla en la Tabla 2, Anexo 5.

### **Del Servicio de Radioaficionados**

**Artículo 20.-** Los títulos habilitantes que amparen el Servicio de Radioaficionados Novatos, Generales, en Tránsito e Internacionales, pagarán una tarifa única, por el tiempo de duración del título habilitante, de acuerdo al siguiente detalle: US\$ 5 para los Radioaficionados Novatos, US\$ 10 para los Radioaficionados Generales, US\$ 10 para los Radioaficionados en Tránsito y US\$ 20 para los Radioaficionados Internacionales, por el otorgamiento o renovación del título. La tarifa del Servicio de Radioaficionados es independiente de las bandas y transmisores; y se pagará por anticipado previo a la entrega de la credencial de operación. Los Radioaficionados que instalen repetidoras o estaciones satelitales deberán registrarse, con los requisitos correspondientes, en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, en un plazo no mayor a 30 días posteriores a la instalación del sistema.

### **Del Servicio de Banda Ciudadana**

**Artículo 21.-** Los títulos habilitantes del Servicio de Banda Ciudadana, pagarán una tarifa única, por el tiempo de duración del título habilitante, de US\$ 10, por el otorgamiento o renovación del permiso, el pago se realizará por anticipado.

### **Del Servicio Fijo por Satélite**

**Artículo 22.-** El cálculo de la tarifa mensual por Estación Terrena para la prestación del Servicio Fijo por Satélite, por cada portadora, se determina de acuerdo con la ecuación 7:

$$T(\text{US\$}) = K_a * \alpha_7 * \beta_7 * A * F_s \quad (\text{Ec.7})$$

Donde:

T (US\$) = Tarifa mensual en dólares de los Estados Unidos de América, por Estación Terrena.

Ka = Factor de ajuste por inflación.

$\alpha_7$  = Coeficiente de valoración del espectro del Servicio Fijo por Satélite (De acuerdo a la Tabla 1, Anexo 6).

$\beta_7$  = Coeficiente de corrección para el Servicio Fijo por Satélite.

Fs = Factor del Servicio Fijo por Satélite (De acuerdo a la Tabla 2, Anexo 6)

A = Anchura de banda del bloque de frecuencias asignado en kHz.

Para efectos de pago, el valor mínimo de Anchura de Banda del bloque de frecuencias asignado será de 100 kHz.

El Coeficiente de valoración del espectro  $\alpha_7$  a aplicarse para el Servicio Fijo por Satélite, para el correspondiente ancho de banda de la portadora asignada a la Estación Terrena, se detalla en la Tabla 1, Anexo 6.

### **Del Servicio Móvil por Satélite**

**Artículo 23.-** El cálculo de la tarifa mensual por Estaciones Radioeléctricas de Abonado Móviles y Fijas activadas en el Servicio Móvil por Satélite, se determina de acuerdo con la ecuación 8:

$$T(US\$) = Ka * \alpha_8 * \beta_8 * F_d \quad (Ec.8)$$

Donde: T (US\$) = Tarifa mensual en dólares de los Estados Unidos de América por Estaciones de Abonado móviles y fijas activadas en el sistema

Ka = Factor de ajuste por inflación.

$\alpha_8$  = Coeficiente de valoración del espectro por Estaciones de Abonado móviles y fijas para el Servicio Móvil por Satélite (De acuerdo a la Tabla 3, Anexo 6).

$\beta_8$  = Coeficiente de corrección para la tarifa por Estaciones de Abonado móviles y fijas.

Fd = Factor de capacidad (De acuerdo al Servicio Móvil por Satélite, refiérase a la Tabla 4, Anexo 6).

### **De las tarifas para frecuencias de uso reservado**

**Artículo 24.-** Los Servicios Fijo y Móvil prestados mediante sistemas de radiocomunicaciones que hacen uso de frecuencias con carácter de reservado, tales como las de uso institucional de las Fuerzas Armadas y la Policía Nacional, pagarán una tarifa mensual equivalente al 1% del valor que resulte de aplicar las ecuaciones y tablas pertinentes señaladas en el presente Reglamento y proporcional al tiempo de duración del contrato.

**De las tarifas por frecuencias de uso experimental y con fines de carácter social o humanitario**

**Artículo 25.-** Los Servicios Fijo y Móvil prestados mediante Sistemas de Radiocomunicaciones que hacen uso experimental de frecuencias (no comercial) pagarán una tarifa igual al 10% del valor que resulte de aplicar las ecuaciones y tablas del presente Reglamento y proporcional al tiempo de duración del contrato. El primer pago por uso de frecuencias será por anticipado al momento de otorgar la concesión y será el equivalente a la tarifa de tres meses, previa aprobación del proyecto presentado, por parte del CONATEL.

**Artículo 26.-** Los servicios Fijo y Móvil prestados mediante Sistemas de Radiocomunicaciones con fines de carácter social o humanitario pagarán una tarifa por uso de frecuencias igual al 10% del valor que resulte de aplicar las ecuaciones y tablas del presente Reglamento y proporcional al tiempo de duración del contrato.

### **De las tarifas por uso temporal de frecuencias**

**Artículo 27.-** La tarifa por uso temporal de frecuencias requerirá de un pago por anticipado equivalente a 5 veces el valor que resulte de aplicar las ecuaciones y tablas pertinentes del presente Reglamento y tendrá una duración de hasta 90 días, renovables por una sola vez.

El coeficiente  $\beta_n$  para este tipo de autorizaciones será siempre igual a 1.

### **De las tarifas mínimas**

**Artículo 28.-** La tarifa mínima mensual a pagar como resultado de aplicar las ecuaciones del Capítulo II, será de US\$ 5.00 por factura emitida, por concesionario.

**Artículo 29.-** Los valores de las tarifas por uso de frecuencias que no se encuentren determinados en el presente Reglamento deberán ser fijados por el CONATEL, previo estudio técnico-económico sustentado por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

## **CAPITULO III**

### **DE LOS DERECHOS DE CONCESION**

**Artículo 30.-** Los Derechos de Concesión de frecuencias del espectro radioeléctrico serán los aprobados por CONATEL en base de los estudios respectivos elaborados por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, para cada servicio, banda de frecuencias y sistema a operar.

**Artículo 31.-** Los Derechos de Concesión para los Servicios y Sistemas contemplados en el presente Reglamento, y que requieran del respectivo título habilitante, a excepción de aquellos que se autoricen mediante Registro, deberán pagar por una sola vez por el tiempo de duración de la concesión, los valores que resulten de aplicar la Ecuación 9.

$$D_c = T(\text{US\$}) * T_c * F_{cf} \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde: T (US\$) = Tarifa mensual por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico en dólares de los Estados Unidos de América correspondiente al Servicio y al Sistema en consideración.

Tc = Tiempo de concesión. Valor en meses de la concesión a otorgarse al respectivo servicio y sistema.

Fcf = Factor de concesión de frecuencias (De acuerdo a la Tabla 1, Anexo 7).

Dc =Derecho de concesión.

**Artículo 32.-** El CONATEL aprobará, en base de un estudio sustentado de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, los valores del Factor de Concesión de Frecuencias (Fcf) para cada Servicio y Sistema, de acuerdo a las bandas de frecuencias correspondientes y a las políticas de desarrollo del sector de las radiocomunicaciones que se determinen, dando prioridad a los proyectos desarrollados por el Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones.

**Artículo 33.-** El concesionario tiene el plazo de un año contado a partir de la firma del contrato para poner en operación el Sistema y firmar el Acta de Puesta en Operación con la Superintendencia de Telecomunicaciones, caso contrario se le retirará la concesión, previo informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones.

**Artículo 34.-** Los valores de los Derechos de Concesión que no se encuentren determinados en el presente Reglamento deberán ser fijados por el CONATEL, previo estudio técnico-económico sustentado por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

#### **CAPITULO IV**

#### **DEL COBRO, PAGO, MORA Y MULTAS EN EL PAGO DE LAS TARIFAS**

##### **Del cobro**

**Artículo 35.-** Toda persona natural o jurídica, nacional o extranjera, de derecho público o privado, que sea concesionaria de las frecuencias contempladas en el presente Reglamento, está en la obligación de pagar las tarifas establecidas en este Reglamento de conformidad con los procedimientos aprobados por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y la Superintendencia de Telecomunicaciones, cada una en el ámbito de su competencia.

**Artículo 36.-** Los Derechos de Concesión de frecuencias del espectro radioeléctrico contemplados en el presente Reglamento deberán ser cancelados previo la firma del contrato de concesión respectivo.

**Artículo 37.-** Para el cobro de las tarifas por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico, la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones emitirá las facturas en forma mensual, a cada uno de los concesionarios, una vez que se hayan firmado los respectivos contratos. Los valores facturados corresponderán al valor de las tarifas más los impuestos de Ley. Las facturas deberán ser canceladas en diez días laborables contados a partir de su emisión, vencido este plazo el concesionario pagará el valor de las tarifas, los impuestos de Ley y el interés causado por la mora.

### **Del Pago**

**Artículo 38.-** Los concesionarios del espectro radioeléctrico, deberán pagar los derechos de concesión y las facturas por uso de las frecuencias del Espectro Radioeléctrico en las oficinas de recaudación de la Matriz, en las Direcciones Regionales o en las Instituciones Financieras del sector Público o Privado que la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones determine. Los pagos se efectuarán en efectivo o cheque certificado a nombre de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones. La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones podrá determinar los procedimientos de pago de los derechos de

concesión y las facturas por uso de frecuencias, reconocidos por las instituciones monetarias del país. El pago por uso de espectro radioeléctrico se lo hará a mes vencido a no ser que exista una disposición expresa al contrario.

**Artículo 39.-** El uso del espectro radioeléctrico se cobra por Derechos de concesión de frecuencias y tarifas por su utilización en Sistemas de Radiocomunicaciones. La no utilización de las frecuencias concesionadas, no exime del pago de la tarifa correspondiente, en razón de que éstas están destinadas para uso exclusivo del beneficiario de acuerdo a las condiciones establecidas en el título habilitante.

#### **De la Mora en el Pago**

**Artículo 40.-** Para el cálculo de los intereses por mora, se aplicará la tasa señalada para todas las obligaciones en mora a favor de las Instituciones del Estado, la misma que será aplicada de acuerdo al Código Tributario en vigencia a la fecha de pago.

**Artículo 41.-** Si los concesionarios no cancelaren facturas por más de 90 días (tres meses), la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones dará por terminado en forma anticipada y unilateral los contratos; y las frecuencias serán revertidas al Estado, sin perjuicio de la acción coactiva que se iniciará para cobrar lo adeudado.

Si los usuarios que hayan obtenido un Certificado de Registro, no cancelaren facturas por 90 días (tres meses), la Secretaría Nacional de

Telecomunicaciones dejará sin efecto automáticamente el Certificado, sin perjuicio del inicio de la acción coactiva por parte de la Superintendencia de Telecomunicaciones para cobrar lo adeudado.

**Artículo 42.-** La mora se extinguirá con el pago de la obligación, así como de los intereses devengados.

**Artículo 43.-** La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones efectuará devoluciones totales o parciales de los valores que se hubieren cobrado, mediante notas de crédito, de los valores que se hubieran cobrado, cuando por razones técnicas, legales o administrativas así se comprobare.

**Artículo 44.-** Para la presentación de cualquier trámite de concesión o renovación de frecuencias, los peticionarios no deberán mantener obligaciones pendientes de pago por ningún concepto en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y Superintendencia de Telecomunicaciones.

**Artículo 45.-** Las multas que impusiera la Superintendencia de Telecomunicaciones, deberán ser canceladas en dicha institución en un plazo de treinta días, contados a partir de la fecha de su notificación.

**Artículo 46.-** Para los nuevos Servicios y Sistemas de Radiocomunicaciones, el CONATEL fijará los derechos por concesión, siempre que no existan procesos públicos competitivos o subastas

públicas de frecuencias y las tarifas por el uso de las frecuencias radioeléctricas.

**Artículo 47.-** El CONATEL resolverá todas las dudas que surgieren por la aplicación del presente Reglamento.

## ANEXO 2

DATA SHEET



### Tellabs® 8606 Ethernet Aggregator

The Tellabs® 8606 Ethernet Aggregator is a cost-efficient Layer 2 switch for aggregating multiple customers in dense locations to the Tellabs® 8660 Edge Switch, Tellabs® 8630 Access Switch or the Tellabs® 8620 Access Switch. The Tellabs 8660, Tellabs 8630 and Tellabs 8620 switches provide Quality of Service (QoS) differentiation over an MPLS network for all traffic aggregated to the Tellabs® 8600 Managed Edge System.

#### Overview

The Tellabs 8606 aggregator is a managed, standalone Layer 2 Ethernet switch with 24 10/100 Mbps ports, two Gigabit combo ports, two RJ-45 Gigabit ports, one console port and one 10/100 Ethernet RJ-45 port for local management. A combo port contains one Gigabit port and one slot for Small Form-Factor Pluggable (SFP) module.

#### MTU/MDU traffic aggregation with the Tellabs 8606 aggregator

In MTU aggregation the Tellabs 8606 aggregator grooms traffic from multiple customers in an MTU/MDU environment. The end-customers targeted for this application are both private Internet access customers and business customers from SOHO to small and medium-sized enterprises.

The Tellabs 8606 aggregator provides cost-efficient traffic aggregation for the service provider within the building. IP/MPLS-level service mapping is extended to the first telecoms facility, where the Tellabs 8620 switch, Tellabs 8630 switch or the Tellabs 8660 switch is typically located to provide IP/MPLS intelligence.

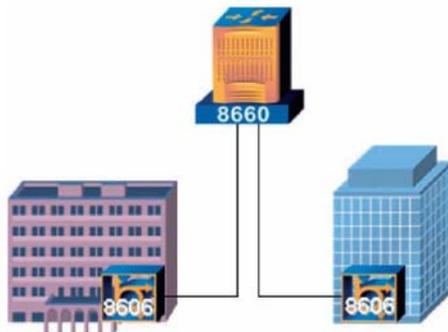


Figure 1. An Example of MTU Aggregation Application.



#### The Tellabs 8606 Ethernet Aggregator as a port extension shelf

The Tellabs 8606 aggregator can be used as a cost-efficient Fast Ethernet port extension shelf for the Tellabs 8620 switch as well as for the Tellabs 8660 switch. In situations where more consumer and small and medium-sized enterprise end-customer connections need to be aggregated within the IP/MPLS network, while simultaneously providing direct connectivity for high-end business customers, the Tellabs 8606 aggregator can be deployed to decrease the total infrastructure investment cost. The same network location can thus be optimized from a port-density and service variety point of view.

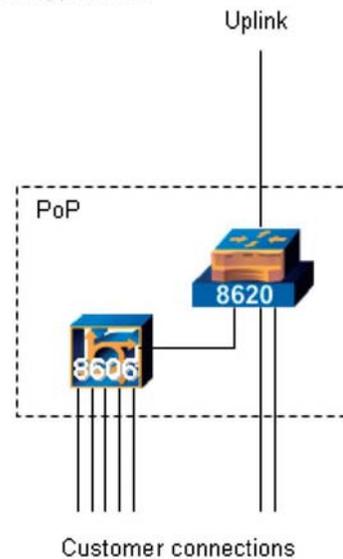


Figure 2. An Example of Port Extension Shelf Application.

### Network management

The Tellabs 8606 aggregator is managed with the Tellabs® 8600 Network Manager, which offers centralized end-to-end monitoring, configuration and provisioning capabilities for all the way to the end-customer access port of the Tellabs 8606 aggregator. A cut-through link is provided to the built-in Web-based element management of the Tellabs 8606 aggregator. The Tellabs 8600 manager management concept provides fast and easy service provisioning and service reconfiguration over all Tellabs 8600 system network elements. Additionally, unique Packet Loop Test functionality is supported to verify connectivity automatically within the created VPN.

### Element features

#### Modularity Provides Flexibility for Connectivity

With the recent growth of Gigabit Ethernet in metropolitan, regional and access networks, SFP expansion modules provide unparalleled flexibility for supporting a wide variety of uplink infrastructures while maintaining a competitive price/performance ratio.

#### Enhanced Firmware Improves Differentiation

The IEEE 802 standards-based firmware provides a rich set of features and ensures interoperability with equipment from other vendors. Additionally, the firmware includes advanced features such as IGMP snooping, broadcast storm control and MAC address filtering to enhance security and bandwidth utilization.

#### Port Trunking Provides Higher Availability

The Tellabs 8606 aggregator supports IEEE 802.3ad with load distribution control and failover recovery. With the exception of expansion slots, up to eight ports can be aggregated. No matter what modules are used for expansion slots, all traffic is aggregated on the basis of MAC addresses, thus balancing the traffic load.

#### VLAN Offers Both Security and Performance

The VLAN and VLAN stacking features of the Tellabs 8606 aggregator offer the benefits of both security and performance. VLAN is used to isolate traffic between different users or user groups and provide better security. Limiting the broadcast traffic to within the same VLAN broadcast domain also enhances performance.

#### Rate Adaptation Allows Service Differentiation

Service providers need a network infrastructure that combines reliable performance and flexibility in service provisioning, in order to answer the needs of different customers. Rate adaptation on subscriber ports allows increments of 1 Mbps, allowing service providers to offer tiered service.

#### Port Mirroring Provides Better Network Monitoring

Port mirroring copies traffic from a specific port to a target port. This mechanism helps in tracking network errors or abnormal packet transmission without interrupting the flow of data.

### Multicasting and Broadcast Storm Control Optimize Bandwidth Utilization

The IGMP snooping feature forwards traffic to only those subscribers requesting multicast traffic. This prevents unnecessary forwarding of multicast traffic to all subscribers, therefore optimizing bandwidth utilization for higher-bandwidth applications such as broadcast video. The broadcast storm control gives system administrators the choice to either forward or discard broadcast packets created by malicious or runaway applications, enhancing bandwidth utilization by preventing unnecessary waste of bandwidth.

### Access Control Enhances Network Security

The Tellabs 8606 aggregator solution not only supports 802.1x port-based access control for subscriber authentication but also allows system administrators to designate a limited number of MAC addresses able to access the network from a particular port. This feature, which denies unauthorized devices communication through the switch, highly enhances network security. The Tellabs 8606 aggregator also supports the ability to limit the number of users (MAC addresses) that can simultaneously access the network on a per-port basis, allowing service providers to offer flexible billing plans.

## Hardware Specifications

### Physical type

- Mountable into a 19" rack or table top installation

### Dimensions

- 440 mm (width), 300 mm (depth), 45 mm (height)

### Power Feed

- 100-240 VAC 50/60 Hz internal universal power supply.
- External power backup for internal power module failure.
- DC power supply input of -48 VDC to -60 VDC

### Power Consumption

- 50 W

### Fans

- Located at the side of the box. Air flow from side to side.

## Interfaces

### Console Port

- RS-232C (DB-9) port for local management

### Management Port

- RJ-45 port for local switch, out-of-band management only

### Fast Ethernet

- 24 10/100 Mbps Fast Ethernet Ports:
  - IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet (twisted-pair copper)
  - IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet (twisted-pair copper)
- Auto-negotiating, automatic cable sensing (auto-MDIX) Ethernet RJ-45 ports with
  - Back pressure flow control in half duplex mode
  - IEEE802.3x flow control in full duplex mode

### Gigabit Ethernet

- 4 10/100/1000 Mbps Gigabit Ethernet ports of which two are combo ports with Gigabit SFP module slots.
- Auto-negotiating, automatic cable sensing (auto-MDIX) Gigabit ports with
  - Back pressure flow control in half duplex mode
  - IEEE 802.3x flow control in full duplex mode

## Performance and Scalability

### VLAN

- IEEE 802.1Q tag-based and port-based VLANs
- 256 static VLANs, up to 4K dynamic VLANs
- Double tagging for VLAN stacking ( QinQ)
- Support for GVRP, automatic VLAN member registration
- Private VLAN for port isolation
- Transparent subscriber bridge control protocol tunnelling to VLANs \*)

### Bridging, switching

- Switching fabric: 12.8Gbps, non-blocking
- 16K MAC addresses
- Jumbo frame support, up to 9K bytes

### Multicasting

- IGMP snooping

### QoS and Traffic management

- Eight egress queues per port
- SP and WFQ scheduling
- Ingress and egress port rate limiting
- Classification and rate limiting (at 1Mbps increments) based on combination of L2/L3/L4 fields using ACL

## Management

### Management

- Tellabs® 8600 Network Manager
- CLI via console port and telnet
- RS-232C (DB-9) port for local management
- Web-based management
- Status display and event report from Web-based management
- SNMP v1/v2/v2c manageability

### System Maintenance and Monitoring

- Alarm/status
- RMON (groups 1, 2, 3, 9)
- Support for rule-based port mirroring of all ports
- System configuration backup and restore
- Firmware upgrade via FTP and HTTP

### MIBs

- RFC 1213 SNMP MIB II
- RFC 1493 Bridge MIB
- RFC 1643 Ethernet MIB
- RFC 1757 RMON MIB (four groups)
- RFC 2674 VLAN MIB
- RFC 2863 Interface MIB \*)

### Security

- System management password protection
- Port-based VLAN
- IEEE 802.1Q VLAN
- Double tagging for VLAN stacking
- Private VLAN for port isolation
- MAC address filtering
- Limited maximum number of MAC addresses per port
- Static MAC address forwarding
- 802.1x authentication
- RADIUS management connection authentication
- Broadcast storm control
- Port mirroring on all ports

### Standards

- IEEE 802.3x Flow Control
- IEEE 802.1p Priority Queues
- IEEE 802.1Q VLAN
- IEEE 802.3ad Link Aggregation
- IEEE 802.1d Spanning Tree
- IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree

### EMC and Safety

#### EMC Standards

- EN 55022: 1998+A1: 2000+A2: 2003 Class A
- AS/NZS CISPR 22: 2002 Class A
- EN/IEC 61000-3-2: 2000
- EN/IEC 61000-3-3: 1995+A1: 2001
- EN 55024: 1998+A1: 2001+A2: 2003
- EN 300 386 v1.3.2: 2003-05
- FCC Part 15, Subpart B Class A

#### Safety Standards

- CAN/CSA-C22.2 No 60950-1-03 (1st Edition)
- UL 60950-1 (1st Edition)
- IEC 60950-1 (2001), 1st Edition
- EN 60950-1, 1st Edition

### Climatic/ Mechanical Compatibility

#### Storage

- [ETSI EN 300 019-1-1] Class 1.1
- Temperature: -5° C to 45° C

#### Transportation

- [ETSI EN 300 019-1-2] Class 2.3
- Temperature: -40° C to 70° C

#### Operating conditions

- [ETSI EN 300 019-1-3] Class 3.14
- Temperature: +5° C to 40° C
- Relative humidity: 5% to 85%

### Availability

For more information, please contact your local Tellabs sales representative, local Tellabs sales office, or see [www.tellabs.com](http://www.tellabs.com)

\*) For future release

#### North America

Tellabs  
One Tellabs Center  
1415 West Diehl Road  
Naperville, IL 60563  
U.S.A.  
+1 630 798 8800  
Fax: +1 630 798 2000

#### Asia Pacific

Tellabs  
3 Anson Road  
#14-01 Springleaf Tower  
Singapore 079909  
Republic of Singapore  
+65 6215 6411  
Fax: +65 6215 6422

#### Europe, Middle East & Africa

Tellabs  
Abbey Place  
24-28 Easton Street  
High Wycombe, Bucks  
United Kingdom  
HP11 1NT  
+44 870 238 4700  
Fax: +44 870 238 4851

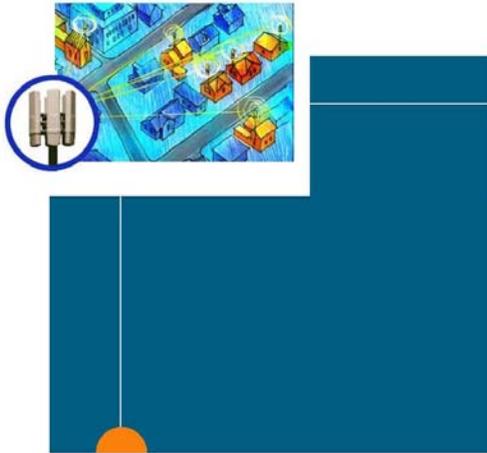
#### Latin America & Caribbean

Tellabs  
1401 N.W. 136th Avenue  
Suite 202  
Sunrise, FL 33323  
U.S.A.  
+1 954 839 2800  
Fax: +1 954 839 2828

The following trademarks and service marks are owned by Tellabs Operations, Inc., or its affiliates in the United States and/or in other countries: TELLABS®, TELLABS and T symbol®, and T symbol®. Any other company or product names may be trademarks of their respective companies.

© 2006 Tellabs. All rights reserved.  
74.1509E Rev. A 11/06

## ANEXO 3



### Canopy Network Management with MRTG

#### Application Note

CanopyMRTG01-AN-en  
Issue 1  
December 2003



## Canopy MRTG Application Note

### NOTICES

#### **Trademarks, Product Names, and Service Names**

MOTOROLA, the stylized M Logo and all other trademarks indicated as such herein are trademarks of Motorola, Inc. ® Reg. U.S. Pat & Tm. Office. Canopy is a trademark of Motorola, Inc. All other product or service names are the property of their respective owners.

Motorola, Inc  
Broadband Wireless Technology Center  
1299 East Algonquin Road  
Schaumburg, IL 60196  
USA

<http://www.motorola.com/canopy>

## Table of Contents

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b>	<b>4</b>
1.1	Document History	4
1.2	Feedback on Documentation	4
1.3	Technical Support	4
<b>2</b>	<b>FEATURE DESCRIPTION</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>PRODUCT DESCRIPTION</b>	<b>6</b>
3.1	SNMP Resources	6
3.2	MRTG Resources	6
<b>4</b>	<b>PROCEDURES</b>	<b>8</b>
4.1	Deployment Checklist	8
4.2	Configuring MRTG for Canopy Elements	10
4.2.1	Loading the Canopy Enterprise MIBs	10
4.2.2	Element Variable Definition	10
4.3	Example Network/MRTG Configuration	12
4.4	Canopy SNMP Variable Reference	18
4.4.1	Subscriber Modules/ Backhaul Timing Slave	18
4.4.2	Access Point/ Backhaul Timing Master	19
4.4.3	CMM3 (Cluster Management Module)	20
<b>5</b>	<b>TROUBLESHOOTING</b>	<b>21</b>

## 1 Introduction

The purpose of this document is to provide a starter guide for deploying the Multi Router Traffic Grapher (MRTG) for monitoring Canopy™ Wireless Networks. It is not intended as an introduction to Network Management or to the MRTG tool.

This document assumes that the reader is familiar with:

1. Installing and configuring MRTG.
2. Basic networking concepts (TCP/IP) etc.

The following information is covered in this document:

1. A reference to online resources for MRTG.
2. A reference checklist on tasks to perform in deploying MRTG.
3. A guide to creating the MRTG configuration file.
4. A sample/reference Network and MRTG configuration.
5. A reference to common/important variables that are published by Canopy™ units.
6. A troubleshooting guide.

### 1.1 Document History

Issue 1	Initial Issue
---------	---------------

### 1.2 Feedback on Documentation

We welcome your feedback on Canopy documentation. Comments on structure, content, accuracy, completeness, or any other area are appreciated. Please send your feedback to [technical-documentation@canopywireless.com](mailto:technical-documentation@canopywireless.com).

### 1.3 Technical Support

Please note that the information contained in this document has been provided solely as a convenience to our customers. MRTG is not officially supported by the Canopy Technical Support Team. If problems arise during the deployment or use of MRTG, the following steps are suggested in obtaining a resolution:

1. Check this document, especially the Troubleshooting section.
2. Check available MRTG References/Resources available on the Web.
3. Post any issues in online MRTG or Canopy related newsgroups/lists.

## **2 Feature Description**

The Multi Router Traffic Grapher (MRTG) is a freely available open source tool to monitor the traffic load on network-links. It generates HTML pages containing graphical images which provide a live visual representation of this traffic. By utilizing MRTG, it is possible to monitor and log the behavior of a network. This data can be useful in tracking down and troubleshooting network issues.

### 3 Product Description

MRTG utilizes the Simple Network Management Protocol (SNMP) to extract information from Canopy™ devices. Specifically, MRTG utilizes Version 2 (SNMPv2c) of the SNMP protocol when communicating with Canopy™ devices. While knowledge of SNMP is not required in order to utilize MRTG, an understanding of it may provide useful background information for utilizing the tool.

The list of available SNMP data that is provided by Canopy™ devices can be obtained from the Canopy Enterprise MIBs. The MIBs (Management Information Base) are text files that contain descriptions of the SNMP variables that are provided by Canopy™ devices. They can be obtained from the Canopy Web Site and are distributed along with the Software Updates.

Once configured, MRTG collects various data from network devices and logs it in a database. It does this by periodically querying the devices for the data via SNMP. In time, a comprehensive history of the device is collected within the database.

The user can view the data that is collected via a web browser interface. MRTG utilizes the database in order to generate HTML web pages and Graphs. These can be used to observe the behavior of the network over a specific period of time.

The following additional resources are useful in understanding and deploying MRTG. (Note: The following links are not managed by Canopy™, and such the files and links referred to are not guaranteed to be available.)

#### 3.1 SNMP Resources

The following web sites provide a good overview on understanding the Simple Network Management Protocol (SNMP):

- <http://www.david-guerrero.com/papers/snmp/>
  - SNMP White paper providing an Overview and Description.
- [http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito\\_doc/snmp.htm](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/snmp.htm)
  - SNMP Protocol Overview and Description.

#### 3.2 MRTG Resources

The following web sites provide information and references in downloading and installing MRTG:

- <http://mrtg.hdl.com/mrtg.html>
  - The MRTG Home page. Download MRTG and related documentation.
- <http://open-innovations.com/mrtgbundle.html>

## Canopy MRTG Application Note

- An Automatic Installer for MRTG on the Windows Platform – Includes MRTG, RRDTool, Perl and the Apache Web Server.
- <http://www.enterastream.com/whitepapers/mrtg/mrtg-manual.html>
  - A step by step guide to installing and executing MRTG.
- <http://www.rrdtool.com/>
  - Homepage for RRDTool, a backend database for MRTG. Allows for better granularity of MRTG Data.

## 4 Procedures

This section contains the steps to deploying and configuring MRTG to monitor Canopy™ networks. It is divided into the following sub-sections:

1. A Deployment Checklist.
2. Configuring MRTG for Canopy Elements.
3. An Example Canopy Network and MRTG configuration.
4. A Canopy SNMP Variable reference.

### 4.1 Deployment Checklist

The following checklist is meant to serve only as a guide to deploying MRTG. The reader is advised to use this as a reference and to customize the checklist as is appropriate for the specific MRTG deployment.

1. Ensure MRTG is installed.
  - a. You may wish to install RRDTool to obtain better granularity of the data collected.
2. Populate Network Hosts file \*
  - a. Update the system hosts file to map Readable Names to IP addresses for all Canopy elements. This will make the configuration file and the output of MRTG more readable.
  - b. The Network Hosts file is a text file that contains line entries of the form “<ipaddress> <target>” for each element in the network. (Example: “169.254.1.1 MySm1”)
  - c. This file is located in the following folder:
    - i. On Windows (NT/XP etc):  
    <Windows>/System32/drivers/etc/hosts
    - ii. On Linux:  
    /etc/hosts
3. Create a folder containing the Canopy Enterprise MIBs in a location accessible by MRTG
  - a. E.g. Sub Folder off of the location of the MRTG configuration file etc.
  - b. The Canopy MIBs can be downloaded from the Canopy Web Site. It is distributed with the Software Updates.
4. Create a configuration file for MRTG. Look in the next section on how to add entries for Canopy Elements.
5. Use an appropriate task scheduler to launch MRTG
  - a. On Windows: Control Panel -> Scheduled Tasks
  - b. On Linux: cron

\* Important Host File notes:

- Because SNMP is a TCP/IP protocol, it is important to ensure that all Canopy Elements to be monitored must be accessible from the Host Machine that is

#### Canopy MRTG Application Note

running MRTG. (Once the host file is set up, it should be possible to ping the target machine: ping <target>, Example: "ping MySm1")

- For subscriber modules, this means that you cannot set Network Accessibility to Local.

## 4.2 Configuring MRTG for Canopy Elements

MRTG is configured by the use of a configuration file. The configuration file lists all elements and variables that are to be monitored by MRTG. This section outlines how to add Entries for Canopy Elements into the MRTG Configuration File.

### 4.2.1 Loading the Canopy Enterprise MIBs

The Canopy Enterprise MIBs contain the definitions of SNMP variables that are provided by Canopy Device. Currently, these devices include the Backhaul Module, Access Point Module, Subscriber Module and the CMM3 module. The MIB files can be downloaded from the Canopy Web Site. Store these files in a location that is accessible by MRTG. (Ideally, store these in a subdirectory where the MRTG configuration file is stored.

Example:

- <Configuration Directory>
  - canopy-mrtg-config.cfg
  - <canopymibs>
    - canopy mib files.

Add the following entry to the configuration file prior to any Element definitions (It must be a single line)

```
LoadMIBs: ./canopymibs/SNMPv2-CONF.txt,./canopymibs/SNMPv2-SMI.txt,./canopymibs/SNMPv2-TC.txt,./canopymibs/whisp-tev2-mib.txt,./canopymibs/WHISP-GLOBAL-REG-MIB.txt,./canopymibs/WHISP-BOX-MIBV2-MIB.txt,./canopymibs/WHISP-APS-MIB.txt,./canopymibs/WHISP-SM-MIB.txt,./canopymibs/CMM3-MIB.txt
```

Note: It is important to list the MIB files in the correct order as some MIBs depend on others.

### 4.2.2 Element Variable Definition

Canopy™ Elements respond to SNMP Version 2 (SNMPv2c) only. In general, an Element Variable Definition for a Canopy Element is as follows:

```
Target[<GENERIC NAME>]:<VARIABLE>:<SNMPCOMMUNITY>@<TARGET>:::2
Directory[<GENERIC NAME>]: <TARGET>
MaxBytes[<GENERIC NAME>]: <MAXBYTESVALUE>
Title[<GENERIC NAME>]: Title of the Variable Page
PageTop[<GENERIC NAME>]: <H1> Page Title </A></H1>
```

Where

- <GENERIC NAME> - The MRTG Generic name for this entry.
- <TARGET> - IP Address or the Name of the Target as is stored in the Hosts file.
- <VARIABLE> - The Variable to monitor.

## Canopy MRTG Application Note

- <SNMPCOMMUNITY> - The SNMP community string for the device. This entry is Case Sensitive.
- <MAXBYTESVALUE> - Maximum value for the specified variable.

The “:::2” text at the end of the first line indicates that MRTG should use SNMPv2c to access this variable. Refer to the MRTG Configuration File user guide for additional options for variable definitions.

The following are some examples of Canopy Element Variable Definitions.

### Monitoring the Ethernet Interface Traffic for a Subscriber Module:

1. Variable: Ethernet Interface Traffic
  - a. Mapped to Port 2 of the Device
2. SNMP Community: Canopy
3. Host Name: MySM (Mapped to 169.254.1.2 in the System Hosts file)

```
Target[MySM-EthernetInterface] 2:Canopy@MySM:::2
Directory[MySM-EthernetInterface]: MySM
MaxBytes[MySM-EthernetInterface]: 12500000
Title[MySM-EthernetInterface]: Ethernet Interface Traffic for MySM
PageTop[MySM-EthernetInterface]: <H1> Ethernet Interface Traffic for MySM</A></H1>
```

### Monitoring the RF Interface Traffic for a Subscriber Module:

- Variable: RF Interface Traffic
  - o Mapped to Port 1 of the Device
- SNMP Community: Canopy
- Host Name: MySM (Mapped to 169.254.1.2 in the System Hosts file)

```
Target[MySM-RfInterface] 1:Canopy@MySM:::2
Directory[MySM-RfInterface]: MySM
MaxBytes[MySM-RfInterface]: 12500000
Title[MySM-RfInterface]: RF Interface Traffic for MySM
PageTop[MySM-RfInterface]: <H1> RF Interface Traffic for MySM</A></H1>
```

### Monitoring the RSSI MIB Variable for a Subscriber Module:

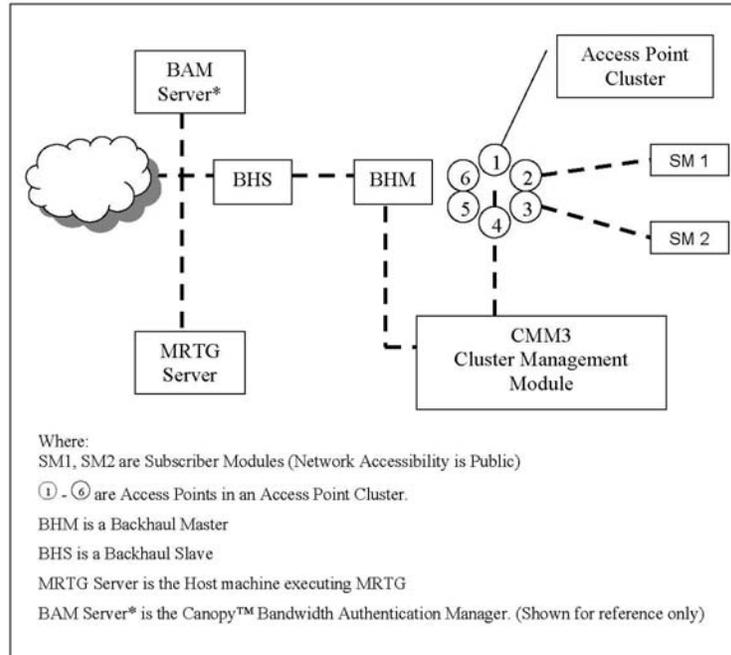
- Variable: rssi
- SNMP Community: Canopy
- Host Name: MySM (Mapped to 169.254.1.2 in the System Hosts file)

```
Target[MySM-Rssi]: rssi.0&rssi.0:Canopy@MySM:::2
Directory[MySM-Rssi]: MySM
MaxBytes[MySM-Rssi]: 3000
Title[MySM-Rssi]: RSSI for MySM
PageTop[MySM-Rssi]: <H1> RSSI for MySM</A></H1>
```

The next section details a sample network and a corresponding MRTG configuration.

### 4.3 Example Network/MRTG Configuration

1. The Example network layout is illustrated in the following diagram.



2. The Hosts file is set up as follows:

```
# Sample Host File
169.254.1.100      CMM3.TestLocation
169.254.1.101      AP1.TestLocation
169.254.1.102      AP2.TestLocation
169.254.1.103      AP3.TestLocation
169.254.1.104      AP4.TestLocation
169.254.1.105      AP5.TestLocation
169.254.1.106      AP6.TestLocation
169.254.1.107      SM1.TestLocation
169.254.1.108      SM2.TestLocation
169.254.1.109      BHM.TestLocation
169.254.1.110      BHS.TestLocation
```

## Canopy MRTG Application Note

3. The MRTG Configuration File contains the following (sample content – repeated devices/variables are omitted):

```
# for Linux
# WorkDir: /var/www/html/mrtg

# for NT
WorkDir: C:\Apps\mrtg\canopy\local_wwwroot\

LoadMIBs: canopymibs/SNMPv2-CONF.txt,canopymibs/SNMPv2-SMI.txt,canopymibs/SNMPv2-
TC.txt,canopymibs/whisp-tcv2-mib.txt,canopymibs/WHISP-GLOBAL-REG-
MIB.txt,canopymibs/WHISP-BOX-MIBV2-MIB.txt,canopymibs/WHISP-APS-
MIB.txt,canopymibs/WHISP-SM-MIB.txt,canopymibs/CMM3-MIB.txt

# to get bits instead of bytes and graphs growing to the right
# Options[_]: growright, bits
RunAsDaemon: yes

##### < Device = CMM3 at Test Location > #####

### CMM3.TestLocation:Receive and Transmit Dropped Packets Port 1
Target[CMM3.TestLocation-dropped-rx-tx-
1]:rxDropRkts.1&txDropRkts.1:Canopy@CMM3.TestLocation:::2
MaxBytes[CMM3.TestLocation-dropped-rx-tx-1]:4294967295
Directory[CMM3.TestLocation-dropped-rx-tx-1]:CMM3.TestLocation
Title[CMM3.TestLocation-dropped-rx-tx-1]:CMM3 Port 1: Rx, Tx Dropped Packets
CMM3.TestLocation
Unscaled[CMM3.TestLocation-dropped-rx-tx-1]:dwmy
PageTop[CMM3.TestLocation-dropped-rx-tx-1]:<H1><A
Href="http://CMM3.TestLocation"target="_blank">CMM3.TestLocation - Port 1: Rx, Tx Dropped
Packets
</A></H1>
<TABLE>
  <TR><TD>Device:</TD>  <TD>Canopy CMM3 Port 1</TD></TR>
  <TR><TD>Description:</TD>  <TD>CMM3 at Test Location</TD></TR>
</TABLE>

### ..... Do Ports 1 to 6

### CMM3.TestLocation:Receive and Transmit Dropped Packets Port 6
Target[CMM3.TestLocation-dropped-rx-tx-
6]:rxDropRkts.6&txDropRkts.6:Canopy@CMM3.TestLocation:::2
MaxBytes[CMM3.TestLocation-dropped-rx-tx-6]:4294967295
Directory[CMM3.TestLocation-dropped-rx-tx-6]:CMM3.TestLocation
Title[CMM3.TestLocation-dropped-rx-tx-6]:CMM3 Port 6: Rx, Tx Dropped Packets
CMM3.TestLocation
Unscaled[CMM3.TestLocation-dropped-rx-tx-6]:dwmy
PageTop[CMM3.TestLocation-dropped-rx-tx-6]:<H1><A
Href="http://CMM3.TestLocation"target="_blank">CMM3.TestLocation - Port 6: Rx, Tx Dropped
Packets
</A></H1>
<TABLE>
```

## Canopy MRTG Application Note

```
<TR><TD>Device:</TD> <TD>Canopy CMM3 Port 6</TD></TR>
<TR><TD>Description:</TD> <TD>CMM3 at Test Location</TD></TR>
</TABLE>

##### < Device = Access Point 1 at Test Location > #####

### AP1.TestLocation:Ethernet Interface Traffic
Target[AP1.TestLocation-eth_int]:2.Canopy@AP1.TestLocation::::2
Directory[AP1.TestLocation-eth_int]:AP1.TestLocation
MaxBytes[AP1.TestLocation-eth_int]:12500000
Title[AP1.TestLocation-eth_int]:Traffic Analysis for AP1.TestLocation - Ethernet Interface
PageTop[AP1.TestLocation-eth_int]:<H1><A
Href="http://AP1.TestLocation"target="_blank">AP1.TestLocation - Ethernet Interface</A></H1>
<TABLE>
<TR><TD>Device:</TD> <TD>Access Point</TD></TR>
<TR><TD>Max Speed:</TD> <TD>7.5 MBytes/s</TD></TR>
<TR><TD>Description:</TD> <TD>Access Point 1 at Test Location</TD></TR>
</TABLE>

### AP1.TestLocation:RF Interface Traffic
Target[AP1.TestLocation-rf_int]:1.Canopy@AP1.TestLocation::::2
Directory[AP1.TestLocation-rf_int]:AP1.TestLocation
MaxBytes[AP1.TestLocation-rf_int]:12500000
Title[AP1.TestLocation-rf_int]:Traffic Analysis for AP1.TestLocation - RF Interface
PageTop[AP1.TestLocation-rf_int]:<H1><A
Href="http://AP1.TestLocation"target="_blank">AP1.TestLocation - RF Interface</A></H1>
<TABLE>
<TR><TD>Device:</TD> <TD>Access Point</TD></TR>
<TR><TD>Max Speed:</TD> <TD>7.5 MBytes/s</TD></TR>
<TR><TD>Description:</TD> <TD>Access Point 1 at Test Location</TD></TR>
</TABLE>

### .... Do APs 1 to 6

##### < Device = Access Point 6 at Test Location > #####

### AP6.TestLocation:Ethernet Interface Traffic
Target[AP6.TestLocation-eth_int]:2.Canopy@AP6.TestLocation::::2
Directory[AP6.TestLocation-eth_int]:AP6.TestLocation
MaxBytes[AP6.TestLocation-eth_int]:12500000
Title[AP6.TestLocation-eth_int]:Traffic Analysis for AP6.TestLocation - Ethernet Interface
PageTop[AP6.TestLocation-eth_int]:<H1><A
Href="http://AP6.TestLocation"target="_blank">AP6.TestLocation - Ethernet Interface</A></H1>
<TABLE>
<TR><TD>Device:</TD> <TD>Access Point</TD></TR>
<TR><TD>Max Speed:</TD> <TD>7.5 MBytes/s</TD></TR>
<TR><TD>Description:</TD> <TD>Access Point 6 at Test Location</TD></TR>
</TABLE>

### AP6.TestLocation:RF Interface Traffic
Target[AP6.TestLocation-rf_int]:1.Canopy@AP6.TestLocation::::2
Directory[AP6.TestLocation-rf_int]:AP6.TestLocation
MaxBytes[AP6.TestLocation-rf_int]:12500000
```

## Canopy MRTG Application Note

```
Title[AP6.TestLocation-rf_int]:Traffic Analysis for AP6.TestLocation - RF Interface
PageTop[AP6.TestLocation-rf_int]:<H1><A
Href="http://AP6.TestLocation"target="_blank">AP6.TestLocation - RF Interface</A></H1>
<TABLE>
  <TR><TD>Device:</TD>   <TD>Access Point</TD></TR>
  <TR><TD>Max Speed:</TD> <TD>7.5 MBytes/s</TD></TR>
  <TR><TD>Description:</TD> <TD>Access Point 6 at Test Location</TD></TR>
</TABLE>

##### < Device = SM 1 at Test Location > #####

### SM1.TestLocation:Ethernet Interface Traffic
Target[SM1.TestLocation-eth_int]:2:Canopy@SM1.TestLocation:::2
Directory[SM1.TestLocation-eth_int]:SM1.TestLocation
MaxBytes[SM1.TestLocation-eth_int]:12500000
Title[SM1.TestLocation-eth_int]:Traffic Analysis for SM1.TestLocation - Ethernet Interface
PageTop[SM1.TestLocation-eth_int]:<H1><A
Href="http://SM1.TestLocation"target="_blank">SM1.TestLocation - Ethernet Interface</A></H1>
<TABLE>
  <TR><TD>Device:</TD>   <TD>Canopy Subscriber Module</TD></TR>
  <TR><TD>Max Speed:</TD> <TD>7.5 MBytes/s</TD></TR>
  <TR><TD>Description:</TD> <TD>SM 1 at Test Location</TD></TR>
</TABLE>

### SM1.TestLocation:RF Interface Traffic
Target[SM1.TestLocation-rf_int]:1:Canopy@SM1.TestLocation:::2
Directory[SM1.TestLocation-rf_int]:SM1.TestLocation
MaxBytes[SM1.TestLocation-rf_int]:12500000
Title[SM1.TestLocation-rf_int]:Traffic Analysis for SM1.TestLocation - RF Interface
PageTop[SM1.TestLocation-rf_int]:<H1><A
Href="http://SM1.TestLocation"target="_blank">SM1.TestLocation - RF Interface</A></H1>
<TABLE>
  <TR><TD>Device:</TD>   <TD>Canopy Subscriber Module</TD></TR>
  <TR><TD>Max Speed:</TD> <TD>7.5 MBytes/s</TD></TR>
  <TR><TD>Description:</TD> <TD>SM 1 at Test Location</TD></TR>
</TABLE>

##### < Device = SM 2 at Test Location > #####

### SM2.TestLocation:Ethernet Interface Traffic
Target[SM2.TestLocation-eth_int]:2:Canopy@SM2.TestLocation:::2
Directory[SM2.TestLocation-eth_int]:SM2.TestLocation
MaxBytes[SM2.TestLocation-eth_int]:12500000
Title[SM2.TestLocation-eth_int]:Traffic Analysis for SM2.TestLocation - Ethernet Interface
PageTop[SM2.TestLocation-eth_int]:<H1><A
Href="http://SM2.TestLocation"target="_blank">SM2.TestLocation - Ethernet Interface</A></H1>
<TABLE>
  <TR><TD>Device:</TD>   <TD>Canopy Subscriber Module</TD></TR>
  <TR><TD>Max Speed:</TD> <TD>7.5 MBytes/s</TD></TR>
  <TR><TD>Description:</TD> <TD>SM 2 at Test Location</TD></TR>
</TABLE>

### SM2.TestLocation:RF Interface Traffic
```

## Canopy MRTG Application Note

```
Target[SM2.TestLocation-rf_int]:1:Canopy@SM2.TestLocation:::::2
Directory[SM2.TestLocation-rf_int]:SM2.TestLocation
MaxBytes[SM2.TestLocation-rf_int]:12500000
Title[SM2.TestLocation-rf_int]:Traffic Analysis for SM2.TestLocation - RF Interface
PageTop[SM2.TestLocation-rf_int]:<H1><A
Href="http://SM2.TestLocation"target="_blank">SM2.TestLocation - RF Interface</A></H1>
<TABLE>
  <TR><TD>Device:</TD>   <TD>Canopy Subscriber Module</TD></TR>
  <TR><TD>Max Speed:</TD> <TD>7.5 MBytes/s</TD></TR>
  <TR><TD>Description:</TD> <TD>SM 2 at Test Location</TD></TR>
</TABLE>

##### < Device = Backhaul Master at Test Location > #####

### BHM.TestLocation:Ethernet Interface Traffic
Target[BHM.TestLocation-eth_int]:2:Canopy@BHM.TestLocation:::::2
Directory[BHM.TestLocation-eth_int]:BHM.TestLocation
MaxBytes[BHM.TestLocation-eth_int]:12500000
Title[BHM.TestLocation-eth_int]:Traffic Analysis for BHM.TestLocation - Ethernet Interface
PageTop[BHM.TestLocation-eth_int]:<H1><A
Href="http://BHM.TestLocation"target="_blank">BHM.TestLocation - Ethernet Interface</A></H1>
<TABLE>
  <TR><TD>Device:</TD>   <TD>Canopy Backhaul Master</TD></TR>
  <TR><TD>Description:</TD> <TD>Backhaul Master at Test Location</TD></TR>
</TABLE>

### BHM.TestLocation:RF Interface Traffic
Target[BHM.TestLocation-rf_int]:1:Canopy@BHM.TestLocation:::::2
Directory[BHM.TestLocation-rf_int]:BHM.TestLocation
MaxBytes[BHM.TestLocation-rf_int]:12500000
Title[BHM.TestLocation-rf_int]:Traffic Analysis for BHM.TestLocation - RF Interface
PageTop[BHM.TestLocation-rf_int]:<H1><A
Href="http://BHM.TestLocation"target="_blank">BHM.TestLocation - RF Interface</A></H1>
<TABLE>
  <TR><TD>Device:</TD>   <TD>Canopy Backhaul Master</TD></TR>
  <TR><TD>Description:</TD> <TD>Backhaul Master at Test Location</TD></TR>
</TABLE>

##### < Device = Backhaul Slave at Test Location > #####

### BHS.TestLocation:Ethernet Interface Traffic
Target[BHS.TestLocation-eth_int]:2:Canopy@BHS.TestLocation:::::2
Directory[BHS.TestLocation-eth_int]:BHS.TestLocation
MaxBytes[BHS.TestLocation-eth_int]:12500000
Title[BHS.TestLocation-eth_int]:Traffic Analysis for BHS.TestLocation - Ethernet Interface
PageTop[BHS.TestLocation-eth_int]:<H1><A
Href="http://BHS.TestLocation"target="_blank">BHS.TestLocation - Ethernet Interface</A></H1>
<TABLE>
  <TR><TD>Device:</TD>   <TD>Canopy Backhaul Slave</TD></TR>
  <TR><TD>Description:</TD> <TD>Backhaul Slave at Test Location</TD></TR>
</TABLE>

### BHS.TestLocation:RF Interface Traffic
```

## Canopy MRTG Application Note

```
Target[BHS.TestLocation-rf_int]:1:Canopy@BHS.TestLocation:::2
Directory[BHS.TestLocation-rf_int]:BHS.TestLocation
MaxBytes[BHS.TestLocation-rf_int]:12500000
Title[BHS.TestLocation-rf_int]:Traffic Analysis for BHS.TestLocation - RF Interface
PageTop[BHS.TestLocation-rf_int]:<H1><A
Href="http://BHS.TestLocation"target="_blank">BHS.TestLocation - RF Interface</A></H1>
<TABLE>
  <TR><TD>Device:</TD>  <TD>Canopy Backhaul Slave</TD></TR>
  <TR><TD>Description:</TD>  <TD>Backhaul Slave at Test Location</TD></TR>
</TABLE>
```

The next section lists some common and useful variables to Monitor on Canopy Elements.

#### 4.4 Canopy SNMP Variable Reference

This section lists some common and useful variables that are published by Canopy Elements. Note: This list is a sample only, and may be changed in upcoming software versions. Refer to the Canopy MIB documentation on the Canopy Web Site for the latest MIB Variable list and descriptions.

##### 4.4.1 Subscriber Modules/ Backhaul Timing Slave

Variable Name	RF Interface Traffic
Variable Description	RF Interface Traffic at Port 1 of the Unit
SNMP/MRTG Variable Name	1
Example	Target[Var].1:Canopy@MyDevice:::2

Variable Name	Ethernet Interface Traffic
Variable Description	Ethernet Interface Traffic at Port 2 of the Unit
SNMP/MRTG Variable Name	2
Example	Target[Var].2:Canopy@MyDevice:::2

Variable Name	RSSI
Variable Description	Radio Signal Strength Index
SNMP/MRTG Variable Name	rssi.0
Example	Target[Var].rssi.0&rssi.0:Canopy@MyDevice:::2

Variable Name	Jitter
Variable Description	Measure of Multipath Interference
SNMP/MRTG Variable Name	jitter.0
Example	Target[Var].jitter.0&jitter.0:Canopy@MyDevice:::2

Variable Name	Air Delay
Variable Description	Round Trip Delay in 100ns increments (measure of distance)
SNMP/MRTG Variable Name	airDelay.0
Example	Target[Var].airDelay.0&airDelay.0:Canopy@MyDevice:::2

Variable Name	Radio Slicing
Variable Description	Radio Slicing Value
SNMP/MRTG Variable Name	radioSlicing.0
Example	Target[Var].radioSlicing.0&radioSlicing.0:Canopy@MyDevice:::2

## Canopy MRTG Application Note

Variable Name	Radio Tx Gain
Variable Description	Radio Transmission Gain Setting
SNMP/MRTG Variable Name	radioTxGain.0
Example	Target[Var]: radioTxGain.0&radioTxGain.0.Canopy@MyDevice:::2

Variable Name	Radio Dbm
Variable Description	Radio Power Level
SNMP/MRTG Variable Name	radioDbm.0
Example	Target[Var]: radioDbm.0&radioDbm.0.Canopy@MyDevice:::2

### 4.4.2 Access Point/ Backhaul Timing Master

Variable Name	Ethernet Interface Discards
Variable Description	Ethernet Link Input and Output Discards
SNMP/MRTG Variable Name	ifInDiscards.2 and ifOutDiscards.2
Example	Target[Var]: ifInDiscards.2&ifOutDiscards.2.Canopy@MyDevice:::2

Variable Name	Ethernet Link Errors
Variable Description	Ethernet Link Input and Output Errors
SNMP/MRTG Variable Name	ifInErrors.2 and ifOutErrors.2
Example	Target[Var]: ifInErrors.2&ifOutErrors.2.Canopy@MyDevice:::2

Variable Name	RF Interface Discards
Variable Description	RF Link Input and Output Discards
SNMP/MRTG Variable Name	ifInDiscards.1 and ifOutDiscards.1
Example	Target[Var]: ifInDiscards.1&ifOutDiscards.1.Canopy@MyDevice:::2

Variable Name	RF Link Errors
Variable Description	RF Link Input and Output Errors
SNMP/MRTG Variable Name	ifInErrors.1 and ifOutErrors.1
Example	Target[Var]: ifInErrors.1&ifOutErrors.1.Canopy@MyDevice:::2

Variable Name	Registered SM Count
Variable Description	Number of Subscriber Modules Currently Connected
SNMP/MRTG Variable Name	regCount.0
Example	Target[Var]: regCount.0&regCount.0.Canopy@MyDevice:::2

Variable Name	Radio Slicing
Variable Description	Radio Slicing Value
SNMP/MRTG Variable Name	radioSlicing.0
Example	Target[Var]: radioSlicing.0&radioSlicing.0.Canopy@MyDevice:::2

## Canopy MRTG Application Note

Variable Name	Radio Tx Gain
Variable Description	Radio Transmission Gain Setting
SNMP/MRTG Variable Name	radioTxGain.0
Example	Target[Var]: radioTxGain.0&radioTxGain.0:Canopy@MyDevice:::2

### 4.4.3 CMM3 (Cluster Management Module)

Variable Name	Port Total Packets
Variable Description	The number of bytes of data received and transmitted by a port (excluding preamble but including FCS), including bad packets.
SNMP/MRTG Variable Name	rxOctets.1 to rxOctets.8, txOctets.1 to txOctets.8
Example	Target[Var]: rxOctets.1&txOctets.1:Canopy@MyDevice:::2

Variable Name	Port Total Dropped Packets
Variable Description	The number of good packets received and transmitted by a port that were dropped due to lack of resources(e.g., lack of input buffers)
SNMP/MRTG Variable Name	rxDropRkts.1 to rxDropRkts.8, txDropRkts.1 to txDropRkts.8
Example	Target[Var]: rxDropRkts.1&txDropRkts.1:Canopy@MyDevice:::2

The next section lists out some troubleshooting tips in deploying MRTG.

## 5 Troubleshooting

The typical problems related to using MRTG with Canopy™ elements relate to the SNMP communications between the devices, as well as the values in the configuration file. If MRTG is having difficulty extracting MIB variables from a Canopy Element, check the following items:

1. Check the network communication between the host PC and the Canopy™ Element.
  - a. Ensure that the Hosts file has been properly set up with the correct Canopy™ Elements IP address.
  - b. Ping the device from the console.
    - i. From the command line type “ping <element IP address>” or “ping <element name>”
    - ii. For example: ping MySM, or ping 169.254.1.2
  - c. If you are able to ping the device by IP address, but not by name, then check the Hosts file.
  - d. If you are unable to ping the device, then there is a connectivity problem with the Canopy™ element.
    - i. For a Subscriber Module, this can be due to the fact that the Network Address for the SM was set to local.
    - ii. Otherwise, there may be other networking issues that need to be resolved.
2. Check the MRTG configuration information
  - a. Verify that you have the correct SNMP Community name as was set up with the Canopy™ Element. This value is case sensitive.
  - b. Verify that you are using SNMP Version 2. The Target in the configuration file must be set up with ::::2 at the end.
  - c. Verify that you have the correct variable name. These need to correspond to the variable name in the MIB files.

For all other problems refer to the MRTG resources available online.

[End of Document]

## ANEXO 4



### PTP LINKPlanner Configuration Worksheet

19 January 2009

Prepared by Cesar Yopez from Via Comunicaciones Phone: 59396192240 E-mail: cr\_castillo2000@hotmail.com

#### Summary

Link Name	Cerro El Tablazo to San Isidro
Customer Company Name	Via Comunicaciones
Link Type	Line-of-Sight
Maximum Obstruction	0 meters
Link Distance	43.593 kilometers
Free Space Path Loss	140.49 dB
Excess Path Loss	0.00 dB
User Throughput Expectation Aggregate	Aggregate 22.75 Mbps assuming PTP-600 Series running the 600-07-00 software
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 GHz)
RF Channel Bandwidth	5 MHz
Description	
Installation Notes for Cerro El Tablazo	
Coordinates	02.20900S 080.86153W
Antenna Height	15.0 meters AGL
Bearing to San Isidro	16.5° from True North
Antenna Tilt angle	-0.2°
Max Transmit Power setting while pointing	25 dBm
Predicted Receive Power	-69 dBm ± 5 dB
Max Transmit Power setting before Disarm	25 dBm
Ranging Mode	Auto 0 to 100 kilometers
Predicted Link Loss	140.49 dB ± 5.00 dB
Installation Notes for San Isidro	
Coordinates	01.83303S 080.75038W
Antenna Height	15.0 meters AGL
Bearing to Cerro El Tablazo	196.5° from True North
Antenna Tilt angle	-0.0°
Max Transmit Power setting while pointing	25 dBm
Predicted Receive Power	-69 dBm ± 5 dB
Max Transmit Power setting before Disarm	25 dBm
Ranging Mode	Auto 0 to 100 kilometers

## Installation Notes for San Isidro

Predicted Link Loss 140.49 dB  $\pm$  5.00 dB

Perform the following checks during the installation (Check the deployment guide and the User Guide.)

1. Check with a GPS that you are installing at the correct location.
2. Check carefully the direction to the other end of the link. Either use a corrected compass or use the GPS waypoint feature about 300 meters from the installation location.
3. Keep directing the antenna until the correct Receive Power is achieved. This should ensure that you are not peaking on a sidelobe of the antenna.
4. An hour after disarming check that the mean value for the link loss is as predicted. Also check that the received power is not greater than -35dBm.

### Cerro El Tablazo Site

Hardware Platform	PTP-600 Series Integrated
Antenna Type	Motorola Integrated Dual Polar Antenna (23.0dBi)
Antenna Gain	23.0 dBi
Antenna Height	15 meters AGL
Site Elevation	81 meters AMSL
Mean Throughput Predicted	11.38 Mbps
Mean Throughput Required	5.00 Mbps
Minimum Throughput Required	1.00 Mbps
Minimum Throughput Availability Predicted	99.9964 %
Output Power	25.00 dBm
Site Location	02.20900S 080.86153W

### San Isidro Site

Hardware Platform	PTP-600 Series Integrated
Antenna Type	Motorola Integrated Dual Polar Antenna (23.0dBi)
Antenna Gain	23.0 dBi
Antenna Height	15 meters AGL
Site Elevation	6 meters AMSL
Mean Throughput Predicted	11.38 Mbps
Mean Throughput Required	5.00 Mbps
Minimum Throughput Required	1.00 Mbps
Minimum Throughput Availability Predicted	99.9964 %
Output Power	25.00 dBm
Site Location	01.83303S 080.75038W

### Link Throughput & Availability

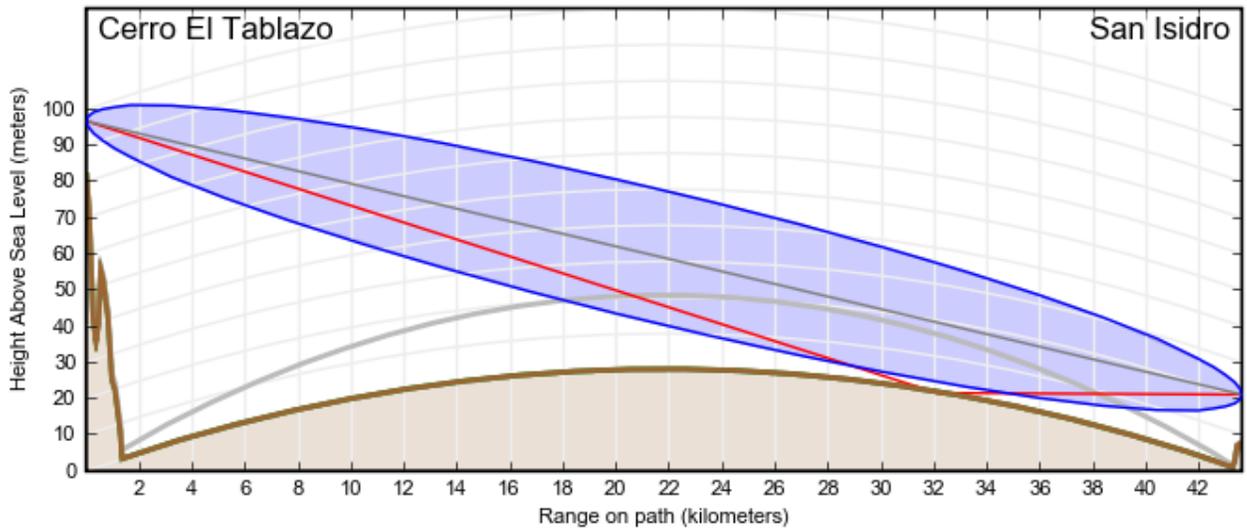
Mean Throughput Required	5.00 Mbps
Mean Throughput Predicted	11.38 Mbps

Link Throughput & Availability

Percentage of Required Throughput 227.51 %  
 Link Symmetry Symmetric  
 Link Availability 99.9964 %

Mode	Max Aggregate User Throughput (Mbps)	Max User Throughput in Either Direction (Mbps)	Cerro El Tablazo			San Isidro		
			Fade Margin (dB)	Throughput Availability (%)	Receive time in Mode (%)	Fade Margin (dB)	Throughput Availability (%)	Receive time in Mode (%)
64QAM 0.92 Dual	36.99	18.50	-10.19	0.0069	0.0069	-10.19	0.0069	0.0069
64QAM 0.75 Dual	30.23	15.11	-4.08	0.3870	0.3801	-4.08	0.3870	0.3801
16QAM 0.87 Dual	23.52	11.76	1.86	88.4290	88.0420	1.86	88.4290	88.0420
16QAM 0.63 Dual	16.90	8.45	8.72	99.7381	11.3091	8.72	99.7381	11.3091
64QAM 0.92 Sngl	18.49	9.25	-5.29	0.0000	0.0000	-5.29	0.0000	0.0000
64QAM 0.75 Sngl	15.11	7.56	-1.37	0.0000	0.0000	-1.37	0.0000	0.0000
16QAM 0.87 Sngl	11.76	5.88	5.67	0.0005	0.0004	5.67	0.0005	0.0004
16QAM 0.63 Sngl	8.45	4.23	11.28	99.8834	0.1449	11.28	99.8834	0.1449
QPSK 0.87 Sngl	5.88	2.94	14.69	99.9529	0.0695	14.69	99.9529	0.0695
QPSK 0.63 Sngl	4.22	2.11	18.77	99.9820	0.0291	18.77	99.9820	0.0291
BPSK 0.63 Sngl	2.11	1.05	26.12	99.9964	0.0144	26.12	99.9964	0.0144
Path Profile								

## Path Profile



## Regulatory Conditions

License	FCC USA, Canada, Taiwan, Brazil
Region Code	1
Max EIRP	48.00 dBm
Output Power	25.00 dBm



Motorola Inc. assumes no responsibility for the accuracy of the information produced by the Motorola PTP LINKPlanner. Reference to products or services which are not provided by Motorola Inc. is for information purposes only and constitutes neither an endorsement nor a recommendation. All information provided by the Motorola PTP LINKPlanner is provided without warranty of any kind, either expressed or implied.

**MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the US Patent and Trademark Office. All other product or service names are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2008**

## ANEXO 5



### PTP LINKPlanner Configuration Worksheet

19 January 2009

Prepared by Cesar Yepez from Via Comunicaciones Phone: 59396192240 E-mail: cr\_castillo2000@hotmail.com

#### Summary

Link Name	Edificio Real Alto to San Isidro
Customer Company Name	Via Comunicaciones
Link Type	Non Line-of-Sight
Maximum Obstruction	0 meters
Link Distance	35.943 kilometers
Free Space Path Loss	138.81 dB
Excess Path Loss	12.48 dB
User Throughput Expectation Aggregate	Aggregate 15.19 Mbps assuming PTP-600 Series running the 600-07-00 software
RF Frequency Band	5.8 GHz (5725 to 5850 GHz)
RF Channel Bandwidth	30 MHz
Description	
Installation Notes for Edificio Real Alto	
Coordinates	02.15358S 080.79204W
Antenna Height	15.0 meters AGL
Bearing to San Isidro	7.4° from True North
Antenna Tilt angle	-0.1°
Max Transmit Power setting while pointing	25 dBm
Predicted Receive Power	-80 dBm ± 9 dB
Max Transmit Power setting before Disarm	25 dBm
Ranging Mode	Auto 0 to 40 kilometers
Predicted Link Loss	151.29 dB ± 8.75 dB
Installation Notes for San Isidro	
Coordinates	01.83303S 080.75038W
Antenna Height	15.0 meters AGL
Bearing to Edificio Real Alto	187.4° from True North
Antenna Tilt angle	-0.1°
Max Transmit Power setting while pointing	25 dBm
Predicted Receive Power	-80 dBm ± 9 dB
Max Transmit Power setting before Disarm	25 dBm

## Installation Notes for San Isidro

Ranging Mode Auto 0 to 40 kilometers

Predicted Link Loss 151.29 dB  $\pm$  8.75 dB

Perform the following checks during the installation (Check the deployment guide and the User Guide.)

1. Check with a GPS that you are installing at the correct location.
2. Check carefully the direction to the other end of the link. Either use a corrected compass or use the GPS waypoint feature about 300 meters from the installation location.
3. Keep directing the antenna until the correct Receive Power is achieved. This should ensure that you are not peaking on a sidelobe of the antenna.
4. An hour after disarming check that the mean value for the link loss is as predicted. Also check that the received power is not greater than -39dBm.

### Edificio Real Alto Site

Hardware Platform	PTP-600 Series Integrated
Antenna Type	Motorola Integrated Dual Polar Antenna (23.0dBi)
Antenna Gain	23.0 dBi
Antenna Height	15 meters AGL
Site Elevation	17 meters AMSL
Mean Throughput Predicted	7.60 Mbps
Mean Throughput Required	5.00 Mbps
Minimum Throughput Required	1.00 Mbps
Minimum Throughput Availability Predicted	99.5637 %
Output Power	25.00 dBm
Site Location	02.15358S 080.79204W

### San Isidro Site

Hardware Platform	PTP-600 Series Integrated
Antenna Type	Motorola Integrated Dual Polar Antenna (23.0dBi)
Antenna Gain	23.0 dBi
Antenna Height	15 meters AGL
Site Elevation	6 meters AMSL
Mean Throughput Predicted	7.60 Mbps
Mean Throughput Required	5.00 Mbps
Minimum Throughput Required	1.00 Mbps
Minimum Throughput Availability Predicted	99.5637 %
Output Power	25.00 dBm
Site Location	01.83303S 080.75038W

### Link Throughput & Availability

Mean Throughput Required	5.00 Mbps
--------------------------	-----------

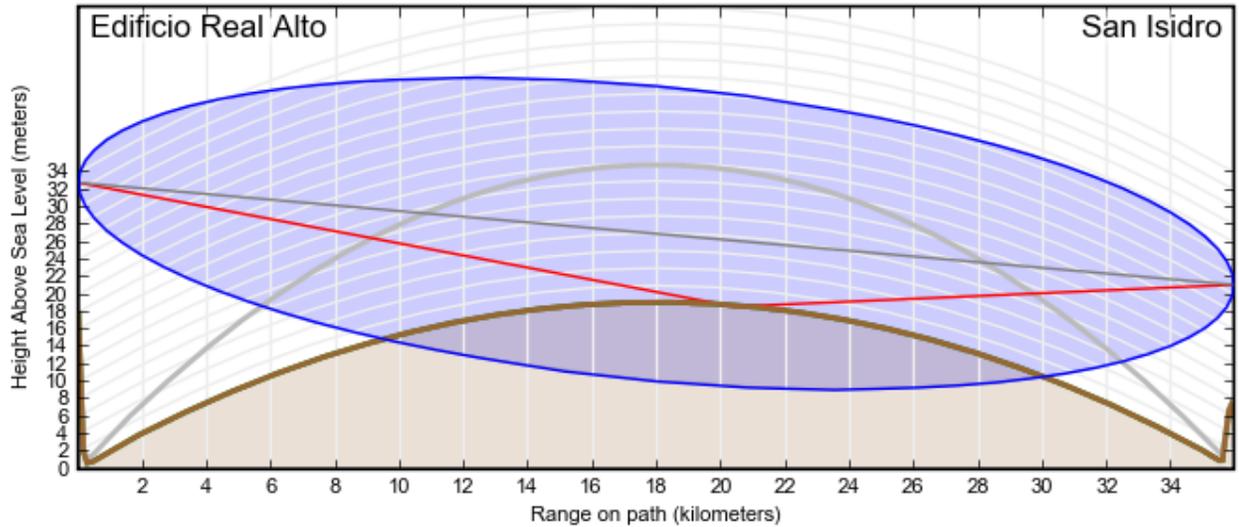
Link Throughput & Availability

Mean Throughput Predicted 7.60 Mbps  
 Percentage of Required Throughput 151.94 %  
 Link Symmetry Symmetric  
 Link Availability 99.5637 %

Mode	Max Aggregate User Throughput (Mbps)	Max User Throughput in Either Direction (Mbps)	Edificio Real Alto			San Isidro		
			Fade Margin (dB)	Throughput Availability (%)	Receive time in Mode (%)	Fade Margin (dB)	Throughput Availability (%)	Receive time in Mode (%)
256QAM 0.81 Dual	217.38	108.69	-27.60	0.0000	0.0000	-27.60	0.0000	0.0000
64QAM 0.92 Dual	183.15	91.57	-28.78	0.0000	-0.0000	-28.78	0.0000	-0.0000
64QAM 0.75 Dual	149.66	74.83	-22.67	0.0000	0.0000	-22.67	0.0000	0.0000
16QAM 0.87 Dual	116.43	58.22	-16.73	0.0001	0.0001	-16.73	0.0001	0.0001
16QAM 0.63 Dual	83.70	41.85	-9.86	0.0089	0.0088	-9.86	0.0089	0.0088
256QAM 0.81 Sngl	108.69	54.34	-23.08	0.0000	0.0000	-23.08	0.0000	0.0000
64QAM 0.92 Sngl	91.57	45.79	-23.88	0.0000	-0.0000	-23.88	0.0000	-0.0000
64QAM 0.75 Sngl	74.83	37.42	-19.96	0.0000	0.0000	-19.96	0.0000	0.0000
16QAM 0.87 Sngl	58.21	29.11	-12.92	0.0000	0.0000	-12.92	0.0000	0.0000
16QAM 0.63 Sngl	41.85	20.92	-7.31	0.0473	0.0384	-7.31	0.0473	0.0384
QPSK 0.87 Sngl	29.10	14.55	-3.90	0.4637	0.4164	-3.90	0.4637	0.4164
QPSK 0.63 Sngl	20.92	10.46	0.18	45.2328	44.7691	0.18	45.2328	44.7691
BPSK 0.63 Sngl	10.46	5.23	7.53	99.5637	54.3309	7.53	99.5637	54.3309

Path Profile

## Path Profile



## Regulatory Conditions

License	FCC USA, Canada, Taiwan, Brazil
Region Code	1
Max EIRP	48.00 dBm
Output Power	25.00 dBm



Motorola Inc. assumes no responsibility for the accuracy of the information produced by the Motorola PTP LINKPlanner. Reference to products or services which are not provided by Motorola Inc. is for information purposes only and constitutes neither an endorsement nor a recommendation. All information provided by the Motorola PTP LINKPlanner is provided without warranty of any kind, either expressed or implied.

**MOTOROLA and the Stylized M Logo are registered in the US Patent and Trademark Office. All other product or service names are the property of their respective owners. © Motorola, Inc. 2008**

## BIBLIOGRAFIA

- [1] MPLS. WIKIPEDIA. Wikipedia Foundation Inc. disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/MPLS>
- [2] ¿Qué es MPLS (Multiprotocol label switching)? Ramón Millán Tejedor, disponible en: <http://www.ramonmillan.com/documentos/mpls.pdf>
- [3] OPENSIMMPLS, AIIEx (Asociación de ingenieros informáticos de Extremadura), disponible en: <http://gitaca.unex.es/opensimmpls/web/es/indiceES.html>.
- [4] ¿Qué ofrece MPLS sobre ATM e IP para brindar una mejor calidad de servicio?, LÍA Mazarri, <http://es.geocities.com/liacarolmg/sctc/112/112.htm>.
- [5] Circuitos, ITU TELECOM, disponible en: [http://www.itu.int/telecom-wt99/press\\_service/information\\_for\\_the\\_press/press\\_kit/backgrounders/backgrounders/packets\\_circuits-next-es.html](http://www.itu.int/telecom-wt99/press_service/information_for_the_press/press_kit/backgrounders/backgrounders/packets_circuits-next-es.html)
- [6] Asynchronous Transfer Mode, Wikipedia Foundation Inc, disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Asynchronous\\_Transfer\\_Mode](http://es.wikipedia.org/wiki/Asynchronous_Transfer_Mode)
- [7] MPLS y VPN IPsec, Libro blanco por Sonic Wall, Inc, disponible en:

[http://www.idg.es/whitepapers/ES\\_LR\\_MPLS\\_Sonicwall\\_Paperv2.pdf](http://www.idg.es/whitepapers/ES_LR_MPLS_Sonicwall_Paperv2.pdf)

[8] MPLS, Jenny Angulo y Jorge Hernández, Universidad Alejandro de Humboldt,

<http://www.monografias.com/trabajos29/informacion-mpls/informacion-mpls.shtml>

[9] Wireless Technologies: Circuits, Systems, and Devices, Krzysztof Iniewski, pág 131.

[10] Manual de Antennas Canopy, Motorola

[11] Exploding the myth that unlicensed spectrum means unreliable service, Motorola, <http://www.motorola.com/networkoperators/vertical-markets/pdfs/edu/Exploding-Myth.pdf> .

[12] Multiprotocol Label Switching (MPLS). TRILLIUM. The International Engineering Consortium, <http://www.iec.org/tutorials>.

[13] A comparison of Multiprotocol Label Switching (MPLS) traffic-engineering initiatives. NETPLANE. The International Engineering Consortium, <http://www.iec.org/tutorials>.

- [14] MPLS: Making the Most of Ethernet in the Metro.  
RIVERSTONE NETWORKS.  
<http://www.mplsrc.com/articles.shtml>.
- [15] MPLS traffic engineering: a choice of signaling protocols. Paul  
Brittain y Adrian Farrel. DATA CONNECTION.  
<http://www.mplsrc.com/articles.shtml>.
- [16] Convertidor dms a decimal:  
<http://www.apsalin.com/geo-coordinate-conversion-dms-decimal.aspx>
- [17] MPLS Enabled Applications: Emerging Developments a  
New Technologies, Ina Minei - Julian Lucek, pág 349.
- [18] Link Planner User Guide, Motorola, 2008.