

**Propuesta de optimización de infraestructura de telecomunicaciones para una conectividad
eficiente en algunas ciudades de Colombia**

Pablo Antonio Bautista Rojas

Asesor

Mauricio Ochoa Sana

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI
Especialización en Redes de Nueva Generación

2024

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi madre y a mi familia, quienes han sido mi mayor apoyo y motivación.

Su amor y confianza en mí han sido fundamentales para alcanzar este logro, y por ello, les ofrezco esta dedicatoria con todo mi cariño y gratitud.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a Dios por darme la fortaleza y sabiduría necesarias para llevar a cabo este proyecto. A mi familia, les expreso mi gratitud por su amor incondicional y por ser siempre mi fuente de inspiración. A mis maestros, les agradezco su paciencia, guía y dedicación, que me han permitido aprender y crecer a lo largo de este proceso. A todos ustedes, les dedico este logro con el corazón lleno de gratitud.

Resumen

Este proyecto aborda la optimización de la infraestructura de telecomunicaciones en algunas ciudades de Colombia, como Bogotá, Medellín, Cali y Cartagena. A través de un análisis detallado de las necesidades tecnológicas y socioeconómicas, se proponen soluciones que mejoren la conectividad y la calidad de los servicios de telecomunicaciones. El uso de tecnologías de próxima generación (NGN) y la implementación de nuevas estrategias permitirán mejorar la eficiencia y fiabilidad de las redes en estas ciudades. Los resultados de este estudio sirven como una guía para futuros desarrollos en el campo de las telecomunicaciones en Colombia.

Palabras claves: Redes MPLS, optimización, conectividad, telecomunicaciones, investigación.

Abstract

This project focuses on optimizing telecommunications infrastructure in several Colombian cities, such as Bogotá, Medellín, Cali, and Cartagena. Through a detailed analysis of technological and socio-economic needs, solutions are proposed to enhance the connectivity and service quality of telecommunications networks. The implementation of Next Generation Networks (NGN) and new strategies will improve the efficiency and reliability of the networks in these cities. The findings of this study provide a guide for future developments in the field of telecommunications in Colombia.

Keywords: MPLS Networks, optimization, connectivity, telecommunications, research.

Tabla de Contenido

Introducción	15
Justificación	16
Objetivos.....	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos	18
Descripción del Problema.....	19
Requerimientos Técnicos y Resultados	19
Identificación de Deficiencias y Oportunidades de Mejora:	23
Árbol Causa - Efecto del Problema	23
Propuesta Seleccionada y Justificación	25
Marco de Referencia	27
Estado del Arte	27
Corta Historia de las Telecomunicaciones	27
Marco-Teórico	28
Antecedentes Teóricos.....	28
Bases Teóricas e Investigaciones Anteriores al Estudio como Referencia	29
Marco Conceptual.....	31
Conectividad y Telecomunicaciones	31
Importancia de la Conectividad y las Telecomunicaciones.....	31
Tecnologías y Soluciones	32
Diseñar la Solución.....	33
Especificaciones Técnicas de la Solución	33

Interconexión a Nivel de Transporte de la Red NGN.....	34
Aprovisionamiento de la Interconexión	34
Mantenimiento y Operación de la Interconexión NGN.....	35
Señalización de la Interconexión.....	36
Seguridad de la Interconexión	37
Denominación, Numeración y Direccionamiento de la Interconexión	38
Enrutamiento de la Interconexión.....	38
Criterios Técnicos para la Interconexión NGN al Nivel de Transporte	39
Planos.....	42
Mecanismos QoS.....	42
Classification y Marking	42
Customer Edge	43
Provider Route.....	43
Provider/Edge	43
LSP. Label Swicthed Path.	43
LSR. Label Switched Route	43
Edge-LSR (E-LSR)LSR de borde	43
INGRESS E-LSR.E-LSR de Ingreso.....	44
EGRESS E-LSR.E-LSR de Egreso	44
FIB. Forward Information Base.....	44
LFIB. Label Forwarding Information Base.....	44
Esquema.....	45
Algoritmos.....	50

Tabla de Direccionamiento.....	50
Rango de Etiquetas	51
Lista de Configuraciones en los Equipos	52
Programación y Configuración de las Clases de Servicio QoS.....	54
Lista de Configuraciones para las Qos en la Red MPLS:.....	56
Implementar la Solución	58
Captura de Configuraciones para las Interfaces Qos del MPLS	80
Capturas de la Configuración	81
Operar la Implementación.....	87
Plan de Mejoras	87
Corto Plazo	87
Objetivo a Corto Plazo	87
Recursos.....	87
Seguimiento	87
Entidades Normalizadoras	88
Características Principales de la Fibra Optica Normalizada	88
Mediano Plazo	89
Objetivo a Corto Plazo	90
Tiempo de Ejecución	90
Responsables	90
Recursos.....	90
Seguimiento	90
Plan de Mantenimiento	91

Lista de Actividades	92
Actividades Diarias Frecuencia 1	92
Actividades Mensuales Frecuencia 6 Semestral.....	92
Actividades Anuales Frecuencia 12 Anual.....	93
Conclusiones	99
Recomendaciones	101
Referencias Bibliograficas	103
Apéndices.....	107

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Cuadro Comparativo de Empresas Analizadas</i>	21
Tabla 2 <i>Tabla de Interfaces para una Red MPLS</i>	50
Tabla 3 <i>Rango de Etiquetas para la Red MPLS</i>	51
Tabla 4 <i>Plan de Mantenimiento 2024 Red de MPLS</i>	94

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Imagen del Árbol de Problemas</i>	24
Figura 2 <i>Arquitectura de una Red de Próxima Generación Según Estándares</i>	33
Figura 3 <i>Entidades Funcionales del Procesamiento de Transporte</i>	36
Figura 4 <i>Criterios Técnicos</i>	41
Figura 5 <i>Mapa Conceptual de la Arquitectura de Una Red MPLS</i>	42
Figura 6 <i>Desarrollo de un Entorno MPLS Basado en GNS3</i>	45
Figura 7 <i>Cliente CE MPLS</i>	45
Figura 8 <i>Cliente CE con Conexión MPLS</i>	46
Figura 9 <i>El PUSH</i>	47
Figura 10 <i>El SWAP</i>	47
Figura 11 <i>PE2 SWAP</i>	48
Figura 12 <i>Solución MPLS en Simulador de Redes GNS3</i>	48
Figura 13 <i>MPLS Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo</i>	49
Figura 14 <i>Configuración de Interfaces</i>	52
Figura 15 <i>Configuración de OSPF</i>	53
Figura 16 <i>Configuración de MPLS</i>	53
Figura 17 <i>Show Comandos</i>	54
Figura 18 <i>Gestiona la QoS</i>	54
Figura 19 <i>Modular QoS CLI</i>	55
Figura 20 <i>Configuraciones para los Servicios QoS</i>	56
Figura 21 <i>Show Comandos</i>	57
Figura 22 <i>PCI Show</i>	58

Figura 23 <i>PC2 Show</i>	59
Figura 24 <i>CE1 Show IP Route</i>	60
Figura 25 <i>CE1 Show IP Interface</i>	61
Figura 26 <i>CE1 Show MPLS Interfaces, Show MPLS LDP Neighbor, Show MPLS Forwarding-Table</i>	62
Figura 27 <i>CE1 Show MPLS LDP Bindings</i>	63
Figura 28 <i>P1 Show IP Route</i>	64
Figura 29 <i>P1 Show IP Interface Brief, Show MPLS Interfaces Show MPLS LDP Neighbor</i>	65
Figura 30 <i>P1 Show MPLS Forwarding-Table, Show MPLS LDP Bindings</i>	66
Figura 31 <i>P2 Show IP Route</i>	67
Figura 32 <i>P2 Show IP Interface Brief, Show MPLS Interfaces Show MPLS LDP Neighbor</i>	68
Figura 33 <i>P2 Show MPLS Forwarding-Table, Show MPLS LDP Bindings</i>	69
Figura 34 <i>P3 Show IP Route</i>	70
Figura 35 <i>P3 Show IP Interface Brief, Show MPLS Interfaces Show MPLS LDP Neighbor</i>	71
Figura 36 <i>P3 Show MPLS Forwarding-Table, Show MPLS LDP Bindings</i>	72
Figura 37 <i>P4 Show IP Route</i>	73
Figura 38 <i>P4 Show IP Interface Brief, Show MPLS Interfaces Show MPLS LDP Neighbor</i>	74
Figura 39 <i>P4 Show MPLS Forwarding-Table, Show MPLS LDP Bindings</i>	75
Figura 40 <i>CE2 Show IP Route</i>	76
Figura 41 <i>CE2 Show IP Interface Brief, Show Mpls Interfaces Show MPLS LDP Neighbor</i>	77
Figura 42 <i>CE2 Show MPLS Forwarding-Table, Show MPLS LDP Bindings</i>	78
Figura 43 <i>Ping PC1 a PC2</i>	79
Figura 44 <i>Ping PC2 a PC1</i>	79

Figura 45 <i>Ping PC1 a PC2 Etiquetas MPLS con Wireshark en GSN3</i>	80
Figura 46 <i>Show Class-Map CE1</i>	81
Figura 47 <i>Show Policy-Map CE1</i>	82
Figura 48 <i>Show Running-Config CE1</i>	83
Figura 49 <i>Show Class-Map CE2,</i>	84
Figura 50 <i>Show Policy-Map CE2</i>	85
Figura 51 <i>Show Running-Config CE2</i>	86

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Para Conocer Más del Proyecto Visite</i>	107
---	-----

Introducción

En la actualidad, el desarrollo de infraestructura tecnológica y la seguridad en redes se han convertido en pilares fundamentales para el progreso económico y social de las regiones. En este contexto, algunas ciudades de Colombia como Bogotá, Medellín, Cali y Cartagena se encuentran ante desafíos significativos relacionados con su infraestructura de telecomunicaciones, que afectan la calidad de los servicios y la conectividad en áreas remotas.

El objetivo primordial de este proyecto es abordar estos desafíos y proponer soluciones que permitan mejorar la conectividad en estas ciudades colombianas, centrándose en el desarrollo de infraestructura tecnológica y en el fortalecimiento de la seguridad en redes. Para lograr este propósito, se han definido objetivos específicos que guiarán la investigación y la implementación de soluciones.

Justificación

La identificación de las deficiencias en la infraestructura de telecomunicaciones en Bogotá, Medellín, Cali y Cartagena es crucial para diseñar soluciones adecuadas que mejoren la conectividad y la calidad de los servicios en estas ciudades. Las deficiencias en cobertura y las velocidades de conexión insuficientes limitan el desarrollo económico y social, afectando negativamente a los residentes y empresas locales.

Siendo conocidos los problemas en estas ciudades colombianas, se ha emprendido este proyecto para abordar las deficiencias identificadas. La ingeniería de telecomunicaciones es la encargada de la evolución tecnológica humana y ha promovido avances significativos en ciencias y tecnologías más allá de los límites conocidos. En los últimos años, se ha fomentado el desarrollo de nuevas tecnologías que van desde pequeños teléfonos celulares hasta grandes supercomputadoras científicas.

Las telecomunicaciones están íntimamente relacionadas con aspectos cotidianos de la vida, y los modos de vida actuales no se pueden entender sin ellas. El soporte de los sistemas habituales y los servicios esenciales cada vez más depende de estas herramientas de conexión.

La ingeniería de telecomunicaciones es una rama de la ciencia con su propia dirección articulada en torno a la investigación. La modernización de sistemas y tecnologías de hardware y software es fundamental, no solo como una rama tecnológica, sino también como una herramienta transversal para otras áreas del conocimiento. Las herramientas y procesos desarrollados por esta ingeniería facilitan la comunicación a varios niveles de servicio, la implementación de la comunidad de la información, la integración de sistemas y la solución de problemas a gran escala. Esto mejora de manera decisiva el entendimiento del mundo moderno en el que vivimos dándonos soluciones proyectadas a corto, mediano y largo plazo.

A corto plazo: Las herramientas y tecnologías propuestas permitirán un uso más adecuado de los sistemas existentes, mejorando los recursos físicos y brindando un mejor uso de las herramientas tecnológicas disponibles. Esto facilitará el acceso a las personas o industrias que lo requieran.

A mediano plazo: Las nuevas adecuaciones tecnológicas reducirán los costos de mantenimiento y fallas en los sistemas, creando un futuro más sostenible para sistemas complejos con un bajo costo de mantenimiento, a pesar del costo inicial más alto. Además, permitirá alcanzar objetivos de calidad y certificaciones de funcionamiento y seguridad según las leyes nacionales.

A largo plazo: La modernización y reorganización de la infraestructura actual permitirá reinstaurar el orden en la evolución tecnológica y la interconexión local, provincial e interprovincial, necesaria para la inclusión de las comunicaciones en el crecimiento de la sociedad actual.

Definición de los destinatarios del análisis:

El análisis está dirigido a:

Autoridades locales y empresas privadas: Para que tomen decisiones informadas sobre inversiones y políticas de telecomunicaciones.

Operadores de telecomunicaciones: Para que optimicen sus redes y servicios en función de las deficiencias y oportunidades identificadas.

Investigadores y estudiantes: Para proporcionar datos relevantes para futuros estudios y desarrollos en el campo de las telecomunicaciones.

Objetivos

Objetivo General

Proponer soluciones tecnológicas específicas para optimizar la infraestructura de telecomunicaciones en algunas empresas de Bogotá, Medellín, Cali y Cartagena, con el fin de mejorar la conectividad y la calidad de los servicios. Se enfocará en la implementación de tecnologías de próxima generación y en la satisfacción de los requerimientos de telecomunicaciones en estas áreas.

Objetivos Específicos

Realizar un análisis de la información recolectada de la infraestructura tecnológica en Bogotá, Medellín, Cali y Cartagena, para identificar deficiencias y oportunidades de mejora, dirigido principalmente a autoridades locales, empresas privadas, operadores de telecomunicaciones, investigadores y estudiantes.

Evaluar las deficiencias y requerimientos que se presentan en los servicios de telecomunicaciones en algunas empresas seleccionadas de Bogotá, Medellín, Cali y Cartagena, proponiendo soluciones tecnológicas para optimizar la calidad y disponibilidad del servicio en estas ciudades.

Proponer planes y tecnologías de próxima generación en sistemas de comunicación de punto a punto que permitan la mejora de conectividad y la calidad de los servicios de telecomunicaciones en Bogotá, Medellín, Cali y Cartagena, dando una mejora a los sistemas con el cumplimiento las necesidades encontradas.

Descripción del Problema

Se ha identificado una serie de deficiencias en la infraestructura de telecomunicaciones en las ciudades de Bogotá, Medellín, Cali y Cartagena. Estas deficiencias afectan la calidad del servicio y la disponibilidad de las tecnologías. A continuación, se detallan las principales problemáticas identificadas, respaldadas por datos y referencias específicas.

Requerimientos Técnicos y Resultados

Cobertura de Red Insuficiente

1. Resultado: Aproximadamente el 30% de las áreas rurales en Bogotá, Medellín, Cali y Cartagena no tienen cobertura adecuada.
2. Medio de Obtención: Informe de Cobertura de Telecomunicaciones de la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), 2023.
3. Evidencia: Comisión de Regulación de Comunicaciones. (2023). Informe de Cobertura de Telecomunicaciones. Recuperado de <https://www.crc.com.gov.co/es/transparencia-y-acceso-a-la-informacion-publica/planeacion-presupuesto-e-informes/informes-de-gestion-evaluacion-y-auditoriai/informe-de-gestion>

Velocidades de Conexión Inadecuadas

1. Resultado: Las velocidades promedio de conexión a Internet son de 10 Mbps en Cartagena y de 15 Mbps en Medellín y Cali, mientras que el estándar recomendado es de 25 Mbps.
2. Medio de Obtención: Estudio de Velocidades de Internet del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), 2023.

3. Evidencia: Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2023). Estudio de Velocidades de Internet. Recuperado de <https://gobiernodigital.mintic.gov.co/portal/Mediciones/Estudios/Velocidades>.

Limitaciones en la Capacidad de la Red

1. Resultado: La red en Medellín, así como en Bogotá, Cali y Cartagena, experimenta congestión durante las horas pico, afectando la calidad del servicio.

2. Medio de Obtención: Reporte de Congestión de Red de Operadores Locales, 2023.

3. Evidencia: Reporte de Congestión de Red de Operadores Locales. (2023). Recuperado de https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-162594_recurso_2.pdf y https://www.crcm.gov.co/system/files/Biblioteca%20Virtual/Documento%20de%20Respuesta%20a%20Comentarios%20Res.%202354/documentorespuestascomentarios_080210.pdf.

Disponibilidad de Tecnología Avanzada

1. Resultado: La infraestructura actual puede no estar preparada para soportar tecnologías de próxima generación como 5G.

2. Medio de Obtención: Análisis basado en informes de tendencias tecnológicas y evaluación de la infraestructura existente.

3. Evidencia: Informes de consultoras de tecnología y telecomunicaciones, publicaciones en revistas especializadas. Estudio de Tráfico de Red y Análisis de Capacidad de Operadores Locales, 2023 https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-162594_recurso_2.pdf.

Infraestructura de Red Deteriorada / Obsoleta

1. Resultado: La infraestructura existente puede estar deteriorada o ser obsoleta, limitando la calidad y capacidad de los servicios.

2. Medio de Obtención: Evaluaciones y diagnósticos de infraestructura de telecomunicaciones proporcionados por operadores locales y expertos en la materia.

3. Evidencia: Informes técnicos de mantenimiento y auditorías de infraestructura.

Análisis de Capacidad y Demanda

1. Resultado: La capacidad actual de la red puede no ser suficiente para satisfacer la demanda creciente de servicios de telecomunicaciones.

2. Medio de Obtención: Estudios de tráfico de red y análisis de carga proporcionados por operadores y agencias reguladoras.

3. Evidencia: Estudios de tráfico de red realizados por operadores locales y agencias reguladoras. Informe de Gestión de la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC), 2023 <https://www.crc.com.gov.co/es/transparencia-y-acceso-a-la-informacion-publica/planeacion-presupuesto-e-informes/informes-de-gestion-evaluacion-y-auditoriai/informe-de-gestion>.

Tabla 1

Cuadro Comparativo de Empresas Analizadas

Cuadro Comparativo de Empresas Analizadas						
Empresa	Cobertura de Red	Velocidades de Conexión	Limitaciones en la Capacidad de la Red	Disponibilidad de Tecnología Avanzada	Infraestructura de Red	Análisis de Capacidad y Demanda
Claro	30% en áreas rurales	10 Mbps en Cartagena,	Congestión durante horas pico	En fase de pruebas para 5G	Deterioro en áreas rurales	Capacidad puede ser insuficiente

		15 Mbps				
		en Bogotá				
Movistar	25% en áreas rurales	12 Mbps en Cartagena, 18 Mbps en Bogotá	Congestión ocasional en áreas densas	Despliegue limitado de 5G	Deterioro en algunas zonas urbanas	Capacidad es suficiente, pero en riesgo de saturación
Tigo	35% en áreas rurales	8 Mbps en Cartagena, 14 Mbps en Bogotá	Congestión frecuente en horas pico	Preparada parcialmente para 5G	Deterioro moderado en áreas rurales	Capacidad en el límite de saturación
Avantel	40% en áreas rurales	9 Mbps en Cartagena, 16 Mbps en Bogotá	Congestión moderada en áreas urbanas	No preparada para 5G	Deterioro significativo en áreas rurales	Capacidad generalmente insuficiente

La razón por la que no se pueden catalogar uniformemente los criterios de cobertura de red, velocidades de conexión, y capacidad de red en todos los sectores económicos es que se requiere una investigación directa con las áreas de tecnología y soporte técnico de cada empresa. Esto es necesario para obtener datos precisos y actualizados debido a las diferencias en las necesidades de infraestructura y soporte entre las organizaciones. A diferencia de la información proporcionada para las compañías de telecomunicaciones, en otros sectores económicos como

bancos, retail, salud y tecnología, estas diferencias son especialmente notorias debido a la naturaleza específica de los servicios que ofrecen. Mientras que las telecomunicaciones dependen en gran medida de una infraestructura robusta de red y conectividad, otros sectores pueden no tener los mismos requisitos estrictos, lo que hace que los criterios de evaluación varíen considerablemente entre ellos.

Identificación de Deficiencias y Oportunidades de Mejora:

1. Deficiencias: Cobertura insuficiente en zonas rurales, velocidades de conexión inferiores a los estándares recomendados, y limitaciones en la capacidad de la red durante horas pico.
2. Oportunidades de mejora: Expansión de la infraestructura de cobertura en áreas rurales, actualización de tecnologías para mejorar la velocidad de conexión, y optimización de la capacidad de la red para gestionar la congestión y mejorar la calidad del servicio.

Árbol Causa - Efecto del Problema

Se presenta la siguiente situación con el fin de recrear un ambiente hipotético de trabajo, con el cual se dará referencia a un problema en concreto al cual se le dará solución en el desarrollo de este proyecto.

Requerimiento:

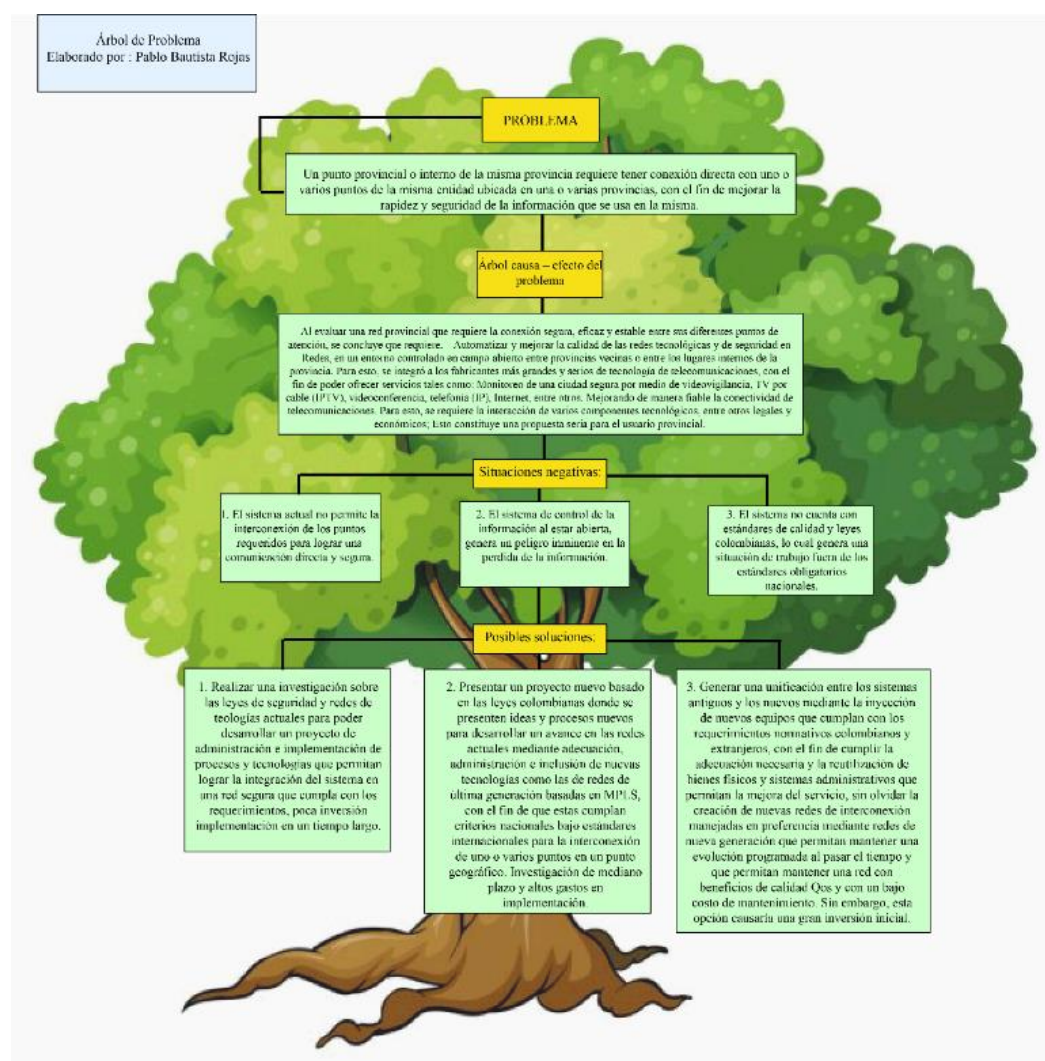
Un punto dentro de una ciudad en Colombia como Medellín o en su territorio cercano necesita establecer comunicación directa con uno o varios puntos pertenecientes a la misma entidad, la cual puede estar distribuida en una o varias ciudades en Colombia. Esto se busca con el propósito de optimizar la velocidad y la seguridad en la transmisión de información utilizada en dicha entidad.

Situaciones negativas:

1. El sistema actual no permite la interconexión de los puntos requeridos para lograr una comunicación directa y segura.
2. El sistema de control de la información al estar abierta, genera un peligro inminente en la pérdida de la información.
3. El sistema no cuenta con estándares de calidad y leyes colombianas, lo cual genera una situación de trabajo fuera de los estándares obligatorios nacionales.

Figura 1

Imagen del Árbol de Problemas



Soluciones Propuestas:

Solución propuesta numero 1:

Realizar una contratación con un ente de regulación nacional avalado por las leyes colombianas e internaciones, con el fin de que este brinde la debida administración de los equipos y usuarios administradores para la correcta conexión y funcionamiento de la red que cubra los requisitos del problema original.

Solución propuesta numero 2:

Realizar una adecuación interna con administración privada de dichos servicios lo cuales serán alimentados con un proveedor de servicios externo el cual proveerá la conexión a internet, sin embargo, a la conexión interna será administrada privadamente minorizando los gastos de inversión y mantenimiento de estas.

Propuesta Seleccionada y Justificación

Solución escogida la numero 2, esta elección se realiza siguiendo los términos de proyección para este trabajo de proyecto de grado el cual permitirá recrear un ambiente de conexión segura entre uno o varios puntos, utilizando nuevos recursos ofrecidos por las tecnologías de nueva generación o próxima generación. Las cuales ya van muchos años en el mercado tecnológico y en plena modernización tecnológica constante mente tienen más auge en la sociedad.

Involucrando de esta manera a las nuevas generaciones del mercado laboral en Colombia, ocasionando que una inversión de este tipo en un ambiente real sea el más favorecidos para un negocio o empresa local. Dado que esta permitirá minorizar los costos de mantenimiento y administración a futuro y permitirá el cambio del proveedor las veces que se requiera sin afectar los servicios internos de la misma.

Minorizando de esta manera considerablemente las dificultades de mantención de esta y reduciendo la complejidad del sistema. Abordando un campo hipotéticamente ideal para la conservación y protección de la información bajo un esquema de protección de buena calidad y de bajo costo.

Permitiendo a su vez que las bases del proyecto puedan fomentar el crecimiento físico de los equipos y una evolución constante en nuevos módulos de administración de estas en cada sede local a interconectar, permitiendo de esta manera que los sistemas cumplan la necesidad de llegar a cada persona o usuario que los requiera y aprovechando de este modo el escenario tecnológico actual.

Marco de Referencia

Estado del Arte

Corta Historia de las Telecomunicaciones

El uso del lenguaje y la escritura es un recurso utilizado por la humanidad desde hace muchos años, ubicándonos desde años más antiguos a la sociedad sumeria de hace 6.000 años y la sociedad adelantada a su época de los egipcios desde hace más de 4.500 años ha hecho uso de las comunicaciones a largas distancias y aunque en sus orígenes estas eran tareas realizadas por personas a caballo o corredores de poblados el concepto moderno no escapa de ser fiel a la misma idea.

Mas adelante después de que las comunidades evolucionaron a nuevas tecnologías se generan más tipos de señales a distancias los cuales no se pueden definir a exactitud, pero otras son sencillas como gritos, cartas o movimientos, o sonidos generados por objetos.

Por tal razón a través de los años las comunicaciones se establecieron como recurso de extrema necesidad al permitir a las comunidades alejadas una comunicación directa y rápida hecho el cual conocemos gracias a los telégrafos de Rómulo los cuales fueron cilíndricos. Permitiendo ganar guerras y estatus en los diferentes imperios del mundo.

Posterior a esto hubo muchos avances a estas tecnologías desde el telégrafo hidráulico pasando por los telégrafos ópticos, los telégrafos evolucionaron hasta llegar a los telégrafos eléctricos diseñados por Thomas von Sommerring, quien introdujo un nuevo concepto de las telecomunicaciones al comercio europeo. Pero no fue hasta el año de 1837 el inventor William Cooke y el profesor de física Charles Wheatston quienes en gran bretaña presentan la primera patente del telégrafo eléctrico.

Patente la cual sería modernizada por el inventor Samuel Morse y el pintor Alfred Vail quienes diseñaron un nuevo sistema de telecomunicaciones que usaría imanes y pulsos.

Posteriormente a este avance fue modernizado en la segunda guerra mundial y evoluciono desde 1856 hasta el día de hoy donde contamos con diferentes medios de comunicación tanto terrestres, Aéreos o por cableados interoceánicos que a traviesan hoy en día el mundo. Espacio Fundación Telefónica C/ Fuencarral, 3, Madrid(2023)

Marco-Teórico

Antecedentes Teóricos

En mención de los trabajos presentados mediante el gobierno nacional por las universidades oficiales en todo el departamento colombiano, información pública en los proyectos abiertos cerrados y actuales de comunicaciones en la plataforma de la CRC (Comisión de Regulación de Comunicaciones de Colombia y la MINTIC), bibliografía de dicha plataforma en el ítem Bibliográfico de este documento.

Para tener en cuenta algunos documentos de complemento del marco teórico, menciono algunos más relevantes.

1. Análisis del Servicio de Acceso a Internet en la isla de San Andrés- Referenciado en la bibliografía al final del documento.
2. Documentó de Consulta Observatorio de inversión en Telecomunicaciones CRC- Referenciado en la bibliografía al final del documento.
3. Simplificación del marco regulatorio para la restricción de equipos terminales hurtados - - Referenciado en la bibliografía al final del documento.

Bases Teóricas e Investigaciones Anteriores al Estudio como Referencia

A continuación, se presentan 5 documentos consultados para el estado del arte de este trabajo, los cuales quedarán referenciados al final de este trabajo.

1. Verdecía Peña, R. (noviembre de 2019). Migración hacia red de nueva generación, Randy Verdecía Peña.

Este documento presenta una perspectiva de desarrollo potencial para un sistema existente. En este enfoque, se aprovechan medidas de gestión y la reutilización de herramientas tecnológicas existentes para concebir un nuevo método de transferencia de datos a través de las redes de NGN. Este enfoque se fundamenta en los desafíos interprovinciales, que a menudo se ven limitados por recursos financieros insuficientes para el avance tecnológico. Sin embargo, el proyecto se beneficia de la infraestructura de conectividad de fibra existente, lo que mejora las oportunidades para implementar sistemas de administración y comunicación basados en NGN.

2. Bertha, J., Márquez, J., Alberto, L., & Rosario, M. (20 de noviembre de 2019). Evaluación de una red inalámbrica bw VoIP.

En este estudio, a través de la investigación aplicada, podemos examinar los niveles de comodidad que se anticipan en una red que utiliza conexiones inalámbricas. Estas conexiones están diseñadas para ofrecer una calidad de servicio (QoS) moderadamente alta, además de promover una mayor interacción en términos de espacio y eficacia. En el marco de esta investigación, también exploraremos los límites de las bandas de frecuencia utilizadas en estas transferencias de datos, que están reguladas por las normas establecidas por el IEEE.

3. Universidad del Norte. (enero de 2017). Acceso al TIC en Colombia.

Este artículo nos brinda una visión más profunda de las nuevas áreas de investigación y herramientas tecnológicas que se están desarrollando a partir de las tecnologías actuales y las que

pronto influirán en nuestro mundo. En él, exploraremos las similitudes entre estas tecnologías y el progreso de las sociedades, teniendo en cuenta su impacto en el capital humano y sin pasar por alto las posibles consecuencias que podrían surgir al implementar estas herramientas y enfoques de gestión en los sistemas. Es importante destacar que no se anticipan problemas o riesgos significativos en estas consecuencias, ya que el objetivo es concienciar a los lectores sobre la importancia de involucrarse en estas tecnologías en lugar de mantenerse alejados de ellas.

4. Universidad Nueva Granada. (2016). La relación de responsabilidad Estado y proveedores.

El propósito de este artículo es sensibilizar al lector acerca de las responsabilidades que surgen al implementar nuevas redes de comunicación a nivel local, nacional e incluso global. Se enfatiza la importancia de la correcta gestión de estas herramientas y tecnologías para garantizar su funcionamiento óptimo en diversos sectores, al mismo tiempo que se busca mitigar cualquier impacto negativo en la interacción entre estos sectores económicos. El artículo también subraya la responsabilidad en el uso adecuado de las bandas de radio y electromagnéticas a nivel planetario, particularmente en lo que respecta a las redes de operadores privados que desempeñan un papel crucial en la conectividad global.

5. Santillán, J. (2017). Metodología de infraestructura de telecomunicaciones para campus medianos.

Este proyecto lleva a cabo una evaluación de un novedoso sistema de conectividad que se centra en una red local de tamaño mediano. Durante esta evaluación, se recopilan datos que incluyen la cantidad de usuarios y la velocidad de transferencia que utilizan. El objetivo principal es asegurar que el diseño estructural de la red de suministro sea capaz de lograr una calidad de

servicio adecuada, aspirando a alcanzar una tasa de pérdida del 0% y proporcionar una calidad de servicio del 100% a los usuarios existentes.

Conclusión de los Artículos Consultados:

Gracias a la revisión de diversos artículos y proyectos que se han consultado para este trabajo, queda claro que el enfoque de este proyecto está dirigido hacia una solución práctica que mejorará los recursos tecnológicos ya disponibles en las redes que se van a interconectar. Como se puede apreciar en sus resúmenes, esta mejora tiene el potencial de tener un impacto positivo en las sedes que lo necesitan.

Esta iniciativa busca reducir costos y posibilitar una nueva gestión de las redes existentes, lo que permitiría que estas evolucionen hacia futuros proyectos o que se adapten con el tiempo de manera más eficiente.

Marco Conceptual

Conectividad y Telecomunicaciones

La conectividad se refiere a la capacidad de establecer una comunicación o enlace entre dos dispositivos en una red. Este proceso puede tener lugar tanto dentro de una misma ubicación como a través de distancias geográficas significativas. La conectividad puede lograrse a través de una variedad de medios y tecnologías, tales como cables físicos, conexiones inalámbricas o enlaces de fibra óptica. En la sociedad moderna, la conectividad desempeña un papel fundamental al posibilitar la transmisión de datos, voz y multimedia. Esto, a su vez, facilita la colaboración, el acceso a la información y la automatización de procesos.

Importancia de la Conectividad y las Telecomunicaciones

La conectividad y las telecomunicaciones son fundamentales en la vida moderna. Permiten la interconexión global de dispositivos, sistemas y personas, lo que facilita la

comunicación instantánea, el acceso a recursos en línea y la creación de soluciones tecnológicas innovadoras. En un mundo cada vez más digitalizado, la infraestructura de conectividad y las redes de telecomunicaciones desempeñan un papel esencial en la promoción de la colaboración, la educación a distancia, el comercio electrónico y el avance tecnológico.

Tecnologías y Soluciones

Para lograr los objetivos del proyecto, se considerarán diversas tecnologías y soluciones, como redes cableadas e inalámbricas, sistemas de telefonía IP, infraestructura de fibra óptica y tecnologías de última generación. Estas tecnologías se seleccionarán cuidadosamente para garantizar una conectividad confiable y de alta velocidad en todo el campus.

Diseñar la Solución

En este diseño se plantearán conceptos de una red NGN y algunos criterios tomados para la elaboración del esquema escogido, para la solución al planteamiento del problema que se busca solucionar con el proyecto.

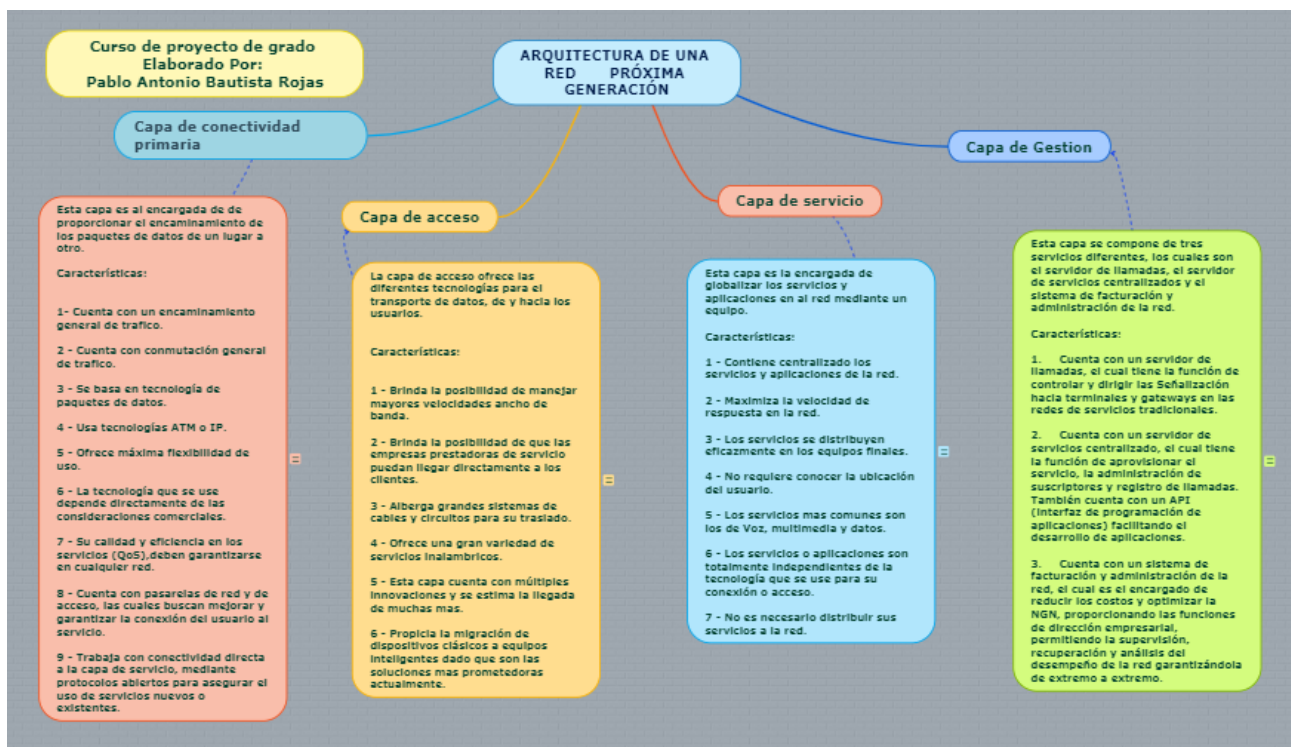
Especificaciones Técnicas de la Solución

Estructura de una Red de próxima generación

Mapa conceptual:

Figura 2

Arquitectura de una Red de Próxima Generación Según Estándares



Interconexión a Nivel de Transporte de la Red NGN

La interconexión de las NGN en el nivel de transporte está desarrollada en un conjunto de procesos y actividades, que al relacionarse entre sí realizan los procesos encargados de la operación de la red, con el fin de lograr el intercambio de datos por medio de paquetes.

Con el fin de preservar y formalizar el intercambio de la información, el proceso debe incluir:

- Actividades de aprovisionamiento.
- Actividades de operación.
- Actividades de mantenimiento.

Aprovisionamiento de la Interconexión

El aprovisionamiento de la interconexión de una red NGN, debe ser confiable y debe contener la información suficiente de las redes y de los servicios ofrecidos por el abonado, con el propósito de organizar y controlar la planificación técnica de la red interconectada.

Para que estas acciones se presenten correctamente las partes interconectadas debes aspectos como:

- Nodos o puntos de interconexión.
- Adaptabilidad de los nodos o puntos de interconexión, con el fin de transportar los paquetes de señalización y medios a través de la red.
- Protocolos actualizados y sus versiones anteriores junto con sus respectivas interfases y perfiles de conexión y administración.
- Equipos para instalar con sus debidos procesos de instalación.
- Matrices con las direcciones correctas de relación, numeración, direccionamiento y enrutamiento de los equipos.

- Una clara administración de políticas de red, de uso y procedimientos de conexión.
- Medidores de calidad QoS, seguridad y fiabilidad de la interconexión.
- Correcta administración por parte de los diferentes roles configurados y perfiles de ingreso a la interconexión (usuarios).
- Validación de las diferentes conexiones, probadas por los diferentes medios de interconexión.

Mantenimiento y Operación de la Interconexión NGN

Esta fase de mantenimiento y operación (O&M, Maintenance and Operation), se basa en la revisión, control y corrección de los problemas técnicos que se puedan presentar en la red de interconexión. Estas acciones deben ser validadas por ambas partes dado que estas deben cumplir con los métodos y procedimientos acordados según la O&M.

Adicionalmente esta fase se hará cargo de:

- El Manejo de fallas: La cual es responsabilidad de ambas partes, las cuales deben reportar los problemas y fallas que afecten el buen funcionamiento de la red, los procedimientos usados para llegar a esa validación y los procedimientos acordados para su corrección.
- Administración de los cambios de la red: Se debe conciliar los términos y pautas al momento de la implementación de la interconexión, sobre quien recae la tarea de los cambios en la red si el operador o directamente el interconectado.

Requerimientos técnicos aprovisionamiento, mantenimiento y operación de una interconexión NGN en la capa de transporte.

Los requerimientos técnicos para una red de NGN, contemplan una gran variedad de configuraciones, dependiendo del tipo de interconexión buscada unilateral, bilateral o de

múltiples conexiones, adicionalmente dependerán del método de interconexión del operador y del usuario interconectado.

Teniendo en cuenta lo anteriormente indicado a continuación se presenta una tabla de descripción de los diferentes medios de red de acceso y de red Core:

Figura 3

Entidades Funcionales del Procesamiento de Transporte

	ITU	ETSI	Descripción
Red de acceso	AR-FE	ARF	Entidad funcional de retransmisión de acceso: retransmite las solicitudes de acceso a la red y las reenvía a las funciones de control de transporte.
	AM-FE ¹	AMF	Entidad funcional de gestión de acceso: traduce las solicitudes de acceso del usuario a la red, de forma que puedan ser entendidas por las funciones de control de transporte.
	AMG-FE	A-MGF	Entidad funcional de pasarela de medios de acceso: permite el interfuncionamiento entre una red de acceso tipo RTPC/RDSI y la NGN.
	AN-FE	No existe correspondencia directa	Entidad funcional de nodo de acceso: permite la comunicación entre una red de acceso IP y la NGN. El ETSI no ha definido una FE específica que corresponda a la AN-FE, sin embargo sus funciones son desempeñadas por otras FEs del nivel de transporte.
	EN-FE	RCEF	Entidad funcional de nodo de frontera: permite la comunicación entre el segmento de agregación de una red NGN y su core.
Red Core	ABG-FE	C-BGF	Entidad funcional de pasarela de frontera de acceso: provee una interfaz entre la red de acceso y la red core.
	MRP-FE	MRFP	Entidad funcional de procesamiento de recursos de medios: permite el procesamiento de medios, a través de funciones de transcodificación y generación de señales DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency).
	IBG-FE	I-BGF	Entidad funcional de pasarela de frontera de interconexión: provee una interfaz entre dos redes core.
	SG-FE	SGF	Entidad funcional de pasarela de señalización: se encarga de la conversión de señalización de transporte entre las redes que emplean SS7 y la NGN.
	TMG-FE	T-MGF	Entidad funcional de pasarela de medios troncales: permite el interfuncionamiento entre el transporte basado en paquetes y el transporte de las redes con conmutación de circuitos.

Tabla 1. Entidades funcionales del procesamiento de transporte.

Nota. Entidades Funcionales del Procesamiento de Transporte. Tomada de *Definición de criterios técnicos para la interconexión de red NGN en nivel de transporte*, por Universidad del Cauca, María Mercedes Ibarra Prado y Laura María Orozco García (2018).

Señalización de la Interconexión

Las redes NGN al nivel de transporte se caracterizan por su falta de señalización que la relaciona al servicio con el usuario de la red, pero no por esta característica se debe descuidar

que la señalización del nivel de transporte debe garantizar el soporte necesario para su uso, por lo tanto, la calidad del servicio QoS, debe permitir la movilidad y el roaming de la información.

- Transmisión de requerimientos de QoS: Destinada a la información dedicado al control de las funciones a nivel de transporte, las cuales permiten que las solicitudes de la red junto al monitoreo y las liberaciones de recursos en la capa de transporte cumplan con los requerimientos necesarios para su funcionamiento.

- Comunicación para la movilidad y roaming: Destinada al intercambio de las llaves de autenticación para el acceso a la información de los usuarios finales.

Seguridad de la Interconexión

Las redes NGN por no contar con circuitos tradicionales cerrados como núcleo, presentan un riesgo mayor a las redes clásicas ya conocidas. Por tal razón es necesario que los operadores y usuarios de esta nueva tecnología tomen medidas de protección radicales en los Pols, para proteger correctamente su información y garantizar el aprovisionamiento junto con su correcto funcionamiento en la interconexión adquirida.

Servicios Administrados dentro del dominio que se deben garantizar y proteger en una red NGN por parte del proveedor o del interconectado:

- Privacidad.
- Interceptación legal.
- Validación y autorización.
- Autenticación de usuarios.
- Control de acceso.
- Seguridad en las comunicaciones.
- Protección contra la denegación del servicio.

- No repudio.
- Integridad de los datos.

Denominación, Numeración y Direccionamiento de la Interconexión

Hace referencia a la nomenclatura y estructura general de direcciones que debe cumplirse en una red NGN, con el fin de que el usuario final pueda acceder al destino correcto mediante las configuraciones realizadas por un operador bajo una dirección normalmente IP (98), según la resolución de numeración y denominación NAR (Namig/Numbering Addressing Resolution). Donde cada operador debe contar con su propia nomenclatura y resolución NAR interno que administre la red de soporte en cuanto a la numeración y enrutamiento.

Requerimientos para tener en cuenta por el operador para numeración, direccionamiento y denominación:

- **Confiabilidad:** La NAR debe ser configurada con información concreta y validada para que no presente fallas en la red.
- **Integridad:** La configuración del sistema NAR no debe entrar en conflicto con las redes externas de manera que esta no afecte la integridad del todo el sistema.
- **Seguridad:** El sistema NAR debe ser usado exclusivamente por la red propia, por tal razón debe ser protegida con los diferentes criterios de seguridad y protocolos.
- **Soberanía:** La soberanía interna de la red no debe ir en contra de la soberanía indicada por las leyes de un país aún que estas se desarrollen pensando en su utilización privada, nacional o mundial.

Enrutamiento de la Interconexión

El enrutamiento de la red se basa en, optimizar las conexiones de las comunicaciones de una manera más fiable y eficiente con la mayor calidad de servicio disponible.

Los servicios de enrutamiento en su mayoría son basados en enrutamiento por IP, sin embargo, pueden utilizar las diferentes formas de enrutamiento:

- Manejo de tablas de enrutamiento: Determina y asigna de acuerdo con las tablas y reglas establecidas por condiciones de conexión respetando el ancho de banda.
- Selección de rutas: esta selección se realiza empleando los patrones de conexión y enrutamiento los cuales pueden ser: Enrutamiento estático, Enrutamiento dependiente del tiempo, Enrutamiento dependiente del estado, Enrutamiento dependiente de eventos.
- Manejo de recursos QoS: En este esquema se deben considerar las pérdidas causadas de extremo a extremo por pérdidas de paquetes, latencias entre otros, teniendo en cuenta el ancho de banda de la red. Optimizando la obtención lectura de la información a través de todos los puntos de conexión de la red.

Criterios Técnicos para la Interconexión NGN al Nivel de Transporte

1. Los siguientes criterios buscan garantizar la operación, mantenimiento y eficacia de la interconexión y de más aspectos que favorezcan el correcto funcionamiento de esta.
2. Criterio – Conocimiento del Entorno: Está enfocado en el conocimiento que tengan todos los usuarios de la red tanto como administradores, técnicos y de personal encargado de la manutención del propio sistema. Con conocimiento en la estructura de la red, protocolos, procesos y mantenimiento de esta.
3. Criterio – Claridad: Hace referencia a la claridad de procedimientos registrados e implementados por las partes implicadas en la interconexión, con el fin de mantener el buen funcionamiento de la red.

4. Criterio – Conformidad: Hace referencia a la obligación que tienen los interconectados y los operadores para cumplir con la normatividad nacional o internacional existente.
5. Criterio – Eficacia: La eficiencia tiene como tarea la directa vinculación de los recursos de la red tanto como su parte física, como la parte de aspectos lógicos los cuales permitir el correcto funcionamiento bidireccional entre las diferentes redes, sin generar problemas de seguridad.
6. Criterio – Eficiencia: Este criterio se enfoca en la capacidad que deben tener los operadores para mantener el servicio en la red, teniendo en cuenta las diferentes actividades y operaciones que ambas partes deben cumplir para garantizar la interconexión y la prestación continua de los servicios en las múltiples redes con una calidad aceptable.
7. Criterio – Confiabilidad: Es la capacidad de cada uno del operador para mantener la mejor calidad e interconexión en las redes actuando de manera rápida y normal en cada una de las interconexiones y poder llevar al usuario el servicio esperado.
8. Criterio – Confidencialidad: El criterio de confidencialidad busca garantizar que la información almacenada y transportada en a la red cuente con la mayor seguridad al momento de dar acceso a los usuarios que estén dentro de la lista de los usuarios permitidos en conocer dicha información y si solo si a los que tengan permisos de acceso.
9. Criterio – Escalabilidad: La escalabilidad se refiere a las capacidades de interconexión de una red para extenderlas sin generar perdidas de calidad, ni reducción en los servicios que este puede ofertar y mantener su integridad de seguridad donde no afecte el control de la información dentro de la red.
10. Imagen de los criterios y aspectos técnicos de la interconexión de redes NGN a nivel de transporte: Definición de criterios y aspectos técnicos para la interconexión de red NGN en

nivel de transporte” Universidad del Cauca, María Mercedes Ibarra Prado y Laura María Orozco García (2010).

Figura 4

Crterios Técnicos

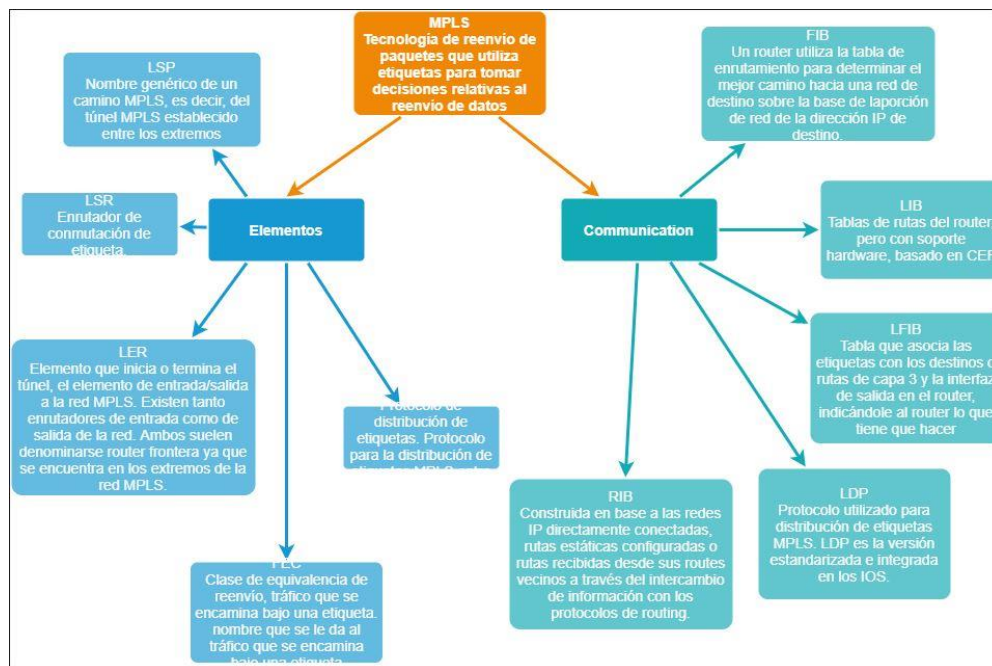
Aspectos técnicos	Criterios técnicos							
	Conocimiento del entorno	Claridad	Conformidad	Eficacia	Eficiencia	Confiabilidad	Confidencialidad	Escalabilidad
Señalización	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Seguridad		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Numeración, direccionamiento y denominación	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Enrutamiento	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
QoS		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pols	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓

Nota. Criterios Técnicos. Tomada de *Definición de criterios técnicos para la interconexión de red NGN en nivel de transporte*, por Universidad del Cauca, María Mercedes Ibarra Prado y Laura María Orozco García (2018).

Planos

Figura 5

Mapa Conceptual de la Arquitectura de Una Red MPLS



Mecanismos QoS

Classification y Marking

La herramienta de clasificación QoS, se encarga de la revisión y clasificación de los paquetes examinando el contenido del marco, la celda verifica los encabezados de los paquetes. Anexamente se encarga de marcar los paquetes con el fin de cambiar o agregar una marca o etiqueta al encabezado para tener una mayor facilidad de reconocimiento de este.

Congestion Management: Queueing y Scheduling

Es la encargada de gestionar el transporte a través de la red con el fin de que esta no presente interrupciones o demoras en la cola, sin embargo, también puede encargarse de verificar

el estado de las líneas de transporte. Al toparse con un canal desconectado o falta de dicho canal se reorganiza para enviarlo por el canal más cercano habilitado.

Características:

MPLS: Se refiere a la conmutación de etiquetas multiprotocolo o MPLS (Multiprotocol Label Switching), es una herramienta de transporte para los datos estándar, elaborado por la IETF. El cual fue diseñado para el servicio de las redes basadas en circuitos y datos.

Customer Edge

Router encargado de la conexión entre el cliente y el proveedor, en el borde de la red MPLS.

Provider Route

Router situado en el core del proveedor el cual no posee una conexión directa con el cliente.

Provider/Edge

Router situado en el lado del proveedor el cual se encarga de implementar la MPLS y se encarga de conectar a un CE.

LSP. Label Swiched Path.

Es el conjunto combinado de etiquetas de datos para su reenvió.

LSR. Label Switched Route

Terminó para describir el router conmutador de etiquetas el cual es el encargado de realizar una actividad operacional en la red MPLS (SWAP, PUSH, POP)

Edge-LSR (E-LSR)LSR de borde

Son los Router ubicados a los extremos o límites de la red MPLS, encargado de realizar procesos de etiquetado y no etiquetado.

INGRESS E-LSR.E-LSR de Ingreso

Router el cual recibe un paquete sin etiquetar y le inserta una etiqueta delante del encabezado PUSH.

EGRESS E-LSR.E-LSR de Egreso

Router que recibe un paquete etiquetado, le quita la etiqueta y reenvié el paquete sin etiquetar POP.

FIB. Forward Information Base

Se utiliza esta tabla cuando el paquete enviado viene sin etiquetar y este proceso se toma en función del prefijo de la dirección IP, igual que una tabla de enrutamiento habitual, pero con la diferencia que esta tabla ya se encuentra en la capa 3 de memoria con el fin de ser usada en una red MPLS.

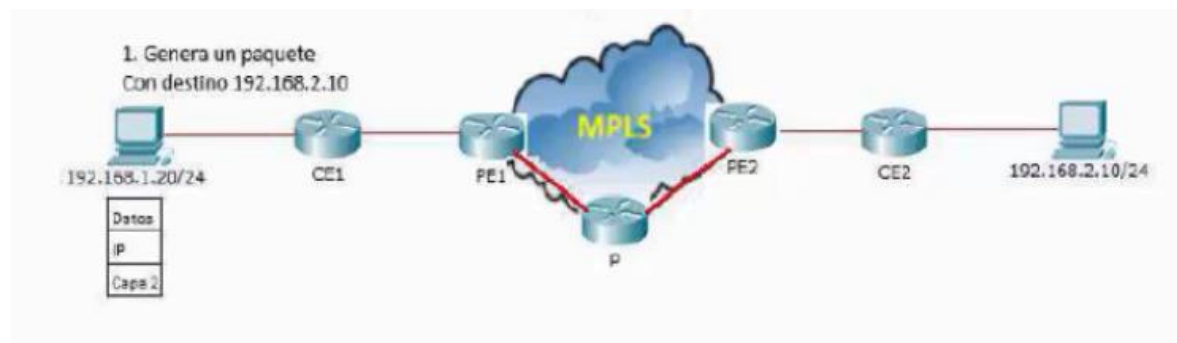
LFIB. Label Forwarding Information Base

La diferencia con la tabla FIB, es que esta se toma en decisión de la función de la etiqueta de entrada.

Esquema

Figura 6

Desarrollo de un Entorno MPLS Basado en GNS3

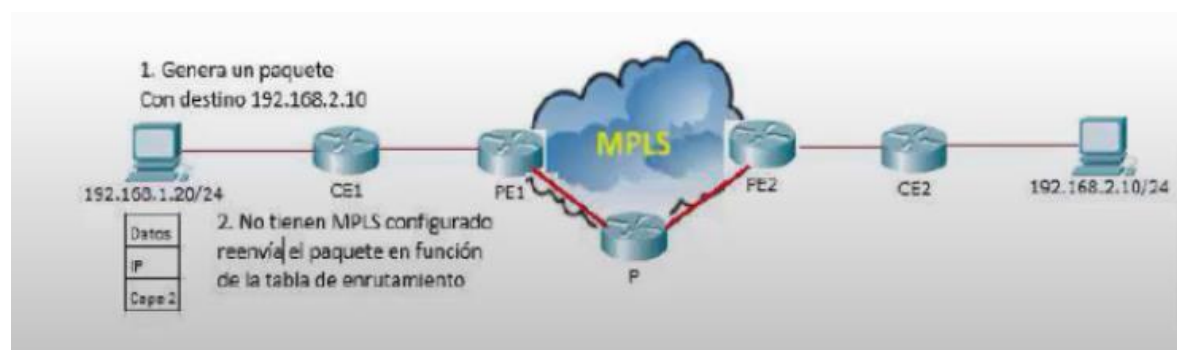


Nota. Desarrollo de un Entorno MPLS Basado en GNS3. Tomada de *Universitat Politècnica de Valencia*, por Rodríguez González, María, 2019, (<https://riunet.upv.es/handle/10251/127859>).

1. El cliente o generador de datos está conectado al CE.

Figura 7

Cliente CE MPLS

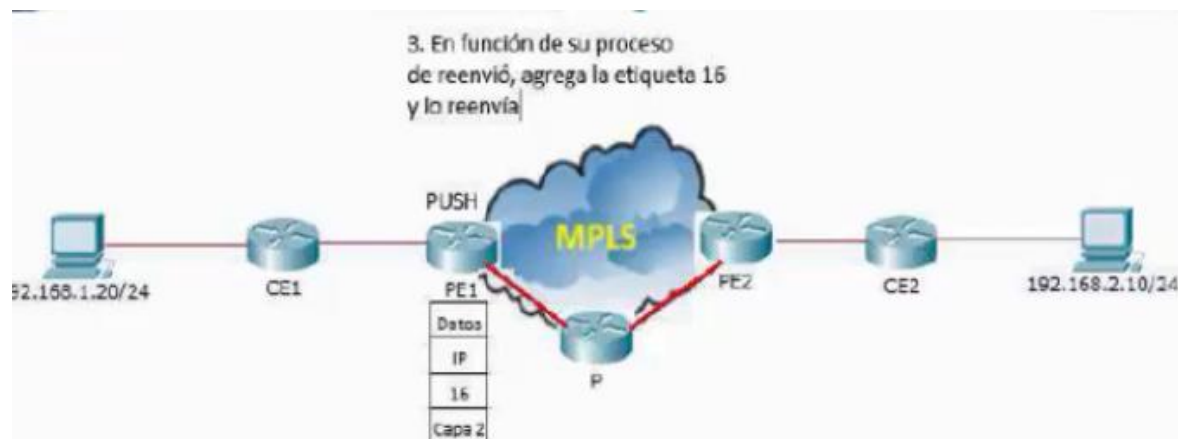


Nota. Cliente CE MPLS Basado en GNS3. Tomada de *Universitat Politècnica de Valencia*, por Rodríguez González, María, 2019, (<https://riunet.upv.es/handle/10251/127859>).

2. El CE1 no posee una conexión directa con la red MPLS, razón por la cual utiliza la tabla de enrutamiento para su envío.

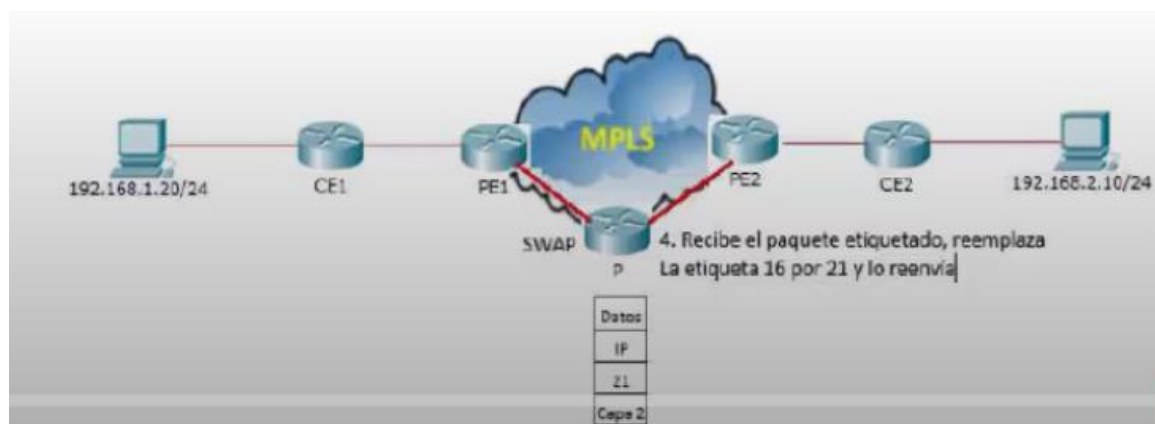
Figura 8

Cliente CE con Conexión MPLS



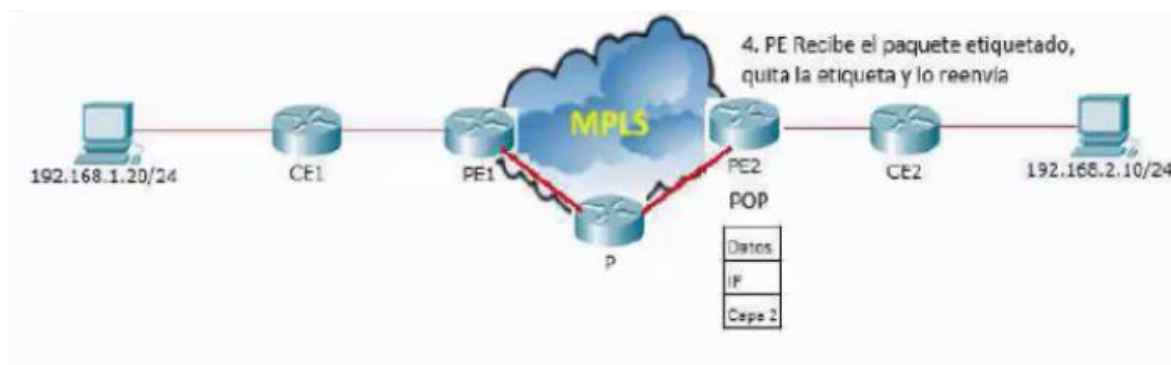
Nota. Cliente CE con Conexión MPLS Basado en GNS3. Tomada de *Universitat Politècnica de Valencia*, por Rodríguez González, María, 2019, (<https://riunet.upv.es/handle/10251/127859>).

3. El PUSH, se encarga de realizar el reenvío del dato a través de la red MPLS, adicionalmente realiza la marcación del paquete asignando una etiqueta.

Figura 9*El PUSH*

Nota. El PUSH Basado en GNS3. Tomada de *Universitat Politècnica de Valencia*, por Rodríguez González, María, 2019, (<https://riunet.upv.es/handle/10251/127859>).

4. El SWAP, recibe el paquete y reemplaza la etiqueta asignada principalmente para su reenvío.

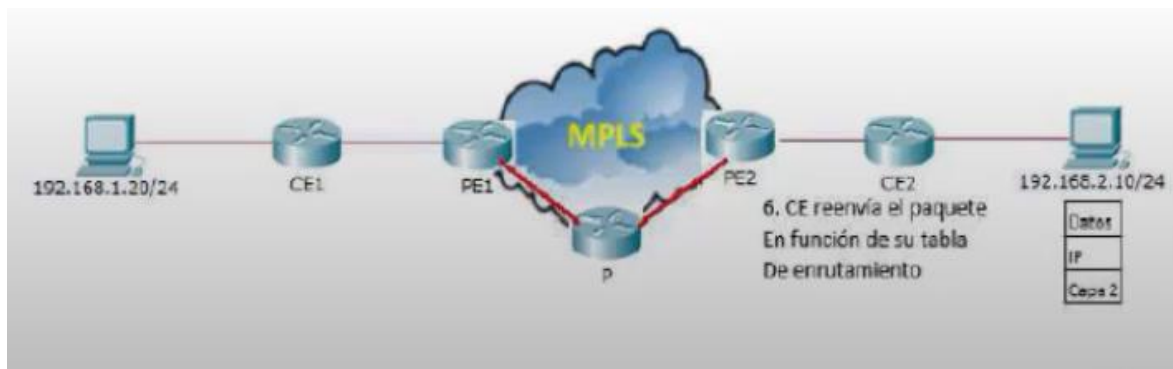
Figura 10*El SWAP*

Nota. El SWAP Basado en GNS3. Tomada de *Universitat Politècnica de Valencia*, por Rodríguez González, María, 2019, (<https://riunet.upv.es/handle/10251/127859>).

5. PE2, es el encargado de recibir el dato y desmarcarlo, en ocasiones este dato ya llega desmarcado por la interacción del SWAP. Y lo reenvía a el equipo más cercano al cliente.

Figura 11

PE2 SWAP



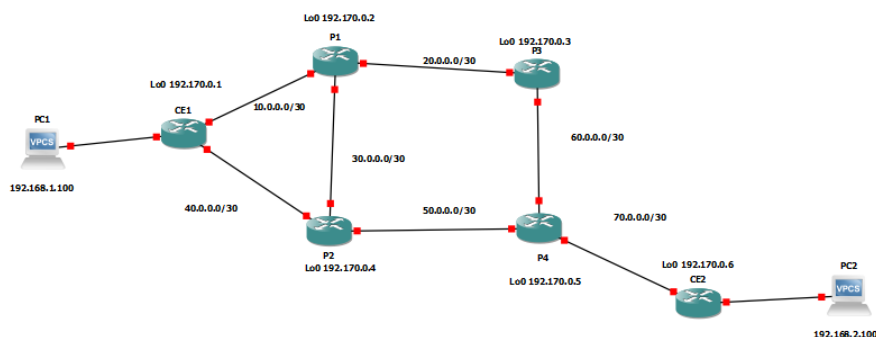
Nota. PE2 SWAP Basado en GNS3. Tomada de *Universitat Politècnica de Valencia*, por Rodríguez González, María, 2019, (<https://riunet.upv.es/handle/10251/127859>).

6. El CE reenvía el dato listo para su lectura al cliente, validando su direccionamiento local para concertar una conexión con el usuario final.

Esquema de la Red Propuesta:

Figura 12

Solución MPLS en Simulador de Redes GNS3



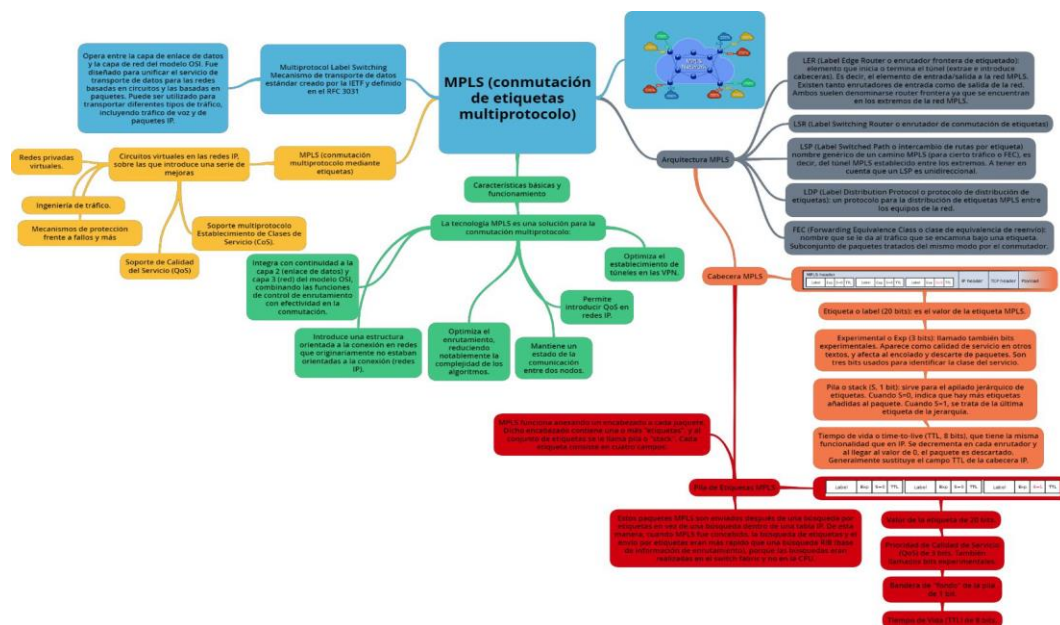
La red propuesta en este proyecto fue diseñada con el objetivo de abordar el problema de la congestión de tráfico en las redes de comunicación actuales. Tomando los puntos P1 al P4 .Al simular como esquema funcional de esta red sirviendo de forma de ejemplo cada punto como una ciudad diferente como lo pudiesen ser P1 Bogotá, P2 Medellin, P3 Cali y P4 Cartagena.

Las cuales son ciudades en Colombia, donde se puede identificar y probar soluciones de mejora en la eficiencia y la capacidad de transmisión de datos Calidad Qos y continuidad del servicio respaldada por el diseño de la topología mixta de la red. Donde un punto en perdida es compensado por otro nodo de la red garantizando la comunicación y el tránsito de la información, lo que finalmente contribuye a una mejor gestión del tráfico de red y a una experiencia de usuario más fluida.

Mapa De Flujo del esquema:

Figura 13

MPLS Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo



Nota. MPLS Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo. Tomada de Proyecto de grado Unad, (2023)

Algoritmos

Dado que los equipos utilizados como la imagen virtual para el GNS3 son de marca cisco adjunto sus tablas de direccionamiento y configuración en código a implementar.

Tabla de Direccionamiento

Tabla 2

Tabla de Interfaces para una Red MPLS

EQUIPO	INTERFAZ	DIRECCION IP	MASCARA DE RED	GATEWAY PRETERMINADO
CE1	Lo0	192.170.0.1	255.255.255.255	Default
	Fa0/0	192.168.1.1	255.255.255.0	Default
	Fa0/1	40.0.0.1	255.255.255.252	Default
	Fa1/0	10.0.0.1	255.255.255.252	Default
P1	Lo0	192.170.0.2	255.255.255.255	Default
	Fa0/0	30.0.0.1	255.255.255.252	Default
	Fa0/1	20.0.0.1	255.255.255.252	Default
	Fa1/0	10.0.0.2	255.255.255.252	Default
P2	Lo0	192.170.0.3	255.255.255.255	Default
	Fa0/0	60.0.0.1	255.255.255.252	Default
	Fa0/1	20.0.0.2	255.255.255.252	Default
				Default
P3	Lo0	192.170.0.4	255.255.255.255	Default
	Fa0/0	30.0.0.2	255.255.255.252	Default
	Fa0/1	50.0.0.1	255.255.255.252	Default
	Fa1/0	40.0.0.2	255.255.255.252	Default
P4	Lo0	192.170.0.5	255.255.255.255	Default
	Fa0/0	60.0.0.2	255.255.255.252	Default
	Fa0/1	50.0.0.2	255.255.255.252	Default
	Fa1/0	70.0.0.2	255.255.255.252	Default

CE2	Lo0	192.170.0.6	255.255.255.255	Default
	Fa0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	Default
	Fa0/1	70.0.0.1	255.255.255.252	Default
	Fa1/0			Default
PC-1	NIC	192.168.1.100	255.255.255.0	Default
PC-2	NIC	192.168.2.100	255.255.255.0	Default

Rango de Etiquetas

Tabla 3

Rango de Etiquetas para la Red MPLS

EQUIPO	RANGO
Reservado	0-15
CE1	16-99
P1	100-199
P2	200-299
P3	300-399
P4	400-499
CE2	500-599

Lista de Configuraciones en los Equipos

Figura 14

Configuración de Interfaces

<pre>P1-configure terminal P1-interface loopback0 P1-ip address 192.170.0.2 255.255.255.255 P1-interface fa0/0 P1-ip add 30.0.0.1 255.255.255.252 P1-no shutdown P1- int fa0/1 P1-ip add 20.0.0.1 255.255.255.252 P1-no shutdown P1-int fa1/0 P1-ip add 10.0.0.2 255.255.255.252 P1-no shutdown P1-exit</pre>	<pre>P2-configure terminal P2-interface loopback0 P2-ip address 192.170.0.3 255.255.255.255 P2-interface fa0/0 P2-ip add 60.0.0.1 255.255.255.252 P2-no shutdown P2-int fa0/1 P2-ip add 20.0.0.2 255.255.255.252 P2-no shutdown P2-exit</pre>	<pre>P3-configure terminal P3-interface loopback0 P3-ip address 192.170.0.4 255.255.255.255 P3-interface fa0/0 P3-ip add 30.0.0.2 255.255.255.252 P3-no shutdown P3-int fa1/0 P3-ip add 40.0.0.2 255.255.255.252 P3-no shutdown P3-int fa0/1 P3-ip add 50.0.0.1 255.255.255.252 P3-no shutdown P3-exit</pre>	<pre>P4-configure terminal P4-interface loopback0 P4-ip address 192.170.0.5 255.255.255.255 P4-interface fa0/0 P4-ip add 60.0.0.2 255.255.255.252 P4-no shutdown P4-int fa0/1 P4-ip add 50.0.0.2 255.255.255.252 P4-no shutdown P4-int fa1/0 P4-ip add 70.0.0.2 255.255.255.252 P4-no shutdown P4-exit</pre>
<pre>CE1-configure terminal CE1-interface loopback0 CE1-ip address 192.170.0.1 255.255.255.255 CE1-interface fa0/0 CE1-ip add 192.168.1.1 255.255.255.0 CE1-no shutdown CE1-int fa0/1 CE1-ip add 40.0.0.1 255.255.255.252 CE1-no shutdown CE1-int fa1/0 CE1-ip add 10.0.0.1 255.255.255.252 CE1-no shutdown CE1-exit</pre>	<pre>CE2-configure terminal CE2-interface loopback0 CE2-ip address 192.170.0.6 255.255.255.255 CE2-interface fa0/0 CE2-ip add 192.168.2.1 255.255.255.0 CE2-no shutdown CE2-int fa0/1 CE2-ip add 70.0.0.1 255.255.255.252 CE2-no shutdown CE2-exit</pre>	<pre>PC-1-ip 192.168.1.100 255.255.255.255 192.168.1.1 PC-1-save PC-2-ip 192.168.2.100 255.255.255.255 192.168.2.1 PC-2- save</pre>	

Figura 15*Configuración de OSPF*

<pre> CE1-router ospf 1 CE1-network 10.0.0.0 0.0.0.3 area 0 CE1-network 40.0.0.0 0.0.0.3 area 0 CE1-network 192.170.0.1 0.0.0.0 area 0 CE1-network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0 </pre>	<pre> P1-router ospf 1 P1-network 10.0.0.2 0.0.0.3 area 0 P1-network 20.0.0.0 0.0.0.3 area 0 P1-network 30.0.0.1 0.0.0.3 area 0 P1-network 192.170.0.2 0.0.0.0 area 0 </pre>	<pre> P3-router ospf 1 P3-network 40.0.0.2 0.0.0.3 area 0 P3-network 50.0.0.1 0.0.0.3 area 0 P3-network 30.0.0.2 0.0.0.3 area 0 P3-network 192.170.0.4 0.0.0.0 area 0 </pre>
<pre> CE2-router ospf 1 CE2-network 70.0.0.0 0.0.0.3 area 0 CE2-network 192.168.2.1 0.0.0.255 area 0 CE2-network 192.170.0.6 0.0.0.0 area 0 </pre>	<pre> P2-router ospf 1 P2-network 20.0.0.2 0.0.0.3 area 0 P2-network 60.0.0.1 0.0.0.3 area 0 P2-network 192.170.0.3 0.0.0.0 area 0 </pre>	<pre> P4-router ospf 1 P4-network 70.0.0.2 0.0.0.3 area 0 P4-network 50.0.0.2 0.0.0.3 area 0 P4-network 60.0.0.2 0.0.0.3 area 0 P4-network 192.170.0.5 0.0.0.0 area 0 </pre>

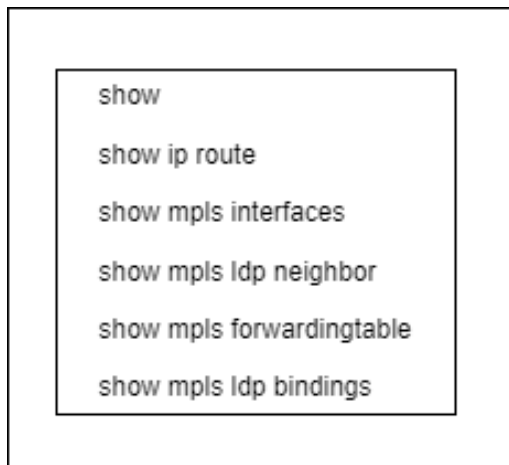
Figura 16*Configuración de MPLS*

<pre> P1-conf t P1-ip cef P1-mpls ip P1-mpls label protocol ldp P1-mpls label range 100 199 P1-int fa0/0 P1-mpls ip P1-int fa0/1 P1-mpls ip P1-int fa1/0 P1-mpls ip </pre>	<pre> P2-conf t P2-ip cef P2-mpls ip P2-mpls label protocol ldp P2-mpls label range 200 299 P2-int fa0/0 P2-mpls ip P2-int fa0/1 P2-mpls ip P2-int fa1/0 P2-mpls ip </pre>	<pre> P3-conf t P3-ip cef P3-mpls ip P3-mpls label protocol ldp P3-mpls label range 300 399 P3-int fa0/0 P3-mpls ip P3-int fa0/1 P3-mpls ip P3-int fa1/0 P3-mpls ip </pre>	<pre> P4-conf t P4-ip cef P4-mpls ip P4-mpls label protocol ldp P4-mpls label range 400 499 P4-int fa0/0 P4-mpls ip P4-int fa0/1 P4-mpls ip P4-int fa1/0 P4-mpls ip </pre>
	<pre> CE1-conf t CE1-ip cef CE1-mpls ip CE1-mpls label protocol ldp CE1-mpls label range 16 99 CE1-int fa0/0 CE1-mpls ip CE1-int fa0/1 CE1-mpls ip CE1-int fa1/0 CE1-mpls ip </pre>	<pre> CE2-conf t CE2-ip cef CE2-mpls ip CE2-mpls label protocol ldp CE2-mpls label range 500 599 CE2-int fa0/0 CE2-mpls ip CE2-int fa0/1 CE2-mpls ip CE2-int fa1/0 CE2-mpls ip </pre>	

Se verifica los estados y conexiones con comandos como:

Figura 17

Show Comandos




Programación y Configuración de las Clases de Servicio QoS

Para esta actividad se usa el recurso proporcionado por el instructor en la Web conferencia llamada Cuarta WebConferencia – Gestiona la QoS (2023)


Figura 18

Gestiona la QoS

Clases de Servicio



Access Layer - Ingress Traffic classification			
Traffic Class	PHB	CoS	Application Examples
Network Control	CS6	6,7	BGP, EIGRP, OSPF, HSRP, NTP, PIM, IGMP
VoIP	EF	5	Cisco IP Phones, Jabber, Telepresence
Multimedia	AF41	4	SCCP, SIP, H.323, Video Conf, CCTV stream
Critical Data	AF21	3	HTTPS, Email, LDAP, CRM
Bulk-Data	CS2	2	FTP, Backup, IPTV (any IPv4 traffic)
Scavenger	CS1	1	Gaming, Youtube, P2P
class-default	CS0	0	Unclassified traffic, IPv6, Broadcast

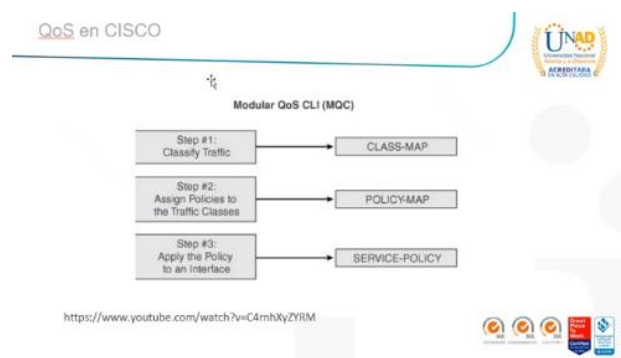


Nota. Gestiona la QoS. Tomada de Cuarta Web Conferencia Universidad UNAD, por Christian Fernando Vega Caicedo (2023).

Posteriormente de la elección de los tipos de servicio o clases, se debe elegir el módulo a trabajar que en este caso se toma el indicado en la WebConference Qos CISCO.

Figura 19

Modular QoS CLI



Nota. Modular QoS CLI. Tomada de *Cuarta Web Conferencia Universidad UNAD*, por Christian Fernando Vega Caicedo (2023).

Lista de Configuraciones para las Qos en la Red MPLS:

Figura 20

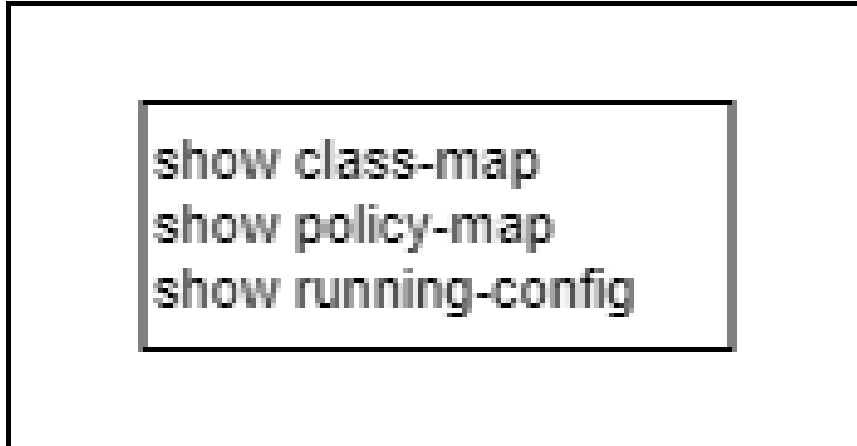
Configuraciones para los Servicios QoS

CLASS-MAP	
<pre>CE1- config terminal CE1- class-map match-all VOIP CE1- match ip precedence 5 CE1- match protocol rtp CE1- exit CE1- config terminal CE1- class-map match-all CRITICAL CE1- match ip precedence 4 CE1- match protocol http CE1- exit CE1- config terminal CE1- class-map match-all SENALIZACION CE1- match ip precedence 3 CE1- match protocol sip CE1- exit</pre>	<pre>CE2- config terminal CE2- class-map match-all VOIP CE2- match ip precedence 5 CE2- match protocol rtp CE2- exit CE2- config terminal CE2- class-map match-all CRITICAL CE2- match ip precedence 4 CE2- match protocol http CE2- exit CE2- config terminal CE2- class-map match-all SENALIZACION CE2- match ip precedence 3 CE2- match protocol sip CE2- exit</pre>
POLICY-MAP	
<pre>CE1- config terminal CE1- policy-map POLITICA_ENTRADA CE1- class VOIP CE1- exit CE1- class CRITICAL CE1- exit CE1- class SENALIZACION CE1- exit CE1- config terminal CE1- policy-map POLITICA_SALIDA CE1- class VOIP CE1- bandwidth percent 35 CE1- exit CE1- class CRITICAL CE1- bandwidth percent 31 CE1- exit CE1- class SENALIZACION CE1- bandwidth percent 9 CE1- exit</pre>	<pre>CE2- config terminal CE2- policy-map POLITICA_ENTRADA CE2- class VOIP CE2- exit CE2- class CRITICAL CE2- exit CE2- class SENALIZACION CE2- exit CE2- config terminal CE2- policy-map POLITICA_SALIDA CE2- class VOIP CE2- bandwidth percent 35 CE2- exit CE2- class CRITICAL CE2- bandwidth percent 31 CE2- exit CE2- class SENALIZACION CE2- bandwidth percent 9 CE2- exit</pre>
SERVICE-POLICY	
<pre>CE1- config terminal CE1- interface fa0/0 CE1- service-policy output POLITICA_ENTRADA CE1- end CE1- config terminal CE1- interface fa0/1 CE1- bandwidth 1024 CE1- service-policy output POLITICA_SALIDA CE1- end CE1- config terminal CE1- interface fa1/0 CE1- bandwidth 1024 CE1- service-policy output POLITICA_SALIDA CE1- end CE1- wr</pre>	<pre>CE2- config terminal CE2- interface fa0/0 CE2- service-policy output POLITICA_ENTRADA CE2- end CE2- config terminal CE2- interface fa0/1 CE2- bandwidth 1024 CE2- service-policy output POLITICA_SALIDA CE2- end CE2- config terminal CE2- interface fa1/0 CE2- bandwidth 1024 CE2- service-policy output POLITICA_SALIDA CE2- end CE2- wr</pre>

Se verifica los estados y conexiones con comandos como:

Figura 21

Show Comandos



Implementar la Solución

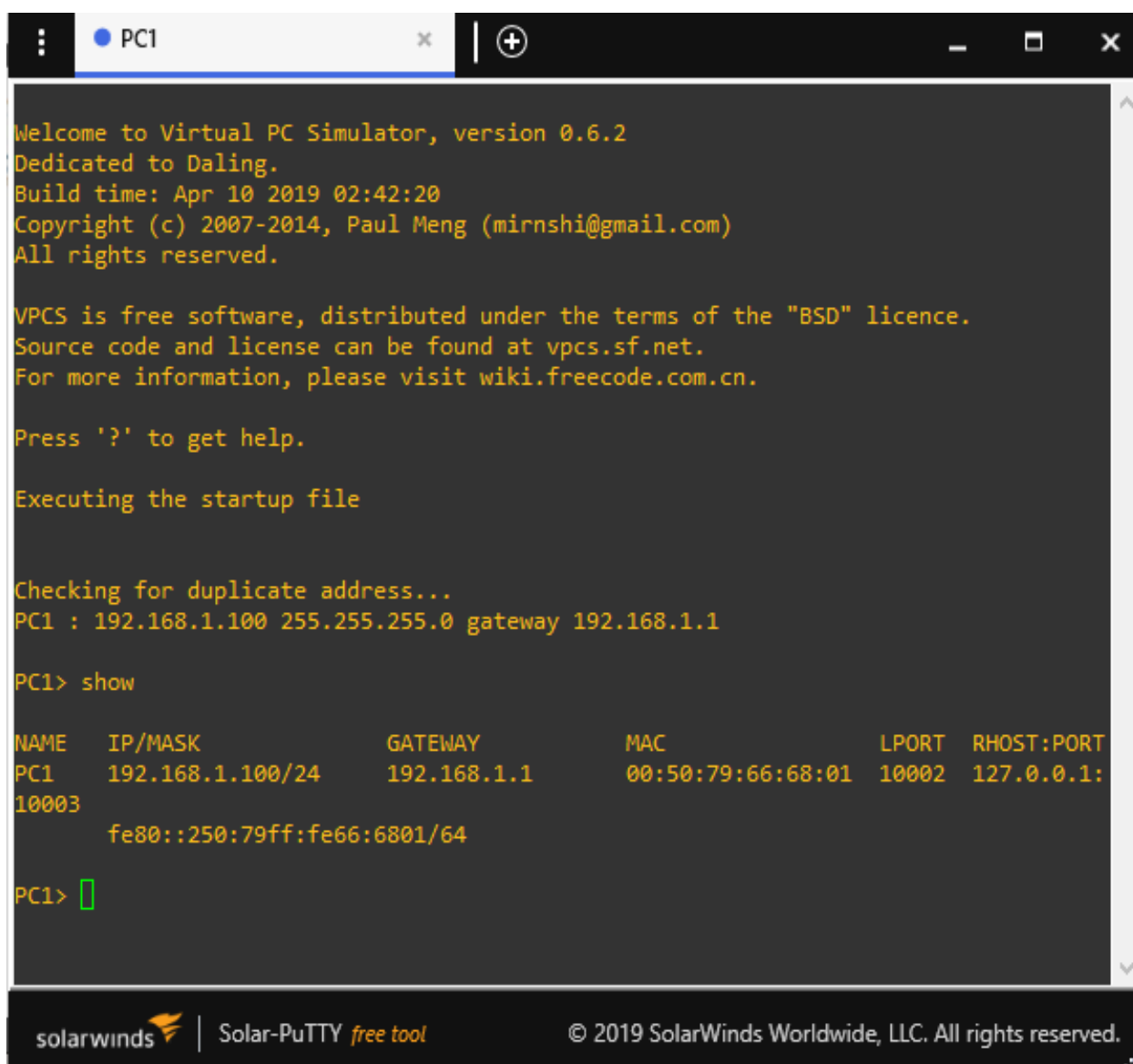
Captura de configuraciones para las interfaces, ospf e integración del MPLS

Las capturas de las configuraciones se verificaron con los comandos show en el mismo orden en que se mencionaron anteriormente.

PC1:

Figura 22

PC1 Show



```
Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.6.2
Dedicated to Daling.
Build time: Apr 10 2019 02:42:20
Copyright (c) 2007-2014, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.

Press '?' to get help.

Executing the startup file

Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.1.100 255.255.255.0 gateway 192.168.1.1

PC1> show

NAME      IP/MASK          GATEWAY          MAC              LPORT  RHOST:PORT
PC1      192.168.1.100/24  192.168.1.1     00:50:79:66:68:01 10002  127.0.0.1:
10003
          fe80::250:79ff:fe66:6801/64

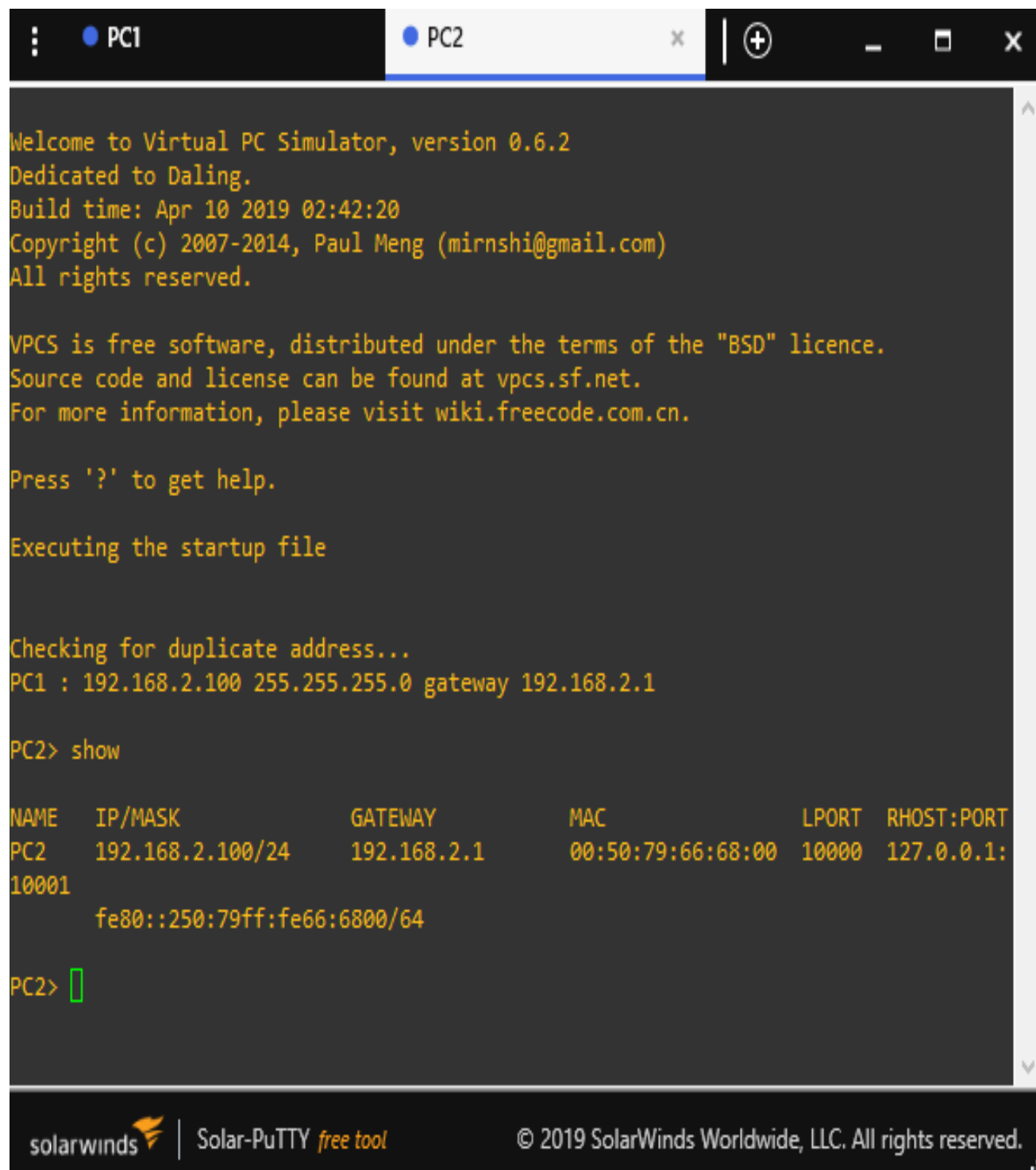
PC1> █
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool | © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

PC2:

Figura 23

PC2 Show



The image shows a terminal window titled "PC2" within a SolarWinds Solar-PuTTY application. The terminal displays the output of the "show" command, which lists network configuration for PC2. The output includes the IP address, gateway, MAC address, and local port. The terminal also shows the startup sequence of the Virtual PC Simulator, including version information and license details.

```
Welcome to Virtual PC Simulator, version 0.6.2
Dedicated to Daling.
Build time: Apr 10 2019 02:42:20
Copyright (c) 2007-2014, Paul Meng (mirnshi@gmail.com)
All rights reserved.

VPCS is free software, distributed under the terms of the "BSD" licence.
Source code and license can be found at vpcs.sf.net.
For more information, please visit wiki.freecode.com.cn.

Press '?' to get help.

Executing the startup file

Checking for duplicate address...
PC1 : 192.168.2.100 255.255.255.0 gateway 192.168.2.1

PC2> show

NAME      IP/MASK          GATEWAY          MAC              LPORT  RHOST:PORT
PC2       192.168.2.100/24 192.168.2.1     00:50:79:66:68:00 10000  127.0.0.1:
10001
          fe80::250:79ff:fe66:6800/64

PC2> 
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool | © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Router de Borde CE1:

Figura 24

CE1 Show IP Route

```

30.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O   30.0.0.0 [110/11] via 10.0.0.2, 00:30:02, FastEthernet1/0
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

50.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O   50.0.0.0 [110/20] via 40.0.0.2, 00:30:56, FastEthernet0/1
70.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O   70.0.0.0 [110/21] via 40.0.0.2, 00:30:46, FastEthernet0/1
20.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O   20.0.0.0 [110/11] via 10.0.0.2, 00:30:46, FastEthernet1/0
40.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C   40.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/1
10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C   10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
192.170.0.0/32 is subnetted, 6 subnets
O   192.170.0.2 [110/2] via 10.0.0.2, 00:30:47, FastEthernet1/0
O   192.170.0.3 [110/12] via 10.0.0.2, 00:30:47, FastEthernet1/0
C   192.170.0.1 is directly connected, Loopback0
O   192.170.0.6 [110/22] via 40.0.0.2, 00:30:49, FastEthernet0/1
O   192.170.0.4 [110/11] via 40.0.0.2, 00:30:59, FastEthernet0/1
O   192.170.0.5 [110/21] via 40.0.0.2, 00:30:50, FastEthernet0/1
C   192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
O   192.168.2.0/24 [110/31] via 40.0.0.2, 00:30:50, FastEthernet0/1
60.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O   60.0.0.0 [110/21] via 10.0.0.2, 00:30:50, FastEthernet1/0
30.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O   30.0.0.0 [110/11] via 10.0.0.2, 00:30:51, FastEthernet1/0
CE1#
CE1#
CE1#

```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool | © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Figura 25

CE1 Show IP Interface

The screenshot shows a terminal window titled 'CE1' with the following output:

```
*Mar 1 00:00:07.623: %CRYPTO-6-ISAKMP_ON_OFF: ISAKMP is OFF
*Mar 1 00:00:07.623: %CRYPTO-6-GDOI_ON_OFF: GDOI is OFF
*Mar 1 00:00:08.095: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Mar 1 00:00:08.099: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to up
*Mar 1 00:00:48.523: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.170.0.4 on FastEthernet0/1 from LOADING to FULL, Loading Done
*Mar 1 00:00:52.251: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.170.0.2 on FastEthernet1/0 from LOADING to FULL, Loading Done
*Mar 1 00:00:53.727: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.170.0.4:0 (1) is UP
*Mar 1 00:01:02.855: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.170.0.2:0 (2) is UP
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protoc
ol
FastEthernet0/0          192.168.1.1     YES NVRAM  up          up
FastEthernet0/1          40.0.0.1        YES NVRAM  up          up
FastEthernet1/0          10.0.0.1        YES NVRAM  up          up
Loopback0                 192.170.0.1    YES NVRAM  up          up
CE1#
```

The terminal window footer includes the SolarWinds logo, the text 'Solar-PuTTY free tool', and the copyright notice '© 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.'

Figura 26

CE1 Show MPLS Interfaces, Show MPLS LDP Neighbor, Show MPLS Forwarding-Table

```

CE1#
CE1#
CE1#mpls interfaces
^
% Invalid input detected at '^' marker.

CE1#show mpls interfaces
Interface          IP          Tunnel  Operational
FastEthernet0/0    Yes (ldp)   No      Yes
FastEthernet0/1    Yes (ldp)   No      Yes
FastEthernet1/0    Yes (ldp)   No      Yes
CE1#
CE1#show mpls ldp neighbor
Peer LDP Ident: 192.170.0.4:0; Local LDP Ident 192.170.0.1:0
TCP connection: 192.170.0.4.31043 - 192.170.0.1.646
State: Oper; Msgs sent/rcvd: 23/23; Downstream
Up time: 00:04:38
LDP discovery sources:
FastEthernet0/1, Src IP addr: 40.0.0.2
Addresses bound to peer LDP Ident:
30.0.0.2      192.170.0.4      50.0.0.1      40.0.0.2
Peer LDP Ident: 192.170.0.2:0; Local LDP Ident 192.170.0.1:0
TCP connection: 192.170.0.2.12432 - 192.170.0.1.646
State: Oper; Msgs sent/rcvd: 23/23; Downstream
Up time: 00:04:28
LDP discovery sources:
FastEthernet1/0, Src IP addr: 10.0.0.2
Addresses bound to peer LDP Ident:
30.0.0.1      192.170.0.2      20.0.0.1      10.0.0.2
CE1#show mpls forwarding-table
Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing  Next Hop
tag    tag or VC  or Tunnel Id    switched  interface
6      Pop tag    192.170.0.4/32  0          Fa0/1     40.0.0.2
7      100        192.170.0.3/32  0          Fa1/0     10.0.0.2
8      Pop tag    192.170.0.2/32  803        Fa1/0     10.0.0.2
9      101        60.0.0.0/30     0          Fa1/0     10.0.0.2
10     Pop tag    20.0.0.0/30     0          Fa1/0     10.0.0.2
11     Pop tag    30.0.0.0/30     0          Fa1/0     10.0.0.2
12     Pop tag    50.0.0.0/30     0          Fa0/1     40.0.0.2
13     309        192.170.0.6/32  0          Fa0/1     40.0.0.2
14     300        192.170.0.5/32  0          Fa0/1     40.0.0.2
15     310        192.168.2.0/24  0          Fa0/1     40.0.0.2
16     308        70.0.0.0/30     0          Fa0/1     40.0.0.2
CE1#

```


solarwinds  | Solar-PuTTY *free tool* © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Figura 27

CE1 Show MPLS LDP Bindings

```

Overview | CE1
Up time: 00:04:28
LDP discovery sources:
  FastEthernet1/0, Src IP addr: 10.0.0.2
Addresses bound to peer LDP Ident:
  30.0.0.1      192.170.0.2      20.0.0.1      10.0.0.2
CE1#show mpls forwarding-table
Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing     Next Hop
tag    tag or VC  or Tunnel Id    switched   interface
16     Pop tag    192.170.0.4/32  0          Fa0/1        40.0.0.2
17     100       192.170.0.3/32  0          Fa1/0        10.0.0.2
18     Pop tag    192.170.0.2/32  803       Fa1/0        10.0.0.2
19     101       60.0.0.0/30    0          Fa1/0        10.0.0.2
20     Pop tag    20.0.0.0/30    0          Fa1/0        10.0.0.2
21     Pop tag    30.0.0.0/30    0          Fa1/0        10.0.0.2
22     Pop tag    50.0.0.0/30    0          Fa0/1        40.0.0.2
23     309       192.170.0.6/32  0          Fa0/1        40.0.0.2
24     300       192.170.0.5/32  0          Fa0/1        40.0.0.2
25     310       192.168.2.0/24  0          Fa0/1        40.0.0.2
26     308       70.0.0.0/30    0          Fa0/1        40.0.0.2
CE1#show mpls ldp bindings
tib entry: 10.0.0.0/30, rev 6
  local binding: tag: imp-null
  remote binding: tsr: 192.170.0.4:0, tag: 305
  remote binding: tsr: 192.170.0.2:0, tag: imp-null
tib entry: 20.0.0.0/30, rev 18
  local binding: tag: 20
  remote binding: tsr: 192.170.0.4:0, tag: 306
  remote binding: tsr: 192.170.0.2:0, tag: imp-null
tib entry: 30.0.0.0/30, rev 20
  local binding: tag: 21
  remote binding: tsr: 192.170.0.4:0, tag: imp-null
  remote binding: tsr: 192.170.0.2:0, tag: imp-null
tib entry: 40.0.0.0/30, rev 5
  local binding: tag: imp-null
  remote binding: tsr: 192.170.0.4:0, tag: imp-null
  remote binding: tsr: 192.170.0.2:0, tag: 110
tib entry: 50.0.0.0/30, rev 22
  local binding: tag: 22
  remote binding: tsr: 192.170.0.4:0, tag: imp-null
  remote binding: tsr: 192.170.0.2:0, tag: 109
tib entry: 60.0.0.0/30, rev 16
  local binding: tag: 19
  remote binding: tsr: 192.170.0.4:0, tag: 307
--More--

```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool | © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Router P1:

Figura 28

P1 Show IP Route

```

P1#
P1#
P1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

  50.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O       50.0.0.0 [110/20] via 30.0.0.2, 00:32:12, FastEthernet0/0
  70.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O       70.0.0.0 [110/21] via 30.0.0.2, 00:32:12, FastEthernet0/0
        [110/21] via 20.0.0.2, 00:32:12, FastEthernet0/1
  20.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C       20.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/1
  40.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O       40.0.0.0 [110/11] via 30.0.0.2, 00:32:12, FastEthernet0/0
        [110/11] via 10.0.0.1, 00:32:13, FastEthernet1/0
  10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C       10.0.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
 192.170.0.0/32 is subnetted, 6 subnets
C       192.170.0.2 is directly connected, Loopback0
O       192.170.0.3 [110/11] via 20.0.0.2, 00:32:24, FastEthernet0/1
O       192.170.0.1 [110/2] via 10.0.0.1, 00:32:14, FastEthernet1/0
O       192.170.0.6 [110/22] via 30.0.0.2, 00:32:15, FastEthernet0/0
        [110/22] via 20.0.0.2, 00:32:15, FastEthernet0/1
O       192.170.0.4 [110/11] via 30.0.0.2, 00:32:15, FastEthernet0/0
O       192.170.0.5 [110/21] via 30.0.0.2, 00:32:15, FastEthernet0/0
        [110/21] via 20.0.0.2, 00:32:15, FastEthernet0/1
O       192.168.1.0/24 [110/11] via 10.0.0.1, 00:32:16, FastEthernet1/0
O       192.168.2.0/24 [110/31] via 30.0.0.2, 00:32:16, FastEthernet0/0
        [110/31] via 20.0.0.2, 00:32:16, FastEthernet0/1
  60.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O       60.0.0.0 [110/20] via 20.0.0.2, 00:32:17, FastEthernet0/1
  30.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C       30.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
P1#
P1#
P1#

```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Figura 29

P1 Show IP Interface Brief, Show MPLS Interfaces Show MPLS LDP Neighbor

```

*Mar 1 00:01:02.839: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.170.0.1:0 (3) is UP
P1#
P1#
P1#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protoc
ol
FastEthernet0/0          30.0.0.1        YES NVRAM  up          up
FastEthernet0/1          20.0.0.1        YES NVRAM  up          up
FastEthernet1/0          10.0.0.2        YES NVRAM  up          up
Loopback0                 192.170.0.2    YES NVRAM  up          up

P1#show mpls interfaces
Interface                IP              Tunnel  Operational
FastEthernet0/0          Yes (ldp)       No      Yes
FastEthernet0/1          Yes (ldp)       No      Yes
FastEthernet1/0          Yes (ldp)       No      Yes

P1#show mpls ldp neighbor
  Peer LDP Ident: 192.170.0.3:0; Local LDP Ident 192.170.0.2:0
  TCP connection: 192.170.0.3.18773 - 192.170.0.2.646
  State: Oper; Msgs sent/rcvd: 26/27; Downstream
  Up time: 00:07:36
  LDP discovery sources:
    FastEthernet0/1, Src IP addr: 20.0.0.2
  Addresses bound to peer LDP Ident:
    60.0.0.1      192.170.0.3      20.0.0.2
  Peer LDP Ident: 192.170.0.4:0; Local LDP Ident 192.170.0.2:0
  TCP connection: 192.170.0.4.31982 - 192.170.0.2.646
  State: Oper; Msgs sent/rcvd: 26/26; Downstream
  Up time: 00:07:26
  LDP discovery sources:
    FastEthernet0/0, Src IP addr: 30.0.0.2
  Addresses bound to peer LDP Ident:
    30.0.0.2      192.170.0.4      50.0.0.1      40.0.0.2
  Peer LDP Ident: 192.170.0.1:0; Local LDP Ident 192.170.0.2:0
  TCP connection: 192.170.0.1.646 - 192.170.0.2.12432
  State: Oper; Msgs sent/rcvd: 26/26; Downstream
  Up time: 00:07:26
  LDP discovery sources:
    FastEthernet1/0, Src IP addr: 10.0.0.1
  Addresses bound to peer LDP Ident:
--More-- [ ]

```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool | © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Figura 30

P1 Show MPLS Forwarding-Table, Show MPLS LDP Bindings

```

P1#show mpls forwarding-table
Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing  Next Hop
tag    tag or VC  or Tunnel Id    switched  interface
100    Pop tag    192.170.0.3/32  0         Fa0/1     20.0.0.2
101    Pop tag    60.0.0.0/30    0         Fa0/1     20.0.0.2
102    309       192.170.0.6/32  0         Fa0/0     30.0.0.2
        203       192.170.0.6/32  0         Fa0/1     20.0.0.2
103    300       192.170.0.5/32  0         Fa0/0     30.0.0.2
        204       192.170.0.5/32  0         Fa0/1     20.0.0.2
104    Pop tag    192.170.0.4/32  0         Fa0/0     30.0.0.2
105    Pop tag    192.170.0.1/32  0         Fa1/0     10.0.0.1
106    310       192.168.2.0/24  0         Fa0/0     30.0.0.2
        207       192.168.2.0/24  0         Fa0/1     20.0.0.2
107    Pop tag    192.168.1.0/24  0         Fa1/0     10.0.0.1
108    308       70.0.0.0/30    0         Fa0/0     30.0.0.2
        211       70.0.0.0/30    0         Fa0/1     20.0.0.2
109    Pop tag    50.0.0.0/30    0         Fa0/0     30.0.0.2
110    Pop tag    40.0.0.0/30    0         Fa0/0     30.0.0.2
        Pop tag  40.0.0.0/30    0         Fa1/0     10.0.0.1

P1#show mpls ldp bindings
tib entry: 10.0.0.0/30, rev 6
  local binding: tag: imp-null
  remote binding: tsr: 192.170.0.3:0, tag: 202
  remote binding: tsr: 192.170.0.4:0, tag: 305
  remote binding: tsr: 192.170.0.1:0, tag: imp-null
tib entry: 20.0.0.0/30, rev 5
  local binding: tag: imp-null
  remote binding: tsr: 192.170.0.3:0, tag: imp-null
  remote binding: tsr: 192.170.0.4:0, tag: 306
  remote binding: tsr: 192.170.0.1:0, tag: 20
tib entry: 30.0.0.0/30, rev 8
  local binding: tag: imp-null
  remote binding: tsr: 192.170.0.3:0, tag: 201
  remote binding: tsr: 192.170.0.4:0, tag: imp-null
  remote binding: tsr: 192.170.0.1:0, tag: 21
tib entry: 40.0.0.0/30, rev 30
  local binding: tag: 110
  remote binding: tsr: 192.170.0.4:0, tag: imp-null
  remote binding: tsr: 192.170.0.1:0, tag: imp-null
  remote binding: tsr: 192.170.0.3:0, tag: 209
tib entry: 50.0.0.0/30, rev 28
  local binding: tag: 109
  remote binding: tsr: 192.170.0.4:0, tag: imp-null
--More--

```

Router P2:

Figura 31

P2 Show IP Route

```

P2#
P2#
P2#
P2#
P2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

 50.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C       50.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/1
 70.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O       70.0.0.0 [110/11] via 50.0.0.2, 00:33:52, FastEthernet0/1
 20.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O       20.0.0.0 [110/12] via 40.0.0.1, 00:33:42, FastEthernet1/0
 40.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C       40.0.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
 10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O       10.0.0.0 [110/2] via 40.0.0.1, 00:33:42, FastEthernet1/0
192.170.0.0/32 is subnetted, 6 subnets
O       192.170.0.2 [110/3] via 40.0.0.1, 00:33:43, FastEthernet1/0
O       192.170.0.3 [110/13] via 40.0.0.1, 00:33:43, FastEthernet1/0
O       192.170.0.1 [110/2] via 40.0.0.1, 00:33:53, FastEthernet1/0
O       192.170.0.6 [110/12] via 50.0.0.2, 00:33:43, FastEthernet0/1
C       192.170.0.4 is directly connected, Loopback0
O       192.170.0.5 [110/11] via 50.0.0.2, 00:33:54, FastEthernet0/1
O       192.168.1.0/24 [110/11] via 40.0.0.1, 00:33:54, FastEthernet1/0
O       192.168.2.0/24 [110/21] via 50.0.0.2, 00:33:44, FastEthernet0/1
 60.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O       60.0.0.0 [110/20] via 50.0.0.2, 00:33:55, FastEthernet0/1
 30.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C       30.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
P2#
P2#
P2#vr
Building configuration...
[OK]
P2#

```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool | © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Figura 32

P2 Show IP Interface Brief, Show MPLS Interfaces Show MPLS LDP Neighbor

```

P2#
P2#
P2#
P2#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status  Protoc
ol
FastEthernet0/0         30.0.0.2        YES NVRAM  up      up
FastEthernet0/1         50.0.0.1        YES NVRAM  up      up
FastEthernet1/0         40.0.0.2        YES NVRAM  up      up
Loopback0                192.170.0.4    YES NVRAM  up      up

P2#show mpls interfaces
Interface                IP              Tunnel  Operational
FastEthernet0/0         Yes (ldp)       No      Yes
FastEthernet0/1         Yes (ldp)       No      Yes
FastEthernet1/0         Yes (ldp)       No      Yes

P2#show mpls ldp neighbor
Peer LDP Ident: 192.170.0.1:0; Local LDP Ident 192.170.0.4:0
TCP connection: 192.170.0.1.646 - 192.170.0.4.31043
State: Oper; Msgs sent/rcvd: 30/29; Downstream
Up time: 00:10:36
LDP discovery sources:
FastEthernet1/0, Src IP addr: 40.0.0.1
Addresses bound to peer LDP Ident:
192.168.1.1 192.170.0.1 40.0.0.1 10.0.0.1
Peer LDP Ident: 192.170.0.5:0; Local LDP Ident 192.170.0.4:0
TCP connection: 192.170.0.5.62400 - 192.170.0.4.646
State: Oper; Msgs sent/rcvd: 29/30; Downstream
Up time: 00:10:36
LDP discovery sources:
FastEthernet0/1, Src IP addr: 50.0.0.2
Addresses bound to peer LDP Ident:
60.0.0.2 192.170.0.5 50.0.0.2 70.0.0.2
Peer LDP Ident: 192.170.0.2:0; Local LDP Ident 192.170.0.4:0
TCP connection: 192.170.0.2.646 - 192.170.0.4.31982
State: Oper; Msgs sent/rcvd: 29/30; Downstream
Up time: 00:10:27
LDP discovery sources:
FastEthernet0/0, Src IP addr: 30.0.0.1
Addresses bound to peer LDP Ident:
--More-- [ ]

```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool | © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Figura 33

P2 Show MPLS Forwarding-Table, Show MPLS LDP Bindings

```

Up time: 00:10:27
LDP discovery sources:
  FastEthernet0/0, Src IP addr: 30.0.0.1
Addresses bound to peer LDP Ident:
  30.0.0.1      192.170.0.2      20.0.0.1      10.0.0.2
P2#show mpls forwarding-table
Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing     Next Hop
tag    tag or VC  or Tunnel Id    switched   interface
300    Pop tag   192.170.0.5/32  0          Fa0/1        50.0.0.2
301    17        192.170.0.3/32  0          Fa1/0        40.0.0.1
302    18        192.170.0.2/32  0          Fa1/0        40.0.0.1
303    Pop tag   192.170.0.1/32  0          Fa1/0        40.0.0.1
304    Pop tag   192.168.1.0/24  0          Fa1/0        40.0.0.1
305    Pop tag   10.0.0.0/30     0          Fa1/0        40.0.0.1
306    20        20.0.0.0/30     0          Fa1/0        40.0.0.1
307    Pop tag   60.0.0.0/30     0          Fa0/1        50.0.0.2
308    Pop tag   70.0.0.0/30     0          Fa0/1        50.0.0.2
309    400      192.170.0.6/32  0          Fa0/1        50.0.0.2
310    405      192.168.2.0/24  0          Fa0/1        50.0.0.2
P2#show mpls ldp bindings
tib entry: 10.0.0.0/30, rev 20
  local binding: tag: 305
  remote binding: tsr: 192.170.0.1:0, tag: imp-null
  remote binding: tsr: 192.170.0.5:0, tag: 407
  remote binding: tsr: 192.170.0.2:0, tag: imp-null
tib entry: 20.0.0.0/30, rev 22
  local binding: tag: 306
  remote binding: tsr: 192.170.0.1:0, tag: 20
  remote binding: tsr: 192.170.0.5:0, tag: 408
  remote binding: tsr: 192.170.0.2:0, tag: imp-null
tib entry: 30.0.0.0/30, rev 8
  local binding: tag: imp-null
  remote binding: tsr: 192.170.0.1:0, tag: 21
  remote binding: tsr: 192.170.0.5:0, tag: 409
  remote binding: tsr: 192.170.0.2:0, tag: imp-null
tib entry: 40.0.0.0/30, rev 6
  local binding: tag: imp-null
  remote binding: tsr: 192.170.0.1:0, tag: imp-null
  remote binding: tsr: 192.170.0.5:0, tag: 410
  remote binding: tsr: 192.170.0.2:0, tag: 110
tib entry: 50.0.0.0/30, rev 5
  local binding: tag: imp-null
  remote binding: tsr: 192.170.0.1:0, tag: 22
--More-- █

```

Router P3:

Figura 34

P3 Show IP Route

```

P3#
P3#
P3#
P3#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

 50.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    50.0.0.0 [110/20] via 60.0.0.2, 00:34:54, FastEthernet0/0
 70.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    70.0.0.0 [110/11] via 60.0.0.2, 00:34:54, FastEthernet0/0
 20.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C    20.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/1
 40.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    40.0.0.0 [110/21] via 60.0.0.2, 00:34:54, FastEthernet0/0
       [110/21] via 20.0.0.1, 00:34:54, FastEthernet0/1
 10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    10.0.0.0 [110/11] via 20.0.0.1, 00:35:05, FastEthernet0/1
192.170.0.0/32 is subnetted, 6 subnets
O    192.170.0.2 [110/11] via 20.0.0.1, 00:35:05, FastEthernet0/1
C    192.170.0.3 is directly connected, Loopback0
O    192.170.0.1 [110/12] via 20.0.0.1, 00:34:56, FastEthernet0/1
O    192.170.0.6 [110/12] via 60.0.0.2, 00:34:57, FastEthernet0/0
O    192.170.0.4 [110/21] via 60.0.0.2, 00:34:57, FastEthernet0/0
       [110/21] via 20.0.0.1, 00:34:57, FastEthernet0/1
O    192.170.0.5 [110/11] via 60.0.0.2, 00:34:58, FastEthernet0/0
O    192.168.1.0/24 [110/21] via 20.0.0.1, 00:34:58, FastEthernet0/1
O    192.168.2.0/24 [110/21] via 60.0.0.2, 00:34:58, FastEthernet0/0
 60.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C    60.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
 30.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    30.0.0.0 [110/20] via 20.0.0.1, 00:34:58, FastEthernet0/1
P3#
P3#
P3#
P3#
P3#

```

Figura 35

P3 Show IP Interface Brief, Show MPLS Interfaces Show MPLS LDP Neighbor

```

P3
P3#
P3#
P3#
P3#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status  Protoc
ol
FastEthernet0/0         60.0.0.1        YES NVRAM  up      up
FastEthernet0/1         20.0.0.2        YES NVRAM  up      up
FastEthernet1/0         unassigned      YES NVRAM  administratively down down
Loopback0                192.170.0.3    YES NVRAM  up      up

P3#show mpls interfaces
Interface                IP              Tunnel  Operational
FastEthernet0/0         Yes (ldp)       No      Yes
FastEthernet0/1         Yes (ldp)       No      Yes
FastEthernet1/0         Yes             No      No

P3#show mpls ldp neighbor
  Peer LDP Ident: 192.170.0.2:0; Local LDP Ident 192.170.0.3:0
    TCP connection: 192.170.0.2.646 - 192.170.0.3.18773
    State: Oper; Msgs sent/rcvd: 33/32; Downstream
    Up time: 00:13:17
    LDP discovery sources:
      FastEthernet0/1, Src IP addr: 20.0.0.1
    Addresses bound to peer LDP Ident:
      30.0.0.1      192.170.0.2      20.0.0.1      10.0.0.2
  Peer LDP Ident: 192.170.0.5:0; Local LDP Ident 192.170.0.3:0
    TCP connection: 192.170.0.5.62732 - 192.170.0.3.646
    State: Oper; Msgs sent/rcvd: 33/32; Downstream
    Up time: 00:13:06
    LDP discovery sources:
      FastEthernet0/0, Src IP addr: 60.0.0.2
    Addresses bound to peer LDP Ident:
      60.0.0.2      192.170.0.5      50.0.0.2      70.0.0.2

P3#

```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Figura 36

P3 Show MPLS Forwarding-Table, Show MPLS LDP Bindings

```

Addresses bound to peer LDP Ident:
  60.0.0.2      192.170.0.5    50.0.0.2      70.0.0.2
P3#show mpls forwarding-table
Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing  Next Hop
tag    tag or VC or Tunnel Id  switched   interface
200    Pop tag   192.170.0.2/32  0          Fa0/1     20.0.0.1
201    Pop tag   30.0.0.0/30    0          Fa0/1     20.0.0.1
202    Pop tag   10.0.0.0/30    0          Fa0/1     20.0.0.1
203    400      192.170.0.6/32  0          Fa0/0     60.0.0.2
204    Pop tag   192.170.0.5/32  0          Fa0/0     60.0.0.2
205    401      192.170.0.4/32  0          Fa0/0     60.0.0.2
       104      192.170.0.4/32  0          Fa0/1     20.0.0.1
206    105      192.170.0.1/32  0          Fa0/1     20.0.0.1
207    405      192.168.2.0/24  0          Fa0/0     60.0.0.2
208    107      192.168.1.0/24  0          Fa0/1     20.0.0.1
209    410      40.0.0.0/30    0          Fa0/0     60.0.0.2
       110      40.0.0.0/30    0          Fa0/1     20.0.0.1
210    Pop tag   50.0.0.0/30    0          Fa0/0     60.0.0.2
211    Pop tag   70.0.0.0/30    0          Fa0/0     60.0.0.2
P3#show mpls ldp bindings
  tib entry: 10.0.0.0/30, rev 12
    local binding: tag: 202
    remote binding: tsr: 192.170.0.2:0, tag: imp-null
    remote binding: tsr: 192.170.0.5:0, tag: 407
  tib entry: 20.0.0.0/30, rev 4
    local binding: tag: imp-null
    remote binding: tsr: 192.170.0.2:0, tag: imp-null
    remote binding: tsr: 192.170.0.5:0, tag: 408
  tib entry: 30.0.0.0/30, rev 10
    local binding: tag: 201
    remote binding: tsr: 192.170.0.2:0, tag: imp-null
    remote binding: tsr: 192.170.0.5:0, tag: 409
  tib entry: 40.0.0.0/30, rev 26
    local binding: tag: 209
    remote binding: tsr: 192.170.0.5:0, tag: 410
    remote binding: tsr: 192.170.0.2:0, tag: 110
  tib entry: 50.0.0.0/30, rev 28
    local binding: tag: 210
    remote binding: tsr: 192.170.0.5:0, tag: imp-null
    remote binding: tsr: 192.170.0.2:0, tag: 109
  tib entry: 60.0.0.0/30, rev 6
    local binding: tag: imp-null
    remote binding: tsr: 192.170.0.2:0, tag: 101
--More-- [ ]

```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Router P4:

Figura 37

P4 Show IP Route

```

P4#
P4#
P4#
P4#
P4#
P4#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

 50.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C    50.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/1
 70.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C    70.0.0.0 is directly connected, FastEthernet1/0
 20.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    20.0.0.0 [110/20] via 60.0.0.1, 00:36:12, FastEthernet0/0
 40.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    40.0.0.0 [110/11] via 50.0.0.1, 00:36:12, FastEthernet0/1
 10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    10.0.0.0 [110/12] via 50.0.0.1, 00:36:02, FastEthernet0/1
192.170.0.0/32 is subnetted, 6 subnets
O    192.170.0.2 [110/13] via 50.0.0.1, 00:36:04, FastEthernet0/1
O    192.170.0.3 [110/11] via 60.0.0.1, 00:36:14, FastEthernet0/0
O    192.170.0.1 [110/12] via 50.0.0.1, 00:36:14, FastEthernet0/1
O    192.170.0.6 [110/2] via 70.0.0.1, 00:36:14, FastEthernet1/0
O    192.170.0.4 [110/11] via 50.0.0.1, 00:36:14, FastEthernet0/1
C    192.170.0.5 is directly connected, Loopback0
O    192.168.1.0/24 [110/21] via 50.0.0.1, 00:36:14, FastEthernet0/1
O    192.168.2.0/24 [110/11] via 70.0.0.1, 00:36:15, FastEthernet1/0
 60.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C    60.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
 30.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    30.0.0.0 [110/20] via 50.0.0.1, 00:36:15, FastEthernet0/1
P4#
P4#
P4#
P4#
P4#

```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Figura 38

P4 Show IP Interface Brief, Show MPLS Interfaces Show MPLS LDP Neighbor

```

P4#
P4#
P4#
P4#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status  Protoc
ol
FastEthernet0/0          60.0.0.2        YES NVRAM  up      up
FastEthernet0/1          50.0.0.2        YES NVRAM  up      up
FastEthernet1/0          70.0.0.2        YES NVRAM  up      up
Loopback0                192.170.0.5     YES NVRAM  up      up

P4#show mpls interfaces
Interface                IP              Tunnel  Operational
FastEthernet0/0          Yes (ldp)       No      Yes
FastEthernet0/1          Yes (ldp)       No      Yes
FastEthernet1/0          Yes (ldp)       No      Yes

P4#show mpls ldp neighbor
  Peer LDP Ident: 192.170.0.4:0; Local LDP Ident 192.170.0.5:0
    TCP connection: 192.170.0.4.646 - 192.170.0.5.62400
    State: Oper; Msgs sent/rcvd: 35/34; Downstream
    Up time: 00:15:06
    LDP discovery sources:
      FastEthernet0/1, Src IP addr: 50.0.0.1
    Addresses bound to peer LDP Ident:
      30.0.0.2      192.170.0.4      50.0.0.1      40.0.0.2
  Peer LDP Ident: 192.170.0.6:0; Local LDP Ident 192.170.0.5:0
    TCP connection: 192.170.0.6.30555 - 192.170.0.5.646
    State: Oper; Msgs sent/rcvd: 35/35; Downstream
    Up time: 00:15:06
    LDP discovery sources:
      FastEthernet1/0, Src IP addr: 70.0.0.1
    Addresses bound to peer LDP Ident:
      192.168.2.1   192.170.0.6     70.0.0.1
  Peer LDP Ident: 192.170.0.3:0; Local LDP Ident 192.170.0.5:0
    TCP connection: 192.170.0.3.646 - 192.170.0.5.62732
    State: Oper; Msgs sent/rcvd: 34/35; Downstream
    Up time: 00:14:57
    LDP discovery sources:
      FastEthernet0/0, Src IP addr: 60.0.0.1
    Addresses bound to peer LDP Ident:
--More-- █

```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Figura 39

P4 Show MPLS Forwarding-Table, Show MPLS LDP Bindings

```

P4#how mpls forwarding-table
^
% Invalid input detected at '^' marker.

P4#show mpls forwarding-table
Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing  Next Hop
tag    tag or VC  or Tunnel Id    switched   interface
400    Pop tag    192.170.0.6/32  0          Fa1/0     70.0.0.1
401    Pop tag    192.170.0.4/32  0          Fa0/1     50.0.0.1
402    Pop tag    192.170.0.3/32  0          Fa0/0     60.0.0.1
403    302       192.170.0.2/32  0          Fa0/1     50.0.0.1
404    303       192.170.0.1/32  0          Fa0/1     50.0.0.1
405    Pop tag    192.168.2.0/24  0          Fa1/0     70.0.0.1
406    304       192.168.1.0/24  0          Fa0/1     50.0.0.1
407    305       10.0.0.0/30     0          Fa0/1     50.0.0.1
408    Pop tag    20.0.0.0/30    0          Fa0/0     60.0.0.1
409    Pop tag    30.0.0.0/30    0          Fa0/1     50.0.0.1
410    Pop tag    40.0.0.0/30    0          Fa0/1     50.0.0.1
P4#show mpls ldp bindings
  tib entry: 10.0.0.0/30, rev 24
    local binding: tag: 407
    remote binding: tsr: 192.170.0.6:0, tag: 506
    remote binding: tsr: 192.170.0.4:0, tag: 305
    remote binding: tsr: 192.170.0.3:0, tag: 202
  tib entry: 20.0.0.0/30, rev 26
    local binding: tag: 408
    remote binding: tsr: 192.170.0.6:0, tag: 508
    remote binding: tsr: 192.170.0.4:0, tag: 306
    remote binding: tsr: 192.170.0.3:0, tag: imp-null
  tib entry: 30.0.0.0/30, rev 28
    local binding: tag: 409
    remote binding: tsr: 192.170.0.6:0, tag: 507
    remote binding: tsr: 192.170.0.4:0, tag: imp-null
    remote binding: tsr: 192.170.0.3:0, tag: 201
  tib entry: 40.0.0.0/30, rev 30
    local binding: tag: 410
    remote binding: tsr: 192.170.0.6:0, tag: 509
    remote binding: tsr: 192.170.0.4:0, tag: imp-null
    remote binding: tsr: 192.170.0.3:0, tag: 209
  tib entry: 50.0.0.0/30, rev 5
    local binding: tag: imp-null
    remote binding: tsr: 192.170.0.6:0, tag: 510
--More-- [ ]

```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool | © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Router de borde CE2:

Figura 40

CE2 Show IP Route

```

CE2#
CE2#
CE2#
CE2#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

 50.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    50.0.0.0 [110/20] via 70.0.0.2, 00:37:20, FastEthernet0/1
 70.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C    70.0.0.0 is directly connected, FastEthernet0/1
 20.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    20.0.0.0 [110/30] via 70.0.0.2, 00:37:20, FastEthernet0/1
 40.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    40.0.0.0 [110/21] via 70.0.0.2, 00:37:20, FastEthernet0/1
 10.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    10.0.0.0 [110/22] via 70.0.0.2, 00:37:12, FastEthernet0/1
192.170.0.0/32 is subnetted, 6 subnets
O    192.170.0.2 [110/23] via 70.0.0.2, 00:37:12, FastEthernet0/1
O    192.170.0.3 [110/21] via 70.0.0.2, 00:37:22, FastEthernet0/1
O    192.170.0.1 [110/22] via 70.0.0.2, 00:37:22, FastEthernet0/1
C    192.170.0.6 is directly connected, Loopback0
O    192.170.0.4 [110/21] via 70.0.0.2, 00:37:22, FastEthernet0/1
O    192.170.0.5 [110/11] via 70.0.0.2, 00:37:22, FastEthernet0/1
O    192.168.1.0/24 [110/31] via 70.0.0.2, 00:37:23, FastEthernet0/1
C    192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
 60.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    60.0.0.0 [110/20] via 70.0.0.2, 00:37:23, FastEthernet0/1
 30.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
O    30.0.0.0 [110/30] via 70.0.0.2, 00:37:24, FastEthernet0/1
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#

```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Figura 41

CE2 Show IP Interface Brief, Show Mpls Interfaces Show MPLS LDP Neighbor

```

CE2#
CE2#
CE2#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status    Protoc
ol
FastEthernet0/0          192.168.2.1     YES NVRAM   up        up
FastEthernet0/1          70.0.0.1        YES NVRAM   up        up
Loopback0                192.170.0.6     YES NVRAM   up        up

CE2#show mpls interfaces
Interface                IP              Tunnel  Operational
FastEthernet0/0          Yes (ldp)       No      Yes
FastEthernet0/1          Yes (ldp)       No      Yes

CE2#show mpls ldp neighbor
Peer LDP Ident: 192.170.0.5:0; Local LDP Ident 192.170.0.6:0
TCP connection: 192.170.0.5.646 - 192.170.0.6.30555
State: Oper; Msgs sent/rcvd: 38/38; Downstream
Up time: 00:17:42
LDP discovery sources:
FastEthernet0/1, Src IP addr: 70.0.0.2
Addresses bound to peer LDP Ident:
60.0.0.2      192.170.0.5  50.0.0.2      70.0.0.2

CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#

```


Figura 42

CE2 Show MPLS Forwarding-Table, Show MPLS LDP Bindings

```

CE2#
CE2#
CE2#show mpls forwarding-table
Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing  Next Hop
tag    tag or VC  or Tunnel Id    switched  interface
500    Pop tag    192.170.0.5/32  0         Fa0/1     70.0.0.2
501    401        192.170.0.4/32  0         Fa0/1     70.0.0.2
502    402        192.170.0.3/32  0         Fa0/1     70.0.0.2
503    403        192.170.0.2/32  0         Fa0/1     70.0.0.2
504    404        192.170.0.1/32  0         Fa0/1     70.0.0.2
505    406        192.168.1.0/24  0         Fa0/1     70.0.0.2
506    407        10.0.0.0/30     0         Fa0/1     70.0.0.2
507    409        30.0.0.0/30     0         Fa0/1     70.0.0.2
508    408        20.0.0.0/30     0         Fa0/1     70.0.0.2
509    410        40.0.0.0/30     0         Fa0/1     70.0.0.2
510    Pop tag    50.0.0.0/30     0         Fa0/1     70.0.0.2
511    Pop tag    60.0.0.0/30     0         Fa0/1     70.0.0.2
CE2#
CE2#show mpls ldp bindings
  tib entry: 10.0.0.0/30, rev 20
    local binding: tag: 506
    remote binding: tsr: 192.170.0.5:0, tag: 407
  tib entry: 20.0.0.0/30, rev 24
    local binding: tag: 508
    remote binding: tsr: 192.170.0.5:0, tag: 408
  tib entry: 30.0.0.0/30, rev 22
    local binding: tag: 507
    remote binding: tsr: 192.170.0.5:0, tag: 409
  tib entry: 40.0.0.0/30, rev 26
    local binding: tag: 509
    remote binding: tsr: 192.170.0.5:0, tag: 410
  tib entry: 50.0.0.0/30, rev 28
    local binding: tag: 510
    remote binding: tsr: 192.170.0.5:0, tag: imp-null
  tib entry: 60.0.0.0/30, rev 30
    local binding: tag: 511
    remote binding: tsr: 192.170.0.5:0, tag: imp-null
  tib entry: 70.0.0.0/30, rev 4
    local binding: tag: imp-null
    remote binding: tsr: 192.170.0.5:0, tag: imp-null
  tib entry: 192.168.1.0/24, rev 18
    local binding: tag: 505
    remote binding: tsr: 192.170.0.5:0, tag: 406
--More-- █

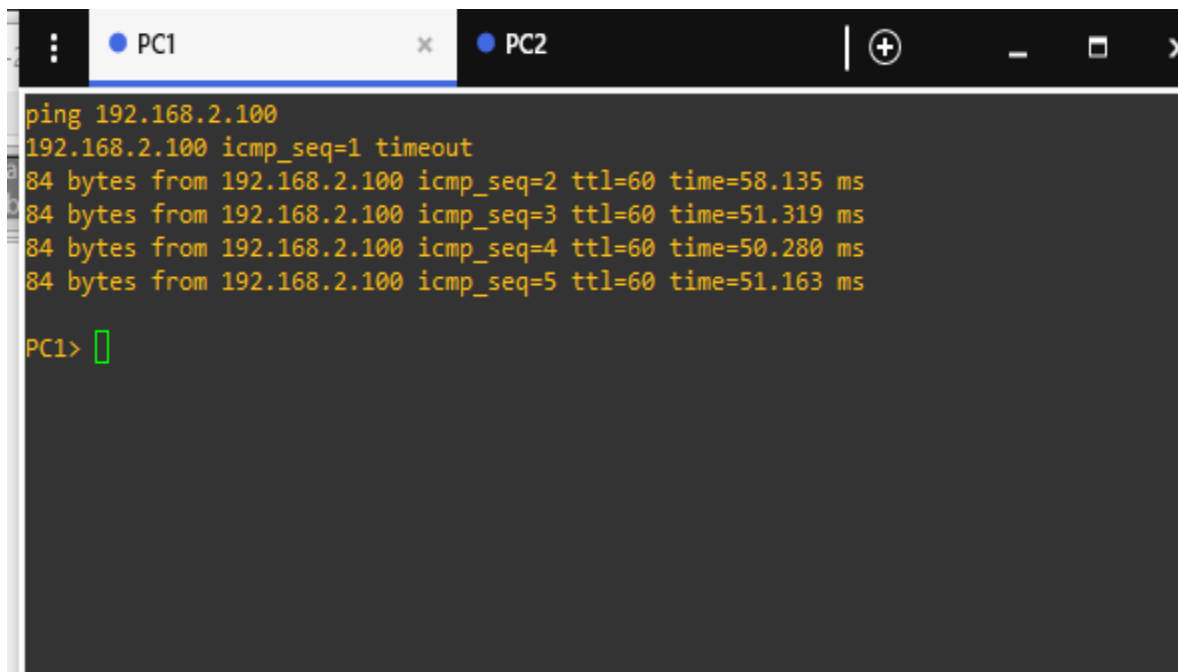
```

solarwinds  Solar-PuTTY *free tool* © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Ping de PC1 a PC2 y de PC2 a PC1:

Figura 43

Ping PC1 a PC2

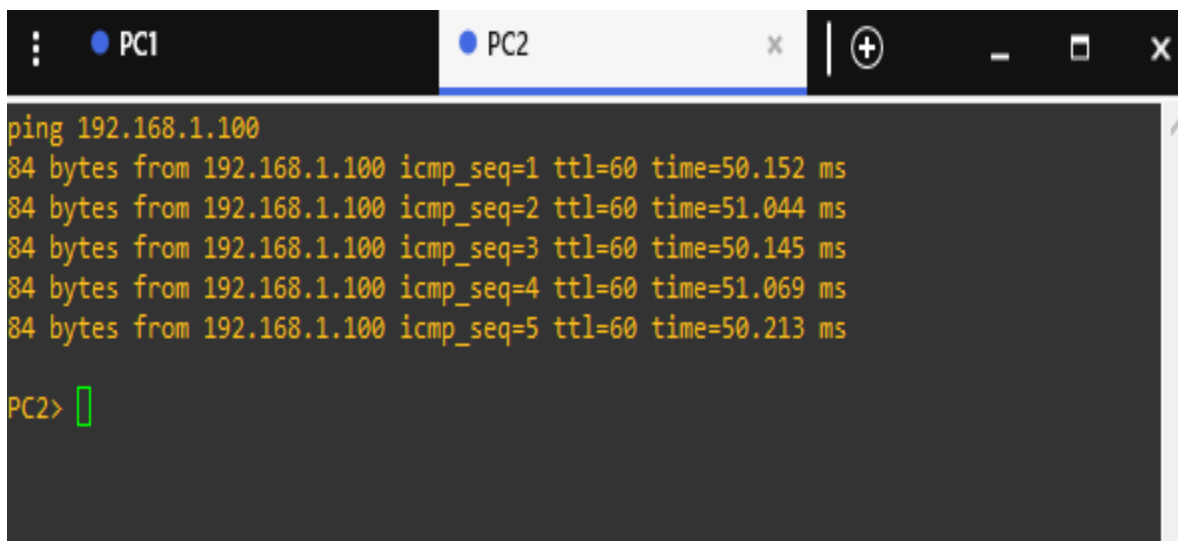


```
ping 192.168.2.100
192.168.2.100 icmp_seq=1 timeout
84 bytes from 192.168.2.100 icmp_seq=2 ttl=60 time=58.135 ms
84 bytes from 192.168.2.100 icmp_seq=3 ttl=60 time=51.319 ms
84 bytes from 192.168.2.100 icmp_seq=4 ttl=60 time=50.280 ms
84 bytes from 192.168.2.100 icmp_seq=5 ttl=60 time=51.163 ms

PC1> 
```

Figura 44

Ping PC2 a PC1



```
ping 192.168.1.100
84 bytes from 192.168.1.100 icmp_seq=1 ttl=60 time=50.152 ms
84 bytes from 192.168.1.100 icmp_seq=2 ttl=60 time=51.044 ms
84 bytes from 192.168.1.100 icmp_seq=3 ttl=60 time=50.145 ms
84 bytes from 192.168.1.100 icmp_seq=4 ttl=60 time=51.069 ms
84 bytes from 192.168.1.100 icmp_seq=5 ttl=60 time=50.213 ms

PC2> 
```

Figura 45

Ping PC1 a PC2 Etiquetas MPLS con Wireshark en GSN3

The screenshot displays the Wireshark interface with the following details:

- Packet List:** Shows 14 ICMP packets (No. 152-164) alternating between requests and replies between source 192.168.1.100 and destination 192.168.2.100. Each packet is 102 bytes long.
- Packet Details:**
 - Frame 1: 102 bytes on wire (816 bits), 102 bytes captured (816 bits) on interface.
 - Ethernet II, Src: ca:05:71:a4:00:06 (ca:05:71:a4:00:06), Dst: ca:05:71:a4:00:06 (ca:05:71:a4:00:06).
 - MultiProtocol Label Switching Header, Label: 302, Exp: 0, S: 1,
 - 0000 0000 0001 0010 1110 = MPLS Label: 302 (0x0000000100101110)
 - = MPLS Experimental Bit
 -1..... = MPLS Bottom Of Label Stack
 -0011 1110 = MPLS TTL: 62
 - Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.2.100, Dst: 192.168.1.100
 - Internet Control Message Protocol
- Packet Bytes:** Hex dump showing the raw data of the selected packet, including the MPLS header and IP/ICMP fields.
- Status Bar:** Internet Control Message Protocol: Protocol | Paquetes: 164 · Mostrado: 99 (60.4%) | Perfil: Default

Captura de Configuraciones para las Interfaces Qos del MPLS

Las capturas de las configuraciones se verificaron con los comandos show en el mismo orden en que se mencionaron anteriormente.

Capturas de la Configuración

Se carga el Qos principalmente para dejar el registro en los router de borde CE1 y CE2, sin embargo, en la vida real afecta a todos los equipos.

Router de borde CE1:

Figura 46

Show Class-Map CE1



```
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#show class-map
  Class Map match-all VOIP (id 1)
    Match ip precedence 5
    Match protocol rtp

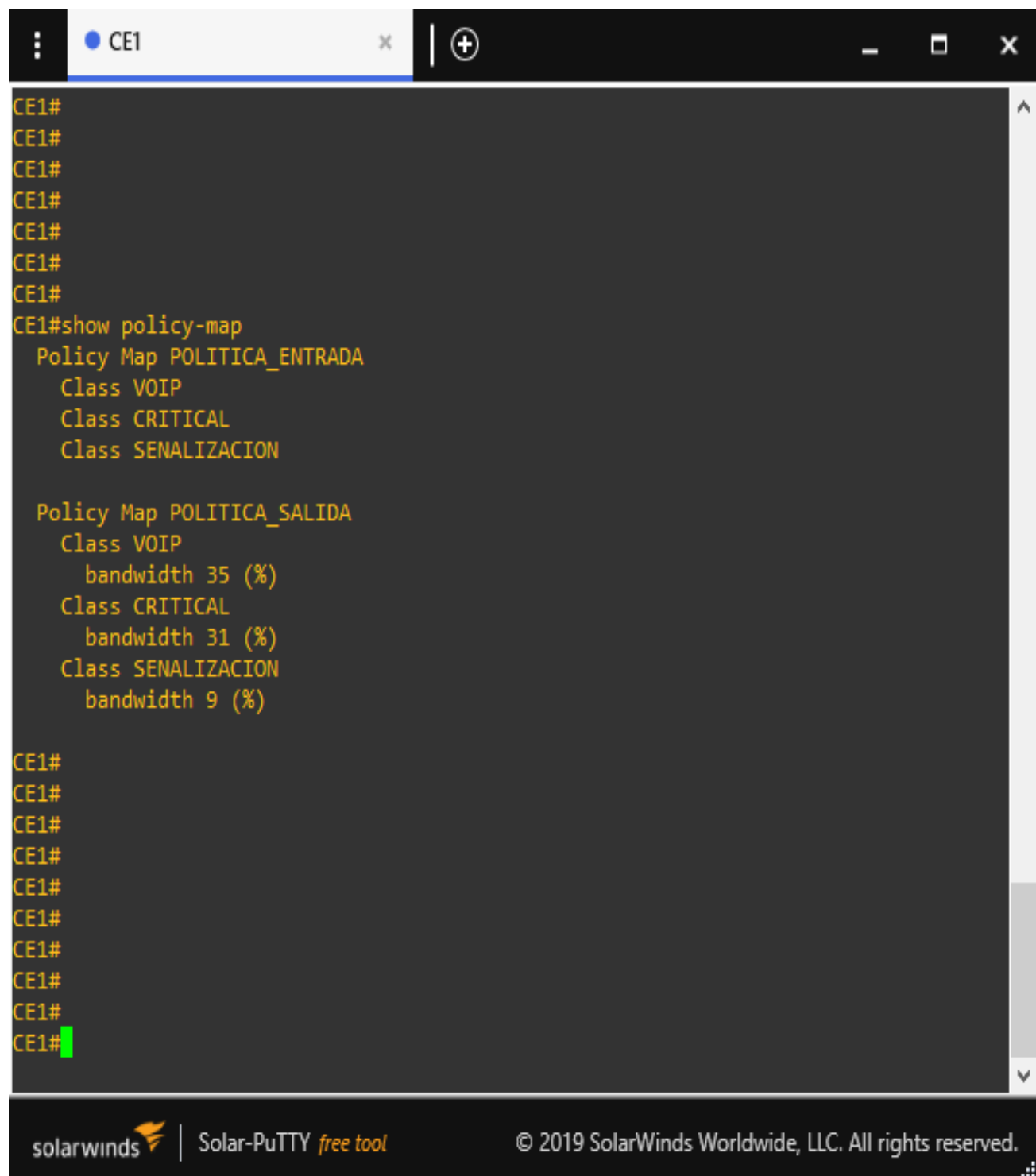
  Class Map match-all CRITICAL (id 2)
    Match ip precedence 4
    Match protocol http

  Class Map match-all SENALIZACION (id 3)
    Match ip precedence 3
    Match protocol sip

  Class Map match-any class-default (id 0)
    Match any

CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Figura 47*Show Policy-Map CE1*

```
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#show policy-map
  Policy Map POLITICA_ENTRADA
    Class VOIP
    Class CRITICAL
    Class SENALIZACION

  Policy Map POLITICA_SALIDA
    Class VOIP
      bandwidth 35 (%)
    Class CRITICAL
      bandwidth 31 (%)
    Class SENALIZACION
      bandwidth 9 (%)

CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
CE1#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Figura 48*Show Running-Config CE1*

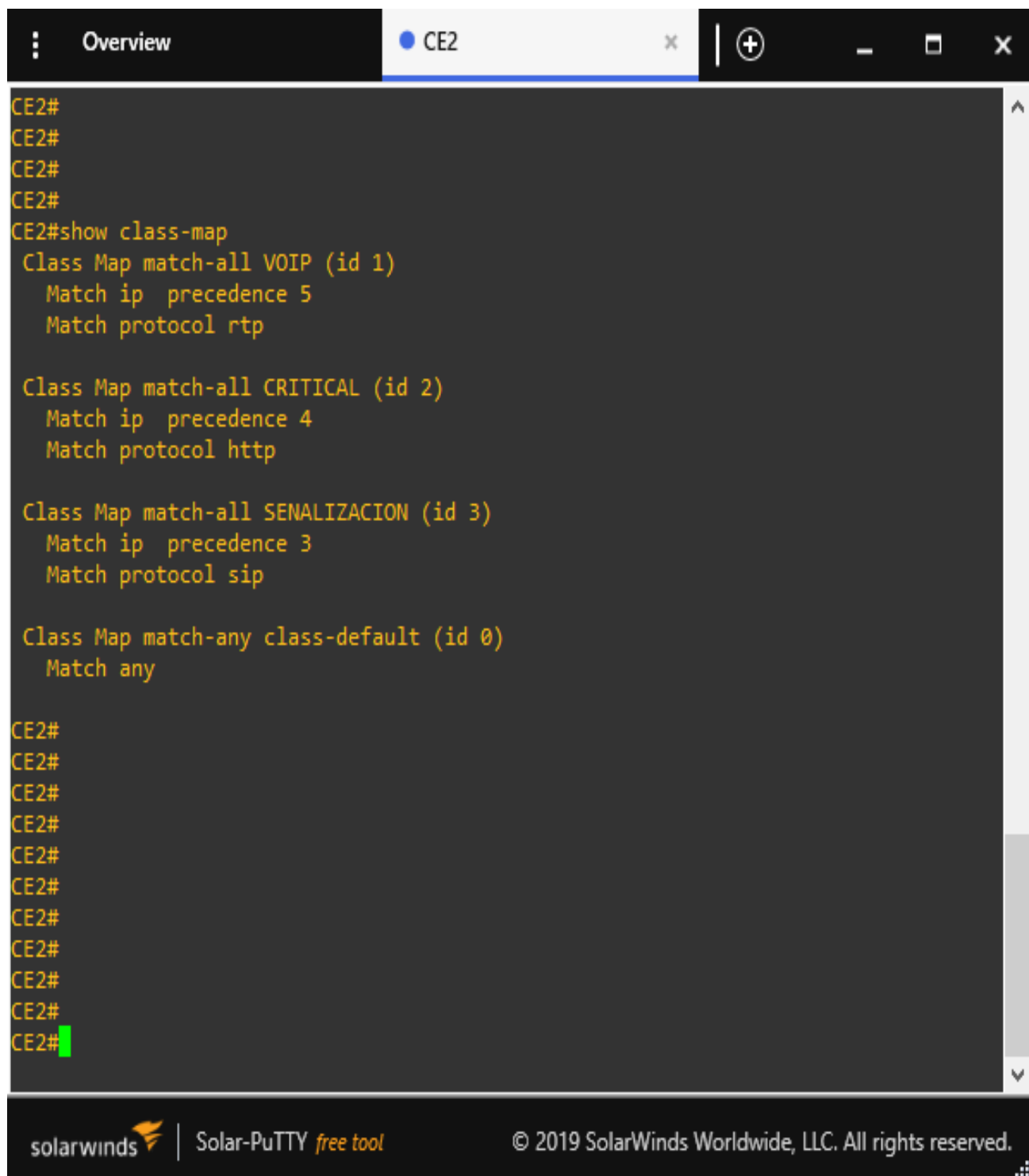
```
class VOIP
class CRITICAL
class SENALIZACION
policy-map POLITICA_SALIDA
class VOIP
    bandwidth percent 35
class CRITICAL
    bandwidth percent 31
class SENALIZACION
    bandwidth percent 9
!
!
!
!
!
!
interface Loopback0
ip address 192.170.0.1 255.255.255.255
!
interface FastEthernet0/0
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
mpls ip
service-policy output POLITICA_ENTRADA
!
interface FastEthernet0/1
bandwidth 1024
ip address 40.0.0.1 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
mpls ip
```

solarwinds | Solar-PuTTY *free tool* © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Router de borde CE2:

Figura 49

Show Class-Map CE2,



```
Overview | CE2 x | + - □ x
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#show class-map
Class Map match-all VOIP (id 1)
  Match ip precedence 5
  Match protocol rtp

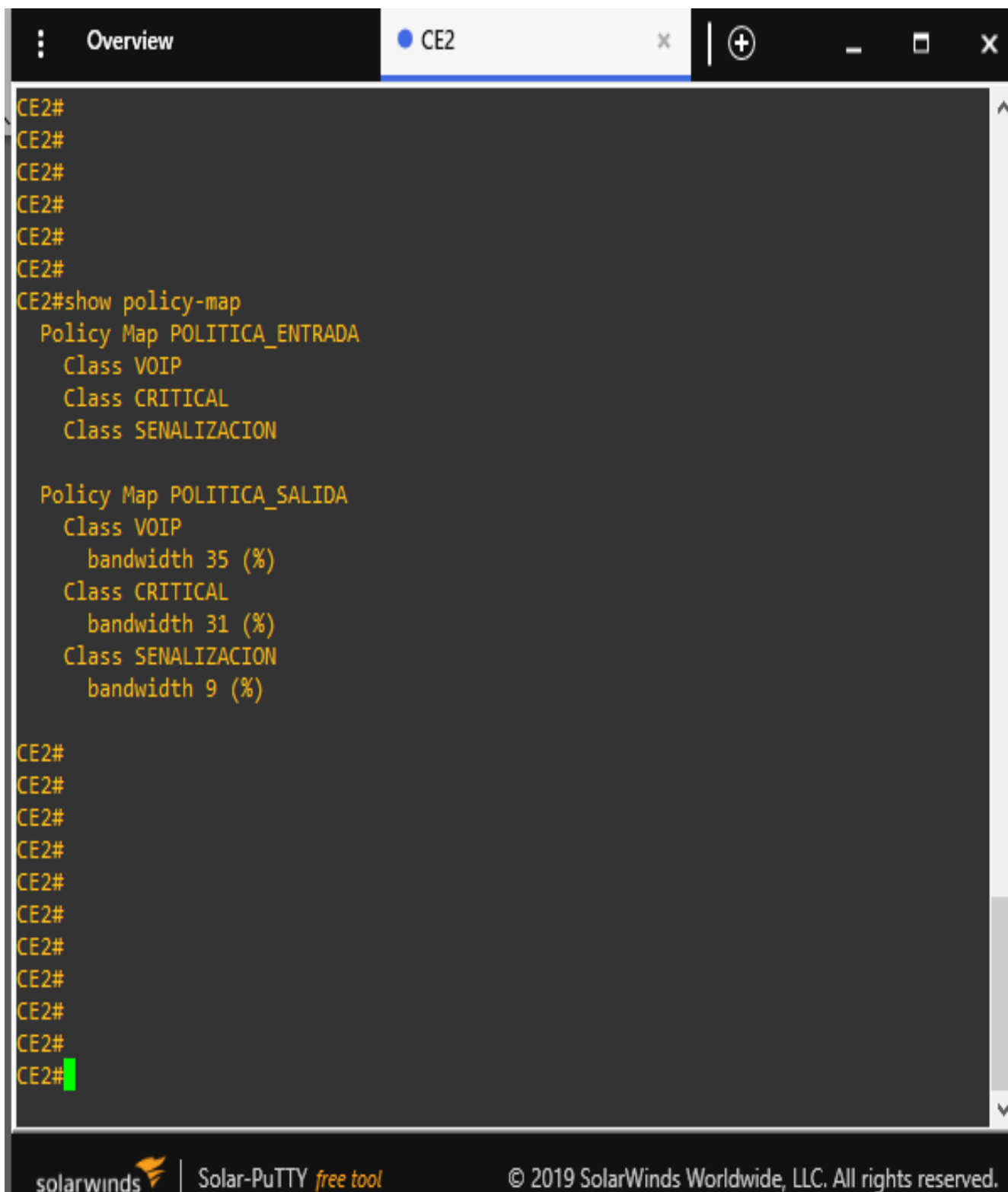
Class Map match-all CRITICAL (id 2)
  Match ip precedence 4
  Match protocol http

Class Map match-all SENALIZACION (id 3)
  Match ip precedence 3
  Match protocol sip

Class Map match-any class-default (id 0)
  Match any

CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool | © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Figura 50*Show Policy-Map CE2*

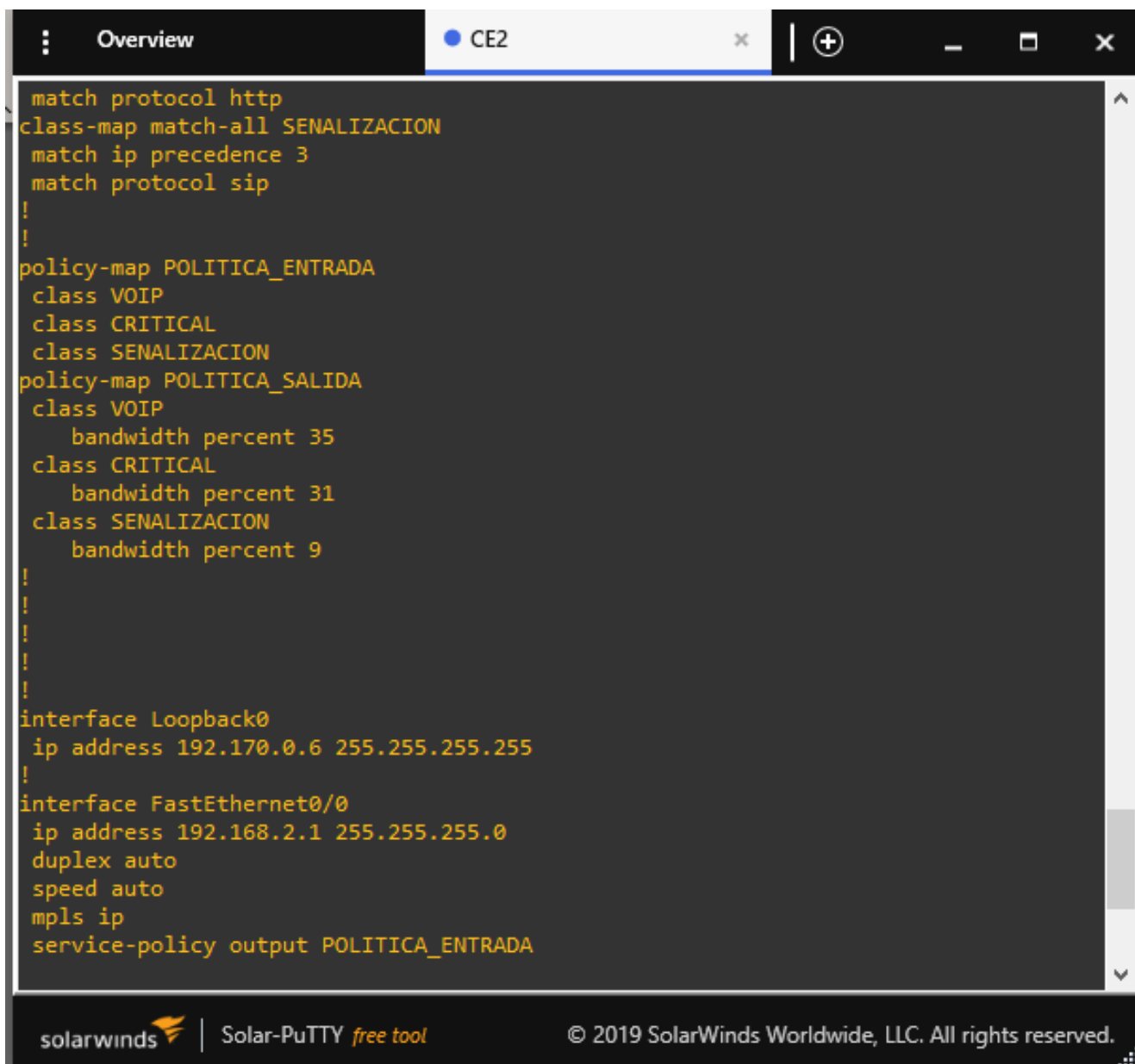
```
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#show policy-map
  Policy Map POLITICA_ENTRADA
    Class VOIP
    Class CRITICAL
    Class SENALIZACION

  Policy Map POLITICA_SALIDA
    Class VOIP
      bandwidth 35 (%)
    Class CRITICAL
      bandwidth 31 (%)
    Class SENALIZACION
      bandwidth 9 (%)

CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
CE2#
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool | © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Figura 51

Show Running-Config CE2

```
match protocol http
class-map match-all SENALIZACION
  match ip precedence 3
  match protocol sip
!
!
policy-map POLITICA_ENTRADA
  class VOIP
  class CRITICAL
  class SENALIZACION
policy-map POLITICA_SALIDA
  class VOIP
    bandwidth percent 35
  class CRITICAL
    bandwidth percent 31
  class SENALIZACION
    bandwidth percent 9
!
!
!
!
!
interface Loopback0
  ip address 192.170.0.6 255.255.255.255
!
interface FastEthernet0/0
  ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
  duplex auto
  speed auto
  mpls ip
  service-policy output POLITICA_ENTRADA
```

solarwinds | Solar-PuTTY free tool © 2019 SolarWinds Worldwide, LLC. All rights reserved.

Operar la Implementación

Plan de Mejoras

A corto (Menor a un año) y mediano plazo (No menor a un año y no mayor a 5 años)

Las mejoras planteadas para este proyecto en un entorno real se podrían dar en los siguientes factores.

Corto Plazo

En este espacio las mejoras serian concretamente en recursos físicos en la red interna de las sucursales interconectadas, tales como:

1. Migración de las conexiones físicas de UTP convencional a Fibra.
2. Ubicación y cambio de conectores de red de recursos de UTP a conectores de alta calidad para velocidades en Fibra Óptica.

Objetivo a Corto Plazo

Mejorar la conectividad de la red mediante la migración a nuevas tecnologías físicas de comunicación, mediante recursos actuales ofrecidos en el mercado.

Tiempo de Ejecución: no mayor a un año

Responsables: Área de Tecnología encabezado por ingeniero en Redes de nueva NGN, director técnico o afines y de más personas que considere el líder del área.

Recursos

1. Cableado de alta velocidad, Fibra Óptica acta para Multimodo y Monomodo.
2. Conectores de Fibra Óptica según se requiera. Tales como FC, FDDI, LC, MT, SC, SC-Dúplex, ST, BFOC.

Seguimiento

Seguimiento Semanal

Entidades Normalizadoras

(definen procesos técnicos de uso de las herramientas tecnológicas de las Redes de fibra Óptica legales):

Se seguirán las instrucciones dadas por las principales entidades normalizadoras conocidas en Colombia, tales como:

1. Ansi: american national standards institutt.
2. Eia: electronics industry association.
3. Tia: telecommunications insdustry assocation.
4. Iso: international standads organization.
5. Iec: international electrotechnical commission.
6. Ieee: instituto de ingenieros eléctricos y electrónica

Características Principales de la Fibra Optica Normalizada

1. ITU-T G652 fibra monomodo standard.
2. Longitud de onda corte 1,18 a 1,27 nm.
3. Diámetro del campo modal 9,3 (8 a 10) μm /tolerancia 10%).
4. Diámetro del revestimiento 125 μm (tolerancia 3 μ).
5. Recubrimiento de la silicona coating 245 μm .
6. Acrilato curado con UV (tolerancia 10 μm).
7. Error de circularidad del revestimiento 2%.
8. Error de concentricidad del campo modal 1 μm .
9. Atenuación de 0,4 a 1dB/Km en 1300 nm.
10. Atenuación de 0,25 a 0,5 dB/Km en 1550 nm.

Financiación: Valor dado por las directivas empresariales los cuales podrían variar desde el valor mínimo comercial x metro de \$ 34.999 pesos colombianos valor regulado por leyes colombianas, hasta las marcas de más reconocimiento que varían entre los \$ 99.999 pesos colombianos hasta precios superiores a los 200.000 pesos colombianos. En cuanto a los precios de los conectores varían entre los 140.000 Pesos hasta conectores que superar los 500 dólares estadounidenses.

Un valor tentativo para una red local no superior a un tamaño de bodega normal en Colombia (Requerimiento entre 80 a 100 metros. Rondaría entre \$ 18.000.000 millones de pesos colombianos hasta los \$ 25.000.000 millones de pesos colombianos.

Todo Valor indicado puede cambiar dado el precio del dólar y los datos tomados se toman de la experiencia técnica dentro de las instalaciones de una entidad regulada y activa en Colombia como American Logistics de Colombia, donde con anterioridad se dio paso a un proceso semejante.

Mediano Plazo

En este espacio se continuarán las mejoras en la calidad, seguridad y acceso a la información de la red, pensando en un futuro poder homologar y evaluar la red entera para la acreditación de la ISO/IEC 27001 – La cual promueve las buenas prácticas y acredita la protección y seguridad de la información informática en las redes nacionales e internacionales.

1. Adecuación de recursos de administración, tales como equipos de filtros de contenido o administración de directorios activos.
2. Adquisición o construcción de sistemas de gestión de información por parte de terceros o empresas acreditadas en el área.
3. Valoración de los Sistemas.

Objetivo a Corto Plazo

Actualizar las tecnologías de administración de la red con el fin de vincular a la sucursal más certificaciones con respecto a la seguridad de la información informática, más en concreto concebir la certificación en la ya conocida ISO/IEC 27001, la cual hace referencia a la Seguridad informática.

Tiempo de Ejecución

Mayor aun año y no superior a cinco años.

Responsables

Área de Tecnología encabezado por ingeniero en Redes de nueva NGN, director técnico o afines y de más personas que considere el líder del área.

Recursos

1. servidores Homologados por leyes colombianas para el manejo seguro de información y administración de redes.
2. Firewall de administración propia o de un tercero que supla la barrera más importante entre la protección local contra la navegación en la red global empresarial.
3. Adquisición de un equipo de trabajo capacitado y certificado en el manejo de redes y tecnologías de NGN donde compartan experiencias a fin de mantener una red estable y segura.

Seguimiento

El seguimiento deberá ser en términos de servidores y firewall cada 6 meses o antes si así se requiere en cuestión de funcionamiento y cada 1 año o antes si así se requiere, en cuestión de mantenimiento físico. Y sin olvidar la importancia de verificación diaria mediante personal o

software diario que verifique que este en trabajando en óptimas condiciones a nivel de aplicaciones.

En cuanto al seguimiento del equipo de trabajo este deberá cumplir con los requisitos mínimos dados por el Liber del área y estos deberán ser comprobados por la parte de Gestión humana antes de la contratación donde certifiquen un tiempo de experiencia mayor a la de un año certificada en dicha área.

Financiación: Valor dado por las directivas empresariales los cuales podrían variar en cuanto a equipos desde los \$ 40.000 dólares estadounidenses hasta (no existe tope a valor técnico), y en cuanto a personal este deberá oscilar entre el salario mínimo hasta el considerado por la gerencia por cada integrante del grupo de trabajo teniendo en cuenta asignación salarial por estudios y experiencia, este punto es netamente dirigido a la parte de gestión de personal de la compañía.

Plan de Mantenimiento

Este plan de mantenimiento será dado en cuestiones básicas de verificación, las cuales en un ambiente real podría variar dado los requerimientos propios de la red física o un tráfico intenso en un ambiente de trabajo.

Definición de términos:

1. Actividades: Estas detallan la tarea a realizar.
2. Frecuencia: Detallan el tiempo o intervalo de tiempo que debe pasar para cada verificación. De 1 a 12 – número indica del 1 a 2 en días y de 3 en adelante meses.
3. Fecha: Indica el día o momento en que se realizó la última verificación.
4. Novedades: indica comentarios donde debe indicarse si este operativo con fallas o tiene alguna novedad.

5. Operativo: Indica concretamente si está el servicio en línea o no.
6. Responsable: indica nombre de la persona quien se encargó de la revisión.
7. Responsable: Nombre del técnico que realizó la inspección.

Lista de Actividades

Actividades Diarias Frecuencia 1

Verificación del equipo router 1

Verificación del equipo router 2

Verificación del equipo router 3

Verificación del equipo router 4

Verificación del equipo router 5

Verificación del equipo router 6

velocidad de conexión punto 1

velocidad de conexión punto 2

velocidad de conexión punto 3

velocidad de conexión punto 4

velocidad de conexión punto 5

velocidad de conexión punto 6

Actividades Mensuales Frecuencia 6 Semestral

Revisar funcionalidad y programación de las tablas de datos del router 1

Revisar funcionalidad y programación de las tablas de datos del router 2

Revisar funcionalidad y programación de las tablas de datos del router 3

Revisar funcionalidad y programación de las tablas de datos del router 4

Revisar funcionalidad y programación de las tablas de datos del router 5

Revisar funcionalidad y programación de las tablas de datos del router 6

Revisar funcionalidad Servidor 1

Revisar funcionalidad del firewall

Actividades Anuales Frecuencia 12 Anual

Mantenimiento Físico Router 1

Mantenimiento Físico Router 2

Mantenimiento Físico Router 3

Mantenimiento Físico Router 4

Mantenimiento Físico Router 5

Mantenimiento Físico Router 6

Mantenimiento Físico de Red punto 1

Mantenimiento Físico de Red punto 2

Mantenimiento Físico de Red punto 3

Mantenimiento Físico de Red punto 4

Mantenimiento Físico de Red punto 5

Mantenimiento Físico de Red punto 6

Mantenimiento Físico de Servidor 1

Mantenimiento Físico de Servidor 2

Mantenimiento Físico de Servidor 3

Mantenimiento Físico de Servidor 4

Mantenimiento Físico de Servidor 5

Mantenimiento Físico de Servidor 6

Mantenimiento Físico de Firewall

Ejemplo del chequeo a realizar (puede variar según necesidades de la red)

Tabla de Mantenimiento:

Tabla 4

Plan de Mantenimiento 2024 Red de MPLS

Plan de Mantenimiento 2024 Red de MPLS					
Actividades diarias	Frecuencia	Fecha	Novedades	Operativo	Responsable
	a	a			
Verificación del equipo router	1	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
1					
Verificación del equipo router	1	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
2					
Verificación del equipo router	1	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
3					
Verificación del equipo router	1	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
4					
Verificación del equipo router	1	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
5					
Verificación del equipo router	1	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
6					
Velocidad de conexión punto	1	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
1					
Velocidad de conexión punto	1	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
2					

Velocidad de conexión punto 3	1	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Velocidad de conexión punto 4	1	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Velocidad de conexión punto 5	1	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Velocidad de conexión punto 6	1	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Actividades mensuales	Frecuenci a	Fech a	Novedades	Operativ o	Responsable
Revisar funcionalidad y programación de las tablas de datos del router 1	6	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Revisar funcionalidad y programación de las tablas de datos del router 2	6	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Revisar funcionalidad y programación de las tablas de datos del router 3	6	Xx	Problemas en la conexión de tabla de retorno, se reprograma	Ok	Pablo Bautista

Revisar funcionalidad y programación de las tablas de datos del router 4	6	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Revisar funcionalidad y programación de las tablas de datos del router 5	6	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Revisar funcionalidad y programación de las tablas de datos del router 6	6	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Revisar funcionalidad servidor 1	6	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Revisar funcionalidad del firewall	6	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Actividades anuales	Frecuencia	Fecha	Novedades	Operativo	Responsable
Mantenimiento físico router 1	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Mantenimiento físico router 2	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Mantenimiento físico router 3	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista

Mantenimiento físico router 4	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Mantenimiento físico router 5	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Mantenimiento físico router 6	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Mantenimiento físico de red punto 1	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Mantenimiento físico de red punto 2	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Mantenimiento físico de red punto 3	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Mantenimiento físico de red punto 4	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Mantenimiento físico de red punto 5	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Mantenimiento físico de red punto 6	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Mantenimiento físico de servidor 1	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Mantenimiento físico de servidor 2	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista

Mantenimiento físico de servidor 3	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Mantenimiento físico de servidor 4	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Mantenimiento físico de servidor 5	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Mantenimiento físico de servidor 6	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista
Mantenimiento físico de firewall	12	Xx	Sin novedades	Ok	Pablo Bautista

Conclusiones

A lo largo de este proyecto, he logrado consolidar una comprensión sólida de los fundamentos necesarios para abordar la optimización de la infraestructura de telecomunicaciones. Esta investigación ha subrayado la importancia de contar con una infraestructura tecnológica robusta para impulsar el desarrollo económico y social de ciudades clave en Colombia, como Bogotá, Medellín, Cali y Cartagena.

El análisis detallado realizado ha proporcionado una visión más clara sobre cómo planificar y ejecutar proyectos destinados a mejorar la conectividad en estas regiones. Este proceso ha revelado la necesidad de una evaluación minuciosa de los requerimientos técnicos y socioeconómicos específicos de cada ciudad, lo que permitirá diseñar soluciones adecuadas y sostenibles para enfrentar los desafíos actuales.

La experiencia obtenida durante la ejecución del proyecto ha sido enriquecedora y me ha motivado a explorar nuevas áreas de investigación que se alineen con mis intereses profesionales. Este proyecto ha demostrado la relevancia de adoptar un enfoque sistemático y bien estructurado para asegurar la efectividad y la calidad de las soluciones implementadas.

Las simulaciones realizadas han mostrado claramente los beneficios de integrar tecnologías avanzadas en la red de telecomunicaciones. La mejora en la conectividad y la eficiencia de la red subraya la importancia de innovar y actualizar las infraestructuras para mantener una alta calidad de servicio.

Además, he aprendido que la planificación a largo plazo y la definición de objetivos claros son esenciales para alcanzar el éxito en proyectos de infraestructura tecnológica. Establecer planes detallados y realizar revisiones periódicas facilita la obtención de información precisa y asegura una implementación efectiva.

El conocimiento adquirido sobre los requisitos necesarios para redes interprovinciales y los costos actuales de los materiales, como los ofrecidos por proveedores destacados, es fundamental para la correcta planificación y ejecución de futuros proyectos. Asimismo, la comprensión de las leyes y normativas colombianas en el ámbito tecnológico garantiza que las soluciones propuestas cumplan con los estándares legales y regulatorios.

En resumen, este proyecto ha brindado una visión integral sobre cómo optimizar la infraestructura de telecomunicaciones y ha destacado la importancia de adoptar tecnologías avanzadas para mejorar la conectividad en las ciudades colombianas. La experiencia adquirida y los conocimientos obtenidos servirán como base para futuros desarrollos y como guía para enfrentar los retos en el campo de las telecomunicaciones.

Recomendaciones

Se recomienda mantenerse al tanto de los avances tecnológicos para adaptar y mejorar constantemente las redes existentes. La tecnología de redes avanza rápidamente, y es fundamental integrar nuevas soluciones y técnicas que optimicen el rendimiento y la eficiencia de las infraestructuras actuales. Para lograr esto, es importante estar informado sobre las últimas innovaciones y tendencias en el campo.

Es crucial promover programas educativos e informativos para familiarizar a las comunidades con los beneficios y la relevancia de las tecnologías de red avanzadas. Estos programas ayudan a que tanto usuarios como profesionales comprendan y aprovechen al máximo las innovaciones, facilitando una adopción más efectiva y consciente de las nuevas tecnologías.

Establecer estrategias a largo plazo para la implementación de redes NGN (Next Generation Networks) también es esencial. Estas estrategias deben considerar una mejora gradual y sostenida de la infraestructura, con una planificación cuidadosa de actualizaciones y expansiones para mantener la red al día con los avances tecnológicos y las necesidades emergentes.

La realización de evaluaciones periódicas es otra recomendación clave. Estas evaluaciones permiten medir el impacto de la implementación de nuevas tecnologías en la eficiencia y seguridad de las redes. Utilizando métricas y herramientas de análisis, se pueden identificar áreas de mejora y ajustar las estrategias para optimizar continuamente el desempeño de la red.

Es igualmente importante educar sobre la importancia de los Servicios Diferenciados (DiffServ) y la Calidad de Servicio (QoS). Estos conceptos son fundamentales para optimizar el

rendimiento de las redes y mejorar la experiencia del usuario, ya que permiten una adecuada gestión del tráfico y priorización de los servicios críticos.

La utilización de entornos controlados y simulaciones para probar nuevas tecnologías antes de su implementación total es una práctica recomendada. Estos entornos permiten garantizar la funcionalidad, seguridad y compatibilidad de las tecnologías con la infraestructura existente, minimizando riesgos y problemas durante el despliegue.

Finalmente, fomentar la colaboración entre los sectores público y privado puede acelerar la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías de red. Compartir conocimientos y recursos entre diferentes actores impulsa la innovación y mejora las soluciones disponibles. Asimismo, implementar protocolos de seguridad robustos y seguir prácticas recomendadas es esencial para proteger las redes contra amenazas y vulnerabilidades, asegurando la integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información y los servicios.

Referencias Bibliograficas

- Ackerman, S. E., & Com, S. L. (2013). *Metodología de la investigación* (pp. 31-44). Ediciones del Aula Taller. Recuperado de <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/76246?page=31>
- Arango, P., Portilla, A. L., & Cuéllar, C. J. (2013). Procedimiento para implementar QoS en la capa de acceso en redes de próxima generación enfocado en el servicio de voz. *Sistemas & Telemática*, 11(25), 85-104. Recuperado de <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.E1C2EB6C&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Baena, G. M. E. (2014). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Patria. Recuperado de <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/40362>
- Barba Martí, & Pallejà Muñoz. (2013). *Calidad de servicio (QoS) basándonos en redes de nueva generación*. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.1B22222E&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Becerra Ortiz, J. A. (2016). La relación de responsabilidad entre el Estado y los proveedores de servicios de telecomunicaciones. *Prolegómenos. Derechos y Valores*, 19(37), 57-66. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87643555004>
- Bermúdez Sarguera, C. R., & Rodríguez Rebutillo, C. M. (2017). Estructura del problema de investigación, contradicciones inherentes y exigencias metodológicas para su formulación. *Pedagogía Universitaria*, 22(2), 1-18. Recuperado de <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=zbh&AN=136486359&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Borda Pérez, M. (2013). El proceso de investigación: visión general de su desarrollo.

Universidad del Norte. Recuperado de <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/69882>

Castilla Ibeas, S. (2017). *Planificación y diseño de redes ópticas WDM*. Recuperado de <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.7B5631FA&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Comisión de Regulación de Comunicaciones. (abril, 2019). *Simplificación del marco regulatorio para la restricción de equipos terminales hurtados*. Recuperado de <https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/Dto%20Problema%20Simplificaci%C3%B3n%20del%20marco%20regulatorio%20para%20la%20restricci%C3%B3n%20de%20equipos%20terminales%20hurtados.pdf>

Comisión de Regulación de Comunicaciones. (abril, 2020). *Documento de Consulta Observatorio de Inversión en Telecomunicaciones de la CRC*. Recuperado de <https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/200428%20Dto%20observatorio%20de%20inversi%C3%B3n.pdf>

Comisión de Regulación de Comunicaciones. (marzo, 2023). *Análisis del servicio de acceso a internet en la isla de San Andrés*. Recuperado de [https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/2023/Analisis%20del%20servicio%20de%20acceso%20a%20Internet%20en%20la%20isla%20de%20San%20Andres%20\(2\).pdf](https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/2023/Analisis%20del%20servicio%20de%20acceso%20a%20Internet%20en%20la%20isla%20de%20San%20Andres%20(2).pdf)

Comisión de Regulación de Comunicaciones. (2023).

Proyectos tecnológicos rurales. Recuperado de <https://www.crcom.gov.co/es/pagina/proyectos>

- Córdoba, M. (2011). *Formulación y evaluación de proyectos. Ciclo de vida de los proyectos* (pp. 8-16). Recuperado de <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/69169?page=23>
- De Oliveira, S. (2004). *Una propuesta de arquitectura MPLS/DiffServ para proveer mecanismos de calidad de servicio (QoS) en el transporte de la telefonía IP*. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsdnp&AN=edsdnp.2701TES&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Documento Amarillo Centro de Conocimiento del Negocio. (2007). *Estudio Integral de Redes de Nueva Generación y Convergencia*. Recuperado de https://www.crcom.gov.co/recursos_user/Actividades%20Regulatorias/regulacion_redes/NGN-EstudioIntegral_DA.pdf
- Dromi, R. (2014). *Telecomunicaciones: interconexión y convergencia*. Recuperado de <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/43512>
- Editorial. (2017). Acceso a las TIC en Colombia y su contexto global. *Ingeniería y Desarrollo*, 35(1), vii-x. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85248898001>
- Evans, J., & Filsfils, C. (2007). *Deploying IP and MPLS QoS for multiservice networks: Theory and practice*. Recuperado de https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=196159&lang=es&site=eds-live&scope=site&ebv=EB&ppid=pp_87
- Facultad de Ingeniería UNAM. (sin fecha). *Redes móviles de tercera generación*. Recuperado de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/904/A7.pdf?sequence=7>

- Flores-Ruiz, E., Miranda-Novales, M. G., & Villasís-Keever, M. Á. (2017). El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. *Estadística inferencial*. Revista Alergia De México, 64(3). Recuperado de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co:2051/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=125899428&lang=es&site=eds-live>
- Hernández, H. A. (2018). *Metodología de la investigación*. Recuperado de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/18130>
- Ibarra Prado, M. M., & Orozco García, L. M. (2010). *Definición de criterios técnicos para la interconexión de redes NGN en el nivel de transporte*. Recuperado de <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/1940/definici%C3%93n%20de%20criterios%20t%C3%89cnicos%20para%20la%20interconexi%C3%93n%20de%20redes%20NGN>
- ITEL. (2007). *Redes de próxima generación*. Recuperado de http://www.oas.org/en/citel/infocitel/2007/diciembre/ngn_e.asp
- Rojas Méndez, H. E., & Urgirles Peralta, F. P. (2011). *Estudio y diseño para la ampliación de la red NGN de la corporación nacional de telecomunicaciones en la parroquia Borrero del cantón Azogues, provincia del Cañar*. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1084/14/UPS-CT002155.pdf>

Apéndices

Apéndice A

Para Conocer Más del Proyecto Visite

PARA CONOCER MÁS DEL PROYECTO, VISITE:

Historico de videos, con explicaciones al detalle de cada parte de la propuesta del proyecto:

Fase 1 - Proyecto de grado

Tema: Sustentación del diseño de solución al proyecto

Vínculo: <https://www.youtube.com/watch?v=744ZZBmZRWM&t=484s>

Fase 2 - Proyecto de grado

Tema: Sustentación del diseño de solución al proyecto P2

Vínculo: <https://www.youtube.com/watch?v=q2Aw5nZ8EFU>

Fase 3 - Gestión de QoS en redes NGN

Tema: Gestiona la QoS en redes NGN y sustenta su aplicación

Vínculo: <https://www.youtube.com/watch?v=G3uHUOfPhJ4>

Caso de Éxito - American Logistic

Vínculo: <https://www.youtube.com/watch?v=v00TKRaI9Eg>