



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**SISTEMA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**TEMA:**

**Diseño y Simulación de una red Virtual para la conexión  
entre las Instituciones Educativas Fiscales del Distrito  
Educativo 7**

**AUTOR:**

**CRISTOPHER JAIRO DUMET NUÑEZ**

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de  
Magister en Telecomunicaciones

**TUTOR:**

**MSC. MANUEL ROMERO PAZ**

**Guayaquil, 17 de julio de 2020**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Ing. **Cristopher Jairo Dumet Nuñez**, como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de **MAGÍSTER EN TELECOMUNICACIONES**.

TUTOR

---

MSC. MANUEL ROMERO PAZ

DIRECTOR DEL PROGRAMA

---

MSC. MANUEL ROMERO PAZ

Guayaquil, 17 de julio de 2020



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Cristopher Jairo Dumet Nuñez**

**DECLARO QUE:**

La Tesis “**Diseño y Simulación de una red Virtual para la conexión entre las Instituciones Educativas Fiscales del Distrito Educativo 7**”, previa a la obtención del grado Académico de **Magíster en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizó del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación del Grado Académico en mención.

Guayaquil, 17 de julio de 2020

EL AUTOR

---

Dumet Nuñez, Christopher Jairo



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Dumet Nuñez, Christopher Jairo**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución de la Tesis de Maestría titulada: **“Diseño y Simulación de una red Virtual para la conexión entre las Instituciones Educativas Fiscales del Distrito Educativo 7”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 17 de julio de 2020

EL AUTOR

---

Ing. Dumet Nuñez, Christopher Jairo

# REPORTE DE URKUND

**URKUND** Luis Córdoba Rivadenera (luis\_cordova)

Documento: [TI Christopher Dumet.docx](#) (015159133)

Presentado: 2020-04-26 21:38 (-05:00)

Presentado por: Luis Córdoba Rivadenera (liscordova@yahoo.com)

Recibido: luis.cordova.uca@análisis.arkund.com

de estas 11 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	<a href="#">Alvarez Carlos TT2016 Feb 2.docx</a>
	<a href="https://pt.slideshare.net/felipecazcos80/relatorio- tecnico-de- implementa-a-de-rede-">https://pt.slideshare.net/felipecazcos80/relatorio- tecnico-de- implementa-a-de-rede-</a>
	<a href="#">Tesis Final UICSG-MPLS-MPN-CMT-UG Favato Cristóforo</a>

SISTEMA DE POSGRADO MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA: Diseño y Simulación de una red Virtual para la conexión entre las Instituciones Educativas Fiscales del Distrito Educativo 7

AUTOR: CRISTOPHER JAIRO DUMET NUÑEZ

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de Magister en Telecomunicaciones

TUTOR: MSC. MANUEL ROMERO PAZ

GUAYAQUIL, 19 DE ENERO DE 2020

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL SISTEMA DE POSGRADO MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN: Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el

Ing. Christopher Jairo Dumet Nuñez, como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magister en Telecomunicaciones.

TUTOR

MSC. MANUEL ROMERO PAZ

## DEDICATORIA

*A mi esposa Evelyn Mera, el amor de mi vida quien ha sido mi punto de apoyo, y que con paciencia y amor ha sabido soportarme.*

*A mi Tutor de Tesis, MSc. Manuel Romero Paz, por su valiosa enseñanza, guía, paciencia y aporte desde el inicio de la maestría.*

*A todos mis profesores y compañeros de la maestría, por sus sabias enseñanzas y por compartir sus conocimientos, los cuales fueron de utilidad para la realización del presente trabajo.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Al Sistema de Posgrados de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil por permitirme obtener la formación científica en el área de las telecomunicaciones dentro de sus aulas.*

*Al MSc. Manuel Romero Paz, Director de la Maestría en Telecomunicaciones de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil por el apoyo brindado en el desarrollo y obtención de mi título.*



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**MSc. Manuel Romero Paz**

**TUTOR**

f. \_\_\_\_\_

**MSc. Manuel Romero Paz**

**DIRECTOR DEL PROGRAMA**

f. \_\_\_\_\_

**MSc. Edgar Quezada Calle**

**REVISOR**

f. \_\_\_\_\_

**MSc. Luis Córdova Rivadeneira**

**REVISOR**



## Resumen

Debido a la necesidad de la comunicación entre las Instituciones Educativas Fiscales pertenecientes a la Dirección Distrital 09D07 Pascuales 1 Educación, que ha provocado la pérdida de información llevando a posibles desacuerdos en el envío de información para el trabajo diario, se ve la necesidad de implementar una red virtual con protocolo MPLS (Multiprotocol Label Switching) desarrollado con estándares para dar diferentes soluciones de conmutación multinivel. Esto permitirá el reenvío de información mediante una red IP convencional hacia la red virtual que une a las instituciones mencionadas. La plataforma de simulación que se utiliza es el GNS3 (Graphic Network Simulation), que permite diseñar topologías de redes complejas y ejecutar simuladores sobre dicha red. La presente investigación tiene como objetivo el diseño y simulación de una red, usando equipos de transmisiones de datos virtuales, esto se desarrollará con un perfil explicativo que a su vez aplica un análisis Empírico-Analítico. El proyecto se realiza con un enfoque cualitativo al momento de recolectar datos con mediciones numéricas para demostrar la validez de la hipótesis.

**Palabras Clave:** Dynamips, Idle-PC, GNS3, MPLS, Dynagen, Protocolo OSPF

## **Abstract**

Due to the need for communication between the Fiscal Educational Institutions belonging to the District Direction 09D07 Pascuales 1 Education, which has caused the loss of information leading to possible disagreements in sending information for daily work, the need to implement a Virtual network with MPLS protocol (Multiprotocol Label Switching) developed with standards to provide different multilevel switching solutions. This will allow the forwarding of information through a conventional IP network to the virtual network that links the aforementioned institutions. The simulation platform used is GNS3 (Graphic Network Simulation), which allows designing complex network topologies and running simulators on said network. This research aims to design and simulate a network, using virtual data transmission equipment, this will be developed with an explanatory profile that in turn applies an Empirical-Analytical analysis. The project is carried out with a qualitative approach when collecting data with numerical measurements to demonstrate the validity of the hypothesis.

**Keywords:** Dynamips, Idle-PC, GNS3, MPLS, Dynagen, Protocol OSPF

## Índice

Resumen.....	IX
Abstract.....	X
Índice .....	XI
Índice de Figuras .....	XIII
Capítulo 1: Generalidades del Proyecto de Grado.....	18
1.1    Introducción .....	18
1.2    Antecedentes.....	19
1.3    Justificación del problema .....	19
1.4    Definición del Problema .....	20
1.5    Objetivos.....	20
1.5.1  Objetivo General.....	20
1.5.2  Objetivos Específicos .....	20
1.6    Hipótesis.....	20
1.7    Metodología de Investigación.....	20
Capítulo 2: Especificaciones Técnicas .....	22
2.1    ¿Qué es MPLS? .....	22
2.2    Componentes necesarios en una red MPLS .....	23
2.3    Conformación de la Cabecera MPLS .....	25
2.4    Arquitectura Técnica MPLS .....	26
2.5    Descripción de simuladores de red.....	27
2.6    Descripción del Software GNS3.....	28
2.7    Introducción a Dynamips .....	29
2.7.1  Descripción del Idle-PC.....	30
2.8    Introducción a Dynagen .....	31
2.9    Requerimientos básicos para el uso de GNS3.....	31
2.9.1  Características mínimas necesarias en sistema operativo Windows .....	31
2.10   Protocolo OSPF .....	33
2.11   Descripción Wireshark .....	34
Capítulo 3: Desarrollo de la Red.....	35
3.1    Descarga del Software GNS3 .....	35
3.2    Instalación de Software GNS3 .....	37

3.3	Configuración Interfaz Gráfica del GNS3.....	42
3.4	Configurar GNS3 como servidor local .....	43
3.5	Configurar Servidor Local GNS3 (Dynamips) .....	44
3.6	Diseño y Simulación de la red en el software GNS3 .....	52
3.7	Validación de configuración y análisis de pruebas .....	73
	Conclusiones .....	77
	Recomendaciones.....	78
	Bibliografía .....	79
	Glosario de Términos .....	81

## Índice de Figuras

Figura 2.1 Componentes necesarios de una red MPLS .....	24
Figura 2.2 Funcionamiento del protocolo MPLS en la red .....	25
Figura 2.3 Formato de la etiqueta MPLS .....	26
Figura 2.4 Arquitectura de la etiqueta MPLS .....	27
Figura 2.5 Procesos del GNS3 .....	28
Figura 3.1 Página Oficial de GNS3.....	35
Figura 3.2 Registro en Página Oficial de GNS3 .....	36
Figura 3.3 Ingreso para ya registrados en Página Oficial de GNS3 ....	36
Figura 3.4 Selección del sistema operativo a usar .....	37
Figura 3.5 Descarga del sistema operativo a usar.....	37
Figura 3.6 Ubicación del programa GNS3 .....	38
Figura 3.7 Acuerdo de Licencia del GNS3.....	38
Figura 3.8 Ubicación de archivos de configuración del GNS3.....	39
Figura 3.9 Componentes para la instalación del GNS3.....	39
Figura 3.10 Indicador del espacio requerido para la instalación del GNS3 .....	41
Figura 3.11 Instalación del sistema más sus complementos .....	41
Figura 3.12 Descarga de complementos de Internet .....	42
Figura 3.13 Finaliza Instalación del GNS3.....	42
Figura 3.14 Setup Wizard del GNS3.....	43
Figura 3.15 Servidor Local GNS3 .....	44
Figura 3.16 Agregar IOS de Cisco en servidor Local GNS3 .....	44
Figura 3.17 Búsqueda de la ubicación de la IOS de Cisco.....	45
Figura 3.18 Selección de la ubicación de la IOS de Cisco .....	45
Figura 3.19 Descomprensión de imagen IOS de Cisco.....	46
Figura 3.20 Asignación del nombre y selección de plataforma.....	46
Figura 3.21 Asignación de cantidad mínima de memoria RAM.....	47
Figura 3.22 Página Oficial de Cisco con características del IOS .....	47
Figura 3.23 Detalle de características del IOS .....	48
Figura 3.24 Selección de interfaces .....	48
Figura 3.25 Selección de interfaces del slot 1 al 6 .....	49

Figura 3.26 Configuración de la interfaz de red en router 7200 Cisco	50
Figura 3.27 Asignación del Idle-PC .....	50
Figura 3.28 Idle-PC verificado .....	51
Figura 3.29 Características de la Configuración .....	51
Figura 3.30 Visualización del Router Cisco 7200.....	51
Figura 3.31 Diagrama de conexión de equipos en red .....	52
Figura 3.32 Configuración en el software GNS3 .....	60
Figura 3.33 Configuración de cada router.....	61
Figura 3.34 Configuración del router principal 09D07 con la IP .....	61
Figura 3.35 Configuración exitosa del router 09D07 .....	61
Figura 3.36 Configuración exitosa del router 09H00928.....	62
Figura 3.37 Configuración exitosa del router 09H00984.....	62
Figura 3.38 Configuración exitosa del router 09H01008.....	62
Figura 3.39 Configuración exitosa del router 09H01561.....	63
Figura 3.40 Configuración exitosa del router 09H01583.....	63
Figura 3.41 Configuración exitosa del router 09H01610.....	63
Figura 3.42 Configuración exitosa del router 09H01694.....	64
Figura 3.43 Configuración exitosa del router 09H01705.....	64
Figura 3.44 Configuración exitosa del router 09H01868.....	64
Figura 3.45 Configuración exitosa del router 09H02134.....	65
Figura 3.46 Configuración exitosa del router 09H02712.....	65
Figura 3.47 Configuración exitosa del router 09H02718.....	65
Figura 3.48 Configuración exitosa del router 09H02719.....	66
Figura 3.49 Configuración exitosa del router 09H02725.....	66
Figura 3.50 Configuración exitosa del router 09H02775.....	66
Figura 3.51 Configuración exitosa del router 09H05500.....	67
Figura 3.52 Activación del Protocolo OSPF en el router 09D07.....	67
Figura 3.53 Activación del Protocolo MPLS en el router 09D07.....	68
Figura 3.54 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H00928 .....	68
Figura 3.55 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H00984 .....	68

Figura 3.56 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H01008 .....	69
Figura 3.57 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H01561 .....	69
Figura 3.58 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H01583 .....	69
Figura 3.59 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H01610 .....	70
Figura 3.60 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H01694 .....	70
Figura 3.61 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H01705 .....	70
Figura 3.62 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H01868 .....	71
Figura 3.63 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H02134 .....	71
Figura 3.64 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H02712 .....	71
Figura 3.65 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H02718 .....	72
Figura 3.66 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H02719 .....	72
Figura 3.67 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H02725 .....	72
Figura 3.68 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H02775 .....	73
Figura 3.69 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H05500 .....	73
Figura 3.70 Comando “show ip route” .....	73
Figura 3.71 Comando “show mpls forwarding” .....	74
Figura 3.72 Captura de trama .....	75
Figura 3.73 Identificación de la trama a capturar .....	75
Figura 3.74 Prueba de Ping a la dirección 192.168.130.3 .....	76

Figura 3.75 Comprobación de la captura de la trama .....76



## Índice de Tablas

Tabla 2.1 Requerimientos Recomendados GNS3 - Windows	32
Tabla 2.2 Requerimientos Recomendados GNS3 - Linux	32
Tabla 3.1 Descripción de Componentes para el GNS3	40
Tabla 3.2 Resumen de funcionalidades de interfaces	49
Tabla 3.3 Identificación de los routers con sus respectivas IP	53
Tabla 3.4 Configuración Router 09D07	54
Tabla 3.5 Configuración Router 09H00928	54
Tabla 3.6 Configuración Router 09H00984	54
Tabla 3.7 Configuración Router 09H01008	55
Tabla 3.8 Configuración Router 09H01561	55
Tabla 3.9 Configuración Router 09H01583	55
Tabla 3.10 Configuración Router 09H01610	56
Tabla 3.11 Configuración Router 09H01694	56
Tabla 3.12 Configuración Router 09H01705	56
Tabla 3.13 Configuración Router 09H01868	57
Tabla 3.14 Configuración Router 09H02134	57
Tabla 3.15 Configuración Router 09H02712	57
Tabla 3.16 Configuración Router 09H02718	58
Tabla 3.17 Configuración Router 09H02719	58
Tabla 3.18 Configuración Router 09H02725	58
Tabla 3.19 Configuración Router 09H02775	59
Tabla 3.20 Configuración Router 09H05500	59
Tabla 3.21 Activación de protocolo OSPF	59
Tabla 3.22 Activación de protocolo MPLS	60

# Capítulo 1: Generalidades del Proyecto de Grado

Este capítulo tiene como propósito mostrar la problemática detectada y la justificación para la investigación, así como dar a conocer los objetivos generales y específicos, logrando una hipótesis de la propuesta con su respectiva metodología de investigación.

## 1.1 Introducción

En comparación con una red tradicional, las redes virtuales no se basan en una infraestructura fija, dependen de los hosts para mantener una conexión entre ellos. La conmutación de paquetes IP (Internet Protocol) tradicionalmente ha seguido un paradigma de conmutación según la dirección IP, cada router recibía un paquete y en base a la dirección IP destino de ese paquete el router tenía que tomar una decisión, comparaba esa IP destino con una tabla de routing que tenía previamente, la cual había sido alimentada por los anuncios de cada uno de los equipos, a su vez estos emiten un protocolo informando el direccionamiento que es capaz de alcanzar o que tienen conectados. Finalmente, la información llega a los equipos de una u otra manera y esto se repite de un router a otro hasta alcanzar el destino.

El protocolo MPLS (Multiprotocol Label Switching), en lugar de hacer una conmutación de paquetes en base a IP la realiza en función de etiquetas, al final cada equipo extremo, es decir; el equipo que hace de entrada a la MPLS, cuando recibe esa información de routing, asignan a cada uno la etiqueta que es anunciada internamente en cada red, esto quiere decir que cada equipo tendrá dos etiquetas para identificarlos.

MPLS se caracteriza por tener un plano de control que se encarga de anunciar y asignar etiquetas y un plano de forwarding que se encarga al momento de recibir un paquete, ya sea por IPv4 o uno ya etiquetado, conmutarlo y enviarlo hacia otro lado colocando una etiqueta y si es al final

quitar la etiqueta y dejarlo en IPv4 de la manera tradicional, mejorando así la información para que sea completa y en un tiempo de espera mínimo.

## **1.2 Antecedentes**

La Dirección Distrital 09D07 Pascuales 1 – Educación es una institución que regula las unidades educativas fiscales que se encuentran en el sector norte de Guayaquil, controla 45 Escuelas Fiscales ubicadas en Los Vergeles, Orquídeas, Bastión Popular, Mucho Lote, Pascuales, Vía a Daule desde el km 15 hasta el km 24, Puente Lucia.

Esta institución proporciona servicios a aproximadamente 50,000 estudiantes con diversidad social y económica, distribuidos en las diferentes unidades educativas fiscales bajo su control, donde se desarrolla una mezcla única de enseñanza, investigación y servicio a la comunidad, contribuyendo al crecimiento de la comunidad educativa, respondiendo al compromiso social que le compete. Tecnológicamente, cuenta con laboratorios independientes en cada unidad educativa fiscal con su propia red de servicios de TI (Tecnología de la Información).

En la búsqueda o envío de información a las diferentes instituciones educativas fiscales no siempre es recibida debido a inconvenientes presentados en la web, por tal motivo, esta investigación pretende aportar con el manejo de información correcta dentro de las diferentes escuelas fiscales del sector aplicando las herramientas de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación).

## **1.3 Justificación del problema**

Para evitar la pérdida de información y altos tiempos de respuesta en la atención de eventos de manera remota en las instituciones educativas fiscales por no estar interconectadas entre ellas.

## **1.4 Definición del Problema**

Necesidad de interconectar a través de una red externa las Instituciones Educativas del Distrito 7, para evitar los tiempos de respuesta altos y la pérdida de la información.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

Desarrollar un escenario de simulación utilizando el protocolo de enrutamiento para la conexión de diferentes redes de las Instituciones Educativas del Distrito 7 mediante la plataforma GNS3.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar las redes MPLS
- Describir el simulador GNS3 (Graphic Network Simulation)
- Diseñar los escenarios de simulación de la red virtual utilizando el protocolo MPLS.
- Simular los resultados de la red virtual para el encadenamiento de las instituciones educativas fiscales.

## **1.6 Hipótesis**

Durante el desarrollo de los escenarios de simulación se comprobará si el protocolo MPLS para el enrutamiento representa una óptima solución a los problemas de comunicación existentes.

## **1.7 Metodología de Investigación**

La presente investigación es para el diseño de una simulación de red, usando equipos de transmisiones de datos virtuales esto se desarrollará con un perfil explicativo a su vez aplica a un análisis Empírico-Analítico. El

proyecto se realiza con un enfoque cualitativo al momento de recolectar datos con mediciones numéricas para demostrar la validez de la hipótesis.

## Capítulo 2: Especificaciones Técnicas

En el desarrollo del capítulo se efectuará una revisión minuciosa de los conceptos y características de MPLS y GNS3.

### 2.1 ¿Qué es MLPS?

MPLS es un protocolo que permite la transmisión de paquetes de datos con un alto rendimiento entre la capa de enlace y la de red del modelo OSI (Open System Interconnection) (Veloz, 2014).

Es una tecnología para el reenvío de paquetes utilizando las escrituras de etiquetas para tomar decisiones de adónde va dirigida la información. Normalmente este análisis del protocolo se realiza en la Capa 3, es decir; cuando el paquete ingresa en el dominio de la capa de red del modelo OSI (Zurita, 2012).

Este protocolo fue diseñado para unificar el servicio de transporte de datos para las redes basadas en circuitos y en paquetes. Puede ser usado para transportar diferentes tipos de tráfico, incluyendo voz y paquetes IP (Zurita, 2012).

MPLS sustituyó a Frame Relay y ATM (Asynchronous Transfer Mode), como una mejor tecnología para la transmisión de datos a alta velocidad y voz digital en una sola conexión. Este protocolo proporciona una mayor fiabilidad y rendimiento, también puede reducir los costos de transporte, dando un uso mejor y eficiente a la red, la capacidad para dar prioridad a los paquetes en el envío de datos hace que sea una solución perfecta, sobre todo en llamadas de voz sobre IP (VoIP, Voice over Internet Protocol).

La arquitectura MPLS radica su importancia en la flexibilidad de los datos transportados a través de cualquier combinación dentro de la capa 2, con el apoyo del protocolo de nivel 3 (CISCO, 2008).

## **Mejoras de MPLS**

El protocolo MPLS ofrece grandes beneficios a las redes proveedoras de servicios, tales como dar soporte escalable a las redes privadas virtuales con servicios VPN (Virtual Private Network).

MPLS es una solución para la comunicación multiprotocolo de acuerdo con los siguientes beneficios:

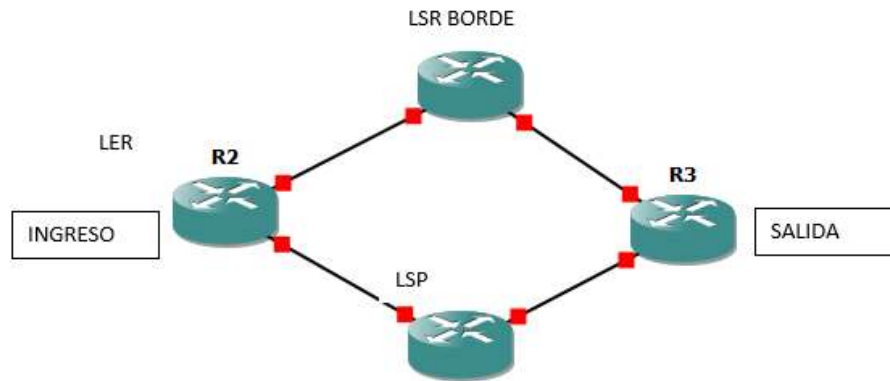
- Introduce una estructura orientada a la conexión en redes que normalmente no estaban orientadas a dicha conexión.
- Integra dos niveles de capas: enlace de datos y red, combinando sus funciones en control de enrutamiento con una mayor efectividad en la conmutación
- Optimiza el enrutamiento, reducción de complejidad de algoritmos.
- Mantiene una mejor comunicación entre dos nodos.
- Optimiza túneles en las VPN

Otro de sus beneficios es la capacidad de enrutamientos explícitos o basados en restricciones o ingeniería de tráfico. En las restricciones de tráfico MPLS, los factores que afectan son el ancho de banda, con los requisitos de medios de comunicación y su prioridad es el flujo del tráfico de datos.

Detalladamente el protocolo MPLS añade una cabecera a cada paquete IP que ingresa a la WAN (Wide Area Network), esta acción cambia el formato tradicional en los enrutadores de la red enviando y procesando los paquetes IP. Es decir, lo que pasaría por la red WAN son paquetes IP más la cabecera MPLS de 3 Bytes, que a su vez es insertada sobre la capa de enlace de datos y bajo la capa de red (CISCO, 2008), (Orozco, 2014).

## **2.2 Componentes necesarios en una red MPLS**

En una red MPLS son necesarios los siguientes elementos (figura 2.1):



**Figura 2.1** Componentes necesarios de una red MPLS  
Fuente: Autor

**Enrutadores de Etiqueta de Borde (LER, Label Edge Enrutador).** Este elemento inicia o finaliza el túnel; son dispositivos que operan en la periferia de la red de acceso y la red MPLS, en la cual se insertan las etiquetas con información del enrutamiento. También soporta múltiples puertos conectados en redes distintas, y al finalizar el túnel es el encargado de retirar las etiquetas y distribuir la información a su respectiva red de salida (Orozco, 2014).

**Enrutadores Conmutadores de Etiquetas (LSR, Label Switching Enrutador)** enruta la información a alta velocidad en el centro de la red MPLS, la cual debe soportar todos los protocolos de enrutamiento IP, a su vez usa un protocolo de señalización de etiquetas para establecer la trayectoria de un conmutador a otro. Estos enrutadores LSR en MPLS son clasificados en base a su dirección del flujo de datos conocidos como: enrutadores ascendentes (upstream) o descendentes (downstream) (Orozco, 2014).

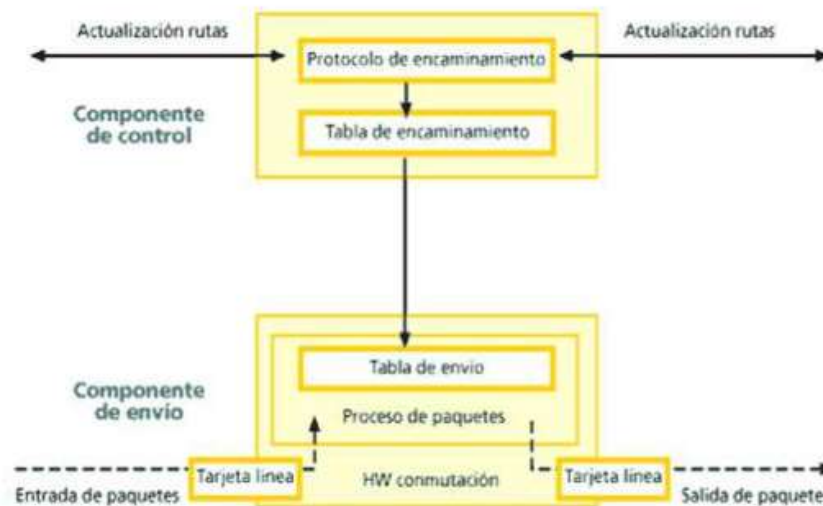
**Caminos Conmutados mediante Etiquetas (LSP, Label Switched Path),** es un nombre genérico en un camino MPLS para determinado tráfico del túnel establecido entre los extremos. Es similar a un canal virtual punto a punto, punto a multipunto o multipunto a multipunto (Orozco, 2014).

**Protocolo de Distribución de Etiquetas (LDP, Label Distribution Protocol)** distribuye las etiquetas por cada prefijo IGP-IP (Interior Gateway



Protocol) en la tabla de enrutamiento IP, independientemente LSR crea una unión local, es decir; una etiqueta al prefijo IPv4, que luego es distribuido a todos los LDP cercanos (Orozco, 2014).

**Clase Equivalente de Envío (FEC, Forwarding Equivalence Class)**, es la representación grupal de paquetes que tienen los mismos requerimientos para el envío. Se agrupa los paquetes para recibir el mismo trato y sean guiados por una ruta específica a su determinado destino, esto es diferente al envío convencional por IP. En MPLS se asigna un FEC independiente a un paquete específico, esto se lo realiza una sola vez cuando el paquete es enviado a la red.



**Figura 2.2** Funcionamiento del protocolo MPLS en la red  
**Fuente:** (Carpio & Ruiloba, 2009)

Cabe recalcar que cada LSR constituye una tabla específica de cómo va a ser enviado cada paquete, normalmente esta tabla tiene un nombre en la etiqueta que realiza el proceso LIB (Label Information Base).

### 2.3 Conformación de la Cabecera MPLS

La etiqueta MPLS está conformada por un número de 20 bits asignados a una preposición del destino en el router donde se definen las propiedades.



**Figura 2.3** Formato de la etiqueta MPLS  
**Fuente:** (Lakshman & Lobo, 2005)

La etiqueta MPLS está compuesta por los siguientes puntos:

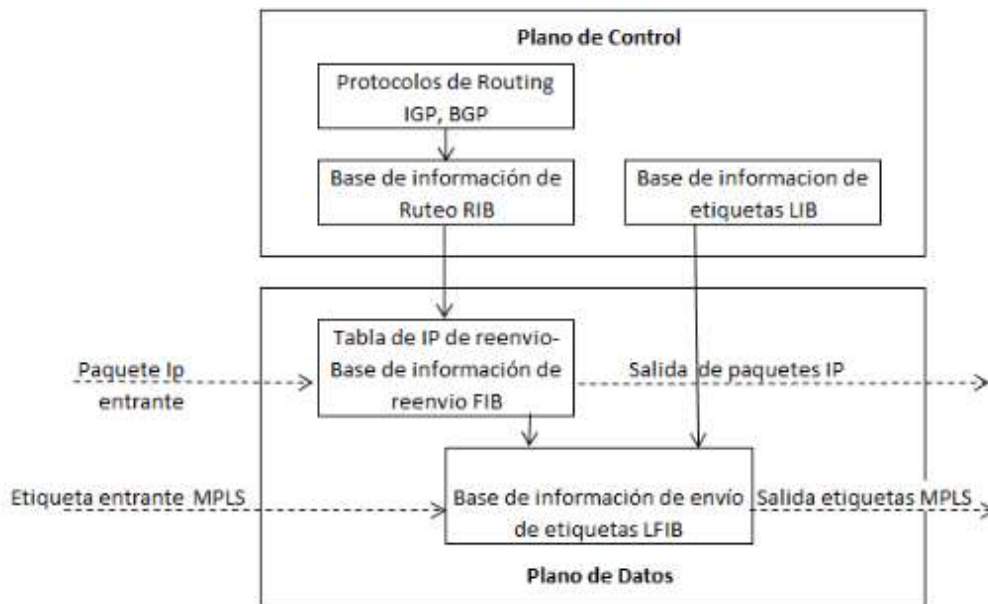
- Información de la etiqueta en 20 bits
- En el espacio experimental tiene asignado 3 bits
- En el indicador de fondo de pila tiene asignado 1 bit
- El tiempo de vida del paquete tiene asignado 8 bits.

La información de la etiqueta de 20 bits es un parámetro dado por el router, que identifica el prefijo en discusión (Orozco, 2014). Esa etiqueta es asignada por la interfaz o por el bastidor. En el espacio experimental de 3 bits está definida la clase de servicio que fue asignado en la FEC cuando le dan la etiqueta. Una pila de etiquetas es el conjunto ordenado de ellas, es decir, cada una tiene una función específica. Cuando el router está distribuido en más de una etiqueta a un solo paquete IP, normalmente se lo conoce como pila de etiquetas. Mientras que el indicador de fondo de pila identifica cuando la etiqueta ha sido encontrada.

## 2.4 Arquitectura Técnica MPLS

Está conformada por dos bloques:

- **Plano de control.** - determina la disponibilidad de acceso hacia la red de destino, es decir que contiene la información de direccionamiento de la capa. Utiliza protocolos de enrutamiento como OSPF (Open Shortest Path First) y BGP (Border Gateway Protocol) para el intercambio de información mediante el direccionamiento IP.
- **Plano de Datos.** - es donde se lleva el proceso de envío de paquetes que pueden ser IP etiquetados, la información en el plano de datos y el valor que llevan las etiquetas, se obtienen del plano de control (Figura 2.4) (Orozco, 2014), (Lakshman & Lobo, 2005).



**Figura 2.4** Arquitectura de la etiqueta MPLS

**Fuente:** (Orozco, 2014)

## 2.5 Descripción de simuladores de red

Para la simulación de la red existen diversos programas y aplicaciones para los diferentes sistemas operativos existentes. Estos programas tienen herramientas capaces de mostrar el comportamiento del enrutamiento de paquetes de datos, sin la necesidad de llegar a una implementación para tener un resultado fijo. Entre los simuladores existentes se detalla a continuación los principales (Veloz, 2014):

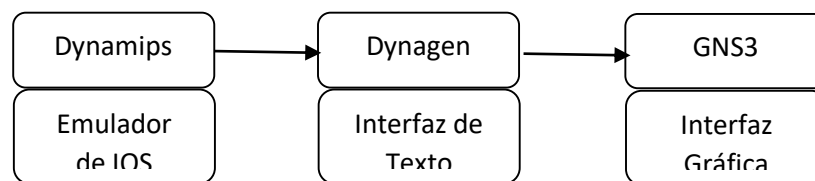
- ❖ GNS3 (Simulador de Gráfico de Red – Graphical Network Simulator)
- ❖ eNSP (Plataforma de Simulación de Red Empresarial – Enterprise Network Simulation Platform)
- ❖ Packet Tracer
- ❖ OPNET Modeler

Para la ejecución de este proyecto se realiza un estudio de cada uno de los simuladores antes mencionados (Veloz, 2014), la mayoría de estos simuladores cuentan con las mismas características, por lo cual se decidió trabajar con el programa GNS3 ya que permite emular redes incluyendo los dispositivos reales de los fabricantes de Cisco, ejemplo: Routers, switch, etc.

## 2.6 Descripción del Software GNS3

GNS3 es un software utilizado a nivel mundial para emular, configurar, probar y solucionar problemas de redes virtuales, creándolos en una plataforma de fácil diseño mediante topologías de redes complejas.

Dicho programa fue elaborado en Python, emplea librerías de Dynagen para la interfaz gráfica (GUI, Graphical User Interface). Fundamentalmente su destino es editar el archivo de texto “.net” y ejecutar las operaciones de la interfaz de línea de comandos (CLI, Command-Line Interface) hecha por Dynagen y Dynamips (Veloz, 2014). A su vez tiene incorporada la capacidad de simular los procesos de computadoras para la configuración IP fija o dinámica. La unificación de estos procesos se muestra en la figura 2.5.



**Figura 2.5** Procesos del GNS3  
**Fuente:** (Díaz, 2010)

Las principales ventajas del GNS3 por la cual ha sido escogido como punto de partida para realizar este proyecto con dicho emulador son las siguientes:

- ❖ Software libre y descargable de internet del sitio oficial: <http://www.gns3.net/>
- ❖ Fácil y rápida instalación, incluye todos los paquetes para las simulaciones.
- ❖ Emula las plataformas de hardware de diferentes modelos de enrutadores reales de CISCO y ejecuta imágenes IOS (Intersistema Operativo de Red – Internetwork Operating System) (Veloz, 2014).
- ❖ Conexión de entornos virtuales con el mundo real, a través de las interfaces físicas de red (Veloz, 2014).

- ❖ Simula redes de grades tamaños.
- ❖ Captura paquetes que pasan por los enlaces virtuales y se podrá escribir los resultados de la captura de dichos paquetes.
- ❖ Maneja topologías de enrutadores tales como: frame relay, conmutadores Ethernet, máquinas virtuales, etc.
- ❖ El software GNS3 está en constantes actualizaciones y existen fórum de discusión en internet.

Sus principales desventajas:

- ❖ Admite solo imágenes de IOS de enrutadores CISCO
- ❖ Las imágenes de los sistemas operativos no vienen incluidas en el kit de instalación.
- ❖ Requiere la compra de licencia
- ❖ Utiliza gran cantidad de memoria y procesos del CPU donde se instale.

## 2.7 Introducción a Dynamips

**Dynamips** es un motor de emulación de equipos o sistemas operativos de CISCO, entre las plataformas se encuentran los routers 1700, 2600, 3600, 3700 y 7200. A su vez no es capaz de emular conmutadores Catalyst, sino que facilita una versión limitada, teniendo limitaciones y métodos alternativos para la emulación (Veloz, 2014).

En los procesos que realiza consume grandes cantidades de CPU y memoria RAM del PC emulado, inicialmente no tiene forma de saber cuándo la CPU del enrutador virtual esta inactiva, por lo que ejecuta debidamente todas las instrucciones que conforman las rutinas inactivas de IOS de tal manera como ejecutaría un trabajo real. Para evitar estos inconvenientes se desarrolló un programa destinado con este fin el proceso llamado Idle-PC (computadora inactiva) que permite la disminución drástica del proceso del CPU.

### 2.7.1 Descripción del Idle-PC

Se trata de una herramienta que realiza un análisis en el código de una imagen IOS, para determinar los puntos más probables que representen un bucle de inactividad (Díaz, 2010), es decir; Idle-PC permite, al momento de emular el CPU y entre al estado inactivo, que no se eleven los procesos y se reduzca durante ese instante. A su vez tiene unas características adicionales:

- ❖ Esta aplicación permite que el emulador, al momento de trabajar esté en un rango del 60 % al 100% y en reposo del 1 % al 10 % de su capacidad. Normalmente estos valores dependen de la potencia del emulador que se esté usando.
- ❖ Esta aplicación trabaja de acuerdo con la versión de la plataforma utilizada, es decir; si el sistema operativo esta actualizado, el Idle-PC también debe estar en una versión actual.

Adicionalmente Dynamips utiliza diferentes herramientas para el óptimo uso de la memoria real y de la virtual (Díaz, 2010):

- ❖ **Ghotios** minimiza la cantidad de memoria real que es necesaria en el emulador, para establecer topologías con enrutadores al mismo tiempo, en pocas palabras, admite que el emulador participe en una parte de su memoria entre todos los enrutadores que estén usando una misma imagen IOS, de tal modo que el enrutador emulado no tenga que acumular una copia en cada uno de los sistemas IOS de la memoria virtual (Veloz, 2014).
- ❖ **Sparsemem** reduce la cantidad de memoria virtual que es usada en un enrutador emulado, sólo la memoria necesaria para la ejecución de una IOS, la cantidad específica de memoria que va a ser usada en un momento determinado y no toda la memoria RAM configurada (Díaz, 2010), (Veloz, 2014).
- ❖ **Mmap** trabaja en la correspondencia de los archivos temporales del disco y con la memoria virtual, para cuando sea requerida la lectura de archivos, estos archivos tienen extensión "ram".

## **2.8 Introducción a Dynagen**

**Dynagen** es una interfaz escrita por Python que provee la gestión mediante la línea de comando (CLI), crea escenarios de fácil uso simplificando la gestión de las redes virtuales, con la implementación de comandos como, por ejemplo, iniciar, parar, suspender, reanudar las diferentes emulaciones, adicionando la captura de paquetes y reestablece los valores de Idle-PC.

También trabaja con el emulador de firewall, el cual está integrado en GNS3, siendo capaz de conectar de forma transparente los dispositivos virtuales que son soportados como los conmutadores Ethernet, Frame-Relay.(Díaz, 2010).

## **2.9 Requerimientos básicos para el uso de GNS3**

El emulador GNS3 para poder instalarlo en una PC, es necesario por lo mínimo características específicas de acuerdo con el sistema operativo que tenga instalado. En los siguientes dos puntos se dará a conocer dichas características.

### **2.9.1 Características mínimas necesarias en sistema operativo Windows**

El GNS3 es compatible con los siguientes sistemas operativos de Windows:

- ❖ Windows 7 SP1 (64 bits)
- ❖ Windows 8 (64 bits)
- ❖ Windows 10 (64 bits)
- ❖ Windows Server 2012 (64 bits)
- ❖ Windows Server 2016 (64 bits)

Y de acuerdo para su instalación en los sistemas operativos antes mencionados se requiere los siguientes:

Tabla 2.1 Requerimientos Recomendados GNS3 - Windows

<b>ITEM</b>	<b>REQUERIMIENTOS RECOMENDADOS</b>
Sistema Operativo	Windows 7 (64 bits) o superior
Procesador	De 4 o más núcleos, mínimo AMD-V/RVI o Intel VT-X/EPT
Virtualización	Es necesario extensiones de virtualización, normalmente se lo habilita a través del BIOS de la computadora.
Memoria	16 Gigas de RAM
Espacio en Disco Duro	Puede ser un disco de estado sólido (SDD) por lo mínimo de 35 GB de espacio
Adicional	La virtualización de dispositivos consume mucho procesador y memoria, por tal motivo; se debe tener en cuenta si el dispositivo configurado correctamente supera la RAM y la potencia de procesamiento.

Elaborado por: Autor

### **Requerimientos mínimos de sistema operativo Linux**

De la misma manera se dará a conocer las características mínimas que son necesario para poder instalar GNS3 en un sistema operativo de Linux:

Tabla 2.2 Requerimientos Recomendados GNS3 - Linux

<b>ITEM</b>	<b>REQUERIMIENTOS RECOMENDADOS</b>
Sistema Operativo	Ubuntu (64 bits) o superior
Procesador	De 4 o más núcleos, mínimo AMD-V/RVI o Intel VT-X/EPT



Virtualización	Es necesario extensiones de virtualización, normalmente se lo habilita a través del BIOS de la computadora.
Memoria	16 Gigas de RAM
Espacio en Disco Duro	Mínimo 117.2 GB valor que es mayor al requerido en Windows debido a la necesidad de instalaciones adicionales de dependencia (Veloz, 2014).
CPU	Se debe tomar en cuenta el valor de Idle-PC para estimar los requerimientos del emulador (Veloz, 2014)

Elaborado por: Autor

## 2.10 Protocolo OSPF

OSPF abre el camino más corto primero, este protocolo permite el encadenamiento jerárquico para calcular la ruta más corta en la conexión de los routers.

También evita routers intermediarios que incrementan la cantidad de saltos entre ellos, usa el algoritmo de Dijkstra enlace-estado (LSA, Link State Algorithm).

Sus características son:

- Abierto, no es propiedad de ninguna empresa
- Permite reconocer diferentes métricas de conexión.
- Dinámico, se adapta rápidamente a los cambios de topología.
- Tiene una capacidad de encadenamiento dependiendo del tipo de servicio.
- Reconoce sistemas jerárquicos.

## **2.11 Descripción Wireshark**

Este programa permite analizar los protocolos de red utilizados, para dar solución a los paquetes de datos enviados en las redes de comunicaciones, a su vez permite observar todo el tráfico que pasa dentro de la misma red.

Analiza la información que es capturada por el usuario, permitiendo examinar esos datos.

Dado que es un software libre se puede ejecutar en la mayoría de los sistemas operativos como Linux (sus derivados), macOS y Microsoft Windows.

Para la seguridad del usuario este software se ejecuta con permisos de super usuario, la cual cuenta con una gran cantidad de analizadores de varios protocolos.

## Capítulo 3: Desarrollo de la Red

En este capítulo se tomará en cuenta las características mencionadas en el capítulo anterior para la instalación del software GNS3 y también se desarrollará la simulación de la red de conexión.

### 3.1 Descarga del Software GNS3

La descarga de GNS3 se deberá hacer de su página oficial: <http://www.gns3.com/>, donde tendrá la opción de descarga gratuita, dando clic en el botón que se muestra en la Figura 3.1.

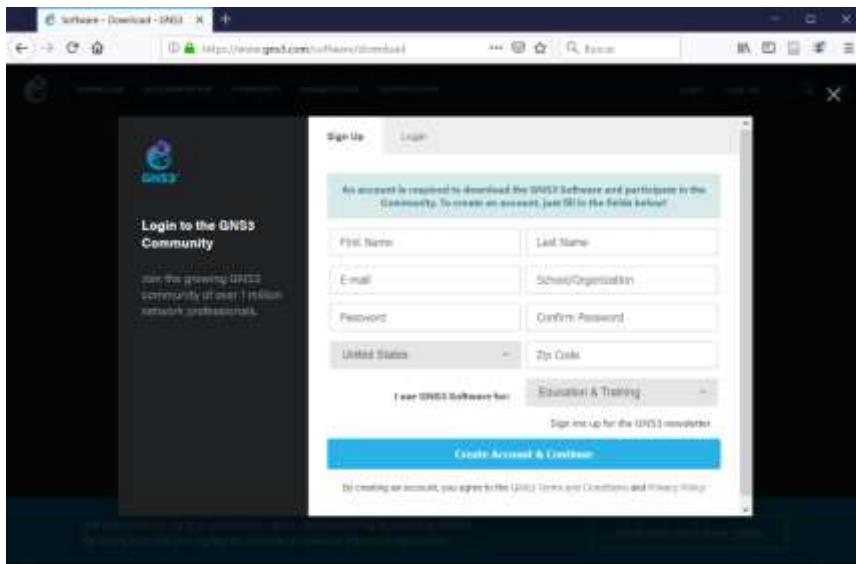


Figura 3.1 Página Oficial de GNS3

Fuente: Autor

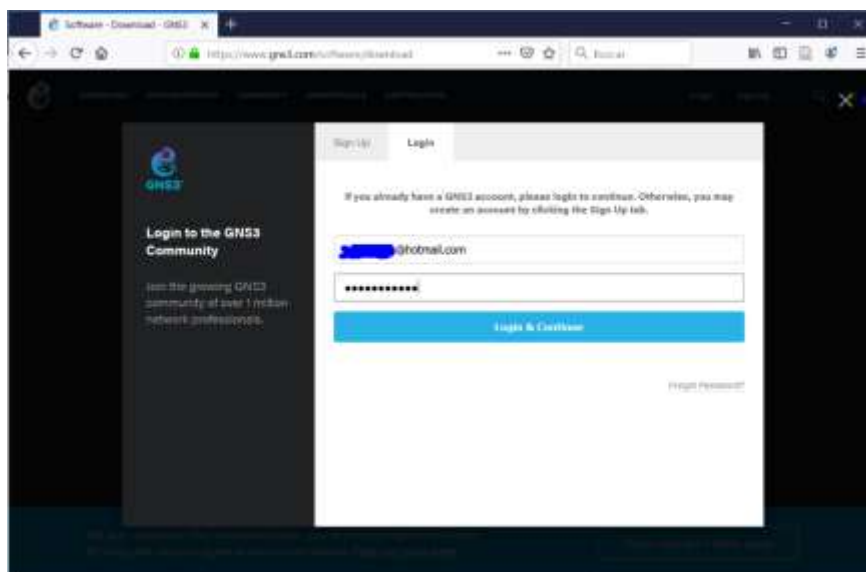
Al dar clic en Free Download aparecerán dos opciones:

- ❖ La primera es “Sign Up” donde permite crear un usuario, para ello debe llenar los datos personales. Después debe seleccionar que es para propósito de educación y entrenamiento (Education and Training) y dar click en el botón “Creat Account & Continue”, como se muestra en la Figura 3.2.



**Figura 3.2** Registro en Página Oficial de GNS3  
**Fuente:** Autor

- ❖ La segunda opción “Login” es para los usuarios ya registrados solo se deberá colocar el correo y contraseña (Figura 3.3).

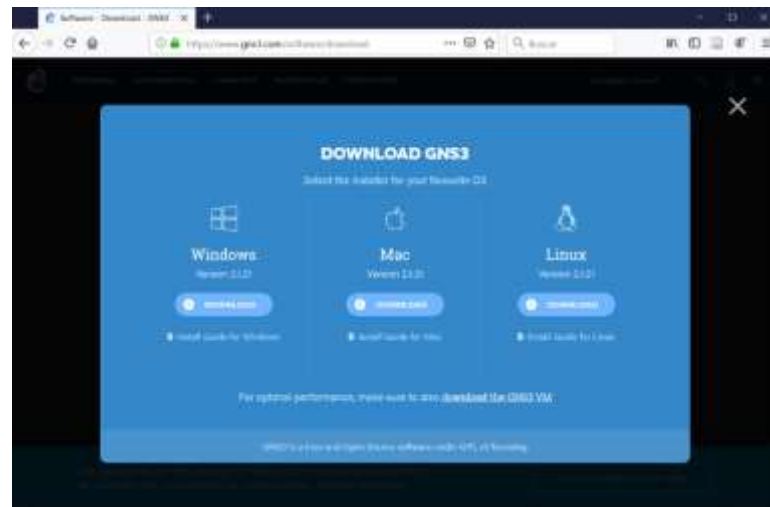


**Figura 3.3** Ingreso para ya registrados en Página Oficial de GNS3  
**Fuente:** Autor

Una vez registrado, se muestra automáticamente una pantalla azul donde se puede seleccionar entre tres opciones el sistema operativo a usar, entre ellos:

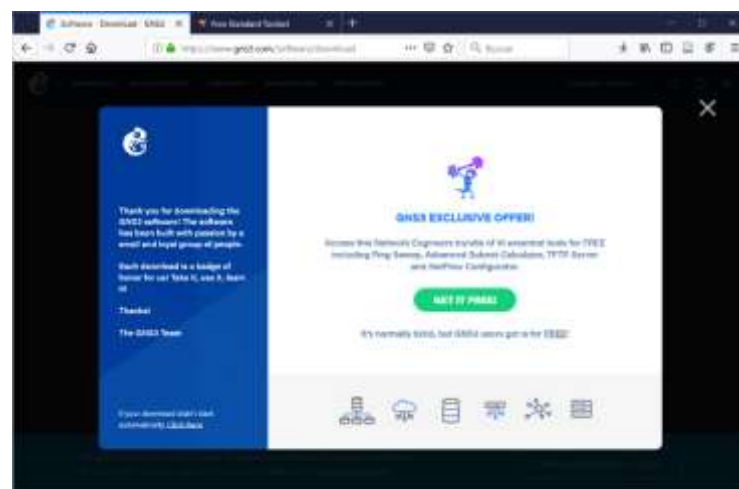
- a) Windows
- b) Mac
- c) Linux

Para el desarrollo de este proyecto se descarga el software para Windows tal y como se muestra en la figura 3.4.



**Figura 3.4** Selección del sistema operativo a usar  
**Fuente:** Autor

Luego de seleccionar el sistema operativo comenzará la descarga (Figura 3.5).

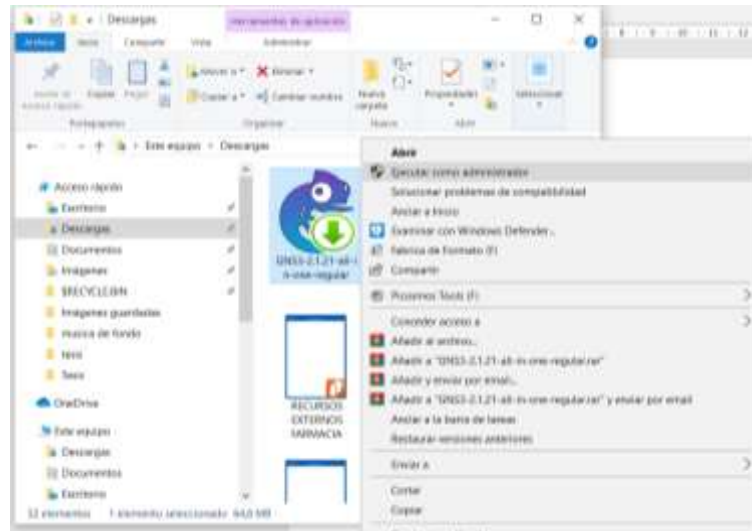


**Figura 3.5** Descarga del sistema operativo a usar  
**Fuente:** Autor

## 3.2 Instalación de Software GNS3

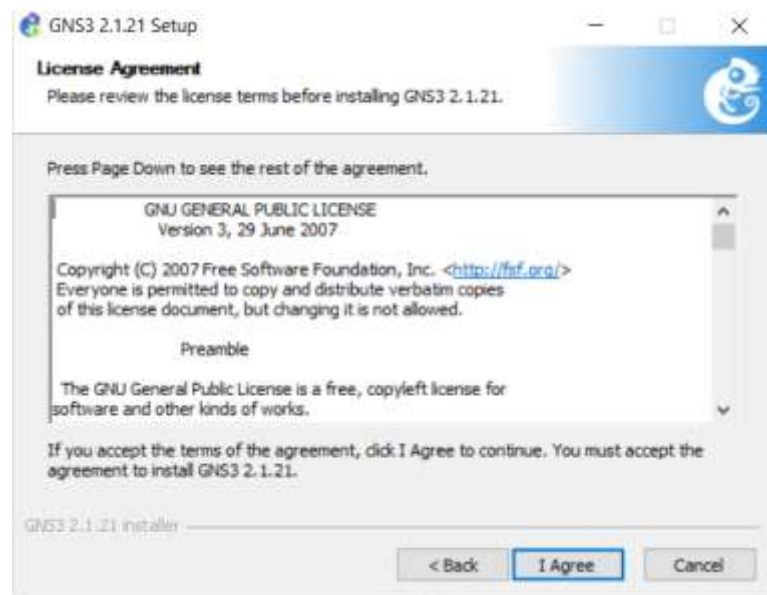
Luego de la descarga del programa se procede con la instalación:

1. Se ubica el archivo de la descarga, se da clic derecho y se escoge la opción "Ejecutar como administrador" (Figura 3.6).



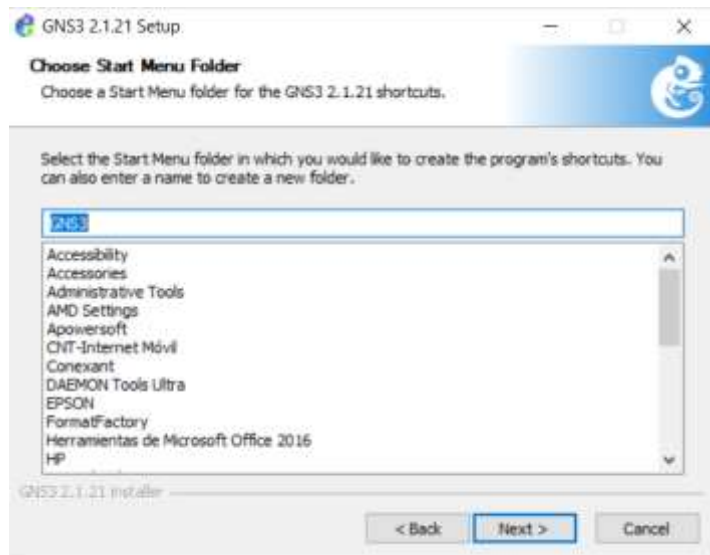
**Figura 3.6** Ubicación del programa GNS3  
**Fuente:** Autor

2. Luego de dar los permisos de administrador, aparece la siguiente pantalla según la figura 3.7, donde hace referencia al acuerdo de licencia para poder ejecutar la instalación, se da clic en “I Agree”.



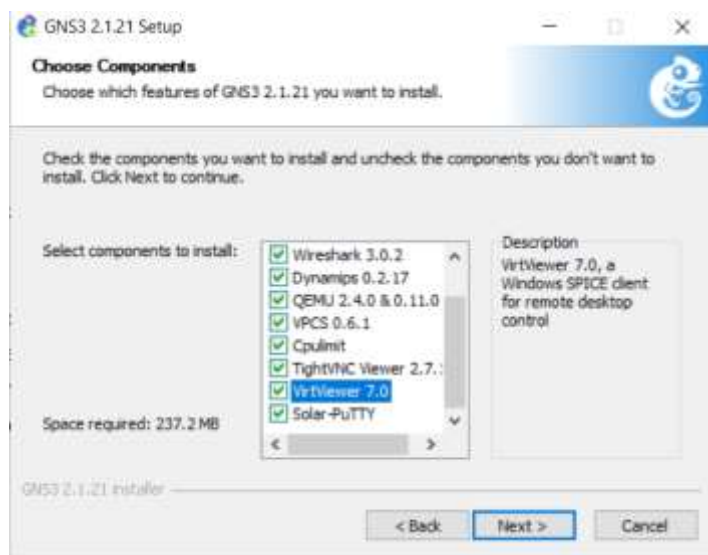
**Figura 3.7** Acuerdo de Licencia del GNS3  
**Fuente:** Autor

3. En la siguiente ventana se escoge la carpeta donde se van a guardar los archivos de configuración (Figura 3.8), se recomienda dejarlo por defecto.



**Figura 3.8** Ubicación de archivos de configuración del GNS3  
**Fuente:** Autor

4. Luego solicita seleccionar los componentes que se instalarán junto con el GNS3, como se observa en la figura 3.9. Se debe considerar la tabla 3.1 donde se da a conocer cada uno de las funciones y la web de los desarrolladores. Es preferible seleccionar e instalar todos los componentes.



**Figura 3.9** Componentes para la instalación del GNS3  
**Fuente:** Autor

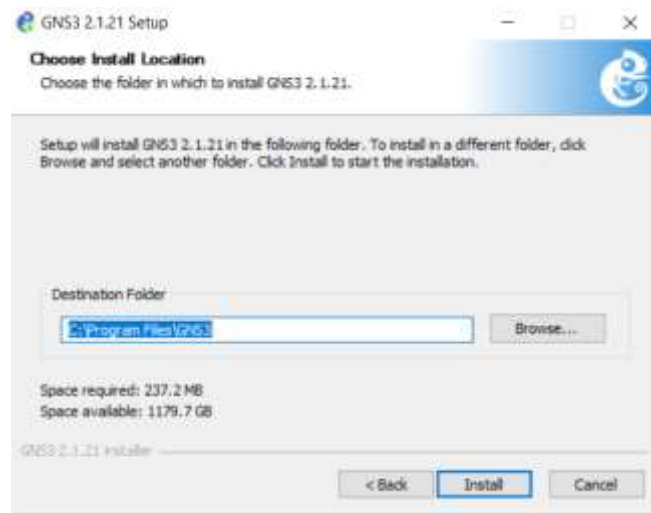
Tabla 3.1 Descripción de Componentes para el GNS3

Aplicación	Función	Web Desarrollador
GNS3	Simulador Grafico de red	<a href="http://www.gns3.com/">http://www.gns3.com/</a>
WinPCAP	Permite enviar y capturar paquetes	<a href="http://www.winpcap.org/">http://www.winpcap.org/</a>
WireShark	Analizador de paquetes	<a href="http://www.wireshark.org/">http://www.wireshark.org/</a>
Dynamips	Emulador de router Cisco	<a href="http://rednectar.net/tag/dynamips/">http://rednectar.net/tag/dynamips/</a>
QEMU	Ejecuta máquinas virtuales	<a href="http://www.qemu.org/">http://www.qemu.org/</a>
VPCS	Simulador de terminales(PC)	<a href="http://sourceforge.net/projects/vcps/">http://sourceforge.net/projects/vcps/</a>
Cpulimit	Limita el uso que hace la CPU en un proceso	<a href="http://cpulimit.sourceforge.net/">http://cpulimit.sourceforge.net/</a>
TightVNC Viewer	Control remoto de máquinas virtuales	<a href="http://www.tightvnc.com">http://www.tightvnc.com</a>
Solar Winds Response	Analizador de paquetes trabaja con WireShark	<a href="http://www.solarwinds.com">http://www.solarwinds.com</a>
Npcap	Sniffer de puertos	<a href="http://nmap.org/npcap/">http://nmap.org/npcap/</a>

Elaborada por: Autor

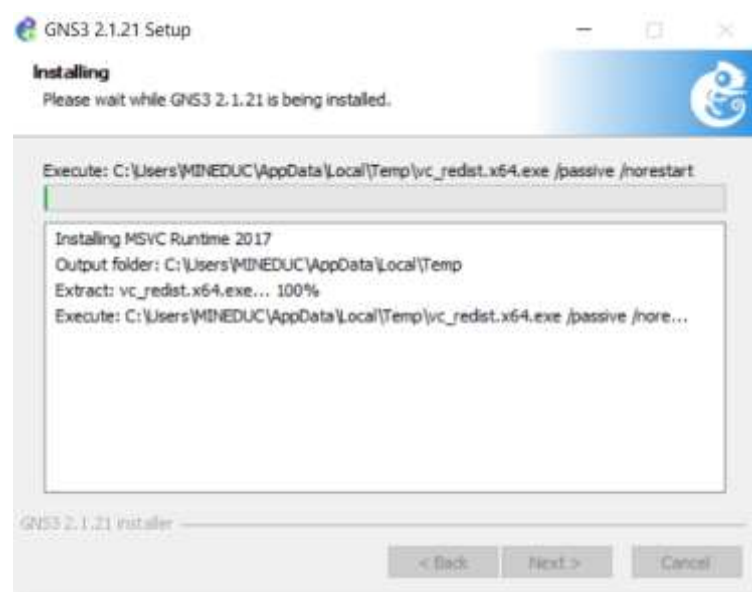
5. Posteriormente saldrá la ubicación donde se instalará la aplicación e indicará el espacio requerido y el disponible, dar clic en “Install” (Figura 3.10).





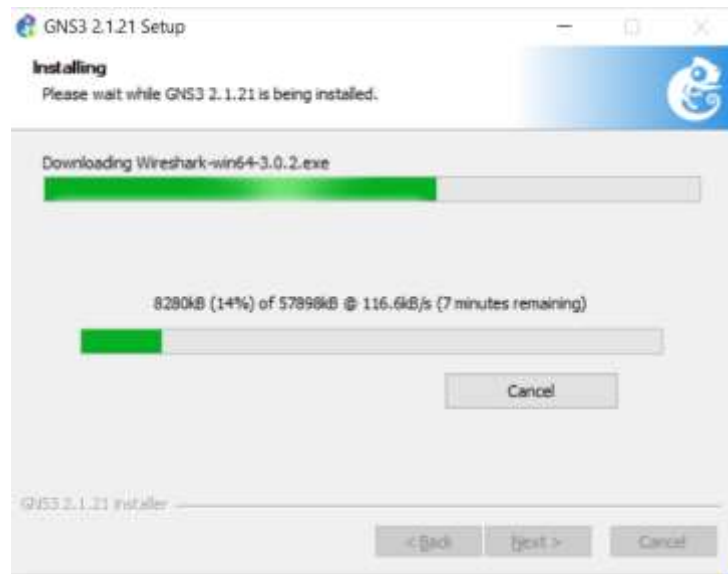
**Figura 3.10** Indicador del espacio requerido para la instalación del GNS3  
**Fuente:** Autor

6. Para terminar, se instalarán todas las aplicaciones adicionales como el Visual C++, recordar dar los permisos de instalación para que puedan ejecutarse correctamente (Figura 3.11).



**Figura 3.11** Instalación del sistema más sus complementos  
**Fuente:** Autor

7. En algunos casos pedirá conexión a internet para actualizar complementos como el Wireshart (Figura 3.12) y al finalizar se da clic en "Next".



**Figura 3.12** Descarga de complementos de Internet  
**Fuente:** Autor

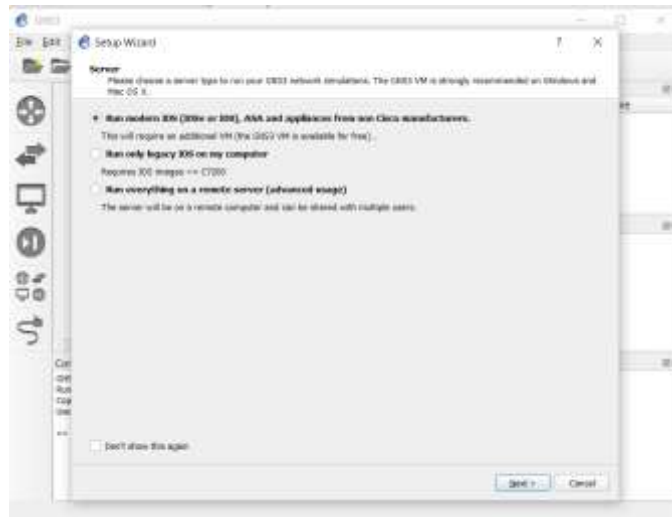
8. Finalmente se concluye la instalación del GNS3. (Figura 3.13)



**Figura 3.13** Finaliza Instalación del GNS3  
**Fuente:** Autor

### 3.3 Configuración Interfaz Gráfica del GNS3

Al terminar la instalación y por primera vez ingresar al aplicativo GNS3, se debe configurar la interfaz de usuario mediante el Setup Wizard, esto permite alojar las imágenes IOS, mediante una máquina virtual o servidor (Figura 3.14).



**Figura 3.14** Setup Wizard del GNS3

**Fuente:** Autor

De acuerdo con

la gráfica se obtiene 3 opciones las cuales son:

- ❖ Iniciar dispositivos IOS modernos (IOSv or IOU) con GNS3 VM
- ❖ Iniciar solo IOS heredados en la computadora. La carga de IOS se puede realizar directamente en la plataforma GNS3 mediante servidor local
- ❖ Ejecute en un servidor remoto (usuarios avanzados) para realizar la carga de los dispositivos a través de servidores remotos

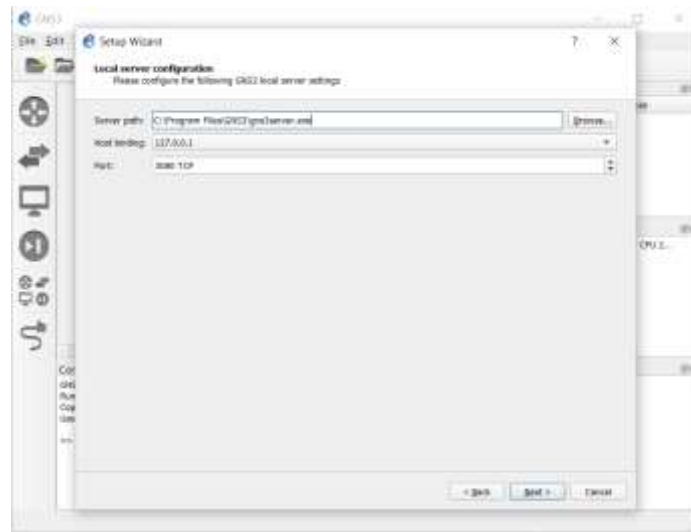
En este proyecto se usa la opción 2, iniciar solo IOS mediante servidor local.

### **3.4 Configurar GNS3 como servidor local**

Al escoger en el Setup Wizard, “Run only legacy IOS on my computer”, se da clic en “Next”, donde se debe elegir la ubicación de la aplicación “gns3server.exe”, además, la IP y el puerto. Utilizar los siguientes parámetros:

- Server Path: ubicación por defecto del ejecutable gns3server.exe
- Host Binding: ingresar IP 127.0.0.1 que es la dirección IP de loopback
- Port: 3080TCP

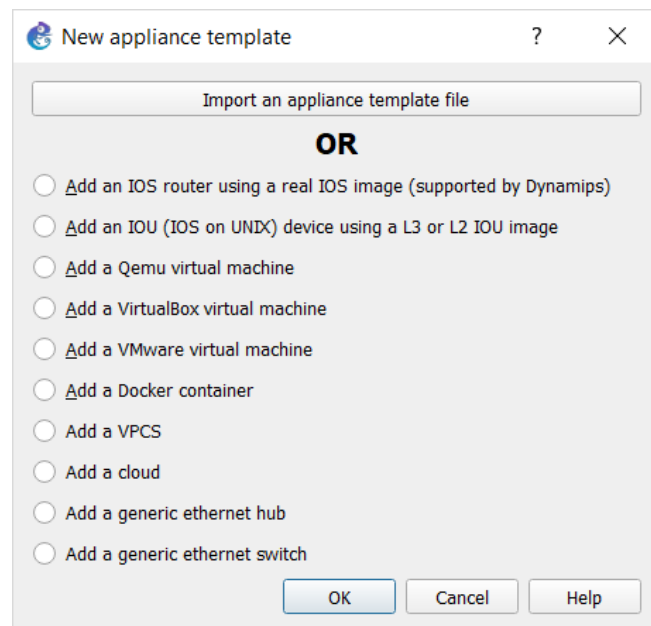
Los parámetros para usar se pueden apreciar en la figura 3.15.



**Figura 3.15** Servidor Local GNS3  
Fuente: Autor

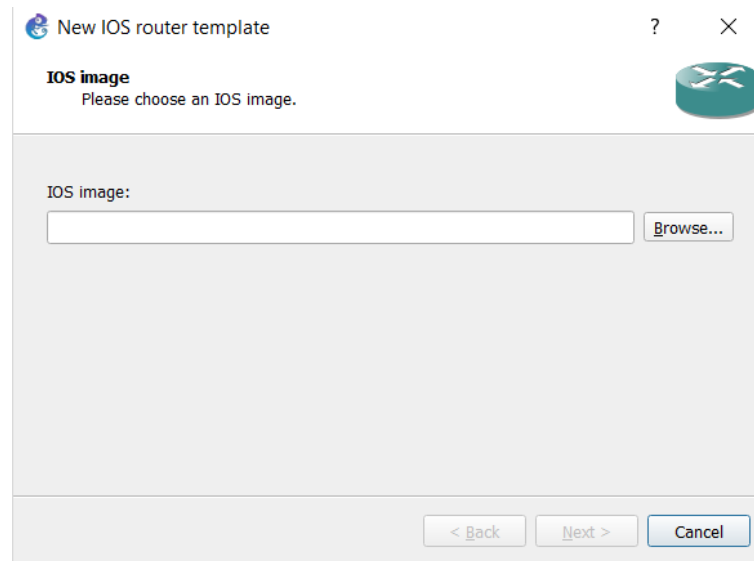
### 3.5 Configurar Servidor Local GNS3 (Dynamips)

En la ventana “New Appliance templade” se deberá escoger o agregar una imagen IOS para GNS3 mediante el servidor local, se utilizará la imagen del Router Cisco 7200. De acuerdo con la figura 3.16 seleccionar la opción “Add an IOS router using a real IOS image (supported by Dynamips)”, dar clic en “OK”.



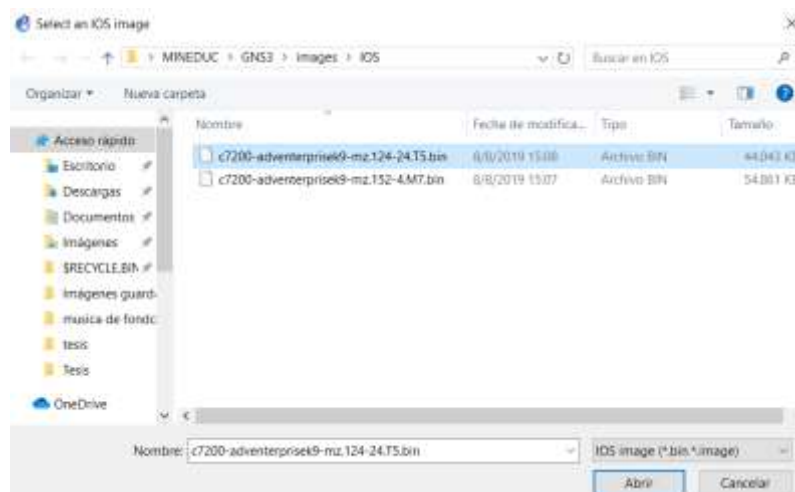
**Figura 3.16** Agregar IOS de Cisco en servidor Local GNS3  
Fuente: Autor

Se muestra otra ventana donde se selecciona la ubicación de la imagen IOS, dando click en “Browse” (Figura 3.17).



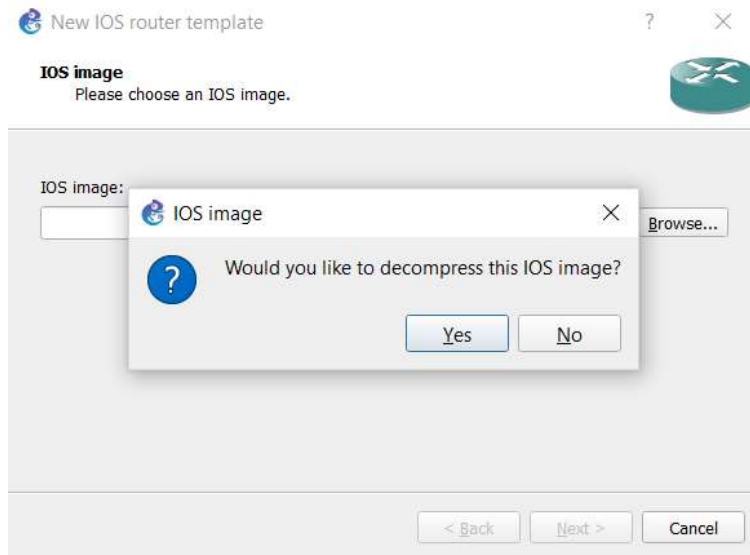
**Figura 3.17** Búsqueda de la ubicación de la IOS de Cisco  
**Fuente:** Autor

Se selecciona la ubicación del IOS previamente descargado como muestra la figura 3.18.



**Figura 3.18** Selección de la ubicación de la IOS de Cisco  
**Fuente:** Autor

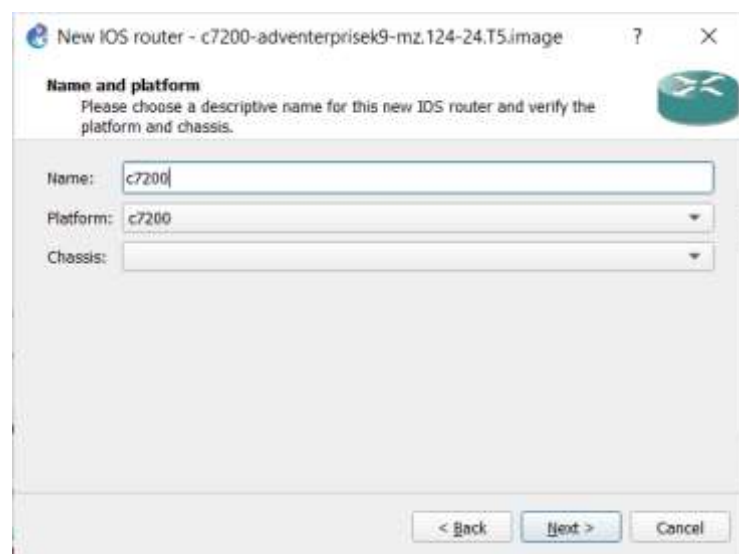
Al dar clic en abrir, se mostrará un mensaje que pregunta si se desea descomprimir la imagen IOS (Figura 3.19).



**Figura 3.19** Descompresión de imagen IOS de Cisco  
**Fuente:** Autor

Si se selecciona “No”, se mantendrá dicha imagen comprimida y al encender el router se inicializará la descompresión. Caso contrario, si se selecciona “Yes” se descomprime la imagen y la carga de los archivos será mucho más rápida.

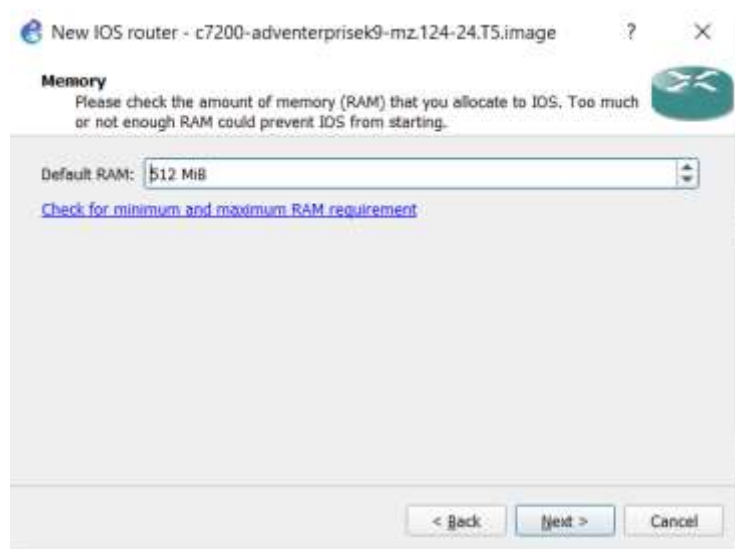
Al cargar la imagen IOS, se debe colocar el nombre del equipo y la plataforma donde se ejecutará como muestra la figura 3.20



**Figura 3.20** Asignación del nombre y selección de plataforma  
**Fuente:** Autor

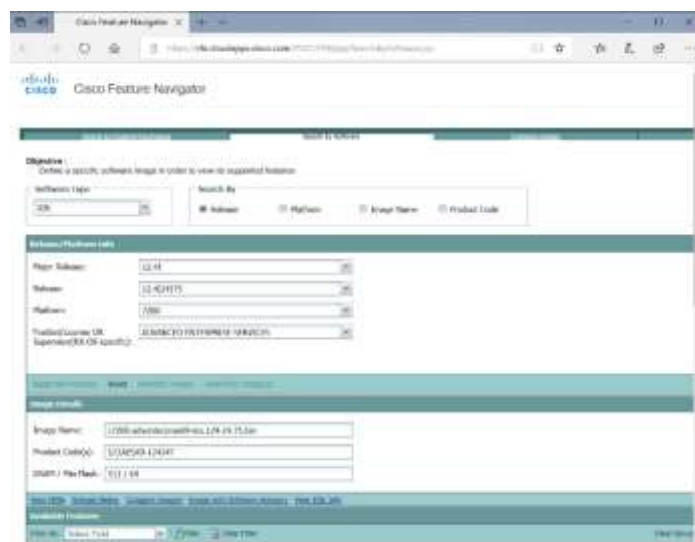
En la opción “Name” se coloca un nombre por cada perfil de la misma imagen IOS, en la opción “Plataforma” se debe tener en cuenta que sea

compatible con la plataforma o chasis. Ya colocado el nombre y seleccionada la plataforma, se deberá colocar el valor de la memoria RAM que almacenara la imagen IOS, es recomendable colocar una cantidad proporcional a la memoria usada en el equipo, adicional a esto el GNS3 por defecto da una cantidad asociada a la versión de la imagen (Figura 3.21).

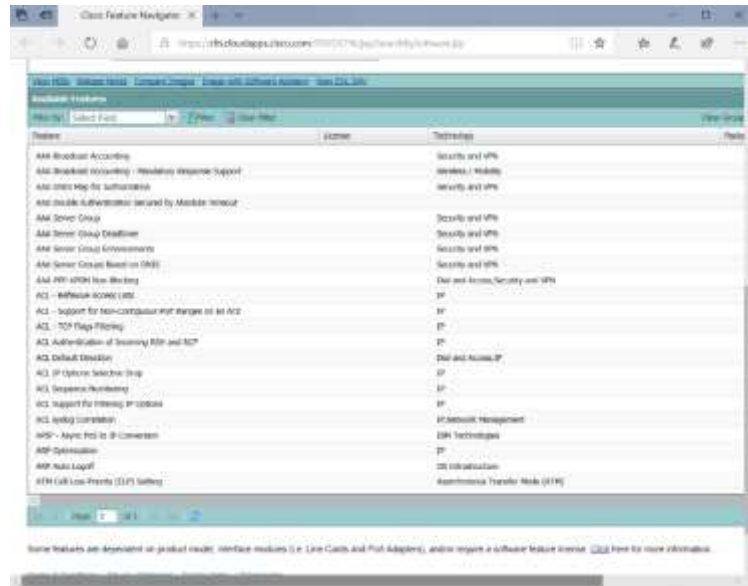


**Figura 3.21** Asignación de cantidad mínima de memoria RAM  
**Fuente:** Autor

En la pestaña se podrá observar un link que direcciona a la página de Cisco para poder verificar la versión de la imagen IOS, características y requerimientos necesarios (Ejemplo Figura 3.22).

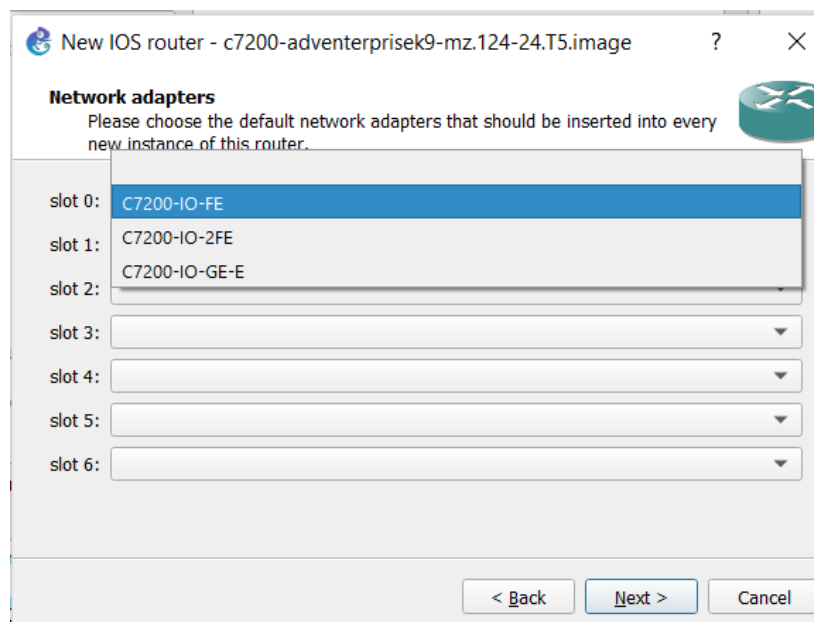


**Figura 3.22** Página Oficial de Cisco con características del IOS  
**Fuente:** Autor



**Figura 3.23** Detalle de características del IOS  
Fuente: Autor

En la página web de Cisco al seleccionar la búsqueda de la imagen IOS, mostrara la cantidad mínima de RAM a usar también sus características y funcionalidades que serán de utilidad al momento de armar las topologías. En la siguiente ventana se debe colocar que interfaces se va a colocar en el router Cisco 7200 (Figura 3.24).



**Figura 3.24** Selección de interfaces  
Fuente: Autor



Para los diferentes Slot, en el slot 0 permitirá colocar uno de los tres tipos diferentes de interfaces, del slot 1 al 6 se podrá colocar cualquier interfaz que se muestra en la figura 3.25.



**Figura 3.25** Selección de interfaces del slot 1 al 6  
**Fuente:** Autor

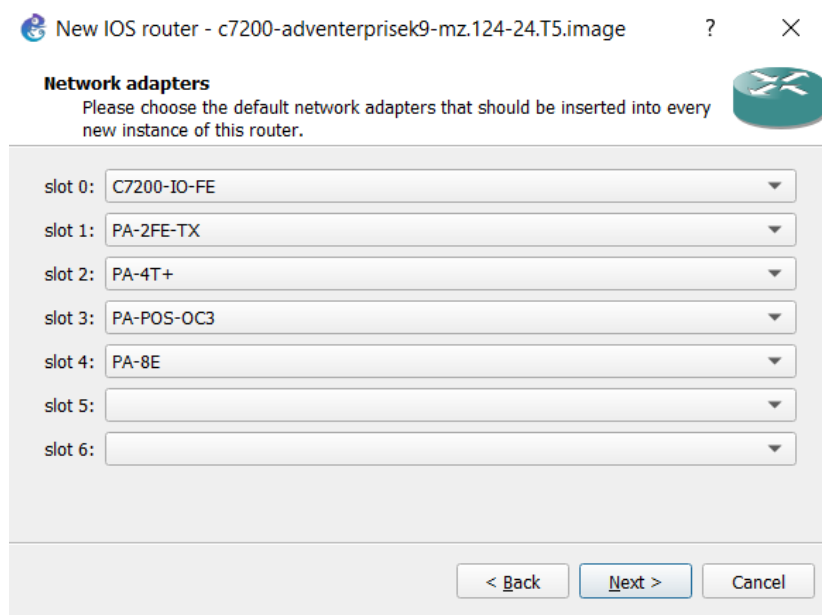
Para conocer las funcionalidades de cada tarjeta es necesario hacer uso de la página de Cisco, en la siguiente tabla se dará a conocer un resumen de la función de cada interfaz.

Tabla 3.2 Resumen de funcionalidades de interfaces

<b>INTERFAZ</b>	<b>FUNCIÓN</b>	<b>NUMERO DE PUERTOS</b>
PA-A1	Interfaz de red ATM	1*ATM
PA-FE-TX	Interfaz de red Fast Ethernet	1*FE(10Mb)
PA-2FE-TX	Interfaz de red Fast Ethernet	2*FE(10Mb)
PA-GE	Interfaz de red Gigabit Ethernet	1*GE(100Mb)
PA-4T+	Interfaz de red serial Sincrona	4*Serial
PA-8T	Interfaz de red Serial Sincrona	8*Serial
PA-4E	Interfaz de red Ethernet	1*Eth(10Mb)
PA-8E	Interfaz de red Ethernet	1*Eth(10Mb)
PA-POS-OC3	Interfaz óptica OC3	1*OC3

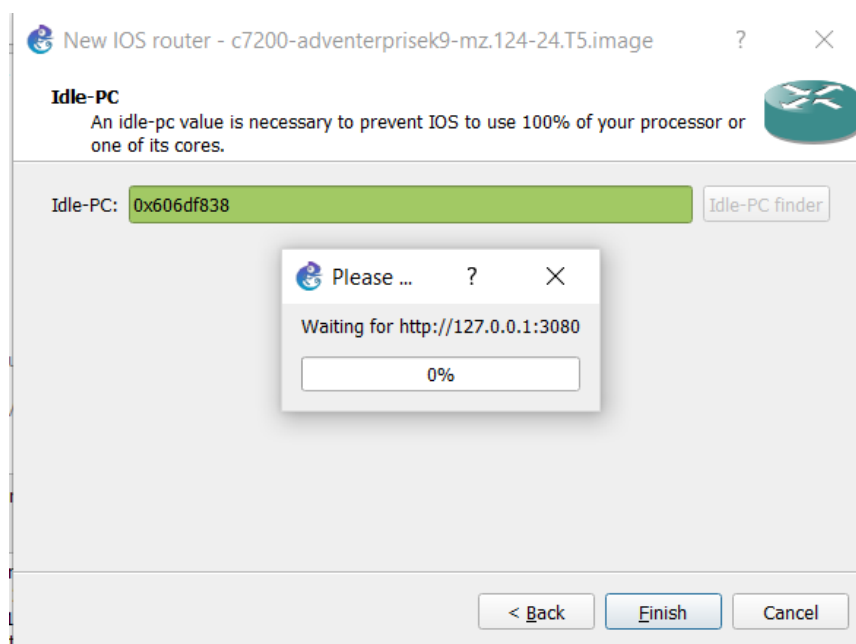
Elaborada por: Autor

Se selecciona diferentes interfaces para cada slot mostrado en la figura 3.26.



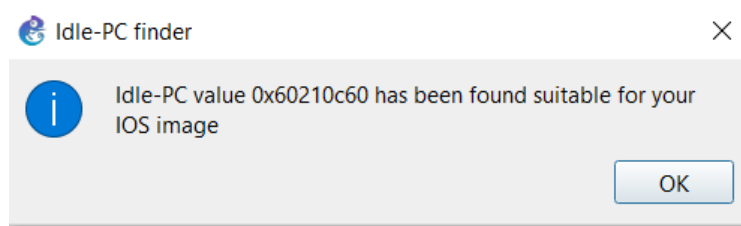
**Figura 3.26** Configuración de la interfaz de red en router 7200 Cisco  
**Fuente:** Autor

Para finalizar la configuración del router se busca un Idle-PC, sirve para optimizar los recursos de los equipos (Figura 3.27).



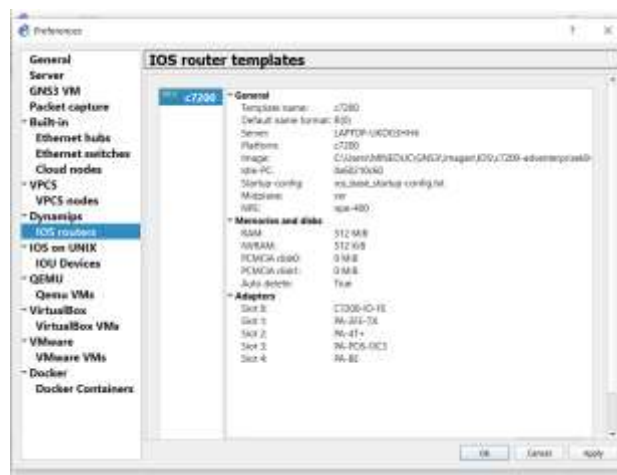
**Figura 3.27** Asignación del Idle-PC  
**Fuente:** Autor

El proceso dura unos minutos, para verificar la terminación saldrá un mensaje que indica que se ha encontrado un valor para la imagen IOS especificada (figura 3.28).



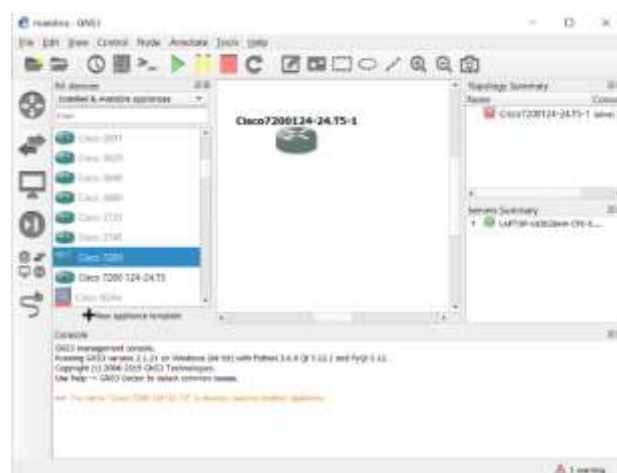
**Figura 3.28** Idle-PC verificado  
Fuente: Autor

Cabe recalcar que, si no se realiza este proceso, puede existir el riesgo de hacer operar la CPU al máximo, lo que generaría una mala operación durante la simulación de la topología. Se da clic en “Finish”.



**Figura 3.29** Características de la Configuración  
Fuente: Autor

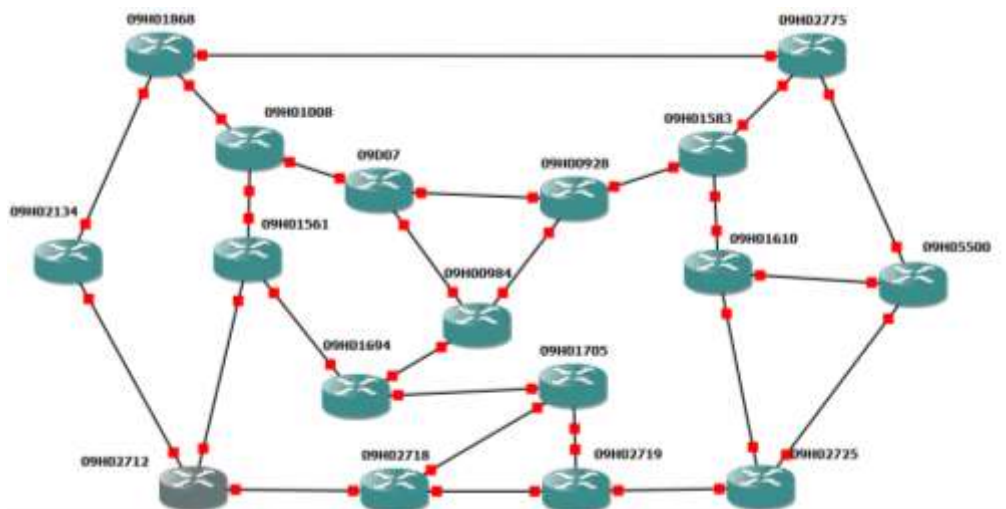
Luego de terminar el proceso se podrá verificar en el lado izquierdo del GNS3 el router cisco 7200, disponible para usarlo en la topología (Figura 3.30).



**Figura 3.30** Visualización del Router Cisco 7200  
Fuente: Autor

### 3.6 Diseño y Simulación de la red en el software GNS3

En esta ocasión se va a realizar una simulación de una red MPLS en el software GNS3, para comenzar se realizará una tabla para la identificación de los routers a utilizar y las direcciones IP de cada equipo (Tabla 3.3). Y en la figura 3.31 se presenta el diagrama de conexión planteado en la simulación dentro del software GNS3.



**Figura 3.31** Diagrama de conexión de equipos en red  
Captura de pantalla por: Autor

Tabla 3.3 Identificación de los routers con sus respectivas IP

INSTITUCION EDUCATIVA	CODIGO DE CISCO	INTERFASE	DIRECCION IP	MASCARA
09D07	09D07	FAST ETHERNET 0/0	192.168.1.1	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/0	192.168.10.2	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/1	192.168.11.3	255.255.255.0
UNIDAD EDUCATIVA FISCAL EDUARDO KINGMAN	09H00928	FAST ETHERNET 0/0	192.168.30.1	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/0	192.168.1.2	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/1	192.168.20.3	255.255.255.0
LUIS ALBERTO CHIRIBOGA MANRIQUE	09H00984	FAST ETHERNET 0/0	192.168.10.3	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/0	192.168.40.4	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/1	192.168.30.5	255.255.255.0
SARAH FLOR JIMENEZ	09H01008	FAST ETHERNET 0/0	192.168.11.4	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/0	192.168.50.3	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/1	192.168.60.2	255.255.255.0
GRAL. PEDRO J. MONTERO	09H01561	FAST ETHERNET 0/0	192.168.70.1	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/0	192.168.50.2	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/1	192.168.80.3	255.255.255.0
MANUEL CORDOVA GALARZA	09H01583	FAST ETHERNET 0/0	192.168.20.1	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/0	192.168.90.2	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/1	192.168.100.3	255.255.255.0
DOLORES CACUANGO	09H01610	FAST ETHERNET 0/0	192.168.90.1	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/0	192.168.110.2	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/1	192.168.120.3	255.255.255.0
LOS VERGELES	09H01694	FAST ETHERNET 0/0	192.168.40.1	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/0	192.168.130.3	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/1	192.168.80.2	255.255.255.0
REPUBLICA DE FILIPINAS	09H01705	FAST ETHERNET 0/0	192.168.130.1	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/0	192.168.140.2	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/1	192.168.150.3	255.255.255.0
LUIS ALFREDO NOBOA ICAZA	09H01868	FAST ETHERNET 0/0	192.168.50.1	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/0	192.168.160.2	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/1	192.168.170.3	255.255.255.0
ALEJO LASCANO BAHAMONDE	09H02134	FAST ETHERNET 0/0	192.168.160.1	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/0	192.168.180.2	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/1		255.255.255.0
ILEANA ESPINEL CEDEÑO	09H02712	FAST ETHERNET 0/0	192.168.180.3	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/0	192.168.70.2	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/1	192.168.190.1	255.255.255.0
EMILIO UZCATEGUI GARCIA	09H02718	FAST ETHERNET 0/0	192.168.190.3	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/0	192.168.150.2	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/1	192.168.200.1	255.255.255.0
ALFREDO PORTALUPPI VELASQUEZ	09H02719	FAST ETHERNET 0/0	192.168.200.3	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/0	192.168.140.1	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/1	192.168.210.2	255.255.255.0
ZOBEIDA JIMENEZ VAQUEZ	09H02725	FAST ETHERNET 0/0	192.168.110.1	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/0	192.168.220.2	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/1	192.168.210.3	255.255.255.0
CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA	09H02775	FAST ETHERNET 0/0	192.168.100.1	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/0	192.168.170.2	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/1	192.168.230.3	255.255.255.0
DR ALFREDO VERA VERA	09H05500	FAST ETHERNET 0/0	192.168.120.1	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/0	192.168.230.2	255.255.255.0
		FAST ETHERNET 1/1	192.168.220.3	255.255.255.0

Elaborada por: Autor

Luego se procede a configurar la IP en cada uno de los router:

- Configuración del Router Principal 09D07

Tabla 3.4 Configuración Router 09D07

09D07
configure terminal
interface f0/0
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/0
ip address 192.168.10.2 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/1
ip address 192.168.11.3 255.255.255.0
no shutdown
exit

Fuente: Autor

- Configuración del Router 09H00928

Tabla 3.5 Configuración Router 09H00928

09H00928
configure terminal
interface f0/0
ip address 192.168.30.1 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/0
ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/1
ip address 192.168.20.3 255.255.255.0
no shutdown
exit

Fuente: Autor

- Configuración del Router 09H00984

Tabla 3.6 Configuración Router 09H00984

09H00984
configure terminal
interface f0/0
ip address 192.168.10.3 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/0
ip address 192.168.40.4 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/1
ip address 192.168.30.5 255.255.255.0
no shutdown
exit

Fuente: Autor

- Configuración del Router 09H01008

Tabla 3.7 Configuración Router 09H01008

09H01008
configure terminal
interface f0/0
ip address 192.168.11.4 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/0
ip address 192.168.50.3 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/1
ip address 192.168.60.2 255.255.255.0
no shutdown
exit

Fuente: Autor

- Configuración del Router 09H01561

Tabla 3.8 Configuración Router 09H01561

09H01561
configure terminal
interface f0/0
ip address 192.168.70.1 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/0
ip address 192.168.50.2 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/1
ip address 192.168.80.3 255.255.255.0
no shutdown
exit

Fuente: Autor

- Configuración del Router 09H01583

Tabla 3.9 Configuración Router 09H01583

09H01583
configure terminal
interface f0/0
ip address 192.168.20.1 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/0
ip address 192.168.90.2 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/1
ip address 192.168.100.3 255.255.255.0
no shutdown
exit

Fuente: Autor

- Configuración del Router 09H01610

Tabla 3.10 Configuración Router 09H01610

09H01610
configure terminal
interface f0/0
ip address 192.168.90.1 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/0
ip address 192.168.110.2 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/1
ip address 192.168.120.3 255.255.255.0
no shutdown
exit

Fuente: Autor

- Configuración del Router 09H01694

Tabla 3.11 Configuración Router 09H01694

09H01694
configure terminal
interface f0/0
ip address 192.168.40.1 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/0
ip address 192.168.130.3 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/1
ip address 192.168.80.2 255.255.255.0
no shutdown
exit

Fuente: Autor

- Configuración del Router 09H01705

Tabla 3.12 Configuración Router 09H01705

09H01705
configure terminal
interface f0/0
ip address 192.168.130.1 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/0
ip address 192.168.140.2 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/1
ip address 192.168.150.3 255.255.255.0
no shutdown
exit

Fuente: Autor



- Configuración del Router 09H01868

Tabla 3.13 Configuración Router 09H01868

09H01868
configure terminal
interface f0/0
ip address 192.168.50.1 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/0
ip address 192.168.160.2 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/1
ip address 192.168.170.3 255.255.255.0
no shutdown
exit

Fuente: Autor

- Configuración del Router 09H02134

Tabla 3.14 Configuración Router 09H02134

09H02134
configure terminal
interface f0/0
ip address 192.168.160.1 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/0
ip address 192.168.180.2 255.255.255.0
no shutdown
exit

Fuente: Autor

- Configuración del Router 09H02712

Tabla 3.15 Configuración Router 09H02712

09H02712
configure terminal
interface f0/0
ip address 192.168.180.3 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/0
ip address 192.168.70.2 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/1
ip address 192.168.190.1 255.255.255.0
no shutdown
exit

Fuente: Autor

- Configuración del Router 09H02718

Tabla 3.16 Configuración Router 09H02718

09H02718
configure terminal
interface f0/0
ip address 192.168.190.3 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/0
ip address 192.168.150.2 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/1
ip address 192.168.200.1 255.255.255.0
no shutdown
exit

Fuente: Autor

- Configuración del Router 09H02719

Tabla 3.17 Configuración Router 09H02719

09H02719
configure terminal
interface f0/0
ip address 192.168.200.3 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/0
ip address 192.168.140.1 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/1
ip address 192.168.210.2 255.255.255.0
no shutdown
exit

Fuente: Autor

- Configuración del Router 09H02725

Tabla 3.18 Configuración Router 09H02725

09H02725
configure terminal
interface f0/0
ip address 192.168.110.1 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/0
ip address 192.168.220.2 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/1
ip address 192.168.210.3 255.255.255.0
no shutdown
exit

Fuente: Autor

- Configuración del Router 09H02775

Tabla 3.19 Configuración Router 09H02775

09H02775
configure terminal
interface f0/0
ip address 192.168.100.1 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/0
ip address 192.168.170.2 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/1
ip address 192.168.23.3 255.255.255.0
no shutdown
exit

Fuente: Autor

- Configuración del Router 09H05500

Tabla 3.20 Configuración Router 09H05500

09H05500
configure terminal
interface f0/0
ip address 192.168.120.1 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/0
ip address 192.168.230.2 255.255.255.0
no shutdown
interface f1/1
ip address 192.168.220.3 255.255.255.0
no shutdown
exit

Fuente: Autor

Al terminar de configurar la IP a cada router, se procede a la configuración del protocolo OSPF en cada uno de ellos, los comandos son los mismos para todos:

Tabla 3.21 Activación de protocolo OSPF

router ospf 1
network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
exit

Fuente: Autor

Por último, se activa el protocolo MPLS en la interface activa de cada router, es decir que el comando es el mismo para todos:

Tabla 3.22 Activación de protocolo MPLS

interface f0/0
mpls ip
interface f1/0
mpls ip
interface f1/1
mpls ip
exit
exit
exit

Fuente: Autor

Proceder con la configuración en el GNS3 como muestra la figura 3.22:

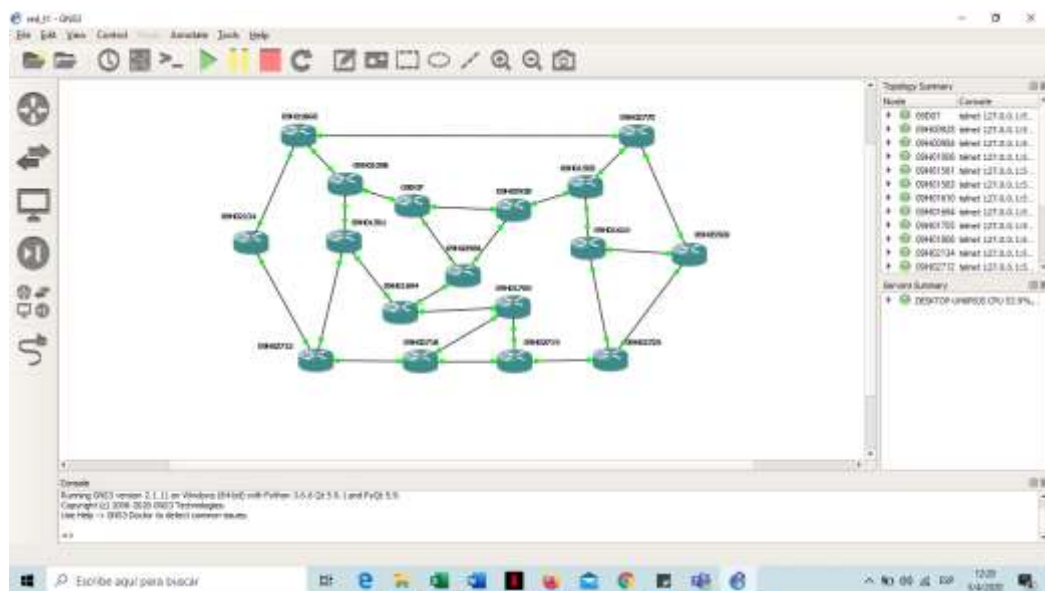
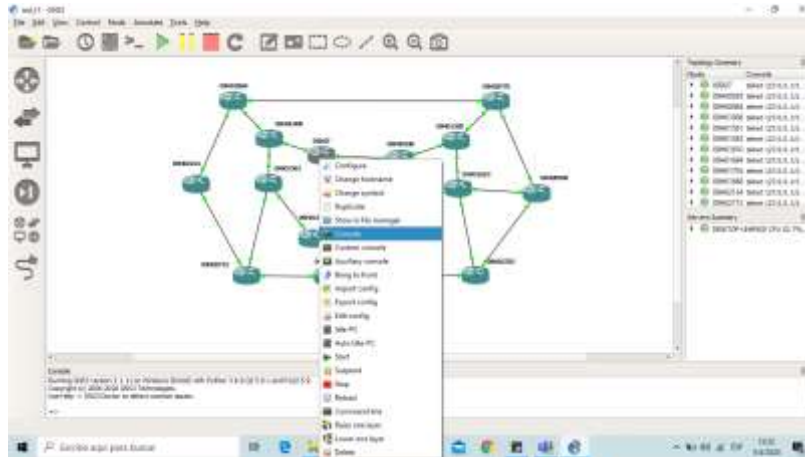


Figura 3.32 Configuración en el software GNS3

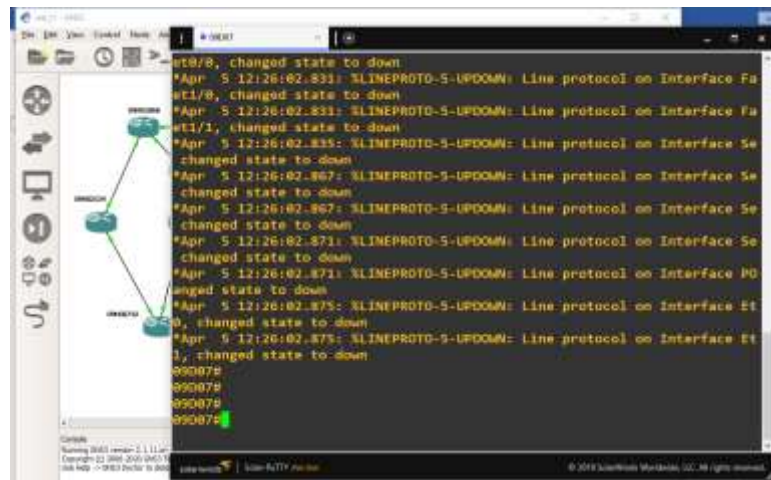
Fuente: Autor

Para configurar cada router, se debe escoger uno por uno, ejemplo el router principal 09D07, se da clic derecho y se escoge la opción **Console** tal como se muestra en la siguiente Figura 3.33.

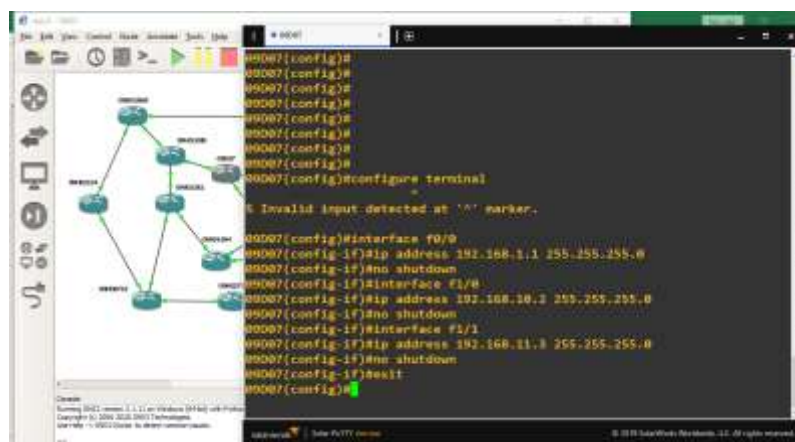


**Figura 3.33** Configuración de cada router  
Fuente: Autor

Al escoger dicha opción se abrirá una nueva ventana donde se podrá colocar los comandos para configurar la IP de cada router (Figura 3.34).



**Figura 3.34** Configuración del router principal 09D07 con la IP  
Fuente: Autor



**Figura 3.35** Configuración exitosa del router 09D07.  
Fuente: Autor

```

administratively down
*Apr 12 12:19:07.527: %LINK-5-CHANGED: Interface Po5/0, changed state to administratively down
09H00928
09H00928#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
09H00928(config)#interface f0/0
09H00928(config-if)#ip address 192.168.30.1 255.255.255.0
09H00928(config-if)#no shutdown
09H00928(config-if)#interface f1/0
09H00928(config-if)#ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
09H00928(config-if)#no shutdown
09H00928(config-if)#interface f1/1
09H00928(config-if)#ip address 192.168.20.3 255.255.255.0
09H00928(config-if)#no shutdown
09H00928(config-if)#exit
09H00928(config)#
*Apr 12 12:21:48.939: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Apr 12 12:21:50.231: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:21:50.391: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
*Apr 12 12:21:50.939: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
09H00928(config)#
*Apr 12 12:21:51.231: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:21:51.391: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to up
09H00928(config)#

```

**Figura 3.36** Configuración exitosa del router 09H00928.  
Fuente: Autor

```

*Apr 12 12:19:12.839: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/0, changed state to administratively down
*Apr 12 12:19:12.843: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/1, changed state to administratively down
09H00984
09H00984#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
09H00984(config)#interface f0/0
09H00984(config-if)#ip address 192.168.10.3 255.255.255.0
09H00984(config-if)#no shutdown
09H00984(config-if)#interface f1/0
09H00984(config-if)#ip address 192.168.40.4 255.255.255.0
09H00984(config-if)#no shutdown
09H00984(config-if)#interface f1/1
09H00984(config-if)#ip address 192.168.90.5 255.255.255.0
09H00984(config-if)#no shutdown
09H00984(config-if)#exit
09H00984(config)#
*Apr 12 12:23:10.047: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Apr 12 12:23:10.359: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:23:10.527: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
*Apr 12 12:23:11.047: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
09H00984(config)#
*Apr 12 12:23:11.363: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:23:11.537: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to up
09H00984(config)#

```

**Figura 3.37** Configuración exitosa del router 09H00984.  
Fuente: Autor

```

*Apr 12 12:19:08.099: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/5, changed state to administratively down
*Apr 12 12:19:08.099: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/4, changed state to administratively down
09H01008
09H01008#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
09H01008(config)#interface f0/0
09H01008(config-if)#ip address 192.168.11.4 255.255.255.0
09H01008(config-if)#no shutdown
09H01008(config-if)#interface f1/0
09H01008(config-if)#ip address 192.168.50.3 255.255.255.0
09H01008(config-if)#no shutdown
09H01008(config-if)#interface f1/1
09H01008(config-if)#ip address 192.168.60.2 255.255.255.0
09H01008(config-if)#no shutdown
09H01008(config-if)#exit
09H01008(config)#
*Apr 12 12:24:02.619: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Apr 12 12:24:02.915: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:24:03.079: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
*Apr 12 12:24:03.619: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
09H01008(config)#
*Apr 12 12:24:03.915: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:24:04.079: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to up
09H01008(config)#

```

**Figura 3.38** Configuración exitosa del router 09H01008.  
Fuente: Autor

```

Apr 12 12:19:09.647: SLINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/9, changed state to a
administratively down
Apr 12 12:19:09.671: SLINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/1, changed state to a
administratively down
09H01561#
09H01561#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
09H01561(config)#interface fa0/0
09H01561(config-if)#ip address 192.168.70.1 255.255.255.0
09H01561(config-if)#no shutdown
09H01561(config-if)#interface fa1/0
09H01561(config-if)#ip address 192.168.50.2 255.255.255.0
09H01561(config-if)#no shutdown
09H01561(config-if)#interface fa1/1
09H01561(config-if)#ip address 192.168.80.3 255.255.255.0
09H01561(config-if)#no shutdown
09H01561(config-if)#exit
09H01561(config)#
Apr 12 12:26:15.799: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
Apr 12 12:26:16.041: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
Apr 12 12:26:16.255: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
Apr 12 12:26:16.790: SLINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
09H01561(config)#
Apr 12 12:26:17.091: SLINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
Apr 12 12:26:17.255: SLINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to up
09H01561(config)#

```

Figura 3.39 Configuración exitosa del router 09H01561.  
Fuente: Autor

```

Apr 12 12:19:33.699: SLINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/9, changed state to a
administratively down
Apr 12 12:19:33.699: SLINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/1, changed state to a
administratively down
09H01583#
09H01583#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
09H01583(config)#interface fa0/0
09H01583(config-if)#ip address 192.168.70.1 255.255.255.0
09H01583(config-if)#no shutdown
09H01583(config-if)#interface fa1/0
09H01583(config-if)#ip address 192.168.50.2 255.255.255.0
09H01583(config-if)#no shutdown
09H01583(config-if)#interface fa1/1
09H01583(config-if)#ip address 192.168.100.3 255.255.255.0
09H01583(config-if)#no shutdown
09H01583(config-if)#exit
09H01583(config)#
Apr 12 12:27:35.695: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
Apr 12 12:27:35.991: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
Apr 12 12:27:34.101: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
Apr 12 12:27:34.711: SLINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
09H01583(config)#
Apr 12 12:27:35.991: SLINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
Apr 12 12:27:35.151: SLINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to up
09H01583(config)#

```

Figura 3.40 Configuración exitosa del router 09H01583.  
Fuente: Autor

```

Apr 12 12:19:47.747: SLINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/9, changed state to a
administratively down
Apr 12 12:19:47.751: SLINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/1, changed state to a
administratively down
09H01610#
09H01610#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
09H01610(config)#interface fa0/0
09H01610(config-if)#ip address 192.168.90.1 255.255.255.0
09H01610(config-if)#no shutdown
09H01610(config-if)#interface fa1/0
09H01610(config-if)#ip address 192.168.110.2 255.255.255.0
09H01610(config-if)#no shutdown
09H01610(config-if)#interface fa1/1
09H01610(config-if)#ip address 192.168.130.3 255.255.255.0
09H01610(config-if)#no shutdown
09H01610(config-if)#exit
09H01610(config)#
Apr 12 12:30:06.063: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
Apr 12 12:30:06.375: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
Apr 12 12:30:06.543: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
Apr 12 12:30:07.083: SLINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
09H01610(config)#
Apr 12 12:30:07.375: SLINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
Apr 12 12:30:07.543: SLINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to up
09H01610(config)#

```

Figura 3.41 Configuración exitosa del router 09H01610.  
Fuente: Autor

```

administratively down
*Apr 12 12:19:49.455: SLINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/1, changed state to a
administratively down
09H01694#
09H01694#
09H01694#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CTRL/Z.
09H01694(config)#interface f0/0
09H01694(config-if)#ip address 192.168.40.1 255.255.255.0
09H01694(config-if)#no shutdown
09H01694(config-if)#interface f1/0
09H01694(config-if)#ip address 192.168.130.3 255.255.255.0
09H01694(config-if)#no shutdown
09H01694(config-if)#interface f1/1
09H01694(config-if)#ip address 192.168.00.2 255.255.255.0
09H01694(config-if)#no shutdown
09H01694(config-if)#exit
09H01694(config)#
*Apr 12 12:31:21.847: SLINK-5-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Apr 12 12:31:22.136: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:31:22.205: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
*Apr 12 12:31:22.847: SLINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
09H01694(config)#
*Apr 12 12:31:23.135: SLINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:31:23.295: SLINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to up
09H01694(config)#

```

Figura 3.42 Configuración exitosa del router 09H01694.  
Fuente: Autor

```

administratively down
*Apr 12 12:19:50.343: SLINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/1, changed state to a
administratively down
09H01705#
09H01705#
09H01705#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CTRL/Z.
09H01705(config)#interface f0/0
09H01705(config-if)#ip address 192.168.130.1 255.255.255.0
09H01705(config-if)#no shutdown
09H01705(config-if)#interface f1/0
09H01705(config-if)#ip address 192.168.140.2 255.255.255.0
09H01705(config-if)#no shutdown
09H01705(config-if)#interface f1/1
09H01705(config-if)#ip address 192.168.150.3 255.255.255.0
09H01705(config-if)#no shutdown
09H01705(config-if)#exit
09H01705(config)#
*Apr 12 12:32:18.111: SLINK-5-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Apr 12 12:32:18.431: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:32:18.509: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
*Apr 12 12:32:19.411: SLINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
09H01705(config)#
*Apr 12 12:32:19.431: SLINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:32:19.590: SLINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to up
09H01705(config)#

```

Figura 3.43 Configuración exitosa del router 09H01705.  
Fuente: Autor

```

*Apr 12 12:20:05.651: SLINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/0, changed state to a
administratively down
*Apr 12 12:20:05.655: SLINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/1, changed state to a
administratively down
09H01868#
09H01868#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CTRL/Z.
09H01868(config)#interface f0/0
09H01868(config-if)#ip address 192.168.50.1 255.255.255.0
09H01868(config-if)#no shutdown
09H01868(config-if)#interface f1/0
09H01868(config-if)#ip address 192.168.100.2 255.255.255.0
09H01868(config-if)#no shutdown
09H01868(config-if)#interface f1/1
09H01868(config-if)#ip address 192.168.170.3 255.255.255.0
09H01868(config-if)#no shutdown
09H01868(config-if)#exit
09H01868(config)#
*Apr 12 12:35:16.733: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Apr 12 12:35:17.055: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:35:17.219: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
*Apr 12 12:35:17.755: SLINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
09H01868(config)#
*Apr 12 12:35:18.055: SLINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:35:18.219: SLINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to up
09H01868(config)#

```

Figura 3.44 Configuración exitosa del router 09H01868.  
Fuente: Autor



```

*Apr 12 12:20:30.855: SLINK-5-CHANGED: Interface Serial1/1, changed state to administratively down
*Apr 12 12:20:30.859: SLINK-5-CHANGED: Interface POS3/0, changed state to administratively down
*Apr 12 12:20:30.863: SLINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/0, changed state to administratively down
*Apr 12 12:20:30.863: SLINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/1, changed state to administratively down
09H02134#
09H02134#
09H02134#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
09H02134(config)#interface f0/0
09H02134(config-if)#ip address 192.168.160.1 255.255.255.0
09H02134(config-if)#no shutdown
09H02134(config-if)#interface f1/0
09H02134(config-if)#ip address 192.168.180.2 255.255.255.0
09H02134(config-if)#no shutdown
09H02134(config-if)#exit
09H02134(config)#
*Apr 12 12:36:45.051: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Apr 12 12:36:45.323: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:36:46.035: SLINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
09H02134(config)#
*Apr 12 12:36:46.723: SLINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
09H02134(config)#

```

Figura 3.45 Configuración exitosa del router 09H02134.

Fuente: Autor

```

*Apr 12 12:12:32.927: SLINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/0, changed state to administratively down
*Apr 12 12:12:32.931: SLINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/1, changed state to administratively down
09H02712#
09H02712#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
09H02712(config)#interface f0/0
09H02712(config-if)#ip address 192.168.180.3 255.255.255.0
09H02712(config-if)#no shutdown
09H02712(config-if)#interface f1/0
09H02712(config-if)#ip address 192.168.70.2 255.255.255.0
09H02712(config-if)#no shutdown
09H02712(config-if)#interface f1/1
09H02712(config-if)#ip address 192.168.100.1 255.255.255.0
09H02712(config-if)#no shutdown
09H02712(config-if)#exit
09H02712(config)#
*Apr 12 12:17:25.015: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Apr 12 12:17:25.331: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:17:25.405: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
*Apr 12 12:17:26.015: SLINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
09H02712(config)#
*Apr 12 12:17:26.495: SLINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
09H02712(config)#

```

Figura 3.46 Configuración exitosa del router 09H02712.

Fuente: Autor

```

*Apr 12 12:20:34.095: SLINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/0, changed state to administratively down
*Apr 12 12:20:34.095: SLINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/1, changed state to administratively down
09H02718#
09H02718#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
09H02718(config)#interface f0/0
09H02718(config-if)#ip address 192.168.190.3 255.255.255.0
09H02718(config-if)#no shutdown
09H02718(config-if)#interface f1/0
09H02718(config-if)#ip address 192.168.150.2 255.255.255.0
09H02718(config-if)#no shutdown
09H02718(config-if)#interface f1/1
09H02718(config-if)#ip address 192.168.200.1 255.255.255.0
09H02718(config-if)#no shutdown
09H02718(config-if)#exit
09H02718(config)#
*Apr 12 12:39:18.043: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Apr 12 12:39:18.039: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:39:19.111: SLINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
*Apr 12 12:39:19.043: SLINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
09H02718(config)#
*Apr 12 12:39:19.939: SLINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:39:20.111: SLINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to up
09H02718(config)#

```

Figura 3.47 Configuración exitosa del router 09H02718.

Fuente: Autor

```

administratively down
*Apr 12 12:28:34.547: LINK-3-CHANGED: Interface Ethernet4/1, changed state to a
administratively down
09H02719#
09H02719#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
09H02719(config)#interface f0/0
09H02719(config-if)#ip address 192.168.200.3 255.255.255.0
09H02719(config-if)#no shutdown
09H02719(config-if)#interface f1/0
09H02719(config-if)#ip address 192.168.100.1 255.255.255.0
09H02719(config-if)#no shutdown
09H02719(config-if)#interface f1/1
09H02719(config-if)#ip address 192.168.210.2 255.255.255.0
09H02719(config-if)#no shutdown
09H02719(config-if)#exit
09H02719(config)#
*Apr 12 12:40:31.959: LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Apr 12 12:40:32.247: LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:40:32.415: LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
*Apr 12 12:40:32.959: LINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
09H02719(config)#
*Apr 12 12:40:33.247: LINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:40:33.415: LINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to up
09H02719(config)#

```

**Figura 3.48** Configuración exitosa del router 09H02719.  
Fuente: Autor

```

*Apr 12 12:20:51.130: LINK-3-CHANGED: Interface Ethernet4/0, changed state to a
administratively down
*Apr 12 12:20:51.343: LINK-3-CHANGED: Interface Ethernet4/1, changed state to a
administratively down
09H02725#
09H02725#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
09H02725(config)#interface f0/0
09H02725(config-if)#ip address 192.168.130.1 255.255.255.0
09H02725(config-if)#no shutdown
09H02725(config-if)#interface f1/0
09H02725(config-if)#ip address 192.168.220.2 255.255.255.0
09H02725(config-if)#no shutdown
09H02725(config-if)#interface f1/1
09H02725(config-if)#ip address 192.168.210.3 255.255.255.0
09H02725(config-if)#no shutdown
09H02725(config-if)#exit
09H02725(config)#
*Apr 12 12:41:19.995: LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Apr 12 12:41:20.203: LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:41:20.451: LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
*Apr 12 12:41:20.995: LINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
09H02725(config)#
*Apr 12 12:41:21.283: LINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:41:21.451: LINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to up
09H02725(config)#

```

**Figura 3.49** Configuración exitosa del router 09H02725.  
Fuente: Autor

```

*Apr 12 12:21:03.071: LINK-3-CHANGED: Interface Ethernet4/0, changed state to a
administratively down
*Apr 12 12:21:03.675: LINK-3-CHANGED: Interface Ethernet4/1, changed state to a
administratively down
09H02775#
09H02775#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
09H02775(config)#interface f0/0
09H02775(config-if)#ip address 192.168.100.1 255.255.255.0
09H02775(config-if)#no shutdown
09H02775(config-if)#interface f1/0
09H02775(config-if)#ip address 192.168.170.2 255.255.255.0
09H02775(config-if)#no shutdown
09H02775(config-if)#interface f1/1
09H02775(config-if)#ip address 192.168.23.3 255.255.255.0
09H02775(config-if)#no shutdown
09H02775(config-if)#exit
09H02775(config)#
*Apr 12 12:42:30.483: LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Apr 12 12:42:30.775: LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:42:30.959: LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
*Apr 12 12:42:31.483: LINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
09H02775(config)#
*Apr 12 12:42:31.775: LINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:42:31.959: LINKPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to up
09H02775(config)#

```

**Figura 3.50** Configuración exitosa del router 09H02775.  
Fuente: Autor

```

*Apr 12 12:54:46.815: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/0, changed state to administratively down
*Apr 12 12:54:46.823: %LINK-5-CHANGED: Interface Ethernet4/1, changed state to administratively down
09H05500
09H05500#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
09H05500(config)#interface f0/0
09H05500(config-if)#ip address 192.168.120.1 255.255.255.0
09H05500(config-if)#no shutdown
09H05500(config-if)#interface f1/0
09H05500(config-if)#ip address 192.168.120.2 255.255.255.0
09H05500(config-if)#no shutdown
09H05500(config-if)#interface f1/1
09H05500(config-if)#ip address 192.168.120.3 255.255.255.0
09H05500(config-if)#no shutdown
09H05500(config-if)#exit
09H05500(config)#
*Apr 12 12:55:12.835: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
*Apr 12 12:55:13.139: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:55:13.303: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
*Apr 12 12:55:13.835: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
09H05500(config)#
*Apr 12 12:55:14.139: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:55:14.303: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to up
09H05500(config)#

```

**Figura 3.51** Configuración exitosa del router 09H05500.  
Fuente: Autor

Se procede con la configuración de IP en cada uno de los routers. Al terminar se procederá con la activación del protocolo OSPF en cada uno de los routers, tal como se muestra en la figura 3.52.

```

state to up
*Apr 12 12:21:06.227: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:21:06.387: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet1/1, changed state to up
*Apr 12 12:21:06.931: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
09D07(config)#
*Apr 12 12:21:07.227: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/0, changed state to up
*Apr 12 12:21:07.387: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet1/1, changed state to up
09D07(config)#
09D07(config)#router ospf 1
09D07(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09D07(config-router)#exit
09D07(config)#
*Apr 12 13:03:49.183: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.30.1 on FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
09D07(config)#
*Apr 12 13:03:54.051: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.40.4 on FastEthernet1/0 from LOADING to FULL, Loading Done
09D07(config)#
*Apr 12 13:03:59.231: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.60.2 on FastEthernet1/1 from LOADING to FULL, Loading Done
09D07(config)#

```

**Figura 3.52** Activación del Protocolo OSPF en el router 09D07  
Fuente: Autor

Y para finalizar se procede con la activación del Protocolo MPLS en cada una de las interfaces de cada routers, como se aprecia en las figuras 3.53 hasta la 3.69.

```

09D07(config-if)#interface f1/0
09D07(config-if)#ip address 192.168.10.2 255.255.255.0
09D07(config-if)#no shutdown
09D07(config-if)#interface f1/1
09D07(config-if)#ip address 192.168.11.3 255.255.255.0
09D07(config-if)#no shutdown
09D07(config-if)#exit
09D07(config)#
09D07(config)#router ospf 1
09D07(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09D07(config-router)#exit
09D07(config)#interface f0/0
09D07(config-if)#mpls ip
09D07(config-if)#interface f1/0
09D07(config-if)#mpls ip
09D07(config-if)#interface f1/1
09D07(config-if)#mpls ip
09D07(config-if)#exit
09D07(config)#exit
09D07#
*Apr 21 12:47:59.067: XSYS-5-CONFIO_I: Configured from console by console
09D07#
*Apr 21 12:48:18.051: XLOP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.40.4:0 (2) is UP
09D07#
*Apr 21 12:48:23.827: XLOP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.60.2:0 (3) is UP
09D07#

```

Figura 3.53 Activación del Protocolo MPLS en el router 09D07  
Fuente: Autor

```

09H00928(config-if)#ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
09H00928(config-if)#no shutdown
09H00928(config-if)#interface f1/1
09H00928(config-if)#ip address 192.168.10.3 255.255.255.0
09H00928(config-if)#no shutdown
09H00928(config-if)#exit
09H00928(config)#
09H00928(config)#router ospf 1
09H00928(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09H00928(config-router)#exit
09H00928(config)#
09H00928(config)#interface f0/0
09H00928(config-if)#mpls ip
09H00928(config-if)#interface f1/0
09H00928(config-if)#mpls ip
09H00928(config-if)#interface f1/1
09H00928(config-if)#mpls ip
09H00928(config-if)#exit
09H00928#
*Apr 21 12:47:59.703: XSYS-5-CONFIO_I: Configured from console by console
09H00928#
*Apr 21 12:48:09.259: XLOP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.40.4:0 (2) is UP
09H00928#
*Apr 21 12:48:23.335: XLOP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.100.3:0 (3) is UP
09H00928#

```

Figura 3.54 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H00928  
Fuente: Autor

```

09H00984(config)#router ospf 1
09H00984(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09H00984(config-router)#exit
09H00984(config)#
*Apr 21 12:43:35.221: XOSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.30.1 on FastEthernet1/1 from LOADING to FULL, load
ing Done
*Apr 21 12:43:35.227: XOSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.11.5 on FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, load
ing Done
09H00984(config)#
*Apr 21 12:43:39.790: XOSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.130.3 on FastEthernet1/0 from LOADING to FULL, load
ing Done
09H00984(config)#interface f0/0
09H00984(config-if)#mpls ip
09H00984(config-if)#interface f1/0
09H00984(config-if)#mpls ip
09H00984(config-if)#interface f1/1
09H00984(config-if)#mpls ip
09H00984(config-if)#exit
09H00984(config)#exit
09H00984#
*Apr 21 12:47:58.423: XLOP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.11.4:0 (1) is UP
*Apr 21 12:47:58.795: XSYS-5-CONFIO_I: Configured from console by console
*Apr 21 12:47:58.791: XLOP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.30.1:0 (2) is UP
09H00984#
*Apr 21 12:48:22.051: XLOP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.130.3:0 (3) is UP
09H00984#

```

Figura 3.55 Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H00984  
Fuente: Autor

```

09H01008(config)#router ospf 1
09H01008(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09H01008(config-router)#exit
09H01008(config)#
*Apr 21 12:43:44.231: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.11.3 on FastEther
ng Done
09H01008(config)#
*Apr 21 12:43:49.251: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.80.3 on FastEther
ng Done
09H01008(config)#interface f0/0
09H01008(config-if)#mpls ip
09H01008(config-if)#interface f1/0
09H01008(config-if)#mpls ip
09H01008(config-if)#interface f1/1
09H01008(config-if)#mpls ip
09H01008(config-if)#exit
09H01008(config)#exit
09H01008#
*Apr 21 12:48:02.543: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.11.3:0 (1) is UP
*Apr 21 12:48:03.043: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
09H01008#
*Apr 21 12:48:06.635: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.80.3:0 (2) is UP
09H01008#
*Apr 21 12:48:32.139: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.170.3:0 (3) is UP
09H01008#

```

**Figura 3.56** Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H01008  
Fuente: Autor

```

09H01561(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09H01561(config-router)#exit
09H01561(config)#
*Apr 21 12:43:49.775: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.60.2 on FastEthernet1/0 from LOADING to FULL, Loadi
ng Done
09H01561(config)#
*Apr 21 12:43:57.335: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.190.1 on FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loadi
ng Done
09H01561(config)#
*Apr 21 12:43:59.987: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.130.3 on FastEthernet1/1 from LOADING to FULL, Loadi
ng Done
09H01561(config)#interface f0/0
09H01561(config-if)#mpls ip
09H01561(config-if)#interface f1/0
09H01561(config-if)#mpls ip
09H01561(config-if)#interface f1/1
09H01561(config-if)#mpls ip
09H01561(config-if)#exit
09H01561(config)#exit
09H01561#
*Apr 21 12:48:00.931: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
*Apr 21 12:48:07.127: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.60.2:0 (1) is UP
09H01561#
*Apr 21 12:48:23.275: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.130.3:0 (2) is UP
09H01561#
*Apr 21 12:48:39.401: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.190.1:0 (3) is UP
09H01561#

```

**Figura 3.57** Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H01561  
Fuente: Autor

```

09H01583(config)#router ospf 1
09H01583(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09H01583(config-router)#exit
09H01583(config)#
*Apr 21 12:43:53.331: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.30.1 on FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loadi
ng Done
09H01583(config)#
*Apr 21 12:43:57.135: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.130.3 on FastEthernet1/0 from LOADING to FULL, Loadi
ng Done
09H01583(config)#
*Apr 21 12:44:11.099: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.170.2 on FastEthernet1/1 from LOADING to FULL, Loadi
ng Done
09H01583(config)#interface f0/0
09H01583(config-if)#mpls ip
09H01583(config-if)#interface f1/0
09H01583(config-if)#mpls ip
09H01583(config-if)#interface f1/1
09H01583(config-if)#mpls ip
09H01583(config-if)#exit
09H01583(config)#exit
09H01583#
*Apr 21 12:48:09.691: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.30.1:0 (1) is UP
*Apr 21 12:48:10.347: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
09H01583#
*Apr 21 12:48:18.119: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.170.2:0 (2) is UP
09H01583#

```

**Figura 3.58** Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H01583  
Fuente: Autor

```

09H01610(config)#router ospf 1
09H01610(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09H01610(config-router)#exit
09H01610(config)#
*Apr 21 12:43:47.259: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.100.1 on FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
09H01610(config)#
*Apr 21 12:44:09.427: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.220.2 on FastEthernet1/0 from LOADING to FULL, Loading Done
*Apr 21 12:44:04.083: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.230.3 on FastEthernet1/1 from LOADING to FULL, Loading Done
09H01610(config)#interface f0/0
09H01610(config-if)#mpls ip
09H01610(config-if)#interface f1/0
09H01610(config-if)#mpls ip
09H01610(config-if)#interface f1/1
09H01610(config-if)#mpls ip
09H01610(config-if)#exit
09H01610(config)#exit
09H01610#
*Apr 21 12:48:08.159: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.100.3:0 (1) is UP
*Apr 21 12:48:08.343: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
09H01610#
*Apr 21 12:48:39.731: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.220.2:0 (2) is UP
09H01610#
*Apr 21 12:48:49.259: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.230.2:0 (3) is UP
09H01610#

```

**Figura 3.59** Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H01610  
Fuente: Autor

```

09H01694(config)#router ospf 1
09H01694(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09H01694(config-router)#exit
09H01694(config)#
*Apr 21 12:43:40.247: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.80.3 on FastEthernet1/1 from LOADING to FULL, Loading Done
*Apr 21 12:43:40.247: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.40.4 on FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
09H01694(config)#
*Apr 21 12:43:44.115: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.150.3 on FastEthernet1/0 from LOADING to FULL, Loading Done
09H01694(config)#interface f0/0
09H01694(config-if)#mpls ip
09H01694(config-if)#interface f1/0
09H01694(config-if)#mpls ip
09H01694(config-if)#interface f1/1
09H01694(config-if)#mpls ip
09H01694(config-if)#exit
09H01694(config)#exit
09H01694#
*Apr 21 12:48:02.067: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.40.4:0 (1) is UP
*Apr 21 12:48:02.351: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
*Apr 21 12:48:02.551: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.80.3:0 (2) is UP
09H01694#
*Apr 21 12:48:07.503: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.150.3:0 (3) is UP
09H01694#

```

**Figura 3.60** Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H01694  
Fuente: Autor

```

09H01705(config)#router ospf 1
09H01705(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09H01705(config-router)#exit
09H01705(config)#
*Apr 21 12:43:43.923: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.130.3 on FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
09H01705(config)#
*Apr 21 12:44:18.255: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.200.1 on FastEthernet1/1 from LOADING to FULL, Loading Done
09H01705(config)#
*Apr 21 12:44:22.159: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.210.2 on FastEthernet1/0 from LOADING to FULL, Loading Done
09H01705(config)#interface f0/0
09H01705(config-if)#mpls ip
09H01705(config-if)#interface f1/0
09H01705(config-if)#mpls ip
09H01705(config-if)#interface f1/1
09H01705(config-if)#mpls ip
09H01705(config-if)#exit
09H01705(config)#exit
09H01705#
*Apr 21 12:48:07.183: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.130.3:0 (1) is UP
*Apr 21 12:48:07.383: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
09H01705#
*Apr 21 12:48:22.691: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.200.1:0 (2) is UP
09H01705#

```

**Figura 3.61** Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H01705  
Fuente: Autor

```

*Apr 21 12:37:54.191: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Fa
stEthernet1/1, changed state to up
09H01868(config)#router ospf 1
09H01868(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09H01868(config-router)#exit
09H01868(config)#
*Apr 21 12:44:00.707: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.180.2 on FastEthernet1/0 from LOADING to FULL, Load
ing Done
09H01868(config)#
*Apr 21 12:44:21.367: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.170.2 on FastEthernet1/1 from LOADING to FULL, Load
ing Done
09H01868(config)#interface fa0/0
09H01868(config-if)#mpls ip
09H01868(config-if)#interface f1/0
09H01868(config-if)#mpls ip
09H01868(config-if)#interface f1/1
09H01868(config-if)#mpls ip
09H01868(config-if)#exit
09H01868(config)#exit
09H01868#
*Apr 21 12:48:00.295: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.60.2:0 (1) is UP
*Apr 21 12:48:00.591: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
09H01868#
*Apr 21 12:48:00.235: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.180.2:0 (2) is UP
09H01868#
*Apr 21 12:48:24.279: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.170.2:0 (3) is UP

```

**Figura 3.62** Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H01868  
Fuente: Autor

```

09H02134(config)#
*Apr 21 12:38:09.459: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Fa
stEthernet1/0, changed state to up
09H02134(config)#router ospf 1
09H02134(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09H02134(config-router)#exit
09H02134(config)#
*Apr 21 12:44:01.027: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.170.3 on FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Load
ing Done
09H02134(config)#
*Apr 21 12:44:04.331: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.150.1 on FastEthernet1/0 from LOADING to FULL, Load
ing Done
09H02134(config)#interface fa0/0
09H02134(config-if)#mpls ip
09H02134(config-if)#interface f1/0
09H02134(config-if)#mpls ip
09H02134(config-if)#interface f1/1
09H02134(config-if)#mpls ip
09H02134(config-if)#exit
09H02134(config)#exit
09H02134#
*Apr 21 12:48:04.835: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.170.3:0 (1) is UP
*Apr 21 12:48:05.207: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
09H02134#
*Apr 21 12:48:09.135: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.190.1:0 (2) is UP
09H02134#

```

**Figura 3.63** Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H02134  
Fuente: Autor

```

09H02712(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09H02712(config-router)#exit
09H02712(config)#
*Apr 21 12:43:17.195: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.80.3 on FastEthernet1/0 from LOADING to FULL, Loadi
ng Done
09H02712(config)#
*Apr 21 12:43:54.350: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.180.2 on FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Load
ing Done
09H02712(config)#
*Apr 21 12:43:58.029: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.200.1 on FastEthernet1/1 from LOADING to FULL, Load
ing Done
09H02712(config)#interface fa0/0
09H02712(config-if)#mpls ip
09H02712(config-if)#interface f1/0
09H02712(config-if)#mpls ip
09H02712(config-if)#interface f1/1
09H02712(config-if)#mpls ip
09H02712(config-if)#exit
09H02712(config)#exit
09H02712#
*Apr 21 12:47:57.791: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.180.2:0 (1) is UP
*Apr 21 12:47:58.365: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
*Apr 21 12:47:58.383: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.80.3:0 (2) is UP
09H02712#
*Apr 21 12:48:02.399: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.200.1:0 (3) is UP
09H02712#

```

**Figura 3.64** Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H02712  
Fuente: Autor

```

09H02718(config)#router ospf 1
09H02718(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09H02718(config-router)#exit
09H02718(config)#
*Apr 21 12:43:48.535: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.150.3 on FastEthernet1/0 from LOADING to FULL, Loading Done
*Apr 21 12:43:48.535: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.190.1 on FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
09H02718(config)#
*Apr 21 12:43:52.403: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.220.2 on FastEthernet1/1 from LOADING to FULL, Loading Done
09H02718(config)#interface f0/0
09H02718(config-if)#mpls ip
09H02718(config-if)#interface f1/0
09H02718(config-if)#mpls ip
09H02718(config-if)#interface f1/1
09H02718(config-if)#mpls ip
09H02718(config-if)#exit
09H02718(config)#exit
09H02718#
*Apr 21 12:47:51.850: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.190.1:0 (1) is UP
*Apr 21 12:47:51.939: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.150.3:0 (2) is UP
*Apr 21 12:47:52.511: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
09H02718#
*Apr 21 12:47:57.167: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.220.2:0 (3) is UP
09H02718#

```

**Figura 3.65** Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H02718  
Fuente: Autor

```

09H02719(config)#router ospf 1
09H02719(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09H02719(config-router)#exit
09H02719(config)#
*Apr 21 12:43:42.375: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.150.3 on FastEthernet1/0 from LOADING to FULL, Loading Done
*Apr 21 12:43:42.375: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.200.1 on FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
09H02719(config)#
*Apr 21 12:43:44.947: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.220.2 on FastEthernet1/1 from LOADING to FULL, Loading Done
09H02719(config)#interface f0/0
09H02719(config-if)#mpls ip
09H02719(config-if)#interface f1/0
09H02719(config-if)#mpls ip
09H02719(config-if)#interface f1/1
09H02719(config-if)#mpls ip
09H02719(config-if)#exit
09H02719(config)#exit
09H02719#
*Apr 21 12:47:45.531: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.200.1:0 (1) is UP
*Apr 21 12:47:46.263: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
*Apr 21 12:47:46.287: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.150.3:0 (2) is UP
09H02719#
*Apr 21 12:47:51.015: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.220.2:0 (3) is UP
09H02719#

```

**Figura 3.66** Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H02719  
Fuente: Autor

```

09H02725(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09H02725(config-router)#exit
09H02725(config)#
*Apr 21 12:43:12.959: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.120.3 on FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
09H02725(config)#
*Apr 21 12:43:44.467: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.210.2 on FastEthernet1/1 from LOADING to FULL, Loading Done
09H02725(config)#
*Apr 21 12:43:51.015: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.230.2 on FastEthernet1/0 from LOADING to FULL, Loading Done
09H02725(config)#interface f0/0
09H02725(config-if)#mpls ip
09H02725(config-if)#interface f1/0
09H02725(config-if)#mpls ip
09H02725(config-if)#interface f1/1
09H02725(config-if)#mpls ip
09H02725(config-if)#exit
09H02725(config)#exit
09H02725#
*Apr 21 12:47:48.563: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.120.3:0 (1) is UP
*Apr 21 12:47:49.179: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
*Apr 21 12:47:49.499: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.210.2:0 (2) is UP
09H02725#
*Apr 21 12:47:59.299: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.230.2:0 (3) is UP
09H02725#

```

**Figura 3.67** Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H02725  
Fuente: Autor



```

*Apr 21 12:40:17.947: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Fa
stEthernet1/1, changed state to up
09H02775(config)#router ospf 1
09H02775(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09H02775(config-router)#exit
09H02775(config)#
*Apr 21 12:43:11.295: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.100.3 on FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Load
ing Done
09H02775(config)#
*Apr 21 12:43:52.135: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.170.3 on FastEthernet1/0 from LOADING to FULL, Load
ing Done
09H02775(config)#interface f0/0
09H02775(config-if)#mpls ip
09H02775(config-if)#interface f1/0
09H02775(config-if)#mpls ip
09H02775(config-if)#interface f1/1
09H02775(config-if)#mpls ip
09H02775(config-if)#exit
09H02775(config)#exit
09H02775#
*Apr 21 12:47:59.571: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.100.3:0 (1) is UP
*Apr 21 12:47:59.587: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
*Apr 21 12:47:59.543: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.170.3:0 (2) is UP
09H02775#
*Apr 21 12:47:59.843: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.230.2:0 (3) is UP
09H02775#

```

**Figura 3.68** Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H02775  
Fuente: Autor

```

*Apr 21 12:40:38.435: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Fa
stEthernet1/1, changed state to up
09H05500(config)#router ospf 1
09H05500(config-router)#network 192.168.0.0 0.0.255.255 area 0
09H05500(config-router)#exit
09H05500(config)#
*Apr 21 12:43:04.811: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.120.3 on FastEthernet0/0 from LOADING to FULL, Load
ing Done
09H05500(config)#
*Apr 21 12:43:42.199: %OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.168.220.3 on FastEthernet1/1 from LOADING to FULL, Load
ing Done
09H05500(config)#interface f0/0
09H05500(config-if)#mpls ip
09H05500(config-if)#interface f1/0
09H05500(config-if)#mpls ip
09H05500(config-if)#interface f1/1
09H05500(config-if)#mpls ip
09H05500(config-if)#exit
09H05500(config)#exit
09H05500#
*Apr 21 12:47:47.207: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.120.3:0 (1) is UP
*Apr 21 12:47:47.835: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
09H05500#
*Apr 21 12:47:48.231: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.170.3:0 (2) is UP
*Apr 21 12:47:48.235: %LDP-5-NBRCHG: LDP Neighbor 192.168.220.2:0 (3) is UP
09H05500#

```

**Figura 3.69** Activación del Protocolo OSPF y MPLS en el router 09H05500  
Fuente: Autor

### 3.7 Validación de configuración y análisis de pruebas

Luego que estén activos los dos protocolos y configurada la red, se procede a la comprobación del funcionamiento, con un comando que mostrará la ruta de la IP (Figura 3.70).

```

09D07#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 - OOR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

O 192.168.99.0/24 [110/3] via 192.168.1.2, 00:14:28, FastEthernet0/0
O 192.168.120.0/24 [110/4] via 192.168.1.2, 00:14:28, FastEthernet0/0
O 192.168.30.0/24 [110/2] via 192.168.10.3, 00:15:32, FastEthernet1/0
O 192.168.60.0/24 [110/2] via 192.168.1.2, 00:14:48, FastEthernet0/0
O 192.168.60.0/24 [110/2] via 192.168.11.4, 00:15:12, FastEthernet1/1
O 192.168.210.0/24 [110/5] via 192.168.10.3, 00:13:58, FastEthernet1/0
O 192.168.150.0/24 [110/4] via 192.168.1.2, 00:13:48, FastEthernet0/0
O 192.168.150.0/24 [110/4] via 192.168.10.3, 00:14:08, FastEthernet1/0
O 192.168.180.0/24 [110/4] via 192.168.11.4, 00:14:08, FastEthernet1/1
O 192.168.110.0/24 [110/4] via 192.168.1.2, 00:13:58, FastEthernet0/0
O 192.168.230.0/24 [110/5] via 192.168.1.2, 00:14:18, FastEthernet0/0
C 192.168.10.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
O 192.168.40.0/24 [110/2] via 192.168.10.3, 00:14:28, FastEthernet1/0
--More--

```

**Figura 3.70** Comando “show ip route”  
Fuente: Autor

Este comando mostrará la ruta por la cual se desplazan los paquetes que ingresan y salen de la red, también indica las direcciones de los demás routers, ejemplo las redes 90, 120, 30, 60, 210, 150, 180, 110, 230, 10, 40.

Está conectada en el router principal 192.168.10.0/24 que está acoplado directamente mientras que los otros routers son subneteados. Esto se puede apreciar en cada router con el mismo comando.

El siguiente paso es verificar que el protocolo MPLS este activo, con el comando “show mpls forwarding” (Figura 3.55).

```
PSD07#show mpls forwarding
Local Outgoing Prefix Bytes Label Outgoing Next Hop
Label Label or VC or Tunnel Id Switched Interface
16 Pop Label 192.168.20.0/24 0 Fa0/0 192.168.1.2
17 18 192.168.23.0/24 0 Fa0/0 192.168.1.2
18 Pop Label 192.168.30.0/24 0 Fa0/0 192.168.1.2
19 Pop Label 192.168.30.0/24 0 Fa1/0 192.168.10.3
19 Pop Label 192.168.40.0/24 0 Fa1/0 192.168.10.3
20 Pop Label 192.168.50.0/24 0 Fa1/1 192.168.11.4
21 Pop Label 192.168.60.0/24 0 Fa1/1 192.168.11.4
22 22 192.168.70.0/24 0 Fa1/1 192.168.11.4
23 23 192.168.80.0/24 0 Fa1/0 192.168.10.3
23 23 192.168.80.0/24 0 Fa1/1 192.168.11.4
24 24 192.168.90.0/24 0 Fa0/0 192.168.1.2
25 25 192.168.100.0/24 0 Fa0/0 192.168.1.2
26 26 192.168.110.0/24 0 Fa0/0 192.168.1.2
27 27 192.168.120.0/24 0 Fa0/0 192.168.1.2
28 28 192.168.130.0/24 0 Fa1/0 192.168.10.3
29 29 192.168.140.0/24 0 Fa1/0 192.168.10.3
30 30 192.168.150.0/24 0 Fa1/0 192.168.10.3
31 31 192.168.160.0/24 0 Fa0/0 192.168.1.2
31 31 192.168.160.0/24 0 Fa1/1 192.168.11.4
32 32 192.168.170.0/24 0 Fa0/0 192.168.1.2
33 33 192.168.180.0/24 0 Fa1/1 192.168.11.4
--More--
```

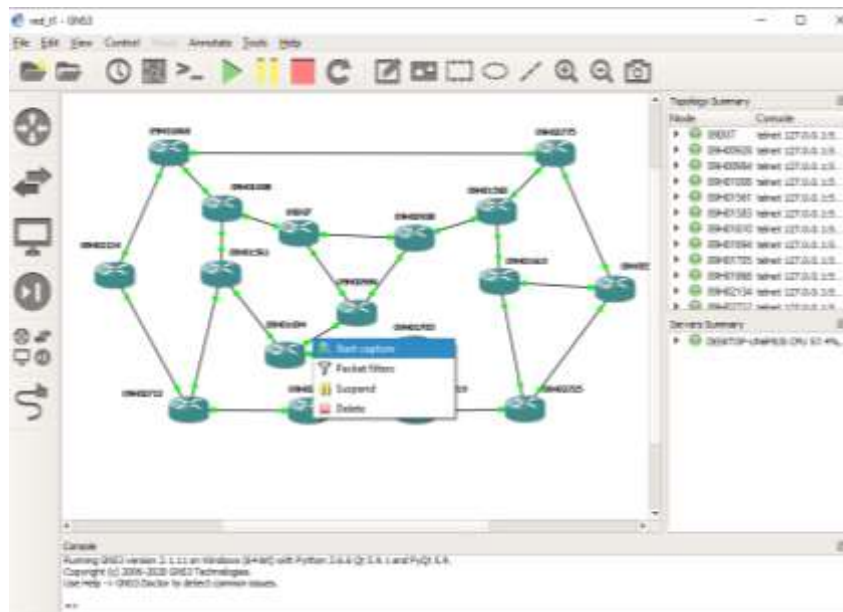
Figura 3.71 Comando “show mpls forwarding”

Fuente: Autor

Con el comando mencionado, se muestra la etiqueta que está utilizando el router para los paquetes, y cual utiliza para cada red. Adicional a esto se puede utilizar el mismo comando para verificar las etiquetas en cada router adicional.

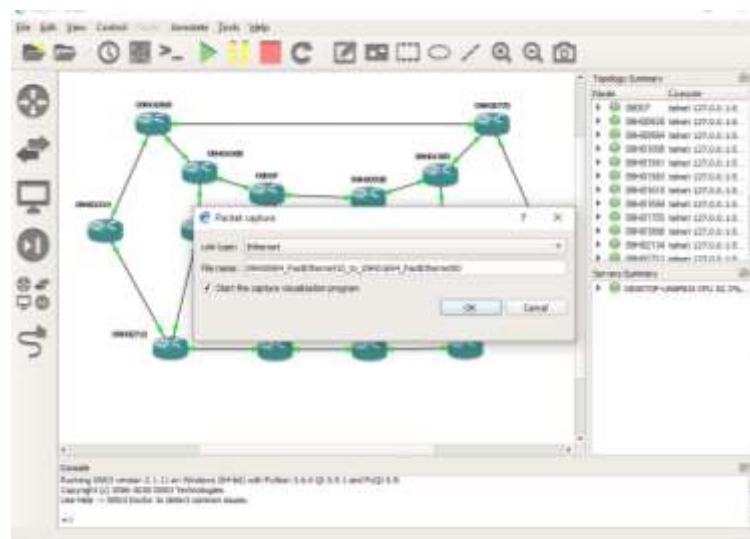
Para finalizar se realizará una captura en cualquiera de los tramos, utilizando el programa “wireshark”, con los siguientes pasos:

Primero se identifica la trama de donde se va a observar (Figura 3.56), se da clic con botón derecho y se selecciona la opción “Start Capture”.



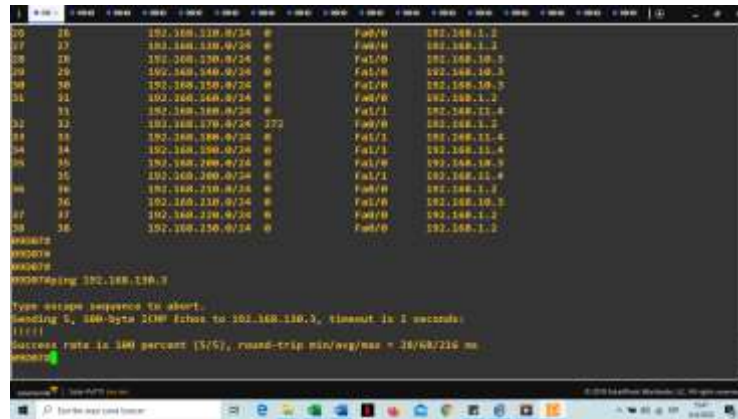
**Figura 3.72** Captura de trama  
Fuente: Autor

Con la identificación del router y en que interface esta, se da clic en “OK” (Figura 3.57)



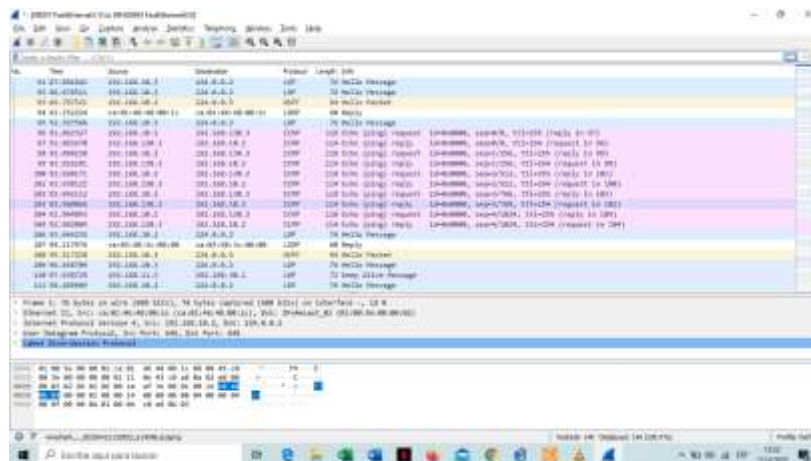
**Figura 3.73** Identificación de la trama a capturar  
Fuente: Autor

Se puede realizar un ping desde el equipo 09D07 al 09H01694 a la IP 192.168.130.3 para ver si se tiene respuesta (Figura 3.58).



**Figura 3.74** Prueba de Ping a la dirección 192.168.130.3  
Fuente: Autor

La captura, se comprueba con el programa “wireshark”, tal como se muestra en la figura 3.59:



**Figura 3.75** Comprobación de la captura de la trama  
Fuente: Autor

## **Conclusiones**

En el trabajo que se realizó se detalló las características principales de MPLS, así como también la arquitectura para definir si el proyecto es viable en un tiempo de mediano o largo plazo, para definir este diseño se utilizó el emulador de configuración de enrutadores conocido como GNS3. Dicho software facilita el uso de routers de diferentes marcas, para lo cual se eligió CISCO dando óptimos resultados.

MPLS va a permitir que las instituciones fiscales del Distrito Educativo 09D07 esten conectadas entre sí para así poder tener comunicaciones online de manera segura con una calidad óptima del servicio, aprovechando al máximo las capacidades tecnológicas de los equipos.

La utilización del Software GNS3 de diferentes tipos programas de emulación, permite visualizar múltiples escenarios de prueba, pudiendo configurar routers y switches para un mejor aprovechamiento en el desarrollo de las actividades.

En el diseño de los escenarios de simulación gracias al software GNS3 se pudo realizar la conexión entre 17 instituciones fiscales, la cual fue exitosa.

Por tal motivo, el objetivo principal que era la interconexión de varias escuelas fue todo un éxito, gracias a esto los tiempos de respuestas de los tramites se agilizarían.

## **Recomendaciones**

En relación con los equipos que puedan usarse se destacan HP, Alcatel, Cisco; dichos equipos son muy recomendados, pero para este proyecto se recomiendan los equipos Cisco ya que tienen una solución completa e integral para todo tipo de entorno en redes de comunicaciones. Dichos equipos como routers y switches poseen una buena calidad y operatividad con los protocolos usados en este caso MPLS, soportando la tecnología y dando óptimos resultados en la simulación.

Es importante recalcar que la implementación de esta red es de suma importancia, ya que posee altos protocolos de seguridad y calidad de servicio al momento de transmitir la información en lugares a grandes distancias.

Adicional a esto se puede recalcar que los equipos son de fácil acceso y tienen un soporte adecuado y necesario.

Sería importante que se apliquen los principios fundamentales y las particularidades de los programas desarrollados en este estudio para que puedan ser implementados en la unión de varias redes diferentes.

## Bibliografía

- Alvernia, S. (2016). *Wireshark: como herramienta de apoyo para el analisis de tráfico malicioso en una red de area local*. Obtenido de Repositorio Institucional UFPSO:  
Repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/handle/123456789/1075
- Alwayn, V. (2001). *Advanced MPLS Design and Implementation*. Obtenido de Cisco press: <https://www.ciscopress.com/store/advanced-mpls-design-and-implementation-9781587050206>
- Banerjee, A., Park, Y., Clarke, F., Song, H., Yang, S., Kramer, G., . . . Mukherjee, B. (2005). *Wavelength-division-multiplexed passive optical network (WDM-PON) technologies for broadband access: a review [Invited]*. Obtenido de OSA Publishing:  
<https://doi.org/10.1364/JON.4.000737>
- Canalis, M. (2003). *MPLS "Multiprotocol Label Switching": Una Arquitectura de Backbone para la Internet del Siglo XXI*. Obtenido de Universidad Nacional del Nordeste:  
<http://exa.unne.edu.ar/informatica/SO/libmpls.PDF>
- Carpio, O., & Ruiloba, Á. (2009). *MPLS (Multiprotocol Label Switching)*. Obtenido de Universidad Tecnológica del Centro:  
<http://www.unitec.edu.ve/materiasenlinea/upload/T1178-7-2.pdf>
- Cisco. (2006). *Implementing Cisco MPLS volumen 1 versión 2.2 Student guide*. Obtenido de  
[https://www.clrgomes.com.br/books/MPLS22SG\\_vol.1.pdf](https://www.clrgomes.com.br/books/MPLS22SG_vol.1.pdf)
- CISCO. (2008). *Cisco IOS Multiprotocol Label Switching Configuration Guide*. Obtenido de CISCO:  
[https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/mpls/configuration/guide/12\\_2sr/mp\\_12\\_2sr\\_book.pdf](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios/mpls/configuration/guide/12_2sr/mp_12_2sr_book.pdf)
- Collado, E. (2009). *Fundamentos de Routing*. Eduardo Collado Cabeza.
- Delfino, A., Rivero, S., & SanMartín, M. (2005). *Ingeniería de Tráfico en redes MPLS*. Obtenido de

[https://iie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/artes-old/fce/net-te/Ingenieria\\_de\\_Trafico\\_en\\_Redres\\_MPLS.pdf](https://iie.fing.edu.uy/investigacion/grupos/artes-old/fce/net-te/Ingenieria_de_Trafico_en_Redres_MPLS.pdf)

Díaz, L. (2010). *Evaluación de la herramienta GNS3 con conectividad a enrutadores reales*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Baecelona Tech.

Dominguez, M., Rodríguez, F., & González, J. (2007). *Simulador MPLS para la Innovación Pedagógica en el área de Ingeniería Telemática*. Obtenido de ResearchGate:

[https://www.researchgate.net/publication/220139188\\_Simulador\\_MPLS\\_para\\_la\\_Innovacion\\_Pedagogica\\_en\\_el\\_area\\_de\\_Ingenieria\\_Telematica](https://www.researchgate.net/publication/220139188_Simulador_MPLS_para_la_Innovacion_Pedagogica_en_el_area_de_Ingenieria_Telematica)

Lakshman, U., & Lobo, L. (2005). *MPLS Configuration on Cisco IOS Software*. Obtenido de Cisco Press:

<https://www.ciscopress.com/store/mpls-configuration-on-cisco-ios-software-9781587051999>

Orozco, F. (2014). *Diseño de una red privada virtual con tecnología MPLS para la Carrera de Ingeniería de Networking de la Universidad de Guayaquil*. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Rajsic, C. (s.f.). *Extending IP/MPLS services reachability over ATM backbone networks*. Obtenido de 2006:

<https://patents.google.com/patent/US7643499B2/en>

Rodríguez, D. (2008). *Transmisión de voz, video y datos en Redes Privadas Virtuales VPN/MPLS*. Obtenido de Universidad de Belgrano: <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/5181>

Welsh, C. (2013). *GNS3 Network Simulation Guide*. Obtenido de <https://www.packtpub.com/networking-and-servers/gns3-network-simulation-guide>



## Glosario de Términos

**ATM** Asynchronous Transfer Mode, Modo de Transferencia Asíncrona

**FEC** Forwarding Equivalence Class, Clase Equivalente de Envío

**GNS3** Graphic Network Simulation, Simulación de Red Gráfica

**IGP** Interior Gateway Protocol, Protocolo de Pasarela Interna

**IP** Internet Protocol, Protocolo de Internet

**LDP** Label Distribution Protocol, Protocolo de Distribución de Etiquetas

**LER** Label Edge Enrutador, Enrutadores de Etiquetas de Borde

**LSA** Link State Algorithm, Algoritmo de estado enlace

**LSP** Label Switched Path, Caminos Conmutados Mediante Etiquetas

**LSR** Label Switching Enrutador, Enrutadores Conmutadores de Etiquetas

**MPLS** Multiprotocol Label Switching, Cambio de Etiquetas Multiprotocolo

**OSI** Open System Interconnection, Modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos.

**VoIP** Voice over Internet Protocol, Voz sobre Protocolo de Internet

**VPN** Virtual Private Network, Red Privada Virtual

**WAN** Wide Area Network, Red de Área Amplia.



OSPF Open Shortest Path Fir

Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes

o prior



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Cristopher Jairo Dumet Núñez**, con C.C: # **0924926835** autor/a de la Tesis de Maestría titulada: **Diseño y Simulación de una red Virtual para la conexión entre las Instituciones Educativas Fiscales del Distrito Educativo 7**, previo a la obtención del título de **Magíster en Telecomunicaciones** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 17 de julio de 2020

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **Cristopher Jairo Dumet Núñez**

C.C: **0924926835**



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT  
Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>		
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN</b>		
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Diseño y Simulación de una red Virtual para la conexión entre las Instituciones Educativas Fiscales del Distrito Educativo 7	
<b>AUTOR(ES)</b>	Christopher Jairo Dumet Núñez	
<b>REVISOR(ES)/TUTOR</b>	MSc. Edgar Quezada Calle; MSc. Luis Córdova Rivadeneira / MSc. Manuel Romero Paz	
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	
<b>FACULTAD:</b>	Sistema de Posgrado	
<b>PROGRAMA:</b>	Maestría en Telecomunicaciones	
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Magister en Telecomunicaciones	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	<b>Guayaquil, 17 de julio de 2020</b>	<b>No. DE PÁGINAS: 80</b>
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Red MPLS, Simuladores de red, Software GNS3, Idle-PC, Wireshark, Protocolo OSPF	
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Dynamips, Idle-PC, GNS3, MPLS, Dynagen, Protocolo OSPF	
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b> Debido a la necesidad de la comunicación entre las Instituciones Educativas Fiscales pertenecientes a la Dirección Distrital 09D07 Pascuales 1 Educación, que ha provocado la pérdida de información llevando a posibles desacuerdos en el envío de información para el trabajo diario, se ve la necesidad de implementar una red virtual con protocolo MPLS (Multiprotocol Label Switching) desarrollado con estándares para dar diferentes soluciones de conmutación multinivel. Esto permitirá el reenvío de información mediante una red IP convencional hacia la red virtual que une a las instituciones mencionadas. La plataforma de simulación que se utiliza es el GNS3 (Graphic Network Simulation), que permite diseñar topologías de redes complejas y ejecutar simuladores sobre dicha red. La presente investigación tiene como objetivo el diseño y simulación de una red, usando equipos de transmisiones de datos virtuales, esto se desarrollará con un perfil explicativo que a su vez aplica un análisis Empírico-Analítico. El proyecto se realiza con un enfoque cualitativo al momento de recolectar datos con mediciones numéricas para demostrar la validez de la hipótesis.		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593-992349964	<b>E-mail:</b> jairo_cdn@hotmail.com
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	<b>Nombre:</b> Romero Paz Manuel de Jesús	
	<b>Teléfono:</b> +593-994606932	
	<b>E-mail:</b> manuel.romero@cu.ucsg.edu.ec	
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>		
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>		
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>		
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		