



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**RECOMENDACIONES PARA LA MIGRACIÓN A LA
TECNOLOGÍA IP-MPLS DE LA RED DE
TELECOMUNICACIONES DE ETAPA EP**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERA ELECTRÓNICA**

AUTOR:

BUSTAMANTE PAREDES VERÓNICA IVETTE

DIRECTOR:

HUGO MARCELO TORRES SALAMEA

CUENCA-ECUADOR

2012

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a Dios por su infinita bondad.

A mis padres Ivette y Gelbar gracias a quienes pude culminar mis estudios y a quienes debo lo que soy, a mis hermanos Diego y Katherine por su ejemplo y su aliento en todo momento, a toda mi familia por estar siempre a mi lado, a Esteban por su incondicional apoyo, a todos mis amigos y amigas por compartir sus conocimientos y su amistad durante esta etapa de mi vida, a mis maestros por su guía, sabiduría y consejos.

Verónica Ivette Bustamante Paredes

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que hicieron posible la culminación de este proyecto, de manera especial a mi familia por todo el respaldo recibido, al Ing. Hugo Torres por su valiosa ayuda como director de esta monografía, al Ing. Eduardo Sempértegui e Ing. Freddy Pesantez, miembros del tribunal, por sus preciados consejos, al Ing. Diego Rodríguez, representante de la empresa ETAPA E.P, por su asistencia, tiempo y sugerencias en la elaboración de este trabajo.

Verónica Ivette Bustamante Paredes



RECOMENDACIONES PARA LA MIGRACIÓN A LA TECNOLOGÍA IP-MPLS DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES DE ETAPA EP

RESUMEN

Para presentar las recomendaciones necesarias para una correcta implementación de la tecnología IP-MPLS en la red de telecomunicaciones de la Empresa Pública Municipal de la ciudad de Cuenca ETAPA E.P, se analiza y presenta la arquitectura de red actual, sus problemas y limitaciones y la arquitectura IP-MPLS propuesta por el fabricante Huawei, estudiando las ventajas que supone la migración. Además según consideraciones y análisis de tráfico en los nodos Centro, Ejido y Totoracocha se define el horario y las políticas necesarias a fin de brindar la mayor transparencia posible del proceso llevado a cabo para el abonado beneficiario de los servicios ofertados por la empresa.

Palabras Clave: IP-MPLS, migración, tráfico, abonado, router, nodo, switch, topología, banda ancha.



Verónica Bustamante Paredes
Autor



Ing. Hugo Torres Salamea
Director



**RECOMENDACIONES FOR IP-MPLS TECNOLOGY
IMPLEMENTATION IN THE TELECOMMUNICATIONS NETWORK
OF ETAPA E.P**

ABSTRACT

To present the necessary recommendations for a correct IP-MPLS technology implementation in the telecommunications network of Cuenca's Municipal Public Company ETAPA E.P, is analyzed and presented the current network architecture, its problems and limitations and the proposal IP-MPLS architecture by the Huawei manufacturer, studying the advantages of migration. Also according to traffic considerations and analysis in Centro, Ejido and Totoracocha's nodes the schedule and policies are defined to provide the greatest possible transparency of the migration process for the user of the services offered by the company.

Key Words: IP-MPLS, migration, traffic, user, router, node, switch, topology, wideband.



Verónica Bustamante Paredes
Autor



Ing. Hugo Torres Salamea
Director

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Índice de Contenidos.....	vi
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Anexos.....	x
Introducción.....	1

CAPÍTULO 1: CONCEPTOS GENERALES DE IP-MPLS

Introducción.....	2
1.1 Conceptos Generales.....	2
1.1.1 Modelo OSI y TCP/IP.....	2
1.1.1.1 Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI)....	3
1.1.1.2 Modelo Protocolo de Transmisión/ Protocolo de Internet (TCP/IP).....	5
1.1.2 Fibra Óptica.....	7
1.1.2.1 Tipos de fibra óptica.....	7
1.1.2.2 Conectores.....	8
1.1.3 VLANs y VPNs.....	10
1.1.3.1 Red Virtual de Área Local (VLAN).....	10
1.1.3.2 Red Privada Virtual (VPN).....	11
1.1.4 Protocolos de Internet.....	12
1.1.4.1 Internet Protocol version 4 (IPv4).....	12
1.1.4.2 Internet Protocol version 6 (IPv6).....	13
1.1.5 Protocolos de Enrutamiento.....	13
1.1.5.1 Protocolos IGP y EGP.....	14
1.1.5.2 Primero el camino abierto más corto (OSPF).....	15
1.1.5.3 Sistema Intermedio a Sistema Intermedio (IS-IS).....	16
1.2 Protocolo Múltiple por conmutación de etiquetas (IP/MPLS).....	18
1.2.1 Introducción.....	18
1.2.2 Antecedentes.....	19
1.2.3 Características MPLS.....	19
1.2.4 Proceso de Envío.....	20

1.2.5 Proceso de Control.....	22
1.2.6 Calidad de Servicio.....	25
1.2.7 Ingeniería de Tráfico.....	25
1.2.8 Conclusiones.....	26

CAPÍTULO 2: ARQUITECTURA Y ANÁLISIS DE LAS REDES

Introducción.....	27
2.1 Análisis de la arquitectura actual de la red de ETAPA E.P.....	27
2.1.1 Arquitectura de red actual.....	28
2.1.2 Redundancia.....	31
2.1.3 Capacidad de la red.....	34
2.1.4 Recursos de la red.....	37
2.1.5 Tráfico.....	38
2.2 Análisis de la arquitectura IP-MPLS de la red de ETAPA E.P.....	39
2.2.1 Arquitectura IP-MPLS.....	39
2.2.1.1 Identificación de los nodos.....	41
2.2.1.2 Equipos IP-MPLS.....	43
2.2.2 Redundancia.....	46
2.2.3 Tráfico.....	47
2.2.4 Reestructuración y aprovechamiento de los recursos de red.....	49
2.2.5 Capacidad y escalabilidad de la red.....	49
2.3 Conclusiones.....	50

CAPÍTULO 3: MIGRACIÓN Y RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE IP-MPLS

Introducción.....	51
3.1 Consideraciones de tráfico.....	51
3.2 Consideraciones para el direccionamiento IP de la red.....	60
3.3 Consideraciones para la asignación de VLANs.....	61
3.4 Etapas de la migración.....	62
3.5 Conclusiones.....	62

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
BIBLIOGRAFÍA.....	65
ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Capas del Modelo OSI vs TCP/IP.....	6
Figura 1.2: Principio de reflexión total de la fibra óptica.....	7
Figura 1.3: Conector SC.....	8
Figura 1.4: Conector FC.....	9
Figura 1.5: Conector LC.....	9
Figura 1.6: Conector ST.....	10
Figura 1.7: Esquema de una VLAN.....	11
Figura 1.8: Esquema de una VPN.....	11
Figura 1.9: Esquema del protocolo OSPF.....	15
Figura 1.10: Esquema del protocolo IS-IS.....	18
Figura 1.11: Proceso de envío de IP-MPLS.....	20
Figura 1.12: Funcionamiento del Label Edge Router (LER).....	21
Figura 1.13: Proceso de enrutamiento de IP-MPLS.....	22
Figura 1.14: Protocolo RSVP.....	23
Figura 1.15: Protocolo LDP.....	24
Figura 2.1: Nodos Core de la red de telecomunicaciones de ETAPA E.P	29
Figura 2.2: Esquema de Routing de la red de telecomunicaciones de ETAPA E.P.....	30
Figura 2.3: Análisis de redundancia de la red. Caso 1.....	32
Figura 2.4: Análisis de redundancia de la red. Caso 2.....	33
Figura 2.5: Análisis de recursos de red. Caso Nodo Ejido.....	37
Figura 2.6: Topología de la red propuesta IP-MPLS de ETAPA E.P.....	40
Figura 2.7: Router Quidway NE40-X8.....	44
Figura 2.8: Switch Quidway S9312.....	44
Figura 2.9: ODF y Patch Panel.....	45
Figura 2.10: DDF Huawei.....	45
Figura 2.11: Análisis de redundancia de la red propuesta IP-MPLS.....	47
Figura 3.1: Captura de tráfico cursado en el nodo Arenal.....	52
Figura 3.2: Captura de tráfico cursado en el nodo Narancay.....	53
Figura 3.3: Captura de tráfico cursado en el nodo Escuela Panamá.....	54
Figura 3.4: Captura de tráfico cursado en el nodo Patamarca.....	55
Figura 3.5: Captura de tráfico cursado en el nodo T1 (UPS). Interfaz Miraflores.....	56
Figura 3.6: Captura de tráfico cursado en el nodo T1 (UPS). Interfaz Sinincay.....	57
Figura 3.7: Captura de tráfico cursado en el nodo Tanques de Agua.....	58
Figura 3.8: Captura de tráfico cursado en el nodo Laguna.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Detalles del Plan Corporativo del servicio de Internet de banda ancha de ETAPA E.P.....	34
Tabla 1.2: Detalles del Plan Residencial del servicio de Internet de banda ancha de ETAPA E.P.....	35
Tabla 1.3: Listado detallado de los nodos de la red propuesta IP-MPLS de ETAPA E.P.....	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Cobertura de banda ancha de ETAPA E.P.....	67
Anexo 2: Esquema de la topología actual de la red	68

Bustamante Paredes Verónica Ivette

Trabajo de graduación

Torres Salamea Hugo Marcelo, Ing.

Enero del 2012

RECOMENDACIONES PARA LA MIGRACIÓN A LA TECNOLOGÍA IP-MPLS DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES DE ETAPA EP

INTRODUCCIÓN

El imparable crecimiento y gran desarrollo de Internet han impulsado la aparición de nuevos y más sofisticados servicios y aplicaciones, su demanda provocó fundamentalmente la necesidad de un mayor ancho de banda y la posibilidad de seleccionar distintos niveles de servicio, además de otros requerimientos que han puesto a prueba las redes IP actuales.

La nueva tecnología Internet Protocol- MultiProtocol Label Switching (IP-MPLS) supone grandes mejoras en la conmutación de paquetes, es el avance más reciente en la evolución de las tecnologías de routing y forwarding en las redes IP, razón por la cual la Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones, Agua Potable y Alcantarillado de Cuenca ETAPA EP ha creído conveniente su implementación en su red de telecomunicaciones, sin embargo una de las mayores preocupaciones es determinar las políticas más convenientes para realizar la migración a fin de que el proceso llevado a cabo sea transparente para el usuario.

CAPÍTULO 1

CONCEPTOS GENERALES DE IP-MPLS

Introducción

La tecnología de routing y conmutación IP-MPLS promete ser la solución a los distintos problemas presentados en las redes IP, supone una evolución significativa en la manera de construir y gestionar las mismas. El presente capítulo abarca los conceptos generales previos necesarios para la comprensión de IP-MPLS y posteriormente aborda la tecnología, detallando sus características y funcionamiento, los protocolos que utiliza y las ventajas que supone su implementación.

1.1 Conceptos Generales

Para la correcta comprensión del funcionamiento de la tecnología IP-MPLS, llamada a ser la tecnología a desplegar en implementar por los Proveedores de Servicios de Internet (ISP) alrededor del mundo, es necesario previamente conocer ciertas definiciones o conceptos generales de redes, mismos que se abordarán a continuación.

1.1.1 Modelo OSI y TCP/IP

Para el intercambio de la información entre los sistemas de comunicación un conjunto de convenciones es necesario, una guía o modelo que establezca y permita la comprensión de las funciones que son llevadas a cabo dentro de una red. El modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) y el modelo Protocolo de

Control de Transmisión/ Protocolo de Internet (TCP/IP) son los modelos más importantes.

1.1.1.1 Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI)

OSI ¹“Interconexión de Sistemas Abiertos es un modelo de referencia de internetwork”, nace ante la necesidad de normalizar y proporcionar interoperabilidad e interconexión a los sistemas o redes de comunicación; define una estructura jerárquica basada en 7 capas, cada una de ellas se sostiene y brinda servicios a las capas contiguas, establece dos tipos de comunicaciones, una física o vertical dentro de la misma red y otra horizontal lógica que comunica las capas de distintas redes. Las 7 capas de este modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos se describen a continuación:

Capa Física

En este nivel o capa del modelo OSI la información binaria o “*frame*” es codificada en señales para ser transmitida por un medio físico determinado, sea este fibra óptica, cobre o medio inalámbrico. La capa física se encarga de las propiedades y conexiones de todos los dispositivos físicos de la red.

Capa de Enlace

Capa dedicada al establecimiento, mantenimiento y liberación del enlace, comprende el direccionamiento físico, detección y control de errores, acceso a la red, distribución de frames y control de flujo. Ésta se divide en dos subcapas, una de control de acceso al medio (MAC) y otra de control de enlace lógico (LLC).

Los protocolos Ethernet, Protocolo Punto a Punto (PPP), Frame Relay, Modo de transferencia asincrónico (ATM), etc. son usados en esta capa.

¹ Cisco Redes, Tutoriales, Modelo OSI, <http://www.ciscoredes.com/tutoriales/60-modelo-osi-y-tpc-ip.html>.

Capa de Red

La capa de red se ocupa de la transmisión y “routing” o encaminamiento de los paquetes para la comunicación extremo a extremo a través de la red, define la estructura de direcciones y rutas de Internet, utilizan dos tipos de paquetes: de datos y de actualización de ruta. Los procesos básicos llevados a cabo en esta capa son: direccionamiento, encapsulamiento, enrutamiento y desencapsulamiento; IPv4, IPv6 por ejemplo son protocolos de esta capa.

Capa de Transporte

En este nivel se proporcionan los mecanismos para el intercambio de información entre destinos finales, es la capa encargada del transporte confiable y libre de errores, además del seguimiento y mantenimiento continuo de la comunicación. El Protocolo de Control de Transmisión TCP y el Protocolo de Datagramas de Usuario UDP son usados en este nivel.

Capa de Sesión

Esta capa permite la comunicación entre sistemas finales diversos mediante la utilización de aplicaciones; asegurando los servicios proporcionados por la capa de transporte. Controla, sincroniza, mantiene y recupera las sesiones establecidas entre dos hosts o estaciones de trabajo, además de ante cualquier interrupción en la comunicación garantizar la reanudación de la misma.

Capa de Presentación

La capa de presentación define el formato y representación de los paquetes a intercambiar, comprende la codificación, conversión, comprensión y encriptación de los datos para que la información enviada en el dispositivo emisor o de origen pueda ser interpretada correctamente en el dispositivo de destino o receptor.

Capa de Aplicación

La capa de aplicación, séptima capa de l modelo OSI, es la que brinda el interfaz con el usuario, a través de programas o aplicaciones a los que accede como navegadores., proporcionándole el acceso a los servicios del resto de capas. Define los protocolos para la comunicación entre aplicaciones como POP (Post Office Protocol) para el correo electrónico o HTTP (HiperText Transfer Protocol) para la navegación en Internet.

1.1.1.2 Modelo Protocolo de Control de Transmisión/ Protocolo de Internet (TCP/IP)

El protocolo TCP/IP es el protocolo de red adoptado a nivel mundial, es un estándar abierto de conmutación de paquetes que constituye la base para Internet. Todos los ordenadores conectados a la red se pueden comunicar entre sí gracias a TCP/IP que es compatible con cualquier tipo de sistema operativo y hardware. TCP/IP es el conjunto de los protocolos TCP (Transmission Control Protocol) e IP (Internet Protocol) y consta de cuatro capas que se detallan en seguida:

Capa de Aplicación

La capa de aplicación del modelo TCP/IP se corresponde con las capas de aplicación, presentación y sesión del modelo OSI. En este nivel trabajan protocolos destinados a proporcionar servicios al usuario, mismos que permiten la interacción del mismo con la máquina o computador.

Capa de Transporte

Correspondiente con el nivel de transporte del modelo OSI. Los protocolos de este nivel se encargan de manejar los datos y proporcionar la fiabilidad necesaria en el transporte de los mismos entre destinos finales.

Capa de Internet

Es el nivel de red del modelo OSI. Incluye el protocolo IP, el protocolo más importante en este nivel. IP es la base del transporte de datos de las redes TCP/IP, ya que se encarga del routing y define los datagramas a transportar en la red, además de segmentarlos y re-ensamblarlos para proporcionar el formato indicado para una correcta transmisión

Capa de Acceso a la Red

Es el interfaz de la red real, especifica los mecanismos para el enrutamiento de los paquetes sin importar el medio utilizado, por lo que TCP/IP no especifica un protocolo específico en este nivel. Se corresponde con las capas física y de enlace del modelo OSI, con algunas funciones de la capa de red.

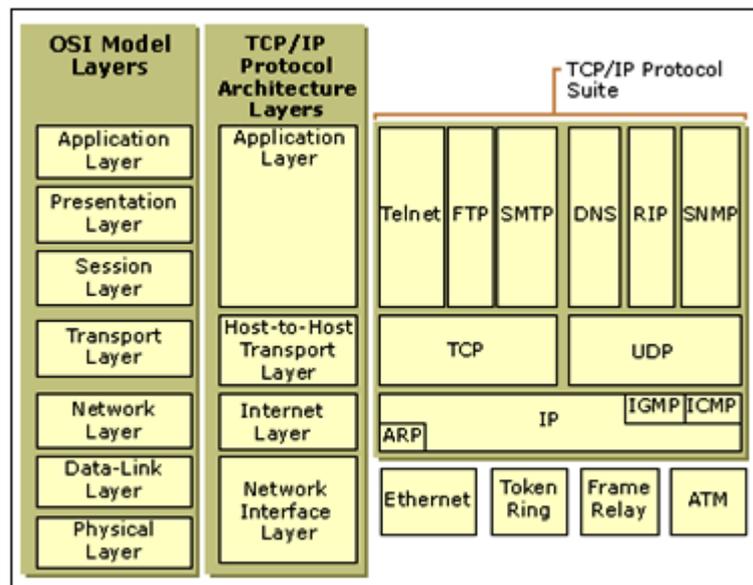


Figura 1.1: Capas del Modelo OSI vs TCP/IP

Fuente: TCP Protocol Layers, http://www.softpanorama.org/Net/tcp_protocol_layers.shtml

1.1.2 Fibra Óptica

La fibra óptica es un medio de transmisión que aprovecha las propiedades de la luz como portadora de información, está hecha a base sílice y su principio de

funcionamiento se basa en la reflexión interna total; el haz de luz se propaga en el núcleo de la fibra con un ángulo de incidencia mayor a un valor o ángulo crítico, permitiendo que la onda se refleje totalmente hacia el interior de la fibra sin producirse pérdidas.

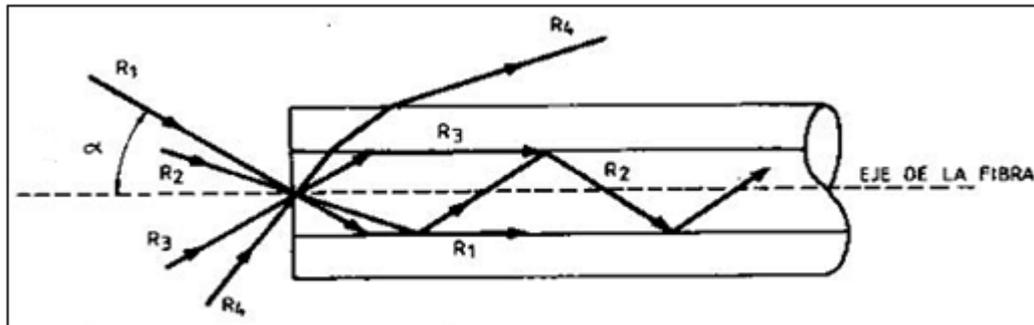


Figura 1.2: Principio de reflexión total de la fibra óptica.

Fuente: Funcionamiento de la Fibra Óptica, <http://elmolinerodemontilla.blogspot.com/2010/11/la-fibra-optica-que-es.html>

1.1.2.1 Tipos de Fibra Óptica

Fibra Multimodo (Multimode Fiber, MM)

Fibra en la que varios haces de luz son guiados o transmitidos de manera independiente a través del núcleo o core de la misma, con un diámetro de 125 μm y un ancho de banda poco considerable. Este tipo de fibra es usado para comunicaciones de distancias cortas ya que su alcance es limitado, además ofrece menores costos en comparación con la fibra monomodo, tratada a continuación..

Fibra Monomodo (Single Mode Fiber, SM)

La Fibra Monomodo permite la propagación de un solo haz de luz a través de su núcleo, la transmisión es en línea recta y su diámetro es de 8,3 – 10 μm . Este tipo de fibra logra un mayor ancho de banda y una menor atenuación, así como grandes distancias, justificando así su inversión ya que este tipo de fibra es más costoso.

1.1.2.2 Conectores

Los conectores son elementos pasivos muy importantes, necesarios para el buen establecimiento de un enlace, situados en los extremos de la fibra óptica sirven de unión entre dos o más de las mismas, asegurando las mejores condiciones ópticas para una buena conexión sin mayores pérdidas. A continuación se presenta los tipos de conectores existentes:

SC (Subscriber Connector)

El conector SC utiliza el mecanismo para acoplamiento push-pull mediante una inserción que traba el conector logrando una sujeción segura, es usado comúnmente para fibras monomodo debido a su eficacia, posee una férula cerámica de 2,5mm. Disponible también en configuración dúplex y su pérdida de inserción es de 0,25 dB en MM (Multi Mode) y 0,20 dB SM (Single Mode).



Figura 1.3: Conector SC

Fuente: Mdnetworks, Fibra Óptica, <http://mdnetworks.com.ar/fibra.html>

FC (Fiber Connector)

FC es un conector con cuerpo roscado y guía, posee una férula de 2,5 mm y es usado en aplicaciones tanto monomodo como multimodo, se atornilla y alinea con una ranura para un cierre perfecto, su pérdida de inserción es de 0,25 dB en MM y 0,20 dB SM.



Figura 1.4: Conector FC

Fuente: Mdnetworks, Fibra Óptica, <http://mdnetworks.com.ar/fibra.html>

LC (Lucent Connector)

El conector LC es preferido mayormente para uso monomodo, mejora en resistencia y tamaño a las generaciones anteriores. LC posee una férula de 1,25mm, cuenta con un mecanismo de cierre push-pull y su pérdida de inserción es baja, de 0,25 dB en MM y 0,15 dB SM.



Figura 1.5: Conector LC

Fuente: Mdnetworks, Fibra Óptica, <http://mdnetworks.com.ar/fibra.html>

ST (Straight+Tip)

ST es un conector de fibra óptica con una larga férula cerámica de 2,5mm y acoplamiento con bayoneta de medio giro, ampliamente desplegado en redes LAN y sistemas multimodo, cuenta con un buen precio y gran calidad. Su pérdida de inserción es de 0,20 dB en MM y SM.



Figura 1.6: Conector ST

Fuente: Mdnetworks, Fibra Óptica, <http://mdnetworks.com.ar/fibra.html>

1.1.3 VLANs y VPNs

1.1.3.1 Virtual Local Area Network (VLAN)

²“La Virtual LAN o Red de Área Local Virtual es una subred IP creada para proporcionar independencia a segmentos lógicos de una LAN”, brinda confidencialidad y libera a la red de las limitaciones físicas. Dentro de una red de área local los dispositivos que la conforman comparten los recursos del medio físico y ancho de banda, una VLAN permite crear redes independientes que pueden coexistir dentro de una misma red física aprovechando de una mejor manera el ancho de banda disponible.

Una VLAN está compuesta por un conjunto de dispositivos de red interconectados por software, emplea switches que asignan las VLAN's entre el servidor y una estación de trabajo determinada.

² Cisco Redes, Tutoriales, VLAN, <http://www.ciscoredes.com/tutoriales/65-vlan.html>

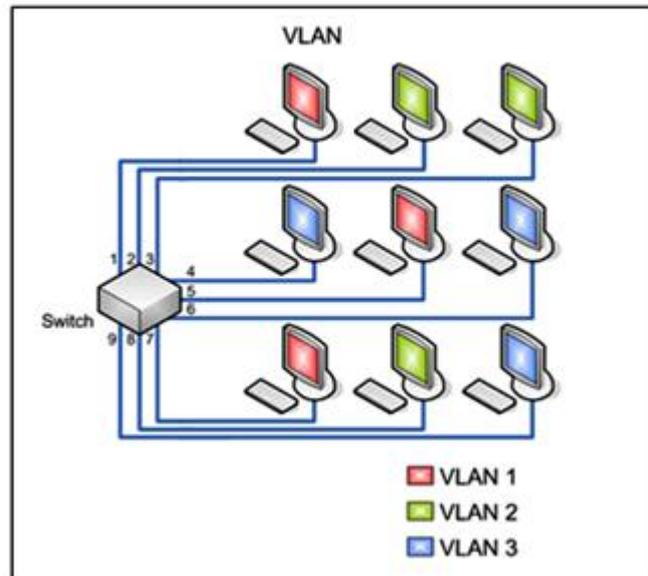


Figura 1.7: Esquema de una VLAN

Fuente: Textos Científicos, Redes Virtuales VLANs, <http://www.textoscientificos.com/redes/redes-virtuales>

1.1.3.2 Virtual Private Network (VPN)

La VPN o Red Privada Virtual permite la interconexión de varias redes remotas mediante una red pública como Internet pero comportándose como una única red privada. Las VPN's utilizan tecnología de túnel (tunneling) para la transmisión de datos mediante procesos de encapsulación y encriptación que brindan gran seguridad a pesar de utilizar una red pública, lo que constituye su mayor ventaja.

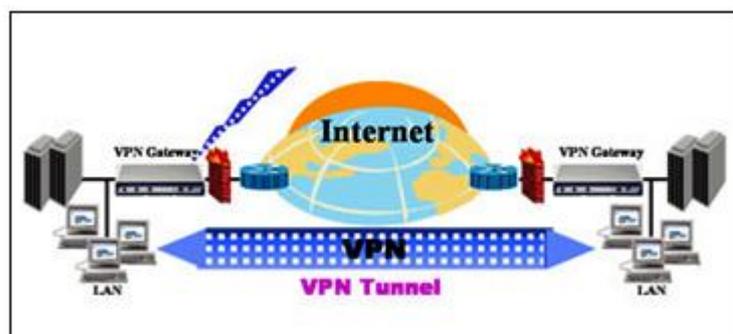


Figura 1.8: Esquema de una VPN

Fuente: ICCES, Virtual Private Network, <http://icces.com/virtual-private-network.htm>

1.1.4 Protocolos de Internet

La base de Internet es el Protocolo de Internet (IP), su función es el intercambio de datos o paquetes entre estaciones de trabajo que acceden al medio IP, cuenta con una versión 4 ampliamente desplegada actualmente y una versión 6 que representa el futuro del direccionamiento IP de la red.

1.1.4.1 Internet Protocol versión 4 (IPv4)

La cuarta versión del protocolo de Internet IP está plenamente desplegada e implementada en la red, utiliza direcciones de 32 bits representadas por 4 octetos de la siguiente manera:

145.67.8.48

En donde cada número puede estar comprendido entre 0 y 255.

IPV4 diferencia básicamente 3 tipos de direcciones: Públicas, Privadas y Reservadas.

Direcciones Públicas: Usadas para el acceso a Internet.

Direcciones Privadas: Utilizadas en redes de área local, a nivel doméstico y corporativo.

Direcciones Reservadas. De uso específico, las más importantes son:

- 0.0.0.0 ó .0: Dirección para referirse a la red.
- 255.255.255.255 ó .255.: Dirección de broadcast.
- 127.X.X.X: Dirección de la computadora del usuario.
- 127.0.0.1 (o localhost). Dirección del usuario referida de manera local.

Debido al imparable e impensado crecimiento de Internet, IPV4 es ya un protocolo insuficiente y las direcciones son escasas, esta limitación ha impulsado la implementación y desarrollo de IPV6, la nueva versión que promete solucionar los problemas de mala distribución y saturación de IPV4.

1.1.4.2 Internet Protocol version 6 (IPV6)

La última versión del protocolo de Internet surge ante la necesidad de solucionar la variedad de problemas presentados en la actualidad por el protocolo IPV4:

Mayor capacidad de direcciones: IPV6 trabaja con direcciones de 128 bits, es decir que cuenta con $3,4 \times 10^{38}$ posibles direcciones (2^{128}) representadas de manera hexadecimal, mejorando enormemente la capacidad de direccionamiento. Por ejemplo:

FEBC:A574:382B:23C1:AA49:4592:4EFE:9982

En donde cada grupo de cuatro cifras hexadecimales puede ir desde 0000 hasta FFFF.

Mejora formato de encabezado: Encabezado de tamaño fijo que mejora sustancialmente la eficiencia, agrega funciones como identificación de flujo y tamaño de carga.

Además cuenta con una mayor flexibilidad, seguridad, direccionamiento jerárquico, enrutamiento más eficiente, etc. sin lugar a duda una revolución en el mundo de las redes.

1.1.5 Protocolos de Enrutamiento

Los protocolos de Enrutamiento se encargan del correcto encaminamiento de los paquetes desde su origen hasta su destino, este proceso se realiza mediante la aplicación de algoritmos que determinan la ruta que un determinado paquete debe

seguir. A continuación se especificarán los protocolos de enrutamiento más importantes.

1.1.5.1 Protocolos IGP y EGP

Dentro de un sistema autónomo (SA) existen varias redes individuales que se encuentran bajo el control de una misma organización, también llamado dominio de enrutamiento, este sistema se compone de un conjunto de routers administrados de manera común. Dos protocolos de enrutamiento son requeridos en este tipo de sistemas:

Interior Gateway Protocol (IGP): Protocolo para el enrutamiento interno de un sistema autónomo, enrutamiento de sistemas intraautónomos. Se clasifica en dos tipos:

Protocolo de enrutamiento por vector distancia: Protocolo que trabaja con la publicación de rutas compuestas de distancia y dirección, la distancia es definida mediante una métrica y la dirección es el router del siguiente salto. La mejor ruta es seleccionada mediante el algoritmo Bellman-Ford que converge a medida que se agregan nodos, cada nodo envía a sus vecinos su tabla de enrutamiento, la información se actualiza ante cada cambio en la topología de toda la red, así todos los nodos del dominio publican su información y la van actualizando gracias a las publicaciones de sus nodos vecinos.

Protocolo de enrutamiento de estado de enlace: Trabaja mediante mapas que son almacenados por todos los nodos de la red, es decir, cada nodo envía la información a todos los nodos de la red; sin embargo dicha información es relativa a sus vecinos, mas no relativa a toda la topología de red. Para comprender mejor ese protocolo más adelante se analizarán los protocolos OSPF y IS-IS.

Exterior Gateway Protocols (EGP): Protocolo para el enrutamiento entre sistemas autónomos, enrutamiento de sistemas interautónomos.

El protocolo BGP o Protocolo de Borde de Pasarela en un protocolo EGP, utiliza el algoritmo de vector distancia para el enrutamiento de paquetes entre routers fronterizos de determinados sistemas autónomos. BGP-4, la cuarta versión de BGP, es el estándar adoptado por Internet.

1.1.5.2 Primero el Camino Mas Corto (OSPF)

OSPF (Open Short Path First) es un protocolo de routing interno (IGP) de redes IP basado en el algoritmo SPF (Short Path First) o también llamado Dijkstra. Fue diseñado para ofrecer flexibilidad y disponibilidad para múltiples sistemas operativos además de soportar junto con IS-IS el protocolo MPLS.

El protocolo OSPF trabaja en el entorno Internet y su protocolo TCP/IP, distribuye la información entre los routers de un mismo sistema autónomo que se divide en una o más áreas, cada área es un conjunto de redes y hosts contiguos, tienen asignado un número que le permite a OSPF dar soporte a grandes áreas. El área conectada al backbone de la red se le llama área 0.

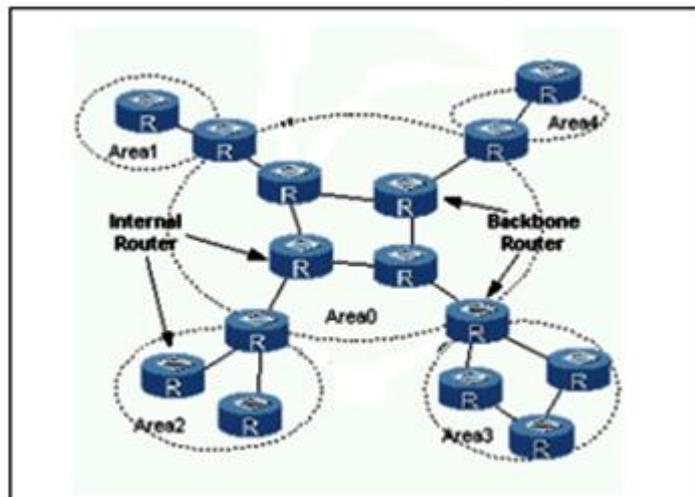


Figura 1.9: Esquema del protocolo OSPF

Fuente: IPv6net, IPv6 Cisco Interior Gateway Routing, <http://ipv6net.co.uk/Services.aspx>

Proceso OSPF

OSPF opera como protocolo de estado de enlace, mediante paquetes específicos que le permiten conocer dicho estado gracias a la existencia del Mapa de la Red que consiste en una tabla conformada por filas y columnas que contienen información de todos los routers. Los nodos almacenan este mapa y ante cualquier cambio en la topología de la red son actualizados e inundan la red con la nueva disposición del Mapa de Red y mediante el algoritmo SPF calculan la ruta más corta a cada nodo.

Los routers envían periódicamente mensajes “hello”, avisos o mensajes utilizados para la comunicación de dispositivos de red, que son recibidos por el resto de routers para saber si éstos se encuentran activos.

1.1.5.3 Sistema Intermedio a Sistema Intermedio (IS-IS)

IS-IS (Intermediate System to Intermediate System) es un protocolo de Gateway Interior (IGP) por estado de enlace que usa el algoritmo SPF. IS-IS ofrece gran escalabilidad, una rápida convergencia y flexibilidad. IS-IS suele verse en los Proveedores de Servicio de Internet ISPs (Internet Service Provider) y trabaja en redes de gran escala, se adecúa a la jerarquía de la red y soporta grandes esquemas de direccionamiento además del protocolo MPLS (Multiprotocol Label Switching).

Proceso IS-IS

IS-IS opera a nivel de la capa de red, en un ambiente de servicio no orientado a conexión, no requiere establecer una conexión entre los destinos para transmitir la información sino que la trata de manera independiente y autónoma.

El dominio es dividido en áreas que establecen dos niveles de jerarquía. Dentro de cada área reside un sistema o IS (Intermediate System) que puede ser de nivel 1 y nivel 2.

Nivel 1:

Los routers pertenecientes a esta subred o routers intra-área poseen solamente información de la misma y tienen una base de datos de estado-enlace idéntica entre ellos.

Para el proceso de encaminamiento el router requerido consulta su tabla de enrutamiento y extrayendo del paquete a encaminar su información define el área de la dirección de destino, si se encuentra dentro de su propia área enruta el paquete utilizando su base de datos, y si pertenece a otra área lo envía al área 2 más cercana a su dominio.

Nivel 2

Los routers de este nivel o inter-routers también poseen una base de datos estado-enlace idéntica entre ellos y se comunican mediante “hellos”. Cuando un paquete requiere ser enrutado a un área de destino diferente el router y consulta la ruta en la base de datos.

Se puede hablar de un tercer nivel, un Nivel 1-2, dentro del que se encuentran routers tanto intra como inter áreas que tienen comunicación con los routers de Nivel 1 así como con los de Nivel 2, poseen dos bases de datos de estado-enlace para los dos niveles de jerarquía por separado. Se comunican con unos y otros a través de mensajes “hello”.

Selección de rutas

IS-IS selecciona las rutas de acuerdo a una métrica de costo asignada a cada enlace dentro del dominio y calcula las rutas más cortas desde cualquier IS hacia el resto de IS's dentro del área usando los PDUs (Protocol Data Unit) que contienen la información del último estado de enlace.

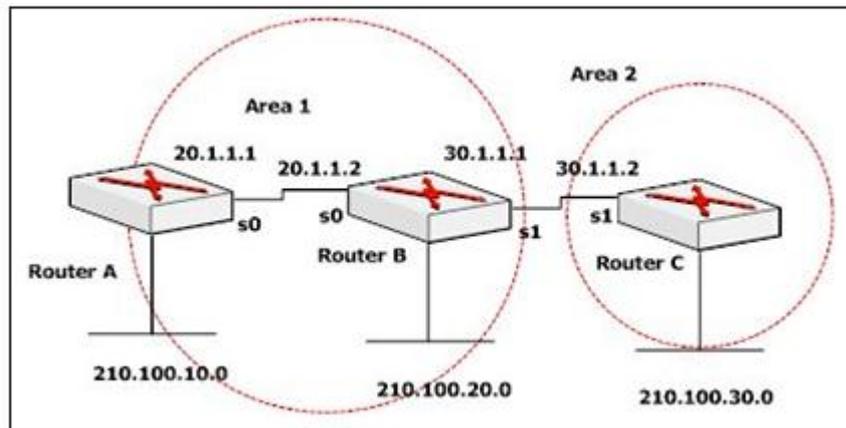


Figura 1.10: Esquema del protocolo IS-IS

Fuente: Computer Tips, IS-IS Configuration, <http://www.computerfreetips.com/cisco-router/IS-IS-protocol-Configuration.html>

1.2 Protocolo Múltiple por Conmutación de Etiquetas (IP/MPLS)

1.2.1 Introducción

Multiprotocol Label Switching (MPLS) es una avanzada tecnología que ofrece ser la solución a los problemas con los que cuenta el presente de las redes IP, supone grandes avances y el surgimiento de una nueva generación de redes inteligentes que serán capaces de brindar una variedad de servicios sobre una única infraestructura, las redes multiservicio.

MPLS juega un rol importante en el enrutamiento, conmutación y transporte del flujo de tráfico a través de la red, permite una mayor velocidad, seguridad, escalabilidad y flexibilidad, mejor calidad de servicio (QoS), diferentes clases de servicio (Class of Service, CoS), Ingeniería de tráfico (Traffic Engineering, TE), soporte de servicios multimedia (VoIP, videoconferencia, etc.) entre otras grandes ventajas que la han convertido en la tecnología a adoptar y desarrollar por los Proveedores de Servicios de Internet (ISP's).

1.2.2 Antecedentes

El reto de las redes desde hace algún tiempo debido al déficit de ancho de banda provocado por el gran crecimiento de la red ha sido la integración de las capas 2 (Enlace) y 3 (Red) del modelo OSI, a fin de combinar sus funciones para un mejor aprovechamiento y gestión de los recursos de red. Los principales obstáculos que se presentaron para esta unificación de capas fueron la falta de interoperabilidad entre tecnologías y la incapacidad de trabajar sobre cualquier plataforma de transporte. De esta manera nace MPLS, establecida en el IETF como la solución definitiva.

1.2.3 Características MPLS

Las implicaciones que conlleva la implementación de MPLS en realidad son bastante complejas, sin embargo los grandes avances que supone son claros, específicos y concretos.

MPLS cumple las siguientes funciones:

- Soporte de varias tecnologías de transporte (ATM, Frame Relay, Ethernet)
- Gestión de flujo de tráfico, Ingeniería de Tráfico (TE) en redes IP.
- Compatibilidad con el IETF y sus protocolos.
- Forwarding a nivel 2(enlace), con etiquetado local de paquetes.
- Routing basado en IP, direccionamiento de nivel 3 (OSPF, IS-IS, BGP.)
- Señalización para establecimiento de trayectos virtuales extremo a extremo, los protocolos usados LDP y RSVP con soporte de reserva de recursos para satisfacer TE.
- Aumento de la calidad de servicio (QoS) con varias clases de servicio (CoS).
- Soporte de multiservicios, transporta cualquier tipo de tráfico.
- Servicio de Redes Privadas Virtuales (VPNs).
- En resumen MPLS presenta básicamente dos componentes íntimamente ligadas, el control y el envío que se detallarán a continuación.

1.2.4 Proceso de Envío

El transporte de los datos se basa en la anexión de etiquetas o “*labels*” en la cabecera de los paquetes, éstas se asignan e intercambian a lo largo de los nodos entre la fuente y el destino determinando los caminos virtuales LSPs (Label Switching Paths) que siendo una secuencia de saltos (“*hops*”) establecen conexiones virtuales extremo a extremo en la red. Cada paquete se envía de un “conmutador de etiquetas” a otro a lo largo del dominio MPLS, éste conmutador o router que encamina el paquete según su etiqueta se llama LSR (Label Switching Router), su base de funcionamiento es el intercambio de las etiquetas según una tabla de envío que se construye a partir de la información de encaminamiento proporcionada por el plano de control.

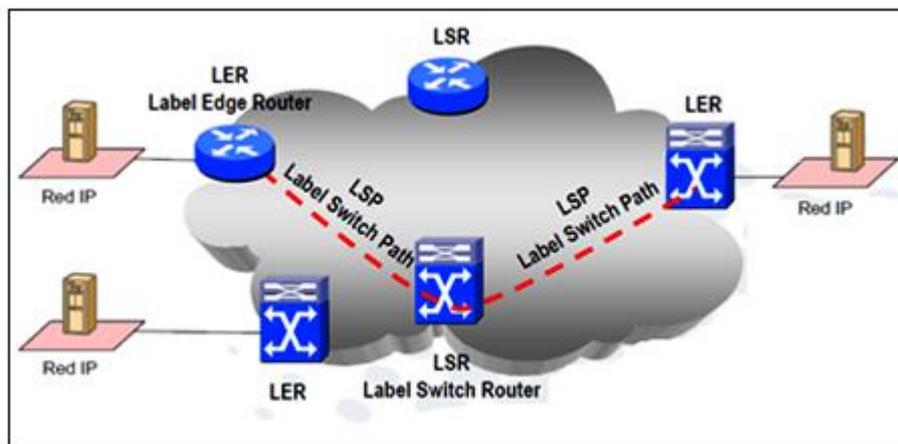


Figura 1.11: Proceso de envío de IP-MPLS

Fuente: Unitroics Comunicaciones S.A, MPLS (Multiprocolol Label Switching), Adolfo García Yague.

Cuando el paquete ingresa al dominio MPLS un LER (Label Edge Router) lo etiqueta clasificando y asignando el tráfico IP a un FEC, trabaja en la periferia del dominio MPLS solo una vez antes de que el paquete ingrese a la red.

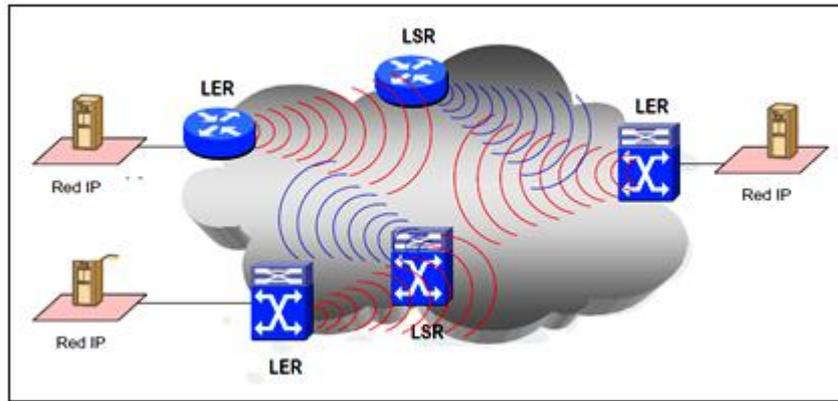


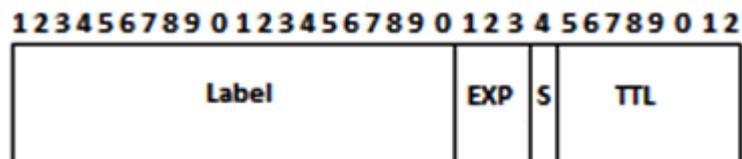
Figura 1.12: Funcionamiento del Label Edge Router (LER)

Fuente: Unitroics Comunicaciones S.A, MPLS (Multiprocol Label Switching), Adolfo García Yague.

La etiqueta identifica la “clase equivalente de envío” FEC (Forwarding Equivalence Class), que es un conjunto de paquetes que comparten requerimientos para su transmisión y reciben el mismo tratamiento de routing por lo que son enviados sobre el mismo circuito virtual.

Cabecera MPLS

La cabecera MPLS está compuesta de 4 bloques:



Label: Etiqueta 20 bits, Identifica FEC (20 bits), único de cada nodo.

EXP (Experimental): 3 bits, Propuesta de transmitir CoS (clases de servicio).

S (Stack): 1 bit, Valor de 1 para la primera entrada de la pila (la más antigua).

TTL (Time to life): 8 bits, Contador de número de saltos, evita bucles.

1.2.5 Proceso de Control

La parte de control de MPLS consta de dos funciones principales:

- Creación de las tablas de enrutamiento usadas por los LSRs para establecimiento de LSPs.
- Señalización para distribución de las etiquetas a los LSRs.

Tabla de Enrutamiento

Para la creación de tablas de ruteo MPLS aprovecha los protocolos internos de la red como lo son OSPF, IS-IS, BGP que ya cuentan con la información en base al comportamiento del tráfico, topología de la red, características del enlace, etc. La tabla de enrutamiento creada a partir de estos parámetros es compartida con los LSRs, cada tabla de cada LSR en enlazada mediante sus entradas y salidas creando la secuencia de etiquetas.

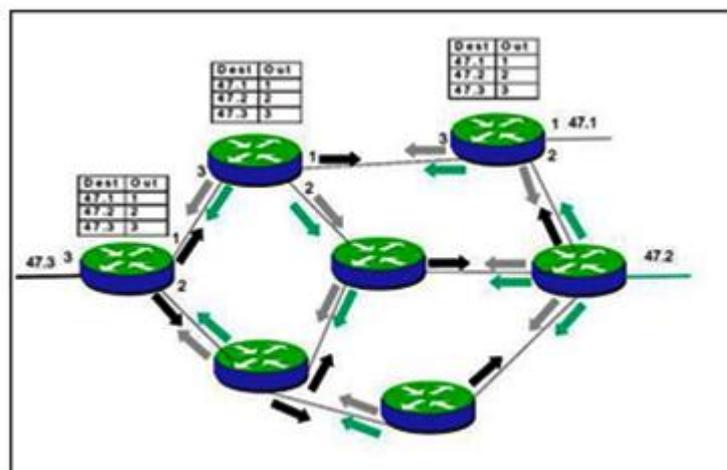


Figura 1.13: Proceso de enrutamiento de IP-MPLS

Fuente: Prácticas de Redes de Comunicación III, MPLS (Conmutación Multi-Protocolo mediante Etiquetas / IP (Internet Protocol), <http://arantxa.ii.uam.es/~apacheco/redesiii/pract3.html>)

Señalización

MPLS no utiliza ninguno de los protocolos de ATM, independizando efectivamente la integración del nivel 2 y 3 de la tecnología de transporte. En su lugar RSVP-TE (Reservation Protocol Traffic Engineering) y un nuevo protocolo LDP son los protocolos que se utilizan para la señalización.

RSVP-TE

RSVP es un protocolo de reserva de recursos de la red que trabaja en la capa de transporte, reserva canales o rutas para la transmisión unicast o multicast. RSVP-TE combina las funciones de RSVP con el soporte de Ingeniería de Tráfico (TE); sin embargo en combinación con MPLS su rol es más bien como protocolo de señalización y distribución de etiquetas, mismas que como se analizó anteriormente permiten la comunicación entre LSRs.

RSVP-TE tiene dos componentes:

Path request (Mensaje de petición de ruta)

Resv Message (Mensaje de confirmación)

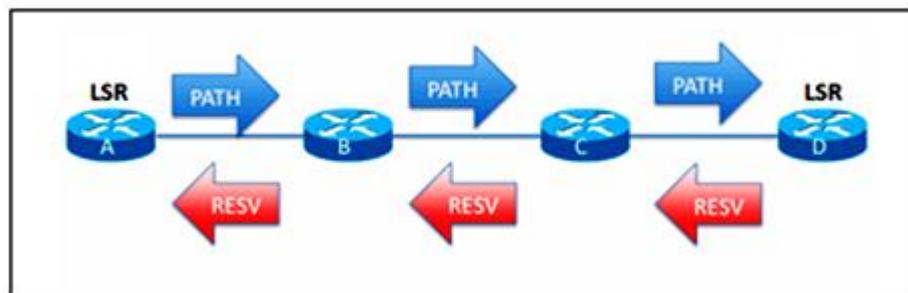


Figura 1.14: Protocolo RSVP

Fuente: NetworkWorld, *Understanding Signaling in MPLS Networks*,

<http://www.networkworld.com/community/node/26395>.

LDP (Label Distribution Protocol)

LDP es un nuevo protocolo para la distribución de etiquetas entre LSRs dentro de la red MPLS, define un conjunto de procedimientos y mensajes mediante los cuales dos LSRs intercambian información sobre las etiquetas asignadas.

Una vez que dos LSRs se anuncian en la red inician una sesión punto a punto LDP en donde los dos extremos pueden acceder a la información del otro, por lo que es un protocolo bidireccional.

LDP posee 4 mensajes de notificación:

Discovery Message: Anuncia la presencia de un LSR en la red mediante el envío de mensajes “hello”.

Session Message: Establece, mantiene y termina la sesión entre dos LSRs .

Advertisement Message: Crea, cambia y borra mapeo de etiquetas para FECs.

Notification Message: Notificación de avisos y errores.

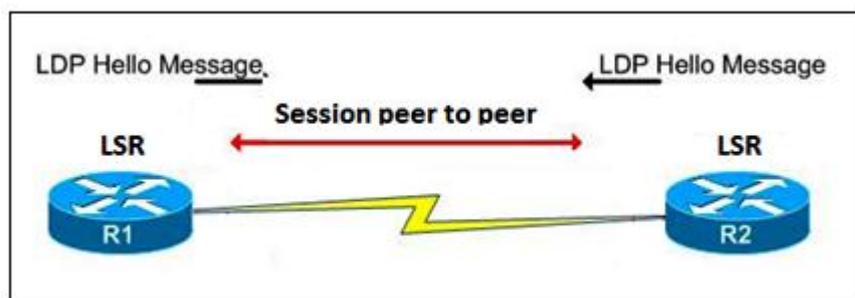


Figura 1.15: Protocolo LDP

Fuente: My Journey to Cisco Greatness, LDP and TDP, <http://itlearninz.com/?p=115>

1.2.6 Calidad de Servicio

La Calidad de Servicio (QoS) de una red viene determinada por su capacidad de asignar de manera eficiente los recursos de red, mediante prioridades establece que aplicaciones requieren recursos más que otras pero sin descuidar el desempeño de ninguna de ellas.

Con la aparición de nuevas aplicaciones que requieren mayores velocidades y mayor ancho de banda como la transmisión de audio y video en tiempo real (Voz sobre IP, Videoconferencia) el rol de QoS se ha convertido en una componente indispensable para la buena ejecución de una aplicación.

MPLS al soportar diferentes clases de servicio (CoS), según el modelo Diffserv del IETF, es una red multiservicio que permite mejorar sustancialmente la QoS, ya que está en la capacidad de clasificar el tipo de tráfico a cursar, facilitando y apoyando sustancialmente la funciones de QoS.

1.2.7 Ingeniería de Tráfico

La Ingeniería de Tráfico (TE) es una gran herramienta en el control y administración de una red. Abarca las funciones de medición, caracterización, modelado, y control del tráfico que circula por la misma.

El objetivo principal de la TE es minimizar la congestión de cualquier ruta, en general de toda la red. MPLS asegura el soporte de TE mediante el establecimiento de rutas explícitas, los caminos específicos LSPs. Además gracias a herramientas provistas por MPLS como el re-enrutamiento de circuitos e independencia de tecnología de transporte, la Ingeniería de Tráfico puede aplicarse directamente sobre la red IP y facilita la gestión por parte del administrador, abaratando costos y brindando una mejor QoS.

1.2.8 Conclusiones

Los problemas y limitaciones que presentan las tecnologías actuales han obligado a la búsqueda de soluciones que permitan la evolución tecnológica de las redes. MPLS abre paso a una nueva era de servicios y aplicaciones coexistentes en una misma plataforma con una mayor calidad de servicio y ancho de banda para satisfacer las necesidades crecientes de los usuarios.

MPLS es el futuro de la red de comunicaciones de cobertura global Internet, será y es ya la tecnología a implementar y desplegar por todas las operadoras alrededor del mundo para su beneficio y el de los usuarios beneficiarios de sus servicios.

CAPÍTULO 2

ARQUITECTURA Y ANÁLISIS DE LAS REDES

Introducción

El reto actual para toda empresa prestadora de servicios de telecomunicaciones es crecer a medida que aumentan las exigencias y demandas de nuevos servicios. Las redes de telecomunicaciones cada vez son más complejas y sofisticadas debido al constante e imparable crecimiento que experimentan. IP-MPLS es una nueva tecnología que brinda la posibilidad de integrar los servicios de voz, video y datos en una plataforma común con garantías de calidad de servicio (QoS), logrando mayor eficiencia, disponibilidad y rendimiento en la red, lo que da como resultado la liberación de las limitantes actuales. Su implementación en la red de la empresa ETAPA E.P es un hecho, debido a todas las ventajas señaladas y a las soluciones que brinda para satisfacer las necesidades actuales de la empresa. Sin embargo; es necesario un análisis previo que nos permita concluir y establecer la conveniencia de su implementación. De esta manera, en el presente capítulo se realizará un análisis de la red actual y de la red IP-MPLS propuesta, a fin de comparar las dos arquitecturas y determinar las ventajas de la migración.

2.1 Análisis de la arquitectura actual de la red de ETAPA EP.

ETAPA E.P, Empresa Pública Municipal de la ciudad de Cuenca - Ecuador, cuenta con una red de telecomunicaciones que actualmente brinda los servicios de telefonía fija y pública, Internet de banda ancha y red de datos, funcionando como un proveedor de servicios de Internet (ISP). Hoy por hoy, la empresa cuenta con más de 20.000 usuarios; cuyas necesidades de comunicación son abastecidas mediante la operación de 29 nodos instalados a lo largo de la ciudad, permitiendo el acceso a los

usuarios de los servicios ofertados por la empresa, en el presente trabajo se anexa un mapa de la ciudad, señalando la cobertura de banda ancha que brinda la empresa y su futura expansión (ver anexo 1).

En seguida, en base a lo observado en la arquitectura de red actual se efectúa un análisis de varios aspectos relevantes para entender el funcionamiento y comportamiento de la misma, conocer las falencias y limitaciones a las que está sujeta, considerando sus características más importantes como los son la redundancia, capacidad y escalabilidad, el soporte de tráfico y sus recursos.

2.1.1 Arquitectura de red actual.

La topología de una red jerárquica implica su división en capas independientes, cada una destinada a cumplir determinadas funciones que definen su rol dentro de la red general. La separación de las diferentes funciones existentes en una red hace que el diseño de la red se vuelva modular facilitando la escalabilidad y el rendimiento. El modelo de diseño jerárquico típico se separa en tres capas: capa de acceso, capa de agregación y capa núcleo o core.

La red actual de la empresa no cuenta con una topología bien definida ni delimitada en sus funciones, por lo que no puede ser plenamente diferenciada por capas excepto la capa de Core, el esquema de topología actual se anexa a este trabajo (ver anexo 2).

Dentro de la capa de Core o Núcleo de la red se encuentran las centrales de Totorachoca, Centro y Ejido, encargadas de soportar y distribuir de manera rápida todo el tráfico que cursa por la red, suponen el interfaz entre el acceso y los servicios brindados por la misma. Las centrales cuentan con los routers NE40, operando en capa 3 del modelo OSI, encargados del enrutamiento del grueso de tráfico que cursa por la red.

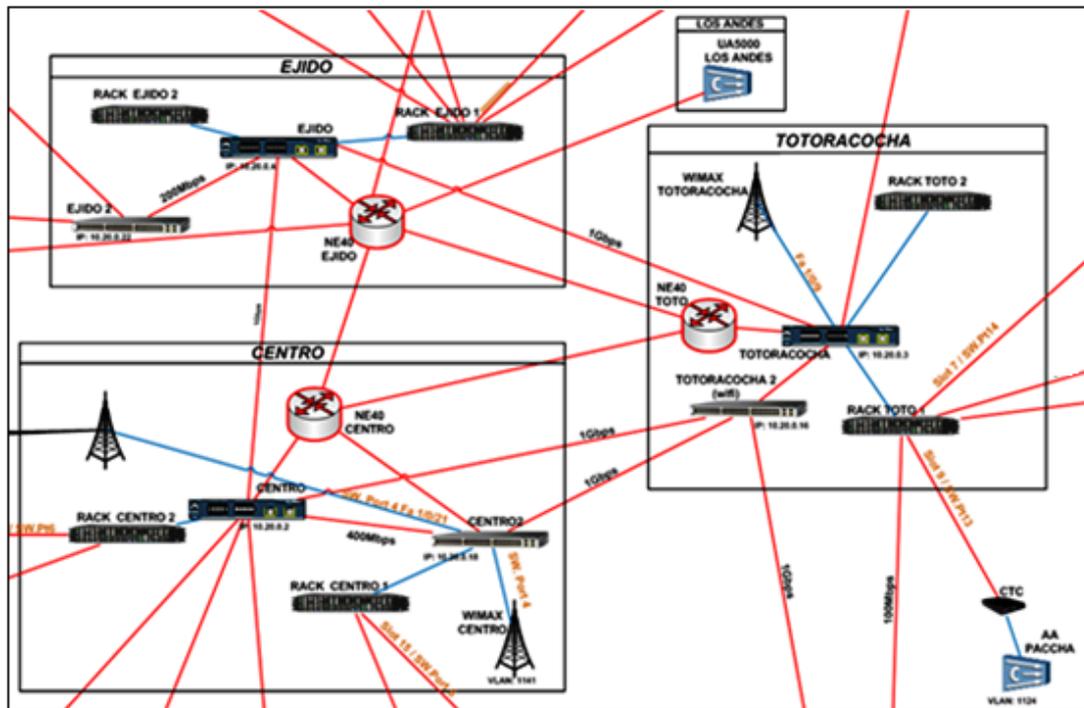


Figura 2.1: Nodos Core de la red de telecomunicaciones de ETAPA E.P

Fuente: Documentación de ETAPA E.P

La red opera en la capa de enlace del modelo OSI, excepto el routing y la gestión que se operan a nivel 3 o capa de red. Dentro de la gestión se manejan 4 servicios a distinguir:

- Gestión de UA (Universal Access).
- Gestión de voz y tráfico de voz.
- Gestión de Ip Residencial (Banda ancha)
- Gestión de Ip Corporativa (Banda ancha)

El transporte o routing de los paquetes se maneja mediante VLAN's que son asignadas secuencialmente a cada interfaz, es decir, ante cada nueva agregación se asigna la siguiente VLAN que se encuentre disponible. La información es encapsulada y transmitida a través de túneles VPN, diferenciados en IP para clientes Residenciales e Ip para clientes Corporativos.

El enlace hacia la CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) para la prestación del servicio de Internet mediante el BRAS (Broadband Remote Access Server) se la realiza a través de la central de Totoracocha.

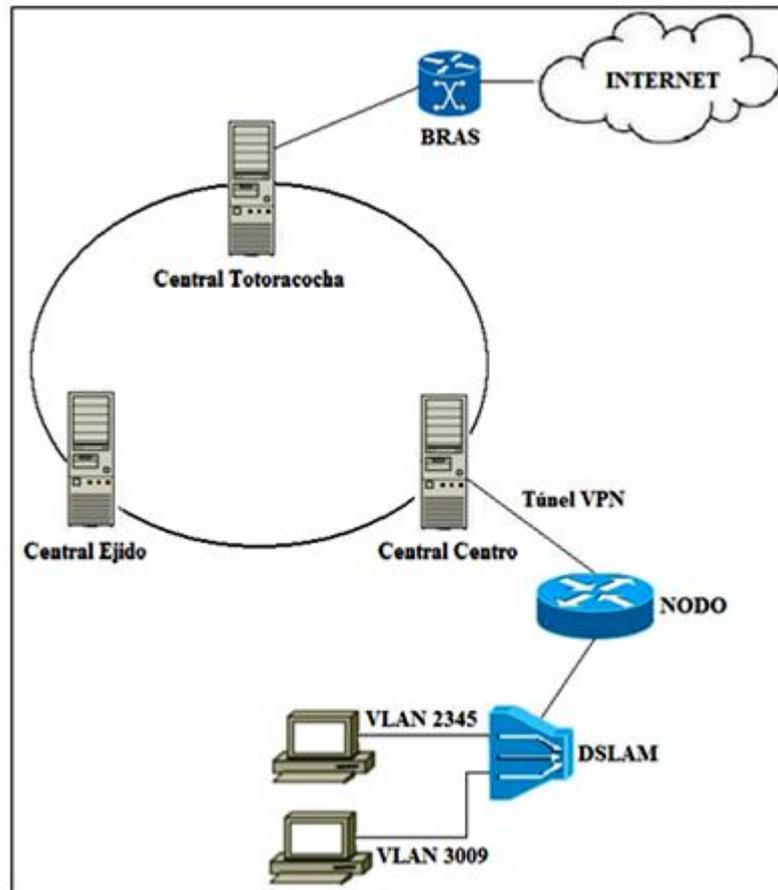


Figura 2.2: Esquema de Routing de la red de telecomunicaciones de ETAPA E.P

La red posee los siguientes servidores:

Servidor DNS

Eudemon Firewall, servidor de seguridad de la red.

BRAS (Broadband Access Remote Server).

NMC2 (Network Management Card 2), usado para la gestión TDM.

Servidor del área de Informática, propio de la red.

Wifi

Wimax

Gestor What's Up

2.1.2 Redundancia

La redundancia es un factor de vital importancia en el diseño de una red, puesto que ésta tiene que estar capacitada para, ante cualquier fallo imprevisto, seguir operando automáticamente. La redundancia de una red se basa en el respaldo de las conexiones, si se tiene un sola conexión y ésta falla, entonces se pierde toda conectividad, en cambio, si se cuenta con un segundo o tercer método de acceso, a continuación, cuando la principal conexión falle, se tendrá más de una forma de conectar y acceder a los recursos y mantener la operatividad del sistema.

ETAPA E.P. posee una red robusta que cuenta con miles de usuarios divididos en residenciales, corporativos y de enlaces de datos; por lo que tiene que estar facultada para brindar un servicio continuo y de alta disponibilidad. Ante una interrupción en el servicio prestado, la red se verá enfrentada a la pérdida de la información, tiempo, dinero y el factor más importante, el perjuicio al usuario; escenarios que se traducen en una poca eficiencia y fiabilidad, efectos no deseados por la empresa. El objetivo de una red redundante es precisamente evitar estos inconvenientes mediante el respaldo de elementos de red que inician su operación ante la falta de los originales.

En el esquema 2.1 se puede observar la disposición de los nodos dentro de la arquitectura actual de la red que en términos de redundancia se analizará a continuación:

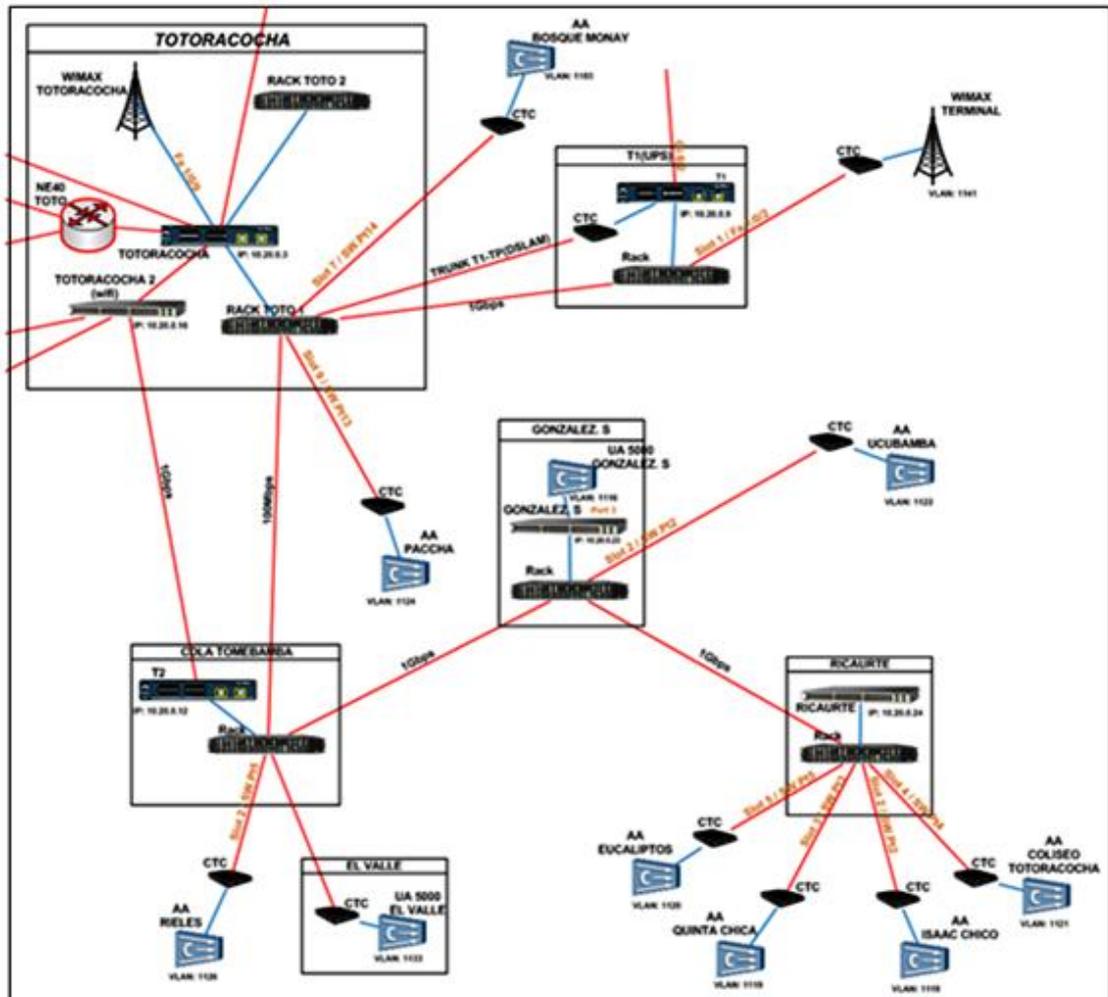


Figura 2.3: Análisis de redundancia de la red. Caso 1

Fuente: Documentación de ETAPA E.P

Se observan en la fig. 2.3 los nodos de Totoracocho (Core), Ciudadela Tomebamba (Cdla. Tomebamba), Gonzalez Suárez (González S), Ricaurte y El Valle, para efectos de análisis se supone un escenario en el cual el nodo Cdla. Tomebamba sufre una caída y deja de operar ya sea por fallos físicos en las conexiones, congestión de la red o fallas en los equipos, debido a que no existen sistemas de redundancia alguna los nodos González S, Ricaurte y El Valle sufrirán automáticamente una caída, multiplicando el efecto de una falla que se pudiera evitar con consideraciones e implementaciones de redundancia en la red.

El mismo escenario es observado en los nodos Ejido, Narancay, Tarqui y Victoria Portete (V. Portete). Ante una eventual caída de red en el nodo de Narancay, los nodos de Tarqui y V. Portete perderán conexión y dejarán de operar, interrumpiendo el servicio en una gran área de la ciudad.

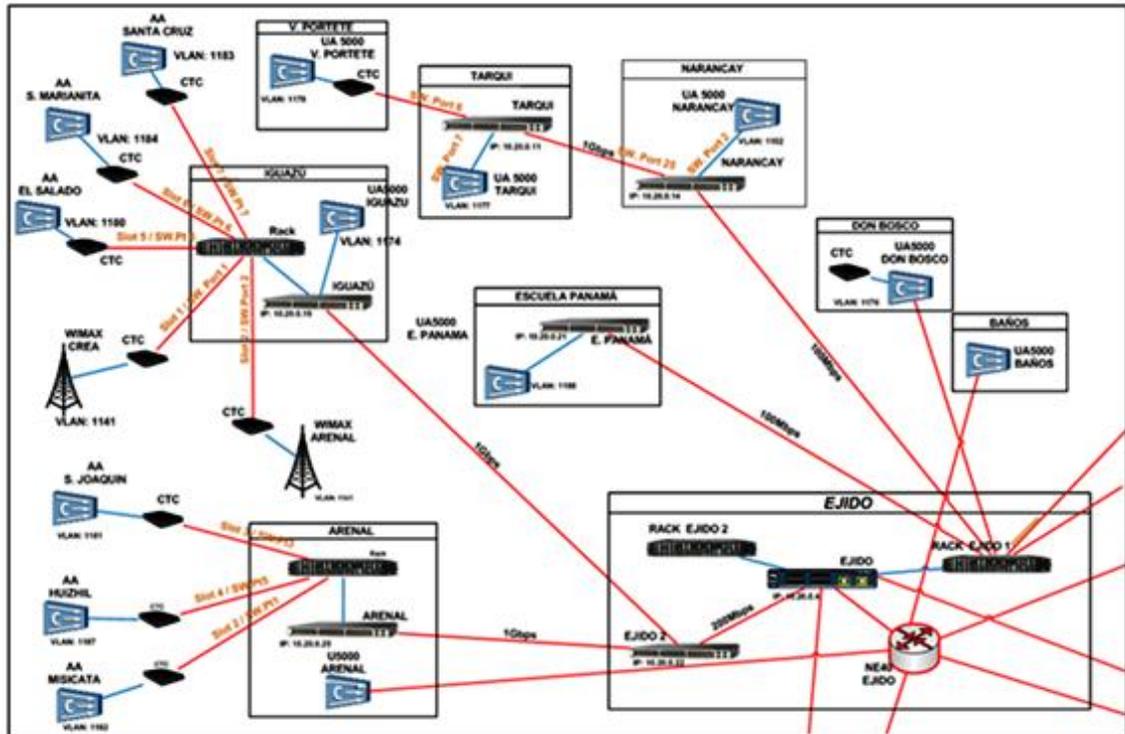


Figura 2.4: Análisis de redundancia de la red. Caso 2

Fuente: Documentación de ETAPA E.P

Se concluye de esta manera que la red actual no cuenta con sistemas redundantes, es una red vulnerable, expuesta y poco tolerante ante fallos inesperados, mismos que pueden suceder en cualquier momento. Ante una eventual caída de algún nodo se tendrá como consecuencia la suspensión del servicio de varios de ellos, afectando a varios usuarios. Estas falencias la hace una red poco fiable y de bajo rendimiento, características indeseadas tanto para la empresa como prestadora de los servicios como para los usuarios, quienes buscan seguridad y calidad en los mismos.

2.1.3 Capacidad de la red

La capacidad de una red viene determinada por el ancho de banda ofertado a los usuarios para el soporte de los servicios y aplicaciones demandados. Los servicios de última generación exigen un gran ancho de banda respecto al asequible con las redes actuales basadas en ADSL sobre pares de cobre. Hoy en día, la mayoría de los usuarios cuentan con velocidades inferiores a los 2 Mbps, una velocidad ya insuficiente para soportar nuevas aplicaciones que rápidamente están proliferando y comenzando a ser ofertadas por los operadores alrededor del mundo.

ETAPA EP cuenta con dos tipos de planes para la prestación del servicio de Internet de banda ancha; un Plan Corporativo o Empresarial y un Plan Residencial cuyos detalles se observan en las tablas 1.1 y 1.2 respectivamente.

Banda Ancha ETAPA E.P					
Planes Corporativos					
Velocidad	256 kbps	350 kbps	600 kbps	1200 kbps	2100 kbps
Bajada/Subida	256/256	350/350	600/600	1200/600	2100/750
Concentración	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
Precio (no incluye IVA) USD	134	189	255	458	819
Velocidad	256 kbps	350 kbps	600 kbps	1200 kbps	2100 kbps
Bajada/Subida	256/256	350/350	600/600	1200/600	2100/750
Concentración	2/1	2/1	2/1	2/1	2/1
Precio (no incluye IVA) USD	78	114	142	256	464
Velocidad	256 kbps	350 kbps	600 kbps	1200 kbps	
Bajada/Subida	256/256	350/350	600/600	1200/600	
Concentración	4/1	4/1	4/1	4/1	
Precio (no incluye IVA) USD	51,2	72,19	100	190	

Tabla 1.1: Detalles del Plan Corporativo del servicio de Internet de banda ancha de ETAPA E.P

Fuente: Plan Tarifario de ETAPA E.P, Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, Abril 2011

BANDA ANCHA ETAPA E.P				
Planes Residenciales				
Velocidad	350 kbps	600 kbps	1200 kbps	2100 kbps
Bajada/Subida	350/350	600/600	1200/600	2100/750
Concentración	8/1	8/1	8/1	8/1
Precio (no incluye IVA) USD	19,99	29,99	49	80
Instalación USD	40	40	40	40
Modem ADSL	Comodato con pagaré de \$ 100			
Modem ADSL + WI FI	Comodato con pagaré de \$ 100			
Programación Modem ADSL + WI FI USD	25	25	25	25
Tiempo Mínimo de Permanencia	un año	un año	un año	un año
Condiciones Especiales	Si se retira de un año, el cliente deberá cancelar la cantidad prorrateada mensual por alquiler y uso del moden durante los meses utilizados y devolver dicho modem o cancelar la totalidad de su valor, en función del modelo de equipo entregado.	Si se retira de un año, el cliente deberá cancelar la cantidad prorrateada mensual por alquiler y uso del moden durante los meses utilizados y devolver dicho modem o cancelar la totalidad de su valor, en función del modelo de equipo entregado.	Si se retira de un año, el cliente deberá cancelar la cantidad prorrateada mensual por alquiler y uso del moden durante los meses utilizados y devolver dicho modem o cancelar la totalidad de su valor, en función del modelo de equipo entregado.	Si se retira de un año, el cliente deberá cancelar la cantidad prorrateada mensual por alquiler y uso del moden durante los meses utilizados y devolver dicho modem o cancelar la totalidad de su valor, en función del modelo de equipo entregado.
Acuerdo Nivel de Servicio	Inspección e instalación en dos días a partir del pago de la instalación.	Inspección e instalación en dos días a partir del pago de la instalación.	Inspección e instalación en dos días a partir del pago de la instalación.	Inspección e instalación en dos días a partir del pago de la instalación.

Tabla 1.2: Detalles del Plan Residencial del servicio Internet de banda ancha de ETAPA E.P

Fuente: Plan Tarifario de ETAPA E.P, Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, Abril 2011

La red posee interfaces de 100 Mbps, para conexiones downlinks, e interfaces de 1Gbps para conexiones uplinks, sin embargo; la aparición de nuevas aplicaciones y servicios de telecomunicaciones en tiempo real como lo son la Voz sobre IP (VoIP), videoconferencia, video bajo demanda, etc. demandan un ancho de banda considerable.

La completa convergencia de servicios de última generación exige anchos de banda mínimos de 20 Mbps upstream y 50 Mbps downstream. A continuación se presentan los anchos de banda promedio necesarios para algunos servicios y aplicaciones:

Televisión Digital (IPTV): 4-6 Mbps.

Acceso a Internet de alta velocidad: 3 Mbps.

Videojuegos en línea 2-3 Mbps.

Voz sobre IP (VoIP): 220 Kbps.

Videoconferencia 2Mbps.

De esta manera con el crecimiento de la red, y la demanda de estos nuevos servicios que ETAPA E.P como empresa prestadora de servicios de telecomunicaciones desea ofertar, para satisfacer las necesidades de individualismo, diferenciación, movilidad, autoservicio y servicios multimedia. Se puede concluir que la capacidad actual la red se encuentra incapacitada actualmente para soportar y prestar con garantías de calidad de servicio estas nuevas exigencias, al verse imposibilitada de ofrecer mayores velocidades, debido al cada vez más insuficiente ancho de banda con el que cuenta.

El diseño de una red debe considerar también un parámetro muy importante como lo es la escalabilidad, la planeación para una expansión futura. Debido al continuo crecimiento que experimentan las redes es esencial la preparación para que ante necesidades posteriores no se llegue a una poca conveniente saturación de la red, imposibilitándola para crecer y abastecer los requerimientos que aumentan día a día. Así, la red actual de ETAPA E.P, debido al impensable crecimiento con el que ha contado en los últimos años y a la planeación futura que tiene para su cobertura de Internet de banda ancha (ver anexo 3), empieza a tener problemas en su expansión, el ancho de banda mencionado le impide ofrecer sus servicios a más usuarios, los

equipos cuentan con una capacidad limitada para sumar puertos que integren más conexiones, lo que da como resultado una red poco escalable, efecto que le impide a la empresa crecer y además ofertar mayor variedad de servicios a sus usuarios.

2.1.4 Recursos de red

La red de telecomunicaciones de la empresa ha ido creciendo de una manera poco organizada, su crecimiento se fue dando ante la aparición de necesidades presentadas en su momento, sin una planeación ni análisis previo que permita un crecimiento eficaz y una red jerárquica. Como resultado se obtuvo una red de difícil gestión, que no posee una estructura bien identificada, de manera que funciones dentro de la misma no están bien definidas y delimitadas. Un ejemplo claro de esta situación se observa en el nodo Ejido, que al ser o cumplir la función de núcleo se encuentran también operando como nodos de acceso, escenarios que dentro de una red jerárquica y de alto rendimiento no pueden existir.

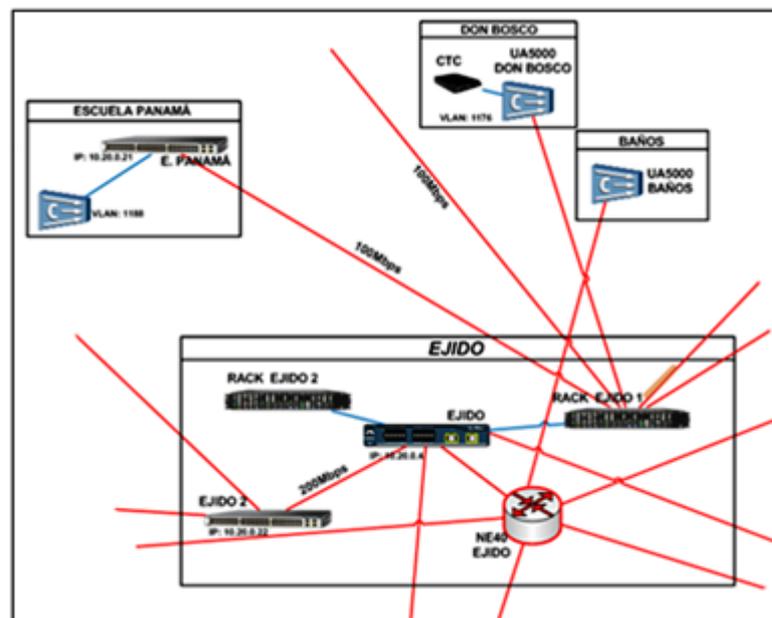


Figura 2.5: Análisis de recursos de red. Caso Nodo Ejido.

Fuente: Documentación de ETAPA E.P

Como se observa en la figura el nodo Ejido está conectado directamente con el nodo de acceso Baños, brindando el servicio directamente sin distinguir capas, dando como resultado un desperdicio recursos y poca eficiencia en el aprovechamiento de los mismos, haciendo además que su gestión sea de gran complejidad.

2.1.5 Tráfico

La transmisión de la información en la arquitectura actual presenta una red poco flexible y escalable en la transporte de datos, debido a que las decisiones de trasmisión son tomadas por cada router con la dirección IP, de manera que en cada salto se vuelve a analizar la dirección y enrutar el paquete de acuerdo a la métrica de menor costo, ya que ETAPA E.P cuenta actualmente con la tecnologías ATM y Frame Relay que basan su funcionamiento en este algoritmo. De tal manera que si un router recibe paquetes con el mismo destino asignará siempre la misma ruta, produciéndose una repetición innecesaria que disminuye la velocidad en el manejo del flujo de tráfico.

La red bajo este funcionamiento tampoco puede integrar de manera sencilla un nuevo elemento de routing, debido a que eso significaría una reconfiguración de todos los routers de la red, ya que todos deben conocer la información de todos los restantes. Esta desventaja hace que la red sea poco versátil, que ante un cambio necesario para el transporte de los datos, se vean afectados el resto de elementos de la red, disminuyendo considerablemente el desempeño de la misma.

La red actual de ETAPA E.P no ofrece la posibilidad de brindar distintos tipos de servicio ni de acceso, debido a las limitaciones a las que está sujeta su tecnología actual, la calidad que ofrece la red debido a esto no es la mejor, desventaja notable tanto para su red como para el usuario de sus servicios.

En conclusión, el buen manejo del tráfico, la rapidez con la que pueda ser enrutada la información y la posibilidad de ofrecer distintas clases de servicio hacen que una red optimice el flujo del tráfico cursado, la velocidad de transmisión sea la más óptima y

que la calidad de servicio QoS ya no sea la del “*best effort*” sino que sea totalmente garantizada.

2.2 Análisis de la arquitectura IP-MPLS de la red de ETAPA EP.

En base al análisis realizado de la arquitectura actual de la red de ETAPA E.P, una vez conocidas sus falencias y necesidades, se realiza a continuación el análisis de la red IP-MPLS, considerando los mismos parámetros del estudio anterior, diseño propuesto y ofertado por la compañía de equipos de redes y telecomunicaciones HUAWEI, con el cual la empresa migrará su red, a fin de determinar las ventajas que la implementación de la nueva plataforma supone tanto para los usuarios como para la empresa.

2.2.1 Arquitectura IP-MPLS.

La red propuesta IP-MPLS para ETAPA E.P presenta una topología altamente escalable, debido a su naturaleza any-to-any, una topología que gracias a su diseño provee conectividad total. Cuenta con 29 nodos conformando las capas de Core, Agregación y Acceso, mismos que están plenamente identificados. A continuación se presenta la topología propuesta para la red IP-MPLS y los nodos pertenecientes a cada capa.

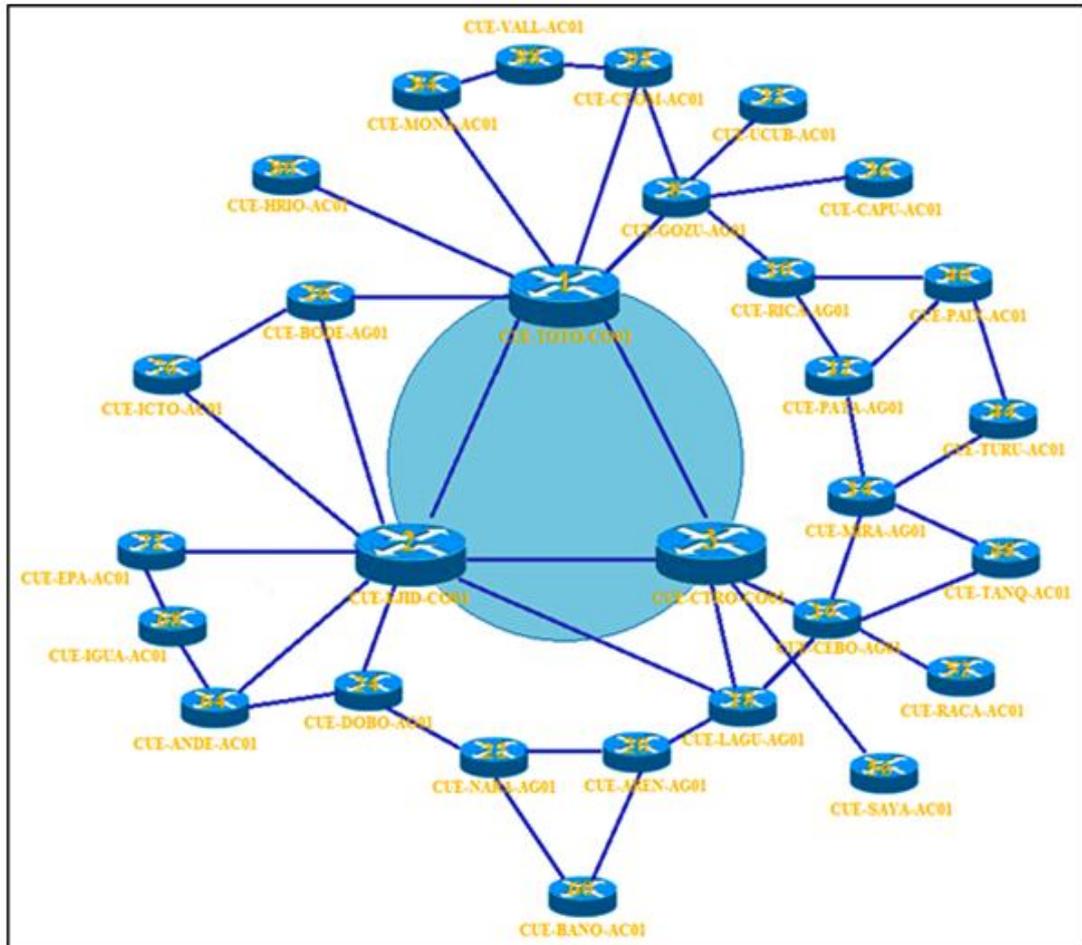


Figura 2.6: Topología de la red propuesta IP-MPLS de ETAPA EP.

Fuente: LLD Low Level Design for IP-MPLS implementation in ETAPA E.P, HUAWEI

Capa de Core/Distribución

Dentro de la capa de Core se encuentran comunicados mediante una configuración anillo los nodos principales de Totoracocha, Centro y Ejido, los equipos de núcleo son de suma importancia, ya que por ellos transita gran cantidad de información y datos de la empresa, es por esto que en ellos es donde se pone especial atención en la redundancia y la alta disponibilidad. De este modo los nodos del núcleo IP-MPLS están orientados a brindar un gran rendimiento y gran capacidad de ancho de banda para el soporte de los servicios de última generación.

Capa de Agregación

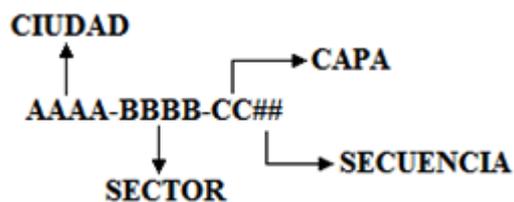
La capa de Agregación MPLS consta de 10 nodos detallados en la Tabla 1.1, supone una gran escalabilidad en la red, en cuanto a la cantidad de nodos de acceso que pueden sumarse de acuerdo a sus necesidades crecientes, es decir, que ofrece la posibilidad a la empresa de prestar variedad de servicios a un mayor número de usuarios.

Capa de Acceso

En la capa de Acceso la red IP-MPLS propuesta cuenta con 16 nodos detallados en la Tabla 1.1. Esta capa delimita la red con los usuarios mediante los DSLAM's y UA's, dispositivos de acceso con los que cuenta la red actual.

2.2.1.1 Identificación de los Nodos.

Para el diseño del esquema de la topología de la red cada nodo IP-MPLS es identificado por un número de 2 dígitos acompañado de su nombre, permitiendo un direccionamiento escalable y jerárquico a la vez. El nombre del nodo está definido por la ciudad, el sector en el que se encuentra instalado y el número de secuencia y la capa a la que pertenece el nodo en cuestión, utilizando las primeras letras para cada parámetro de la siguiente manera:



A continuación se presenta la tabla con los detalles de los 29 nodos que conforman la red de telecomunicaciones IP-MPLS propuesta de ETAPA EP.

CAPA	CIUDAD	NODO	ACRONIMO	TIPO DE NODO	NÚMERO IDENTIFICADOR	# DE SECUENCIA	NOMBRE NODO
CORE DISTRIBUCION	CUE	TOTORACOCHA	TOTO	CO	1	1	CUE-TOTO-CO01
	CUE	EJIDO	EJID	CO	2	1	CUE-EJID-CO01
	CUE	CENTRO	CTRO	CO	3	1	CUE-CTRO-CO01
AGREGACION	CUE	GONZALEZ SUAREZ	GOZU	AG	8	1	CUE-GOZU-AG01
	CUE	RICAUARTE	RICA	AG	10	1	CUE-RICA-AG01
	CUE	PATAMARCA	PATA	AG	12	1	CUE-PATA-AG01
	CUE	MIRAFLORES	MIRA	AG	14	1	CUE-MIRA-AG01
	CUE	CEBOLLAR	CEBO	AG	16	1	CUE-CEBO-AG01
	CUE	LAGUNA	LAGU	AG	18	1	CUE-LAGU-AG01
	CUE	ARENAL	AREN	AG	20	1	CUE-AREN-AG01
	CUE	NARANCA Y	NARA	AG	22	1	CUE-NARA-AG01
	CUE	DON BOSCO	DOBO	AG	24	1	CUE-DOBO-AG01
	CUE	BODEGA	BODE	AG	26	1	CUE-BODE-AG01
ACCESO	CUE	UCUBAMBA	UCUB	AC	32	1	CUE-UCUB-AC01
	CUE	CAPULISPAMBA	CAPU	AC	36	1	CUE-CAPU-AC01
	CUE	PARQUE INDUSTRIAL	PAIN	AC	40	1	CUE-PAIN-AC01
	CUE	TURUHUAICO	TURU	AC	44	1	CUE-TURU-AC01
	CUE	TANQUES	TANQ	AC	48	1	CUE-TANQ-AC01
	CUE	RACAR	RACA	AC	52	1	CUE-RACA-AC01
	CUE	SAYAUSI	SAYA	AC	56	1	CUE-SAYA-AC01
	CUE	BAÑOS	BANO	AC	60	1	CUE-BANO-AC01
	CUE	ANDES	ANDE	AC	64	1	CUE-ANDE-AC01
	CUE	IGUAZU	IGUA	AC	68	1	CUE-IGUA-AC01
	CUE	ESCUELA PANAMA	EPA	AC	72	1	CUE-EPA-AC01
	CUE	ICTOCRUZ	ICTO	AC	76	1	CUE-ICTO-AC01
	CUE	HOSPITAL DEL RIO	HRIO	AC	80	1	CUE-HRIO-AC01
	CUE	MONAY	MONA	AC	84	1	CUE-MONA-AC01
	CUE	VALLE	VALL	AC	88	1	CUE-VALL-AC01
	CUE	CIUDADELA TOMBAMBA	CTOM	AC	92	1	CUE-CTOM-AC01

Tabla 1.3: Listado detallado de los nodos de la red propuesta IP-MPLS de ETAPA EP.

Fuente: LLD Low Level Design for IP-MPLS implementation in ETAPA E.P, HUAWEI

2.2.1.2 Equipos IP-MPLS

Para la migración de la red actual a la tecnología IP-MPLS ciertos equipos, que ofrecen mejoras sustanciales para el soporte de las nuevas exigencias, son necesarios implementar, a continuación los mismos serán detallados, especificando sus características y como serán instalados, datos obtenidos de la propuesta del fabricante HUAWEI.

CORE

Dentro de la capa de CORE los siguientes equipos de routing, switching y conectividad serán implementados:

NE40E-X8

El NE40E-X8 es un router de gran desempeño que brinda 8 slots para LPUs (Line Processing Units), garantiza total redundancia tanto en fuentes de energía como en los módulos de control. Su instalación será en un solo rack, proporcionando interfaces de 10Gbit/s a 40 Gbits/s, cuenta con 16 puertos ópticos requeridos para IP-MPLS y 8 eléctricos Ethernet.

El NE40E-X8 soporta direccionamiento IPv6 y también trabaja en modo dual permitiendo la convivencia para la transición de IPv4, provee QoS que evita el congestionamiento de la red, además de MPLS-TE, CoS mediante DiffServ y routing bajo los protocolos BGP, IS-IS, OSPF.



Figura 2.7: Router Quidway NE40-X8

Fuente: <http://www.huawei.com/products/datacomm/catalog.do?id=3336>

S9312

El Switch Quidway S9312 es un switch de 12 slots para LPU's, permite total convergencia de servicios para brindar una red multiservicio, ofrece grandes capacidades de conmutación, en el orden de los 2T a 5,12 T, apoya las funciones de las VLAN's, elementos en los que se basa el transporte de información dentro de la red de ETAPA E.P.



Figura 2.8: Switch Quidway S9312

Fuente: http://www.landata.ru/equipment/huawei/products/switches_quidway/huawei_quidway_s9300_series.php

ODF, PATCH PANEL

Los equipos de conectividad como lo son el ODF (Optical Distribution Frame) y patch panel que son requeridos para la migración serán instalados en un tercer rack en los nodos de la capa Core.



Figura 2.9: ODF y Patch Panel.

Fuente: http://www.alibaba.com/product-gs/364041019/ODF_optical_distribution_frame_.html

DDF

El equipo de conectividad para Ethernet DDF (Digital Distribution Frame) será instalado en un cuarto rack.



Figura 2.10: DDF Huawei

Fuente: <http://itcelcom2010.blogspot.com/2010/04/week-3.html>

AGREGACIÓN

Dentro de esta capa se requiere de igual manera la instalación de equipos de routing, switching y conectividad. El Router Quidway NE40E-X3 perteneciente a la familia NE40 de routers HUAWEI será instalado en un solo rack, proveyendo 3 slots para LPU's.

Son demandados también los equipos de conectividad como el ODF y Patch Panel, su instalación de igual manera se realizará en un solo rack.

ACCESO

Para los nodos de la capa de acceso se necesita de la instalación del equipo de switching Switch Quidway S9303 de la serie de switchs S9300 y de los equipos de conectividad ODF y Patch Panel, la instalación de los mismos se realizará en un solo rack.

2.2.2 Redundancia

El principal propósito del Proveedor de Servicios actual es ofrecer diferentes clases de servicio y seguridad en las conexiones y aplicaciones considerando principalmente parámetros como la disponibilidad del servicio prestado, la garantía del tiempo de funcionamiento y latencia, para servicios en tiempo real; garantía en cada tipo de servicio (retardo, variación de retardo, tasa de perdidas, etc.).

Los usuarios y especialmente las empresas de hoy en día requieren que los servicios de telecomunicaciones prestados sean de alta fiabilidad y disponibilidad, debido a que operan todo el día, manejan gran información y requieren del servicio los 7 días a la semana, por ello es necesario que tecnologías de redundancia sean consideradas y aplicadas por parte de los proveedores de servicios.

La empresa ETAPA E.P al ser un Proveedor de Servicios que cuenta con clientes corporativos y de enlaces de datos requiere de igual manera la existencia de sistemas redundantes que permitan asegurar la continuidad del servicio, a fin de asegurar los datos e información de todos sus usuarios. La red IP-MPLS propuesta muestra una topología any-to-any, basada en la conectividad casi total de los nodos, que ofrece a la empresa la flexibilidad para para desviar tráfico en caso de fallo de enlaces y congestión de la red, garantizando de esta manera total redundancia en la misma. Así por ejemplo se propone un escenario en el que un paquete está siendo enrutado desde el nodo CUE-AREN-AG01 al nodo CUE-BANO-AC01 y ante algún fallo el enlace cae, sin redundancia el paquete se perdería, sin embargo; gracias a la conectividad de los nodos, la red IP-MPLS desviará el paquete para ser encaminado por otra ruta, por ejemplo mediante el enlace de los nodos CUE-AREN-AG01 y CUE-NARA-AG01.

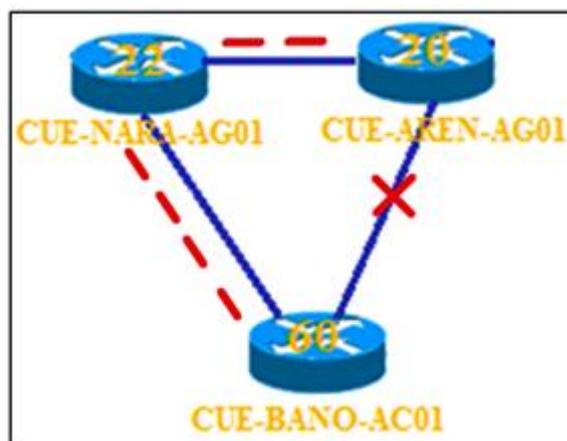


Figura 2.11: Análisis de redundancia de la red propuesta IP-MPLS.

De esta manera la nueva arquitectura de red garantiza total redundancia, gracias a que la nueva tecnología IP-MPLS permite que cada nodo esté respaldado por sistemas redundantes en los equipos y conexiones.

2.2.3 Tráfico

La tecnología MPLS se despliega en el núcleo o core de la red del proveedor de servicios, en este caso de la red de ETAPA E.P, facultándole gracias a sus

características de tener mayor control sobre la calidad del servicio, la ingeniería de tráfico y la utilización del ancho de banda.

La naturaleza de la transmisión de datos en la red MPLS permite el enrutamiento dinámico de los mismos, las decisiones de enrutamiento ya no son tomadas por cada router y de cada paquete que se presenta, sino que se realizan en el borde de la red; los routers IP-MPLS “leen” la etiqueta y envían el paquete por el camino más conveniente a su destino final, optimizando el flujo de tráfico, por lo que mejora sustancialmente la velocidad de enrutamiento y general la velocidad de transmisión de la red. Todo esto es posible debido a la total independencia que existe entre el protocolo de enrutamiento y el plano de transmisión.

La repetición de rutas, que se traduce en un bajo rendimiento y la baja velocidad de tráfico, parámetros analizados en la arquitectura actual de la red, son problemas solucionados con la implementación de IP-MPLS, con lo cual la red de ETAPA E.P estará en la capacidad de manejar de mejor manera el flujo de tráfico transitado en la red, evitando congestionamientos indeseados.

Se conoce de la capacidad de IP-MPLS para diferenciar y tratar distintos tipos de tráfico, ésta supone una gran ventaja en el manejo del mismo, ya que brinda la posibilidad a la red de priorizar tráfico, por ejemplo; se tienen dos paquetes a enrutar en un momento dado, el primero es de navegación en la red y el segundo de VoIP, en la red actual los dos serían tratados de igual manera, sin embargo IP-MPLS posee la inteligencia para tomar la mejor decisión de transmisión y priorizar la voz, que es un servicio en tiempo real, por lo que el paquete enrutado en primera instancia sería el de VoIP y luego el de navegación. Esta ventaja da como resultado una red altamente capacitada para el manejo y la integración de una variedad, sin descuidar el desempeño de ningún servicio, garantizando una red que brinda gran calidad de servicio (QoS).

2.2.4 Restructuración y aprovechamiento de los recursos de red.

Se analizó anteriormente la problemática con topología actual de la red en cuanto a eficiencia, gracias a la migración se aprovechan de mejor manera los recursos de la misma debido a la nueva arquitectura que ofrece la tecnología IP-MPLS, en la que las capas de Core, Agregación y Acceso se encuentran bien definidas y delimitadas, es decir, que los nodos de Core por ejemplo ya no cumplirán funciones de acceso como se observó en el análisis de la red actual, sino que, se cuenta con una red organizada y totalmente funcional, de fácil gestión que puede ser reconfigurada con facilidad para suprimir o introducir nuevos usuarios y/o servicios adicionales.

2.2.5 Capacidad y Escalabilidad de la Red.

Una de las características más importantes de la tecnología IP-MPLS es la capacidad de manejo de un gran ancho de banda, actualmente y dependiendo de los recursos disponibles se cuentan con velocidades en el orden de Megabits por segundo (Mbps), sin embargo el reto y la tendencia con la nueva tecnología es lograr velocidades dentro del rango de los Gigabits por segundo (Gbps).

La red de ETAPA E.P con este incremento considerable de ancho de banda estará en la posibilidad de ofrecer a sus usuarios mayores velocidades y la posibilidad de distintos tipos de acceso, lo que la va a convertir en una red más robusta. La aspiración de la empresa es llegar a ofertar interfaces de 1Gbit en los próximos meses y en un futuro cercano interfaces de 2 Gbit, capacidades aseguradas con la implementación de IP-MPLS.

Las plataforma MPLS como se señaló anteriormente permite la integración de todos los servicios en un mismo canal, de ésta manera incrementa la capacidad de interconexión, logrando una red altamente flexible y versátil.

2.3 Conclusiones

Una vez finalizado el análisis de las dos arquitecturas de red, tanto la actual como la propuesta para la implementación de IP-MPLS, se puede concluir que la nueva tecnología supone varias ventajas y soluciones sustanciales para las falencias y problemas presentados actualmente por la red de telecomunicaciones de ETAPA E.P.

Se analizaron parámetros tales como topología, redundancia, recursos, tráfico, capacidad, escalabilidad y calidad de servicio de las redes, analizando primero la problemática de cada uno de ellos en la red actual y más tarde definiendo las ventajas, de igual manera en cada aspecto, que supone la migración a la tecnología IP-MPLS, determinando el porqué de la conveniencia de la implementación de la misma en la red de telecomunicaciones.

CAPÍTULO 3

MIGRACIÓN Y RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE IP-MPLS

Introducción

Una vez vistos los conceptos y analizadas las ventajas que supone la implementación de la tecnología IP-MPLS en la red de telecomunicaciones de ETAPA E.P se abordará en este capítulo la temática de su migración. Los cambios y requerimientos necesarios para llevar a cabo este proceso son varios, la implementación de la nueva tecnología está provocando una gran transformación en el sector de las telecomunicaciones y se ha convertido en uno de los retos más importantes para los ISP, mismos que actualmente están inmersos en un proceso de transformación de sus infraestructuras.

A continuación se tratarán y determinarán las recomendaciones necesarias para que el proceso de migración llevado a cabo sea organizado, efectivo y transparente para los usuarios beneficiarios de los servicios de la red de la empresa.

3.1 Consideraciones de tráfico

La red de telecomunicaciones de ETAPA E.P cuenta con una gran cantidad de usuarios, el tráfico cursado por sus nodos tanto de datos como de voz es considerable, por lo que es necesario conocer y establecer horarios de menor impacto para la migración.

Seguidamente se presentarán tres capturas de tráfico cursado por cada uno de los nodos Core de la red, las centrales de Totoracocha, Centro y Ejido, dichas muestras ocurren en un intervalo de tiempo comprendido entre las 00:00 del día Martes 29 de Noviembre de 2011 y las 00:00 del día Jueves 01 de Diciembre de 2011. Las capturas mostradas ayudarán a determinar los horarios de mayor y menor uso de los servicios por parte de los usuarios.

Nodo Ejido

Dentro del nodo Ejido se mostrarán las capturas de tráfico de los nodos Arenal, Panamá y Narancay a los que brinda sus servicios.

Nodo Arenal

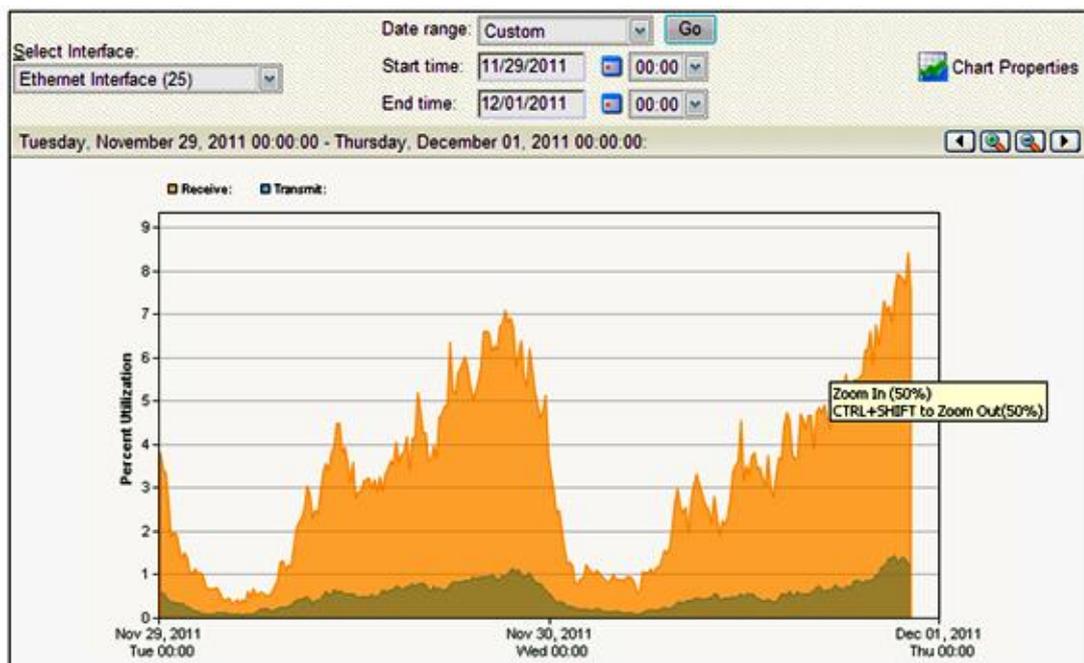


Figura 3.1: Captura de tráfico cursado en el nodo Arenal.

Fuente: Captura realizada en ETAPA E.P

En la figura se observa una captura de tráfico de datos cursado en el nodo Arenal, nodo de agregación colgado del nodo Core Ejido. La interfaz de la conexión es de 100Mbps, la gráfica muestra dos picos de utilización máxima del 70% y 80% del ancho de banda sucedidos entre las 20:00 y 22:00, mientras que una baja utilización

se da entre las 2:00 y 7:00, el tráfico normal cursa y se incrementa gradualmente a partir de las 8:00 hasta alcanzar su pico máximo.

Nodo Narancay

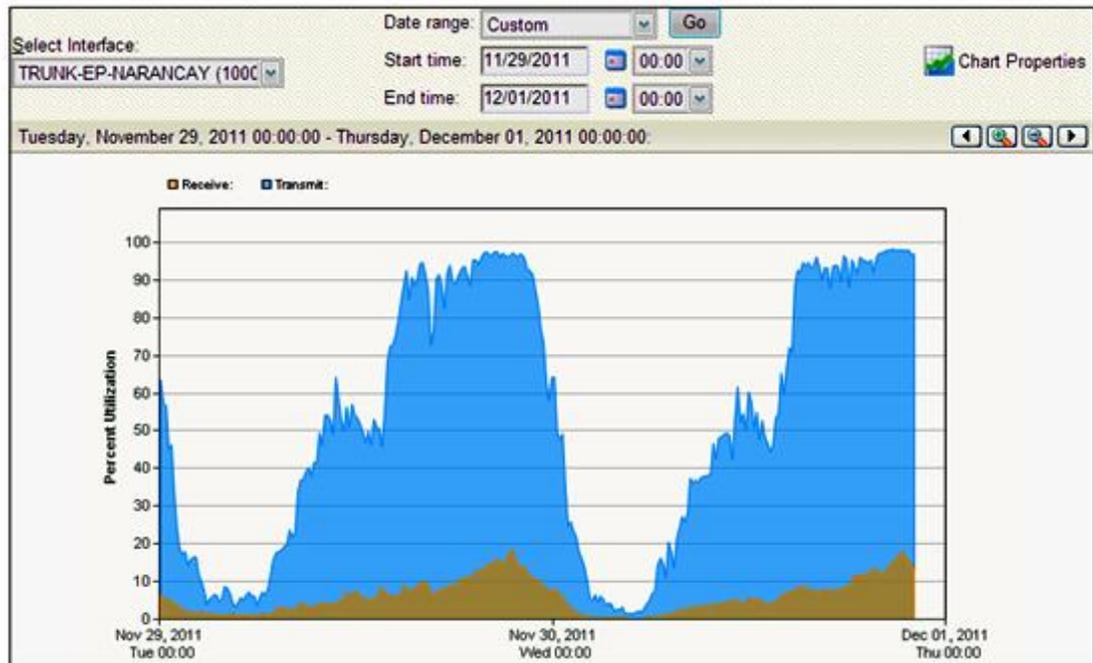


Figura 3.2: Captura del tráfico cursado en el nodo Narancay.

Fuente: Captura realizada en ETAPA E.P

La figura muestra el tráfico cursado en el nodo Narancay de agregación del nodo Ejido. La interfaz de la conexión es de 100Mbps, la utilización máxima del ancho de banda disponible es del 98% con dos picos ocurridos entre las 15:00 y las 22:00, los bajos se presentan entre las 2:00 y las 7:00 y finalmente el tráfico cursado entre las 8:00 y las 15:00 es de carácter normal.

Nodo Escuela Panamá

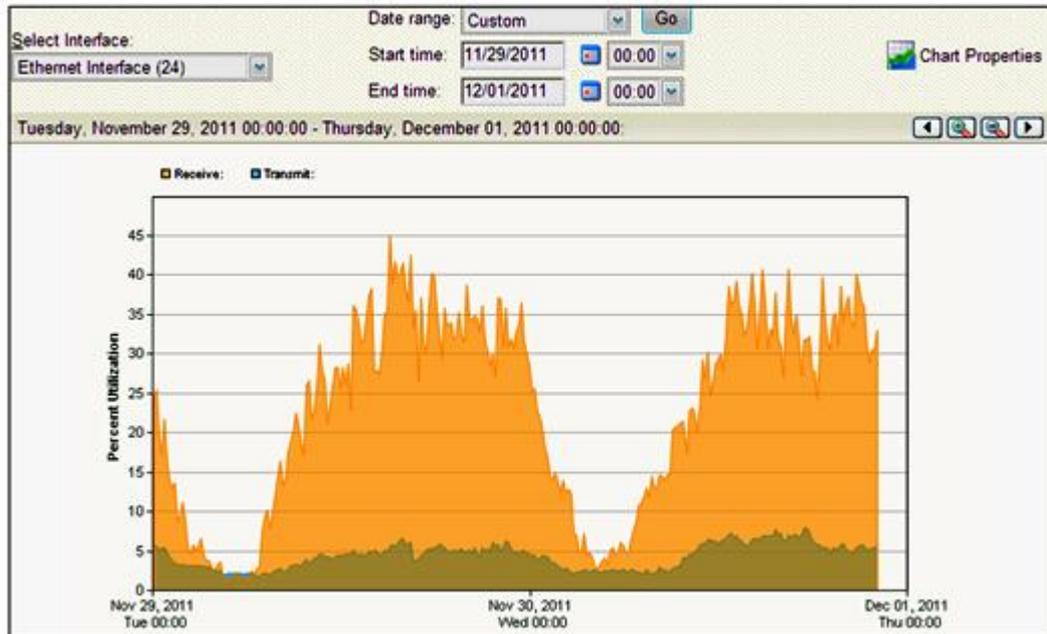


Figura 3.3: Captura de tráfico cursado en el nodo Escuela Panamá.

Fuente: Captura realizada en ETAPA E.P

La figura muestra el tráfico cursado en el nodo de acceso Escuela Panamá colgado del nodo Ejido con una interfaz de 100Mbps, se observa dos picos con utilización máxima del 40% al 45% acontecidos entre las 15:00 y las 22:00, la utilización mínima se observa entre las 2:00 y 7:00 y un tráfico normal sucede entre las 8:00 y las 15:00.

Nodo Totoracocho

Dentro del nodo de Core Totoracocho de la red se tienen las capturas de los nodos Patamarca y T1 (UPS), en este último se presentan las muestras de dos de sus interfaces como lo son la interfaz e Miraflores y la de Sinincay.

Nodo Patamarca



Figura 3.4: Captura de tráfico cursado en el nodo Patamarca.

Fuente: Captura realizada en ETAPA E.P

La captura muestra el tráfico cursado en el nodo Patamarca conectado con el nodo Totoracocha con una interfaz de 100Mbps, presentando dos picos con una utilización máxima del 9% entre las 20:00 y 22:00 y mínimo uso entre las 2:00 y 8:00, el tráfico normal cursa entre 3:00 y 18:00.

Nodo T1 (UPS)

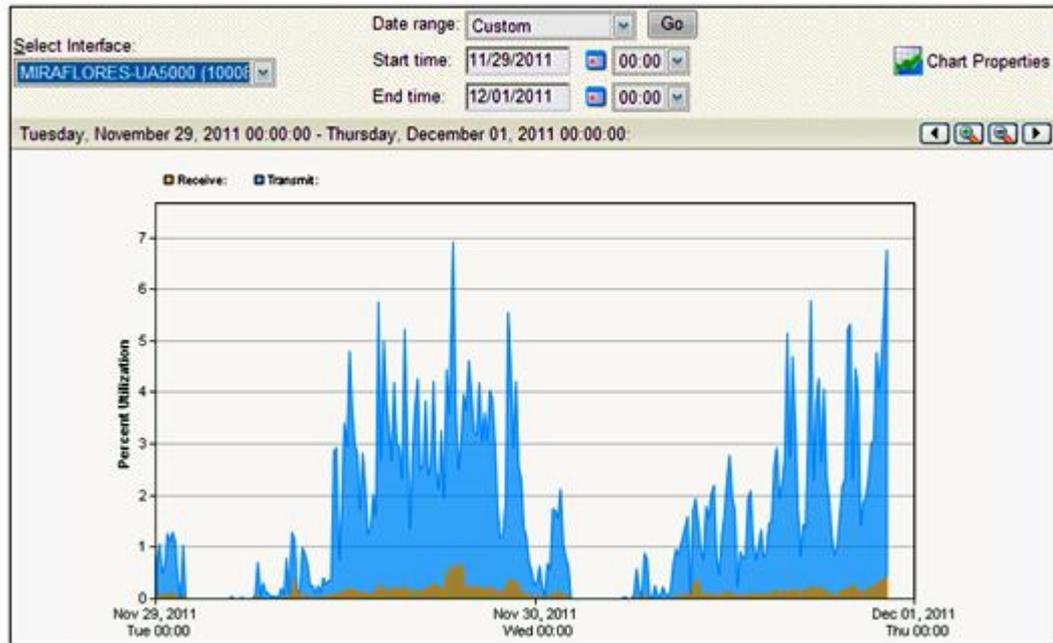


Figura 3.5: Captura de tráfico cursado en el nodo T1(UPS). Interfaz Miraflores.

La gráfica muestra el tráfico cursado en la interfaz de 100Mbps de Miraflores del nodo T1(UPS). Se observa una utilización máxima del 7% sucedida entre las 20:00 y 22:00 y un tráfico mínimo entre las 3:00 y 8:00.

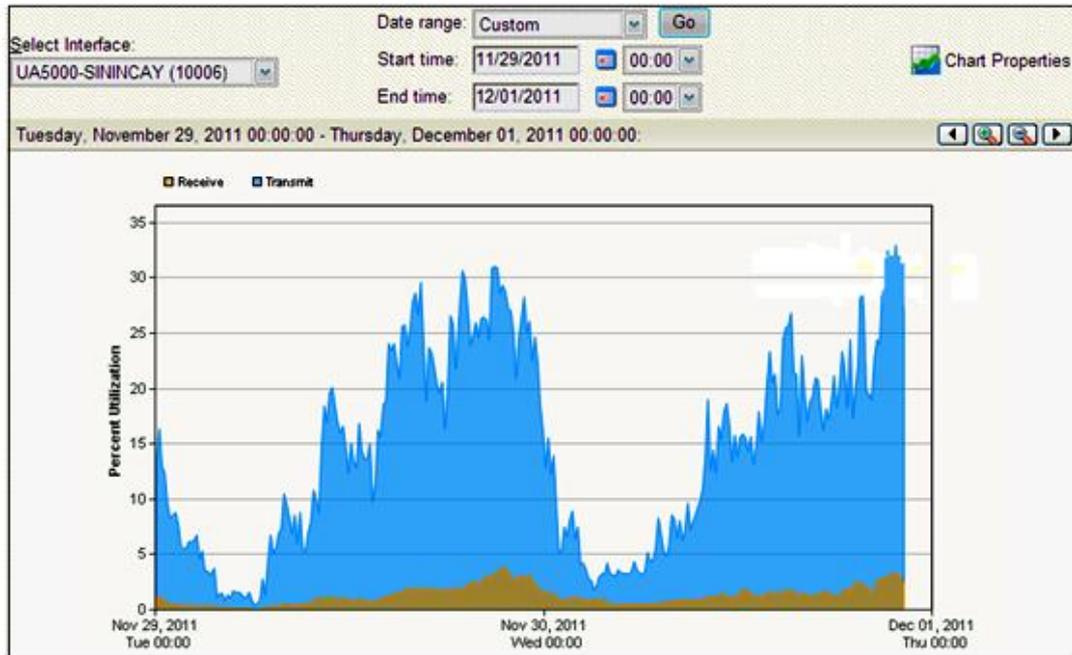


Figura 3.6: Captura de tráfico cursado en el nodo T1(UPS). Interfaz Sinincay.

Fuente: Captura realizada en ETAPA E.P

La interfaz Sinincay de 100Mbps del nodo T1(UPS) muestra una utilización máxima del 32%, entre las 18:00 y 10:00 y un mínimo de uso entre las 2:00 y 7:00, a partir de las 8:00 se observa un tráfico cursado normal y que va incrementándose hasta llegar a la hora pico.

Nodo Centro

En el nodo centro se presentan las capturas de tráfico de los nodos La Laguna y Tanques de agua conectados al mismo, dichas capturas serán analizadas a continuación.

Nodo Tanques de Agua

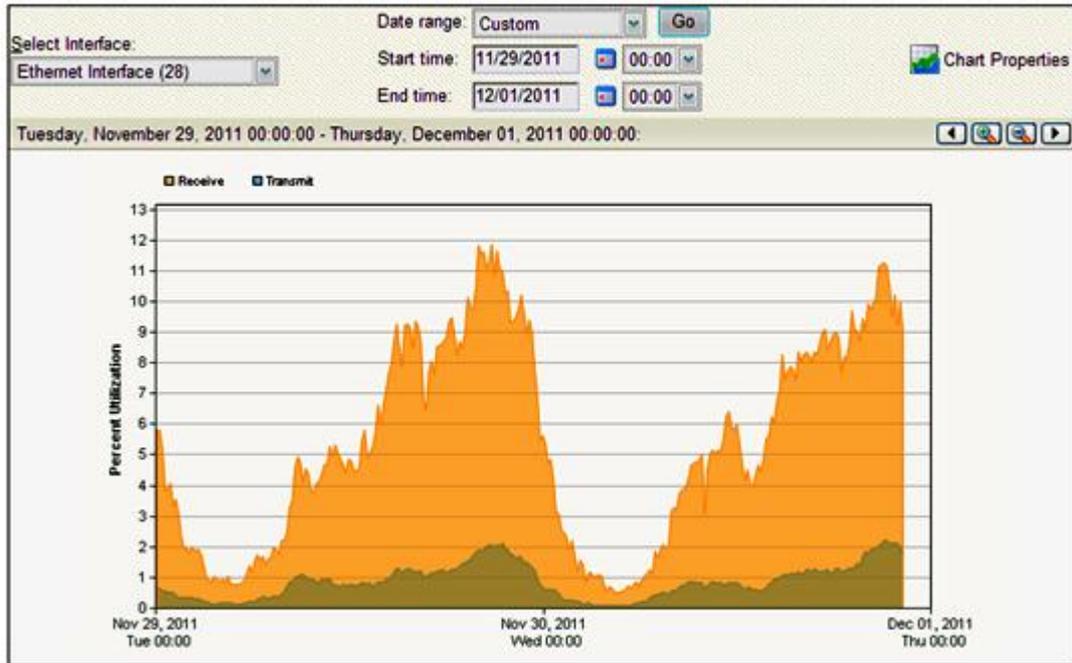


Figura 3.7: Captura de tráfico cursado en el nodo Tanques de Agua.

Fuente: Captura realizada en ETAPA E.P

En la figura se observa el tráfico cursado en el nodo Tanques de Agua conectado al nodo Centro de la red con una interfaz de 100Mbps, la utilización máxima de la misma se da entre las 20:00 y 22:00 con un 12% observado en dos picos y un mínimos de uso de puede ver entre las 2:00 y 7:00.

Nodo Laguna

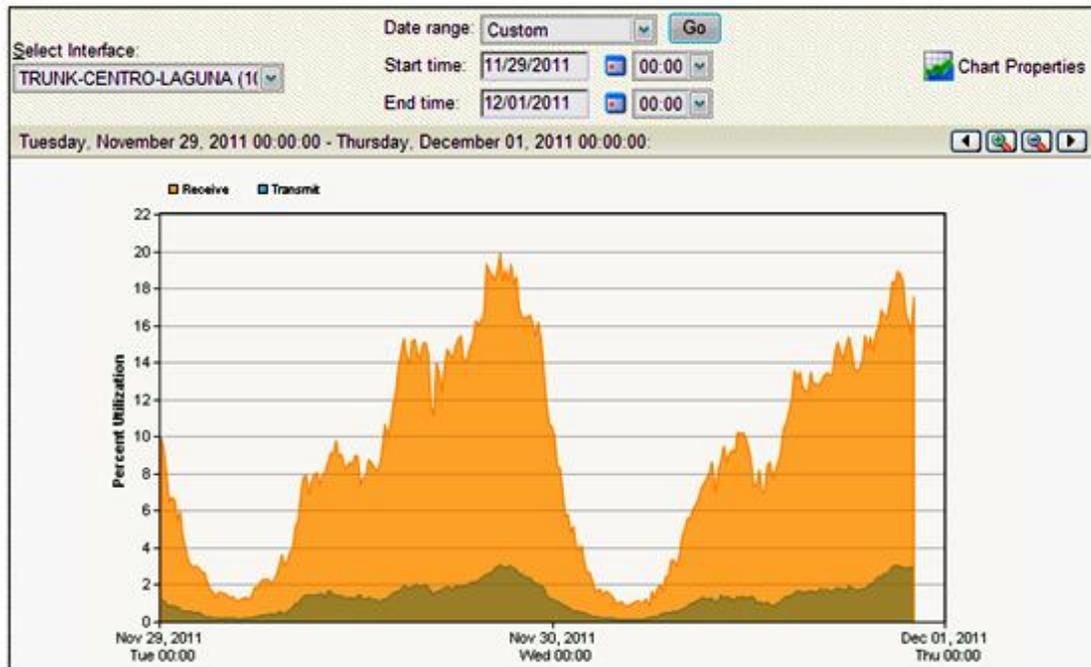


Figura 3.8: Captura de tráfico cursado en el nodo Laguna.

Fuente: Captura realizada en ETAPA E.P

El tráfico cursado en el nodo Laguna conectado con el nodo Centro con una interfaz de 1Gbps se muestra en la figura, observando los picos máximos con un 20% de utilización ocurridos entre las 20:00 y 22:00 y un uso mínimo entre las 2:00 y las 7:00, el tráfico normal cursa a partir de las 8:00 incrementándose hasta alcanzar la hora pico.

Una vez analizadas las capturas obtenidas para los tres nodos principales de la red, Ejido, Totoracocha y Centro, se puede concluir que el horario de menor impacto para la migración estaría dado en las primeras horas de la mañana, ya que en todas ellas no se presentan picos de tráfico que suponen gran cantidad de usuarios conectados como ocurre en horas de la noche, que como se observó en las figuras están dadas entre las 20:00 y 22:00.

3.2 Consideraciones para el direccionamiento IP de la red.

La implementación de IP-MPLS brinda la posibilidad de trabajar con L3VPN, una red virtual privada que integra los beneficios de capa 3 para diferenciar y ofrecer distintos servicios dentro de una misma infraestructura. Para la gestión de los servicios de la empresa la red contará con tres tipos de L3VPN:

- O&M-MSAN: Para la gestión de elementos de acceso como UA y DSLAM.
- IP-MNST-VPN-VLAN: Para la gestión de nodos MPLS (datos).
- SIG-VoIP: Para la gestión de voz

La red además cuenta con L2VPN, que integra servicios de seguridad de capa 2, conocida como VSI. Este tipo de VPN será usada para la gestión de navegación en la red, es decir para la gestión de IP Residencial e IP Corporativa.

Una vez conocidos los servicios VPN de la red, es necesario señalar que debe existir un plan a seguir para que la asignación de IP en la red sea organizada, facilitando la gestión y favoreciendo la escalabilidad de la red. De esta manera y considerando que las direcciones IP asignadas no pueden repetirse dentro de una VPN es necesario distinguir dos rangos de direcciones IP dentro de la red:

IP 172.16.0.0 - 172.16.15.0: Rango dedicado al servicio de datos.

IP 172.16.16.0 - 172.16.31.0: Rango dedicado al servicio de voz.

Con la aplicación de esta recomendación se facilita la gestión de la red, ya que al ser diferenciados los servicios de la empresa éstos pueden ser administrados de manera independiente.

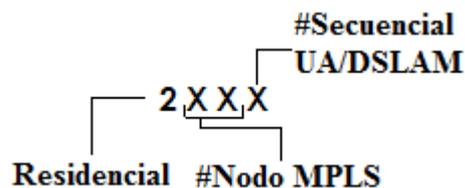
3.3 Consideraciones para la asignación de VLANs

La red de telecomunicaciones de ETAPA E.P cuenta con 4094 VLANs disponibles para la gestión de sus servicios que ya fueron mencionados anteriormente, la implementación de IP-MPLS exige una correcta planeación para la asignación de las mismas, con la finalidad de facilitar la gestión de la red.

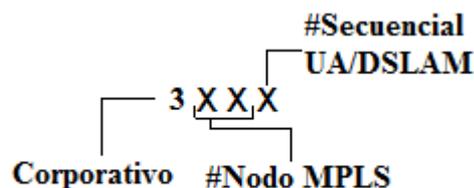
Es necesario establecer que las VLANs no pueden interferirse entre sí dentro de la red de área local. Sin embargo no ocurre lo mismo en la conexión con el BRAS ya que en esta instancia no se cuenta con un nivel de seguridad, por lo tanto es indispensable considerar que no puede existir repetición de VLANs, ya que por decirlo de alguna manera pueden “verse” unas a otras y de esta manera entorpecerse entre sí.

Para una mejor gestión y administración se recomienda que la asignación de VLANs se realice de la siguiente manera:

- El rango comprendido entre la VLAN 2000 y la VLAN 2999 será asignado para el plan Residencial del servicio de acceso a Internet de banda ancha. A continuación se presenta un esquema de su identificación:



- El rango comprendido entre la VLAN 3000 y la VLAN 3999 será asignado para el plan Corporativo del servicio de acceso a Internet de banda ancha. En seguida se muestra el esquema de identificación recomendado:



3.4 Etapas de la migración

Para que el proceso de implementación llevado a cabo sea lo más transparente posible se recomienda que se realice por etapas. De esta manera el plan para la migración se contemplaría de la siguiente manera:

- Una primera etapa designada a la migración del servicio de voz de la red.
- La segunda etapa contempla la migración del servicio de datos para el acceso a Internet de banda ancha.
- En la tercera etapa se migrará las redes de datos que posee la red.

3.5 Conclusiones

Se puede concluir una vez finalizado este capítulo que la implementación de la tecnología IP-MPLS supone grandes cambios en la red actual de la empresa ETAPA E.P. Varios son los aspectos a considerar por parte del proveedor de servicios, como lo son el tráfico cursado, las horas pico de uso, el direccionamiento IP, la asignación de VLANs, etc. La finalidad es que el proceso de migración sea transparente para el usuario y de mínima complejidad para la empresa.

CONCLUSIONES

Mediante la implementación de la tecnología IP-MPLS la red de ETAPA E.P estará en la capacidad de ofertar un mayor ancho de banda y velocidades de transmisión más altas, una mayor capacidad de manejo de tráfico, soporte para Ingeniería de tráfico y diferenciación de clases de tráfico para brindar una variedad de servicios, versatilidad y escalabilidad de la red, garantía de calidad de servicio y mejor aprovechamiento de recursos. Obteniendo una red robusta, multiservicio y de fácil gestión, preciados beneficios tanto para el usuario como para la empresa.

RECOMENDACIONES

Una vez realizados los análisis de las arquitecturas de las redes se presentaron varias recomendaciones para la migración a la nueva tecnología que se resumirán a continuación:

Considerando principalmente el tráfico cursado, se determinaron las horas pico de uso para el establecimiento de la recomendación del horario más conveniente para la implementación que se concluyó estaría dado en las primeras horas de la mañana.

El direccionamiento IP y la asignación de VLANs de la nueva red deberá diferenciar las dos clases del servicio de acceso a Internet de banda ancha que oferta la empresa, el plan Residencial y el plan Corporativo.

Para una migración organizada se recomendó que la implementación de IP-MPLS se realice por etapas, una primera para el servicio de voz, la segunda para el servicio de datos y finalmente una tercera etapa para la migración del servicio de red de datos con el que cuenta la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVEZ, Rogelio «Fundamentos de MPLS.». Julio 2011 Disponible en: <http://www.cert.uy/historico/pdf/Presentación%201%20-%20MPLS%20base.pdf>
2. CISCOREDES. «El Mundo de las Redes/Modelo OSI y TCP/IP» Junio 2011. Disponible en: <http://www.ciscoredes.com/tutoriales/60-modelo-osi-y-tpc-ip.html>
3. CISCOREDES. «El Mundo de las Redes/VLAN». Junio 2011. Disponible en: <http://www.ciscoredes.com/tutoriales/65-vlan.html>
4. CISCOREDES. «El Mundo de las Redes/OSPF». Junio 2011 Disponible en: <http://www.ciscoredes.com/tutoriales/56-ospf.html>
5. CISCO. «Red Privada Virtual» Junio 2011. Disponible en: <http://www.cisco.com/web/LA/soluciones/la/vpn/index.html>
6. CONATEL, SENATEL. «Planes Tarifarios de ETAPA E.P». Agosto 2011 Disponible en: http://www.conatel.gob.ec/site_conatel/
7. Diseño propuesto HUAWEI, Marzo de 2011 «LLD LOW LEVEL DESIGN FOR IP-MPLS IMPLEMENTATION IN ETAPA E.P» Agosto 2011.
8. GARCÍA, Adolfo, Mayo de 2005 «MPLS – Multiprotocol Label Switching». Julio de 2011. Disponible en: <http://www.ccapitalia.net/download/docs/2002-mpls-v3.pdf>
9. HUAWEI. «Products». Septiembre de 2011. Disponible en: <http://www.huawei.com/en/products/index.htm>

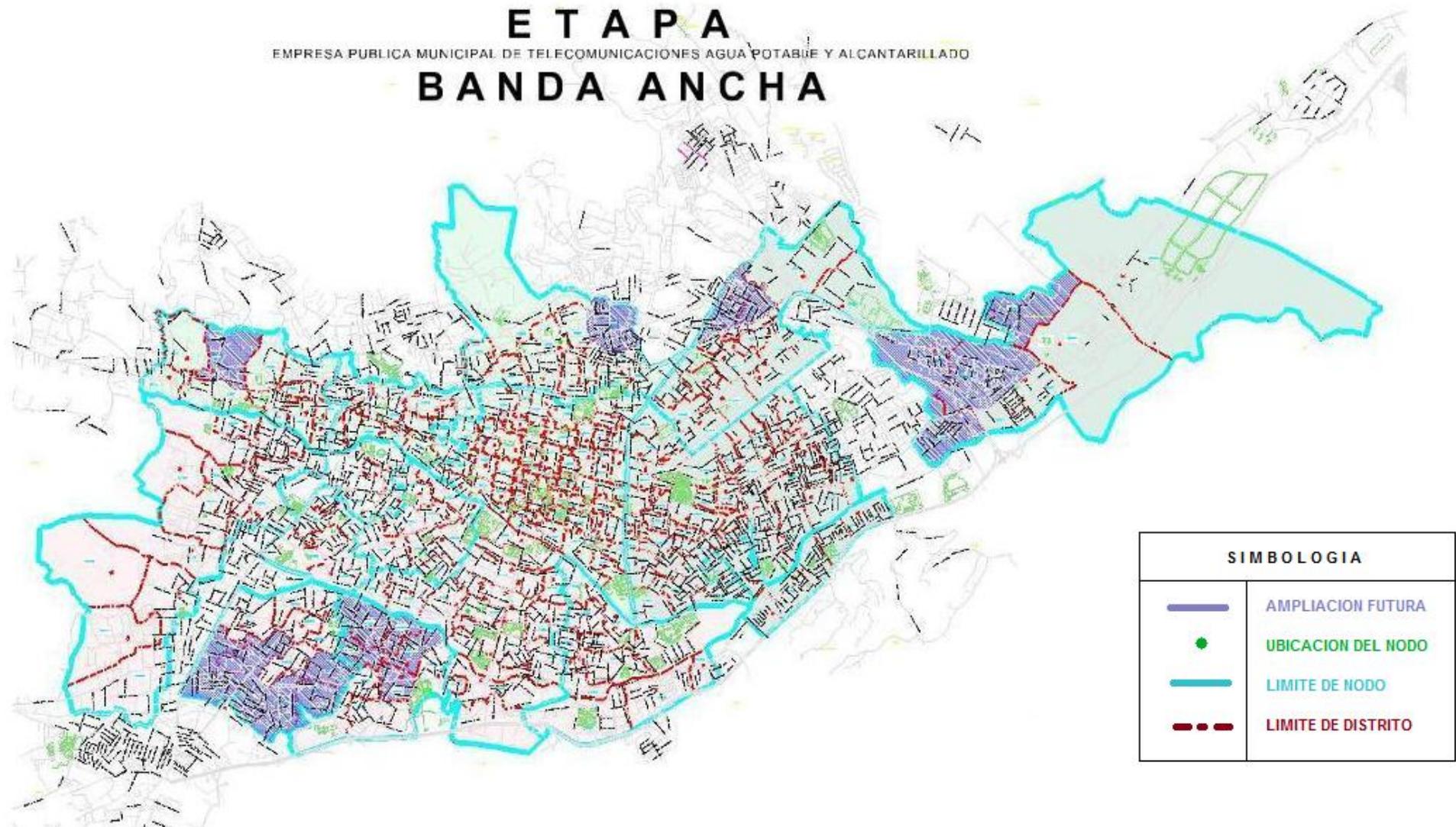
10. MILLAN, Ramón, Junio de 2008«Estrategia tecnológica en redes y servicios convergentes de banda ancha fija y móvil.». Agosto 2011 Disponible en:
<http://blogtelecomunicaciones.ramonmillan.com/>

11. RAMIREZ, Ricardo. «Soluciones Tecnológicas en Informática y Comunicaciones». Julio 2011. Disponible en:
<http://www.solticom.com/uts/protocolos.pdf>

12. ZAMORA, Hugo, Primavera 2002. «Implementación de Redes MPLS-VPN Casos de Estudio» Julio de 2011. Disponible en:
<http://www.cudi.mx/primavera2002/presentaciones/MPLSVPN.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1: Cobertura de banda ancha de ETAPA E.P



ANEXO 2: Esquema de la topología actual de la red.

