

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**“DISEÑO DE UNA RED DE BACKBONE CON TECNOLOGÍA MPLS PARA EL  
SOPORTE DE SERVICIOS TRIPLE PLAY EN LA EMPRESA ECUANET-  
MEGADATOS S.A”**

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN  
ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

**AUTORA:** SANDRA KARINA NARVÁEZ PUPIALES

**DIRECTOR:** ING. ROBERTO MARCILLO

IBARRA-ECUADOR

2010

# CONTENIDO

<b>CAPÍTULO 1. ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS NGN</b> .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 MIGRACIÓN A NGN .....	1
1.2.1 IMPLEMENTACIÓN EN EL CORE .....	1
1.2.2 INCORPORACIÓN DEL SOFTSWITCH Y ELEMENTOS DE CONTROL.....	2
1.2.3 INTEGRACIÓN DEL ACCESO WIMAX Y WIFI .....	2
1.2.4 AGREGACIÓN DE LA PLATAFORMA DE VIDEO Y CONTENIDO .....	3
1.2.5 IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM .....	3
<b>CAPÍTULO 2. ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA MPLS</b> .....	4
2.1 DEFINICIÓN DE MPLS .....	4
2.2 ELEMENTOS BÁSICOS .....	4
2.3 ENCABEZADO DE MPLS .....	5
2.4 APLICACIONES .....	6
<b>CAPÍTULO 3. INFRAESTRUCTURA ACTUAL DE ECUANET-MEGADATOS</b> .....	7
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA .....	7
3.2 RED DE BACKBONE ACTUAL .....	7
3.3 RED DE TRANSPORTE.....	8
3.4 ACCESO DE USUARIO .....	9
3.6 REQUERIMIENTOS DE LA RED DE BACKBONE .....	9
<b>CAPÍTULO 4. DISEÑO DE LA RED DE BACKBONE CON MPLS</b> .....	10
4.1 REQUERIMIENTOS DE ANCHO DE BANDA PARA TRIPLE PLAY .....	10
4.2 TOPOLOGÍA Y ELEMENTOS .....	11
4.3 DIMENSIONAMIENTO DEL BACKBONE MPLS .....	12
4.4 EQUIPOS PARA EL SOPORTE DE TRIPLE PLAY .....	14
4.5 CONFIGURACIÓN DE OSPF Y MPLS EN LOS EQUIPOS DE CORE .....	18
4.6 MPLS Y DIFFSERV .....	18

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Plataforma de Video y Contenido .....	3
Figura 2.1	Red básica MPLS .....	5
Figura 2.2	Estructura de la cabecera genérica MPLS.....	5
Figura 3.1	Backbone Gigabit Ethernet de MEGADATOS .....	7
Figura 3.2	Redes de transporte que utiliza MEGADATOS .....	8
Figura 4.1	Diagrama del Backbone MPLS.....	11
Figura 4.2	Solución apilable del AS 5300.....	15
Figura 4.3	Backbone MPLS y Servicios Triple Play .....	17

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Equipos para la integración WIMAX y WIFI .....	2
Tabla 4.1	Plan básico Triple Play .....	10
Tabla 4.2	Plan Triple Play corporativo.....	11
Tabla 4.3	Nodos de Distribución.....	12
Tabla 4.4	Capacidad del Backbone para los cinco primeros años .....	14
Tabla 4.5	Equipos del backbone MPLS .....	14
Tabla 4.6	Equipos para IPTV .....	16
Tabla 4.7	Costo total de implementación .....	17

# **CAPÍTULO I**

## **ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS NGN**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

Los proveedores de voz, video y datos distribuyen a los usuarios sus servicios utilizando diferente infraestructura. Con la evolución de las tecnologías estas redes existentes deben adaptarse a los nuevos requerimientos basados en el mejoramiento de las prestaciones y costos, que permitan el uso de una sola infraestructura de red. El modelo de red propuesto por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) para cumplir con estas características se denomina NGN o Redes de Próxima Generación. Una NGN se acopla a las tecnologías de redes existentes soportadas en ATM, Frame Relay, PSTN, Ethernet, entre otras, migrar a NGN no significa reemplazar la infraestructura existente, sino una plataforma donde convergen redes y servicios.

La convergencia de servicios de voz, datos y video se lo denomina Triple Play, el usuario recibe estos servicios a través de una conexión de banda ancha por medio de cualquier tecnología de acceso y usando cualquier medio de transmisión.

### **1.2 MIGRACIÓN A NGN**

La migración a NGN no constituye un conjunto de procedimientos esporádicos sino un proceso minucioso y continuo. A continuación se describe el procedimiento que deben seguir las empresas de Telecomunicaciones para incorporar una infraestructura NGN en sus redes.

#### **1.2.1 IMPLEMENTACIÓN EN EL CORE**

La convergencia de redes y la convergencia de servicios es posible con la implementación de la tecnología MPLS (Multiprotocol Label Switching) en el backbone de la red ya que permite unificar la rapidez del reenvío del tráfico con las funciones de enrutamiento además de brindar Calidad de Servicio con la utilización de DiffServ (Servicios Diferenciados), mejorando la transmisión y priorizando el tráfico de las aplicaciones de voz, datos y video.

### 1.2.2 INCORPORACIÓN DEL SOFTSWITCH Y ELEMENTOS DE CONTROL

Con la implementación del Softswitch como dispositivo de control de sesiones de llamada y para el suministro de aplicaciones multimedia el operador puede ya garantizar a sus usuarios la oferta de servicios de voz, datos o una combinación de servicios multimedia y enfocarse al desarrollo de nuevas aplicaciones. Además se tiene que incorporar un Signalling Gateway para la señalización de servicios de voz con la finalidad de integrar la red del proveedor con la Red Telefónica Tradicional.

### 1.2.3 INTEGRACIÓN DEL ACCESO WIMAX Y WIFI

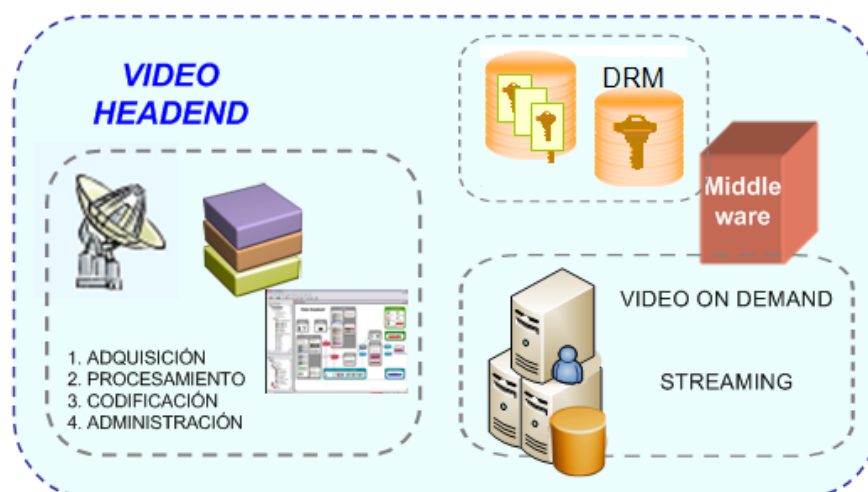
Una vez que la red del proveedor garantice la provisión de servicios de voz y datos, el siguiente paso es la integración del acceso fijo y móvil a través de la implementación de tecnologías de acceso inalámbrico como WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) y WIFI (Wireless Fidelity) para integrar los servicios celulares con los servicios de banda ancha. Para esta unificación es necesaria la adquisición de equipos que se muestran en la tabla 1.1.

<b>EQUIPO</b>	<b>FUNCIÓN</b>
<b>BTS</b> <b>(Base Transceiver Station)</b>	Es una instalación fija con equipos transmisores y receptores para la comunicación bidireccional de los usuarios finales.
<b>ASN GATEWAY</b> <b>(Access Service Network - Gateway)</b>	Es la interfaz con las estaciones del suscriptor y el elemento central de la red (core), permite el control de movilidad, voz, autenticación y distribución de claves de seguridad.
<b>ELEMENTO DE ADMINISTRACIÓN DE RED</b>	Para el control de los elementos WIMAX.
<b>SERVIDOR AAA</b>	Autenticación, autorización y facturación de los equipos del usuario.
<b>HOME AGENT</b>	Brinda interfaces entre la red WIMAX y otras redes y servicios IP como DSL, WIFI y celular.

**Tabla 1.1 Equipos para la integración WIMAX y WIFI**

### 1.2.4 AGREGACIÓN DE LA PLATAFORMA DE VIDEO Y CONTENIDO

La Plataforma de Video y Contenido es un conjunto de elementos encargados de recibir señales en vivo provistas vía satélite o de fuentes de contenidos locales para convertirlas y encapsularlas al formato necesario para la transmisión por la red. Esta plataforma debe estar equipada de codificadores, decodificadores, servidores de video, servidores streaming, un servidor de licencias (DRM) y un Middleware (base de datos de usuarios y servicios) que en conjunto posibilitan el servicio IPTV. En la figura 1.1 se muestran los equipos que conforman esta plataforma.



**Figura 1.1 Plataforma de Video y Contenido**

### 1.2.5 IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM (IMS)

El IMS de 3GPP (3rd Generation Partnership Project) fue adoptado por la UIT-T y su propósito es servir de apoyo a la red NGN en el desarrollo y distribución de servicios avanzados con un sistema inteligente de gestión proporcionando control excelente sobre las aplicaciones del usuario mediante la tasación, facturación y seguridad. Una red NGN con el IMS prácticamente es una red inteligente que ofrece servicios inteligentes de última generación.

Los cinco procesos descritos anteriormente constituyen los pasos básicos que deben seguir los proveedores para migrar sus redes a NGN para ofrecer servicios conjuntos e inteligentes.

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE LA TECNOLOGÍA MPLS**

En 1998 el IETF definió el estándar MPLS y es recogido en la RFC 3031, actualmente es una tecnología que para el operador representa la factibilidad de poder ofrecer a sus usuarios servicios multimedia desde una plataforma de red común y basada en cualquier tecnología de transporte a nivel físico y de enlace garantizando transparencia y Calidad de Servicio gracias al manejo de dos planos uno para enrutamiento y otro para la conmutación de etiquetas a nivel local dentro de la red.

#### **2.1 DEFINICIÓN DE MPLS**

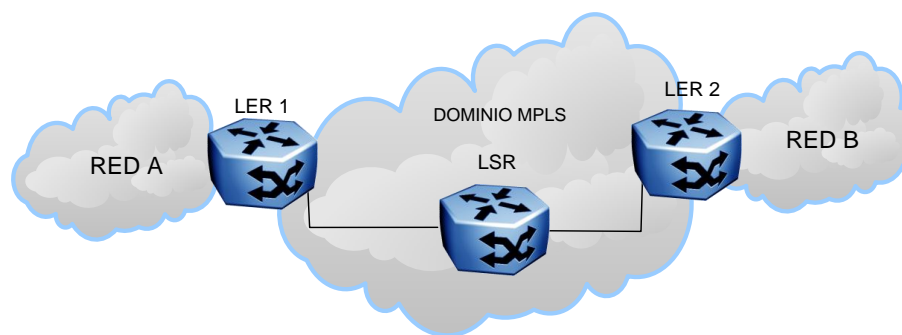
MPLS es una tecnología que combina las funciones de enrutamiento de capa 3 con las funciones de envío de capa 2 por esta razón se lo denomina Multiprotocolo, la Conmutación de etiquetas (Label Switching) permite identificar una clasificación de tráfico, encaminando a esta clasificación por un determinado camino virtual brindando QoS y otras ventajas como Ingeniería de Tráfico y la implementación de DiffServ.

#### **2.2 ELEMENTOS BÁSICOS**

Los elementos básicos de MPLS son los siguientes:

- **LER:** Label Edge Router (Ruteador Etiquetador de Borde)
- **LSR:** Label Switching Router (Ruteador de Conmutación de Etiquetas)
- **LSP:** Label Switched Path (Ruta Conmutada de Etiquetas)
- **FEC:** Forward Equivalence Class (Clase Equivalente de Envío)
- **LIB:** Label Information Base (Base de Información de Etiquetas)
- **LDP:** Label Distribution Protocol (Protocolo de Distribución de Etiquetas)

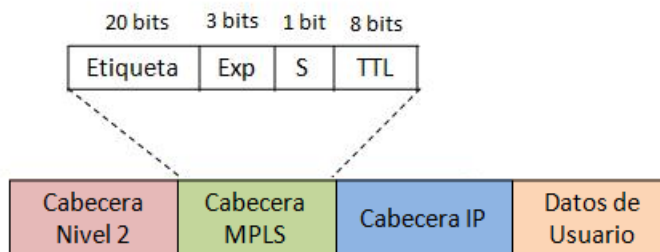
En la figura 2.1 se presenta una red básica con MPLS en la que se indican los ruteadores de borde LER y el ruteador de conmutación de etiquetas LSR dentro de un dominio MPLS.



**Figura 2.1 Red básica MPLS**

### 2.3 ENCABEZADO DE MPLS

En la figura 2.2 se presentan los campos de la cabecera genérica MPLS que se asigna una vez a la entrada en el router LER.



**Figura 2.2 Estructura de la cabecera genérica MPLS**

La cabecera MPLS está formada de 32 bits distribuidos en cuatro campos que son:

- **Etiqueta:** identifica a que conjunto de FEC está asignado el paquete y mediante este campo los ruteadores deciden por donde encaminar el paquete o que LSP debe seguir.
- **Exp (Experimental):** bits de uso experimental cuya proyección es la utilización para CoS aplicando Calidad de Servicio para asignar un nivel de prioridad a cada paquete.
- **S (Stack):** para apilar las etiquetas en forma jerárquica, si S vale 1 se trata de la última etiqueta en la pila (primera en ingresar a un dominio MPLS), caso contrario S vale 0.



- **TTL (Time To Live):** cumple una función similar a la del campo TTL de IPv4. Cuando a un paquete se le asigna la cabecera MPLS el campo TTL copia el valor TTL del paquete IPv4, para evitar bucles en la red.

## 2.4 APLICACIONES

MPLS proporciona muchas aplicaciones a nivel de redes troncales como las siguientes:

### a. Ingeniería de Tráfico

MPLS adapta los flujos de tráfico a los recursos físicos de la red, equilibrando de forma óptima la utilización de los mismos, de manera que no haya recursos utilizados excesivamente y otros no, con lo que se provocaría cuellos de botella y colapso de los enlaces. MPLS permite habilitar túneles virtuales designando un ancho de banda y prioridad para el tráfico que cursa por estos túneles.

### b. Diferenciación de Servicios mediante Clases (DiffServ)

La cabecera MPLS tiene el campo EXP, estos tres bits de uso experimental se están utilizando en la actualidad para la diferenciación de las Clases de Servicios (CoS) por lo que sería posible implementar el modelo de Servicios Diferenciados propuesto por el IETF en la RFC 2474 y RFC 2475.

### c. Redes Privadas Virtuales

Utilizando MPLS para implementar VPNs se eliminan los inconvenientes de las tecnologías anteriores. En primera instancia el modelo topológico que se crea no se sobrepone sino se acopla a la red del proveedor, esto elimina las conexiones extremo a extremo (túneles IP convencionales o circuitos virtuales) y los túneles se van creando con el intercambio de las etiquetas formándose así los LSP que vendrían a ser los “túneles MPLS” ofreciendo un servicio no orientado a conexión, manteniendo las garantías de Calidad de Servicio de extremo a extremo.

## CAPÍTULO III

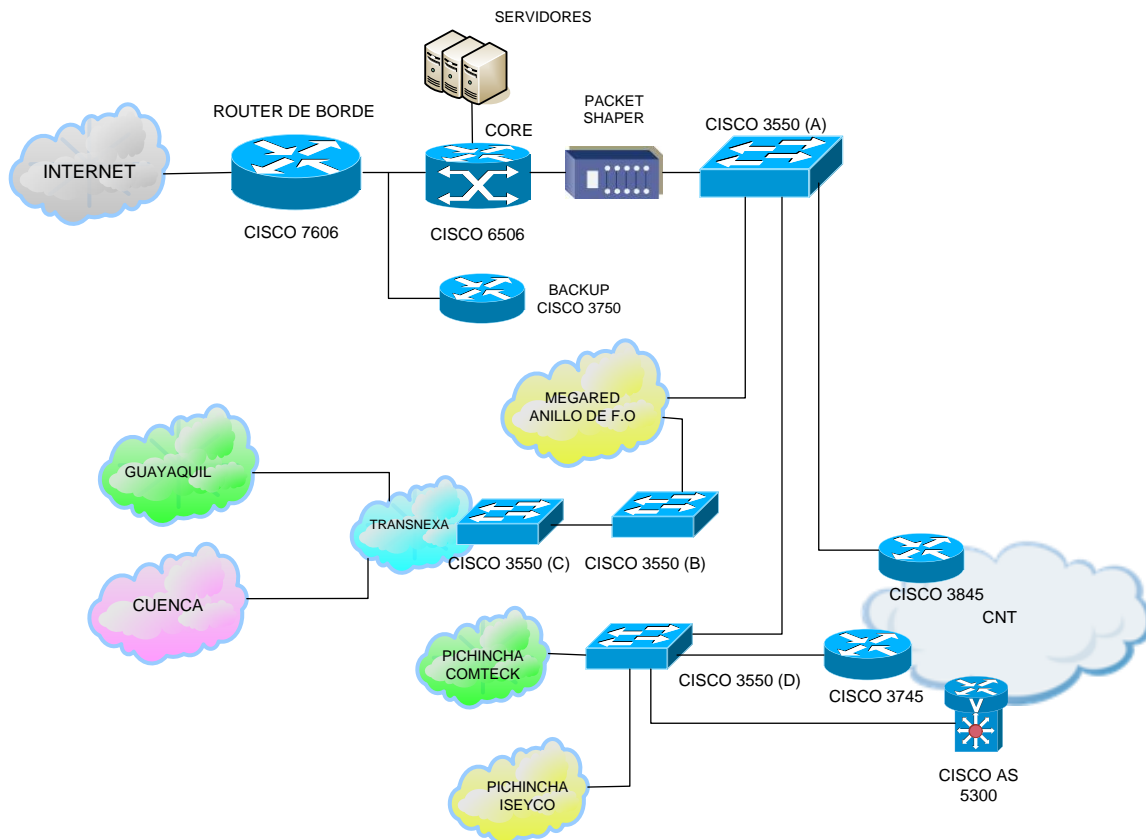
### INFRAESTRUCTURA ACTUAL DE ECUANET-MEGADATOS

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

ECUANET – MEGADATOS es una empresa de Telecomunicaciones que ofrece soluciones tecnológicas para usuarios residenciales y corporativos con cobertura a nivel nacional. Como parte de su infraestructura cuenta con enlaces nacionales e internacionales por medio de fibra óptica y para la entrega de los servicios finales lo hace por medio de enlaces de última milla por microondas, enlaces satelitales y cobre ya sean dedicados o compartidos.

#### 3.2 RED DE BACKBONE ACTUAL

En la figura 3.1 se presenta un esquema de la red de backbone actual de la empresa.



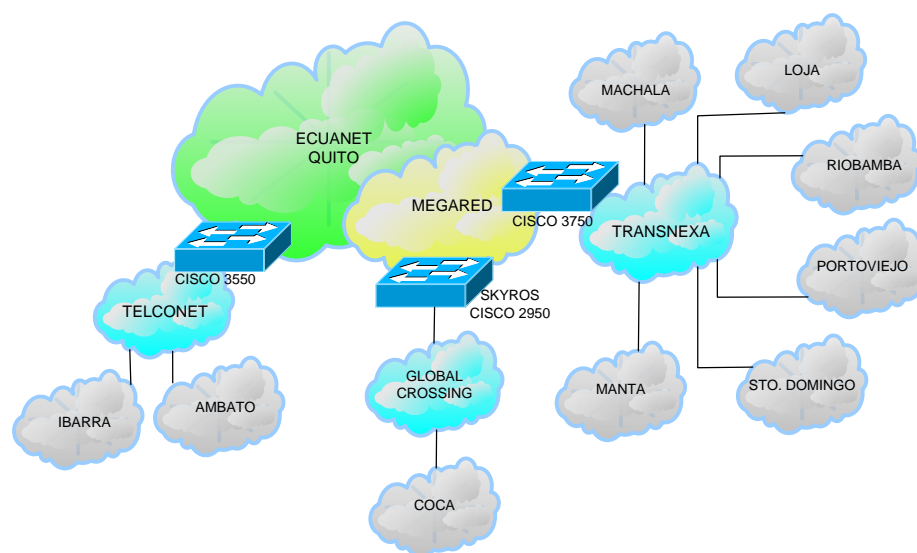
**Figura 3.1 Backbone Gigabit Ethernet de MEGADATOS**

Los tres nodos más importantes de la empresa MEGADATOS se encuentran en: Quito, Guayaquil y Cuenca, sin embargo el NOC-R1 de la ciudad de Quito es el de mayor importancia considerando la infraestructura y número de usuarios; el mismo esquema de arquitectura funcional es adoptado por el NOC-R2 de Guayaquil y el nodo de Cuenca. Para la interconexión con el Nodo de Guayaquil y Nodo de Cuenca se utiliza la red de transporte de Transnexa que parte desde el nodo Transnexa de la Megared de Quito, este enlace proporciona Internet y comunicación directa con los equipos que se encuentran en las dos ciudades. La Megared también conforman los nodos de: Fundación, Torrezul, Autofrancia, CCNU, Foch, entre otros.

Los nodos secundarios más importantes de Guayaquil son: Torres del Norte, San Francisco y WTC, mientras que Rayoloma de la ciudad de Cuenca constituye la parte central de distribución en esta ciudad.

### 3.3 RED DE TRANSPORTE

En la figura 3.2 se indican las redes de transporte que utiliza la empresa para dar servicio de Internet y datos a las diferentes ciudades del país.



**Figura 3.2 Redes de transporte que utiliza MEGADATOS**

### **3.4 ACCESO DE USUARIO**

El acceso del usuario para los servicios de Telecomunicaciones puede ser por diferentes medios ya sea por fibra óptica, cobre, satelital e inalámbrico. Los enlaces por cobre pueden ser de dos maneras: si se trata de un cliente corporativo ECUANET proporciona la última milla hacia el cliente utilizando switches Cisco LRE desde uno de los equipos de conmutación en los nodos, otra de las maneras para llegar al cliente si es un usuario home o pequeña empresa se lo realiza utilizando la tecnología ADSL (Asynchronous Digital Subscriber Line) que como ya se conoce utiliza la línea telefónica para la transmisión de voz e Internet y para este caso se utiliza la última milla de CNT a nivel nacional.

Otro medio para dar servicio a los clientes es a través de enlaces inalámbricos desde los nodos secundarios utilizando enlaces punto a punto y punto a multipunto con tecnología WIMAX, Microondas y Spread Spectrum.

### **3.6 REQUERIMIENTOS DE LA RED DE BACKBONE**

Dadas las exigencias y la tendencia de los usuarios a la contratación de servicios innovadores, de bajo costo y alta calidad, la empresa tiene que redefinir en el futuro inmediato la infraestructura del backbone actual conservando en lo posible las tecnologías desplegadas hasta el momento.

Actualmente las capacidades de transmisión contratadas al carrier para los nodos de Quito y Guayaquil es de 155 Mbps y para la ciudad de Cuenca es de 50 Mbps, debido al tráfico actual generado por los usuarios, con lo que el nuevo backbone debe superar estas capacidades e inclusive debe estar diseñado para soportar capacidades futuras y satisfacer el crecimiento de la demanda.

## CAPÍTULO IV

### DISEÑO DE LA RED DE BACKBONE CON MPLS

El diseño de la red de backbone se realiza sobre la red Gigabit Ethernet del nodo principal de MEGADATOS en Quito con la tecnología MPLS que lo integra con los nodos de Guayaquil y Cuenca.

#### 4.1 REQUERIMIENTOS DE ANCHO DE BANDA PARA TRIPLE PLAY

En la tabla 4.1 se presenta los requerimientos para un plan básico de Triple Play que consta de dos canales SDTV cada uno ocupando una capacidad de 2 Mbps o la segunda opción que consta de un canal SDTV (2 Mbps) y un canal HDTV (8Mbps).

SERVICIO	IPTV	INTERNET	VoIP	TOTAL
2 canales SDTV	4 Mbps	1 Mbps	0,024 Mbps	5,024 Mbps
1 canal SDTV+1 canal HDTV	2 Mbps+8 Mbps	1 Mbps	0,024 Mbps	11,024 Mbps

**Tabla 4.1 Plan básico Triple Play**

El ancho de banda requerido para un plan básico que ofrece dos canales SDTV es de 5,024 Mbps pero si el usuario desea un paquete en el que incluye 1 canal SDTV y 1 HDTV el ancho de banda mínimo es de 11,024 Mbps de lo cual el valor promedio para un usuario residencial es de 8,024 Mbps.

Para clientes corporativos con requerimientos más exigentes la proyección se muestra en la tabla 4.2, este plan ofrece un canal HDTV (8 Mbps) y 3 canales SDTV que pueden ser de 1 o 2 Mbps cada uno, según la elección del usuario.

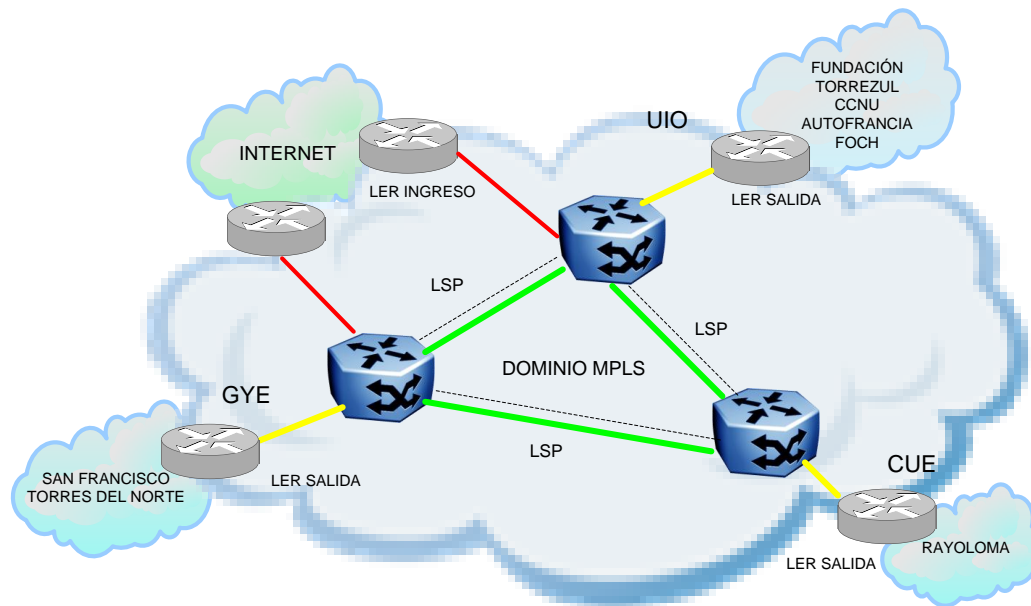
SERVICIO	ANCHO DE BANDA	CAPACIDAD REQUERIDA
1 HDTV	8 Mbps	8 Mbps (1 Señal)
1 SDTV	1 – 2 Mbps	3 – 6 Mbps (3 Señales simultáneas)
Internet Alta Velocidad	2 Mbps	2 Mbps
VoIP	24 kbps	1.5 Mbps (varias líneas simultáneas)
	<b>TOTAL</b>	14.5 – 17.5 Mbps

**Tabla 4.2 Plan Triple Play corporativo**

Si el cliente solicita dentro de su plan 3 canales SDTV de 1 Mbps cada uno, el ancho de banda requerido es de 14,5 Mbps caso contrario si solicita 3 canales SDTV de 2 Mbps el ancho de banda sería de 17,5 Mbps. Para dimensionar la capacidad del backbone se toma como referente el valor promedio que resulta 16 Mbps para un usuario corporativo.

#### 4.2 TOPOLOGÍA Y ELEMENTOS

La red de backbone propuesta se conforma de tres zonas, cada una con un nodo principal en Quito, Guayaquil y Cuenca como se muestra en la figura 4.1.



**Figura 4.1 Diagrama del Backbone MPLS**

Se escoge esta topología conformada de tres routers LER de borde (salida), cada uno en una ciudad (Quito, Guayaquil y Cuenca), porque la proyección inicial de la empresa es cubrir 50 demandas en el 50% de los nodos de distribución. Con esta proyección inicial se cubren 5 nodos en Quito, 2 en Guayaquil y uno en Cuenca con lo que la demanda inicial bordea las 500. Los nodos de distribución que se escogieron son los puntos estratégicos más concurridos en estas ciudades y se muestran en la tabla 4.3.

CIUDAD	NODO
QUITO	FUNDACIÓN
	TORREZUL
	CCNU
	AUTOFRANCIA
	FOCH
GUAYAQUIL	TORRES DEL NORTE
	SAN FRANCISCO
CUENCA	RAYOLOMA

**Tabla 4.3 Nodos de Distribución**

Para este diseño y por las alianzas estratégicas desarrolladas en los últimos meses con la empresa TELCONET se propone utilizar su infraestructura para los enlaces con Guayaquil y Cuenca. La capacidad para el enlace de Guayaquil y Cuenca debe ser a 1Gbps y para la ciudad de Quito a 10 Gbps (por tener mayor número de nodos de distribución), capacidad necesaria para cubrir con la demanda inicial planificada por la empresa.

#### **4.3 DIMENSIONAMIENTO DEL BACKBONE MPLS**

El ancho de banda promedio por usuario corporativo es 16 Mbps y se calcula la capacidad inicial de cada nodo tomando en cuenta que serán 50 usuarios por cada uno, de esta manera para la ciudad de Quito se tiene:

$$\text{Capacidad de un nodo de distribución} = 50 \text{ usuarios} \times 16 \text{ Mbps} = 800 \text{ Mbps}$$

$$\text{Capacidad del nodo de Quito} = 5 \text{ nodos} \times 800 \text{ Mbps} = 4 \text{ Gbps}$$

En la ciudad de Guayaquil se dará cobertura a 2 nodos de distribución: Torres del Norte y San Francisco y la capacidad del nodo de esta ciudad será:

$$\text{Capacidad de un nodo de distribución} = 50 \text{ usuarios} \times 16 \text{ Mbps} = 800 \text{ Mbps}$$

$$\text{Capacidad del nodo de Guayaquil} = 2 \text{ nodos} \times 800 \text{ Mbps} = 1,6 \text{ Gbps}$$

Para la ciudad de Cuenca al tener un solo nodo de distribución la capacidad será de:

$$\text{Capacidad de un nodo de distribución} = 50 \text{ usuarios} \times 16 \text{ Mbps} = 800 \text{ Mbps}$$

$$\text{Capacidad del nodo de Cuenca} = 1 \text{ nodos} \times 800 \text{ Mbps} = 800 \text{ Mbps}$$

La capacidad total del backbone MPLS es la siguiente:

$$C_i = \text{Capacidad Quito} + \text{Capacidad Guayaquil} + \text{Capacidad Cuenca}$$

$$C_i = 4,0 + 1,6 + 0,8 \text{ [Gbps]}$$

$$C_i = 6,4 \text{ Gbps}$$

La siguiente ecuación de crecimiento geométrico permite estimar la capacidad del backbone MPLS para los cinco primeros años:

$$C_f = C_i (1 + x)^n \quad (4.1)$$

Donde:  $C_f$  = Capacidad estimada en  $n$  años

$C_i$  = Capacidad inicial

$x$  = Índice de crecimiento anual del servicio de Telecomunicaciones = 21%

$n$  = Tiempo de proyección en años

Reemplazando los valores conocidos en la ecuación 4.1 se obtiene la capacidad estimada para los cinco primeros años como se muestra en la tabla 4.4.




<b>TIEMPO (años)</b>	<b>CAPACIDAD MÍNIMA REQUERIDA (Gbps)</b>	<b>INDICE DE CRECIMIENTO (%)</b>
1	7.74	21
2	9,37	21
3	11,33	21
4	13,71	21
5	16.60	21

**Tabla 4.4 Capacidad del Backbone para los cinco primeros años**

#### **4.4 EQUIPOS PARA EL SOPORTE DE TRIPLE PLAY**

En la tabla 4.5 se presentan los equipos de core utilizados en el diseño en los cuales se implementará MPLS para el soporte de Calidad de Servicio mediante DiffServ.

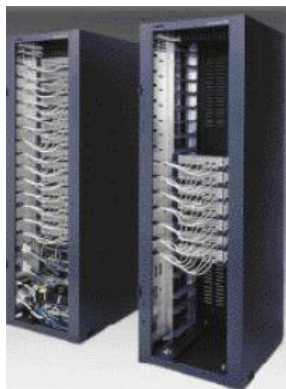
<b>FUNCIÓN</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<b>LSR Core MPLS</b>	 Switch Cisco Catalyst 6506	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soporte de MPLS, protocolos de señalización y protocolos de enrutamiento.</li> <li>• Velocidad de Backplane de 720 Gbps.</li> <li>• Velocidad de reenvío de 400 Mpps en IPv4 y 200 Mpps en IPv6.</li> </ul>
<b>LER Borde de la red MPLS</b>	 Router Cisco 7206 VXR/NPE-G2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posee 1 GB de SDRAM y 256 de memoria Flash.</li> <li>• MPLS, protocolos de enrutamiento y VPN/MPLS.</li> <li>• Equipado con el NPE-G2 para soportar las aplicaciones de voz, video y datos.</li> </ul>

**Tabla 4.5 Equipos del backbone MPLS**

Se deben adquirir 3 routers 7206 VXR/NPE-G2 que serán el borde de la red MPLS en las 3 ciudades y dos switches capa 3 CISCO 6506 para Guayaquil y Cuenca, el nodo de Quito actualmente cuenta con uno de estos y se lo utilizará para este diseño.

### Servicios de VoIP y Plataforma de Video

Para el funcionamiento de VoIP se deben adquirir 2 Gateways AS 5300 (uno para Guayaquil y uno Cuenca), la ciudad de Quito cuenta actualmente con un AS 5300 por lo que es necesario solamente la implementación de tarjetas de voz/fax, para cubrir con todas las demandas corporativas planeadas durante los cinco años son necesarias 7 tarjetas de voz/fax.



**Figura 4.2 Solución apilable del AS 5300**

Para los servicios de IPTV los equipos necesarios se muestran en la tabla 4.6:

NOMBRE	EQUIPO	CARACTERÍSTICAS
<b>Cisco D9854</b>		Unidad versátil para la recepción de señales satelitales y decodificación de alta calidad. Soporta MPEG-2 y MPEG-4.
<b>Cisco DCM D9900</b>		Procesa un número elevado de flujos de video MPEG. Funcionalidad tanto para definición estándar (SD) como alta definición (HD).
<b>Cisco D9036</b>		Codificador de video de alta calidad con ahorro de ancho de banda y soporte de audio integrado. Acepta señales SD y HD y las codifica en tiempo real a MPEG-2 o MPEG-4.

<p><b>Servidor Streaming</b> <b>IMX i2410</b></p>		<p>Para aplicaciones de TV en vivo. Trabaja con cualquier codificador de video. HD a 2 Mbps y SD a 750 Kbps.</p>
<p><b>Servidor VoD</b> <b>IMX v2420 MatrixCast</b></p>		<p>Servidor de alta capacidad que soporta hasta 1000 flujos de video unicast y multicast.</p>
<p><b>Servidor Middleware</b> <b>IMX M500</b></p>		<p>Para la distribución de servicios e interfaces al usuario permitiendo ofrecer diferentes opciones con servicios básicos y avanzados.</p>

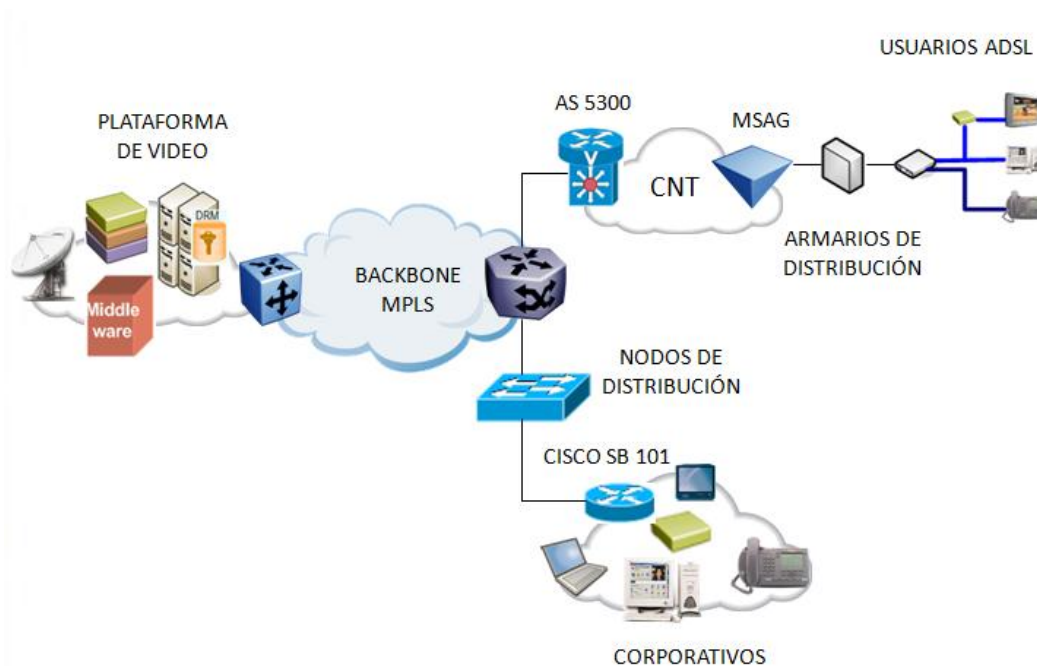
**Tabla 4.6 Equipos para IPTV**

#### **Acceso de usuarios**

En la distribución primaria se utilizarán 3 switches Catalyst 3750-24TS de 24 puertos. El switch 3750 para Quito cubre inicialmente 5 nodos, el de Guayaquil 2 nodos y el switch 3750 de Cuenca 1 nodo. Para la distribución a los nodos secundarios (acceso de usuarios) son necesarios 18 switches Catalyst 3550 para cubrir las demandas dentro de los cinco años.

Los usuarios corporativos en las ciudades que cubre el backbone MPLS se conectarán a través de una acometida de fibra óptica hacia los nodos secundarios. Para el caso de los usuarios residenciales se mantiene el mecanismo de interconexión a través de la última milla de CNT. En ambos casos se utilizará un STB (Set-Top Box) para la recepción y decodificación de las señales permitiendo que el flujo de video sea transportado por IP y se enlace al módem ADSL2+ o router por medio de un puerto Ethernet. El STB a utilizar es el MediaPro IP3000SD/HD de la casa comercial Eagle Broadband.

En la figura 4.3 se muestra la red de backbone MPLS para la distribución de servicios Triple Play a usuarios corporativos y residenciales con el equipamiento necesario.



**Figura 4.3 Backbone MPLS y Servicios Triple Play**

En la tabla 4.7 se puede apreciar el costo total a requerirse para la implementación de la red diseñada.

DESCRIPCIÓN	COSTO (USD)
Equipos	1045035,00
Acceso por fibra óptica	1000000,00
Ingeniería & Instalación	9510,00
Operación & Mantenimiento	204503,50
<b>TOTAL</b>	<b>2259048,50</b>

**Tabla 4.7 Costo total de implementación**

De acuerdo a la tabla 4.7 el costo total del diseño para su implementación es de 2 259 048,50 USD, presupuesto que está sujeto a una evaluación previa por parte de la empresa para la toma de la decisión de implementarlo.

## 4.5 CONFIGURACIÓN DE OSPF Y MPLS EN LOS EQUIPOS DE CORE

### Configuración de OSPF

```
Lsr1# configure terminal
Lsr1(config)# router ospf 1
Lsr1(config-router)# network 192.168.10.8 0.0.0.3 area 0
```

### Configuración MPLS

#### *Para activar CEF y poder trabajar en entornos MPLS*

```
Lsr1(config)# ip cef
Lsr1(config)# mpls ip
```

#### *Para activar el protocolo de distribución de etiquetas LDP en las interfaces*

```
Lsr1(config)# interface fastethernet1/0
Lsr1(config-if)# mpls ip
Lsr1(config-if)# mpls label protocol ldp
```

## 4.6 MPLS Y DIFFSERV

### *Marcado y clasificación del tráfico en el router LER1, ingreso a la red MPLS*

```
Ler1-uo#configure terminal
Ler1-uo(config)#class-map IP-AF11
Ler1-uo(config-cmap)#match ip precedence 0
Ler1-uo(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uo(config)#class-map IP-AF12
Ler1-uo(config-cmap)#match ip precedence 1
Ler1-uo(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uo(config)#class-map IP-AF21
Ler1-uo(config-cmap)#match ip precedence 2
Ler1-uo(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uo(config)#class-map IP-AF22
Ler1-uo(config-cmap)#match ip precedence 3
Ler1-uo(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uo(config)#class-map IP-AF31
Ler1-uo(config-cmap)#match ip precedence 4
Ler1-uo(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uo(config)#class-map IP-AF32
Ler1-uo(config-cmap)#match ip precedence 5
```

```
Ler1-uid(config-cmap)#exit
```

### **Creación de la política de entrada**

```
Ler1-uid(config)#policy-map politica-1
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class IP-AF11
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#police 8000 conform-action set-mpls-exp-imposition-transmit 0
exceed-action drop
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class IP-AF12
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#police 10000 conform-action set-mpls-exp-imposition-transmit 1
exceed-action set-mpls-exp-imposition-transmit 0
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class IP-AF21
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#police 12000 conform-action set-mpls-exp-imposition-transmit 2
exceed-action set-mpls-exp-imposition-transmit 1
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class IP-AF22
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#police 12000 conform-action set-mpls-exp-imposition-transmit 3
exceed-action set-mpls-exp-imposition-transmit 2
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class IP-AF31
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#police 12000 conform-action set-mpls-exp-imposition-transmit 4
exceed-action set-mpls-exp-imposition-transmit 3
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class IP-AF32
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#police 12000 conform-action set-mpls-exp-imposition-transmit 5
exceed-action set-mpls-exp-imposition-transmit 4
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#end
```

### ***Clasificación de los paquetes en base al campo EXP***

```
Ler1-uid#configure terminal
```

```
Ler1-uid(config)#class-map MPLS-AF11
```

```
Ler1-uid(config-cmap)#match mpls experimental topmost 0
```

```
Ler1-uid(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uid(config)#class-map MPLS-AF12
```

```
Ler1-uid(config-cmap)#match mpls experimental topmost 1
```

```
Ler1-uid(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uid(config)#class-map MPLS-AF21
Ler1-uid(config-cmap)#match mpls experimental topmost 2
Ler1-uid(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uid(config)#class-map MPLS-AF22
Ler1-uid(config-cmap)#match mpls experimental topmost 3
Ler1-uid(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uid(config)#class-map MPLS-AF31
Ler1-uid(config-cmap)#match mpls experimental topmost 4
Ler1-uid(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uid(config)#class-map MPLS-AF32
Ler1-uid(config-cmap)#match mpls experimental topmost 5
Ler1-uid(config-cmap)#exit
```

### ***Creación de la política a la salida del router LER1***

```
Ler1-uid(config)#policy-map politica-2
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class MPLS-AF11
Ler1-uid(config-pmap-c)#bandwidth percent 5
Ler1-uid(config-pmap-c)#random-detect
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class MPLS-AF12
Ler1-uid(config-pmap-c)#bandwidth percent 10
Ler1-uid(config-pmap-c)#random-detect
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class MPLS-AF21
Ler1-uid(config-pmap-c)#bandwidth percent 10
Ler1-uid(config-pmap-c)#random-detect
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class MPLS-AF22
Ler1-uid(config-pmap-c)#bandwidth percent 15
Ler1-uid(config-pmap-c)#random-detect
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class MPLS-AF31
Ler1-uid(config-pmap-c)#bandwidth percent 15
Ler1-uid(config-pmap-c)#random-detect
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
Ler1-uid(config-pmap)#class MPLS-AF32
Ler1-uid(config-pmap-c)#bandwidth percent 20
```

```
Ler1-uo(config-pmap-c)#random-detect  
Ler1-uo(config-pmap-c)#end
```

***Asignación de la política en la interfaz de salida del LER1***

```
Ler1-uo(config)#int f0/0  
Ler1-uo(config-if)#service-policy output politica-2  
Ler1-uo(config-if)#exit
```

La configuración de los demás equipos correspondientes a los trayectos de Quito – Guayaquil y Quito – Cuenca mantienen el mismo esquema del router LER1 en cuanto al marcado, clasificación y políticas para priorizar el tráfico de las aplicaciones.



# CONTENT

<b>CHAPTER 1. ANALYSIS OF NGN TECHNOLOGY</b> .....	1
1.1 INTRODUCTION.....	1
1.2 MIGRATING TO NGN .....	1
1.2.1 IMPLEMENTATION IN THE CORE.....	1
1.2.2 INCORPORATION OF SOFTSWITCH AND CONTROL ELEMENTS .....	2
1.2.3 INTEGRATION OF WIMAX AND WIFI ACCESS .....	2
1.2.4 VIDEO AND CONTENT PLATFORM.....	3
1.2.5 IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM (IMS) .....	3
<b>CHAPTER 2. MPLS TECHNOLOGY STUDY</b> .....	4
2.1 DEFINITION OF MPLS.....	4
2.2 BASIC ELEMENTS .....	4
2.3 MPLS HEADER .....	5
2.4 APPLICATIONS .....	6
<b>CHAPTER 3. CURRENT INFRASTRUCTURE ECUANET-MEGADATOS</b> .....	7
3.1 DESCRIPTION OF THE INFRASTRUCTURE.....	7
3.2 CURRENT BACKBONE .....	7
3.3 TRANSPORT NETWORKS .....	8
3.4 CUSTOMER ACCESS .....	9
3.6 REQUIREMENTS OF BACKBONE NETWORK .....	9
<b>CHAPTER 4. DESIGN OF THE MPLS BACKBONE</b> .....	10
4.1 BANDWIDTH REQUIREMENTS FOR TRIPLE PLAY .....	10
4.2 TOPOLOGY AND ELEMENTS .....	11
4.3 DIMENSIONS OF THE MPLS BACKBONE .....	12
4.4 SUPPORT EQUIPMENT FOR TRIPLE PLAY.....	14
4.5 CONFIGURING OSPF AND MPLS.....	18
4.6 MPLS AND DIFFSERV .....	18

## FIGURES INDEX

Figure 1.1 Video and Content Platform .....	3
Figure 2.1 MPLS Network .....	5
Figure 2.2 Structure of MPLS header.....	5
Figure 3.1 Gigabit Ethernet Backbone .....	7
Figure 3.2 Transport networks of MEGADATOS .....	8
Figure 4.1 Diagram of MPLS Backbone.....	11
Figure 4.2 Stacking solution of AS 5300 .....	15
Figure 4.3 MPLS Backbone and Triple Play services.....	17

## TABLES INDEX

Table 1.1 Equipment for WiMAX and WiFi integration .....	2
Table 4.1 Basic plan for Triple Play.....	10
Table 4.2 Corporate Plan of Triple Play.....	11
Table 4.3 Distribution Nodes .....	12
Table 4.4 Capacity for the first five years .....	14
Table 4.5 MPLS Backbone Equipment.....	14
Table 4.6 Equipment for IPTV.....	16
Table 4.7 Total cost of the implementation.....	17

# **CHAPTER I**

## **ANALYSIS OF NGN TECHNOLOGY**

### **1.1 INTRODUCTION**

Providers of voice, video and data distributed their services to users using different infrastructure. With the development of technologies the networks need to adapt to new requirements based on the improvement of benefits and costs that permit the use of a single network infrastructure. The network model proposed by the ITU (International Telecommunication Union) to comply with these characteristics is called NGN or Next Generation Network. A NGN is attached to the existing network technologies supported in ATM, Frame Relay, PSTN, Ethernet and others, to migrate to NGN does not mean replacing the existing infrastructure, but a platform for converged networks and services.

The convergence of voice, data and video is called Triple Play, the user receives the services through a broadband connection and using any access technology.

### **1.2 MIGRATING TO NGN**

The migration to NGN is not a sporadic set of procedures but a continuous process. The following describes the procedure to be followed by Telecommunications companies to incorporate an NGN infrastructure in their networks.

#### **1.2.1 IMPLEMENTATION IN THE CORE**

Network convergence and service convergence is possible with the implementation of MPLS (Multiprotocol Label Switching) in the backbone of the network to unify the speed of the forward with the routing functions in addition to providing Quality of Service with the use of DiffServ (Differentiated Services), improving the transmission and prioritizing the traffic of voice applications, data and video.

### 1.2.2 INCORPORATION OF SOFTSWITCH AND CONTROL ELEMENTS

With the implementation of Softswitch as session control device and the delivery of multimedia applications, the operator can offer voice services, data or a combination of multimedia services and focus to the development of new applications. In addition with the implementation of Signalling Gateway for signaling voice services to integrate the provider's network with the traditional telephone network.

### 1.2.3 INTEGRATION OF WIMAX AND WIFI ACCESS

Once that the provider network to ensure the provision of voice and data services, the next step is the integration of fixed and mobile access through the implementation of WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) and WiFi (Wireless Fidelity) to integrate mobile services with broadband services.

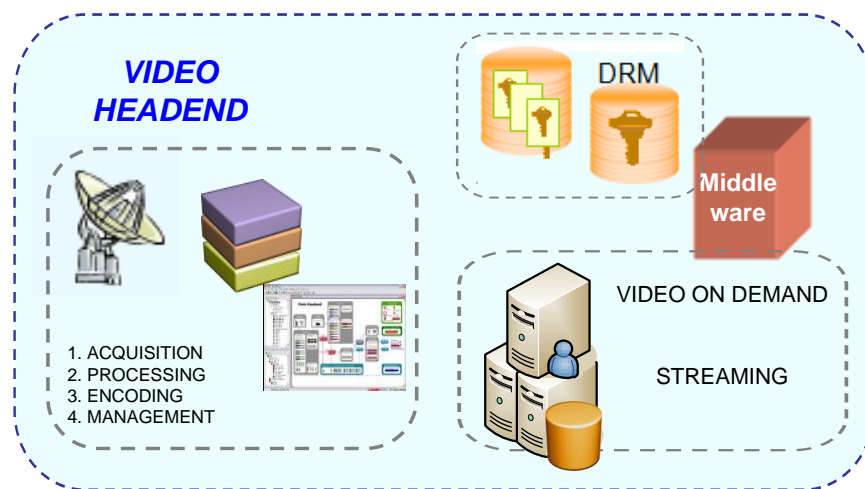
To this union is necessary to purchase equipment shown in Table 1.1.

<b>EQUIPMENT</b>	<b>FUNCTION</b>
<b>BTS</b> <b>(Base Transceiver Station)</b>	Is a fixed installation with transmitters and receivers for the communication of the users.
<b>ASN GATEWAY</b> <b>(Access Service Network - Gateway)</b>	The interface to the subscriber stations and the central element of the network (core) allows control of mobility, voice, authentication and distribution of security keys.
<b>NETWORK ELEMENT MANAGEMENT</b>	To control the elements WIMAX.
<b>SERVER AAA</b>	Authentication, authorization and accounting of the user equipment.
<b>HOME AGENT</b>	Interface between the network WiMAX and other networks and IP services such as DSL, WiFi and cellular.

**Table 1.1 Equipment for WiMAX and WiFi integration**

### 1.2.4 VIDEO AND CONTENT PLATFORM

Video and Content Platform is a set of elements responsible for receiving live signals provided by satellite or local content sources and to convert to the format required for transmission over the network. This platform should have encoders, video and streaming servers, Middleware and DRM (Digital Rights Management), all this elements allows the IPTV service. The figure 1.1 shows the elements of Video and Content Platform.



**Figure 1.1 Video and Content Platform**

### 1.2.5 IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM (IMS)

The IMS of 3GPP (3rd Generation Partnership Project) was adopted by the ITU-T and its purpose is to support the NGN network in the development and deployment of advanced services with an intelligent management system providing excellent control over user applications through pricing, billing and security. A NGN network with IMS is practically an intelligent network that offers next generation services.

The five processes described above are the basic steps to be followed by providers to migrate their networks to NGN to provide intelligent services.

## **CHAPTER II**

### **MPLS TECHNOLOGY STUDY**

In 1998, the IETF explained MPLS standard and is collected in RFC 3031, currently is a technology that represents the feasibility to offer multimedia services to the users from a common network platform based on any transport technology to level physical and link ensuring transparency and Quality of Service through the use of two flat one for routing and another for label switching locally within the network.

#### **2.1 DEFINITION OF MPLS**

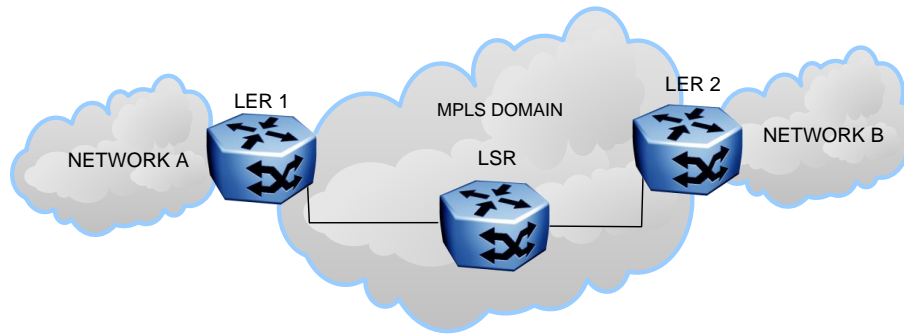
MPLS is a technology that combines the routing functions of Layer 3 with functions of Layer 2 for this reason it is called Multiprotocol, the Label Switching identifies a traffic classification, routing to this classification by a virtual path and providing other benefits such as QoS, Traffic Engineering and DiffServ implementation.

#### **2.2 BASIC ELEMENTS**

The basic elements of MPLS are:

- **LER:** Label Edge Router
- **LSR:** Label Switching Router
- **LSP:** Label Switched Path
- **FEC:** Forward Equivalence Class
- **LIB:** Label Information Base
- **LDP:** Label Distribution Protocol

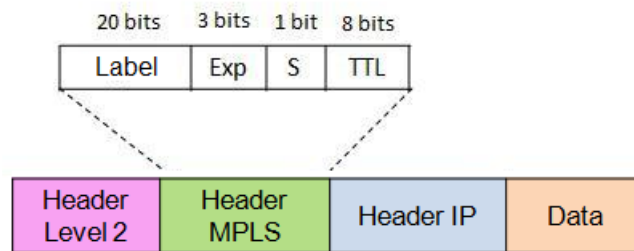
The figure 2.1 shows an MPLS network, this figure presents the LERs or edge routers and label switching router or LSR within the MPLS domain.



**Figure 2.1 MPLS Network**

### 2.3 MPLS HEADER

Figure 2.2 shows the generic header MPLS assigned after the entry into the router LER.



**Figure 2.2 Structure of MPLS header**

The MPLS header consists of 32 bits divided into four sectors:

- **Label:** identifies which set of FEC is assigned the package and through this field the routers decide where to route the packet.
- **Exp:** experimental bits whose projection is use to apply CoS (Class of Service) to assign a priority level to each packet.
- **Stack:** to stack the labels in a hierarchy, if 'S' is 1 this is the last label on the stack (first in MPLS domain), otherwise 'S' is 0 where there are a lot MPLS domains.

- **TTL:** plays a role similar to the TTL field of IPv4. When a packet is assigned the MPLS header, the TTL field copies the TTL value of the IPv4 to prevent loops on the network.

## 2.4 APPLICATIONS

MPLS provides many applications at the network core as the following:

### a. **Traffic Engineering**

MPLS adapts the traffic flow to the physical resources of the network, optimally the use of the same, so that no resources are used excessively and others not, which would cause bottlenecks and collapse the links. MPLS allows designating virtual tunnels enable bandwidth and priority to traffic that courses through these tunnels.

### b. **DiffServ**

The MPLS header has the EXP field, the experimental bits are currently used to differentiate the service classes (CoS) and it would be possible to implement the Differentiated Services model proposed by the IETF in RFC 2474 and RFC 2475.

### c. **Virtual Private Networks**

The VPNs with MPLS eliminates the disadvantages of previous technologies. In the first instance the topological model that is created does not overlap but are coupled to the provider's network, this eliminates the connections end to end (conventional IP tunnels or virtual circuits) and the tunnels are created with the exchange of labels thus forming LSPs that would become the "MPLS tunnels" offering a connectionless service, maintaining Quality of Service end to end.



## CHAPTER III

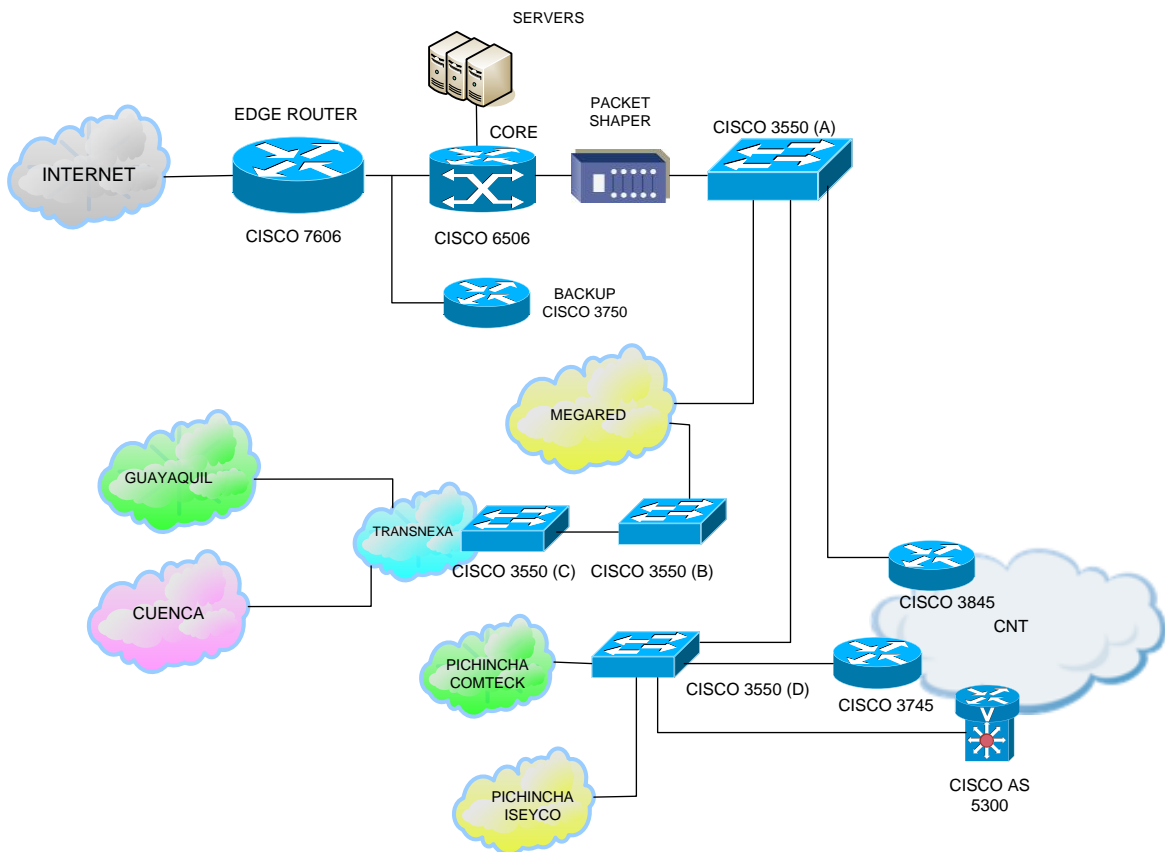
### CURRENT INFRASTRUCTURE ECUANET-MEGADATOS

#### 3.1 DESCRIPTION OF THE INFRASTRUCTURE

ECUANET - MEGADATOS is a Telecommunications company that provides technology solutions for residential and corporate users with nationwide coverage. As part of its infrastructure has national and international links through optical fiber and the delivery of final services is through last mile links as microwave, satellite and copper, the links can be dedicated or shared.

#### 3.2 CURRENT BACKBONE

The figure 3.1 shows a schematic of the existing backbone of the company MEGADATOS.



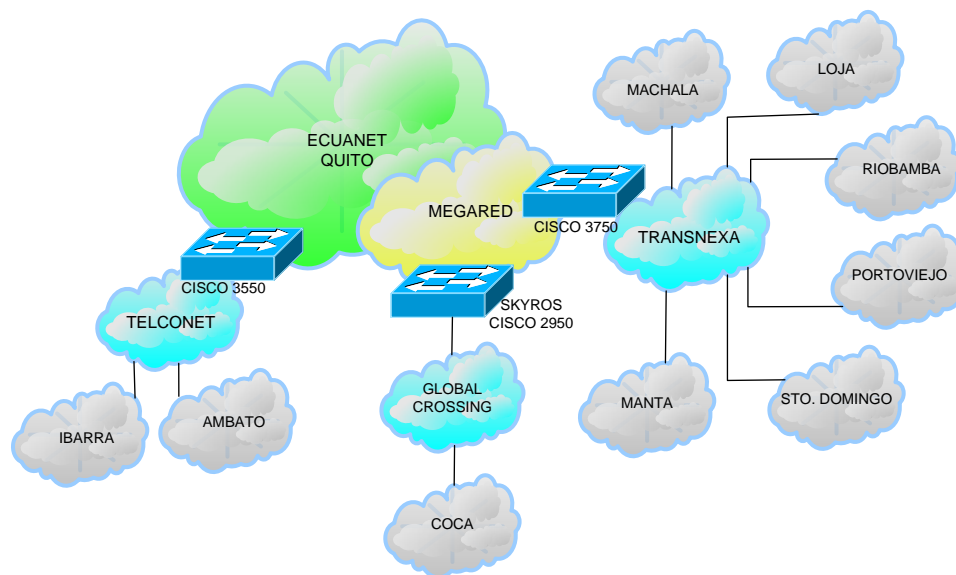
**Figure 3.1 Gigabit Ethernet Backbone**

The three most important nodes of MEGADATOS are in: Quito, Guayaquil and Cuenca, however, the NOC-R1 in the city of Quito is the most important considering the infrastructure and number of users, the same functional architecture is adopted by the NOC-R2 of Guayaquil and Cuenca node. For interconnection with Guayaquil and Cuenca is used Transnexa transport network from the Transnexa node of Megared of Quito, this link provides Internet and direct communication with the equipment of the cities. Megared has other nodes as: Fundacion, Torrezul, Autofrancia, CCNU and Foch.

The most important nodes of Guayaquil are: Torres del Norte, San Francisco and WTC, while Rayoloma of the city of Cuenca is the center of distribution in this city.

### 3.3 TRANSPORT NETWORKS

Figure 3.2 shows the transport networks used by MEGADATOS to provide Internet and data service to different cities.



**Figure 3.2** Transport networks of MEGADATOS

### **3.4 CUSTOMER ACCESS**

The access to the telecommunications services can be through optical fiber, copper, satellite and wireless. The copper links can be of two ways: In the case of a corporate client ECUANET provides the last mile to the customer using Cisco LRE switches from the nodes of the different cities, another way to reach the customer if a home user or small business is through ADSL (Asynchronous Digital Subscriber Line), this technology using the phone line for voice transmission and Internet and here we use the last mile of CNT nationwide.

Another way to service is through wireless links from the nodes using point to point and point to multipoint WIMAX technology, Microwave and Spread Spectrum.

### **3.6 REQUIREMENTS OF BACKBONE NETWORK**

Given the demands and the tendency of users to the procurement of innovative services, low cost and high quality, the enterprise has to be redefined in the near future the current backbone infrastructure as possible while preserving the technologies deployed to date.

The transmission capacity currently contract to the carrier for the nodes of Quito and Guayaquil is 155 Mbps and the city of Cuenca is 50 Mbps, due to current traffic generated by users, so that the new backbone must pass these characteristics and inclusive must be designed to support future capacity and to meet the growing demand.

## CHAPTER IV

### DESIGN OF THE MPLS BACKBONE

The design of the backbone is made on the network Gigabit Ethernet of the main MEGADATOS node in Quito with MPLS technology that integrates with the nodes of Guayaquil and Cuenca.

#### 4.1 BANDWIDTH REQUIREMENTS FOR TRIPLE PLAY

The table 4.1 shows the requirements for a basic plan for Triple Play that consists of two SDTV channels each occupying a capacity of 2 Mbps or second option consists of a SDTV channel (2 Mbps) and a HDTV channel (8Mbps).

SERVICE	IPTV	INTERNET	VoIP	TOTAL
2 SDTV channels	4 Mbps	1 Mbps	0,024 Mbps	5,024 Mbps
1 SDTV channel +1 HDTV channel	2 Mbps+8 Mbps	1 Mbps	0,024 Mbps	11,024 Mbps

**Table 4.1 Basic plan for Triple Play**

The bandwidth required for a basic plan that offers two channels SDTV is 5,024 Mbps, but if the user wants a package that includes 1 HDTV and 1 SDTV channel the bandwidth is a minimum of 11,024 Mbps, which the average value for a residential user is 8,024 Mbps.

For corporate customers with more requirements the projection is in the table 4.2, this plan offers a HDTV channel (8 Mbps) and 3 SDTV channels can be 1 or 2 Mbps each one, according to the user's choice.

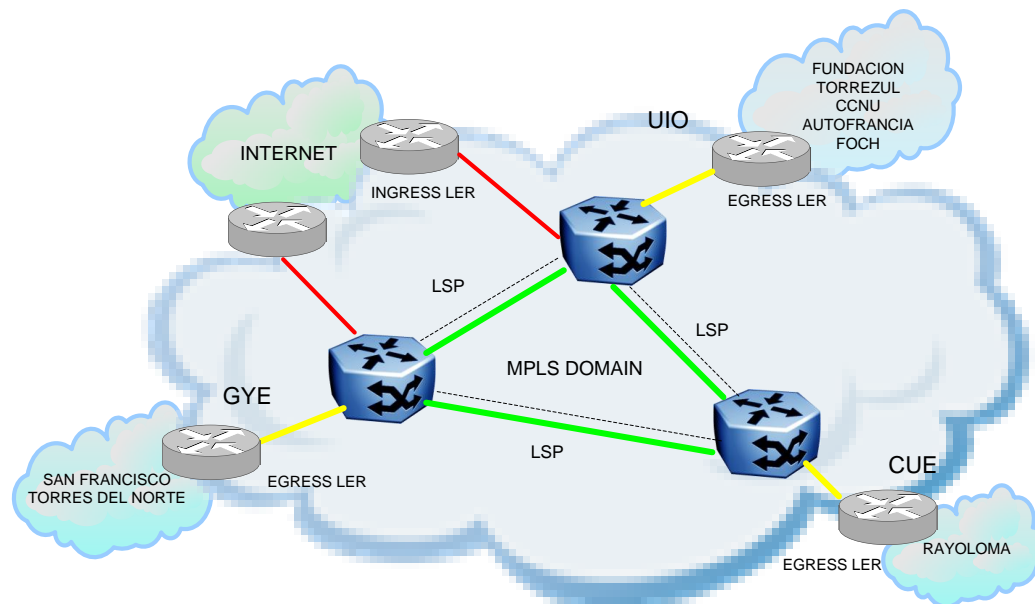
SERVICE	BANDWIDTH	REQUIRED CAPACITY
1 HDTV	8 Mbps	9 Mbps (1 signal)
1 SDTV	1 – 2 Mbps	3 – 6 Mbps (3 simultaneous signals)
High Speed Internet	2 Mbps	2 Mbps
VoIP	24 kbps	1.5 Mbps (various simultaneous signals)
	<b>TOTAL</b>	14,5 – 17,5 Mbps

**Table 4.2 Corporate Plan of Triple Play**

If the client requests within your plan 3 SDTV channels of 1 Mbps each, the required bandwidth is 14,5 Mbps otherwise if the corporate user asks 3 SDTV channels of 2 Mbps the bandwidth is 17,5 Mbps. To the design of backbone it takes as reference the average value 16 Mbps for a corporate user.

#### 4.2 TOPOLOGY AND ELEMENTS

The proposed backbone network consists of three areas, each with a node in Quito, Guayaquil and Cuenca as shows the figure 4.1.



**Figure 4.1 Diagram of MPLS Backbone**

We choose this topology that consists of three edge routers LER (output), each in a city (Quito, Guayaquil and Cuenca), because the company's initial projection is to cover 50 users in 50% of the distribution nodes. With this initial projection covering 5 nodes in Quito, 2 nodes in Guayaquil and one node in Cuenca, the initial demand borders 500. The distribution nodes chosen are strategic locations in these cities and are show in the table 4.3.

CITY	NODE
QUITO	FUNDACION
	TORREZUL
	CCNU
	AUTOFRANCIA
	FOCH
GUAYAQUIL	TORRES DEL NORTE
	SAN FRANCISCO
CUENCA	RAYOLOMA

**Table 4.3 Distribution Nodes**

For this design and for the strategic alliances developed in recent months with the company TELCONET intends to use its infrastructure for links to Guayaquil and Cuenca. The capacity to link Guayaquil and Cuenca should be to 1Gbps and the city of Quito to 10 Gbps (because it has a greater number of distribution nodes), capacity to meet the initial demand planned for the enterprise.

#### **4.3 DIMENSION OF THE MPLS BACKBONE**

The average bandwidth is 16 Mbps to corporate users and to calculate the initial capacity of each node we should remember that will be 50 users on each, of this way for the city of Quito, we have:

$$\text{Capacity of a distribution node} = 50 \text{ users} \times 16 \text{ Mbps} = 800 \text{ Mbps}$$

$$\text{Required Capacity in Quito} = 5 \text{ nodes} \times 800 \text{ Mbps} = 4 \text{ Gbps}$$

In the city of Guayaquil will be covered 2 distribution nodes: Torres del Norte and San Francisco and the node capacity of this city will be:

$$\text{Capacity of a distribution node} = 50 \text{ users} \times 16 \text{ Mbps} = 800 \text{ Mbps}$$

$$\text{Capacity in Guayaquil} = 2 \text{ nodes} \times 800 \text{ Mbps} = 1,6 \text{ Gbps}$$

The city of Cuenca has a single distribution node and the capacity will be:

$$\text{Capacity of a distribution node} = 50 \text{ users} \times 16 \text{ Mbps} = 800 \text{ Mbps}$$

$$\text{Capacity in Cuenca} = 1 \text{ nodes} \times 800 \text{ Mbps} = 800 \text{ Mbps}$$

The total capacity of the MPLS backbone is:

$$C_i = \text{Capacity of Quito} + \text{Capacity of Guayaquil} + \text{Capacity of Cuenca}$$

$$C_i = 4,0 + 1,6 + 0,8 \text{ [Gbps]}$$

$$C_i = 6,4 \text{ Gbps}$$

Using the geometric growth equation to estimate the capacity of the MPLS backbone for the first five years:

$$C_f = C_i (1 + x)^n \quad (4.1)$$

Where:

$C_f$ = Estimated capacity in  $n$  years

$C_i$ = Initial capacity

$x$ = Annual growth index of the telecommunication service

$n$ = Time of projection in years



Replacing known values into equation 4.1 gives the estimated capacity for the first five years as shows the table 4.4.

<b>TIME (years)</b>	<b>MINIMUM CAPACITY (Gbps)</b>	<b>GROWTH RATE (%)</b>
1	7.74	21
2	9,37	21
3	11,33	21
4	13,71	21
5	16.60	21

**Table 4.4 Capacity for the first five years**

#### 4.4 SUPPORT EQUIPMENT FOR TRIPLE PLAY

The table 4.5 presents the core equipment used in the design which will implement MPLS to offer QoS using DiffServ.

<b>FUNCTION</b>	<b>EQUIPMENT</b>	<b>FEATURES</b>
<b>LSR Core MPLS</b>	 Switch Cisco Catalyst 6506	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Support for MPLS, signaling protocols and routing protocols.</li> <li>• Speed Backplane of 720 Gbps.</li> <li>• Forwarding Rate of 400 Mpps in IPv4 and 200 Mpps in IPv6.</li> </ul>
<b>LER Network Edge MPLS</b>	 Router Cisco 7206 VXR/NPE-G2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Has 1 GB of SDRAM and 256 of Flash memory.</li> <li>• MPLS, routing protocols and VPN/MPLS.</li> <li>• Equipped with the NPE-G2 to support voice applications, video and data.</li> </ul>

**Table 4.5 MPLS Backbone Equipment**

The enterprise should buy 3 routers 7206 VXR/NPE-G2 to be the edge of the MPLS network in 3 cities and two Cisco 6506 layer 3 (switches) to Guayaquil and Cuenca, the Quito node currently has one of these and it will be used for this design.






### VoIP and Video Platform




For the operation of VoIP must be purchased two AS 5300 Gateways (one for Guayaquil and one for Cuenca), the city of Quito currently has an AS 5300 and for this Gateway is necessary to implement only a voice/fax card, to cover all corporate demands planned during the five years are needed 7 voice/fax cards.



**Figure 4.2 Stacking solution of AS 5300**

The IPTV services requires the necessary equipment, this equipment is in the table 4.6:

NAME	EQUIPMENT	FEATURES
Cisco D9854		Versatile unit for satellite signals reception and decoding of high quality. Supports MPEG-2 and MPEG-4.
Cisco DCM D9900		Processes a greater number of MPEG video streams. Functionality for Standard Definition (SD) and High Definition (HD).
Cisco D9036		Video encoder with high quality and it has integrated to support of audio. Accepts SD and HD signals and real-time encoding to MPEG-2 or MPEG-4.

<p><b>Streaming Server IMX i2410</b></p>		<p>To TV applications in live. Works with any video encoder. HD to 2 Mbps and SD to 750 Kbps.</p>
<p><b>VoD Server IMX v2420 MatrixCast</b></p>		<p>High-capacity server that supports up to 1000 video flows, the flows can be unicast and multicast.</p>
<p><b>Middleware Server IMX M500</b></p>		<p>For the distribution of services and user interfaces allowing different options to provide basic and advanced services.</p>

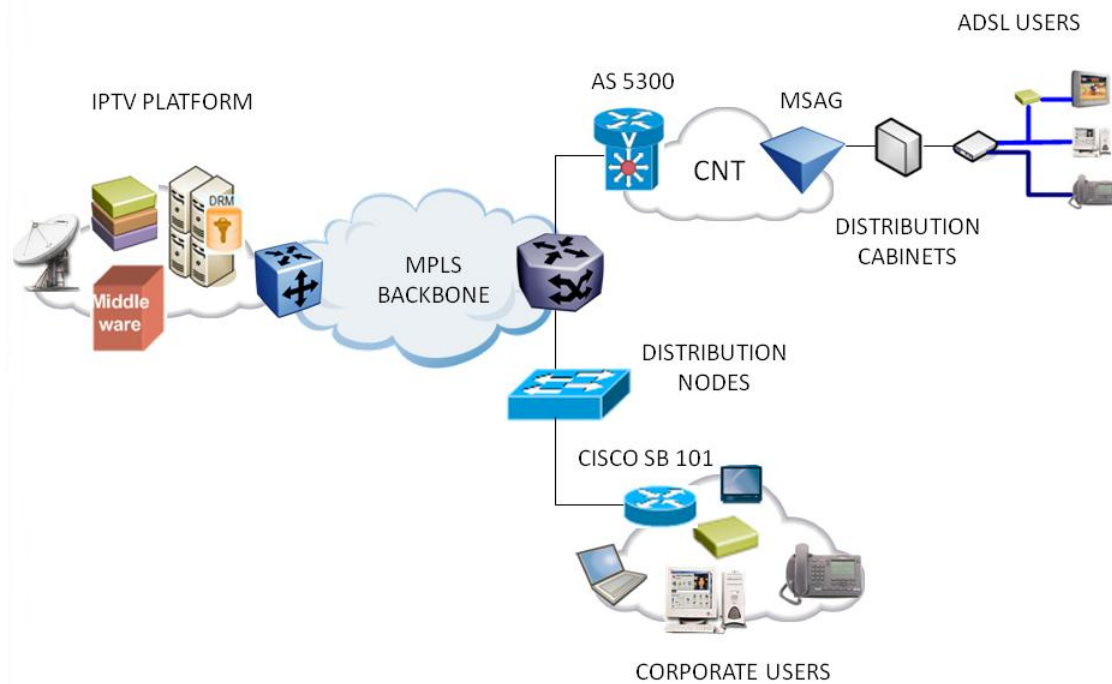
**Table 4.6 Equipment for IPTV**

### **USER ACCESS**

In the primary distribution will be used 3 switches Catalyst 3750-24TS of 24 ports. The 3750 switch initially covers to Quito 5 nodes, 2 nodes of Guayaquil and Cuenca one node. For the secondary distribution (user access) are required 18 Catalyst 3550 switches to meet the demands within five years.

The corporate users in the cities covered by the MPLS backbone will be connected through a fiber rush towards the secondary nodes. In the case of residential users remains interlinking through the last mile of CNT. In both cases the users should use a STB (Set-Top Box) for receiving and decoding the signals allowing the video stream to be transported over IP and bonded ADSL2 + modem or the router via an Ethernet port. This STB is MediaPro IP3000SD/HD of Eagle Broadband.

Figure 4.3 shows the MPLS backbone for the distribution of Triple Play services to residential and corporate users with the necessary equipment.



**Figure 4.3 MPLS Backbone and Triple Play services**

In the table 4.7 we can see the total cost required for the implementation of the designed network.

DESCRIPTION	COST (USD)
Equipment	1045035,00
Optical Fiber	1000000,00
Engineering & Installation	9510,00
Operation & Maintenance	204503,50
<b>TOTAL</b>	<b>2259048,50</b>

**Table 4.7 Total cost of the implementation**

According to the table 4.7 the total cost of the design for the implementation is 2 259 048,50 USD, this budget is subject to a prior evaluation by the company for making the decision to implement it.

## 4.5 CONFIGURING OSPF AND MPLS

### Configuring OSPF

```
Lsr1# configure terminal
Lsr1(config)# router ospf 1
Lsr1(config-router)# network 192.168.10.8 0.0.0.3 area 0
```

### Configuring MPLS

#### *To enable CEF and MPLS*

```
Lsr1(config)# ip cef
Lsr1(config)# mpls ip
```

#### *To activate the Label Distribution Protocol LDP on interfaces*

```
Lsr1(config)# interface fastethernet1/0
Lsr1(config-if)# mpls ip
Lsr1(config-if)# mpls label protocol ldp
```

## 4.6 MPLS AND DIFFSERV

### *Marking and classification of traffic on the router LER1, entering the MPLS network*

```
Ler1-uo#configure terminal
Ler1-uo(config)#class-map IP-AF11
Ler1-uo(config-cmap)#match ip precedence 0
Ler1-uo(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uo(config)#class-map IP-AF12
Ler1-uo(config-cmap)#match ip precedence 1
Ler1-uo(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uo(config)#class-map IP-AF21
Ler1-uo(config-cmap)#match ip precedence 2
Ler1-uo(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uo(config)#class-map IP-AF22
Ler1-uo(config-cmap)#match ip precedence 3
Ler1-uo(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uo(config)#class-map IP-AF31
Ler1-uo(config-cmap)#match ip precedence 4
Ler1-uo(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uo(config)#class-map IP-AF32
Ler1-uo(config-cmap)#match ip precedence 5
```

```
Ler1-uid(config-cmap)#exit
```

### ***Creating the entry policy***

```
Ler1-uid(config)#policy-map politica-1
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class IP-AF11
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#police 8000 conform-action set-mpls-exp-imposition-transmit 0
exceed-action drop
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class IP-AF12
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#police 10000 conform-action set-mpls-exp-imposition-transmit 1
exceed-action set-mpls-exp-imposition-transmit 0
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class IP-AF21
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#police 12000 conform-action set-mpls-exp-imposition-transmit 2
exceed-action set-mpls-exp-imposition-transmit 1
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class IP-AF22
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#police 12000 conform-action set-mpls-exp-imposition-transmit 3
exceed-action set-mpls-exp-imposition-transmit 2
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class IP-AF31
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#police 12000 conform-action set-mpls-exp-imposition-transmit 4
exceed-action set-mpls-exp-imposition-transmit 3
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class IP-AF32
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#police 12000 conform-action set-mpls-exp-imposition-transmit 5
exceed-action set-mpls-exp-imposition-transmit 4
```

```
Ler1-uid(config-pmap-c)#end
```

### ***Classification of the packets based on the EXP field***

```
Ler1-uid#configure terminal
```

```
Ler1-uid(config)#class-map MPLS-AF11
```

```
Ler1-uid(config-cmap)#match mpls experimental topmost 0
```

```
Ler1-uid(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uid(config)#class-map MPLS-AF12
```

```
Ler1-uid(config-cmap)#match mpls experimental topmost 1
```

```
Ler1-uid(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uid(config)#class-map MPLS-AF21
Ler1-uid(config-cmap)#match mpls experimental topmost 2
Ler1-uid(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uid(config)#class-map MPLS-AF22
Ler1-uid(config-cmap)#match mpls experimental topmost 3
Ler1-uid(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uid(config)#class-map MPLS-AF31
Ler1-uid(config-cmap)#match mpls experimental topmost 4
Ler1-uid(config-cmap)#exit
```

```
Ler1-uid(config)#class-map MPLS-AF32
Ler1-uid(config-cmap)#match mpls experimental topmost 5
Ler1-uid(config-cmap)#exit
```

### ***Creating the policy to the output LER1 router***

```
Ler1-uid(config)#policy-map politica-2
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class MPLS-AF11
Ler1-uid(config-pmap-c)#bandwidth percent 5
Ler1-uid(config-pmap-c)#random-detect
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class MPLS-AF12
Ler1-uid(config-pmap-c)#bandwidth percent 10
Ler1-uid(config-pmap-c)#random-detect
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class MPLS-AF21
Ler1-uid(config-pmap-c)#bandwidth percent 10
Ler1-uid(config-pmap-c)#random-detect
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class MPLS-AF22
Ler1-uid(config-pmap-c)#bandwidth percent 15
Ler1-uid(config-pmap-c)#random-detect
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class MPLS-AF31
Ler1-uid(config-pmap-c)#bandwidth percent 15
Ler1-uid(config-pmap-c)#random-detect
Ler1-uid(config-pmap-c)#exit
```

```
Ler1-uid(config-pmap)#class MPLS-AF32
```

```
Ler1-uo(config-pmap-c)#bandwidth percent 20  
Ler1-uo(config-pmap-c)#random-detect  
Ler1-uo(config-pmap-c)#end
```

*Assignment of the policy in the output interface LER1 router*

```
Ler1-uo(config)#int f0/0  
Ler1-uo(config-if)#service-policy output politica-2  
Ler1-uo(config-if)#exit
```

The configuration of the other routers in the paths of Quito - Guayaquil and Quito - Cuenca maintains the same scheme of LER1 router on the marking, classification and policies to prioritize the traffic of the voice applications, video and data.