

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE UNA RED CORPORATIVA
IP PARA EL TRANSPORTE DE LOS SERVICIOS DE LOS
CLIENTES CORPORATIVOS DE LA CORPORACIÓN DIGITEL
C.A.**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. Alejandro J., Finol U.
Para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2016

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE UNA RED CORPORATIVA
IP PARA EL TRANSPORTE DE LOS SERVICIOS DE LOS
CLIENTES CORPORATIVOS DE LA CORPORACIÓN DIGITEL
C.A.**

Prof. Guía: María Álvarez

Tutor Industrial: Ing. Irvin Zerpa

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. Alejandro J., Finol U.
Para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2016

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Caracas, 01 de junio de 2016

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Eléctrica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Alejandro J. Finol U., titulado:

**"DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE UNA RED CORPORATIVA IP
PARA EL TRANSPORTE DE LOS SERVICIOS DE LOS CLIENTES
CORPORATIVOS DE LA CORPORACIÓN DIGITEL C.A."**

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Electricista en la mención de Comunicaciones, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.


Prof. Carlina Regoli
Jurado


Prof. Gerlis Caropresse
Jurado


Prof. Maria Eugenia Alvarez
Prof. Guía

DEDICATORIA

A mi madre Miriam Urbina mi guía, mi ejemplo de perseverancia, constancia, mi fuerza en los momentos más difíciles, la responsable en gran parte de este éxito.

A mi padre Esmerido Finol mi ejemplo de responsabilidad y respeto quien me enseñó conseguir el valor de cada momento adverso y bienaventurado.

A mi hermana Merbert Finol mi fuerza, mi brazo, la persona incondicional en mi vida, la voz que nunca me ha desamparado, a quien le debo mucho en esta vida

A mi prima madrina, la gorda bella Glen comparto contigo este logro trascendente en mi vida.

A todos ustedes siéntanse orgullosos de este triunfo.

AGRADECIMIENTOS Y RECONOCIMIENTOS

En primer lugar agradecerte a ti Virgen de Chiquinquirá, a ti San Judas Tadeo, por los favores concedidos, por brindarme las fuerzas para perseverar en los momentos más difíciles, por regalarme los días de gloria para disfrutar y los días de tormenta para reflexionar y aprender.

Gracias a ti madre, por tu entrega diaria en cuerpo y alma, tus consejos, tus palabras de aliento, tu optimismo y motivación, todo tuvo su significado para llegar a ser lo que hoy en día soy, eres mi pilar has sido mi gran apoyo para alcanzar un escalón más cada día. Gracias por demostrarme el significado de constancia. Me quedo corto en estas líneas para expresarte mi eterno agradecimiento, eres la mejor madre te amo!!

Gracias a ti papá, por tu presencia en todos los momentos, por tu apoyo, por tus consejos de vida, por tus enseñanzas, te estoy infinitamente agradecido por demostrarme el significado de paciencia y valor.

Gracias a ti hermana, mi segunda madre, mi maestra, mi amiga, tú más que nadie conoces los obstáculos que me ha tocado superar, así como los logros que se han disfrutado, gracias por cada consejo que me has regalado, gracias por dedicarme tu tiempo, tu paciencia, has sido el motor de mi vida que me impulsa a lograr las cosas que he alcanzado, has sido mi mano derecha y siempre lo serás, eres la mejor persona de este mundo, no existe adjetivo positivo que describa todo lo excelente ser humano que eres, te amo con todas mis fuerzas.

No me alcanzaran los éxitos, ni los días en esta vida para retribuirles la mitad de lo que han dado por mí, cada fruto de este logro va en honor a ustedes.

Gracias a ti María Auxiliadora, fuiste una segunda madre académica, siempre estuviste para dar un consejo en los momentos difíciles, tu ayuda incondicional significo mucho para lograr este éxito, siéntete parte de este triunfo.

Gracias a mi hermano Diego, has sido de gran apoyo para mí, gracias por tu amistad sincera y fiel bro.

Gracias Pao, por ser la amiga honesta, receptiva, coherente, proactiva, gracias por tener siempre la disposición de ofrecer tu mano amiga en todo momento. Gracias Joha, mi compañera de pasantías, los tiempos juntos en la universidad fueron pocos pero suficientes para saber que en ti siempre tendré una grandiosa amiga.

Gracias Jetsa, mi favorita en todo, eres un ser increíble, de los que ya no quedan, una persona sincera y transparente, siempre dispuesta a ayudar sin esperar nada a cambio, siempre con un consejo que dar, siempre con buena vibra, te valoro mucho, eres de un gran corazón, conocerte le dio un mayor significado a mi vida.

Gracias Irvin, mi otro hermano, has sido un guía, un consejero, confidente, una persona analítica, generosa y creativa, con la que sé que puedo contar a cualquier hora, gracias por tu disposición desde el primer día en ayudarme y brindar tus conocimientos, me siento orgulloso de llamarte mi amigo y mi hermano, eres de gran calidad bro, y excelente profesional. Gracias Joseph, mano tu constante apoyo siempre lo tendré presente, gracias por tu amistad sincera y natural, estoy seguro que ahora vendrán mejores momentos para descontrolar.

A todo el grupo de la Corporación Digitel C.A. gracias por abrirme las puertas y darme la oportunidad de iniciarme en el campo laboral y con ello lograr desarrollar mi proyecto de grado. En especial agradecido con todo el grupo de Operaciones, gracias por su muestra de amistad.

Por último y no menos importante gracias a mi casa de estudios la U.C.V. por ser formadora de mis conocimientos y ser artífice de mi crecimiento como ser humano. En especial estaré muy agradecido con la Profesora María Eugenia Álvarez, en primer lugar por aceptar ser mi tutora y en segundo lugar por sus lecciones dentro y fuera del aula, que han sido factor importante en mi evolución.

Finol U., Alejandro J.

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE UNA RED CORPORATIVA IP PARA EL TRANSPORTE DE LOS SERVICIOS DE LOS CLIENTES CORPORATIVOS DE LA CORPORACIÓN DIGITEL C.A.

Prof. Guía: María Álvarez. Tutor Industrial: Ing. Irvin Zerpa. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: Corporación Digitel C.A. 2016. 116h +anexos

Palabras Claves: Redes, IP, MPLS, Backbone, Corporativos, Interconexión

Resumen. Con la finalidad de solventar el problema de transporte de servicios corporativos dada la congestión y fallas, aunado a los tiempos de respuesta para la implementación de nuevos requerimientos, todo ello causado por compartir recursos de la red backbone con otros servicios en una red convergente, actualmente la Corporación Digitel está planteando la modificación en el transporte de los servicios de los clientes corporativos, para ello se busca la conformación de una nueva plataforma, que sea exclusiva para el tránsito de los servicios corporativos, con el objetivo de optimizar la red backbone actual y dar prioridades a los clientes corporativos. Para esto se realizó un levantamiento de información sobre la composición de la red backbone IP de la empresa, a fin que sirva de apoyo para la elaboración del diseño de la nueva plataforma, se buscaron los puntos más importantes de la red actual, enfocado a conseguir los nodos donde exista la mayor cantidad de usuarios y donde se ocurra el mayor flujo de tráfico. Se estableció la topología física y lógica que debe tener el núcleo de la nueva plataforma, incluyendo en la topología física enlaces de redundancia con otro proveedor de servicio, de igual forma se dimensionó los anchos de banda que deben tener cada conexión para el tráfico que van a operar. Así mismo se realizó una propuesta de los equipos que deben tomarse en cuenta para la creación de la nueva red de transporte, además de los parámetros que se deben tomar en cuenta para la manipulación del tráfico. Con la implementación de este diseño la empresa aumentará significativamente su rendimiento, sus sedes intercambiarán información relevante de forma rápida y eficiente. Se recomienda la implementación del presente diseño dada las ventajas que ofrece una plataforma independiente que a su vez pueda servir como ruta de respaldo ante fallas en la presente plataforma IP.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CONSTANCIA DE APROBACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS Y RECONOCIMIENTOS	v
RESUMEN	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE ACRÓNIMOS	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
EL PROBLEMA	3
1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Justificación	5
1.3 Objetivos.....	6
1.5 Descripción de la empresa donde se realizó la investigación.....	7
CAPÍTULO II	11
MARCO TEÓRICO	11
2.1 El modelo OSI	11
2.2 Red de área local (LAN Local Area Network, en inglés).....	13
2.3 Red de área metropolitana (MAN, Metropolitan Area Network, en inglés)	
13	
2.4 Red de área amplia (WAN Wide Area Network, en inglés).....	14

2.5	Internet	14
2.6	Topologías	14
CAPÍTULO III		24
MARCO METODOLÓGICO		24
3.1	Tipo de Estudio.....	24
3.2	Modelo de investigación.....	24
3.3	Etapas de la Investigación.....	25
CAPÍTULO IV		28
RESULTADOS.....		28
4.1	Levantamiento de información sobre composición de red backbone IP de Digitel	28
4.2	Elementos de la red backbone IP	30
4.4	Enrutamiento actual en la red backbone IP	41
4.5	Descripción de la configuración lógica de los equipos de la red backbone IP de Digitel	43
4.5.1	Calidad de Servicio con MPLS.....	43
4.5.2	Políticas en manejo de paquetes	45
4.5.3	Definición de VLAN en la red backbone IP.....	47
4.5.4	Redundancia de Gateway	50
4.6	Consumo actual anchos de banda en sitios Core.....	52
4.6.1	Región Capital.....	52
4.6.2	Región Centro	55
4.6.3	Región Centro-Occidente.....	56
4.6.4	Región Occidente	58
4.6.5	Región Oriente	60

CAPÍTULO V	62
DISEÑO DE LA PLATAFORMA DE RED CORPORATIVA	62
5.1 Principios bases para la nueva plataforma	62
5.3 Requisitos de nueva plataforma corporativa	63
5.3 Solución Propuesta.	65
5.4 Topología Lógica	68
5.5 Topología Física.	72
5.6 Conexiones en estaciones Core	74
5.7 Elección de Equipos para la nueva plataforma IP corporativa.	89
 CAPÍTULO VI	 95
PROPUESTA DE INSTALACIÓN	95
6.1 Recorrido cableado de energía	95
6.2 Recorrido cableado de gestión	97
6.3 Recorrido del cableado para tráfico hacia ROU-OPE.	100
6.4 Recorrido cableado de tráfico hacia POP	102
 CONCLUSIONES	 109
RECOMENDACIONES	111
BIBLIOGRAFÍA	115
ANEXOS	117

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Equipamiento router NE80E	32
Tabla 2. Equipamiento router NE40E-X8	33
Tabla 3. Equipamiento router NE40E-X3	35
Tabla 4. Equipamiento switch Huawei Quidway S9306	36
Tabla 5. Asignación de niveles de calidad de servicio.....	43
Tabla 6. Indicador de Consumo entre SWI-USB-ASW-003 y SWI-POP	53
Tabla 7. Indicador de Consumo entre SWI-USB-ASW-003 y SWI-POP	54
Tabla 8. Indicador de Consumo entre SWI-VAL-ASW-002 y SWI-POP.....	56
Tabla 9. Indicador de Consumo entre SWI-BTO-ASW-002 y SWI-POP	57
Tabla 10. Indicador de Consumo entre SWI-BTO-ASW-002 y SWI-POP	58
Tabla 11. Indicador de Consumo entre SWI-ZIM-ASW-002 y SWI-POP	59
Tabla 12. Indicador de Consumo entre SWI-PLC-ASW-002 y SWI-POP.....	61
Tabla 13. Solicitudes aumentos en Ancho de banda por región	64
Tabla 14. Asignación de niveles de calidad de servicio a nueva plataforma corporativa.....	70
Tabla 15. Características y especificaciones técnicas router NE40E-X2.....	91
Tabla 16. Características y especificaciones técnicas Switch Catalyst CISCO 6880.93	

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estructura Organizativa Corporación Digitel	9
Figura 2. Estructura Organizativa Gerencia de transmisión y backbone IP	10
Figura 3. Capas del modelo OSI	12
Figura 4. Etapas de la Investigación	27
Figura 5. Router NE80E Huawei	32
Figura 6. Router NE40E-x8 Huawei.....	33
Figura 7. Conexión entre routers 00P	34
Figura 8. Router NE40E-X3 Huawei.....	35
Figura 9. Switch Quidway S9306 Huawei.....	36
Figura 10. Representación de conexión general del backbone IP.....	37
Figura 11. Representación conexión física entre estaciones Core	40
Figura 12. Configuración general de Traffic Policing y Traffic Shaping.....	45
Figura 13. Configuración lógica en estaciones Core	49
Figura 14. Distribución de VLANs en la estación Core USB de la región Capital ...	50
Figura 15. Representación conexión sitio Core USB	53
Figura 16. Consumo ancho de banda entre SWI-USB-ASW-003 y SWI-POP	53
Figura 17. Consumo ancho de banda entre SWI-USB-ASW-003 y SWI-POP.....	54
Figura 18. Representación conexión sitio Core VAL	55
Figura 19. Consumo ancho de banda entre SWI-VAL-ASW-002 y SWI-POP	55
Figura 20. Representación conexión sitio Core BTO	56
Figura 21. Consumo ancho de banda entre SWI-BTO-ASW-002 y SWI-POP.....	57

Figura 22. Consumo ancho de banda entre SWI-BTO-ASW-002 y SWI-POP.....	58
Figura 23. Representación conexión sitio Core ZIM.....	59
Figura 24. Consumo ancho de banda entre SWI-ZIM-ASW-002 y SWI-POP	59
Figura 25. Representación conexión sitio Core PLC.....	60
Figura 26. Consumo ancho de banda entre SWI-PLC-ASW-002 y SWI-POP	60
Figura 27. Diseño jerárquico nueva red corporativa sitio backbone.....	67
Figura 28. Configuración EtherChannel router corporativo y POP.....	69
Figura 29. Conformación área IS-IS routers corporativos.....	69
Figura 30. Diseño de conexión general entre routers corporativos.....	73
Figura 31. Propuesta conexión física general routers corporativo.....	74
Figura 32. Diseño de conexión estación Core ZIM	76
Figura 33. Diseño de conexión estación Core BTO.....	79
Figura 34. Diseño de conexión estación Core VAL.	82
Figura 35. Diseño de conexión estación Core USB.....	85
Figura 36. Diseño de conexión estación Core PLC.	88
Figura 37. Representación router Huawei NE40E-X2.....	90
Figura 38. Switch CISCO Catalyst 6880	92
Figura 39. Vista recorrido cableado energía	96
Figura 40. Vista recorrido cableado energía	96
Figura 41. Vista recorrido cableado energía	97
Figura 42. Vista general conexión a SWI-USB-DCN-001 y SWI-USB-DCN-002 ..	98
Figura 43. Vista general conexión a SWI-USB-DCN-001 y SWI-USB-DCN-002 ..	98
Figura 44. Vista general conexión a SWI-USB-DCN-001 y SWI-USB-DCN-002 ..	99
Figura 45. Vista general conexión a SWI-USB-DCN-001 y SWI-USB-DCN-002 ..	99

Figura 46. Vista general conexión a ROU-USB-0PE-001 y ROU-USB-0PE-002..	100
Figura 47. Vista general conexión a ROU-USB-0PE-001 y ROU-USB-0PE-002..	101
Figura 48. Vista general conexión a ROU-USB-0PE-001 y ROU-USB-0PE-002..	101
Figura 49. Vista general conexión a ROU-USB-0PE-001 y ROU-USB-0PE-002..	102
Figura 50. Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP	103
Figura 51. Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP	103
Figura 52. Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP	104
Figura 53. Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP	104
Figura 54. Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP	105
Figura 55. Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP	105
Figura 56. Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP	106
Figura 57. Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP	106
Figura 58. Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP	107
Figura 59. Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP	107
Figura 60. Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP	108

LISTA DE ACRÓNIMOS

ASON: Automatically Switched Optical Network / Red Óptica de conmutación automática.

BGP: Border Gateway Protocol / Protocolo de puerta frontera.

DCN: Data Control Network / Red de control de datos.

DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol / Protocolo de configuración dinámica de host.

DSL: Digital Subscriber Line / Línea de abonado digital.

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers / Instituto para los ingenieros eléctricos y electrónico.

IP: Internet Protocol / Protocolo de internet.

ISP: Internet Service Provider / Proveedor de servicio de Internet.

IS-IS: Intermediate system to intermediate system / Sistema Intermedio a Sistema Intermedio

LAN: Local Area Network / Red de área local.

LER: Label Edge Router / Enrutador de borde de etiqueta.

LSR: Label Switching Router / Enrutador de conmutación de etiqueta.

LSP: Label Switched Path / Camino de conmutación de etiquetas.

LDP: Label Distribution Protocol / Protocolo de distribución de etiquetas.

LPU: (Line Processing Unit) / Unidad de procesamiento lineal.

MAC: Media Access Control / Control de acceso al medio.

MAN: Metropolitan Area Network / Red de área metropolitana.

Mbps: Megabits per second / Megabit por segundo.

ME: Metro Ethernet.

MPLS: Multi-Protocol Label Switching / Conmutación Multi-Protocol mediante etiquetas.

MPU Main Processing Unit / Unidad de procesamiento principal.

OSI: Open System Interconnection / Modelo de interconexión de sistemas abiertos.

PoE: Power over Ethernet / Alimentación a través de Ethernet.

QoS: Quality of Service / Calidad de servicio.

RAM: Random-access memory / memoria de acceso aleatorio.

RFC: Request for Comments / Solicitud de Comentarios.

RTP: Real-time Transport Protocol / Protocolo de Transporte de Tiempo real.

SDH: Synchronous Digital Hierarchy / Jerarquía digital síncrona.

SFU: Switch Fabric Unit / Unidad de interruptor

SRU Switch and Route Processing Unit / Unidad de procesamiento de enrutamiento y conmutación

UTP: Unshielded Twisted Pair / Par trenzado no blindado.

VLAN: Virtual Local Area Network / Red virtual de área local.

VLL: Virtual Leased Line / Línea dedicada virtual.

VoIP: Voice over IP / Voz sobre IP

VPLS: Virtual Private LAN Service / Servicio de LAN privada virtual.

VPN: Virtual Private Network / Red privada virtual.

RRRP: Virtual Router Redundancy Protocol / Protocolo de Redundancia Router Virtual

WAN: Wide Area Network / Red de área amplia.

INTRODUCCIÓN

El continuo crecimiento y demanda de servicios tales como el Internet en Venezuela, exige la necesidad de mantener un avance en nuevas tecnologías que ayuden a elevar la calidad de este servicio para toda transmisión de información, sumado a ello se encuentra la solicitud constante de servicios en las telecomunicaciones más rigurosas por parte del usuario final, dando lugar a creación de cambios tecnológicos en las redes de telecomunicaciones actuales.

Para lograr el acceso y la transmisión de información por toda la red, es necesario contar con una arquitectura, que garantice excelente calidad de servicio, que sea escalable, tolerante a fallas y proporcione seguridad. La arquitectura de red engloba todos los aspectos desde carácter físico, en cuanto a modelos de equipos, conexiones y configuraciones, para alcanzar la eficiencia en las comunicaciones se emplean diversos protocolos para el transporte de toda información.

En la actualidad existen un conjunto de protocolos para lograr acceso y transmisión en Internet, en el grupo denominado IP (Internet Protocol, Protocolo de Internet) aplicados desde el nivel más bajo de la arquitectura, siendo el nivel de acceso donde el cliente es agregado, hasta el nivel más alto comúnmente conocido como el Core, siendo este nivel el más relevante ya que da la funcionalidad de toda una red y representa la columna vertebral de la misma.

El conjunto de protocolos IP es la base fundamental para conectar diferentes redes, y para encaminar el tráfico hacia el destino adecuado. Los enrutadores, que son los equipos de la red que operan con IP, funcionan como el vehículo que transporta la información entre diferentes destinos. En muchas redes de datos, la transmisión entre

distintos nodos dentro y fuera del perímetro de la red ocurre por medio de diversos protocolos de enrutamiento, los cuales son fundamentales en toda red, especialmente las redes corporativas dado el alto volumen de tráfico de información que estas manejan, estas redes ofrecen diferentes servicios de telecomunicaciones a grandes y pequeñas empresas que cuentan con gran número de equipos para la interconexión entre sus sedes, y para la transmisión de datos en Internet.

Actualmente la Corporación Digitel C.A. ofrece entre sus tantos servicios de telecomunicaciones una red IP/MPLS, logrando con ello destacarse en el sector tecnológico del país siendo una empresa que “A lo largo de nuestra historia nos hemos posicionado como una empresa pionera en servicios de telecomunicaciones. Hoy te ofrecemos servicios de telefonía móvil y fija, así como también servicios de Internet de última generación para los segmentos Pre-Pago o Post-Pago con soluciones adaptadas a las necesidades de usuarios naturales PYME y corporativos” [1].

Esta corporación posee una red backbone en la cual se encuentran integrados algunos servicios de las tecnologías 2G, 3G y 4G en conjunto con los servicios corporativos, dando a lugar esta situación, a la congestión, saturación y fallas de diversos enlaces, por lo que es necesario migrar los servicios a la nueva red IP corporativa, incorporando en ella únicamente los servicios corporativos que se dan a las diversas organizaciones y compañías a nivel nacional, logrando con ello un entorno superior en la prestación de servicio respecto al que se tiene actualmente, y a su vez garantizar al cliente la mejor calidad en sus comunicaciones.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

En la constante evolución de las telecomunicaciones, es importante para toda institución, sea pública o privada, mantenerse a la par con el avance tecnológico, de manera tal que se logre una comunicación fiable, eficaz y protegida ante cualquier falla. Hoy en día, es de carácter importante resaltar la preocupación en el área tecnológica dentro de cualquier organización, el manejo de la información de modo eficiente, por lo que es necesario manejarlas con criterio y aplicando los avances tecnológicos más actuales, ya que de ello dependerá el éxito de la organización. En caso específico siendo una empresa que ofrece servicios de Internet a un gran número de clientes incluyendo en ellos grandes empresas, debe garantizar eficiencia y continua operatividad en sus redes.

Muchas de estas empresas que son operadoras de servicios, deben aplicar las mejores tecnologías en sus infraestructuras de telecomunicaciones para la eficiente gestión de información de sus clientes. Este es el caso de la Corporación Digitel C.A. quien ha empleado el estándar MPLS en su red IP, uno de los sólidos argumentos a favor de la implementación de MPLS surge de la necesidad de poder controlar la manera en que fluye el tráfico por la red, asegurando la calidad en el servicio ofrecido al cliente final.

MPLS es un nuevo mecanismo de transporte de datos creado por la IETF (Internet Engineering Task Force, Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet) y definido en el RFC (Request for Comments) 3031, basado en el concepto “que trata

de proporcionar algunas de las características de las redes orientadas a conexión, a las redes no orientadas a la conexión. En el encaminamiento IP sin conexión tradicional, la dirección de destino junto a otros parámetros de la cabecera, es examinada cada vez que el paquete atraviesa un router. La ruta del paquete se adapta en función del estado de las tablas de enrutamiento de cada nodo, pero como la ruta no predice, es difícil reservar recursos que garanticen la QoS (Quality of Service, Calidad de Servicio); además, las búsquedas en tablas de encaminamiento hacen que cada nodo pierda cierto tiempo, que se incrementa en función de la longitud de la tabla” [2].

En la actualidad la Corporación Digitel C.A. cuenta con una red IP/MPLS que transporta todos los servicios de las tecnologías 2G, 3G y 4G incluyendo en dicha red los servicios corporativos. Como resultado, el tráfico no se distribuye uniformemente a través de los enlaces de la red, lo que causa un uso ineficiente y costoso de los recursos. Algunos enlaces podrían congestionarse, mientras que otros enlaces podrían ser sub-utilizados, y al momento que se dé una falla todas las redes interconectadas, sufren colapso y caída de conexión, ocasionando pérdida de tiempo y dinero factores importantes tanto para los clientes a nivel corporativo y aún más para la empresa. Esto podría haber sido menos alarmante en redes con pocos enlaces, pero en una red altamente interconectada y con una demanda de servicios como lo es, la de la Corporación Digitel C.A. donde se integran enlaces que operan a lo largo y ancho de la nación, es de vital importancia plantear una solución.

Aunado a ello por ser una red convergente donde transitan todos los servicios tanto de red de telefonía móvil como servicios corporativos, se presentan retrasos e inconvenientes al momento de realizar una evaluación para la ampliación de ancho de banda de un cliente en específico o para la agregación de un nuevo cliente a la red, ya que debe pasar una evaluación por diversos departamentos técnicos, ocasionando con ello retrasos en respuestas para el cliente.

Dada la situación ya expuesta, surge la necesidad de implementar una nueva red IP corporativa, donde estén ubicados únicamente los servicios corporativos, asegurando con esta migración de servicios, una segmentación en la red, de modo que

se garantice la conexión a todos los servicios que requiera el cliente final, sin tener problemas de congestión o latencias, ofrecer menores tiempos de respuesta para la implementación de un nuevo requerimiento, ya que se busca una red independiente que sea operada por un solo personal dentro de la empresa. En otras palabras, es necesario un mayor control para implementar una ingeniería de tráfico que sea más realista. Es por ello que la Corporación Digitel C.A. siendo una empresa líder en telecomunicaciones a nivel nacional, cuenta con los equipos necesarios para brindar en el caso puntual, a los clientes corporativos un servicio de primera calidad, manteniéndose en la línea de la innovación tecnológica y realizando diariamente la mejor gestión enfocada en la búsqueda de la mejoría en el servicio.

Para ello la Corporación Digitel C.A. manteniendo su perfil de empresa líder, realiza en el presente, el estudio para la creación de una nueva red backbone, en la cual se realizará la migración de los servicios corporativos, ofreciendo en ella entre otras cosas, una mejor calidad de servicio en comparación a la experiencia con la red de mayor antigüedad.

1.2 Justificación

Como ha sido mencionado anteriormente en el planteamiento del problema, actualmente debido al alto volumen de tráfico de información en las redes de la Corporación Digitel C.A. causado por la cantidad de usuarios y servicios tecnológicos en su red, surge la necesidad de operar los servicios corporativos en una plataforma diferente a la que existe en la actualidad, con ello se busca prevenir la competencia con los recursos de las redes 2G, 3G y 4G, que pueda derivar en fallas en la plataforma de la red e inconvenientes de transmisión por parte del usuario final, para garantizar una mayor fiabilidad, un mayor rendimiento y además se puedan reducir los costos generales mediante una mayor eficiencia de la red. Siendo este punto el más álgido en la plataforma existente, es importante la separación del bloque

de servicios primarios de la compañía resaltando en ellos; las redes 2G, 3G y 4G del bloque de servicios corporativos. Siendo el motivo de presentar esta migración de red como solución a la problemática existente, ya que las compañías y empresas que tienen contrato con la Corporación Digitel C.A. representan un alto ingreso monetario a la Corporación, lo que obliga a ofrecer la mejor calidad en todos los servicios presentes y nuevos servicios que deseen incorporar en un mediano plazo.

Por tal motivo la Corporación Digitel C.A. comprometida con ofrecer el mejor servicio a todos sus clientes y en ser participe en el desarrollo tecnológico en Venezuela, desarrolla una nueva red corporativa IP, ofreciendo en ella óptimos tiempos de respuesta, tiempos de latencia bajos, una red con mayor capacidad inmune a fallas.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar una nueva plataforma de red “Red IP corporativa” en la que se gestionen únicamente los servicios de los clientes corporativos de la Corporación Digitel C.A. ubicados a nivel nacional integrados actualmente en la red backbone IP/MPLS.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Estudiar todo lo referente a la red IP corporativa, abarcando topologías empleadas, elementos que la componen, protocolos empleados, técnicas y mejores prácticas en la implementación.
2. Recopilar toda la documentación existente sobre la actual red backbone IP donde operan las redes 2G, 3G y 4G para el diseño de la nueva plataforma.

3. Elaborar la documentación para el registro y consulta de la nueva red IP corporativa,
4. Escoger de acuerdo a los requerimientos y características técnicas, los equipos que mejor se adapten a los requerimientos de la nueva plataforma.

1.4 Análisis de Factibilidad

El proyecto se llevará a cabo en las instalaciones de la Corporación Digitel C.A. con sede en la torre B piso 4 de Centro Banaven en la Ciudad Comercial Tamanaco entre las Avenidas Ernesto Blohm y La Estancia, Urbanización Chuao, Municipio Chacao del Estado Miranda. Los recursos serán suministrados por la empresa, por lo que no se depende de variables externas a la compañía ni a inversiones adicionales para realizar la propuesta de diseño. La mayor inversión para el proyecto será de tiempo, para darle fiel cumplimiento a los objetivos trazados.

1.5 Descripción de la empresa donde se realizó la investigación.

La Corporación Digitel se ha caracterizado por ser una empresa pionera en tecnología, desde sus inicios de operaciones en 1998 ha evolucionado hasta el punto de ser la primera red GSM establecida en Venezuela. Con ello se ha mantenido como líder en el sector de las telecomunicaciones a nivel nacional, no solo por enfocarse en ofrecer la mejor calidad del servicio en telefonía móvil, en la actualidad ofrece diversos servicios para usuarios naturales, y con ello se incorporan diversos servicios para clientes corporativos, logrando así posicionarse como empresa de última generación con soluciones adaptadas a las necesidades de todos sus clientes.

1.5.1 Ingeniería de enlaces corporativos.

El Departamento de Ingeniería de enlaces corporativos, es un componente perteneciente a la Gerencia de Ingeniería de Transmisión y backbone IP. Entre sus principales funciones dentro de la Corporación se encuentran:

- Dimensionar los enlaces corporativos.
- Evaluación de propuestas por parte de los proveedores.
- Elaborar en SAP las Solicitudes de Pedido para la adquisición de enlaces corporativos.
- Revisar y aprobar documentación de inspección de sitios (Site Surveys).
- Elaborar Ingeniería de detalle para la instalación de enlaces corporativos.
- Revisar, aprobar y custodiar documentación de ingeniería final de los Enlaces corporativos (“As Built”).
- Elaborar los estándares de calidad para las instalaciones de enlace corporativos.

1.5.2 Estructura Organizativa de la Empresa.

En la Figura 1 se encuentra el Organigrama correspondiente a la estructura organizativa de la Corporación Digitel.

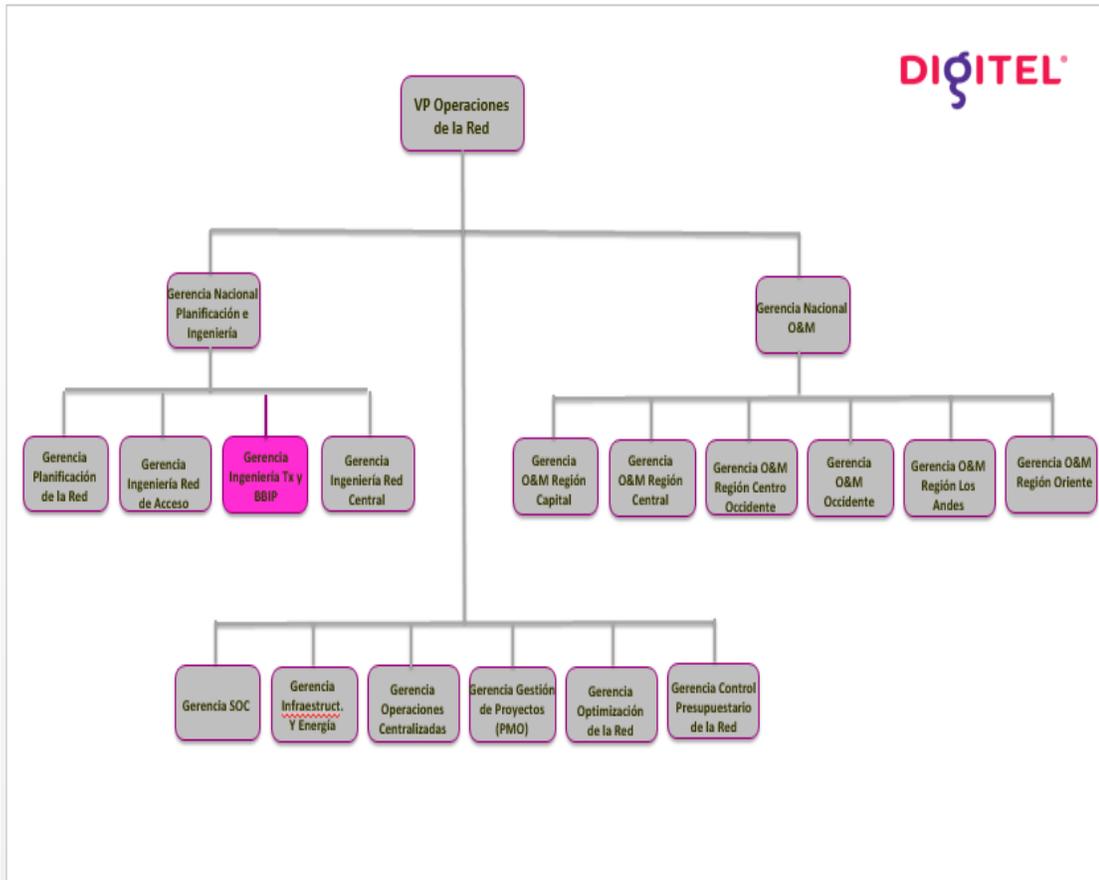


Figura 1. Estructura Organizativa Corporación Digitel
Fuente: “Propia”

En la Figura 2 se encuentra el Organigrama correspondiente a la estructura organizativa de la Gerencia de Transmisión y backbone IP.

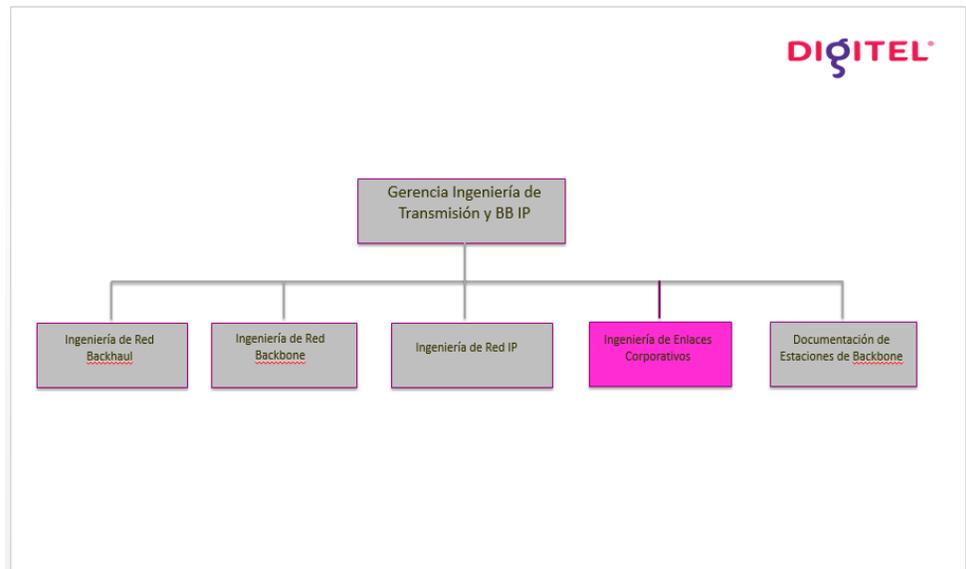


Figura 2. Estructura Organizativa Gerencia de transmisión y backbone IP
Fuente: “Propia”

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 El modelo OSI

Antes de conocer el modelo OSI es importante entender qué es un protocolo. Un protocolo es una serie de reglas que definen los procesos para la realización de una actividad específica. Así, los protocolos pueden definir desde la metodología para construir una empresa hasta los pasos para la fabricación de un tornillo. Los protocolos en redes de computadoras definen las normas para la comunicación entre dispositivos de red. Sin protocolos, los dispositivos no podrían interpretar las señales enviadas por otros dispositivos, y los datos no llegan a ninguna parte. [3]

El Modelo OSI (Open Systems InterConnect, en inglés) está constituido por 7 capas donde se definen las funciones de los protocolos de comunicaciones. Cada capa del modelo representa una función realizada cuando los datos son transferidos entre aplicaciones a través de una red intermedia. En las capas no se define un único protocolo sino más bien una función de comunicación que puede ser realizada por varios protocolos. Por ejemplo, un protocolo de transferencia de documentos y otro de correo electrónico, los dos facilitan el servicio de usuario y son parte de la capa de aplicación.

Cada protocolo sólo ha de ocuparse de la comunicación con su igual en la capa equivalente de un sistema remoto, sin preocuparse de la capa superior o inferior. Sin embargo, también debe haber un acuerdo en cómo pasan los datos de capa en

capa dentro de un mismo sistema, pues cada capa está implicada en el envío de datos. En la siguiente figura se muestra de una manera gráfica las capas del modelo OSI.

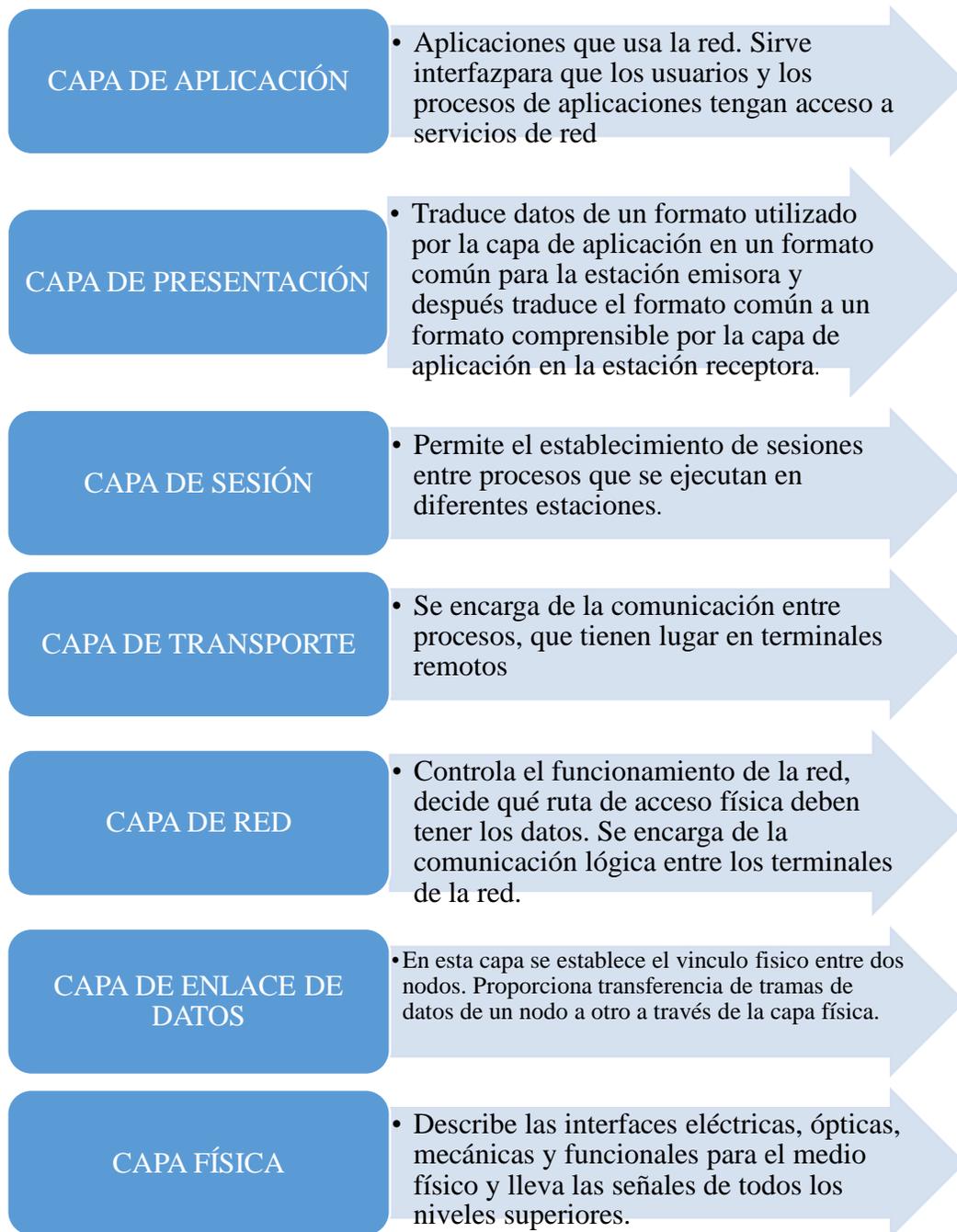


Figura 3. Capas del modelo OSI

Fuente: "Propia"

Las capas superiores delegan en las inferiores la transmisión de los datos a través de la red. Los datos descienden de capa en capa, hasta que son transmitidos a través de la red por los protocolos de la capa física. En el sistema remoto, irán ascendiendo por las capas hasta la de aplicación, una capa da servicio a la capa superior y requiere servicios de las capas inferiores.

2.2 Red de área local (LAN Local Area Network, en inglés)

Como su nombre lo indica, una red LAN es una red de ordenadores y otros dispositivos que se limita a un espacio relativamente pequeño, tal como un edificio o incluso una oficina. A menudo, las redes LAN están interconectadas por separado y se basan en varios servidores que ejecutan diferentes aplicaciones. Esta red puede contener docenas de servidores, cientos de puestos de trabajo, y varios dispositivos de almacenamiento compartido, impresoras, plotters, máquinas de fax, e incluso las interfaces telefónicas. [4]

2.3 Red de área metropolitana (MAN, Metropolitan Area Network, en inglés)

Una red que es más grande que una LAN y conecta a los clientes y servidores de varios edificios, por ejemplo, un grupo de oficinas de gobierno alrededor de un capitolio estatal se conoce como MAN debido a la distancia que cubre. Una MAN puede usar tecnología de transmisión y medios de comunicación diferente a una red LAN. [5]

2.4 Red de área amplia (WAN Wide Area Network, en inglés)

Una red que conecta dos o más LANs o MANs geográficamente distantes incluso entre distintos países, se llama WAN. Debido a que tales redes llevan datos a través de distancias más largas que las LAN, las WAN requieren métodos y medios de comunicación ligeramente diferentes de transmisión y a menudo utilizan una mayor variedad de tecnologías que las LAN. La mayoría de las MAN también puede ser descrita como las WAN, de hecho, es común que los ingenieros se refieran a todas las redes que cubren una zona geográfica amplia como redes WAN. [6]

2.5 Internet

Es la red WAN más grande del mundo, este conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas utilizan la familia de protocolos TCP/IP, garantizando que las redes físicas heterogéneas que la componen funcionen como una red lógica única, de alcance mundial. Sus orígenes se remontan a 1969, cuando se estableció la primera conexión de computadoras, conocida como ARPANET, entre tres universidades en California y una en Utah, Estados Unidos.

2.6 Topologías

2.6.1 Topología física

Este tipo de topología se refiere a la distribución física o patrón de los nodos de una red, representándola en forma general, es decir, que no especifica los tipos de dispositivos, métodos de conectividad o esquemas de direccionamiento para la red.

Las topologías físicas se dividen en tres formas geométricas fundamentales: bus, anillo y estrella. Estas formas se pueden mezclar para crear topologías híbridas.

Antes de diseñar una red, es necesario comprender las topologías físicas, la infraestructura de cableado y los medios de transmisión que se utilizarán. Además esto es necesario para solucionar posibles problemas o cambiar su infraestructura.

2.6.1.1 Topología bus

Una topología de bus consiste en un cable único, llamado bus, que conecta todos los nodos de una red sin la intervención de los dispositivos de conectividad. En la mayoría de los casos el medio físico para esta topología es cable coaxial. Una topología de bus puede soportar sólo un canal de comunicación. Como resultado, cada nodo comparte la capacidad total del bus. Una red de bus es una topología pasiva, en la que cada nodo escucha de forma pasiva para aceptar los datos dirigidos al mismo.

Cuando un nodo desea transmitir datos a otro nodo se emite una alerta a toda la red, informando a todos los terminales que una transmisión está siendo ejecutada; el nodo de destino entonces puede recibir la transmisión sin colisión de paquetes. Los nodos que no sean emisores o receptores ignoran el mensaje. [7]

2.6.1.2 Topología anillo

En una topología en anillo, cada nodo está conectado a los dos nodos más próximos, de modo que toda la red forma un círculo. En la figura se aprecia como los datos se transmiten hacia la derecha, de forma unidireccional, alrededor del anillo. Cada estación de trabajo acepta y responde los paquetes dirigidos a ella, luego los envía al otro lado de la estación en el anillo.

Cada estación de trabajo actúa como un repetidor para la transmisión. El hecho que todas las estaciones de trabajo participen en la entrega, hace de la topología de anillo una topología activa. La topología de anillo no tiene "extremos" y los datos se detienen en su destino. En la mayoría de redes las de anillo, se utiliza como medio físico par trenzado o cableado de fibra óptica. [8]

2.6.2 Topologías Lógicas

El término topología lógica, se refiere a la manera en que se transmiten los datos entre los nodos, en lugar de la disposición física de los caminos que toman los datos. La topología lógica de una red no necesariamente coincidirá con su topología física. Las topologías lógica más comunes son topologías de bus y anillo. En una topología de bus lógica, las señales viajan desde un dispositivo de red a todos los demás dispositivos de la misma (o segmento de red). Los datos pueden o no, viajar a través de un dispositivo de conexión intermedio (como en una red de topología en estrella). Una red que utiliza una topología de bus física también utiliza una topología de bus lógica. Las redes que utilizan topología física estrella, también dan lugar a una topología de bus lógica.

Por otra parte, en una topología de anillo lógico, las señales han de seguir una trayectoria circular entre emisor y receptor. Las redes que utilizan una topología de anillo puro utilizan una topología de anillo lógico. La topología de anillo lógico también es utilizado por la topología estrella, porque las señales han de seguir un camino circular, incluso a medida que viajan a través de un dispositivo de conexión. [9]

2.7 Backbone de las redes

La red dorsal del término en inglés backbone, es el cableado que conecta los switches y routers de la red. Por lo general, el medio físico es capaz de presentar un mayor rendimiento que el cableado que conecta las estaciones de trabajo. Esta capacidad adicional es necesaria porque el backbone transporta más tráfico que cualquier otro cableado de la red.

Por ejemplo, las redes de área local en las grandes organizaciones en general recurren a una red troncal de fibra óptica, pero siguen utilizando UTP Cat 5e o uno superior para conectar switches con estaciones de trabajo. [10]

2.8 Switches (Conmutadores)

También llamados conmutadores o interruptores, los switches son dispositivos de conectividad que pueden subdividir una red en pequeñas partes lógicas, o segmentos. Los switches convencionales operan en la capa de enlace de datos del modelo OSI, mientras que los más modernos pueden funcionar en la capa 3 o incluso en la capa 4. Al igual que los puentes, los switches interpretan la información de la dirección física de los dispositivos (MAC). La mayoría de los interruptores han de tener al menos un procesador interno, un sistema operativo, memoria, y varios puertos que permiten a otros nodos conectarse a él. Debido a que tienen varios puertos, los switches pueden hacer un mejor uso del ancho de banda y ser más rentables que los puentes. Cada puerto del switch actúa como un puente, y cada dispositivo conectado a un interruptor recibe su propio canal dedicado. En otras palabras, un interruptor puede activar un canal compartido en varios canales.

Desde la perspectiva de Ethernet, cada canal dedicado representa un dominio de colisión. Debido a que un interruptor limita el número de dispositivos en un dominio de colisión, limita las posibilidades de que éstas ocurran. Como conmutadores proporcionan canales separados para todos los dispositivos, mejorando así el

rendimiento de la red. Además de mejorar el uso del ancho de banda en comparación con los dispositivos como concentradores, los switches pueden crear VLANs, de manera tal que la red logra aislar los dispositivos que así lo requieran. [12]

2.9 Routers (Enrutadores)

Un router típico posee un procesador interno, un sistema operativo, memoria, un conmutador de entradas y salida para diferentes tipos de interfaces de red y por lo general, una interfaz de gestión de la consola. Un router es un dispositivo de conectividad multipuerto que transmite los datos entre diferentes redes. Los routers pueden integrar redes LAN y WAN, funcionando a diferentes velocidades de transmisión y permitiendo el uso de una variedad de protocolos. Cuando un router recibe un paquete entrante, lee el encabezado donde están las direcciones IP. Basándose en esto, se determina a qué red el paquete debe ser entregado. A continuación, se determina la ruta más corta a esa red y por último, se reenvía el paquete al siguiente salto en ese camino. Los routers operan en la capa de red (capa 3) del modelo OSI. Ellos pueden ser equipos configurados para realizar servicios de enrutamiento. Cabe recordar que los protocolos de capa de red, direccionan los datos de un segmento o tipo de red a otra. El direccionamiento lógico utilizando protocolos como IP, también ocurre en esta capa. Por consiguiente, a diferencia de los puentes y los switches de Capa 2, los routers dependen del protocolo.

En otras palabras, éstos deben ser diseñados o configurados para reconocer un protocolo de capa de red determinado, antes de que se pueda reenviar datos transmitidos usando dicho protocolo. Los routers tradicionales en redes LAN están siendo reemplazados por switches de nivel 3 que apoyan las funciones de enrutamiento. Sin embargo, a pesar de la competencia de los switches de Capa 3, los routers están encontrando nichos en aplicaciones especializadas tales como la vinculación de grandes nodos de Internet o el servicio de llamadas telefónicas digitalizadas. La fuerza del router reside en su inteligencia. No sólo puede hacer

seguimiento de las ubicaciones de ciertos nodos de la red, tal como los switches, sino que también puede determinar la ruta más rápida entre dos nodos.

Por esta razón, y porque se pueden conectar diferentes tipos de redes, los enrutadores son dispositivos de gran alcance, indispensables en grandes redes LAN y WAN. [13]

2.10 Enrutamiento estático y dinámico

El enrutamiento estático es una técnica en la que un administrador de red programa un enrutador para utilizar rutas específicas entre los nodos, debido a que no tiene en cuenta la congestión de red, ocasionalmente este tipo de enrutamiento genera fallos en la conexión, por lo que no es óptimo. Si un enrutador o un segmento conectado a un enrutador se cambia de lugar, el administrador de la red debe volver a programar las tablas del enrutador estático. El enrutamiento estático requiere la intervención humana, por lo que es menos eficiente y preciso que el encaminamiento dinámico.

El enrutamiento dinámico, por otra parte, calcula automáticamente la mejor ruta entre dos nodos y acumula dicha información en una tabla de enrutamiento. Si la congestión o fallos afectan a la red, un enrutador mediante enrutamiento dinámico puede detectar los problemas y redirigir los paquetes a través de un camino diferente.

Como parte del enrutamiento dinámico, de forma predeterminada, cuando se agrega un enrutador a una red los protocolos de enrutamiento proceden a actualizar sus tablas de enrutamiento. La mayoría de las redes utilizan principalmente enrutamiento dinámico, pero pueden incluir algún enrutamiento estático para indicar por ejemplo, un enrutador de salida por defecto. [14]

2.11 Protocolos de enrutamiento

Encontrar la mejor ruta que deben tener los datos en la red es una de las funciones más valoradas y sofisticadas realizadas por un enrutador. El mejor camino se refiere a la ruta más eficaz desde un nodo en una red a otra. El mejor camino en una situación particular depende del número de saltos entre los nodos, la actividad de la red actual, los vínculos no disponibles, la velocidad de la red de transmisión, y la topología.

Para determinar la mejor ruta, los enrutadores se comunican entre sí a través de los protocolos de enrutamiento. Se debe tener en cuenta que los protocolos de enrutamiento no son los mismos que los protocolos enrutables, como TCP / IP, a pesar de que los protocolos de enrutamiento pueden superponerse sobre los protocolos enrutables. Los protocolos de enrutamiento sólo se utilizan para recopilar datos sobre el estado actual de la red y para contribuir a la selección de los mejores caminos. A partir de estos datos, los enrutadores crean tablas de enrutamiento, que actúan como una especie de hoja de ruta para el reenvío de paquetes en el futuro. Además de su capacidad para encontrar el mejor camino, un protocolo de enrutamiento puede caracterizarse de acuerdo a su tiempo de convergencia, éste tiempo es el que toma un enrutador para reconocer una mejor ruta en el caso de cambio o de caída de la red. [15]

2.11.1 IS-IS (Intermediate System - Intermediate System, en inglés) Sistema Intermediario - Sistema Intermediario

Es un protocolo de enrutamiento diseñado para mover información de manera eficiente dentro de una red de elementos, conectados físicamente o dispositivos similares. Esto se logra mediante la determinación de la mejor ruta para los datagramas a través de una red de conmutación de paquetes. Aunque originalmente fue una norma ISO, la IETF publica el protocolo como un estándar de Internet en el

RFC 1142. IS-IS que se ha llamado "el estándar de facto para las grandes redes troncales de la red de proveedores de servicios."

IS-IS es un protocolo de enrutamiento de estado de enlace, se define con una distancia administrativa de 115. Cada router crea una base de datos independiente de la topología de la red, que agregue toda la información de la red inundada. Este protocolo utiliza el algoritmo de Dijkstra para calcular la mejor ruta a través de la red. Los paquetes se remiten entonces, basado en el camino ideal computarizada, a través de la red al destino. [16]

2.12 Redes metropolitanas con Ethernet

Metro Ethernet (ME) es un diseño de red que permite conexiones de banda ancha en redes privadas, además ofrece servicios necesarios de transporte de datos, tales como internet o conexiones a lugares remotos. En la actualidad Metro Ethernet es el servicio que más frecuentemente ofrecen los proveedores, para interconectar LANs que se encuentran a grandes distancias dentro de una ciudad. Este tipo de red cubre un área metropolitana, y está basada en el estándar Ethernet. Se utiliza comúnmente como red de acceso, conectando las empresas a una red de área extensa como Internet. Una red Metro Ethernet está conformada por dispositivos Capa 2 y 3 como switches y Enrutadores, conectados a través de fibra óptica. Las topologías utilizadas pueden ser anillo, estrella, mallada o incluso una combinación de estas. ME es una red jerárquica, que contiene capa de núcleo, distribución y acceso. El núcleo en la mayoría de las ME es un backbone IP/MPLS, pero podría ser también formas nuevas de transporte Ethernet con velocidades de 10Gbps o 100Gbps. Un modelo básico de servicio ME, está compuesto por una red que funciona bajo switches ME, ofrecida por un proveedor de servicios, donde el acceso de los usuarios a la red, se realiza mediante equipos de los clientes CEs (Customer Equipoment), que se conectan a través de UNIs (User Network Interface) a velocidades de 10Mbps, 100Mbps 1Gbps o 10 Gbps. ME es también una plataforma multiservicio, ya que

soporta una amplia gama de aplicaciones y servicios, contando con mecanismos que incluyen soporte a tráfico RTP (Real-time Transport Protocol, en inglés) Protocolo de Transporte de Tiempo real, como puede ser telefonía IP y Video IP. [17]

2.13 VLANs o redes virtuales de área local

Son redes lógicamente separadas dentro de una red, mediante la agrupación de puertos en un dominio de broadcast o difusión. Un dominio de broadcast es una combinación de puertos que componen un segmento de capa 2. Los puertos en un dominio de broadcast dependen de un dispositivo de capa 2, tal como un switch, para transmitir los datos. En el contexto de las redes TCP / IP, un dominio de broadcast también se conoce como una subred. [18]

2.15 MPLS (Multiprotocol Label Switching, en inglés) Multiprotocolo de Conmutación de Etiqueta

El protocolo MPLS aparece como una solución que se adapta al rápido crecimiento y a la diversidad en los servicios de Internet y los requerimientos de combinar tráfico de datos, voz y multimedia y que permite resolver el problema de las demandas en el incremento de ancho de banda.

Debido a esta problemática, el grupo de trabajo de ingeniería en Internet (IETF - Internet Engineering Task Force, en inglés) decidió desarrollar un nuevo protocolo llamado MPLS el cual está basado en un protocolo de conmutación desarrollado por Cisco, conocido como Tag Switching Protocol (Protocolo de conmutación de etiquetas). La arquitectura de una red MPLS se encuentra definida en la RFC 3031.

Sin embargo, no es sino hasta finales de los años 90 cuando la tecnología MPLS comienza a emerger como una manera de mejorar el desempeño de las redes IP. [19]

MPLS pretende aunar las capacidades de gestión de tráfico de nivel 2 con la flexibilidad y la escalabilidad propias del encaminamiento de nivel 3. El funcionamiento de este protocolo se caracteriza porque realiza la conmutación de los paquetes IP de acuerdo a la información contenida en una etiqueta introducida entre las cabeceras de nivel 2 y nivel 3. De esta manera se consigue que las redes de datagramas sean capaces de funcionar como redes de conmutación de circuitos virtuales, lo que les proporciona una cierta orientación a conexión. El objetivo final es que se pueda realizar una gestión de los recursos de red basada en reserva de capacidades de transmisión extremo a extremo. Una ventaja añadida es que la conmutación basada únicamente en una etiqueta simplifica considerablemente el procesamiento respecto a la conmutación de datagramas IP, ya que se evita la ejecución de una serie de procesos, como algoritmos de encaminamiento de nivel de red. Una red MPLS está constituida por una agrupación de LSRs (Label Switching Routers, en inglés), que son routers capaces de realizar el encaminamiento en función de la etiqueta MPLS, la cual identifica el paquete como perteneciente a un determinado camino. La correspondencia entre los flujos y las etiquetas se realiza en los routers de borde de la red, denominados en este contexto LERs (Label Edge Routers, en inglés). Cada LSR de la red se encarga de analizar la etiqueta de los paquetes recibidos para determinar el enlace de salida por el que deben ser retransmitidos, así como la nueva etiqueta que los debe acompañar. Toda esta información está contenida en tablas de conmutación que deben residir en todos los nodos y ser inicializadas como paso previo a la transmisión de los paquetes. Se denomina LSP (Label Switching Path, en inglés) al camino específico que sigue un paquete a través de la red determinado por las etiquetas que se le asignan, y puede ser punto a punto, punto a multipunto, multipunto a punto o multipunto a multipunto. [20]

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Estudio.

En conformidad a la base en la cual se sustenta el presente trabajo de investigación, resalta la importancia de elaborar el estudio mediante la evaluación y diagnóstico de las causas que motivan a elaborar una plataforma backbone independiente y dedicada únicamente a los clientes corporativos de Digitel.

Según el manual de la UPEL (Universidad Pedagógica Experimental Libertador) para la presentación de trabajos de grado, el presente trabajo de investigación puede ser catalogado como “Proyecto Factible”, como se muestra a continuación:

“El proyecto factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales” [21].

Lo expuesto anteriormente da pie a fundamentar que el diseño propuesto para la elaboración de una nueva plataforma backbone, incurrirá en brindar mejoras técnicas a la empresa. Resaltando que, exclusivamente se llevará a cabo el diseño de la plataforma de red corporativa, el mismo quedará a disposición de la organización para su implementación.

3.2 Modelo de investigación

Dada la necesidad de plantear en el presente trabajo investigativo la importancia de implementar una plataforma dedicada exclusivamente al tráfico de los servicios de los

clientes corporativos, se decide escoger un modelo Explicativo, definido por Hernández, Fernández y Baptista: “aquella investigación que va más allá de la descripción de conceptos o fenómenos del establecimiento de relaciones entre conceptos; está dirigida a responder las causas de los eventos físicos o sociales” [22].

3.3 Etapas de la Investigación

3.3.1 Fase 1. Documentación sobre redes de comunicaciones

La revisión documental y bibliográfica sirvió de referencia para concretar conceptos básicos de redes de comunicaciones, para su consulta, recopilación y análisis, de igual manera se utilizaron referencias electrónicas, visitas a páginas web y aplicaciones en línea. Con el fin de construir una base teórica y los datos necesarios que sustenten la investigación, así como las normas que rigen las tecnologías utilizadas.

3.3.2 Fase 2. Levantamiento de información sobre composición de la red backbone IP de Digitel.

En esta fase se realizó una recopilación de las diferentes regiones en las cuales se estructura la red Digitel, mencionando en cada una de ellas los diferentes sitios backbone, esto con la finalidad de lograr una mayor interpretación de la estructuración general de la red, para realizar el diseño que mejor se adapte a la situación actual.

3.3.3 Fase 3. Evaluación y diagnóstico de los sitios backbone.

Esta etapa de la investigación, se derivará en el estudio en cuanto a capacidad, y consumo actual de los diferentes componentes de la red backbone por medio de un software de monitorización de red, la evaluación se enfocará en aquellos sitios que mayor consume presentan, sirviendo esta fase de mucha importancia para evaluar la solución más óptima en el diseño de la plataforma de red corporativa.

3.3.4 Fase 4. Diseño de la nueva plataforma.

Una vez culminada la recolección de información, se procederá a generar el diseño de la nueva plataforma de red corporativa, se contemplará tanto el tráfico actual y futuro de los clientes corporativos, detallando en el diseño los protocolos de comunicación para el transporte de los servicios y demás aspectos que sean importantes para la conformación de la red corporativa.

3.3.5 Fase 5. Elección de Equipos para nueva plataforma de red corporativa.

En esta etapa se contemplará proponer los equipos necesarios para llevar a cabo la implementación del diseño y su puesta en funcionamiento en la nueva red corporativa, conservando todas las características necesarias para la comunicación de los diferentes componentes que integrarán la nueva red.

En la figura 4 se observan las diferentes etapas del trabajo

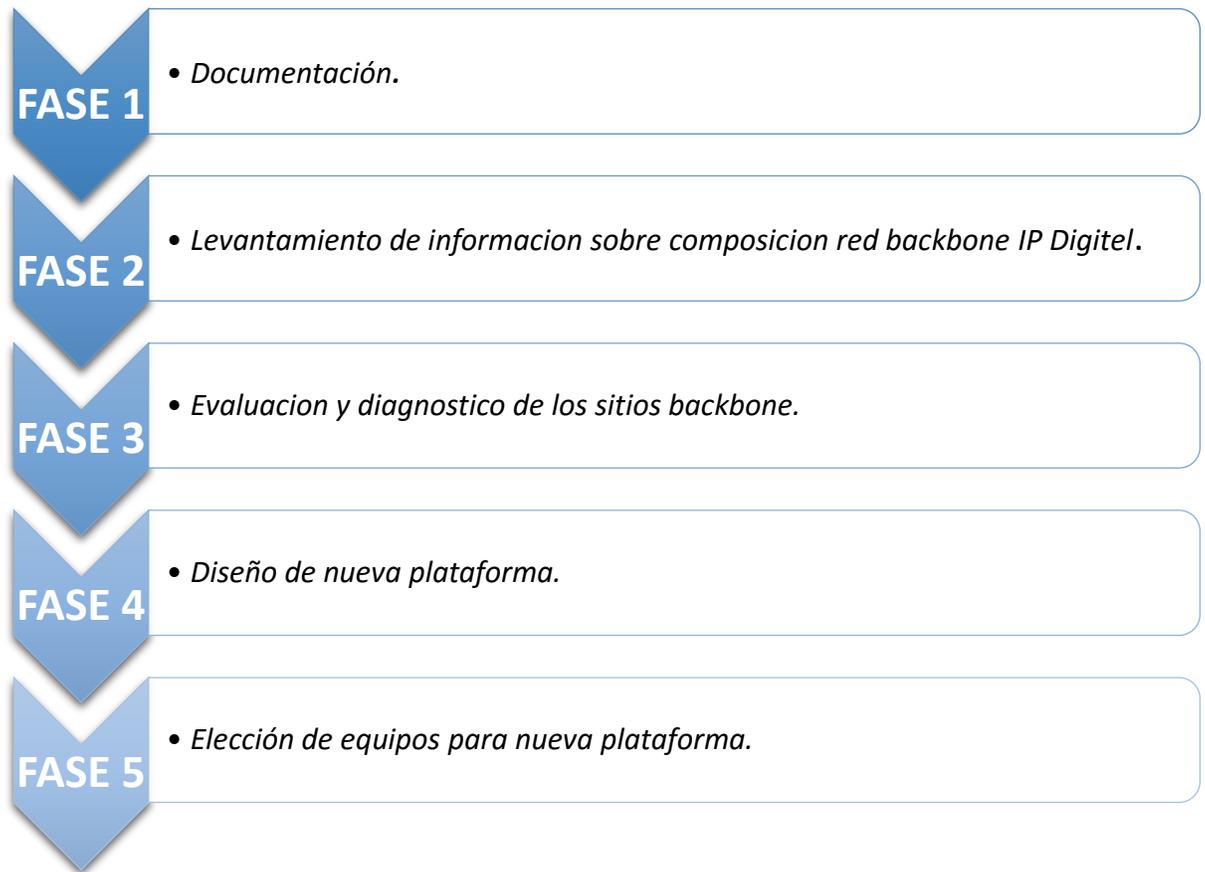


Figura 4. Etapas de la Investigación
Fuente: "Propia"

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Levantamiento de información sobre composición de red backbone IP de Digitel

Para lograr un óptimo funcionamiento en toda la infraestructura de red, en cuanto a tolerancia ante fallas, rápida respuesta ante problemas de tráfico IP y siempre en miras de escalabilidad en infraestructura, la red de la Corporación Digitel se segmenta en diferentes regiones abarcando distintos estados del país, realizando un recorrido al mapa nacional de izquierda a derecha se clasifican las siguientes regiones:

- Región Occidente, abarcando:
Edo. Zulia y parte noroeste de Edo. Falcón.
- Región Centro Occidente, abarcando:
Resto de Edo. Falcón, Edo. Lara, Edo. Portuguesa, Edo. Barinas y Edo. Yaracuy.
- Región Andes, abarcando:
Edo. Mérida, Edo Táchira, Edo. Trujillo, parte baja de Edo. Apure y Sur del Lago.
- Región Capital, abarcando:
Dtto. Capital, Edo. Miranda y Edo. Vargas.
- Región Oriente, abarcando:
Edo. Nueva Esparta, Edo. Sucre, Edo. Monagas

- Región Centro, abarcando:
Edo. Carabobo.
- Región Centro Llanos, abarcando:
Edo. Aragua, Edo. Anzoátegui, Edo. Cojedes.

Actualmente los servicios que se ofrecen a los clientes corporativos en la Corporación Digitel a nivel nacional son Internet, Datos y Voz, de estos servicios, el servicio de Voz es el único que no se ofrece en interfaz ETH ya que en el presente no existe el servicio de VoIP para los clientes corporativos. A su vez los servicios mencionados hacen tránsito en los mismos equipos donde se transporta servicios de las redes 2G, 3G y 4G.

El servicio de Internet ofrecido a los clientes corporativos tiene un flujo de velocidad simétrico, donde el cliente elige la capacidad de ancho de banda que desee, lo que hace a la empresa Digitel ser uno de los proveedores más competitivos en comparación a otros proveedores de servicios.

El servicio de Datos (conocido como servicio de punto a multipunto) se concentra en la comunicación de un mismo cliente con diferentes sucursales ubicadas en cualquier localidad del país ofreciendo en este servicio confiabilidad y seguridad en la transmisión de la información.

Dentro de la corporación el grupo de Ingeniería Transporte IP en conjunto con el grupo de Operación y Mantenimiento Transporte IP son los encargados de la administración, supervisión y control de la red backbone IP de Digitel, ésta red está compuesta de tres (3) niveles en su estructura. Los cuales se denominarán como Núcleo, Distribución y Acceso.

4.2 Elementos de la red backbone IP

El tráfico en la red backbone IP es operado mediante equipos de la casa matriz Huawei, para el transporte se utiliza routers de la serie NE40E y para la agregación de tráfico se emplean switch modelo Quidway serie 9300.

4.1 Router Huawei NE40E

Entre sus principales características se destaca:

- Instalado en los bordes de las redes backbone, proporciona funcionalidades confiables y sólidas capacidades de procesamiento de servicios. Permite satisfacer los requerimientos del servicio de las redes de transporte IP/MPLS.
- El router NE40E soporta tablas de enrutamiento excesivamente grandes, así como la autenticación de texto encriptado y plano. Asegura una rápida convergencia y garantiza la estabilidad y seguridad en un entorno de enrutamiento complejo.
- Soporta los servicios de VPN para facilitar la convergencia de múltiples servicios en una sola red.
- Soporta varios protocolos multicast IPv4/IPv6, que pueden transportar en forma flexible servicios de diferentes escalas.
- Ofrece características sólidas de calidad del servicio. Con el algoritmo de planificación de colas de avanzada y el algoritmo de control de la congestión, puede realizar una planificación precisa y de niveles múltiples de los flujos de datos, lo cual satisface las demandas de calidad del servicio de los distintos usuarios y servicios.

4.1.1.1 Switch Huawei Quidway 9300

- El switch S9300 es una plataforma altamente extensible y confiable la integración de funciones de conmutación y enrutamiento para facilitar extremo a extremo de redes integradas, y es ampliamente utilizado en redes WAN, MAN, redes de campus y centros de datos para ayudar a las empresas a construir redes orientadas a la aplicación.
- Está basado en la tecnología de conmutación multicapa inteligente de Huawei, la prestación de servicios de vídeo de alta definición, redes inalámbricas de gran capacidad, elástica computación en la nube.
- Hardware compatible con IPv6 y seguridad integrada.
- Proporciona estable, fiable y segura los servicios de conmutación de alto rendimiento L2 / L3.

4.1.2 Estructura de red backbone IP

En un primer nivel siendo este el núcleo, se concentran cuatro (4) equipos principales identificados con el nombre ROU-00P, son quienes operan todo el tráfico a nivel nacional de estos equipos dos (2) routers son modelos Huawei NE40-X8, ubicados en los sitios Core BTO y PLC, otros dos (2) routers modelos Huawei NE80E están ubicados en los sitios Core USB y VAL. Se encuentran dispuesto de esa manera, ya que los sitios Core USB y VAL representan puntos álgidos en la red IP debido a la agregación de tráfico y la transmisión de información que operan.

Tanto para los clientes corporativos, como para los servicios de las redes móviles estos routers son de vital importancia para el intercambio de información a nivel nacional, en la red backbone IP sirven de apoyo para la conmutación en caso de fallas en algunos de los routers del segundo nivel. Los equipos ya mencionados se presentan en las Figuras N°5 y N°6



Figura 5. Router NE80E Huawei
Fuente: www.alibaba.com

A continuación se presenta el equipamiento del router en la Tabla N°1

Tabla 1 Equipamiento router NE80E

<i>ROUTER NE80E</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Dos (2) Slot SRU (Switch and Route Processing Unit): Se compone de la MPU (Main Processing Unit) principalmente responsable de procesar los protocolos de enrutamiento y Gestión. Los registros de archivos, software de actualización, y el sistema se almacenan en esta tarjeta. • Cuatro (4) Slot SFU (Switch Fabric Unit): • Dieciséis (16) Slot LPU (line Processing Unit): tarjeta encargada el procesamiento y monitoreo en el equipo está compuesta por interfaces FE, GE, 10GE.

Fuente: “Propia”



Figura 6 Router NE40E-x8 Huawei
Fuente: www.huawei.com

A continuación se presenta el equipamiento del router en la Tabla N°2

Tabla 2 Equipamiento router NE40E-X8

<i>ROUTER NE40E-X8</i>
<ul style="list-style-type: none">• Dos (2) Slot SRU (Switch and Route Processing Unit): Se compone de la MPU (Main Processing Unit) principalmente responsable de procesar los protocolos de enrutamiento y Gestión. Los registros de archivos, software de actualización, y el sistema se almacenan en esta tarjeta.• Un (1) Slot SFU (Switch Fabric Unit):• Ocho (8) Slot LPU (Line Processing Unit): tarjeta encargada el procesamiento y monitoreo en el equipo está compuesta por interfaces FE, GE, 10GE.

Fuente: “Propia”

La conexión entre los equipos bordes de la plataforma backbone IP se presenta en la Figura N°7

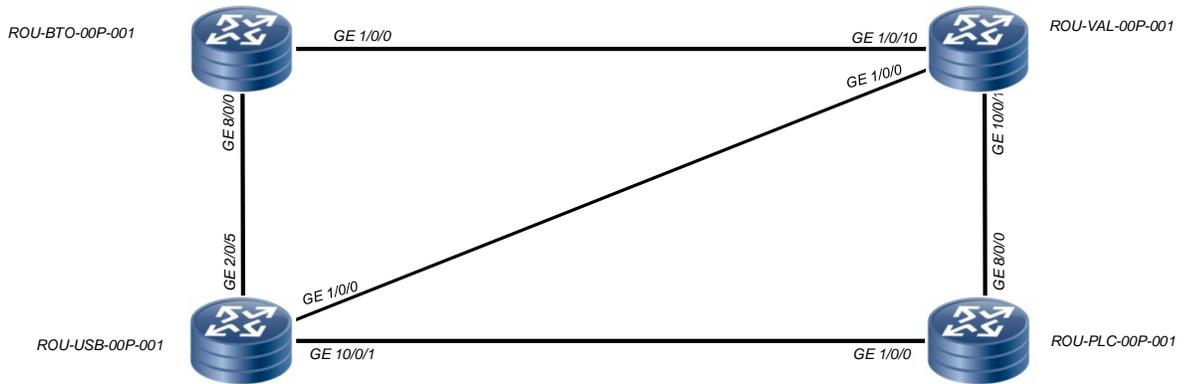


Figura 7. Conexión entre routers OOP
Fuente: “Propia”

Un segundo nivel de la plataforma, denominado en el presente proyecto como distribución, concentra el tráfico de cada región y es distribuido a los routers principales, está compuesto por treinta (30) estaciones Core, las cuales son divididas en distintas cantidades en todas las regiones de la red. En cada estación se encuentran dos (2) routers siendo uno el operativo y otro configurado como respaldo en caso de falla para asumir roles operativos.

Los equipos que componen este nivel de backbone son routers modelo Huawei NE40E-X3 los mismos son denominados dentro de la corporación como ROU-OPE quienes dirigen el tráfico en toda la red.

En la Figura N°8 se presenta el router del nivel de distribución

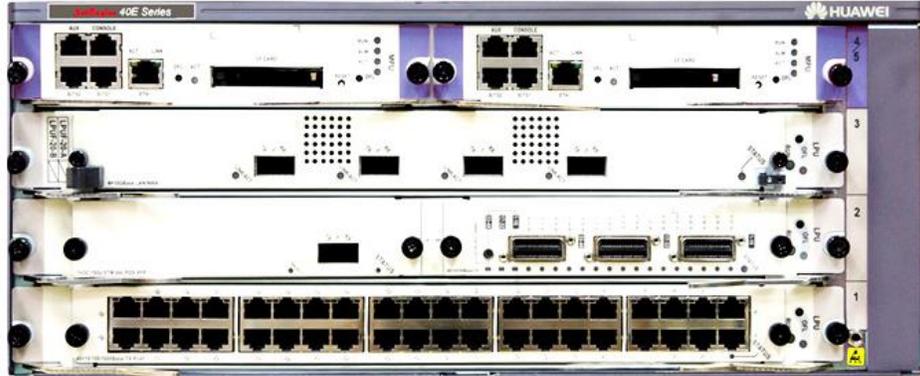


Figura 8. Router NE40E-X3 Huawei
Fuente: www.huawei.com

A continuación se presenta el equipamiento del router en la Tabla N°3

Tabla 3. Equipamiento router NE40E-X3

<i>ROUTER NE40E-X3</i>
<ul style="list-style-type: none">• Dos (2) Slot MPU (Main Processing Unit): principalmente responsable de procesar los protocolos de enrutamiento y Gestión. Los registros de archivos, software de actualización, y el sistema se almacenan en esta tarjeta.• Tres (3) Slot LPU (Line Processing Unit): tarjeta encargada el procesamiento y monitoreo en el equipo está compuesta por interfaces FE, GE, 10GE.

Fuente: “Propia”

El nivel de Acceso representado por dos (2) switch modelo Quidway S9306 en cada estación Core. Estos operan las agregaciones de las diferentes estaciones de acceso y clientes corporativos a las estaciones Core. A continuación se presenta en la Figura N° 9 el switch ya mencionado.



Figura 9. Switch Quidway S9306 Huawei
Fuente: www.aliexpress.com

En la Tabla N°4 se presentan características de la composición del equipo

Tabla 4. Equipamiento switch Huawei Quidway S9306

SWITCH HUAWEI QUIDWAY S9306
<ul style="list-style-type: none"> • Dos (2) Slot MPU (Main Processing Unit): principalmente responsable de procesar los protocolos de enrutamiento y Gestión. Los registros de archivos, software de actualización, y el sistema se almacenan en esta tarjeta. • Seis (6) Slot LPU (line Processing Unit): tarjeta encargada el procesamiento y monitoreo en el equipo está compuesta por interfaces FE, GE, 10GE.

Fuente: “Propia”

4.2 Arquitectura red backbone IP

Para lograr un entendimiento didáctico de la estructura de la red backbone IP se presenta en la Figura N°10 una representación general de la conexión entre los diferentes niveles que componen la red backbone IP, representado por los switch de agregación, los routers OPE y routers OOP. Dada la alta cantidad de estaciones Core a nivel nacional esta representación refleja un panorama general de la conexión.

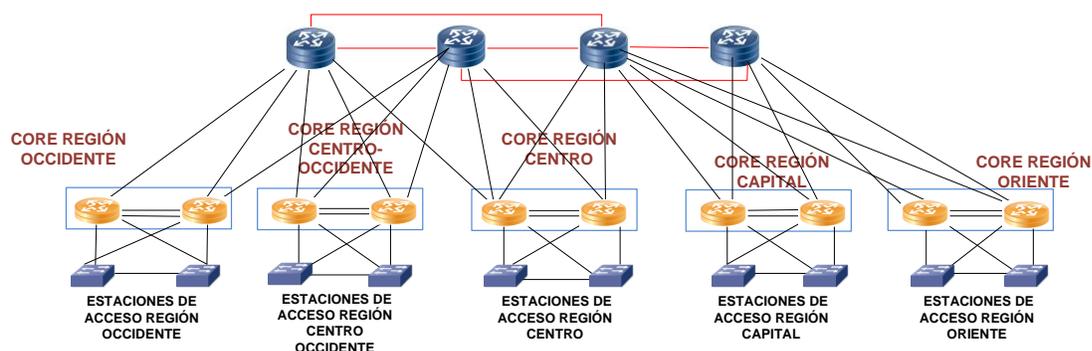


Figura 10. Representación conexión general del backbone IP
Fuente: “Propia”

Los link de comunicación entre los diferentes routers OPE del backbone IP y los routers OOP, se conforman de diferentes anchos de banda, los cuales van desde los 200 Mbps hasta los 10 Gbps, este tipo de ancho de banda varía dependiendo de la región en la que estén ubicados, ya que el tráfico tanto a nivel corporativo como comercial no presenta un flujo constante a nivel nacional. De igual forma para mantener una optimización en la red, existe redundancia a nivel de Capa 2 y Capa 3 entre todos los equipos que componen la red backbone IP, esto para garantizar

fiabilidad en el manejo del flujo de información que transporta la red durante las 24 horas del día.

La red backbone IP también opera equipos siendo estos switch y router empleados únicamente para la gestión remota de diversos elementos tanto de la red backbone como elementos pertenecientes a otras plataformas de la empresa, esta red de gestión se denomina DCN (Data Control Network).

Además de la plataforma backbone IP de Digitel, se encuentra otra red operada por el personal de Sistemas, dicha red está compuesta por switches y routers de mayor capacidad todos ellos englobados en el acrónimo POP (Punto de Presencia), siendo estos equipos muy importantes dentro de la empresa, ya que son quienes representan el punto final para proveer el servicio de Internet a todos los clientes de Digitel.

Los equipos que representan al POP se encuentran ubicados a nivel nacional, en cinco (5) sitios Core estratégicos, se conocen así por ser sitios donde es concentrado el mayor flujo de demanda de distintos lo distintos servicios ofrecidos por la empresa, estos sitios son distribuidos de la siguiente forma:

- Zona Industrial Maracaibo (ZIM) ubicado en Maracaibo Edo. Zulia. Provee servicio a las regiones Occidente y Andes.
- Manteco (MTO) ubicado en Barquisimeto Edo. Lara. Provee servicio a la región Centro Occidente.
- Valencia (VAL) ubicado en Valencia Edo. Carabobo. . Provee servicio a la región Centro – Centro Llanos.
- Universidad Simón Bolívar (USB) ubicado en Caracas Dtto. Capital. . Provee servicio a la región Gran Caracas

- Puerto La Cruz (PLC) ubicado en Puerto La Cruz Edo. Anzoátegui. . Provee servicio a la región Oriente.

4.3 Topologías de la red backbone IP existente

4.3.1 Topología Lógica.

La red backbone IP donde realizan tránsito los servicios corporativos y los servicios IP de telefonía móvil, se basa en una topología lógica de tipo punto-punto, la cual se encuentra configurada para la transmisión de toda la información en modo full dúplex, en la cual ambos dispositivos de comunicación pueden transmitir y recibir datos en los medios al mismo tiempo, la capa de enlace de datos supone que los medios están disponibles para que ambos nodos transmitan en cualquier momento.

Para crear redundancia y tomar el mejor rendimiento en desempeño de los equipos, se emplea el protocolo EtherChannel entre los routers del backbone IP. EtherChannel es una forma de agregación de enlaces, siendo La agregación de enlaces es la capacidad de crear un único enlace lógico mediante varios enlaces físicos entre dos dispositivos. Permitiendo con ello además de la protección contra fallas de alguna interfaz, una conexión más rápida, un mayor ancho de banda entre las interfaces.

4.3.2 Topología Física

La red backbone IP se basa en una red jerárquica, se observa en mayor detalle esta conexión a partir de los routers OOP hacia los routers OPE siendo una conexión tipo árbol.

Siendo la estructura de la plataforma backbone IP, representada en dos niveles de transmisión, siendo el nivel superior representado por los routers OOP, estos se encuentran conectados en forma de anillo conformado por equipos de la casa matriz Huawei, específicamente el modelo Optix OSN 8800 quienes operan el tendido de fibra óptica a nivel nacional, estos equipos son operados por el grupo de Alta Capacidad, la función radica en la transmisión a nivel de Core, de todo el flujo de información a nivel nacional. A continuación se presenta en la Figura N°11 el diagrama de conexión física entre los elementos que componen la red de transmisión en fibra óptica. Cabe el diagrama representa una guía de conexión ya que no se mencionan en totalidad todos los sitios por razones de confidencialidad.

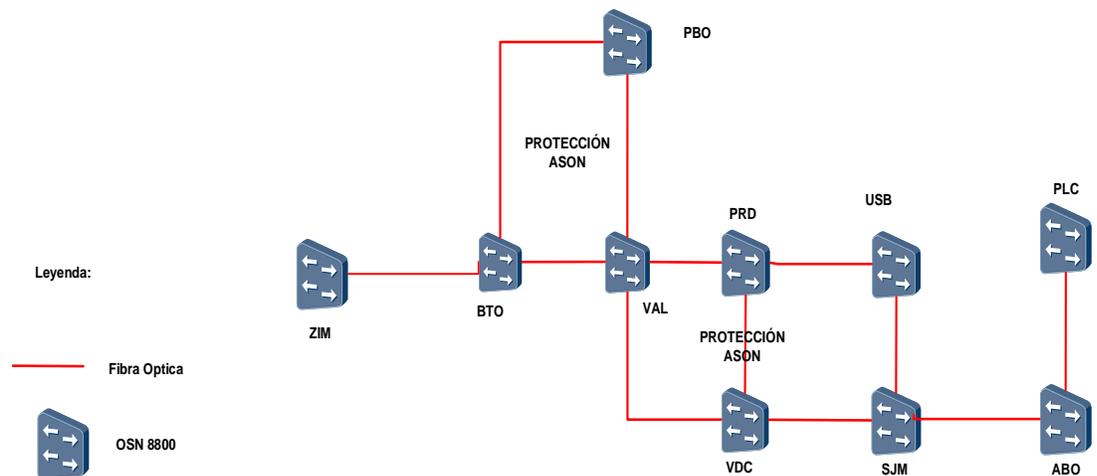


Figura 11 Representación conexión física entre estaciones Core
Fuente: “Propia”

Se hace la salvedad en que esta conexión tipo anillo, no se completa en su totalidad, como puede observarse en la Figura N°11 entre la estación USB-PLC y ZIM-BTO no existe redundancia física, que pueda revertir cualquier falla, esta conexión se hace tipo Bus.

Las diferentes estaciones del Core están interconectadas a través del tendido de fibra óptica monomodo de la red SDH, perteneciente a la empresa, y operada por el personal de Alta Capacidad, en dicho cableado cada conexión hacia los diferentes nodos tienen capacidad superior a 1 Gbps en ancho de banda para la transmisión de toda la información. Para garantizar la redundancia y tolerancia a fallas se protege la conexión de fibra óptica entre las estaciones BTO-VAL y VAL-USB empleando tecnología ASON de esta tecnología se obtienen diversas características entre las que destaca, la asignación dinámica de los recursos a las rutas, ya que cada nodo de la red es capaz de construir una topología de la red por sí mismo, instalación de los servicios en menos tiempo, costos bajos de operación y mantenimiento, recuperación rápida por fallas, rápida conmutación de conexiones ante los servicios de Ancho de Banda en Demanda (BODS), entre otras.

4.4 Enrutamiento actual en la red backbone IP

4.4.1 Enrutamiento principal

Para mantener una óptima comunicación entre nodos transmisores y en con el objetivo de mantener una red que sea tolerante a fallas, en la red backbone IP de la empresa se emplea el protocolo de Gateway interior IS-IS, a nivel 2 a los routers OPE y OOP, de modo que se puedan comunicar las redes interconectadas a dichos routers y

pueda encaminarse el tráfico por toda la red buscando los caminos más cortos, permitiendo el menor retardo en transmisiones. A continuación se presenta la activación del protocolo IS-IS y configuración del mismo aplicado a uno de los routers del backbone IP.

- Configuración para activación IS-IS en ROU-MBO-OPE-001

```
[ROU-MBO-OPE-001] interface Gigabit Ethernet 1/0/0
[ROU-MBO-OPE-001- Gigabit Ethernet 1/0/0] isis enable 1
[ROU-MBO-OPE-001- Gigabit Ethernet 1/0/0] quit
```

- Configuración de IS-IS en ROU-MBO-OPE-001

```
[ROU-MBO-OPE-001] interface Gigabit Ethernet 1/0/0
[ROU-MBO-OPE-001- Gigabit Ethernet 1/0/0] isis circuit-level level-2
[ROU-MBO-OPE-001- Gigabit Ethernet 1/0/0] isis circuit-type p2p
[ROU-MBO-OPE-001- Gigabit Ethernet 1/0/0] isis smart-hello
[ROU-MBO-OPE-001- Gigabit Ethernet 1/0/0] isis timer hello millisecond-timer 100
[ROU-MBO-OPE-001- Gigabit Ethernet 1/0/0] quit
```

Asimismo, para la interconexión con otras redes y proporcionar routing entre ellas. En la actualidad, se utiliza el protocolo de gateway fronterizo (BGP) para la comunicación con otros proveedores de servicios de Internet.

4.4.2 Rutas estáticas

Dado que existen otros equipos ajenos a la plataforma backbone IP, en consecuencia siendo equipos administrados por otro personal de la Corporación, no

es posible compartir una configuración IS-IS que les permita intercambiar sus rutas de forma dinámica. Es por esta razón, que desde los routers del backbone IP se definen rutas estáticas para proporcionar salida a los paquetes directamente hacia los equipos de Sistema.

4.5 Descripción de la configuración lógica de los equipos de la red backbone IP de Digitel

4.5.1 Calidad de Servicio con MPLS

En todos los routers que conforman el backbone de la red IP de Digitel, se configura el protocolo MPLS protocolo empleado, para el manejo de paquetes de todos los servicios y dada su altas cualidades en cuanto a calidad de servicio e ingeniería de tráfico, es el protocolo MPLS con el cual se garantiza una calidad de servicio superior a la que se garantiza con el tratamiento de los paquetes únicamente en capa tres, en otras palabras, se garantiza mejor tratamiento de la información que el recibido solamente por los protocolos de enrutamiento.

Para ello se realiza una clasificación de cada servicio asignando una prioridad en el manejo del tráfico pero un óptimo funcionamiento de la red. A continuación se presenta en la Tabla N° 5 la clasificación de los servicios

Tabla 5. Asignación de niveles de calidad de servicio

Servicio	PHB
BB IP/MPLS Signaling	CS 7
Señalización y Sincronismo	CS 6
Voz y Gestión	EF
V. Conferencia y Streaming	AF 4
Billing	AF 3
Libre para Tráfico de Datos	AF 2
Libre para Tráfico de Datos	AF 1
Datos Background	BE

Fuente: "Propia"

Cabe resaltar que el servicio Video Conferencia y Streaming clasificado en el nivel AF 4 no es ofrecido actualmente en la empresa, sin embargo se tiene clasificado dentro de la red para una futura aplicación del servicio.

Como puede observarse en la Tabla anterior, se disponen los niveles AF 2 y AF 1 para el manejo de los servicios corporativos en la red backbone IP, teniendo prioridad ante todos los servicios la señalización de la red backbone entre los diferentes elementos que la componen, se dispone de esa forma la clasificación, por ser la red primordial en la empresa que realiza el transporte de todos los servicios.

4.5.2 Políticas en manejo de paquetes

Aunado a la calidad de servicio con la cual los routers de la red IP operan la información de todos los servicios, se configuran igualmente políticas necesarias para el manejo de información.

En cada link de los routers para OPE y OOP se aplican Traffic Policing y Traffic Shaping, con ello se configura un ancho de banda específico que debe cursar por la interfaz, de manera que pueda lograrse un equilibrio en el uso de los recursos de toda la red. En la Figura N°12 se presenta un ejemplo de configuración en uno de los routers que conforman la red, la Figura representa un modelo ilustrativo de una configuración general se presenta para la comprensión de la configuración

```
[RTB]display car statistics interface g1/0/0 inbound
Interface GigabitEthernet1/0/0
Inbound
  Committed Access Rate:
  CIR 8000(Kbps), PIR 10000(Kbps), CBS 1600000(byte), PBS 3200000(byte)
  Yellow Action: pass
  Exceed Action: discard
  Dropped: 0 bytes, 0 packets
```

Figura 12. Configuración general de Traffic Policing y Traffic Shaping
Fuente: “Propia”

Para el envío de paquetes a través de la red se emplea el mecanismo WFQ donde dada la prioridad que tenga el servicio que esté manipulando el router se le asigna un porcentaje de prioridad, para su posterior segmentación y envío. Ejemplo

de lo descrito se presenta en la siguiente configuración de WFQ en el router ubicado en el sitio Core USB.

- Configuración de mecanismo WFQ ROU-USB-0PE

```
#flow-wred Digitel-WRED
```

```
color green low-limit 75 high-limit 90 discard-percentage 100
```

```
color yellow low-limit 70 high-limit 85 discard-percentage 100
```

```
color red low-limit 60 high-limit 80 discard-percentage 100
```

```
#flow-queue elementos-red
```

```
queue be wfq weight 10 shaping shaping-percentage 100 flow-wred Digitel-WRED
```

```
queue af1 wfq weight 10 shaping shaping-percentage 100 flow-wred Digitel-WRED
```

```
queue af2 wfq weight 10 shaping shaping-percentage 100 flow-wred Digitel-WRED
```

```
queue af3 wfq weight 15 shaping shaping-percentage 100 flow-wred Digitel-WRED
```

```
queue af4 wfq weight 15 shaping shaping-percentage 100 flow-wred Digitel-WRED
```

```
queue ef pq shaping shaping-percentage 30
```

```
queue cs6 pq shaping shaping-percentage 5
```

```
queue cs7 pq shaping shaping-percentage 5
```

En casos de un flujo de transmisión elevado, se debe evitar la congestión de paquetes de manera que se afecte en lo mínimo las comunicaciones entre diferentes nodos, para ello dentro de la red IP se configura el mecanismo de evasión de congestión de paquetes WRED, con ello se asegura una doble clasificación del paquete, otorgando mayor prioridad a paquetes dentro de un mismo nivel de clasificación PHB. A continuación se presenta un ejemplo de configuración del mecanismo WRED aplicado a una de las interfaces del router ubicado en el sitio Core USB.

- Configuración de mecanismo WRED ROU-USB-0PE

```
interface XGigabitEthernet1/0/1
trust upstream default
trust dscp
qos pq 5 to 7 wrr 0 to 4
qos queue 0 wrr weight 10
qos queue 1 wrr weight 10
qos queue 2 wrr weight 10
qos queue 3 wrr weight 15
qos queue 4 wrr weight 15
qos queue 0 wred wred
qos queue 1 wred wred
qos queue 2 wred wred
qos queue 3 wred wred
qos queue 4 wred wred
```

4.5.3 Definición de VLAN en la red backbone IP

Al presente en la red backbone IP de Digitel a nivel de capa dos, se asignan VLANs de gestión y VLANs de comunicación, esto se hace con el objetivo de separar los dominios de broadcast y llevar un control sobre los equipos de red a los cuales la red le proporciona sus servicios.

En este trabajo se describen las VLANs de gestión y las VLANs de comunicación de la siguiente manera:

- VLANs de gestión: Son aquellas que se utilizan directamente para el monitoreo y control de los equipos de manera remota, a través de la red DCN (Data Control Network)
- VLANs de comunicación: Son aquellas que se utilizan para realizar conexiones directas entre equipos de red. Este tipo de configuración será detallado gráficamente más adelante en este capítulo.

Del lado del router se configura en la interfaz una serie de sub-interfaces que van a ser proporcionales al número de VLANs definidas en la estación (dichas VLANs fueron configuradas previamente en las interfaces troncales del switch de agregación). Cabe destacar, que el número de cada sub-interfaces se asigna según el ID de la VLAN asociada y el direccionamiento IP debe pertenecer estrictamente al segmento de red asignado a la VLAN correspondiente.

Tal como se observa en la Figura 13, los puertos del switch que se conectan directamente con las interfaces del router se configuran como troncales, declarando el ID de la VLAN de las tramas autorizadas para tener salida por las interfaces correspondientes.

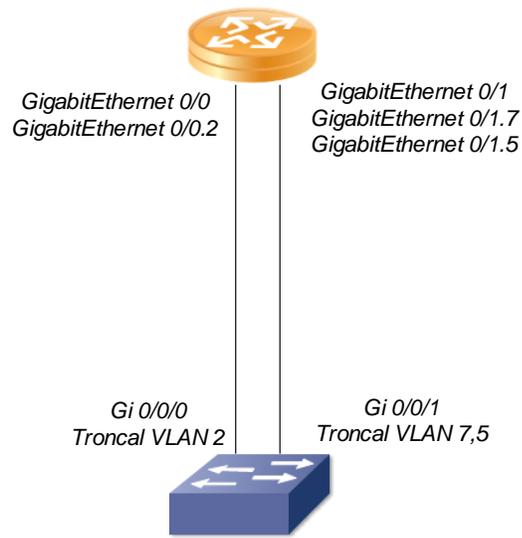


Figura 13. Configuración lógica en estaciones Core
Fuente: “Propia”

Cabe destacar que el diagrama presentado en la Figura 13 es una representación general de la configuración lógica en las estaciones Core, y no corresponde a una configuración fiel de los equipos backbone, sin embargo se presenta para la comprensión de la configuración lógica.

Las VLANs declaradas pasaran en la troncal formada por el router OPE hacia la cabecera del backbone representado por los routers 00P, esto en caso que la VLAN corresponda al servicio de Datos de un cliente corporativo, para el caso del servicio de Internet no es necesario que esta VLAN sea transportada hacia los routers 00P, ya que tienen punto de terminación en el POP que corresponda a la región donde se encuentra el cliente, solo en casos de fallas presentadas en el POP, la VLAN podrá ser transmitida hacia los routers de cabecera para un POP de otra región, ejemplo de ello se representa en la Figura N°14

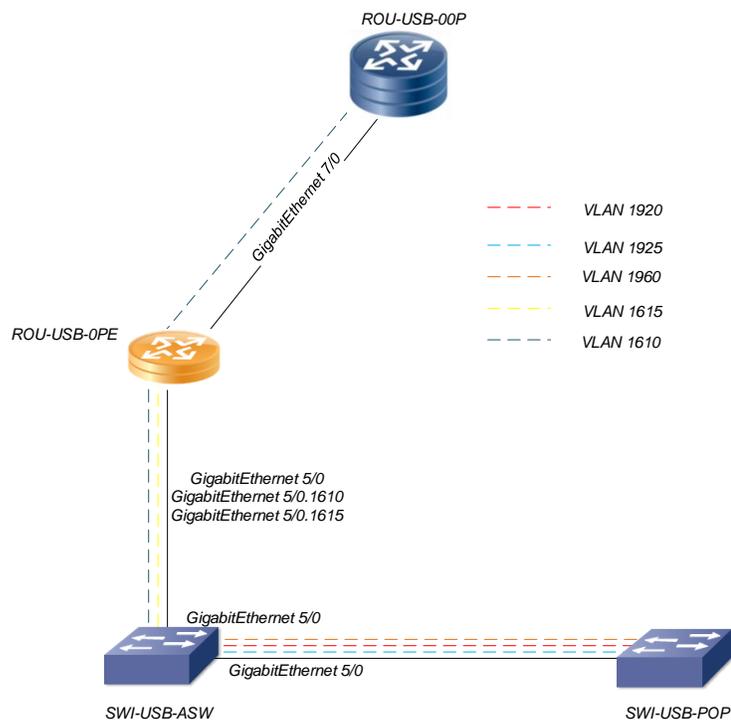


Figura 14. Distribución de VLANs en la estación Core USB de la región Capital
Fuente: “Propia”

En el presente todas las VLANs iniciadas con el ID 1900 corresponden al servicio de Internet de un cliente corporativo, y las VLANs iniciadas con ID 1600 corresponden al servicio de Datos de los clientes corporativos.

4.5.4 Redundancia de Gateway

Para mantener una red estable y tolerante a fallas, en la empresa se emplea el protocolo VRRP, de modo que, cuando falla el router activo, el protocolo de redundancia hace que el router de reserva asuma el nuevo rol de router activo.

Permitiendo ofrecer un servicio óptimo, que no refleje perdidas grandes en los servicios de los clientes, en casos de fallas en enlaces de comunicación. En la red IP el router maestro es el OPE-00. A continuación se presenta ejemplo de la configuración de VRRP en los routers del nivel de distribución de la red IP.

- Configuración router activo

```
<ROU-MBO-OPE-001>system
[ROU-MBO-OPE-001] interface GigabitEthernet1/0/2.2
[ROU-MBO-OPE-001-GigabitEthernet1/0/2.2] ip address 10.156.100.1
255.255.255.128
[ROU-MBO-OPE-001-GigabitEthernet1/0/2.2] vrrp vrid 2 virtual-ip 10.156.100.3
[ROU-MBO-OPE-001-GigabitEthernet1/0/2.2] vrrp vrid 2 priority 125
[ROU-MBO-OPE-001-GigabitEthernet1/0/2.2] vrrp vrid 2 track interface
GigabitEthernet1/0/0
[ROU-MBO-OPE-001-GigabitEthernet1/0/2.2] vrrp vrid 2 track interface
GigabitEthernet1/0/1
[ROU-MBO-OPE-001-GigabitEthernet1/0/2.2]vrrp vrid 2 track interface
GigabitEthernet2/0/1
```

- Configuración router esclavo

```
<ROU-MBO-OPE-002>system
[ROU-MBO-OPE-002] interface GigabitEthernet1/0/2.2
[ROU-MBO-OPE-002-GigabitEthernet1/0/2.2] ip address 10.156.100.2
255.255.255.128
[ROU-MBO-OPE-002-GigabitEthernet1/0/2.2] vrrp vrid 2 virtual-ip 10.156.100.3
```

4.6 Consumo actual anchos de banda en sitios Core

Es necesario evaluar el ancho de banda que se encuentra ocupado en las diferentes interfaces, desde los equipos de la red backbone IP hacia el POP de cada región, donde entrega el servicio de Internet a los clientes corporativos, y las redes de telefonía móvil, a fin de determinar la situación actual en ellos. Es importante resaltar que las gráficas presentadas a continuación, reflejan un consumo por pico dependiendo de la demanda que se tenga en el día, más no refleja el total de ocupación actual que presenta el equipo, las gráficas se toman a partir de una muestra de 10 días continuos. Se realiza la presentación de los consumos en ancho de banda, a fin de tener un panorama de la situación actual entre la red backbone IP y la red de Sistemas. En algunas estaciones la capacidad del enlace se encuentra a casi la mitad de su configuración e igualmente las conexiones entre el equipo de la red IP y el equipo POP varían, debido al tráfico que operan de los cuales algunos necesitan dos (2) link para la transmisión del servicio.

4.6.1 Región Capital

En esta región se encuentran ubicados un (1) router OPE y un (1) switch ambos de la red backbone IP, conectados al switch POP como se representa en la Figura N°15

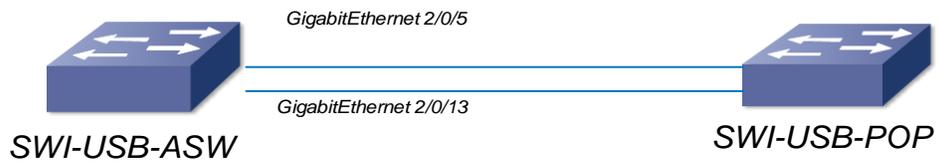


Figura 15. Representación conexión sitio Core USB
Fuente: “Propia”

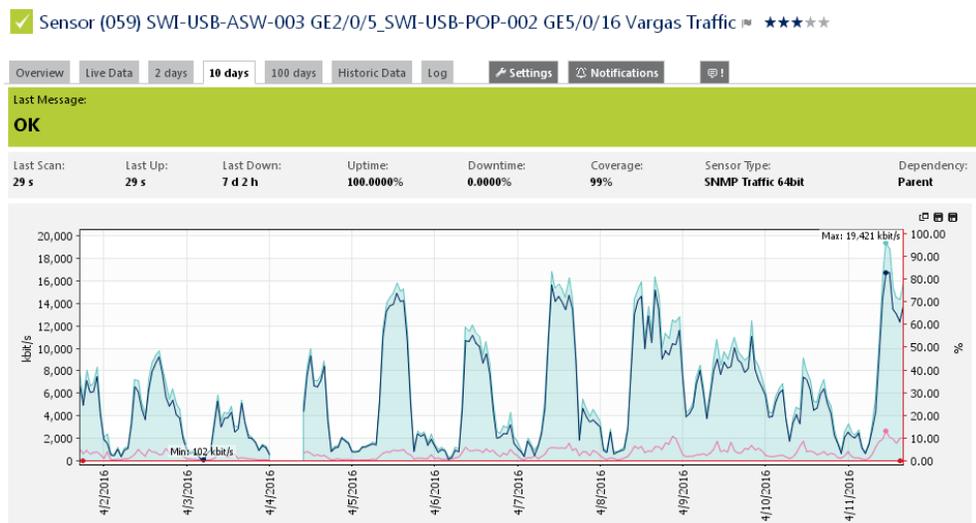


Figura 16. Consumo ancho de banda entre SWI-USB-ASW-003 y SWI-POP
Fuente: PRTG

Tabla 6 Indicador de Consumo entre SWI-USB-ASW-003 y SWI-POP

Consumo Actual de Ancho de Banda	Capacidad de Ancho de Banda	Porcentaje de Ocupación
19,42 Mbps	200 Mpbs	9,71%

Fuente: “Propia”

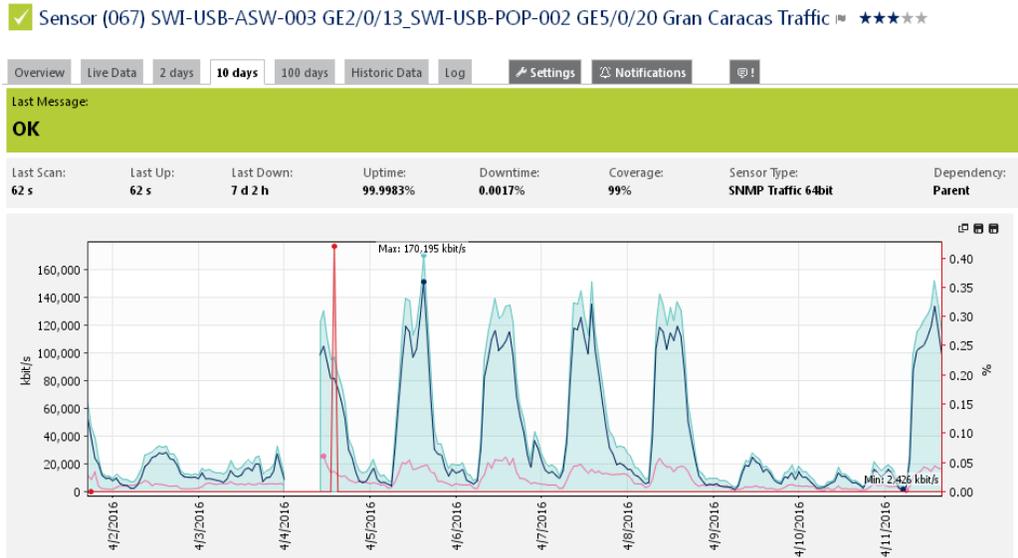


Figura 17. Consumo ancho de banda entre SWI-USB-ASW-003 y SWI-POP
Fuente: PRTG

Tabla 7 Indicador de Consumo entre SWI-USB-ASW-003 y SWI-POP

Consumo Actual de Ancho de Banda	Capacidad de Ancho de Banda	Porcentaje de Ocupación
170,19 Mbps	500 Mbps	34 %

Fuente: "Propia"

4.6.2 Región Centro

En esta región se encuentran ubicados un (1) switch de la red backbone IP conectado al switch POP como se representa en la Figura N° 18

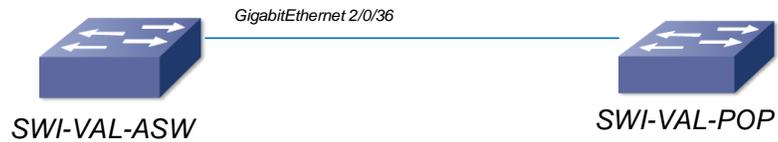


Figura 18. Representación conexión sitio Core VAL
Fuente: "Propia"

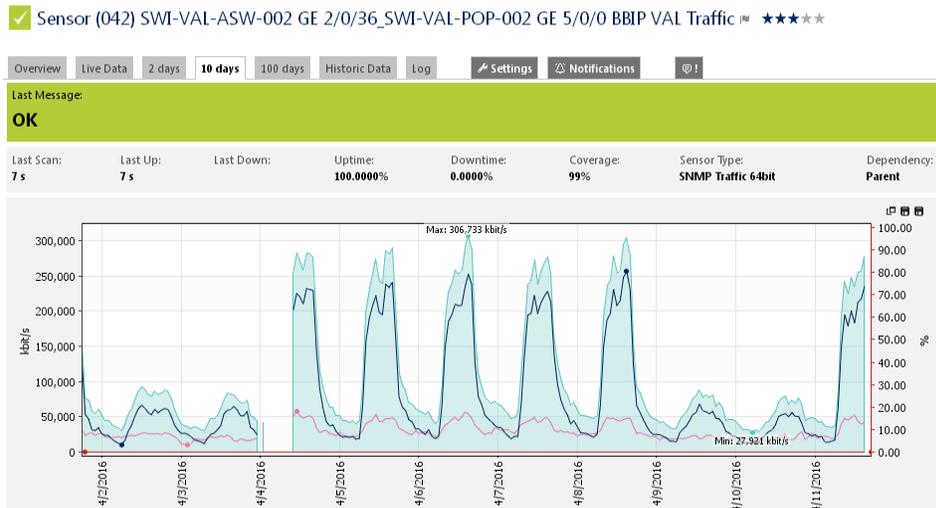


Figura 19. Consumo ancho de banda entre SWI-VAL-ASW-002 y SWI-POP
Fuente: PRTG

Tabla 8. Indicador de Consumo entre SWI-VAL-ASW-002 y SWI-POP

Consumo Actual de Ancho de Banda	Capacidad de Ancho de Banda	Porcentaje de Ocupación
306,73 Mbps	500 Mbps	61,34%

Fuente: “Propia”

4.6.3 Región Centro-Occidente

En esta región se encuentra ubicados un (1) switch de la red backbone IP conectado al switch POP como se representa en la Figura N°20

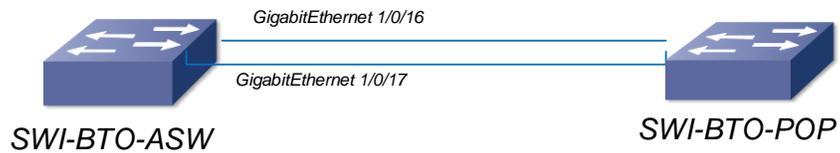


Figura 20. Representación conexión sitio Core BTO

Fuente: “Propia”

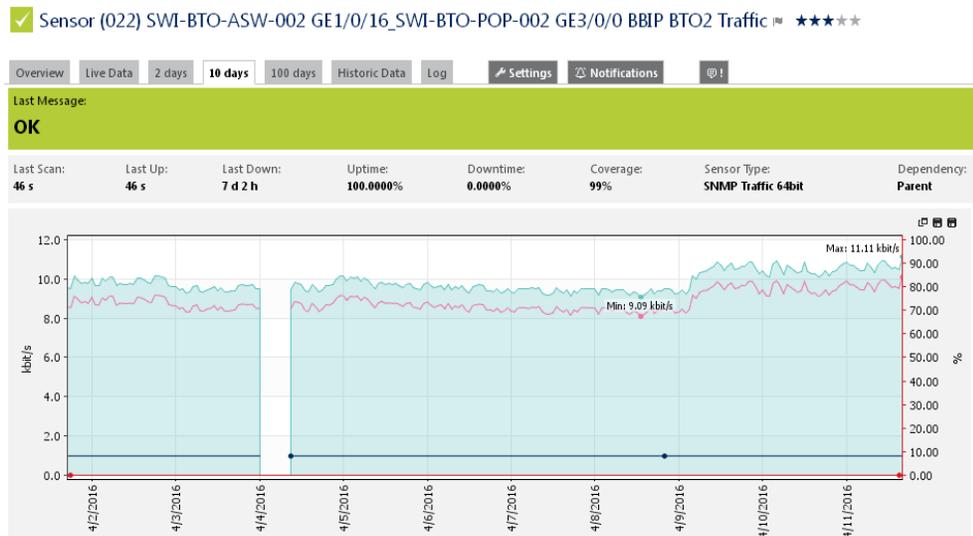


Figura 21. Consumo ancho de banda entre SWI-BTO-ASW-002 y SWI-POP
Fuente: PRTG

Tabla 9. Indicador de Consumo entre SWI-BTO-ASW-002 y SWI-POP

Consumo Actual de Ancho de Banda	Capacidad de Ancho de Banda	Porcentaje de Ocupación
11,11 Mbps	200 Mbps	7,4%

Fuente: “Propia”

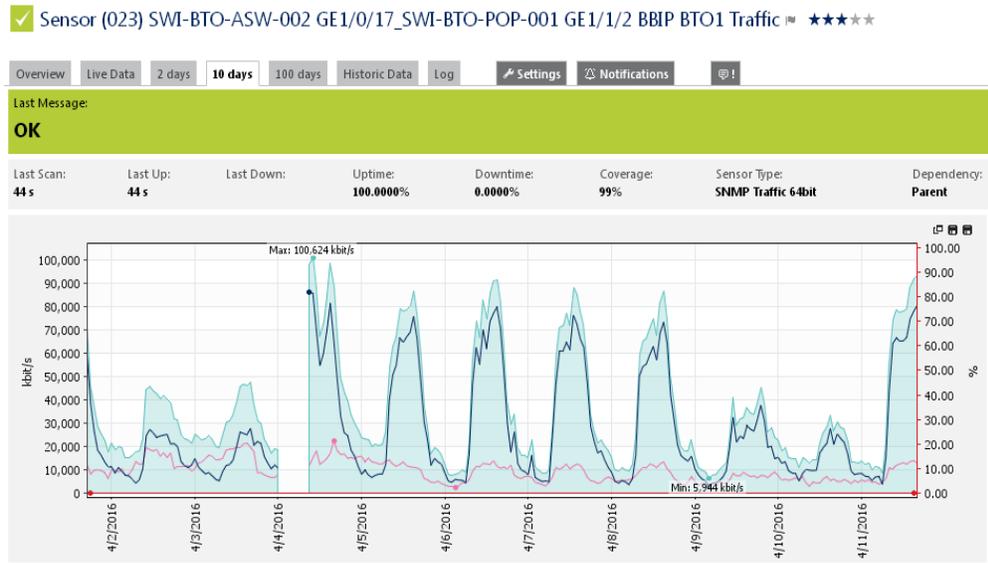


Figura 22. Consumo ancho de banda entre SWI-BTO-ASW-002 y SWI-POP
Fuente: PRTG

Tabla 10. Indicador de Consumo entre SWI-BTO-ASW-002 y SWI-POP

Consumo Actual de Ancho de Banda	Capacidad de Ancho de Banda	Porcentaje de Ocupación
100,62 Mbps	300 Mbps	33,54%

Fuente: “Propia”

4.6.4 Región Occidente

En esta región se encuentra ubicados un (1) switch de la red backbone IP conectado al switch POP como se representa en la Figura N°23

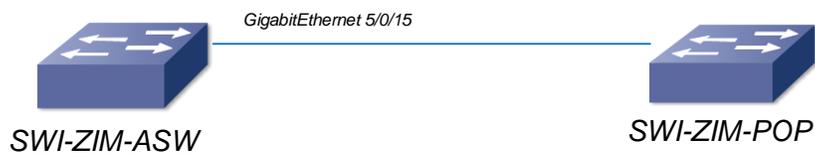


Figura 23. Representación conexión sitio Core ZIM
Fuente: “Propia”

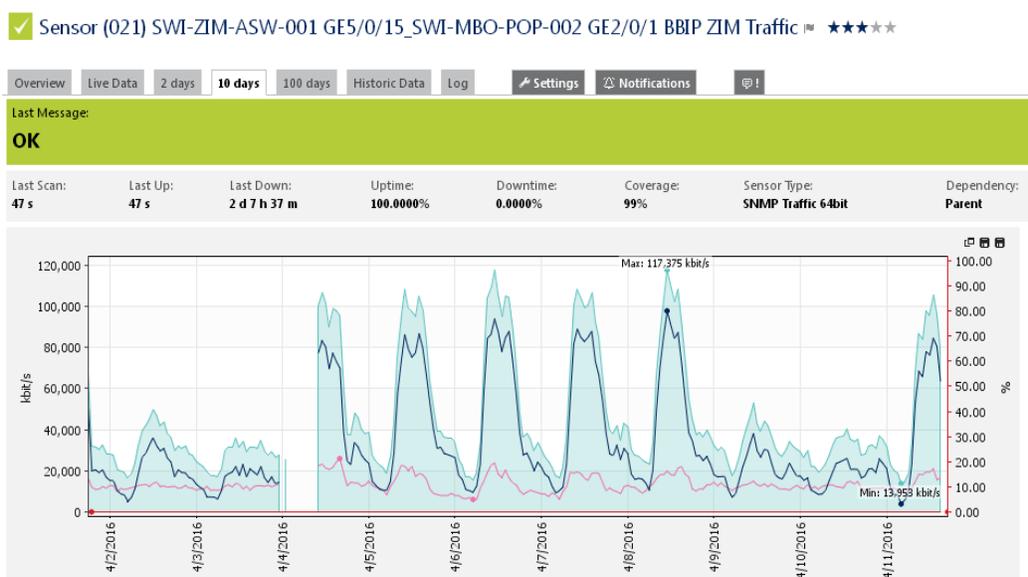


Figura 24 Consumo ancho de banda entre SWI-ZIM-ASW-002 y SWI-POP
Fuente: PRTG

Tabla 11. Indicador de Consumo entre SWI-ZIM-ASW-002 y SWI-POP

Consumo Actual de Ancho de Banda	Capacidad de Ancho de Banda	Porcentaje de Ocupación
117,37 Mbps	250 Mbps	46,94%

Fuente: “Propia”

4.6.5 Región Oriente

En esta región se encuentra ubicados un (1) switch de la red backbone IP conectado al switch POP como se representa en la Figura N°25

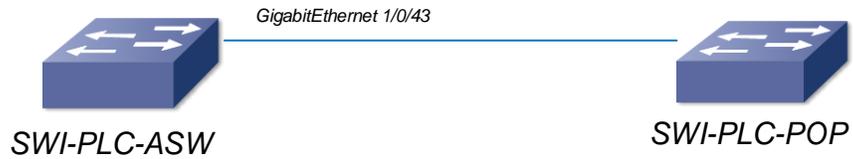


Figura 25 Representación conexión sitio Core PLC
Fuente: "Propia"

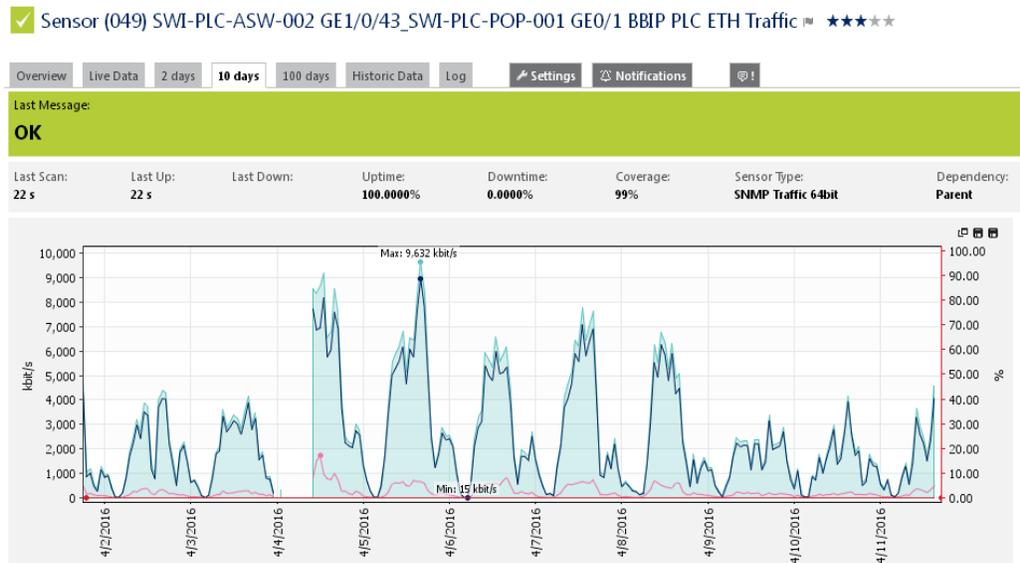


Figura 26. Consumo ancho de banda entre SWI-PLC-ASW-002 y SWI-POP
Fuente: PRTG

Tabla 12. Indicador de Consumo entre SWI-PLC-ASW-002 y SWI-POP

Consumo Actual de Ancho de Banda	Capacidad de Ancho de Banda	Porcentaje de Ocupación
6,2 Mbps	200 Mbps	3,1%

Fuente: "Propia"

CAPÍTULO V

DISEÑO DE LA PLATAFORMA DE RED CORPORATIVA

La propuesta de una nueva plataforma corporativa para el transporte de servicios IP, presentada como una red WAN se genera como respuesta a la necesidad de la empresa Digitel, para lograr la liberación de recursos compartidos con otras tecnologías siendo el caso específico de las redes de telefonía móvil 2G, 3G y 4G, y en miras de ofrecer tiempos de respuestas más cortos a los actuales en cuanto a evaluación e implementación de solicitudes referentes a ampliaciones de ancho de banda y agregaciones de nuevos clientes

De esta manera será posible centralizar y disponer de toda una infraestructura dedicada al transporte de los servicios de los clientes corporativos.

5.1 Principios bases para la nueva plataforma

Independientemente del tamaño o los requisitos de la red, un factor fundamental para la correcta implementación de cualquier diseño de red es seguir buenos principios de una estructuración de red. Estos principios incluyen lo siguiente:

- Jerarquía: Elaborar un modelo de red jerárquico es una herramienta útil de alto nivel, dado que divide el problema complejo del diseño de red en áreas más pequeñas y más fáciles de administrar.

- **Modularidad:** El beneficio de dividir la nueva red IP en bloques pequeños y fáciles de administrar es que el tráfico local sigue siendo local. Sólo el tráfico destinado a otras redes se traslada a una capa superior.
- **Resistencia:** La nueva red corporativa debe estar disponible para que se pueda utilizar tanto en condiciones normales como anormales. Entre las condiciones normales se incluyen los flujos y los patrones de tráfico normales o esperados, así como los eventos programados, como los períodos de mantenimiento. Entre las condiciones anormales se incluyen las fallas de hardware o de software, las cargas de tráfico extremas, los patrones de tráfico poco comunes, y otros eventos imprevistos.
- **Flexibilidad:** Con ello se logrará la capacidad de modificar partes de la red, agregar nuevos servicios o aumentar la capacidad sin necesidad de realizar actualizaciones de gran importancia (es decir, reemplazar los principales dispositivos de hardware).

Cumpliendo con estos objetivos fundamentales para el diseño, la red se debe armar sobre la base de una arquitectura de red jerárquica que permita la flexibilidad y el crecimiento.

5.3 Requisitos de nueva plataforma corporativa.

Tomando en consideración la conformación de la red backbone IP, donde transitan los servicios de Datos e Internet de los clientes corporativos, se plantean algunos requisitos indispensables para el diseño de la nueva plataforma corporativa: la misma debe ser una red con conexiones de alta capacidad que soporten altos niveles de tráfico, planteándose en un plazo de cinco (5) meses un incremento de 70% en anchos de banda de los servicios en IP, esta estimación se da en base a los

requerimientos de los últimos tres (3) meses de los clientes corporativos nuevos y existentes.

En la tabla N°13 se presentan los incrementos en ancho de banda con mayor detalle en las diferentes regiones

Tabla 13. Solicitudes aumentos en Ancho de banda por región

REGIONES	INCREMENTOS ANCHO DE BANDA
Región Occidente	20%
Región Centro Occidente	10%
Región Centro-Centro Llanos	15%
Región Capital	25%
Región Oriente	7%

Fuente: “Propia”

Se debe formar una red que sea redundante, que permita la conmutación en caso de fallas, para ello se debe planear los equipos a los cuales debe conmutar el tráfico en caso de problemas en alguna conexión.

La nueva plataforma corporativa debe ser escalable (en este caso que permita la agregación de nuevos clientes sin tener que cambiar el equipo en el backbone).

Los equipos a tomar en cuenta para crear la nueva plataforma deben admitir tráfico MPLS siendo este protocolo esencial en el transporte de todos los servicios en la actual plataforma de backbone IP dado su confiabilidad en el procesamiento de paquetes utilizando calidad de servicio.

Un factor muy importante a considerar para el diseño de la nueva plataforma es el enfoque en la transmisión de la información, ésta debe tener la menor cantidad

de saltos dentro de la red hasta su punto de terminación, de manera que se garantice el menor retardo en el flujo paquetes.

Siendo el último y no por ello el menos importante de los puntos claves para el diseño de la nueva plataforma, es el factor económico que afecta a la empresa en toda planificación que se tenga sobre su red actual, ya que la mayoría de componentes, equipos y piezas son adquiridas a través de moneda extranjera, y el factor de tipo de cambio con su constante cambio afecta las planificaciones de la empresa, causando retrasos y en varios casos la paralización de algún proyecto de gran envergadura.

5.3 Solución Propuesta.

La solución propuesta para la nueva plataforma se basa en una red de núcleo contraído. Este modelo de red jerárquico proporciona un marco modular que brinda flexibilidad al diseño de red y facilita su implementación y la resolución de problemas.

Conociendo los factores y principios claves indicados anteriormente, se da inicio a la propuesta partiendo de utilizar los cinco (5) sitios Core estratégicos del backbone IP, los cuales son: ZIM, BTO, VAL, USB y PLC. Estos sitios son los puntos de mayor agregación de los clientes corporativos, y a su vez en estos sitios se encuentran ubicados los equipos del personal de Sistemas siendo el POP el equipo terminal que provee el servicio de Internet en cada región en la que esté ubicado, con ello se busca solucionar el factor de retardo en la transferencia de información, ya que al ubicar los equipos de la nueva plataforma corporativa en el mismo sitio que el POP se garantizará mayor confiabilidad en el tráfico IP. Así mismo se elimina problemas por cuello de botella y competencia por recursos con los servicios de telefonía móvil, en los equipos del backbone IP.

Es importante resaltar que en los sitios Core estratégicos son los equipos de backbone IP los más sobrecargados de toda la red, debido a la alta demanda de tráfico que operan constantemente, tal como se observa en las gráficas presentadas en el capítulo anterior.

Igualmente con la escogencia de cinco (5) sitios backbone para la nueva plataforma corporativa, se asegura el menor gasto económico en la empresa para la adquisición de equipos, cabe destacar que este diseño plantea emplear la menor cantidad de equipos, que conformen en núcleo de la nueva red, siendo esta red únicamente para el transporte de servicios corporativos.

Dado el enfoque del presente proyecto, en diseñar una nueva plataforma IP, se orientará el diseño estrictamente al núcleo de la nueva red, el cual será conformado por cinco (5) routers para la transmisión de la información correspondiente al servicio de Internet y el servicio de Datos de los diferentes clientes corporativos. Para un mejor reconocimiento del equipo a manipular, los routers serán identificados con el nombre ROU-SITE-CPE.

Cabe destacar que el diseño incluye un estimado de elementos que deben ser agregados al núcleo para la conformación total de la plataforma, sin embargo con el diseño del núcleo de la red este puede ser puesto en funcionamiento en conjunto con la red backbone IP como verificación de su funcionamiento en el transporte de los servicios.

5.3.1 Características del núcleo.

La capa de núcleo es fundamental para la interconectividad entre los dispositivos de capa inferior; por ejemplo, interconecta el bloque de distribución al perímetro de la WAN y de Internet. El núcleo debe tener una alta disponibilidad y debe ser redundante. Este nivel de la red agregará el tráfico de todos los dispositivos

de la capa inferior, por lo tanto debe poder enviar grandes cantidades de datos rápidamente.

Algunas de las consideraciones en cuanto a la capa de núcleo incluyen lo siguiente:

- Debe proporcionar procesos de envío de alta velocidad (es decir, un transporte rápido).
- Debe proporcionar confiabilidad y tolerancia a fallas.
- Debe lograr la escalabilidad mediante equipos más rápidos, no con más equipos.
- Debe aplicar la manipulación de paquetes que implica una gran exigencia para, la inspección y la clasificación de la calidad de servicio (QoS) u otros procesos.

Una representación general del diseño de la nueva plataforma se presenta en la Figura N°27

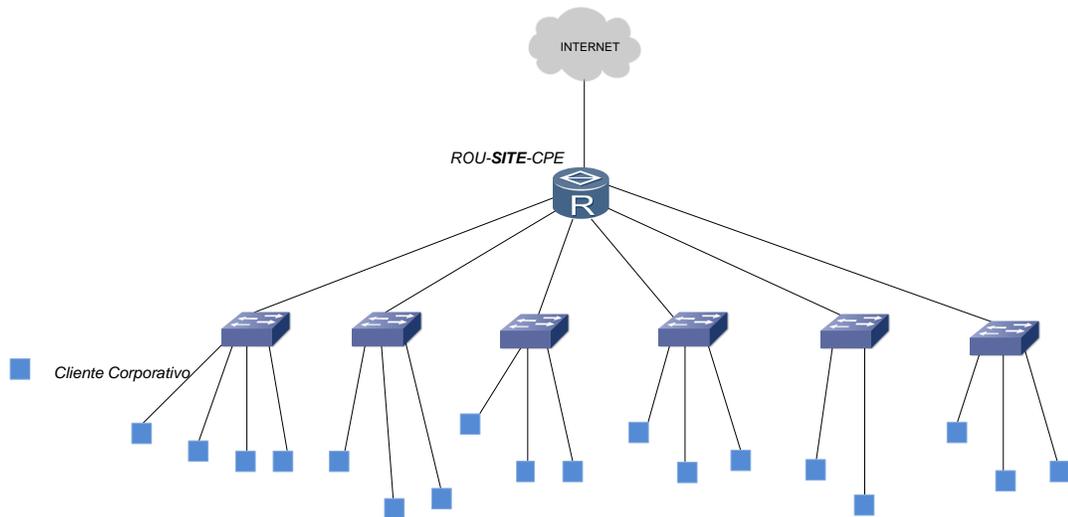


Figura 27. Diseño jerárquico nueva red corporativa sitio backbone
Fuente: "Propia"

Es importante señalar que en el diseño presentado en la Figura N°27 hace referencia a un modelo genérico, ya que solo se presenta un solo sitio backbone y en el mismo diagrama no está representada la totalidad de elementos de acceso que deberían estar presentes de igual forma la cantidad de clientes corporativos que agregan no es reflejo fiel de la realidad. El modelo presentado se expone con la finalidad de dar una orientación a lo explicado en párrafos anteriores.

5.4 Topología Lógica.

La nueva plataforma IP corporativa, toma como referencia la estructura de la existente red backbone IP, por ser una red estable y confiable, por ello tomándola como base, se plantea una topología lógica de tipo punto-punto, ésta se configurará para la transmisión de toda la información en modo full dúplex, en la cual los dispositivos de comunicación pueden transmitir y recibir datos en los medios al mismo tiempo.

Para garantizar disponibilidad en todo momento del servicio de Internet a los clientes corporativos, se plantea implementar el protocolo de control de agregación de enlaces (LACP) entre el equipo de la plataforma corporativa y el POP, en todos los sitios Core, con ello se busca un balanceo de carga y al mismo tiempo aumento en ancho de banda uniendo dos interfaces de un mismo equipo, con esta implementación conocida como EtherChannel se garantiza al mismo tiempo protección ante fallas en alguna interfaz empleada en la comunicación. Se tomará el sitio Core USB como ejemplo de lo descrito presentado en la Figura N°28

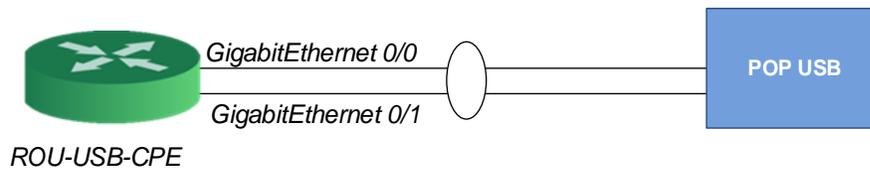


Figura 28. Configuración EtherChannel router corporativo y POP
Fuente: “Propia”

Para la comunicación entre los equipos de la nueva red corporativa se empleará el protocolo IS-IS, para ello se escoge a partir del ID 100 al ID 105 para el área representada por los cinco (5) routers de la red corporativa, tal como se presenta en la Figura N°29

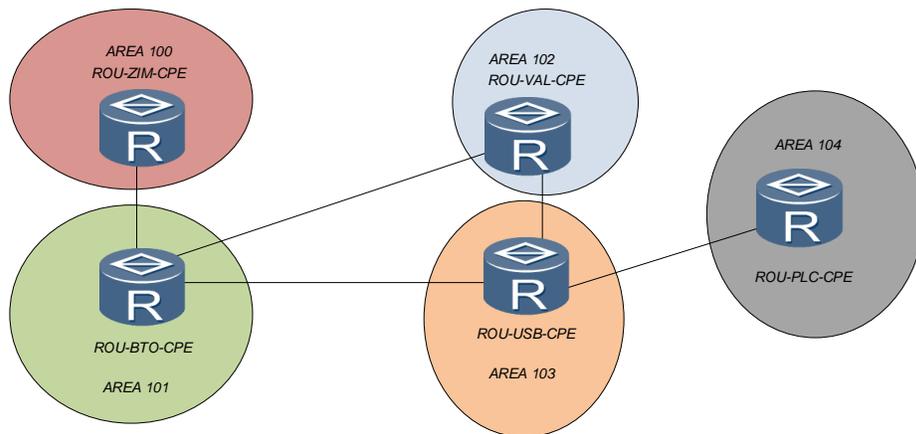


Figura 29. Conformación área IS-IS routers corporativos
Fuente: “Propia”

Al igual que se encuentra configurada la red backbone IP de la empresa y dada su estabilidad y tolerancias a fallas, se tomará su configuración en MPLS para la nueva red corporativa, de ello se parte la aplicación de calidad de servicio en la nueva

plataforma. Siendo la nueva clasificación de los servicios, dado que la nueva plataforma únicamente transportará el servicio de Datos e Internet se corresponderá a la siguiente clasificación descrita en la Tabla N°14

Tabla 14. Asignación de niveles de calidad de servicio a nueva plataforma corporativa.

Servicio	PHB
BB IP/MPLS Signaling	CS 7
Servicio Corporativo	CS 6
Servicio Corporativo	EF
Datos Background	AF 4
Datos Background	AF 3
Datos Background	AF 2
Datos Background	AF 1
Datos Background	BE

Fuente: “Propia”

En la nueva red se mantendrá como alta prioridad la señalización en la red backbone IP, esto se decide debido a que ambas redes mantendrán comunicaciones en casos de alguna falla se puede conmutar a la otra red sin perder la prioridad que mantienen los equipos en todos los nodos.

Se seleccionará el nivel CS 6 para el servicio de Datos, siendo este servicio importante para la conexión entre diferentes sedes de un mismo cliente, siendo el

caso de entidades bancarias, clientes que son muy importantes para la corporación, por lo cual deben tener prioridades sobre otro servicio corporativo.

Igualmente para el manejo de los paquetes en la transmisión de paquetes se empleará el mecanismo WFQ para el tratamiento de paquetes en el envío, para el cual la mayor prioridad la mantendrá los paquetes correspondientes al servicio de Datos.

Para la limitación en las interfaces de comunicación hacia los otros routers y hacia el POP se configurará Traffic Policing y Traffic Shapping, con ello se busca la limitación de anchos de banda en los equipos para no desperdiciar recursos, a medida que se requiera una ampliación a largo plazo por el aumento de clientes a la red, el ancho de banda en la interfaz se modificará.

Cabe destacar que por ser una red donde se transportarán en primaria instancia solo dos (2) servicios, la exigencia de recursos no será elevada, sin embargo para evitar la evasión por congestión de paquetes en casos donde el flujo de tráfico corporativo sea elevado, se configurará el mecanismo WRED.

Para optimizar los recursos de la nueva red IP corporativa se implementará VLAN's en los cinco (5) routers y en los switch de agregación de tráfico, Con la creación de VLAN's se crean dominios de difusión que confinan las peticiones de los equipos a una sola subred, evitando así el tráfico innecesario en nodos que no contengan el destino de la petición. Esto se traduce en una mejora en el desempeño de la red, generando beneficios como: menor tráfico broadcast, seguridad en las subredes, separación de servicios, entre otras. Para ello se dispondrá a partir del ID 1600 hasta 1899 para el servicio de Internet de clientes corporativos, y el a partir del ID 1900 hasta 2100 para el servicio de Datos entre las sedes del cliente corporativo, son elegidas estas ID con el fin de buscar el menor impacto en la migración de los clientes a la nueva red, ya que son los ID ya mencionados los usados actualmente en la red backbone IP para el servicio corporativo.

Todos los mecanismos mencionados anteriormente, se toman como referencia por el buen desempeño actual en la red IP, aun siendo esta última una plataforma donde convergen múltiples servicios, y emplea esos mecanismos para alcanzar un óptimo funcionamiento en el transporte de la información.

5.5 Topología Física.

Para garantizar redundancia se plantea elaborar una topología tipo anillo entre los cinco (5) routers corporativos, haciendo uso del tendido de fibra óptica existente, para la conexión física de los equipos de la red backbone IP presentado en el capítulo anterior, el cual cuenta con tecnología de protección ASON. Sin embargo se presenta el inconveniente entre las estaciones ZIM y BTO las cuales tienen una conexión tipo Bus y dado el problema existente de conexión tipo Bus entre la estación USB y PLC, se plantea como solución, hacer uso de un segundo enlace por medio de otro Proveedor de Servicio (SP), para realizar conexión entre las estaciones ZIM-VAL y USB-PLC con ello se garantiza conformación de un anillo completo entre todas las estaciones y una segunda ruta de respaldo para todo el tráfico entre las diferentes estaciones donde operaran los equipos de la nueva red corporativa.

De igual forma manteniendo el lineamiento de los principios para el diseño de una nueva red considerando la flexibilidad que debe presentar la nueva plataforma corporativa, se propone tomar una capacidad en ancho de banda para cada conexión entre los diferentes sitios Core de 1Gbps, de esta forma la nueva red representará una plataforma sólida para el transporte de los servicios corporativos y se evitará realizar modificaciones y futuras reestructuraciones a las conexiones en un largo plazo.

En la Figura N°30 se presenta una representación del diseño para la conexión física general entre los cinco (5) routers propuestos

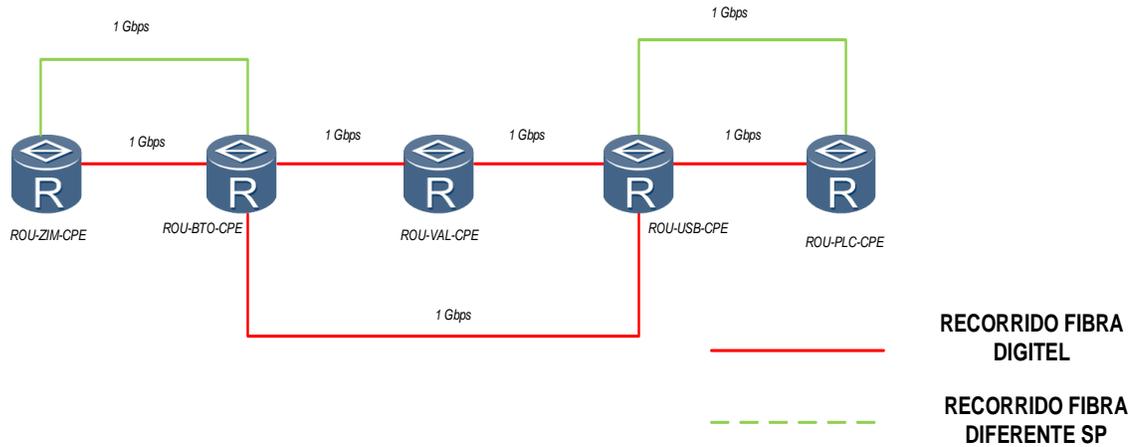


Figura 30. Diseño de conexión general entre routers corporativos.
Fuente: “Propia”

En la Figura N°30 se observa las capacidades de enlace entre las cinco (5) estaciones propuestas para la nueva plataforma IP corporativa. Teniendo un mayor detalle de la conexión física entre los routers propuestos para la nueva plataforma se presenta en la Figura N°31

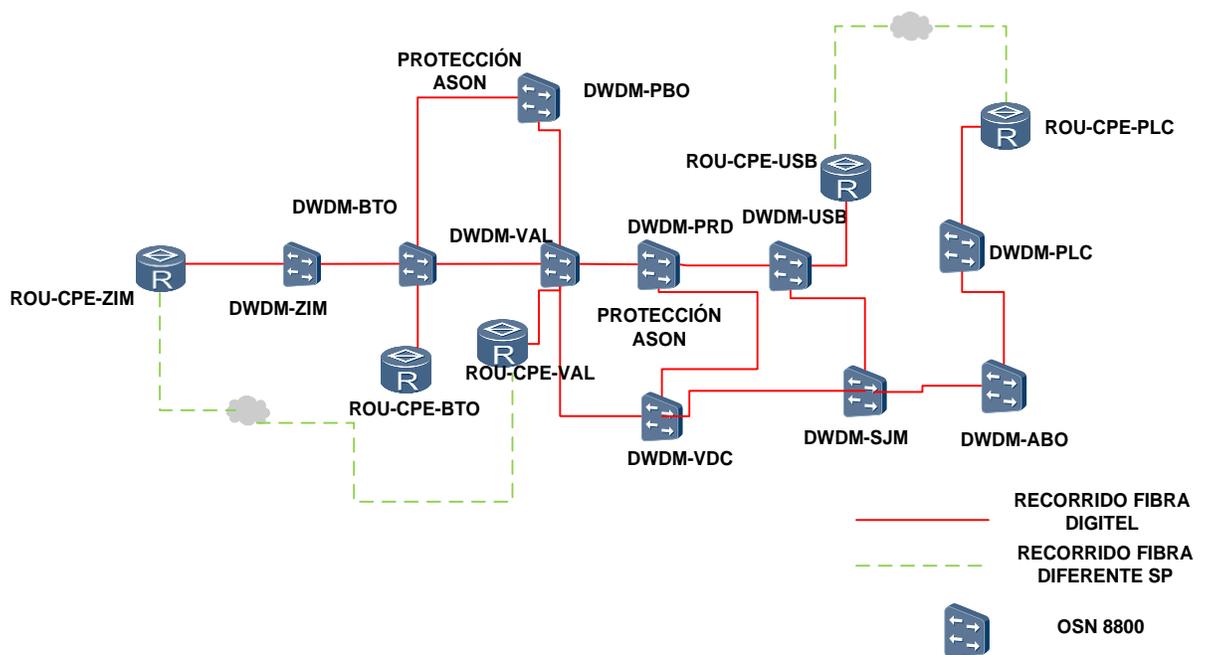


Figura 31. Propuesta conexión física general routers corporativo

Fuente: “Propia”

5.6 Conexiones en estaciones Core

A continuación se presenta la propuesta de conexión en cada estación Core estratégica para la puesta en marcha de la red IP corporativa.

5.6.1 Estación Core Zona Industrial Maracaibo

Se plantea realizar la conexión del router corporativo hacia diferentes switches quienes representan la capa de acceso, los cuales serán identificados como SWI-SITE-CPE-001. Estos switches deberán ser instalados en siete (7) estaciones de acceso de la región Occidente, donde se concentra la mayor cantidad de clientes corporativos.

La conexión hacia los diferentes switches se realizará a través de la red EoS, dada la distancia entre las diferentes estaciones y la estación Core ZIM, cada link de comunicación debe ser de 150 Mbps, siendo esta capacidad un estimado para la región dado la demanda de los servicios en ella, a excepción de la estación en Falcón representa un nodo de agregación para varias estaciones, en este caso se toma un link de 300 Mbps en la conexión para la transmisión de la información.

Se propone instalar un switch CPE para la agregación del gran número de clientes corporativos que tienen conexión directa con el sitio Core escogido, seguidamente este switch estará conectado al router CPE para el transporte de los servicios.

Se proyecta realizar tres (3) conexiones hacia el POP ZIM de los cuales dos (2) de los link estarán activos y el último de ellos se configurara como respaldo o puede ser usado para pruebas que desee realizar el personal técnico de la empresa.

La conexión hacia el router corporativo BTO se realizara por medio del equipo multiplexor OSN 8800 ubicado en la instalación del sitio ZIM para ello se dispondrá de un link de fibra óptico el cual deberá ser monomodo para la transmisión de información. Empleando una capacidad de 1 Gb en el link de comunicación.

Para mantener la tolerancia a fallas se realizará conexión hacia el router ROU-ZIM-OPE perteneciente a la plataforma de backbone IP, esto para lograr conmutar el tráfico en casos de problemas con la red corporativa.

Por último para mantener una gestión remota del router corporativo a instalar que permita la manipulación en su configuración para la agregación de clientes nuevos, en cuanto a modificaciones en anchos de banda o cualquier otro aspecto técnico que se requiera, se realizará conexión hacia el equipo switch perteneciente a la red DCN operada por el personal de backbone IP. En la Figura N° 32 se presenta el diagrama de conexión propuesto, en él puede observarse lo descrito anteriormente.

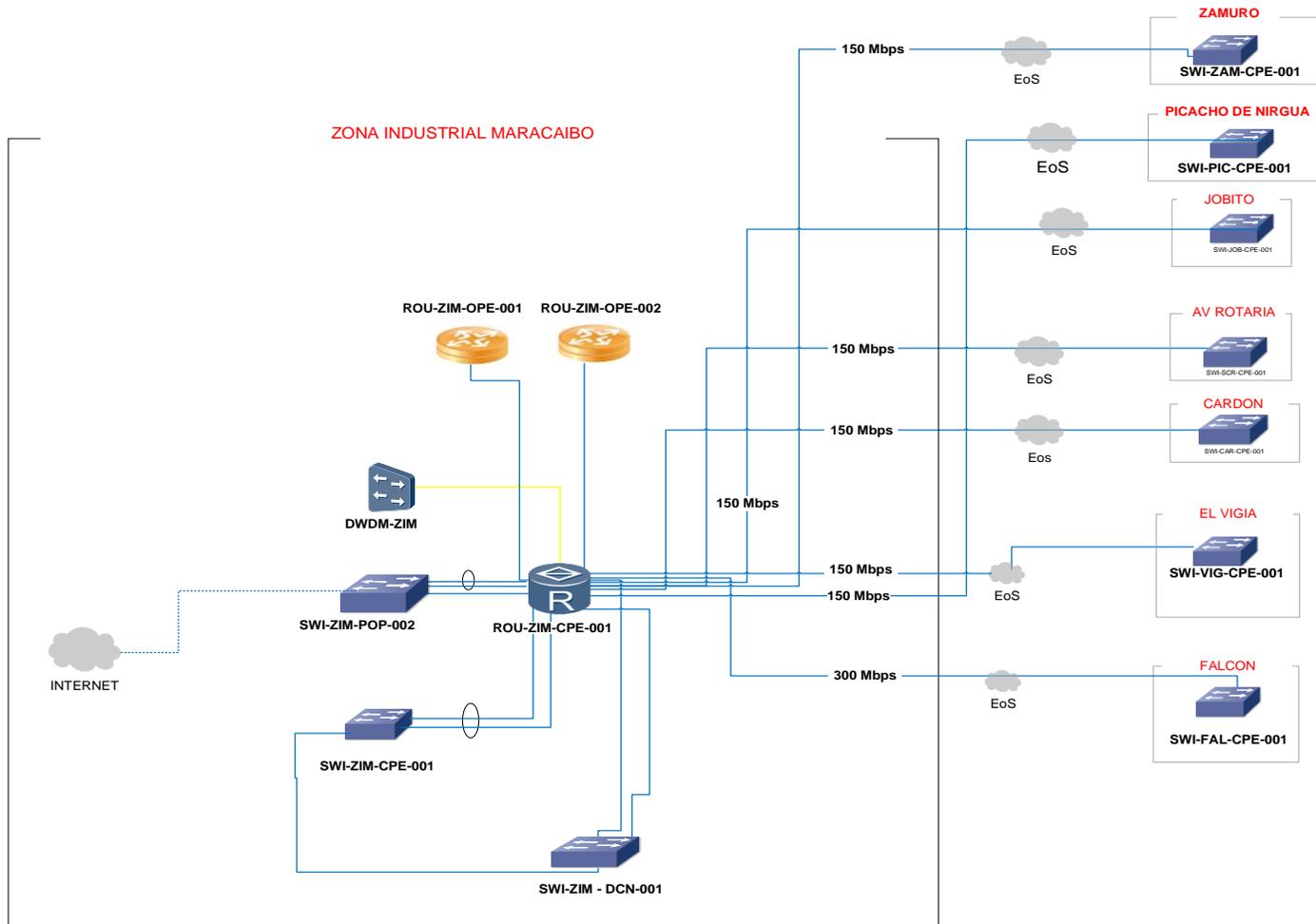


Figura 32. Diseño de conexión estación Core ZIM
Fuente: “Propia”

5.6.2 Estación Core Manteco

Se plantea realizar la conexión del router corporativo hacia los diferentes switch de la capa de acceso, los cuales serán identificados como SWI-SITE-CPE-001. Estos switches deberán ser instalados en tres (3) estaciones de acceso de la región Centro-Occidente, donde se concentra la mayor concentración de clientes corporativos. La conexión hacia los diferentes switch se realizará a través de la red EoS, dada la distancia entre las diferentes estaciones y la estación Core MTO, cada link de comunicación debe ser de 200 Mb, siendo esta capacidad un estimado para la región dada la demanda de los servicios en ella.

Se propone instalar un switch CPE para la agregación del gran número de clientes corporativos que tienen conexión directa con el sitio Core escogido, seguidamente este switch estará conectado al router CPE para el transporte de los servicios.

Se proyecta realizar tres (3) conexiones hacia el POP BTO de los cuales dos (2) de los link estarán activos y el último de ellos se configurara como respaldo o puede ser usado para pruebas que desee realizar el personal técnico de la empresa.

Las conexiones hacia los router corporativo ZIM, VAL y USB se realizará por medio del equipo multiplexor OSN 8800 ubicado en la instalación del sitio Core MTO, para ello se dispondrá de un link de fibra óptica, el cual deberá ser monomodo para la transmisión de información. Empleando una capacidad de 1 Gb en el link de comunicación.

Para mantener la tolerancia a fallas se realizará conexión hacia ambos router ROU-BTO-OPE perteneciente a la plataforma de backbone IP, esto para lograr conmutar el tráfico en casos de problemas con la red corporativa.

Por último para mantener una gestión remota del router corporativo a instalar que permita la manipulación en su configuración para la agregación de clientes nuevos, en cuanto a modificaciones en anchos de banda o cualquier otro aspecto

técnico que se requiera, se realizará conexión hacia el equipo switch perteneciente a la red DCN operada por el personal de backbone IP. En la Figura N° 33 se presenta el diagrama de conexión propuesto, en él puede observarse lo descrito anteriormente

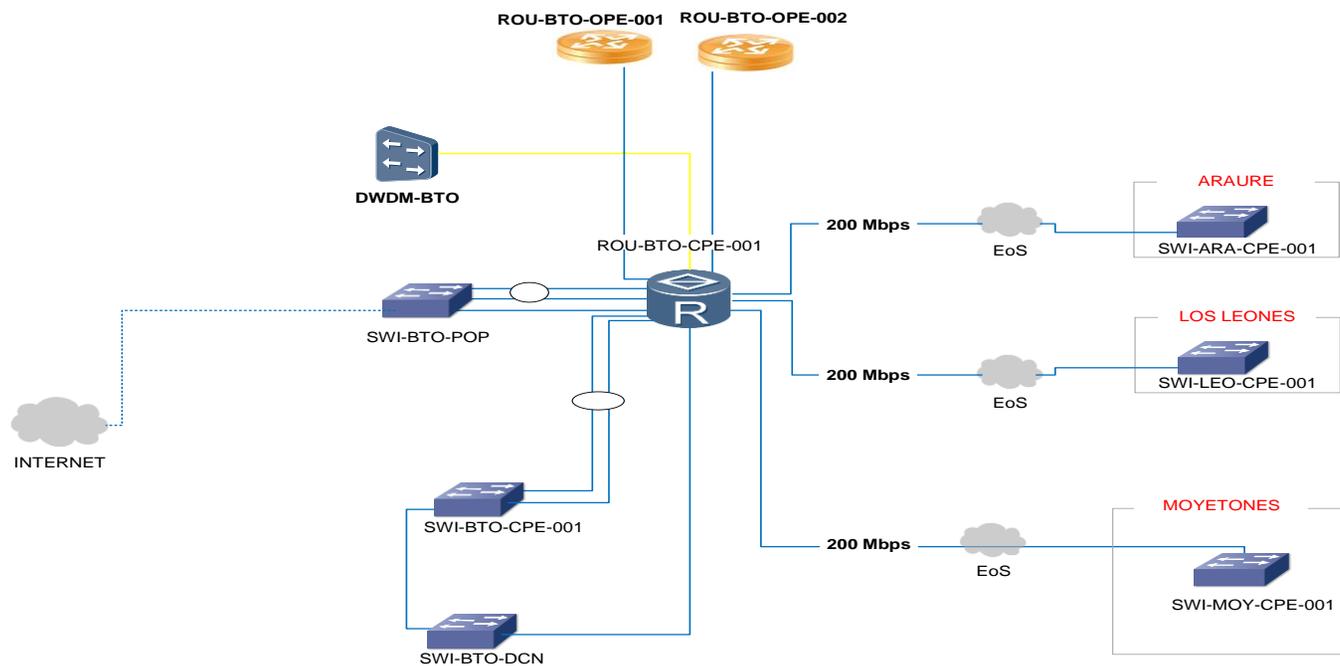


Figura 33. Diseño de conexión estación Core BTO
Fuente: "Propia"

5.6.3 Estación Core Valencia.

Se plantea realizar la conexión del router corporativo hacia los diferentes switch de la capa de acceso, los cuales serán identificados como SWI-SITE-CPE-001. Estos switches deberán ser instalados en ocho (8) estaciones de acceso de la región Centro-Centro Llanos, donde se concentra la mayor concentración de clientes corporativos. La conexión hacia los diferentes switches se realizará a través de la red EoS, dada la distancia entre las diferentes estaciones y la estación Core VAL, cada link de comunicación debe ser de 150 Mb, siendo esta capacidad un estimado para la región dado la demanda de los servicios en ella, a excepción de la estación de acceso Produvisa la cual contará con un link de 250 Mb dada su alta demanda.

Se propone instalar un switch CPE para la agregación del gran número de clientes corporativos que tienen conexión directa con el sitio Core escogido, seguidamente este switch estará conectado al router CPE para el transporte de los servicios.

Se proyecta realizar tres (3) conexiones hacia el POP VAL de los cuales dos (2) de los link estarán activos y el último de ellos se configurara como respaldo o puede ser usado para pruebas que desee realizar el personal técnico de la empresa.

Las conexiones hacia los router corporativo BTO y USB se realizará por medio del equipo multiplexor OSN 8800 ubicado en la instalación del sitio Core VAL, para ello se dispondrá de un link de fibra óptica, el cual deberá ser monomodo para la transmisión de información. Empleando una capacidad de 1 Gb en el link de comunicación.

Para mantener la tolerancia a fallas se realizará conexión hacia ambos router ROU-VAL-OPE perteneciente a la plataforma de backbone IP, esto para lograr conmutar el tráfico en casos de problemas con la red corporativa.

Por último para mantener una gestión remota del router corporativo a instalar que permita la manipulación en su configuración para la agregación de clientes

nuevos, en cuanto a modificaciones en anchos de banda o cualquier otro aspecto técnico que se requiera, se realizará conexión hacia el equipo switch perteneciente a la red DCN operada por el personal de backbone IP. En la Figura N° 34 se presenta el diagrama de conexión propuesto, en él puede observarse lo descrito anteriormente.

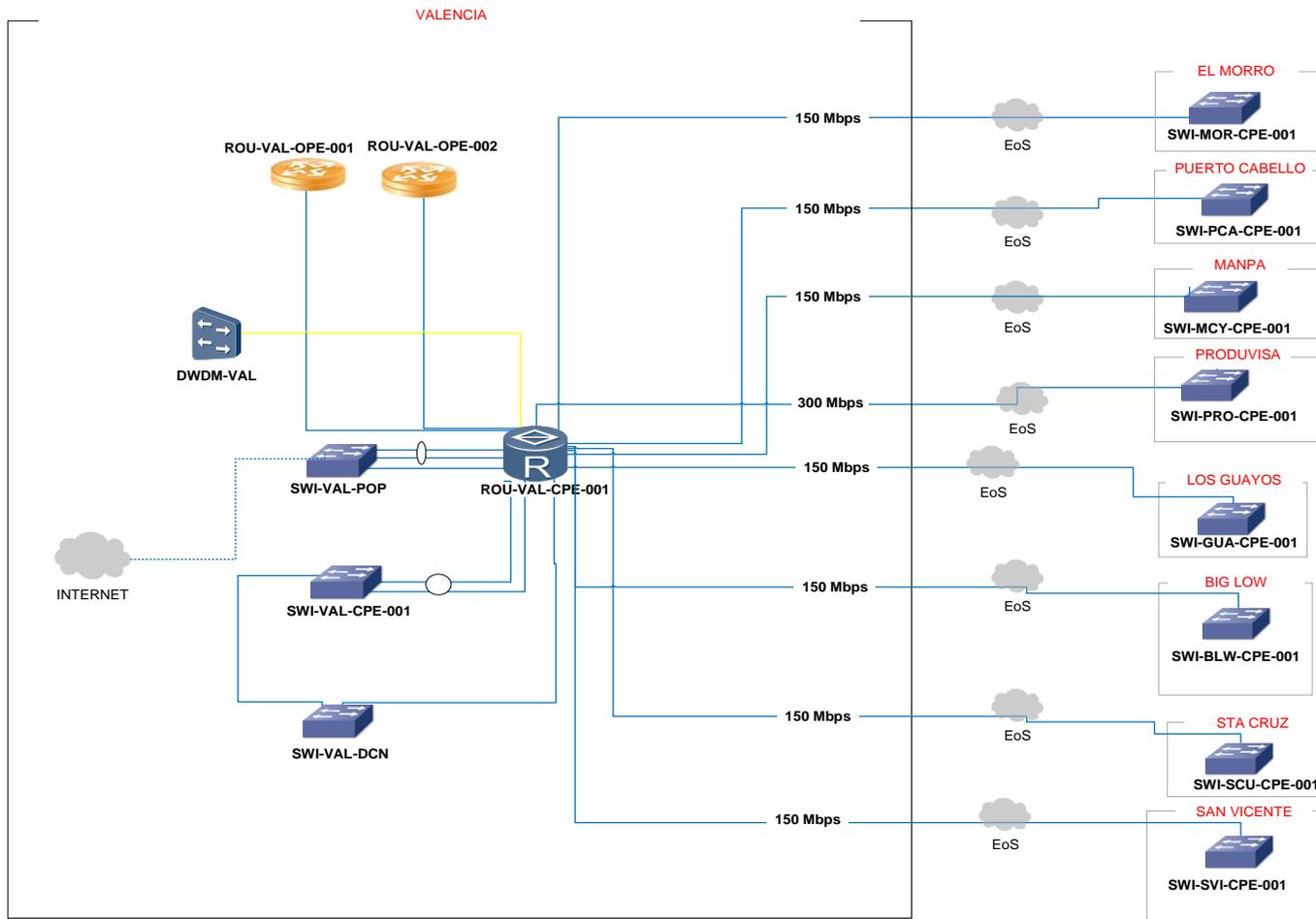


Figura 34. Diseño de conexión estación Core VAL.
Fuente: "Propia"

5.6.4 Estación Core Universidad Simón Bolívar.

Se plantea realizar la conexión del router corporativo hacia los diferentes switch de la capa de acceso, los cuales serán identificados como SWI-SITE-CPE-001. Estos switches deberán ser instalados en diez (10) estaciones de acceso de la región Capital, donde se concentra la mayor concentración de clientes corporativos. La conexión hacia los diferentes switches se realizará a través de la red EoS, dada la distancia entre las diferentes estaciones y la estación Core USB, cada link de comunicación estará configurado para un ancho de banda desde 150 Mbps hasta 250 Mbps, esto depende de la estación de acceso donde el flujo de tráfico de clientes corporativos es alto.

Dado que en la actualidad no existe cliente que agregue directamente en la estación Core USB no se plantea en el diseño de conexión la instalación de un switch CPE

Se proyecta realizar tres (3) conexiones hacia el POP USB de los cuales dos (2) de los link estarán activos y el último de ellos se configurara como respaldo o puede ser usado para pruebas que desee realizar el personal técnico de la empresa.

Las conexiones hacia los router corporativo VAL, BTO y PLC se realizará por medio del equipo multiplexor OSN 8800 ubicado en la instalación del sitio Core USB, para ello se dispondrá de un link de fibra óptica, el cual deberá ser monomodo para la transmisión de información. Empleando una capacidad de 1 Gb en el link de comunicación.

Para mantener la tolerancia a fallas se realizará conexión hacia ambos router ROU-USB-OPE perteneciente a la plataforma de backbone IP, esto para lograr conmutar el tráfico en casos de problemas con la red corporativa.

Por último para mantener una gestión remota del router corporativo a instalar que permita la manipulación en su configuración para la agregación de clientes nuevos, en cuanto a modificaciones en anchos de banda o cualquier otro aspecto

técnico que se requiera, se realizará conexión hacia el equipo switch perteneciente a la red DCN operada por el personal de backbone IP. En la Figura N° 35 se presenta el diagrama de conexión propuesto, en él puede observarse lo descrito anteriormente.

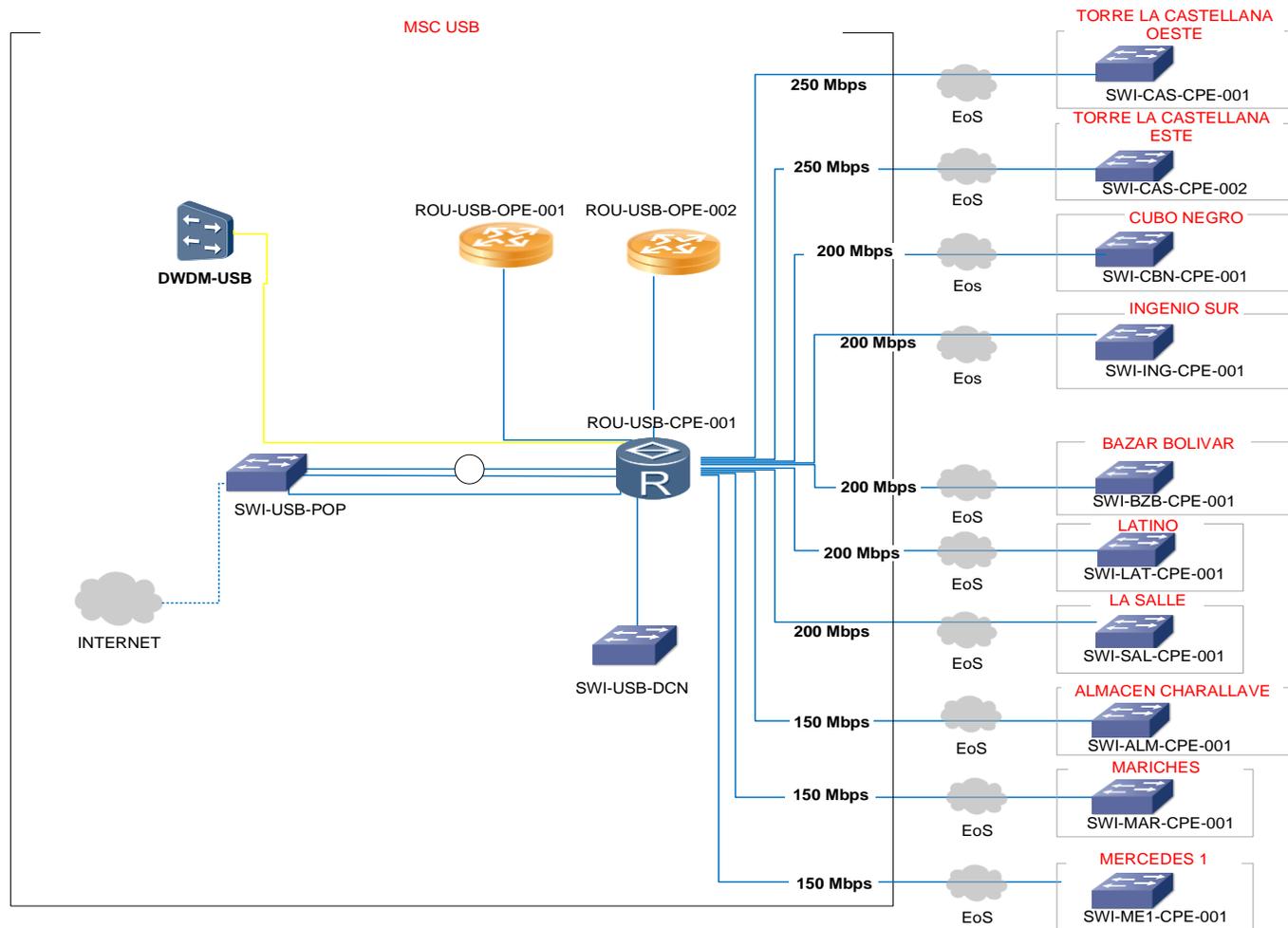


Figura 35. Diseño de conexión estación Core USB.
Fuente: “Propia”

5.6.5 Estación Core Max Plaza.

Se plantea realizar la conexión del router corporativo hacia los diferentes switches de la capa de acceso, los cuales serán identificados como SWI-SITE-CPE-001. Estos switches deberán ser instalados en cuatro (4) estaciones de acceso de la región Oriente, donde se concentra la mayor concentración de clientes corporativos. La conexión hacia los diferentes switches se realizará a través de la red EoS, dada la distancia entre las diferentes estaciones y la estación Core PLC, cada link de comunicación debe ser de 150 Mb, siendo esta capacidad un estimado para la región dado la demanda de los servicios en ella.

Se propone instalar un switch CPE para la agregación del gran número de clientes corporativos que tienen conexión directa con el sitio Core escogido, seguidamente este switch estará conectado al router CPE para el transporte de los servicios.

Se proyecta realizar tres (3) conexiones hacia el POP PLC de los cuales dos (2) de los link estarán activos y el último de ellos se configurara como respaldo o puede ser usado para pruebas que desee realizar el personal técnico de la empresa.

La conexión hacia el router corporativo USB se realizará por medio del equipo multiplexor OSN 8800 ubicado en la instalación del sitio Core PLC, para ello se dispondrá de un link de fibra óptica, el cual deberá ser monomodo para la transmisión de información. Empleando una capacidad de 1 Gb en el link de comunicación.

Para mantener la tolerancia a fallas se realizará conexión hacia ambos router ROU-PLC-0PE perteneciente a la plataforma de backbone IP, esto para lograr conmutar el tráfico en casos de problemas con la red corporativa.

Por último para mantener una gestión remota del router corporativo a instalar que permita la manipulación en su configuración para la agregación de clientes nuevos, en cuanto a modificaciones en anchos de banda o cualquier otro aspecto

técnico que se requiera, se realizará conexión hacia el equipo switch perteneciente a la red DCN operada por el personal de backbone IP. En la Figura N° 36 se presenta el diagrama de conexión propuesto, en él puede observarse lo descrito anteriormente.

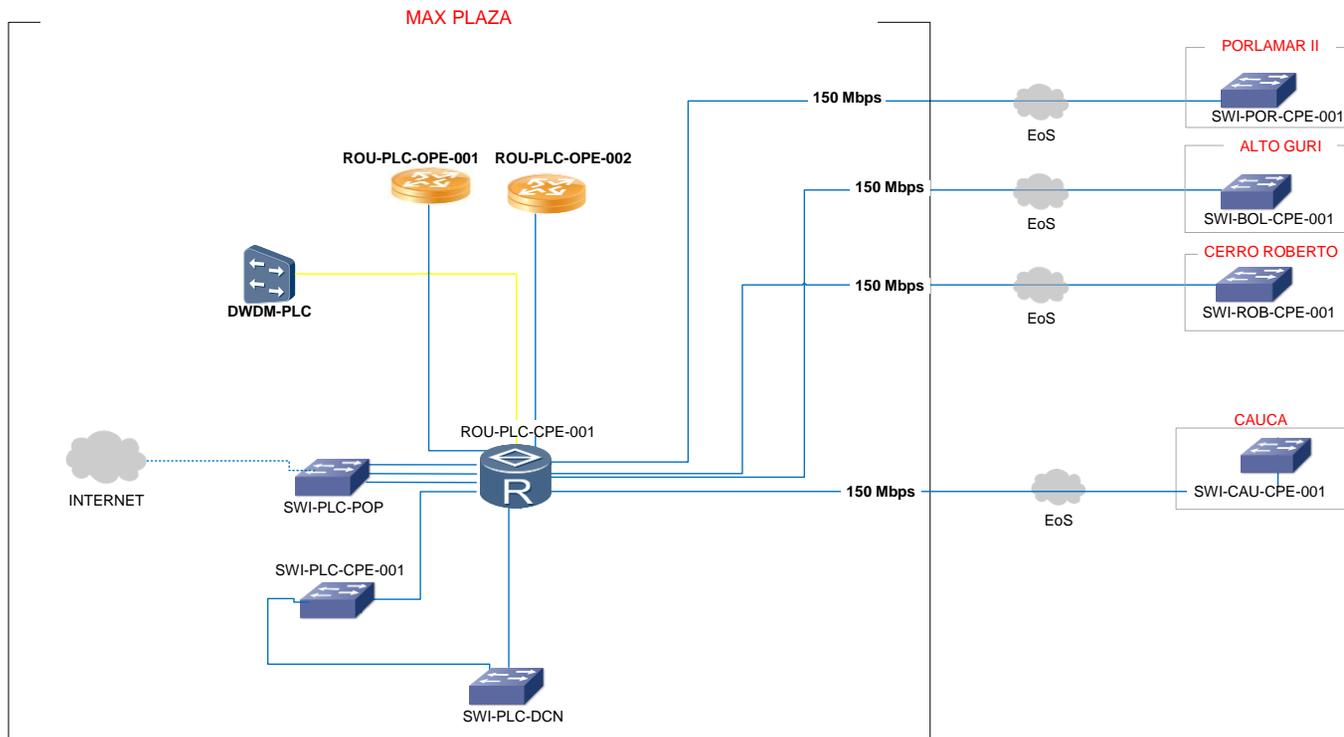


Figura 36. Diseño de conexión estación Core PLC.
Fuente: “Propia”

5.7 Elección de Equipos para la nueva plataforma IP corporativa.

Como se pudo apreciar en el diagnóstico actual de la red de la empresa, en su plataforma backbone IP la compañía cuenta en sus sedes con routers Huawei de la serie NE40E y switch de la serie Quidway S9300, quienes llevan a cabo la transmisión de todos los servicios a nivel IP tanto para los clientes corporativos como para los servicios de redes móviles que ofrece la empresa a nivel nacional.

Dado el enfoque en el cual fue planteada la solución, para el diseño de la nueva red corporativa, centrado en la creación de un nuevo backbone dedicado a los servicios de los clientes corporativos, se escogerá los routers que compondrán la nueva plataforma para la interconexión de los cinco (5) sitios Core estratégicos y el transporte de información.

Es importante resaltar, que dentro de la empresa se llevan a cabo diversos proyectos en cuanto a ampliación de sitios Core o creación de nuevos sitios, muchos de estos proyectos no se terminan de ejecutar por razones ajenas a la empresa, sin embargo se ha llegado a adquirir materiales y equipos para los distintos proyectos, los mismos quedan a libre disposición, este punto ha sido de gran importancia puesto que se evita la compra de nuevos equipos y se da la oportunidad de reutilizar materiales no instalados, ayudando con ello al gasto económico que implica la inversión en la nueva red, sin embargo se realiza una comparativa de precios de diferentes equipos, que puedan ser incorporados en la nueva plataforma.

En consecuencia con lo detallado anteriormente, se tiene en los almacenes de la empresa la disposición de utilizar router de la casa matriz Huawei, esto da un gran significado puesto que la red backbone IP actualmente se encuentra basada en equipos de la misma casa matriz, ayudando a la fácil implementación, configuración e integración con la nueva plataforma diseñada y en la interacción entre ambas redes.

El equipo que se dispone a implementar para asegurar todos los requisitos necesarios para la conformación de la plataforma IP corporativa es el router Huawei NE40E-X2

A continuación se presenta en la Figura N°37 la representación del equipo, en la Tabla N°15 se exponen sus características principales y especificaciones técnicas



Figura 37. Representación router Huawei NE40E-X2

Fuente: www.actfornet.com

Tabla 15 Características y especificaciones técnicas router NE40E-X2.

Características	Especificaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Router de Servicio Universal se utiliza para proporcionar acceso a los servicios de Ethernet en las áreas metropolitanas. • Es compatible con el protocolo de enrutamiento estático y protocolos de enrutamiento dinámico IPv4 como RIP, OSPF, IS-IS y BGP-4. • Es compatible con varias tecnologías para la transición de IPv4 a IPv6: configuraciones de túnel manual, configuraciones de túneles automáticos. • Soporta MPLS L2VPNs en cualquiera de los modos de Martini o Kompella. • Soporta L3VPNs. • Soporta rápida convergencia del Interior Protocolos de puerta de enlace (IGP), BGP, y multicast enrutamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • 2x Tarjetas MPU: MPU-G. El MPU es principalmente responsable de procesar los protocolos de enrutamiento y Gestión. Los registros de archivos, software de actualización, y el sistema se almacenan en esta tarjeta. • 2x Tarjetas PSU-D: PSU-D El dispositivo admite la entrada de alimentación de CC de -48 V DC o -60 V DC. El dispositivo es alimentado por dos fuentes de alimentación, que funcionan en el modo de seguridad. • 2x Tarjetas de 8-port 100/1000Base-X-SFP. • 2x Tarjetas de 2-port 10GE LAN/WAN-XFP NPU: NPUI-20 Son responsables de procesamiento de servicio en todo el sistema, y están conectados a todas las sub tarjetas a través de canales de datos. • 4x Tarjetas d 8-port 100Base-RJ45

Fuente: “Propia”

Precios:

Alibaba: 34.000,00 \$

Actfor.net: 34.428,00 \$

Techsouq: 29.378,00 \$

Adicionalmente se presenta una alternativa al equipo Huawei, ésta se encuentra representada por el switch Catalyst Cisco de la serie 6800, este equipo es un switch Capa 3 (L3) siendo equipo robusto y que se ajusta a los requerimientos de la nueva plataforma. A continuación se presenta en la Figura N°38 la representación del equipo, además en la Tabla N°16 se presentan las características y especificaciones técnicas del equipo



Figura 38. Switch CISCO Catalyst 6880

Fuente: www.cisco.com

Tabla 16 Características y especificaciones técnicas Switch Catalyst CISCO 6880.

Características	Especificaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Realiza enrutamiento IPv4 e IPv6. • Admite protocolo MPLS en capa 2 y capa 3 (L2 y L3). • Soporta rápida convergencia del Interior Protocolos de puerta de enlace (IGP), BGP, y multicast enrutamiento. • Soporta manipulación máxima de 4000 VLAN. • Soporta Power over Ethernet (PoE). 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Fuentes de Poder alimentación AC / DC. • 4 tarjetas modulares. • 4 tarjetas cada una de 16 puertos 10G / 1G extensibles. • Máxima densidad de puertos por chasis: Hasta 80x 1 puertos Gigabit Ethernet. Hasta 20x 40 puertos Gigabit Ethernet.

Fuente: “Propia”

Precios:

Alibaba: 40.000,00 \$

Aunque en su mayoría el switch CISCO Catalyst 6880 presenta mejores características funcionales con respecto al router Huawei NE40E-X2, este último no deja ser importante y pieza fundamental para la conformación de la nueva plataforma corporativa, sus características se adaptan a los requerimientos, siendo factor a su favor pertenecer a la misma casa matriz que los otros elementos que componen la red backbone IP, por lo que se infiere la rápida convergencia entre ambas redes, caso

contrario que puede ocurrir con la incorporación del equipo CISCO ya que presentan funcionalidades que se ven limitadas en la interoperabilidad con elementos de otras marcas, lo que conlleva al no aprovechamiento en totalidad de sus funciones.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA DE INSTALACIÓN

A continuación se presentan las imágenes correspondientes a la propuesta de instalación del router NE40E-X2 Huawei, elemento principal de la nueva plataforma corporativa IP para el transporte de los servicios de clientes corporativos, detallando en ella el recorrido para el cableado de energía, para la gestión del equipo, y para el tráfico de información. Se hace la salvedad de esta propuesta se presentan los elementos más resaltantes para la interpretación, por motivos de confidencialidad algunos datos e imágenes no pueden ser reveladas. La siguiente propuesta de instalación se realiza en el sitio Core USB.

6.1 Recorrido cableado de energía

En la energización del equipo se consideran los siguientes puntos:

- Se requiere instalar 2 breaker de 20 A para energizar el equipo NE40E-X2 a instalar.
- El equipo NE40E-X2 a instalar posee dos (2) fuentes en paralelo y distribución de carga uniforme, por lo que las tomas DC para cada una de las fuentes deben proceder de unidades de distribución independientes.
- El cableado eléctrico debe guiarse por la parte izquierda del rack (visto desde el frente), hasta cada una de las tomas de las fuentes, el cableado en el equipo debe tener una holgura de forma que puedan retirarse las fuentes a futuro cómodamente en caso de un reemplazo sin necesidad de desconectar el cableado de la otra fuente.

- El cableado en todo el recorrido debe ordenarse por color azul-negro, y por capas siguiendo la misma secuencia, tejido con hilo bramante.
- El recorrido del cableado puesta a tierra será de 30 cm aproximadamente

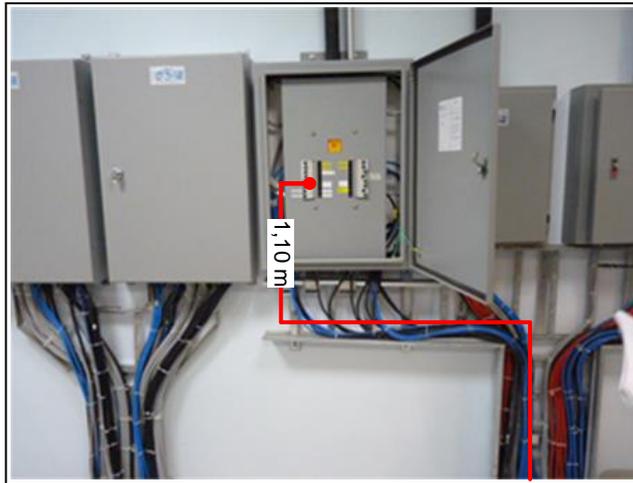


Figura 39 Vista recorrido cableado energía
Fuente: "Propia".

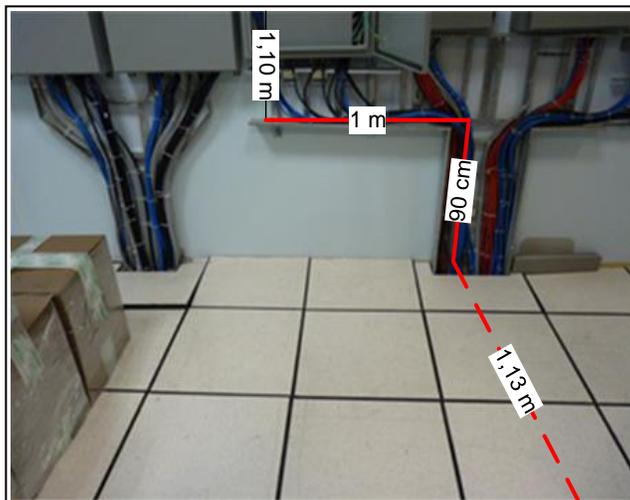


Figura 40 Vista recorrido cableado energía
Fuente: "Propia".

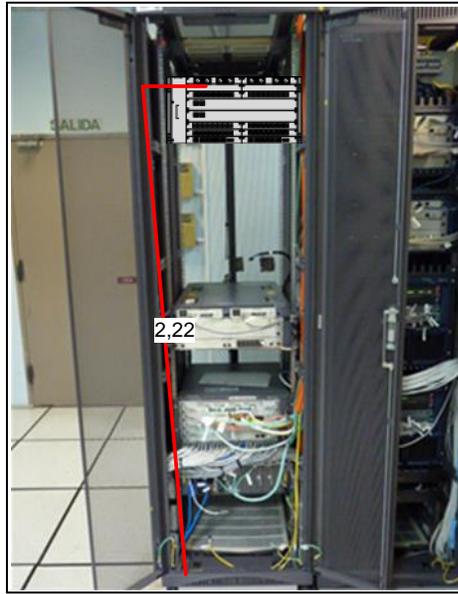


Figura 41 Vista recorrido cableado energía
Fuente: “Propia”.

6.2 Recorrido cableado de gestión

Para la instalación del cableado se propone emplear cable UTP categoría 5e para la gestión. El total del recorrido del cable es de aproximadamente 5m para cada puerto a ocupar.

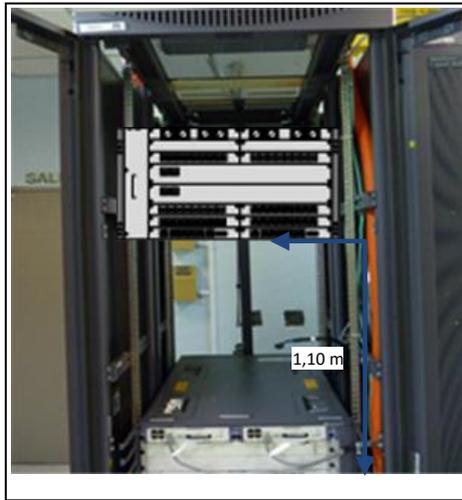


Figura 42 Vista general conexión a SWI-USB-DCN-001 y SWI-USB-DCN-002
Fuente: "Propia".



Figura 43 Vista general conexión a SWI-USB-DCN-001 y SWI-USB-DCN-002
Fuente: "Propia"

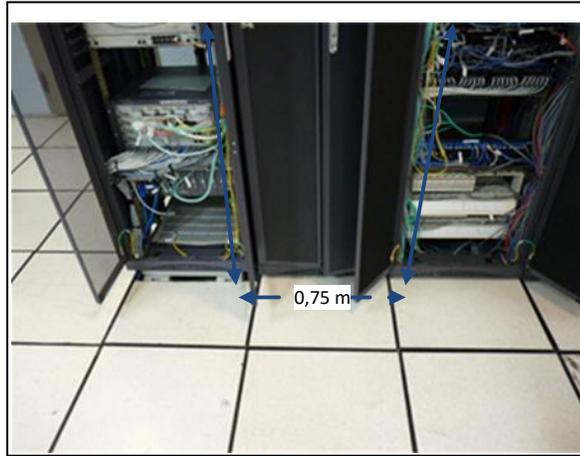


Figura 44 Vista general conexión a SWI-USB-DCN-001 y SWI-USB-DCN-002
Fuente: “Propia”



Figura 45 Vista general conexión a SWI-USB-DCN-001 y SWI-USB-DCN-002
Fuente: “Propia”

6.3 Recorrido del cableado para tráfico hacia ROU-0PE.

A continuación se presentan las imágenes que corresponden a la propuesta de cableado para la conexión del equipo NE40E-X2 Huawei, hacia los equipos de la plataforma backbone IP, esto para la conmutación en caso de fallas en algún enlace. Se propone emplear para la conexión cable UTP categoría 5e. El recorrido total para la conexión es de aproximadamente 7 m.

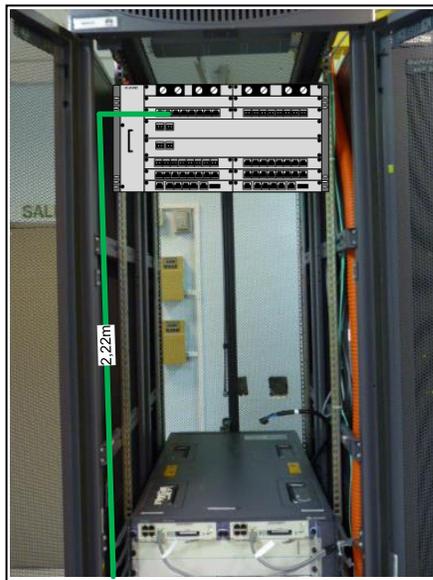


Figura 46 Vista general conexión a ROU-USB-0PE-001 y ROU-USB-0PE-002
Fuente: “Propia”

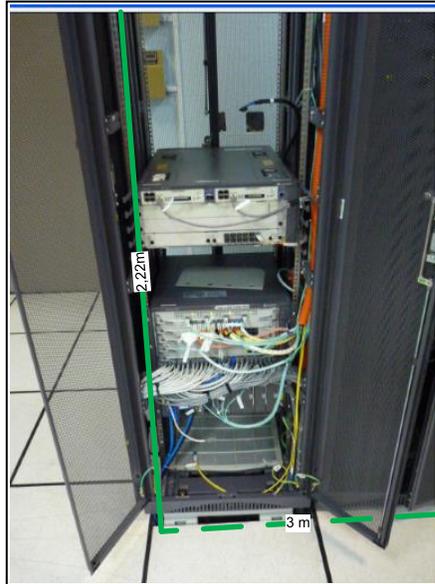


Figura 47 Vista general conexión a ROU-USB-0PE-001 y ROU-USB-0PE-002
Fuente: “Propia”

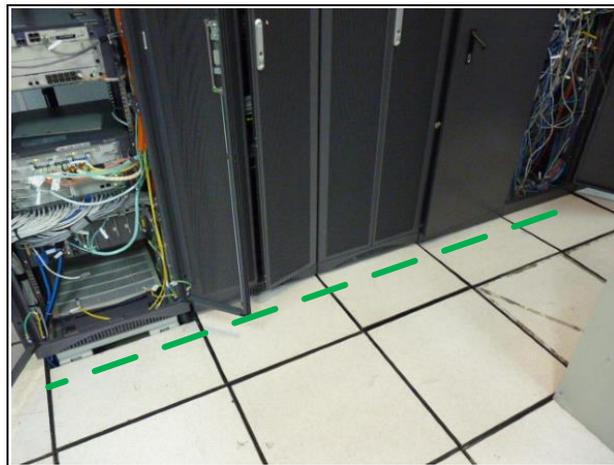


Figura 48 Vista general conexión a ROU-USB-0PE-001 y ROU-USB-0PE-002
Fuente: “Propia”



Figura 49 Vista general conexión a ROU-USB-0PE-001 y ROU-USB-0PE-002
Fuente: “Propia”

6.4 Recorrido cableado de tráfico hacia POP

A continuación se presentan las imágenes que corresponden a la propuesta de cableado para la conexión del equipo NE40E-X2 Huawei, hacia el equipo POP elemento terminal para la conexión al servicio de Internet para los clientes corporativos. Dada la alta capacidad y demanda que tiene el servicio, se propone emplear para la conexión fibra óptica. El recorrido de la fibra para la conexión es de 30 m. aproximadamente.



Figura 50 Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP
Fuente: "Propia"

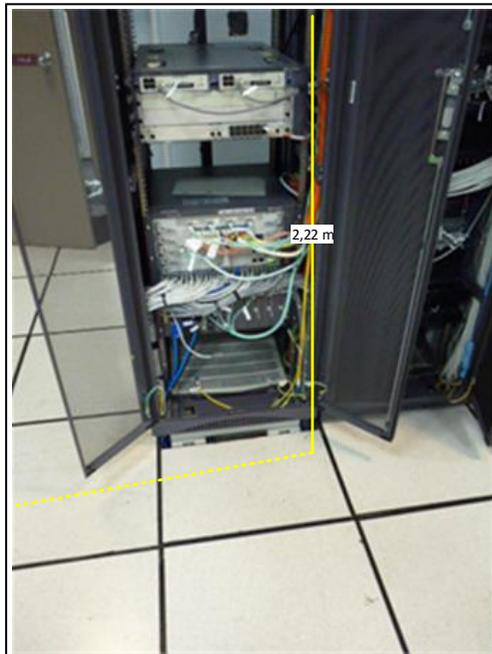


Figura 51 Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP
Fuente: "Propia"

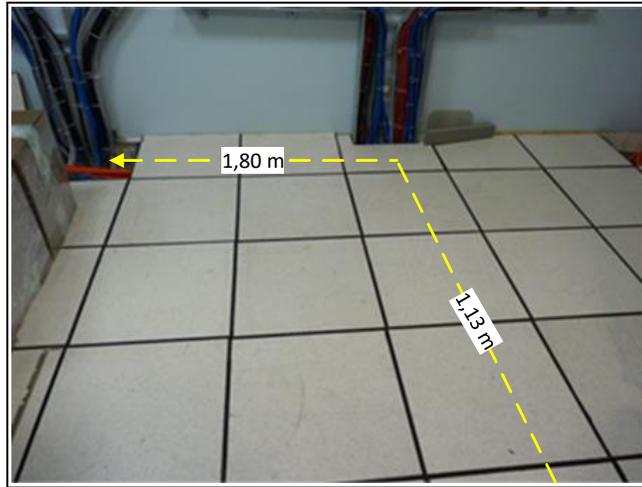


Figura 52 Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP
Fuente: "Propia"



Figura 53 Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP
Fuente: "Propia"

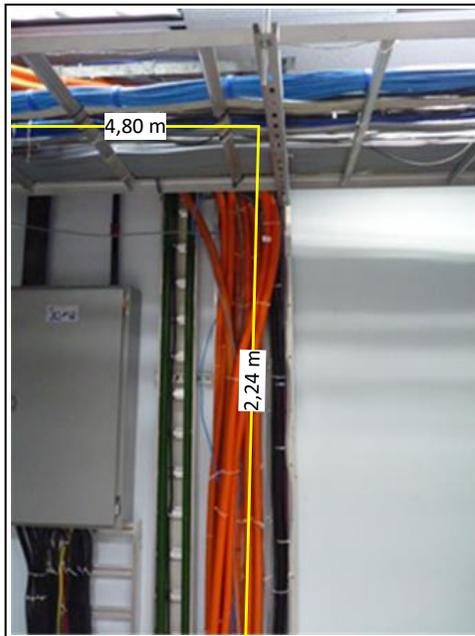


Figura 54 Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP
Fuente: "Propia"

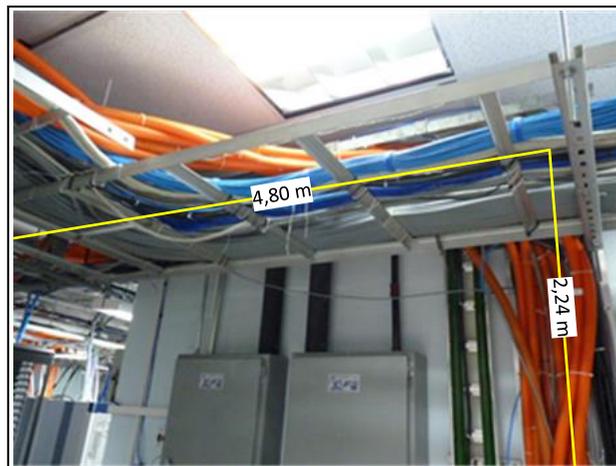


Figura 55 Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP
Fuente: "Propia"



Figura 56 Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP
Fuente: "Propia"

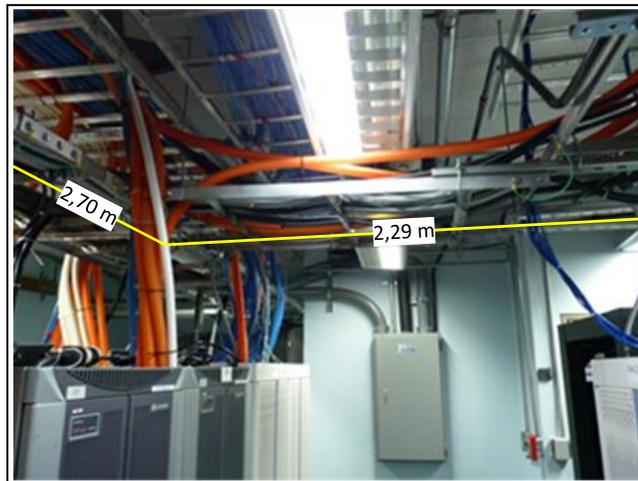


Figura 57 Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP
Fuente: "Propia"



Figura 58 Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP
Fuente: "Propia"



Figura 59 Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP
Fuente: "Propia"

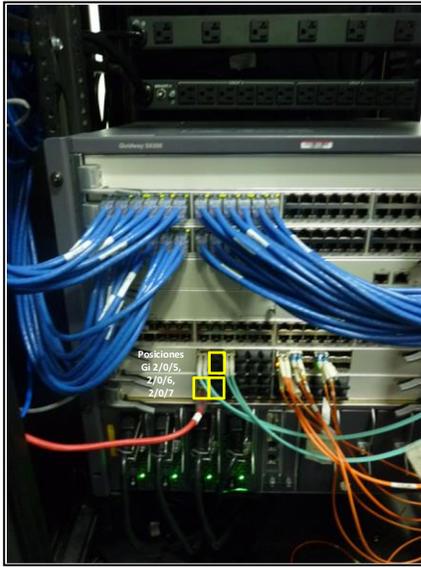


Figura 60 Vista recorrido cableado hacia SWI-USB-POP
Fuente: “Propia”

CONCLUSIONES

En el presente trabajo de grado se realizó un diseño a través del cual la empresa Digitel podrá contar con una nueva plataforma de transporte IP, para uso exclusivo del transporte de los servicios de clientes corporativos, ofreciendo en ella comunicaciones eficiente, la nueva plataforma representará una mejoría de todos sus procesos, a su vez ayudará a agilizar la distribución y propagación de información relevante.

Para el diseño de la nueva red corporativa, se tomaron diversos puntos en cuenta, partiendo de la estructura actual del backbone IP donde hace tránsito todos los servicios que ofrece la empresa a los distintos usuarios tanto para la telefonía móvil como para los clientes de pequeña, mediana y grandes industrias. De esta forma se buscó tener una base fundamental que sirve de apoyo para la implementación de la nueva red. En continuidad con el mismo planteamiento se tomaron en cuenta aspectos tales como la distribución física de los sitios backbone, la cantidad de usuarios que agregaban a los distintos nodos que conforman la actual red IP, los saltos que debían darse para culminar la entrega del servicio solicitado. De esta manera se ofrece una solución completa que satisface las necesidades de la compañía.

El diseño planteado en el presente proyecto es realizable, ya que la compañía posee los recursos para la ejecución. Además el equipo seleccionado para el transporte de los servicios a nivel de Ethernet ofrecidos a clientes corporativos, es de fácil acceso ya que el mismo se encuentra en el almacén de la empresa, siendo éste un equipo de libre utilización, perteneciendo a un lote de materiales que son adquiridos para la implementación de diversos proyectos.

La interconexión de las distintas sedes que formaran parte de la nueva plataforma corporativa fue diseñada para la rápida conmutación en caso de fallas en algún enlace, igualmente se dimensionó la conexión de redundancia hacia la red backbone IP existente con la nueva plataforma corporativa asegurando siempre mantener el transporte de los servicios sin ninguna afectación por causa de problemas técnicos.

Al momento de dimensionar el ancho de banda en el núcleo de la nueva red, tanto para el tráfico nacional como para el tráfico regional, no se encontró una regla general para su cálculo. El tráfico en las redes de datos funciona en ráfagas, con la ocurrencia de eventos aleatorios y dependen de muchos factores externos. Es importante que además de un dimensionamiento adecuado del ancho de banda, se implementen soluciones que disminuyan el tráfico, con lo cual la red se desempeñará de forma óptima. Es por esta razón que el diseño fue enfocado en la implementación del protocolo MPLS, dada su gran capacidad de manejo de paquetes, y su aprovechando sus mecanismos de calidad de servicio los cuales son aplicados actualmente en toda la red Digitel, y han resultado de gran ayuda para el manejo de toda la información

Manteniendo la implementación en la nueva red de VLANs se crean dominios de difusión que confinan las peticiones de los equipos a una sola subred, evitando así el tráfico innecesario en nodos que no contengan el destino de la petición. Esto se traduce en una mejora en el desempeño de la red, generando beneficios como: menor tráfico broadcast, seguridad en las subredes, separación de servicios, etc.

La implementación de esta red permitirá una notable mejora en el desempeño general de la corporación. Representando un nuevo ascenso en la categorización de ser una empresa pionera en la búsqueda de plantear la más óptima y mejor solución tecnológica a todos los clientes.

RECOMENDACIONES

El presente proyecto ha sido enfocado únicamente en el diseño de la nueva red IP corporativa para el transporte de los servicios Internet y Datos, por lo cual se da la recomendación de elaborar un plan de trabajo que contemple la implementación y puesta en marcha de la nueva plataforma.

En el diseño del núcleo se plantea la solución de utilizar el equipo NE40E-X2 de la casa matriz Huawei, se recomienda sea éste equipo el empleado para el transporte de los servicios, dado que es un equipo instalado y configurado para otras redes de la empresa lo que representa mayor aprovechamiento de todas sus características y mejor manipulación e implementación dado el alto conocimiento por parte del personal técnico de la empresa.

Al momento de la implementación de la red pueden surgir errores técnicos que disminuyen la calidad de la comunicación. A continuación se presentan algunos consejos a tomar en cuenta en el momento de la instalación, lo que ayudará a prevenir fallas en la capa física:

- No desenredar los pares trenzados, que están dentro del UTP, más de una pulgada y media antes de insertarlos en el conector RJ-45.
- No dejar más de 2,5 cm expuesto (desnudo) el cable antes de la terminación. Si se hace, aumentará la posibilidad de interferencias y errores de datos.
- Observar y cumplir las limitaciones radio de curvatura para el tipo de cable que se está instalando. El radio de curvatura es el radio del arco máximo en el cual puede circular un cable antes de alterar la transmisión de datos.

Generalmente, el radio de un cable de par trenzado de curvatura es igual o mayor que cuatro veces el diámetro del cable.

- Utilizar un analizador de cables para verificar que cada segmento de cableado se instala transmite los datos de manera fiable. Esta práctica evitará que más tarde se tenga que localizar errores en tramos largos de cable.
- Evitar apretar los cables con mucha fuerza ya que puede maltratar su cubierta exterior, y ocasionar errores difíciles de detectar.
- Evitar el tendido de cables por el suelo donde podría sufrir daños de sillas rodantes o tráfico de pie. Si se tiene que tomar este camino, cubra el cable con un protector de cable.
- Instalar el cable por lo menos a un metro de distancia de luces fluorescentes o de otras fuentes que puedan ocasionar interferencia. Esto reducirá la posibilidad de que el ruido afecte a las señales de su red.
- Dejar siempre una cierta holgura en tendidos de cable. Instalar cables con demasiada tensión expone a la red a problemas de conectividad y transmisión de datos.
- Cumplir con los requisitos de conexión a tierra de los equipos a instalar.

Por último se recomienda que una vez implementado el diseño, se hagan revisiones trimestrales para hacer mantenimiento a la red y actualizar los procedimientos, protocolos y algoritmos conforme avancen los estudios referentes a las comunicaciones a nivel de enrutamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] <http://www.digitel.com.ve> [En línea] [Consultado octubre 2015].

[2] Fundamento de MPLS [En línea]
<http://www.ramonmillsn.com/tutoriales/mps.php> [Consultado octubre 2015].

[3] Tamara Dean, "Networking Standards and the OSI Model," in *Network+ Guide to Networks*, 5th ed. Boston: Course Technology, 2009, ch. 2, p. 57.

[4] Tamara Dean, "An Introduction to Networking," in *Network+ Guide to Networks*, 5th ed. Boston: Course Technology, 2009, ch. 1, p. 6.

[5] Tamara Dean, "An Introduction to Networking," in *Network+ Guide to Networks*, 5th ed. Boston: Course Technology, 2009, p. 7.

[6] Tamara Dean, "An Introduction to Networking," in *Network+ Guide to Networks*, 5th ed. Boston: Course Technology, 2009, ch. 1, p. 7.

[7] Tamara Dean, "Topologies and Ethernet Standards," in *Network+ Guide to Networks*, 5th ed. Boston: Course Technology, 2009, ch. 5, p. 195.

[8] Tamara Dean, "Topologies and Ethernet Standards," in *Network+ Guide to Networks*, 5th ed. Boston: Course Technology, 2009, ch. 5, p. 197.

[9] Tamara Dean, "Topologies and Ethernet Standards," in *Network+ Guide to Networks*, 5th ed. Boston: Course Technology, 2009, ch. 5, p. 199.

[10] Tamara Dean, "Topologies and Ethernet Standards," in *Network+ Guide to Networks*, 5th ed. Boston: Course Technology, 2009, ch. 5, p. 201.

[12] Tamara Dean, "Topologies and Ethernet Standards," in Network+ Guide to Networks, 5th ed. Boston: Course Technology, 2009, ch. 5, p. 256.

[13] Tamara Dean, "Network Hardware," in Network+ Guide to Networks, 5th ed. Boston: Course Technology, 2009, ch. 6, p. 270.

[14] Tamara Dean, "Network Hardware," in Network+ Guide to Networks, 5th ed. Boston: Course Technology, 2009, ch. 6, p. 272.

[15] Tamara Dean, "Network Hardware," in Network+ Guide to Networks, 5th ed. Boston: Course Technology, 2009, ch. 6, p. 273.

[16] Protocolo IS-IS [En línea]. < <http://www.cisco.com/cisco/web/support/LA> > [Consultado abril 2016].

[17] Alejandro Castro, Gerardo Gonzalez, Robert Montenegro, and Evelio Fuenmayor, "Redes de banda Ancha: Metro Ethernet," Maracaibo-Edo. Zulia, 2009.

[18] Huawei Technologies de Venezuela, «VLAN Principle, configuration,» Caracas, 2011.

[19] Guas, D. Estudio de los protocolos de enrutamiento de internet y su utilización en la arquitectura de red MPLS, (Tesis)- Venezuela 2004, p.40.

[20] García, C. Análisis de la Tecnología IP sobre WDM, (Tesis).-Chile 2006, p.p. 61-62.

[21] Manual UPEL.

[22] Hernández S, Fernández C y Baptista L. Metodología de la Investigación. México. McGraw-Hill Book Co. 2002.

BIBLIOGRAFÍA

Cisco Networking Academy. (2011). CCNA Exploratoria 5.0 Aspectos Básicos de Networking.

Dean, T. (2009). Network+ Guide to Networks (5ta. Edición ed.). Boston: Course Technology.

Hernández S, Fernández C y Baptista L. Metodología de la Investigación. México. McGraw-Hill Book Co. 2002.

FEDEUPEL. Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Caracas: FEDEUPEL, 2006.

Huawei NE40E-X1X2 router Brief Product Brochure.

Huawei NE40E-X1&NE40E-X2 Product Description.

Guas Daliah. Estudio de los Protocolos de Enrutamiento de Internet y su utilización en la arquitectura de red MPLS. – (Tesis) Universidad Central de Venezuela. Caracas 2004.

Anna Obis Joan. Diseño de una red Corporativa. TFC-Integració de xarxes telemàtiques. España 2013.

Rui ZhangShen, Nick McKeown. Designing a Predictable Internet backbone Network. Stanford University.

ANEXOS

[ANEXO N° 1]

[Instalación router NE40E-X2 Site USB]

A continuación se presentan las imágenes tomadas correspondientes a la instalación del equipo escogido para la nueva plataforma, las siguientes imágenes corresponden al Sitio Core USB:

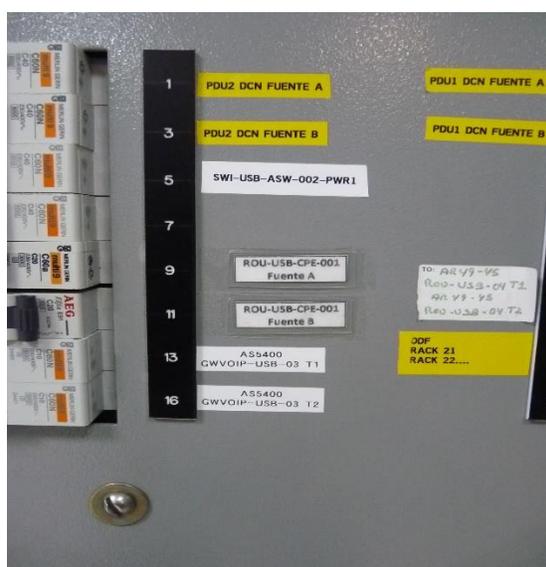


Figura A-1 Vista general tablero de energía

Fuente: "Propia".



Figura A-2 Vista general router instalado en rack corporativo

Fuente: "Propia".



Figura A-2 Vista general router instalado en rack corporativo

Fuente: "Propia".



Figura A-3 Vista general router instalado en rack corporativo

Fuente: "Propia".



Figura A-3 Vista general cableado de gestión

Fuente: "Propia".



Figura A-4 Vista general cableado de tráfico hacia equipo POP

Fuente: "Propia".

[ANEXO N° 2]

[Script de configuración para la gestión del equipo ROU-USB-CPE-001]

```
ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 10.44.101.2 description O&M_BB_IP
```

```
interface GigabitEthernet0/0/0
```

```
speed auto
```

```
duplex auto
```

```
description ROU-USB-CPE-001 GE 0/0/0 to SWI-USB-DCN-001 GE 2/0/32
```

```
undo shutdown
```

```
ip address 10.44.101.13 255.255.255.224
```

[ANEXO N° 3]

[Datasheet equipo router NE40E-X2]

Item	Description	
	NE40E-X1	NE40E-X2
Capacity	Backplane Capacity: 285Gbps Port capacity: 20Gbps Forwarding Capacity: 30Mpps	Backplane Capacity: 450Gbps Port capacity: 40Gbps Forwarding Capacity: 60Mpps
Slots	1 for NPU, 2 for MPUs, 4 for FICs	2 for NPUs, 2 for MPUs, 8 for FICs
Interface Types	10GE- LAN /WAN GE/FE Channelized OC-3/STM-1 OC-3c/STM-1c ATM E1(75/ 120ohm) OC-3c/STM-1c	
Clock Transmission	Synchronous Ethernet (SSM), Adaptive Clock Recovery (ACR), IEEE 1588v2	
L2 Ethernet	IEEE802.1q, IEEE802.1p, IEEE 802.3ad , IEEE 802.1ab, STP/RSTP/MSTP, RRRP, DHCP+, VLAN Switch, and User Binding	
IPv4/IPv6 Routing Protocols	Static routing, RIP/RIPng, OSPF/OSPFv3, IS-IS/IS-ISv6, BGPv4/BGP4+, IPv6 over Ethernet, IPv6CP/IPv6 ACL/Telnet, IPv6 MPLS VPN(V6 PE), IS-IS MT	
L2/L3 VPN	LDP over TE, VPLS/H-VPLS, Policy Routing to VPN, L2 VPN/VLL with Martini and Kompella VLL/VPLS access L3 VPN Instance QinQ, MPLS/BGP L3 VPN, Inter-AS VPN with option A/B/C	
Multicast	IGMP v1/v2/v3, IGMP Snooping, Multicast VPN, IPv6 Multicast, Static Multicast Routing, PIM-DM/SM/SSM, MSDP, MBGP Deploy Multicast and TE at same time Multicast CAC	
QoS	WRED, DS-TE with 8CT, H-QoS with 5 levels, VLL/PWE3 QoS, Access Network QoS Control, User Location Report	
Network Reliability	BGP/BGP4+/ISIS/ISIS6/OSPF/OSPFv3/PIM/MSDP/IGMP/LDP/RSVP-TE/L3VPN NSR, BGP/IS-IS/OSPF GR/LDP GR/RSVP GR/NSF, VLL/VPLS/L3VPN GR/NSF, BGP/IGP/Multicast Fast Convergence IP/LDP FRR, TE FRR, VPN FRR, VLL FRR BFD for Static Routing, IS-IS, RSVP, LDP, TE, LSP, PW, OSPF, BGP, VRRP, PIM,RRPP RRPP Ring Protect, ICB PW, E-trunk, E-APS, MSP 1+1 MPLS OAM N:1 Protect(Trunk port support), Ethernet OAM(L2 LSA , 802.1ag and 802.1ah), MPLS-TP, Y.1731, PWE3 End to End Protection	
Dimensions (WxDxH)	442mmx220mmx132mm	442mmx220mmx222mm

Figura A-5 Descripción general equipo router Huawei NE40E-X2

Fuente: www.huawei.com

Weight	14KG (fully configured)	22KG (fully configured)
Max. Power Consumption	480W	850W
Environment	Work temperature: -20°C to +60°C Restriction on temperature variation rate: 30°C/hour Long time work humidity: 5% RH to 85% RH, non-condensing Short time work humidity: 0% RH to 95% RH, non-condensing Long time work altitude: ≤3000 m	

Figura A-6 Descripción general equipo router Huawei NE40E-X2

Fuente: www.huawei.com