



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica
Escuela Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones

**Diseño de una red de alta disponibilidad y redundancia
con la finalidad de garantizar la conectividad de la
UNMSM**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de
Telecomunicaciones

AUTOR

Jimmy Arturo CASTILLO ALTAMIRANO

ASESOR

Dr. Dario UTRILLA SALAZAR

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Castillo, J. (2022). *Diseño de una red de alta disponibilidad y redundancia con la finalidad de garantizar la conectividad de la UNMSM*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Escuela Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Jimmy Arturo Castillo Altamirano
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	46529414
URL de ORCID	
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Dario Utrilla Salazar
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	10625916
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-8098-3072
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Carlos Alberto Sotelo Lopez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07017259
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Roberto Florentino Unsihuay Tovar
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	19944586
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Wilfredo Fanola Merino
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06030740
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.3.10

Grupo de investigación	No Aplica
Agencia de financiamiento	Sin Financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Cercado de Lina Latitud: 12°03'30''S Longitud: 77°05'00''O
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Abril 2018 - diciembre 2020
URL de disciplinas OCDE	Telecomunicaciones https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.05



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA

ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 002-EPIT-FIEE/2022

**TESIS N° 001-FIEE/2022 PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES**

Los suscritos Miembros de Jurado, nombrados por la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones, reunidos en la fecha bajo la Presidencia del Mg. Carlos Alberto Sotelo Lopez e integrado por los Ingenieros: Ing. Wilfredo Baro Fanola Merino, el Ing. Roberto Florentino Unsihuay Tovar y el Dr. Dario Utrilla Salazar (Miembro -Asesor)

Después de escuchar la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional del Bachiller Jimmy Arturo Castillo Altamirano (13190049), para optar el Título Profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones por la modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional, quien expuso su Trabajo de Suficiencia Profesional: “DISEÑO DE UNA RED DE ALTA DISPONIBILIDAD Y REDUNDANCIA CON LA FINALIDAD DE GARANTIZAR LA CONECTIVIDAD DE LA UNMSM”.

Se acordó **APROBAR** por **UNANIMIDAD**

Con la Nota de **(17) DIECISIETE**

Ciudad Universitaria, 09 de setiembre de 2022

Ing. Mg. Carlos Alberto Sotelo López
Presidente Jurado

Mg. Wilfredo Baro Fanola Merino
Miembro de Jurado

Ing. Roberto Florentino Unsihuay Tovar
Miembro de Jurado

Dr. Dario Utrilla Salazar
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú. Decana de América
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

INFORME DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

1. Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica.
2. Escuela Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones.
3. Emisor del Informe el director de la Escuela Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones.
4. Operador del programa informático de similitudes: Carlos Alberto Sotelo López.
5. Documento evaluado: Trabajo de Suficiencia Profesional para título de (pregrado) "Diseño de una red de alta disponibilidad y redundancia con la finalidad de garantizar la conectividad en la UNMSM"
6. Autor de la tesis: **Jimmy Arturo Castillo Altamirano**
7. Fecha de aplicación de recepción del documento: 01/09/2022
8. Fecha de aplicación del programa informático de similitudes: 01/09/2022
9. Software utilizado: Turnitin.
10. Configuración del programa detector de similitudes:
 - Excluye citas.
 - Excluye bibliografía.
 - Excluye cadenas menores de 40 palabras
11. Porcentaje de similitudes según programa detector: **cuatro por ciento – 4%**
12. Fuentes originales de las similitudes encontradas.

1. dspace.espech.edu.ec	1%	Fuente de internet
2. repositorio.espe.edu.ec	1%	Fuente de internet
3. sisbib.unmsm.edu.pe	1%	Fuente de internet
4. sites.google.com	<1%	Fuente de internet
5. repository.unad.edu.co	<1%	Fuente de internet
13. Observaciones: Ninguna.
14. Calificación de originalidad.
 - **Documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones.**
15. Fecha del informe: 01 de setiembre del 2022.

Atentamente,

Ing. Mg. Carlos Alberto Sotelo López

Director de la EPIT

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mis padres Carlos y Lucia, así como a mis hermanos Jerson y Ariana que son la motivación de mi vida. También agradecer a todas las personas que siempre me han apoyado en mi vida como son mis padrinos José y Victoria que son unos padres para mí. Asimismo, al Ing. Guillermo Anton Fernandez Huillca por su aporte en el siguiente trabajo.

Un especial agradecimiento a mi asesor Dr. Darío Utrilla Salazar, una persona que siempre está apoyándome y aconsejándome en mi vida profesional.

RESUMEN

Actualmente la Red Telemática de la UNMSM es la encargada de proyectar, dirigir y preservar la operatividad de la red de datos y los servicios de telecomunicaciones, sin embargo, no contempla una infraestructura capaz de soportar fallos de enlace de red de datos.

Actualmente el campus universitario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos contempla una red tradicional con limitaciones y no está preparada para soportar nuevos servicios, la propuesta de un diseño de red de alta disponibilidad y redundancia permitirá a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos reducir el gasto del OPEX y disminuir futuras fallas de enlace, por lo mencionado, la Red Telemática no realizará constantemente gastos en dar solución a los problemas de red que puedan presentarse.

Con la propuesta del diseño de red de alta disponibilidad y redundancia se logrará maximizar el tiempo útil de las redes de datos, brindando una calidad óptima en los servicios que brinda la UNMSM como son las Videoconferencia, Hosting, alojamiento de servidores, acceso a internet y redes externas.

La importancia de este trabajo consiste en ofrecer un servicio activo durante un porcentaje en un determinado tiempo o la capacidad de recuperarse de cualquier falla producida en la red de datos.

Palabras Clave: Disponibilidad, Redundancia, HSRP, Protocolo y datos.

ABSTRACT

Currently, the UNMSM Telematics Network is in charge of designing, directing and preserving the operability of the data network and telecommunications services, however, it does not include an infrastructure capable of withstanding data network link failures.

Currently the university campus of the Universidad Nacional Mayor de San Marcos contemplates a traditional network with limitations and is not prepared to support new services, the proposal of a high availability and redundancy network design will allow the Universidad Nacional Mayor de San Marcos to reduce the cost of OPEX and reduce future link failures, due to what has been mentioned, the Telematics Network does not usually have expenses in solving the network problems that may arise.

With the proposal of the high availability and redundancy network design, it will be possible to maximize the useful time of the data networks, providing an optimal quality in the services provided by the UNMSM such as Videoconferencing, Hosting, server hosting, Internet access and external networks.

The importance of this work is to offer an active service for a percentage in a given time or the ability to recover from any failure in the data network.

Keywords: Availability, Redundancy, HSRP, Protocol and data

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
TABLA DE CONTENIDO	iii
TABLA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABLAS	vii
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLO LA ACTIVIDAD	3
2.1 Institución-Actividad que desarrolla	3
2.2 Periodo de duración de la Actividad	3
2.3 Finalidad y Objetivo de la Entidad	3
2.4 Razón Social	4
2.5 Dirección Postal	4
2.6 correo electrónico del Profesional a cargo	4
CAPITULO III: DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	5
3.1 Organización de la Actividad	5
3.2 Finalidad y Objetivo de la Actividad	6
3.2.1 Finalidad	6
3.2.2 Objetivos	7
3.3 Problemática	7
3.3.1 Problema General	7
3.3.2 Problemas Específicos	7
3.3.3 Justificación e importancia de la Investigación	8
3.4 Metodología	8

3.4.1 Bases teóricas	8
3.4.2 Marco conceptual.....	12
3.5 Procedimientos	14
3.5.1. Red actual de San Marcos	14
3.5.2 Modelo de Diseño Propuesto	16
3.5.3 Diseño de la Topología de Red	17
3.6 Resultado de la actividad	32
CAPITULO IV: CONCLUSIONES	42
4.1 Justificación.....	42
4.1.1 Evaluación económica.....	43
4.1.2. Evaluación Técnica	44
4.2 Descripción de la implementación	44
4.3 Conclusiones	45
CAPITULO V: RECOMENDACIONES	46
CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA	47
CAPITULO VII: ANEXOS.....	49

TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica Red Telemática-UNMSM	6
Figura 2: Topología de la Red de La Universidad Nacional Mayor de San Marcos	15
Figura 3: Topología Propuesta	18
Figura 4: Creación de Vlans.....	21
Figura 5: Vlans en el Switch del Rectorado	21
Figura 6: configuración de enlaces Troncales	22
Figura 7: Configuración de enlaces de acceso	22
Figura 8: Configuración de enlaces en switch Red Telemática	23
Figura 9: configuración de enlaces de acceso en el nodo de industrial	23
Figura 10: Configuración Etherchannel en swich de la red telematica	24
Figura 11: Configuración Etherchannel en swich del rectorado	25
Figura 12: Configuración OSPF en el router CEP1	26
Figura 13: Configuración OSPF en el router CEP2	26
Figura 14: Configuración OSPF en el Switch Red Telemática	27
Figura 15: Configuración OSPF en el Switch del rectorado.....	27
Figura 16: Configuración BGP en el router CPE1.....	28
Figura 17: Configuración BGP en el router CPE2.....	28
Figura 18: Configuración BGP en el router CPE2.....	29
Figura 19: Configuración HSRP en el Switch Red Telematica.....	31
Figura 20: Configuración HSRP en el Switch rectorado	31
Figura 21: Propuesta de diseño simulada en Packet Tracer	32
Figura 22: Ping desde PC (Vlan 10) hacia el servidor Web.....	33
Figura 23: Ping desde PC (Vlan 20) hacia el servidor Web.....	33
Figura 24: Ping desde PC (Vlan 50) hacia el servidor Web.....	34

Figura 25: Ping desde PC (Vlan 60) hacia el servidor Web.....	34
Figura 26: Ping desde PC (Vlan 90) hacia el servidor Web.....	35
Figura 27: Ping desde PC (Vlan 100) hacia el servidor Web.....	35
Figura 28: Ping desde PC (Vlan 130) hacia el servidor Web.....	36
Figura 29: Ping desde PC (Vlan 140) hacia el servidor Web.....	36
Figura 30: Ping desde PC (Vlan 160) hacia el servidor Web.....	37
Figura 31: Ping desde PC (Vlan 170) hacia el servidor Web.....	37
Figura 32: Ping desde PC (Vlan 180) hacia el servidor Web.....	38
Figura 33: Ping desde PC (Vlan 220) hacia el servidor Web.....	38
Figura 34: Ping desde PC (Vlan 230) hacia el servidor Web.....	39
Figura 35: El swith de la Red Telematica queda fuera de servicio.....	39
Figura 36: El swith del rectorado queda fuera de servicio	40
Figura 37: El switch N°1 recibe paquetes de datos	40
Figura 38: El switch numero 2 recibe paquetes de datos	41
Figura 39: Funcionamiento normal de los router.....	41
Figura 40: Router queda fuera de servicio.....	42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Ubicación de los nodos y modelos.....	16
Tabla 2: Rango de IPs de las Facultades de la UNMSM	19
Tabla 3: Asignación de Nombres de los dispositivos	20
Tabla 4 Asignación de switch principal y secundario	29
Tabla 5: Dirección IP para el protocolo de redundancia	30
Tabla 6: Equipamiento	43
Tabla 7: <i>Equipos actuales en la Red de la UNMSM</i>	44

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las redes de datos han ido creciendo a pasos agigantados y cada vez su estructura se vuelve más robusta y compleja por los servicios que existen y que se brindan en la actualidad (Big Data, Streaming, telemedicina, videoconferencia, etc.). Para brindar los servicios y diferentes aplicaciones se requieren de dispositivos de redes capaces de soportar dichos servicios y poder sobrellevarlo de una manera muy eficiente y segura, cada dispositivo de red como el Router, Switch, firewall y otros, requieren configuraciones específicas y cumplen roles únicos para lograr establecer una comunicación eficaz y segura. La tecnología continúa actualizándose, y trae consigo beneficios tanto directo o indirecto a los usuarios, actualmente la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos no cuenta con una red de datos de alta disponibilidad y redundancia, debido a ello, la conectividad al presentar fallas involucra a varias dependencias y/o Facultades a nivel de datos.

El presente trabajo se centra en poder brindar una solución tecnológica que permita asegurar la conectividad a la red de datos, que tienen como usuarios a los docentes, alumnos y administrativos dentro de la Ciudad Universitaria. Asimismo, nos permite poner en práctica todo el conocimiento adquirido dentro de las aulas. El espacio geográfico de estudio se centra en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos que se encuentra ubicado en el distrito del Cercado de Lima, Departamento de Lima. La Ciudad Universitaria concentra la mayor cantidad de docentes,

alumnos y administrativos, así como el Rectorado (oficina central de procesos administrativos), dependencias y Facultades.

Por último, este trabajo demuestra el gran interés que la Red Telemática ha manifestado a través de su jefatura.

CAPITULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLO LA ACTIVIDAD

2.1 Institución-Actividad que desarrolla

La institución donde se desarrollaron las actividades a presentarse en el siguiente informe es en la Red Telemática de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

2.2 Periodo de duración de la Actividad

01 de abril del 2018 – 29 de diciembre del 2020

2.3 Finalidad y Objetivo de la Entidad

A. Finalidad

-Realizar un diseño de una red de alta disponibilidad y redundancia para mejorar la conectividad del campus Universitario UNMSM.

B. Objetivo

-Conocer el panorama de los costos de los equipos de red.

-Identificar los protocolos que se utilizaran para soportar la redundancia de enlaces de conexión.

-Determinar los comandos que serán aplicados en el siguiente diseño.

2.4 Razón Social

Universidad Nacional Mayor De San Marcos

2.5 Dirección Postal

Dirección Legal: Calle Amezaga 375, Cercado de Lima

2.6 correo electrónico del Profesional a cargo

Se señala el correo hcortezc@unmsm.edu.pe

CAPITULO III: DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD

3.1 Organización de la Actividad

La unidad de Redes y Conectividad, Oficina que depende de la Red Telemática es la unidad encargada de la planificación, administración, expansión y mantener la operatividad de la infraestructura de telecomunicaciones y acceso a internet de la Universidad. Siguiendo los objetivos:

- Gestionar la infraestructura universitaria y el acceso a Internet mediante el diseño y modificación de arquitecturas de red, la supervisión y del seguimiento del rendimiento, y la gestión y configuración de los dispositivos de las telecomunicaciones.

- Administrar las direcciones IP de la Universidad y protocolos de red, asimismo, coordinar con las sedes y dependencias universitarias para distribuirlos adecuadamente.

- Dirigir, organizar y realizar tareas de soporte técnico en hardware y software de cómputo, solucionar problemas de conectividad de redes de usuarios y operar equipos de telecomunicaciones en todas las unidades y oficinas de la universidad.

La red Telemática de la Universidad Nacional Mayor de san Marcos es la dependencia de brindar y garantizar la conectividad entre diversas facultades y dependencias, por lo cual cuenta con una infraestructura de red que conecta todos los dispositivos de red y cuenta con la data center principal del campus universitario.

En la Figura N° 1 se muestra la ubicación de la Red Telemática.

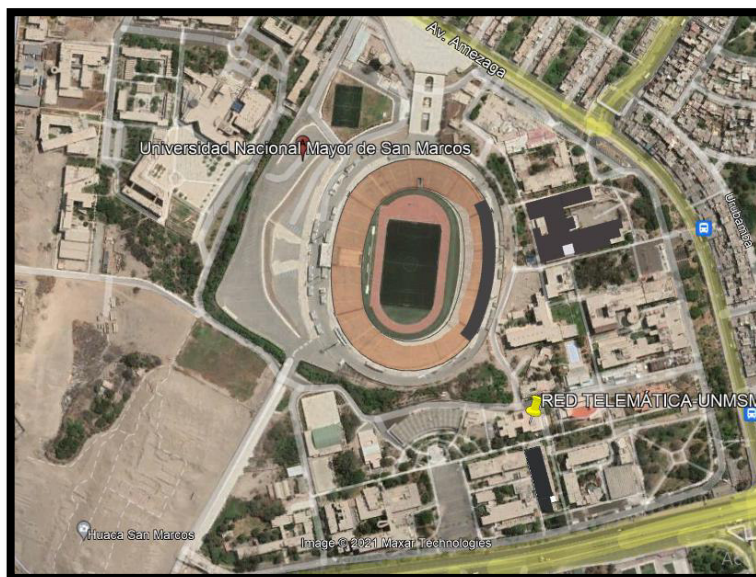


Figura 1: Ubicación geográfica Red Telemática-UNMSM
Fuente: Google Eart

3.2 Finalidad y Objetivo de la Actividad

3.2.1 Finalidad

En el presente trabajo se realizará un diseño de alta disponibilidad y redundancia que permitirá garantizar la conectividad entre diversas dependencias y facultades de la ciudad Universitaria UNMSM.

3.2.2 Objetivos

3.2.2.1 Objetivo General

Proponer un diseño que una red de alta disponibilidad y redundancia empleando protocolos y equipos que garanticen la conectividad.

3.2.2.2 Objetivos específicos

-Identificar los dispositivos red que se necesita para el diseño de una red de alta disponibilidad y redundancia para mejorar la conectividad en un campus universitario.

-Determinar el costo necesario para implementar el diseño de una red de alta disponibilidad y redundancia para mejorar la conectividad en un campus universitario.

3.3 Problemática

3.3.1 Problema General

¿De qué manera un diseño de red redundante y de alta disponibilidad en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos permitirá mejorar los servicios dentro del campus Universitario?

3.3.2 Problemas Específicos

- ¿De qué manera un diseño de Red de alta disponibilidad y redundante impactará en los servicios en las facultades?

- ¿Cuáles serían los equipos que nos permitirían realizar este diseño?

3.3.3 Justificación e importancia de la Investigación

Actualmente el campus universitario de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos contempla una red tradicional, la propuesta de un diseño de red de alta disponibilidad y redundancia permitirá a la institución reducir el gasto del OPEX y evitar futuros problemas, por lo mencionado, se minimizará realizar futuras inversiones en dar solución a los problemas que se puedan presentar. Con el desarrollo de este trabajo se puede obtener una serie de beneficios directos o indirectos para los usuarios finales por el buen diseño de la red, lo que permitirá potenciar y mejorar los diferentes servicios que se brindan dentro de la ciudad universitaria UNMSM.

3.4 Metodología

La metodología es el método(s) que utilizará el alumno para resolver el problema mediante la recopilación de datos utilizando diversas técnicas, proporcionando una interpretación de los datos recopilados y sacando conclusiones sobre los datos de la investigación antes del procedimiento a la resolución definitiva del problema.

3.4.1 Bases teóricas

3.4.1.1 Internacional

Antecedente 1

Título: “Análisis E Implementación De Alta Disponibilidad Mediante Clustering En Sistemas de Call Center BASADOS EN VoIP”

Autor: Cujano Oñate, Silvia Fabiola

Grado: Para optar el Grado Título de Ingeniero en Electrónica Telecomunicaciones y Redes

Universidad: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Lugar: Riobamba-Ecuador

Año: 2011

Resumen: El Análisis e Implementación de Alta Disponibilidad mediante Clustering, en Sistemas de Call Center (CC) basados en Voz sobre IP (VoIP), se realizó con el objetivo de minimizar los tiempos muertos de los servicios. Por ende, se implementó un prototipo en un ambiente virtual usando el emulador de computadora VMware Workstation, el escenario incluye tres servidores con sistema operativo CentOS instalados, Elastix para ambientes VoIP, Heartbeat para la comunicación entre nodos, Pacemaker como Clúster y Rsync para la sincronización de los archivos. El clúster se sometió a eventos que provocaron la migración de los servicios para recopilar datos de tiempos de recuperación del sistema, por lo que en los escenarios con clúster el tiempo de inactividad es de 45 segundos, es decir, el tiempo de actividad de cien es del 99,997%, en cambio en escenarios sin clúster, el tiempo depende de diferentes escenarios, por ejemplo, tomó 3 días construir un sistema completo, alcanzando una disponibilidad de 83,333. Posteriormente se determinó que el uso de Clústeres de Alta Disponibilidad ayuda a lograr sistemas tolerantes a fallas, evitar que problemas de hardware o software afecten el servicio prestado y, sobre todo, reducir al mínimo que los usuarios noten dichos errores.

Antecedente 2

Título: “Evaluación y optimización de la red de datos para la Academia de Guerra del Ejército, y diseño de una red de datos redundante como soporte a la red principal”

Autor: Paredes Sevilla Luis Estuardo

Grado: Para optar el Grado Título de Ingeniero

Universidad: Escuela Superior Politécnica del Ejército

Lugar: Sangolqui-Ecuador

Año: 2010

Resumen: En este proyecto se estudió y evaluó la red de datos de la Academia del Ejército, que es el punto de partida para presentar una nueva propuesta de diseño a partir de la cual se pueden establecer los requisitos técnicos y fundamentos. Los elementos que formarán la estructura de la red utilizando la última tecnología y calidad, una vez implementados podrán cumplir con los requerimientos actuales de los miembros de la AGE. La realización de pruebas de rendimiento sobre la red existente permite diagnosticar el estado actual y el rendimiento alcanzado por la red durante las horas de trabajo cuando su uso es máximo, de esta manera se pueden utilizar los equipos y componentes correctos instalados para reducir los costos de implementación.

3.4.1.2 Nacional

Antecedente 1

Título: “Rediseño de la red de comunicaciones basado en tecnologías de alta disponibilidad de gestión de tráfico para mejorar la comunicación de la Municipalidad Provincial de Churcampa– Huancavelica”

Autor: Coras Bendezú, Jorch Joan

Grado: Para optar el Grado Académico de Magíster en Ingeniería de Sistemas

Universidad: Universidad Nacional del Centro del Perú

Lugar: Huancayo-Perú

Año: 2013

Resumen: El trabajo surge debido a la problemática que se suscita en la Municipalidad Provincial de Churcampá, tales como de infraestructura, equipamiento, entre otros, los cuales afectan a la adecuada ejecución de las actividades de los trabajadores y/o personal que labora en dicha unidad. En este trabajo, se empleó una población conformada por 50 empleados. A continuación, se realizó un análisis del sistema de comunicación. En base a los resultados obtenidos se realizó una propuesta de rediseño de la red de comunicaciones de la Municipalidad Provincial de Churcampá en base a la tecnología de Alta Disponibilidad cuya implementación benefició a la empresa.

Antecedente 2

Título: “Diseño de un entorno de alta disponibilidad (HA) en los equipos de Core de la red del terminal internacional AJC (TIAJC)”

Autor: Orizano Samar Joseph Stalin

Grado: Para Optar el optar el Título de Ingeniero de Redes y Comunicaciones

Universidad: Universidad Tecnológica del Perú

Lugar: Lima-Perú

Año: 2018

Resumen: Este trabajo se basa en un diseño que fue desarrollado con la finalidad de brindar una alta disponibilidad en la capa Core de la red de la empresa Terminal Internacional AJC de la ciudad de Lima, Perú; específicamente para poder continuar brindando servicios importantes a sus clientes frente a casos de apagón, que puedan ocurrir durante la operación. AJC, es una empresa del sector privado que se encarga de la administración y operación de un terminal de transporte dentro de la ciudad, dicho terminal comprende un espacio geográfico grande en el cual se prestan diversos servicios, como pueden ser tiendas de comida, productos, etc. Así como las áreas administrativas de la empresa, oficinas del estado (SUNAT,

INDECOP), etc. Por el tipo de actividad económica y los servicios que ahí se brindan en el mismo terminal tiene un comportamiento similar que un centro comercial, el cual brinda una cantidad de servicios a los usuarios finales, es por ello que la empresa cuenta con una red de comunicaciones con infraestructura avanzada para poder soportar todo el tráfico de datos, voz, etc, que son generados por los usuarios finales y propios equipos del terminal, como son las cámaras de seguridad, cuadro de mando electrónicos, control de acceso (ACS) en las puertas de embarque, etc.

3.4.2 Marco conceptual

A fin de conocer el diseño de la red de redundancia y alta disponibilidad es necesario conocer ciertos conceptos.

3.4.2.1 Red de Área Local: es una red que brinda interconexión entre diversos dispositivos (Tablet, impresoras, computadoras, laptops, teléfono IP, etc) dentro de un área geográfica. (Stalling, 2004)

3.4.2.2 Red de campus: Es un diseño de red que brinda acceso a servicios y recursos de comunicación dentro de una red a usuarios finales y dispositivos como computadoras, portátiles, etc. Distribuidos en un área geográfica específica. Esta estructura puede englobar un solo ambiente, o varios edificios o incluso un pool de edificios de una empresa que se encuentran distribuidos en el área geográfica determinado. Una red del campus consta de dispositivos integrados que comprenden un conjunto de servicios utilizados por uno o un grupo de usuarios finales. Estos incluyen los servicios de transporte de datos (alámbricos e inalámbricos), detección y control del tráfico (seguridad y optimización de aplicaciones), monitoreo y gestión del tráfico, y administración e implementación general de sistema. Se implementan funciones que

respaldan directamente el nivel superior que es proporcionado por el área de TI de una comunidad, organización o grupo. (cisco, 2014)

3.4.2.3 Vlan: una red local virtual es una red a nivel lógico, que tiene como particularidad agrupar a diferentes hosts dentro de un switch para que cada grupo realice acciones diferentes, a su vez esta modalidad de conexión permite optimizar la cantidad de los puertos del switch. (Di Tomaso, 2010)

3.4.2.4 Protocolos de red: un conjunto de estándares que indican cual es el mecanismo para enviar y recibir datos entre distintos dispositivos. (Santibañez, 2011)

3.4.2.5 Hot Standby Router Protocol (HSRP) Es un protocolo de la marca internacional Cisco, la redundancia del Gateway (puerta de enlace) se da mediante un enrutador o router virtual, consta por una dirección IP y una dirección MAC virtual. El enrutador o router principal se hará cargo de las funciones de enrutamiento siempre que haya un enrutador o router en modo standby (espera), hasta que el enrutador o router principal falle, si hay más de dos enrutador o routers, los otros enrutadores o routers permanecerán en modo listening (escucha). (Heredia y Guerrero, 2016)

3.4.2.6 Bgp (Border Gateway Protocol): Protocolo que se utiliza en grandes nodos de Internet para comunicarse entre sí y así transmitir grandes cantidades de información entre dos puntos de la red. Su tarea es poder encontrar la ruta más eficaz entre los nodos para crear la circulación correcta de información en Internet. Facilita el cambio de información sobre redes IP y la comunicación entre AS (AS). Así, BGP es un protocolo interdominio (entre AS) e intradominio (dentro del mismo Sistema Autónomo). (Sánchez, 2017)

3.4.2.7 Ospf (Open Shortest Path First): es un protocolo de enrutamiento para uso en sistemas autónomos de cualquier tamaño. OSPF es un protocolo de estado, en lugar de procesar las rutas basadas en los vectores de distancia, mantiene un mapa de la topología de la red, brindando una visión más global de la misma, eligiendo así la ruta más cortos. OSPF, está diseñado para el entorno de Internet y su protocolo TCP/IP, como un protocolo de enrutamiento interno, es decir, que distribuye información entre enrutadores pertenecientes a un mismo sistema autónomo. (Jiménez y Salazar, 2020)

3.4.2.8 Redundancia y Alta disponibilidad:

El concepto de redundancia junto a la de alta disponibilidad se refiere a la capacidad de un sistema de red poder recuperarse ante un fallo de la manera más rápida posible, con la finalidad de poder brindar un servicio activo. La redundancia hace referencia a la interconexión de diversos nodos con sus componentes de acceso y otros elementos de red, lo que busca es asegurar la conectividad ante posibles fallos, en pocas palabras la redundancia se puede denotar como un respaldo. La Alta disponibilidad está ligada en la capacidad de un sistema para ofrecer servicios en un tiempo determinado con la capacidad de recuperarse ante posible fallas o caída del sistema. (Editorial Team GRITS, 2013)

3.5 Procedimientos

3.5.1. Red actual de San Marcos

La Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos cuenta con un sistema Jerárquico incompleto como se muestra en la Figura N° 2

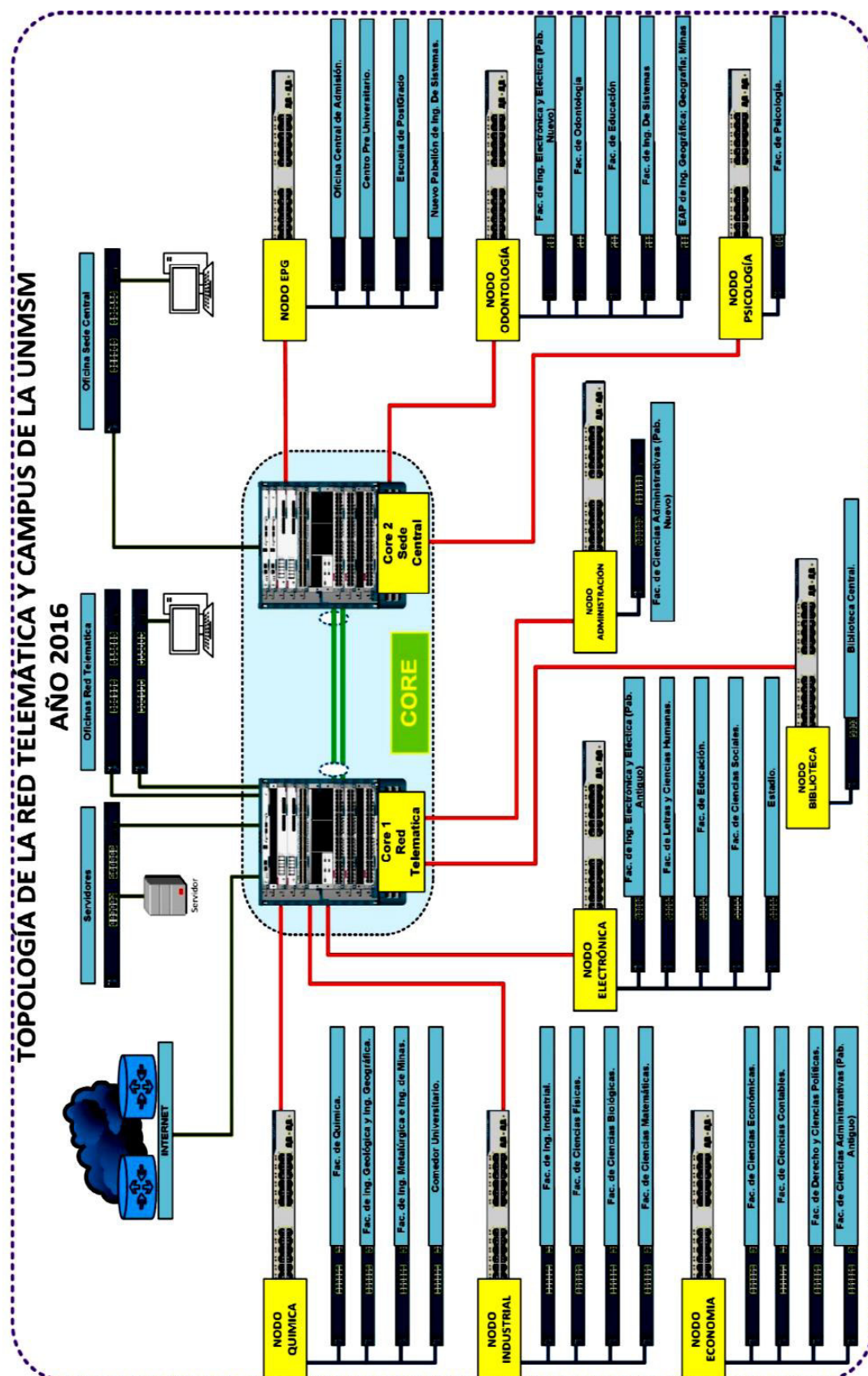


Figura 2: Topología de la Red de La Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Fuente: Mejía (2018)

En la tabla N° 1 mostramos la ubicación actual de cada uno de los nodos de la ciudad Universitaria.

Tabla 1: Ubicación de los nodos y modelos

UBICACIÓN	SWICTH ACTUAL
RED TELEMATICA	SWITCH CISCO 6509-E
SEDE CENTRAL	SWITCH CISCO 6506-E
FACULTAD DE QUIMICA	SWICTH CISCO 3750-X
FACULTAD DE INDUSTRIAL	SWICTH CISCO 3750-X
FACULTAD DE ECONOMIA	SWICTH CISCO 3750-X
FACULTAD DE ELECTRÓNICA	SWICTH CISCO 3750-X
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN	SWITCH CISCO 3560
BIBLIOTECA	SWITCH CISCO 3560
FACULTAD DE PSICOLOGIA	SWITCH CISCO 3750
FACULTAD DE ODONTOLOGIA	SWICTH CISCO 3750-X
ESCUELA DE POSGRADO	SWICTH CISCO 3750-X

3.5.2 Modelo de Diseño Propuesto

-Aplicar los protocolos de redundancia y alta disponibilidad en la Red de conectividad de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

-Para el diseño de la red de redundancia y alta disponibilidad del campus de la Decana de América, se utilizará equipos de marca CISCO porque así lo indica la Resolución Rectoral N° 07158-R-17 donde se autoriza la “ESTANDARIZACIÓN DE BIENES QUE INTEGRAN LA FAMILIA DE EQUIPOS DE COMUNICACIÓN DE LA MARCA CISCO”.

La topología de la red de la Ciudad Universitaria será un sistema jerárquico, donde existirán enlaces redundantes por cada capa para así poder asegurar la continuidad del servicio ante una posible falla en uno de los dispositivos de la Red. Para un funcionamiento óptimo en cada nivel, es necesario emplear equipos que cumplan con las exigencias, brinden una alta disponibilidad y permitan la escalabilidad en un futuro.

A continuación, se indican los equipos que formaran parte del diseño propuesto.

a) Nivel De Núcleo:

Este nivel estará conformado por 2 switch core SERIE 9400 por donde pasará el mayor tráfico de datos de todo el campus universitario, cada switch core presentará una conexión de redundancia con los swiches de nivel de distribución.

B) Nivel De Distribución

Este nivel estará conformado por 2 switches Serie 9300 y se encargará de proporcionar una conectividad basada en políticas y controla el límite entre las capas de acceso y de núcleo.

c) Nivel de Acceso

En este último nivel de la red jerárquica se presentan los dispositivos finales como: Access Point, Impresoras, Laptops, swiches, etc.

3.5.3 Diseño de la Topología de Red

Las ubicaciones de los equipos varia solo en una Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica (FIEE), el nodo de la Facultad de Odontología pasará a la Facultad de Electrónica y Eléctrica porque dicha facultad presenta un ambiente adecuado ante un posible crecimiento de la infraestructura de red. En la figura N° 3 se muestra la propuesta del diseño.

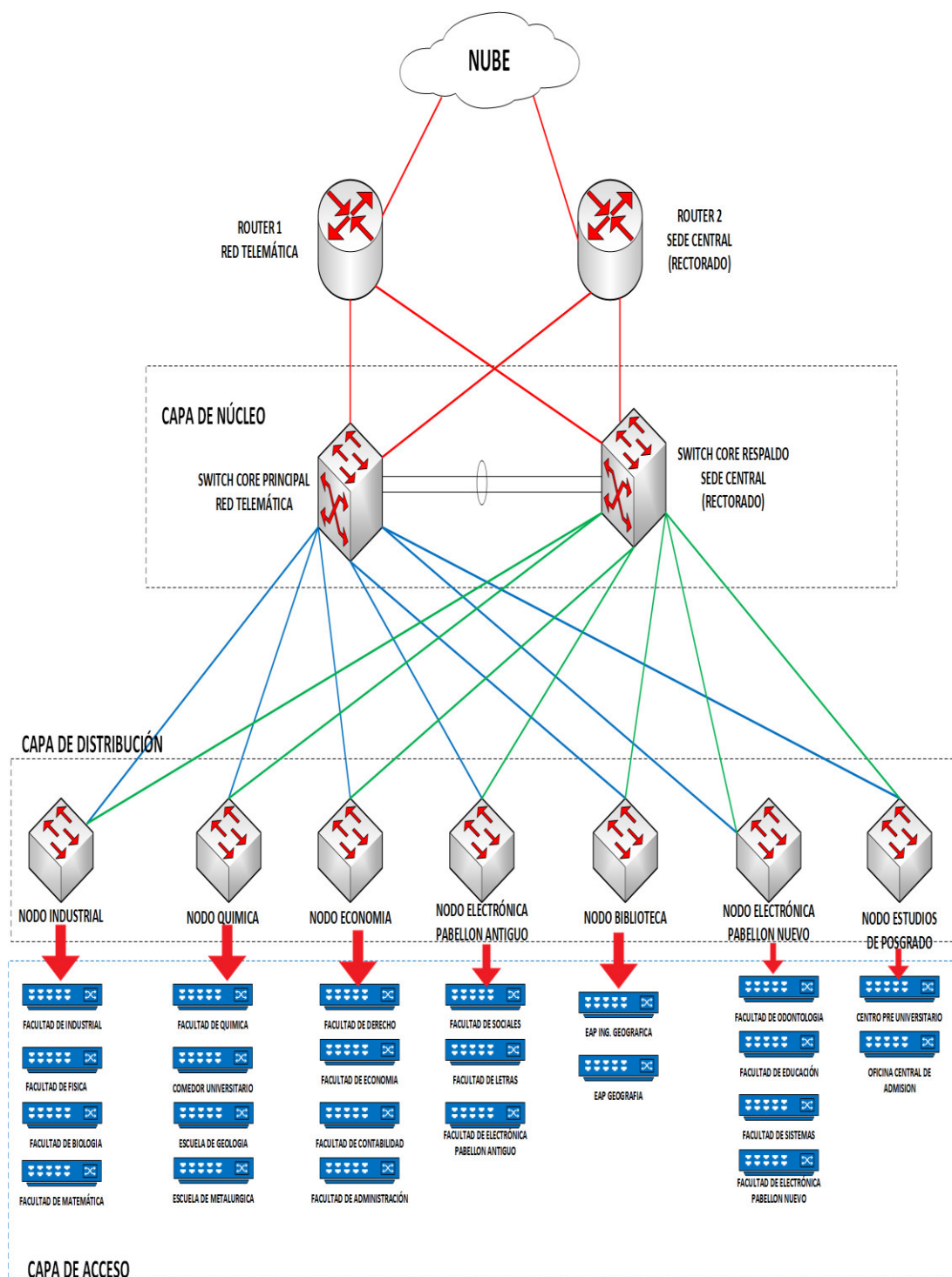


Figura 3: Topología Propuesta
Fuente: Elaboración propia

3.5.3.1 Requerimientos de Direcciones IP

Para identificar las cantidades de direcciones IP que se requiere es necesario saber los dispositivos con los que cuenta cada facultad o dependencia. Para nuestro caso utilizaremos la siguiente red 172.16.0.0.

Tabla 2: Rango de IPs de las Facultades de la UNMSM

Facultad	VLAN	SUBRED	MASK	DEFAULT-GATEWAY
industrial	10	172.16.0.0	/22	172.16.0.1
física	20	172.16.4.0	/22	172.16.4.1
biología	30	172.16.8.0	/22	172.16.8.1
matemática	40	172.16.12.0	/22	172.16.12.1
química	50	172.16.16.0	/22	172.16.16.1
comedor universitario	60	172.16.20.0	/22	172.16.20.1
escuela de geología	70	172.16.24.0	/22	172.16.24.1
escuela de metalúrgica	80	172.16.28.0	/22	172.16.28.1
facultad de derecho	90	172.16.32.0	/22	172.16.32.1
facultad de economía	100	172.16.36.0	/22	172.16.36.1
facultad de contabilidad	110	172.16.40.0	/22	172.16.40.1
facultad de administración	120	172.16.44.0	/22	172.16.44.1
facultad de sociales	130	172.16.48.0	/22	172.16.48.1
facultad de letras	140	172.16.52.0	/22	172.16.52.1
facultad de electrónica (antiguo)	150	172.16.56.0	/22	172.16.56.1
eap ing geográfica	160	172.16.60.0	/22	172.16.60.1

eap geografía	170	172.16.64.0	/22	172.16.64.1
facultad de odontología	180	172.16.68.0	/22	172.16.68.1
facultad de educación	190	172.16.72.0	/22	172.16.72.1
facultad de sistemas	200	172.16.76.0	/22	172.16.76.1
facultad de electrónica (nuevo)	210	172.16.80.0	/22	172.16.80.1
centro preuniversitario	220	172.16.84.0	/22	172.16.84.1
oca	230	172.16.88.0	/22	172.16.88.1

Para un mejor gestión, ordenamiento y facilidad de programación de los dispositivos, se les asignara una representación con un nombre corto, como se muestra en la Tabla N°3

Tabla 3: Asignación de Nombres de los dispositivos

Dispositivo	Representación
Router 1	PE
Router 2	CPE1
Router 3	CPE2
Swicth 1 capa 3	RED TELEMATICA
Swicth 2 capa 3	RECTORADO
Swicth 1 capa 2	NODO_INDUSTRIAL
Swicth 2 capa 2	NODO_QUIMICA
Swicth 3 capa 2	NODO_ ECONOMIA
Swicth 4 capa 2	NODO_A_ELECTRONICA
Swicth 5 capa 2	NODO_BIBLIOTECA
Swicth 6 capa 2	NODO_B_ELECTRONICA
Swicth 7 capa 2	NODO_UPG

3.5.3.2 Configuraciones

A) Creación de Vlans

En los switches de capa 2 y 3 se crearán las VLANs para que pueda darse el enrutamiento entre subredes. Seguimos el procedimiento para crear las VLANs

Creación de una VLAN	
Comandos de IOS de un switch Cisco	
Ingresar al modo de configuración global.	SI# <code>configure terminal</code>
Crear una VLAN con un número de ID válido.	SI(config)# <code>vlan id-vlan</code>
Especificar un nombre único para identificar la VLAN.	SI(config-vlan)# <code>name nombre-vlan</code>
Volver al modo EXEC privilegiado.	SI(config-vlan)# <code>end</code>

Figura 4: Creación de Vlans

Fuente: https://www.reuter.com.ar/CCNA/CCNA2/mod3_ccna2/

RECTORADO			
Physical Config CLI Attributes			
IOS Command Line Interface			
VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Gig1/0/1, Gig1/0/2, Gig1/0/3, Gig1/0/4 Gig1/0/5, Gig1/0/6, Gig1/0/7, Gig1/0/8 Gig1/0/9, Gig1/0/10, Gig1/0/18, Gig1/0/19 Gig1/0/20, Gig1/1/1, Gig1/1/2, Gig1/1/3 Gig1/1/4 Gig1/0/23, Gig1/0/24
6	VLAN0006	active	
10	VLAN0010	active	
20	VLAN0020	active	
50	VLAN0050	active	
60	VLAN0060	active	
90	VLAN0090	active	
100	VLAN0100	active	
130	VLAN0130	active	
140	VLAN0140	active	
160	VLAN0160	active	
170	VLAN0170	active	
180	VLAN0180	active	
190	VLAN0190	active	
220	VLAN0220	active	
230	VLAN0230	active	
1002	fddi-default	active	
1003	token-ring-default	active	
1004	fddinet-default	active	
1005	trinet-default	active	

Figura 5: Vlans en el Switch del Rectorado

B) Creación de puertos troncales y de acceso

El propósito de los puertos troncales es esencial, ya que su principal misión es facilitar la inter-comunicación entre las distintas VLANs, es decir, las redes de área local virtuales, pero también para compartir estas VLANs.

Y el puerto de acceso está vinculado a una red VLAN para enviar y recibir tramas de Ethernet; y generalmente, pertenece a una sola VLAN, es decir, accede a la VLAN, descartando todos los paquetes que no estén clasificadas en la misma.

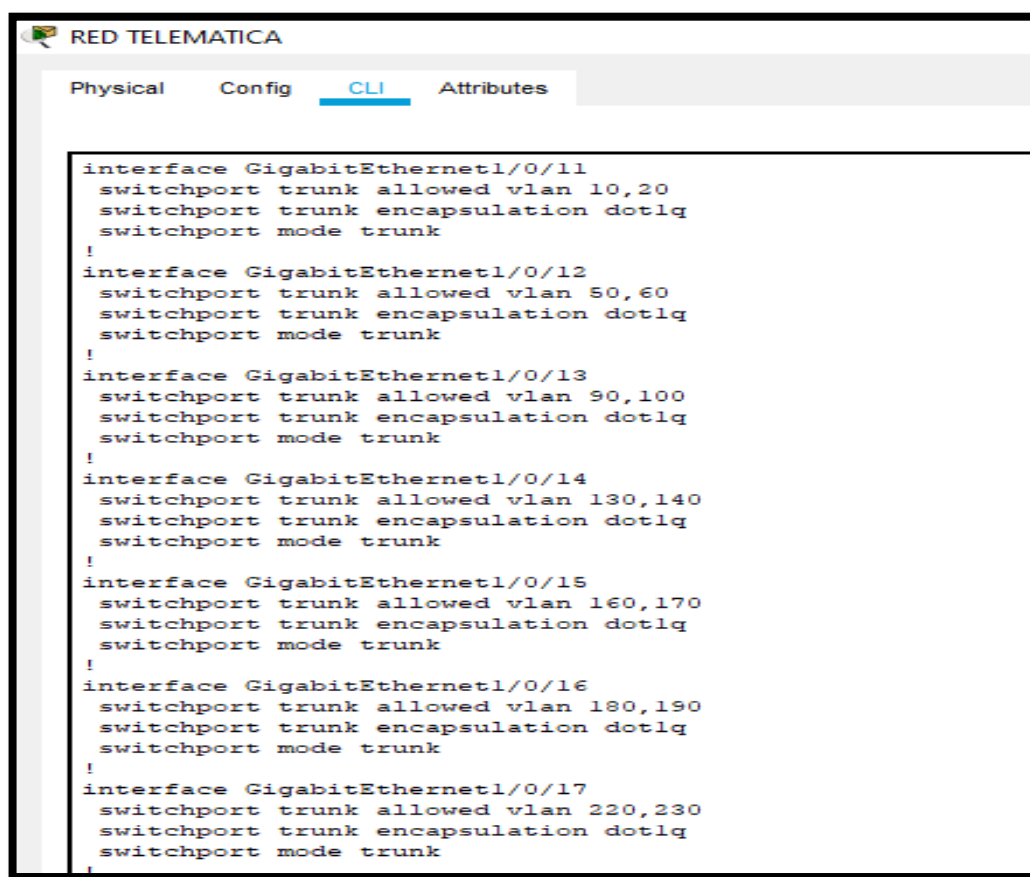
Comandos de IOS de un switch Cisco	
Ingresar al modo de configuración global.	S1# configure terminal
Ingresar el modo de configuración de interfaz.	S1(config)# interface id_interfaz
Hacer que el enlace sea un enlace troncal.	S1(config-if)# switchport mode trunk
Especificar una VLAN nativa para las tramas sin etiquetas.	S1(config-if)# switchport trunk native vlan id_vlan
Especificar la lista de VLAN que se permitirán en el enlace troncal.	S1(config-if)# switchport trunk allowed vlan lista-vlan
Volver al modo EXEC privilegiado.	S1(config-if)# end

Figura 6: configuración de enlaces Troncales

Comandos de IOS de un switch Cisco	
Ingrese al modo de configuración global.	S1# configure terminal
Ingrese al modo de configuración de interfaz para la SVI.	S1(config)# interface id_interfaz
Establezca el puerto en modo de acceso.	S1(config-if)# switchport mode access
Asigne el puerto a una VLAN.	S1(config-if)# switchport access vlan id_vlan
Vuelva al modo EXEC privilegiado.	S1(config-if)# end

Figura 7: Configuración de enlaces de acceso

Fuente: https://www.reuter.com.ar/CCNA/CCNA2/mod3_ccna2/



RED TELEMATICA

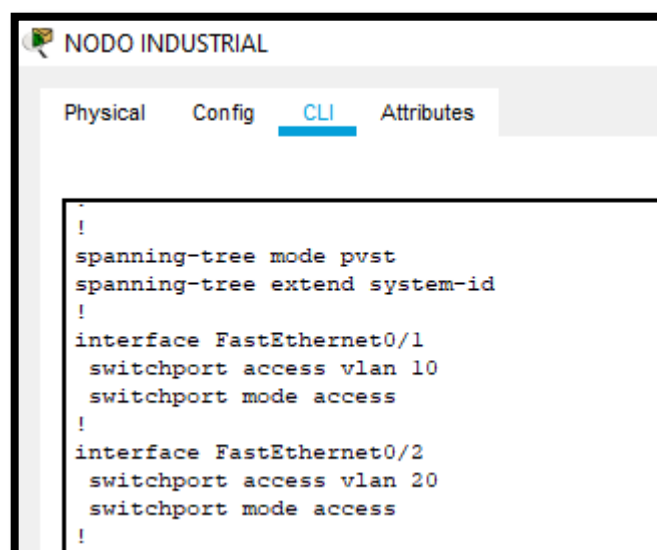
Physical Config CLI Attributes

```

interface GigabitEthernet1/0/11
  switchport trunk allowed vlan 10,20
  switchport trunk encapsulation dot1q
  switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/12
  switchport trunk allowed vlan 50,60
  switchport trunk encapsulation dot1q
  switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/13
  switchport trunk allowed vlan 90,100
  switchport trunk encapsulation dot1q
  switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/14
  switchport trunk allowed vlan 130,140
  switchport trunk encapsulation dot1q
  switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/15
  switchport trunk allowed vlan 160,170
  switchport trunk encapsulation dot1q
  switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/16
  switchport trunk allowed vlan 180,190
  switchport trunk encapsulation dot1q
  switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/17
  switchport trunk allowed vlan 220,230
  switchport trunk encapsulation dot1q
  switchport mode trunk
!

```

Figura 8: Configuración de enlaces en switch Red Telemática



NODO INDUSTRIAL

Physical Config CLI Attributes

```

!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
  switchport access vlan 10
  switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
  switchport access vlan 20
  switchport mode access
!

```

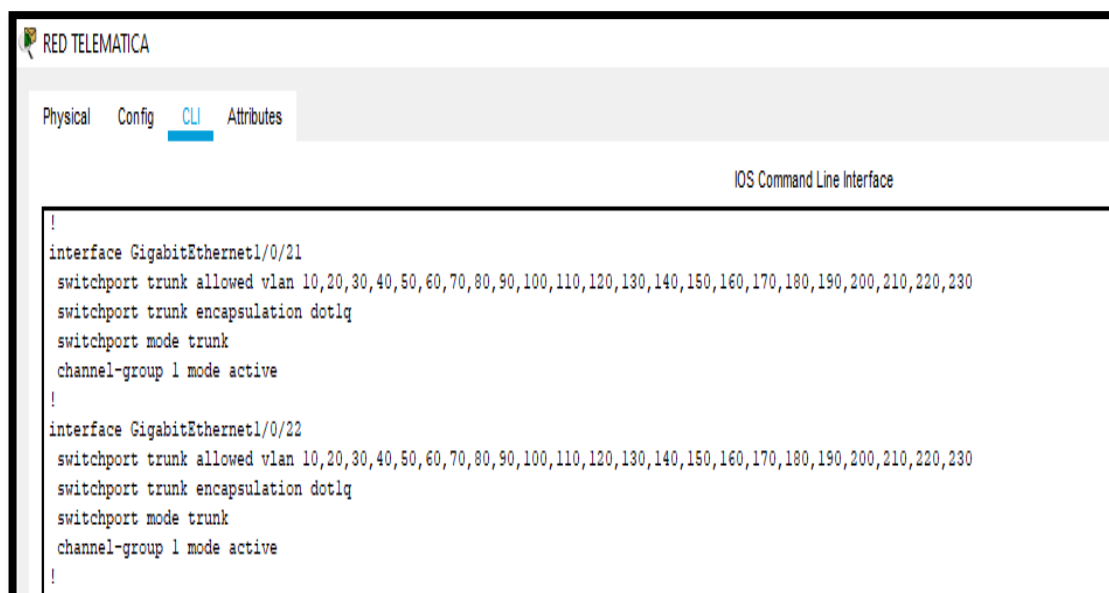
Figura 9: configuración de enlaces de acceso en el nodo de industrial

C) Enrutamiento InterVlan

El enrutamiento entre Vlans o Inter Vlan, se dará en el SWICHTH_CORE_1 Y SWICHTH_CORE_2 y resulta necesario para intercambiar información entre otras diferentes subredes. Se Habilita en el Switch con el comando ip routing. Incluso si se habilitó previamente el ruteo IP, este paso garantiza que estará activado. Switch(config)#ip routing.

D) Configuración de Protocolo ETHERCHANNEL

EtherChannel es una tecnología de la marca Cisco basada en el estandar 802.3 full-duplex Fast Ethernet. Permite la agrupación lógica de varios enlaces Ethernet de manera física, esta agrupación se trama como un solo enlace y se puede sumar la velocidad nominal de cada puerto físico Ethernet y utilizado y así obtener un enlace troncal de alta velocidad. Este protocolo se utilizará para unir los puertos Gi 1/0/21, Gi 1/0/22 del switch de la Red Telemática con los puertos Gi 1/0/21, Gi 1/0/22 con el switch del rectorado.



```

!
interface GigabitEthernet1/0/21
 switchport trunk allowed vlan 10,20,30,40,50,60,70,80,90,100,110,120,130,140,150,160,170,180,190,200,210,220,230
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 channel-group 1 mode active
!
interface GigabitEthernet1/0/22
 switchport trunk allowed vlan 10,20,30,40,50,60,70,80,90,100,110,120,130,140,150,160,170,180,190,200,210,220,230
 switchport trunk encapsulation dot1q
 switchport mode trunk
 channel-group 1 mode active
!

```

Figura 10: Configuración Etherchannel en swich de la red telematica

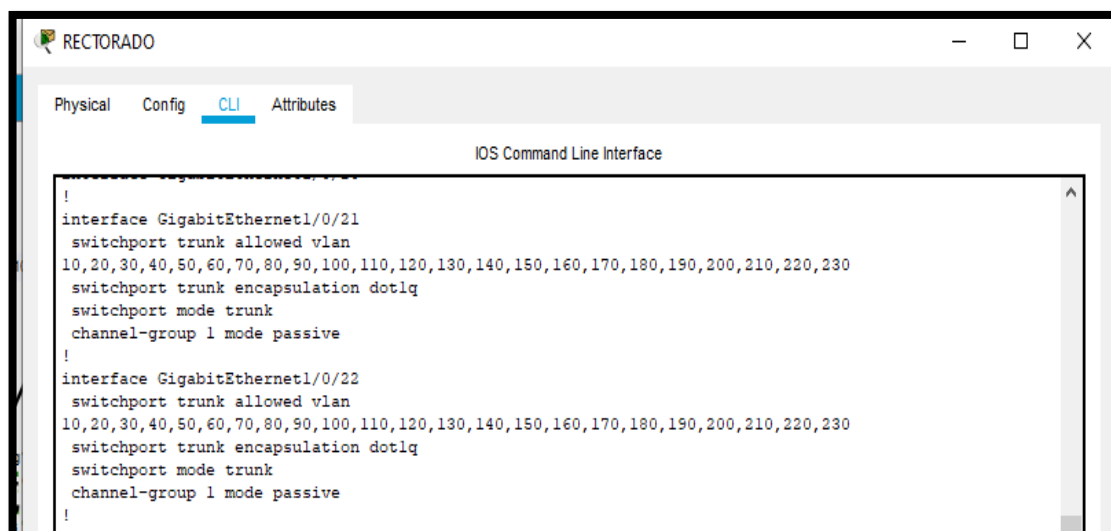


Figura 11: Configuración Etherchannel en switch del rectorado

3.5.3.3 Protocolos de enrutamiento

A) OSPF

Para poder intercambiar información desde el nivel de Switch de distribución hacia el core, es necesario usar el protocolo OSPF. El Protocolo OSPF permite utilizar el área de encaminamiento para red grandes y poder ser muy escalable.

Para poder activar el enrutamiento del protocolo OSPF es necesario realizar los siguientes pasos.

*router(config)# **router ospf** <id_proceso>*

*router(config-router)# **network** <dirección_red> <máscara_wildcard>
area<id_área>*

Donde:

id_proceso es un número que se utiliza para identificar el proceso de enrutamiento OSPF. Puede ser cualquier valor entre 1 y 65.535

La dirección de red puede ser una red completa

La máscara wildcard representa un conjunto de direcciones

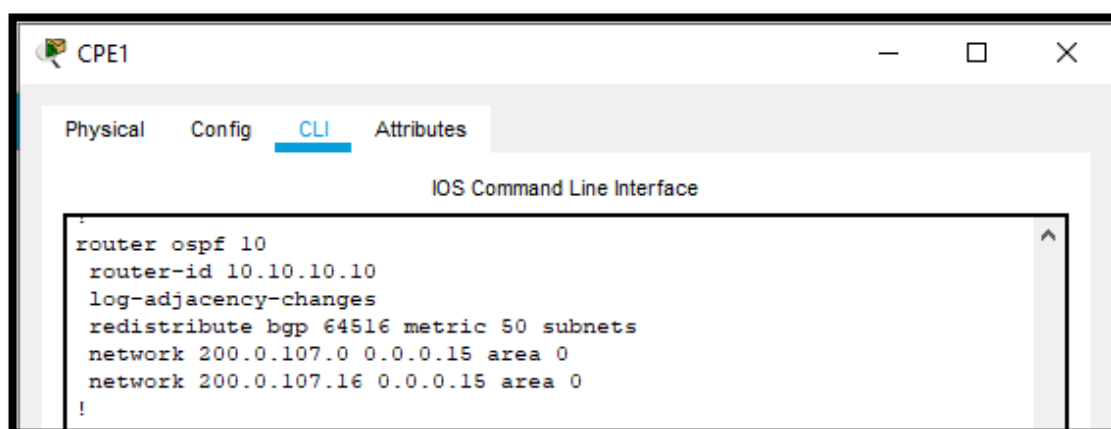


Figura 12: Configuración OSPF en el router CPE1

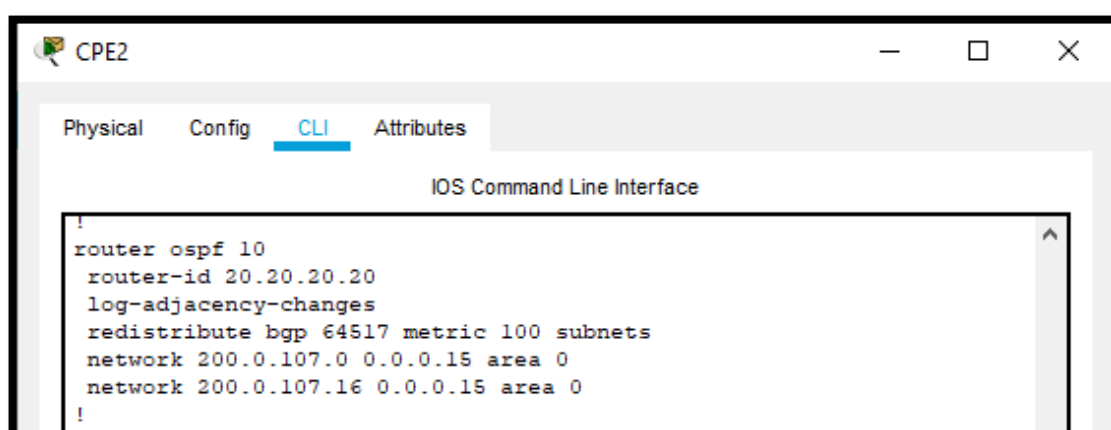


Figura 13: Configuración OSPF en el router CPE2

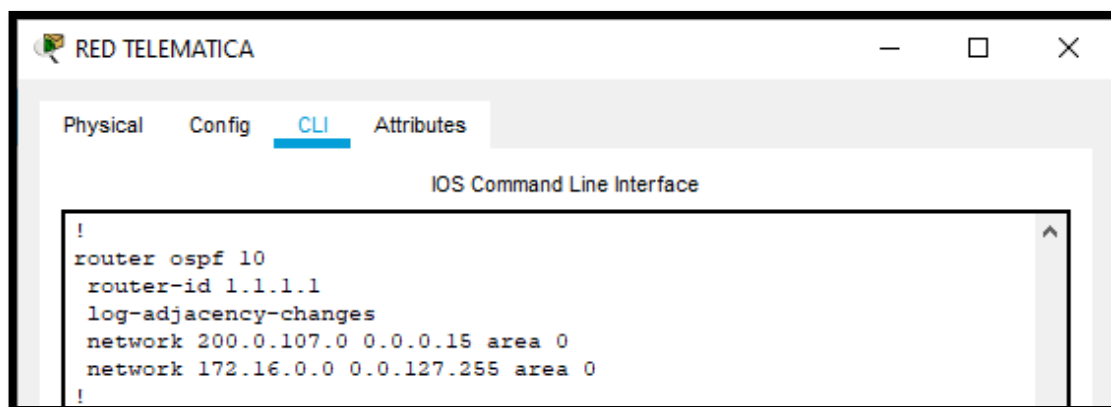


Figura 14: Configuración OSPF en el Switch Red Telemática

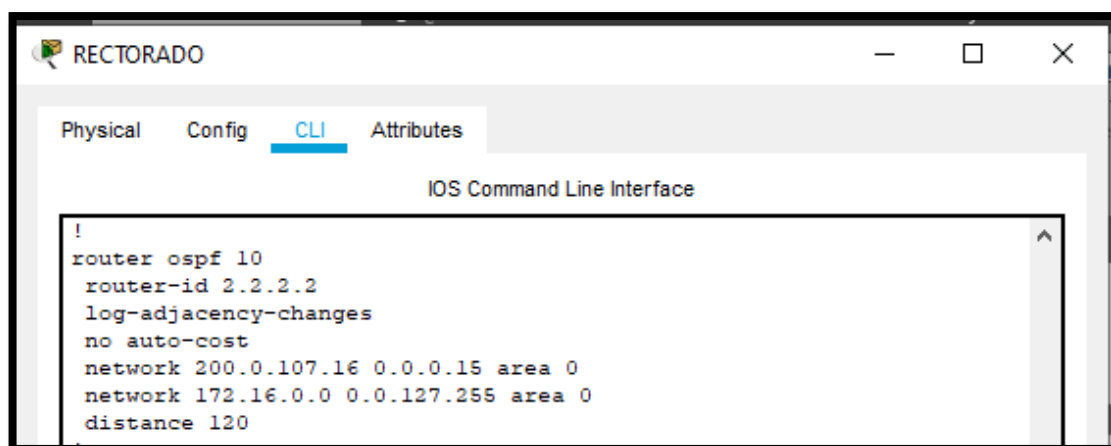


Figura 15: Configuración OSPF en el Switch del rectorado

B) BGP

BGP (del inglés Border Gateway Protocol) es un protocolo que nos permitirá que nuestros router cambien información, como lo hacen los ISP (Proveedores de servicios de internet).

Gracias a este protocolo los ISP se intercambian las tablas de ruteo a través del protocolo BGP.

Para nuestro caso tenemos la siguiente configuración.

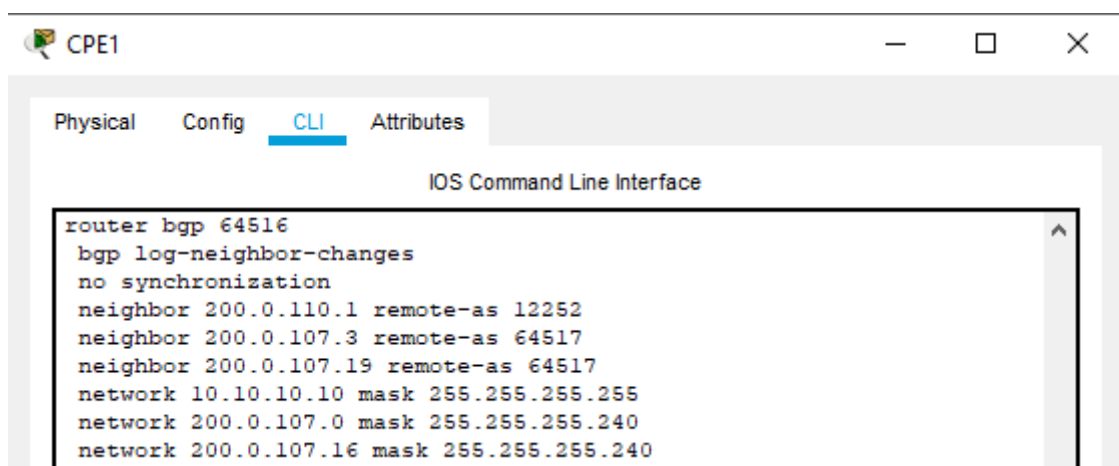


Figura 16: Configuración BGP en el router CPE1

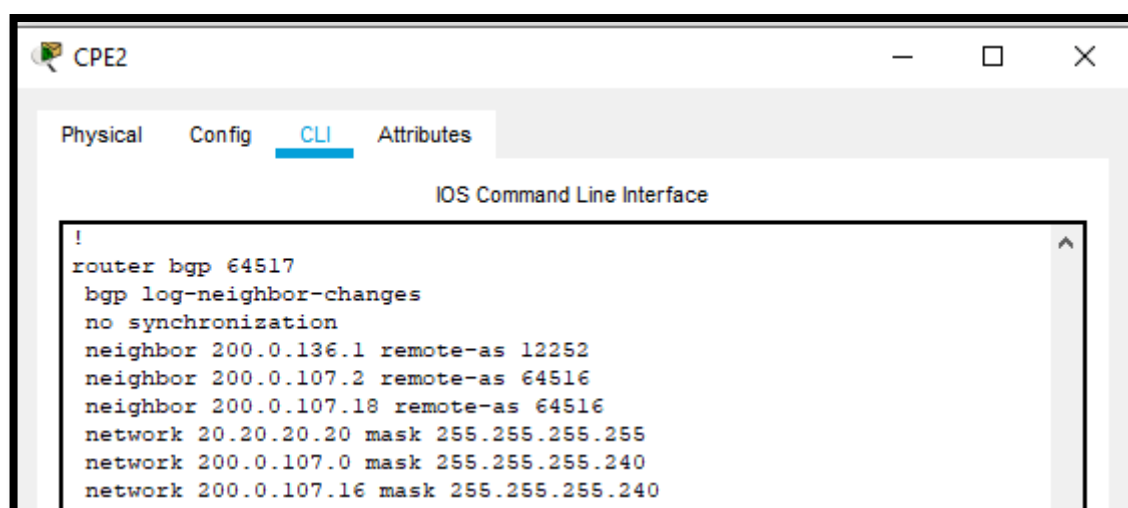


Figura 17: Configuración BGP en el router CPE2

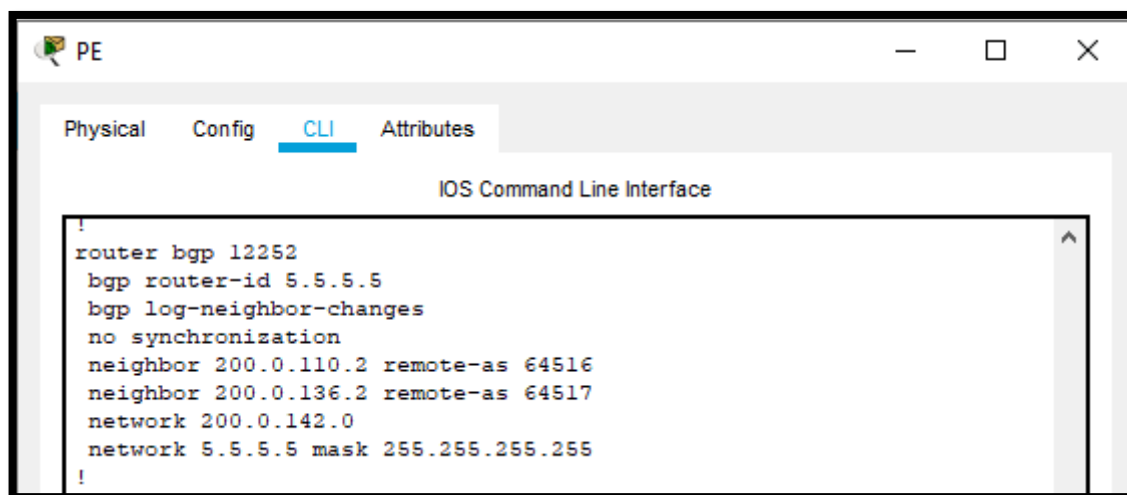


Figura 18: Configuración BGP en el router CPE2

3.5.3.4 PROTOCOLO DE REDUNDANCIA

Los switches de capa 3 correspondiente a la Red Telemática y Rectorado se han configurado como equipos de redundancia, por lo que actuarán, uno como SWitch principal y otro como secundario por cada PC (Subred). Utilizaremos los recursos de ambos Switches, donde se realizará el balanceo de carga, algunas de las subredes pasaran por el equipo principal y el resto de subredes por el otro switch secundario, para ello se muestra la siguiente tabla.

Tabla 4 Asignación de switch principal y secundario

SUBRED	SWITCH PRINCIPAL	SWITCH SECUNDARIO
Industrial (Vlan 10)	Red Telematica	Rectorado
Fisica (Vlan 20)	Rectorado	Red Telematica
Quimica (Vlan 50)	Red Telematica	Rectorado
Comedor(Vlan 60)	Rectorado	Red Telematica
Derecho(Vlan 90)	Red Telematica	Rectorado
Economia (Vlan 100)	Rectorado	Red Telematica
Sociales (Vlan 130)	Red Telematica	Rectorado
Letras (Vlan 140)	Rectorado	Red Telematica
Ing Geografica (Vlan 160)	Red Telematica	Rectorado
Geografia (Vlan 170)	Rectorado	Red Telematica
Odontologia (Vlan 180)	Red Telematica	Rectorado
Educación (Vlan 190)	Rectorado	Red Telematica

Centro Pre (Vlan 220)	Red Telematica	Rectorado
Oca (Vlan 230)	Rectorado	Red Telematica

Tabla 5: Dirección IP para el protocolo de redundancia

VLAN	IP VIRTUAL	IP ACTIVA	IP STANDBY
Vlan 10	172.16.0.1	172.16.0.2	172.16.0.3
Vlan 20	172.16.4.1	172.16.4.2	172.16.4.3
Vlan 50	172.16.16.1	172.16.16.2	172.16.16.3
Vlan 60	172.16.20.1	172.16.20.2	172.16.20.3
Vlan 90	172.16.32.1	172.16.32.2	172.16.32.3
Vlan 100	172.16.36.1	172.16.36.2	172.16.36.3
Vlan 130	172.16.48.1	172.16.48.2	172.16.48.3
Vlan 140	172.16.52.1	172.16.52.2	172.16.52.3
Vlan 160	172.16.60.1	172.16.60.2	172.16.60.3
Vlan 170	172.16.64.1	172.16.64.2	172.16.64.3
Vlan 180	172.16.68.1	172.16.68.2	172.16.68.3
Vlan 190	172.16.72.1	172.16.72.2	172.16.72.3
Vlan 220	172.16.84.1	172.16.84.2	172.16.84.3
Vlan 230	172.16.88.1	172.16.88.2	172.16.88.3

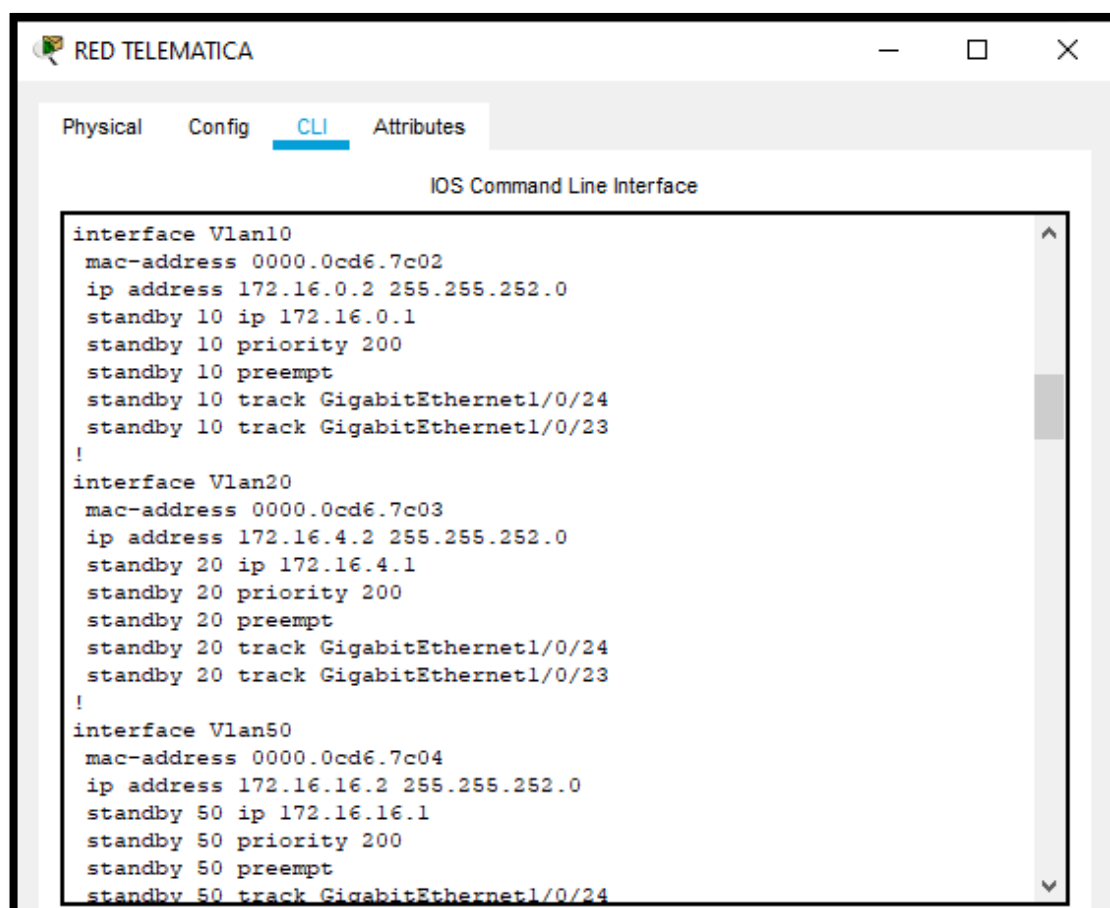


Figura 19: Configuración HSRP en el Switch Red Telemática

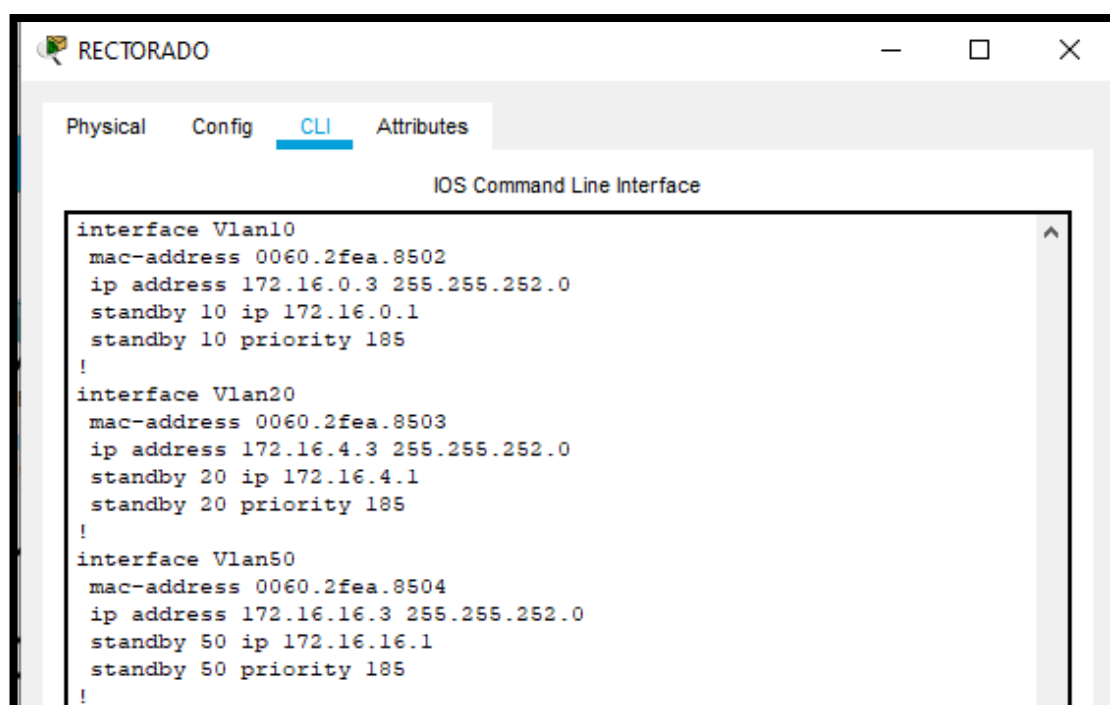
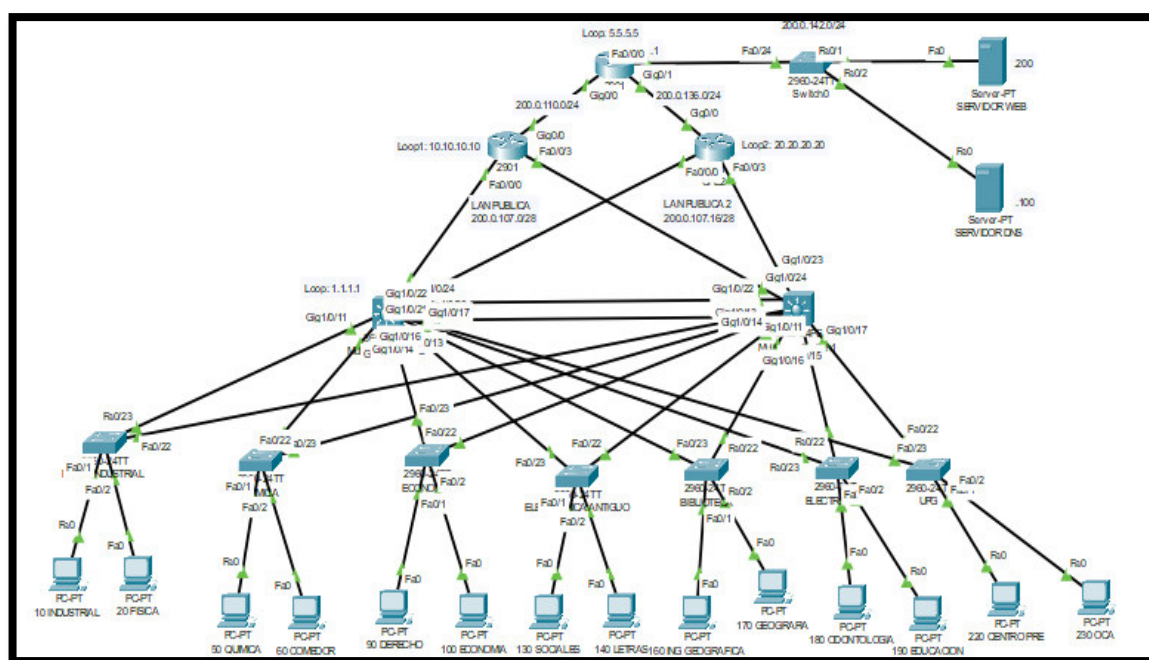


Figura 20: Configuración HSRP en el Switch rectorado

3.6 Resultado de la actividad

Para poder demostrar los resultados se hace una simulación mediante el Packet Tracer desarrollada por la empresa CISCO, en este caso desarrollaremos 4 simulaciones, donde nuestro objetivo es demostrar que la red está diseñada para poder mantener la continuidad de los servicios a pesar de las posibles fallas. Asimismo, se agregó un dispositivo que representara el servidor WEB quien tiene una dirección IP 200.0.142.200 con dominio www.pppfiiee.com. En la Figura 21, se muestra la red del presente trabajo.



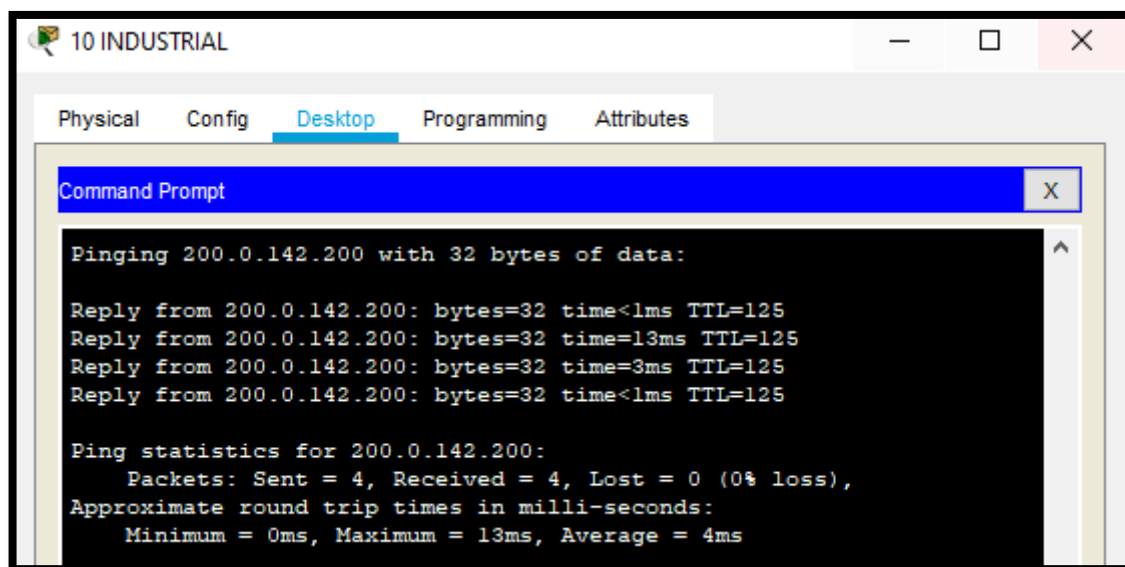


Figura 22: Ping desde PC (Vlan 10) hacia el servidor Web
Fuente: Elaboración propia.

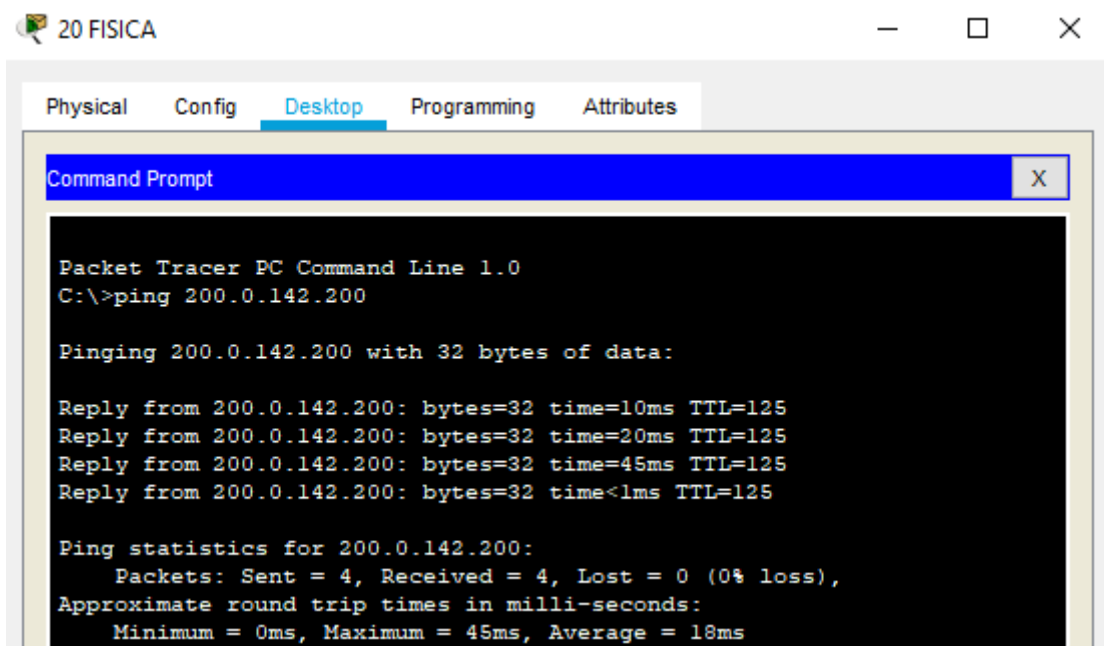


Figura 23: Ping desde PC (Vlan 20) hacia el servidor Web

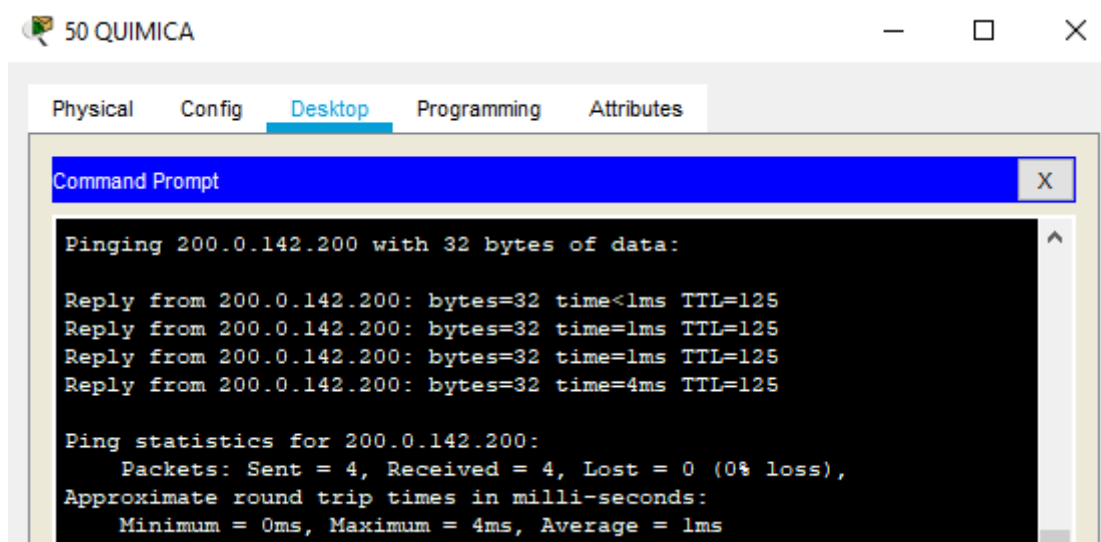


Figura 24: Ping desde PC (Vlan 50) hacia el servidor Web.

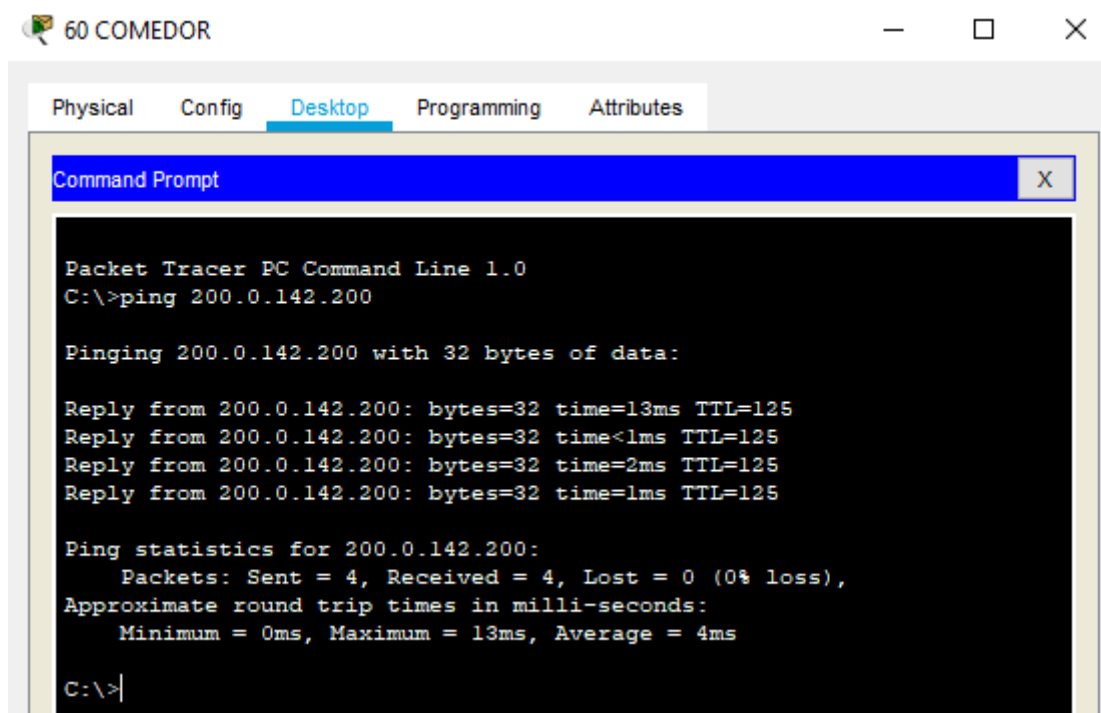


Figura 25: Ping desde PC (Vlan 60) hacia el servidor Web

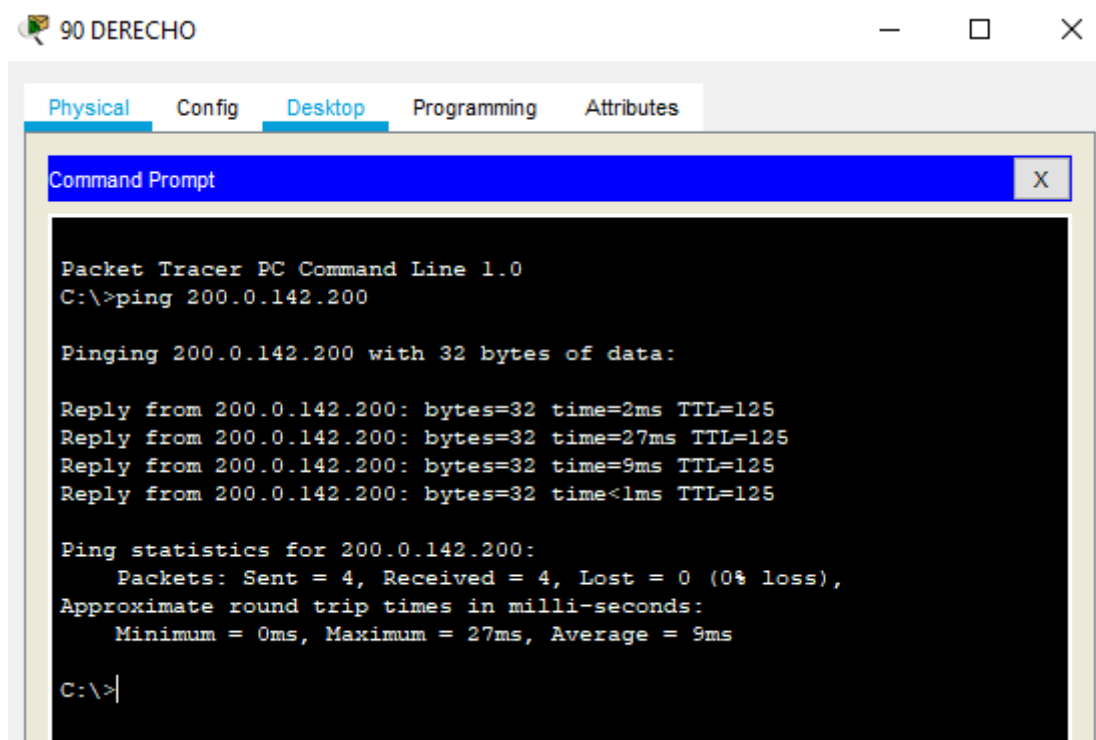


Figura 26: Ping desde PC (Vlan 90) hacia el servidor Web

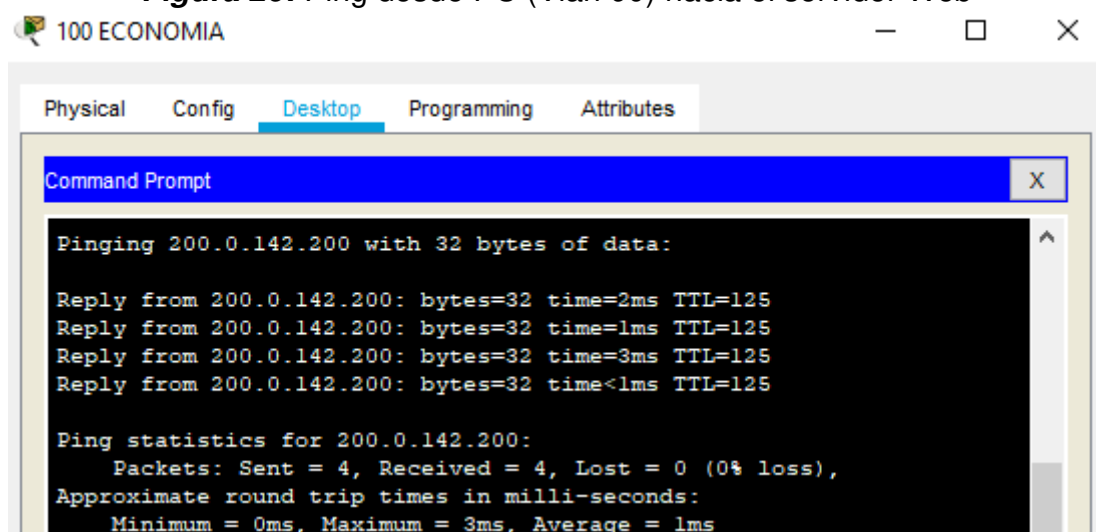


Figura 27: Ping desde PC (Vlan 100) hacia el servidor Web

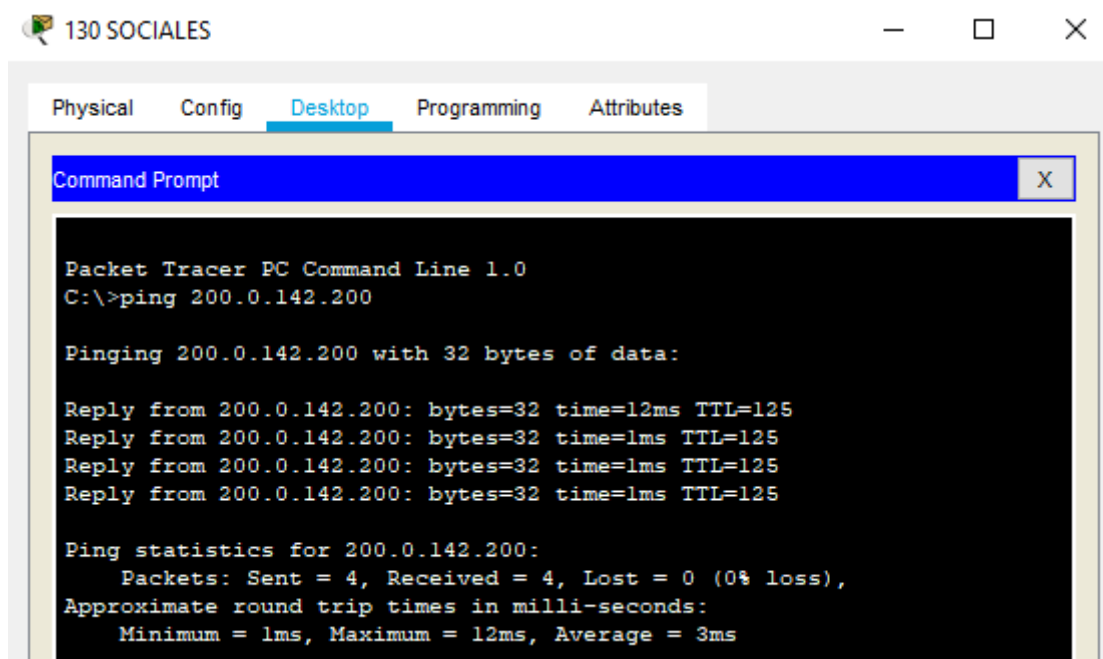


Figura 28: Ping desde PC (Vlan 130) hacia el servidor Web

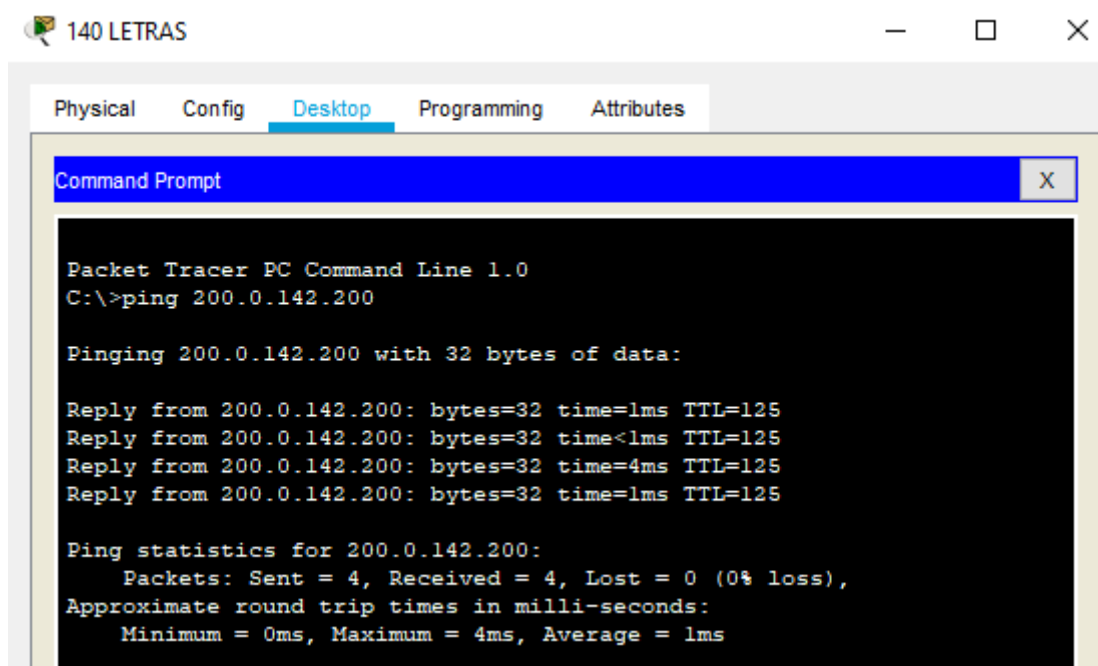


Figura 29: Ping desde PC (Vlan 140) hacia el servidor Web

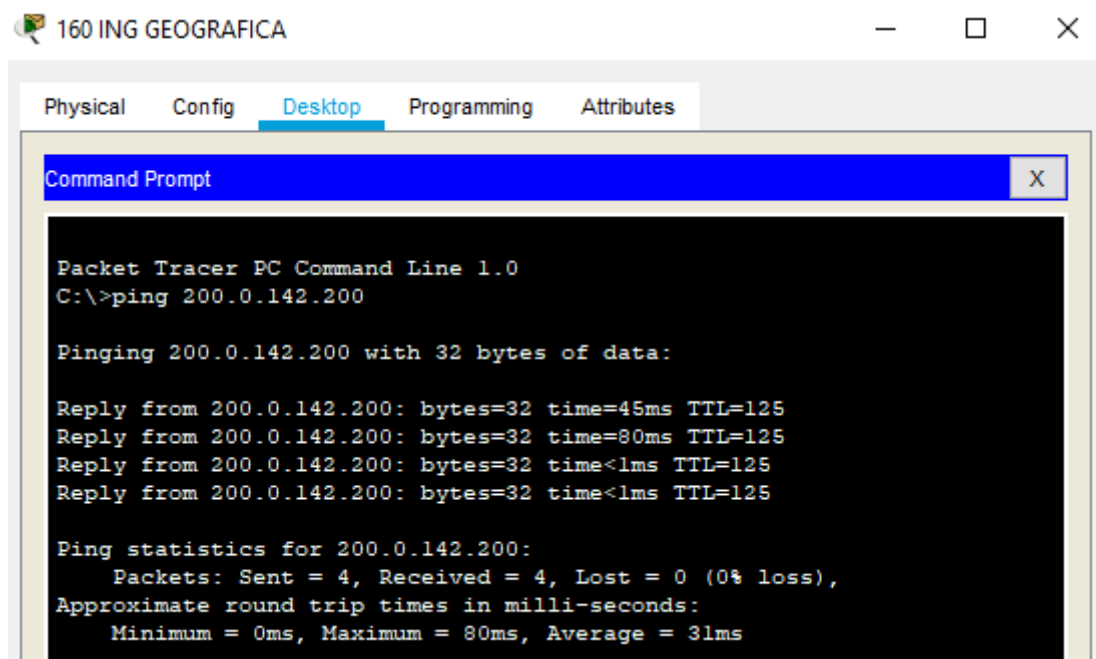


Figura 30: Ping desde PC (Vlan 160) hacia el servidor Web

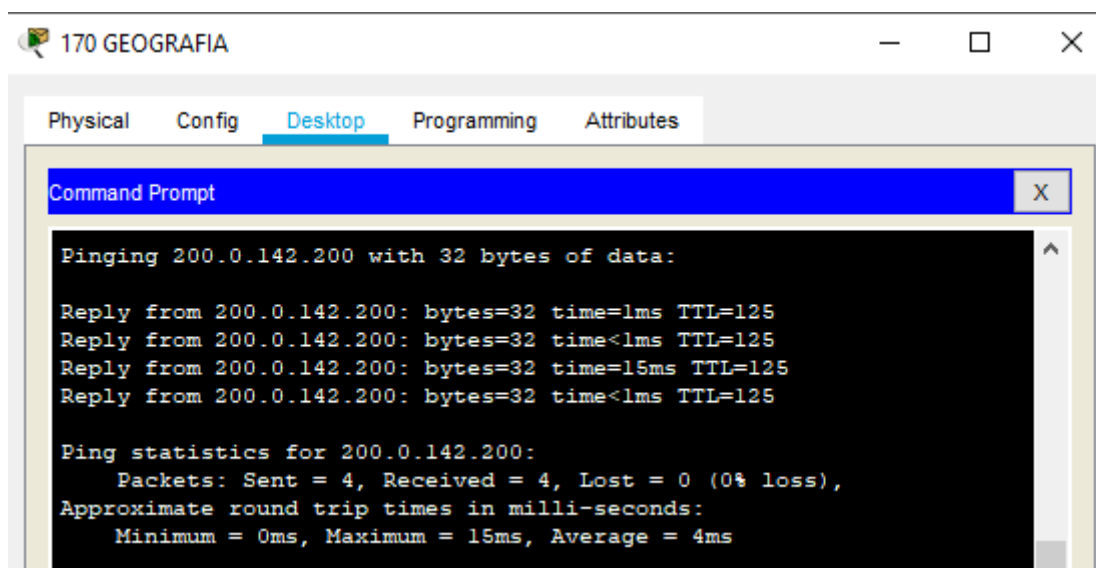


Figura 31: Ping desde PC (Vlan 170) hacia el servidor Web

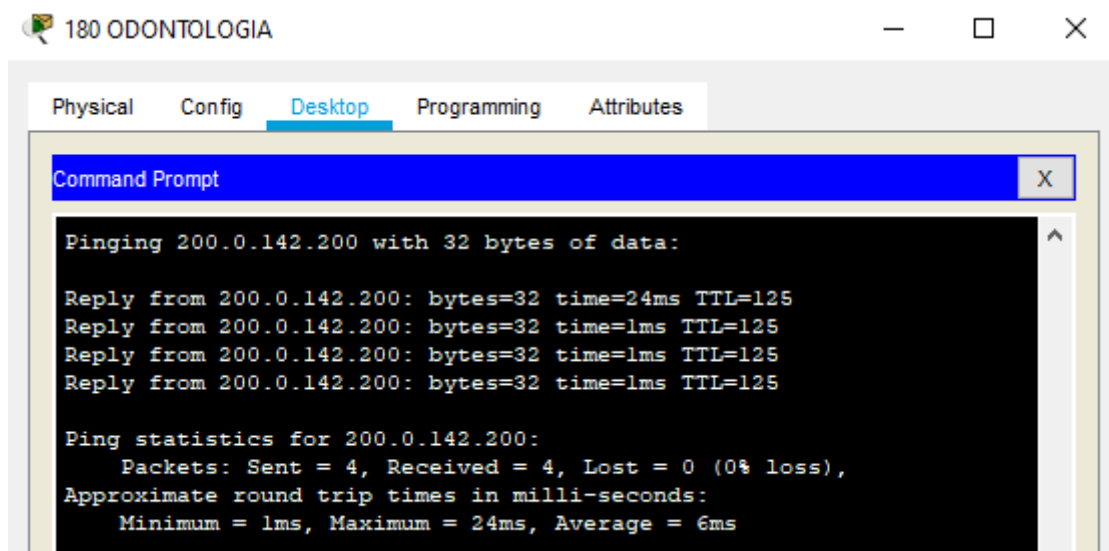


Figura 32: Ping desde PC (Vlan 180) hacia el servidor Web

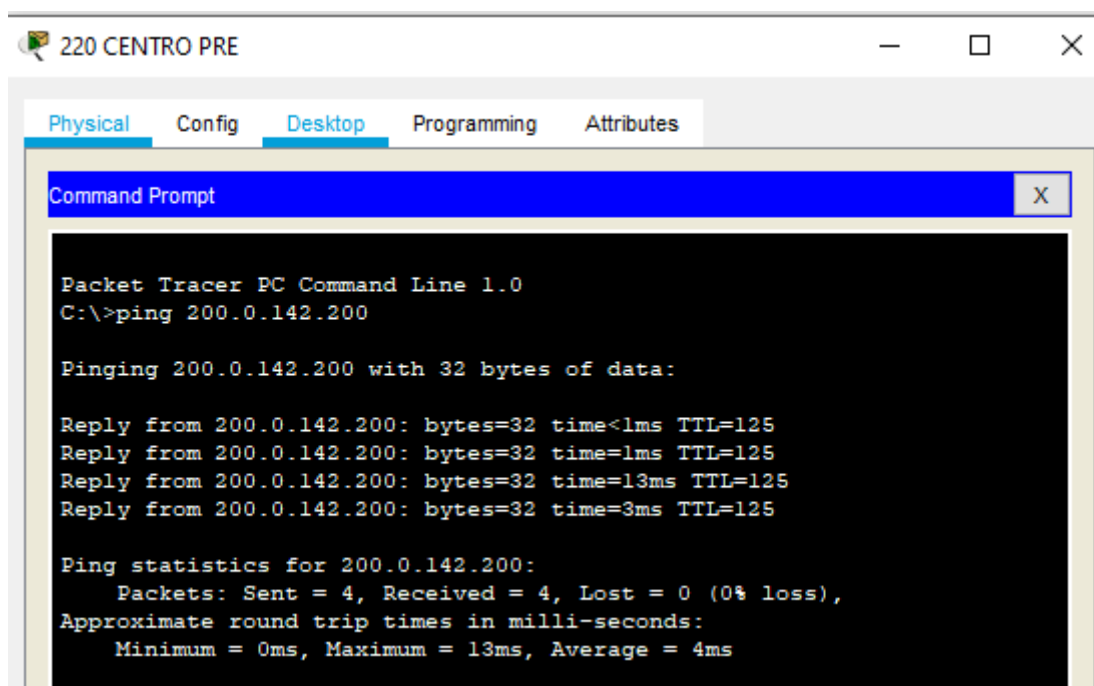


Figura 33: Ping desde PC (Vlan 220) hacia el servidor Web

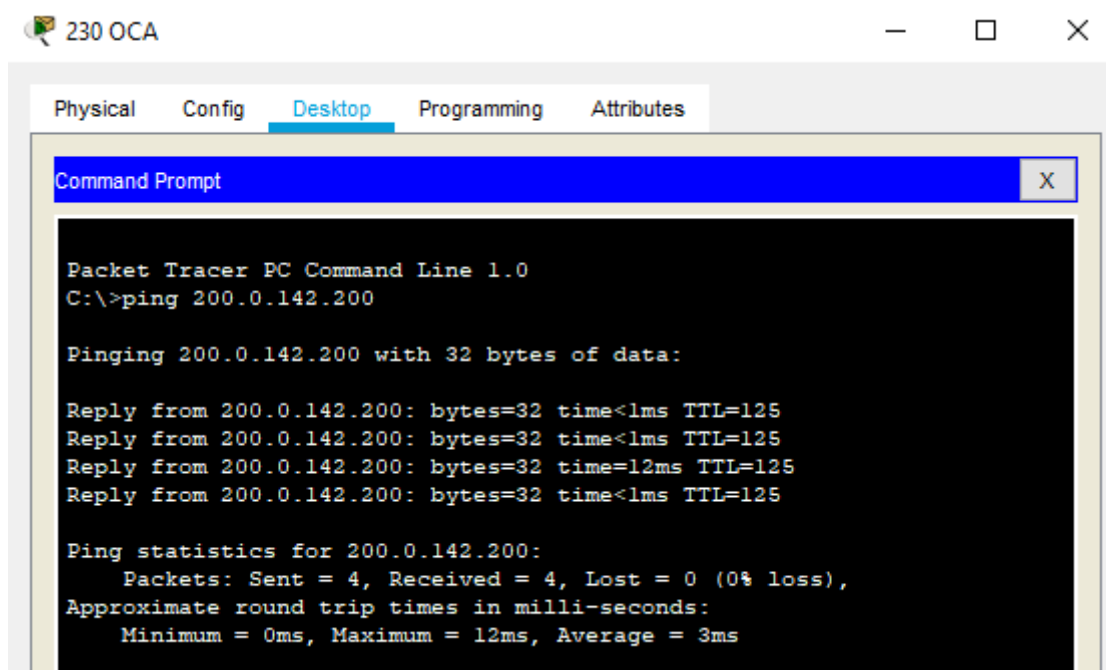


Figura 34: Ping desde PC (Vlan 230) hacia el servidor Web

Segundo Escenario: El Switch de la Red Telemática queda inoperativo. Este escenario se pretende demostrar la alta disponibilidad del nivel de distribución de la Red LAN. De la mismo modo, el Switch del rectorado queda inoperativo.

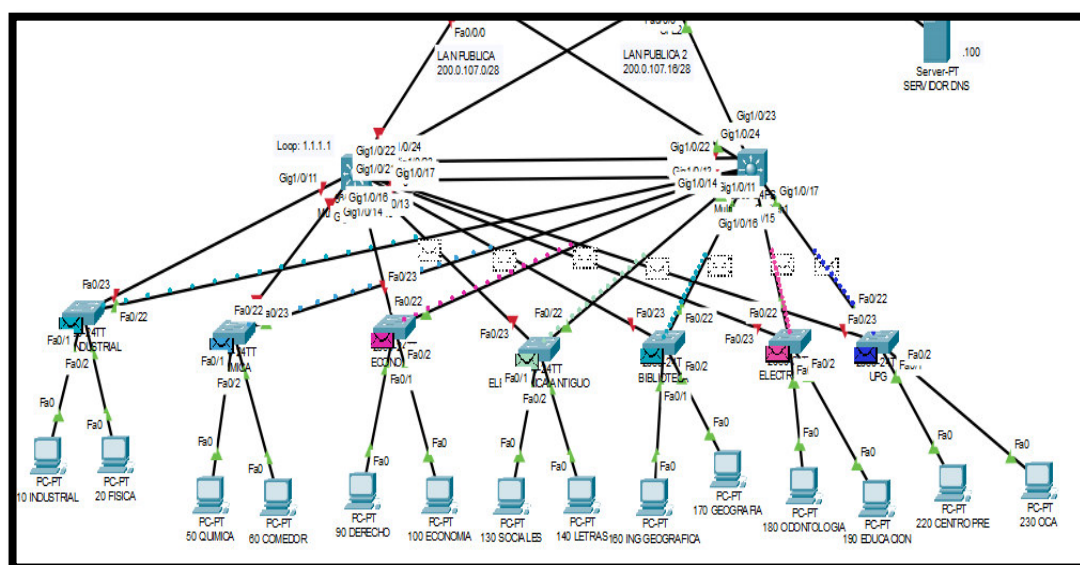


Figura 35: El switch de la Red Telemática queda fuera de servicio

Tercer Escenario: En este escenario presentamos balanceo de carga que nos permite dar continuidad a nuestros servicios.

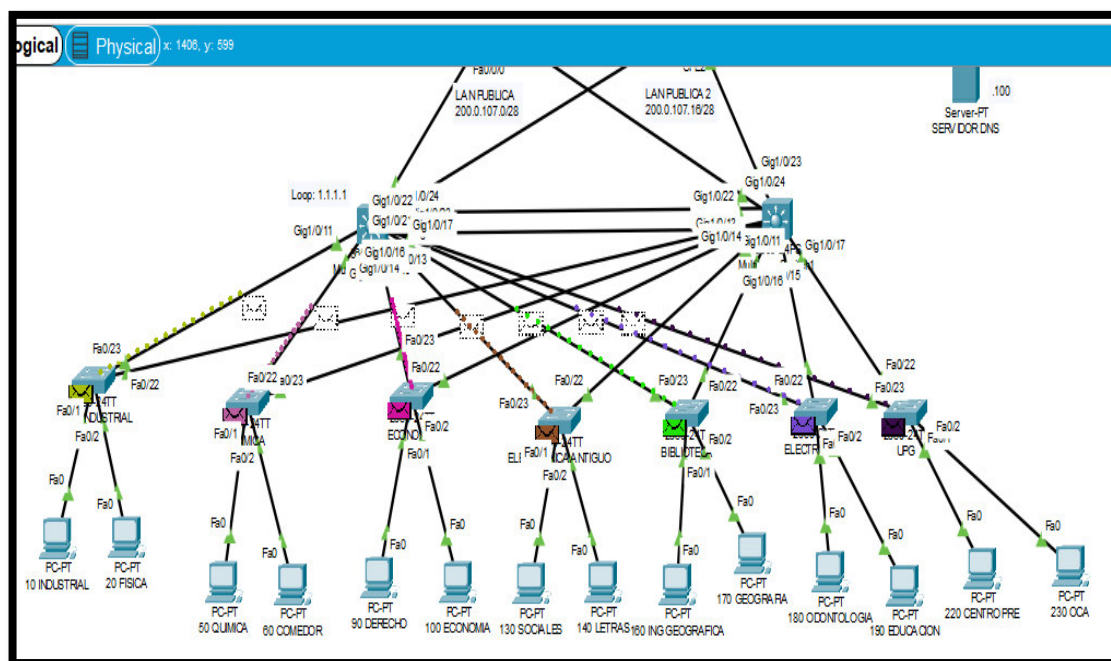


Figura 37: El switch de la Red Telematica recibe paquetes de datos

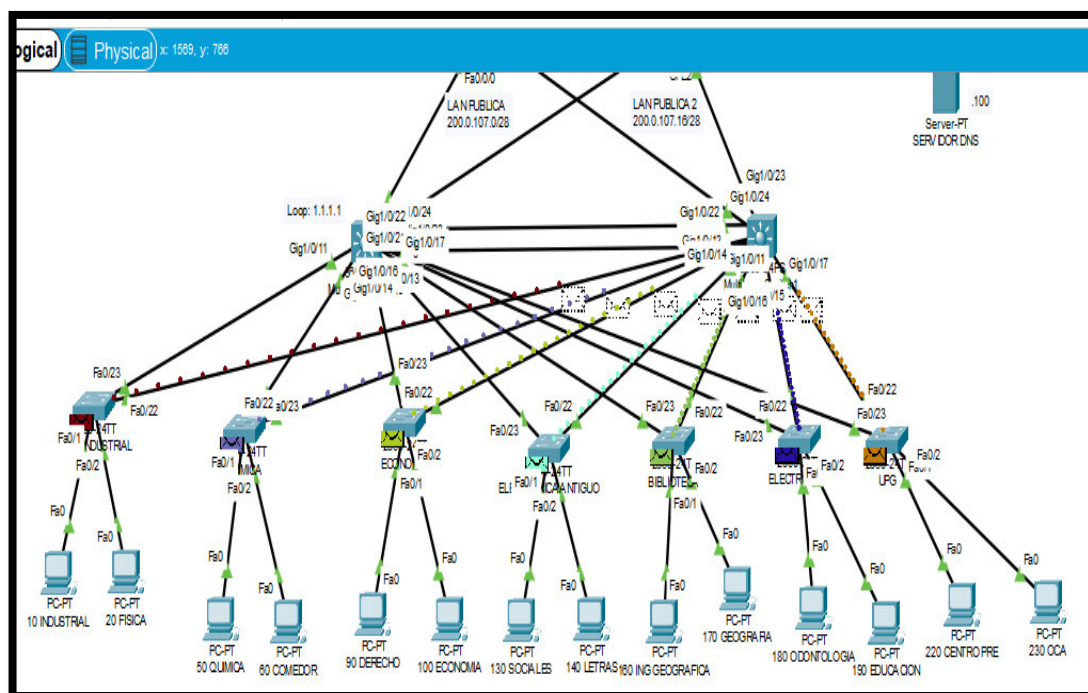


Figura 38: El switch del rectorado recibe paquetes de datos

Cuarto Escenario: En este escenario se muestra la alta disponibilidad de nuestro diseño de red cuando uno de nuestros Router queda fuera de servicio.

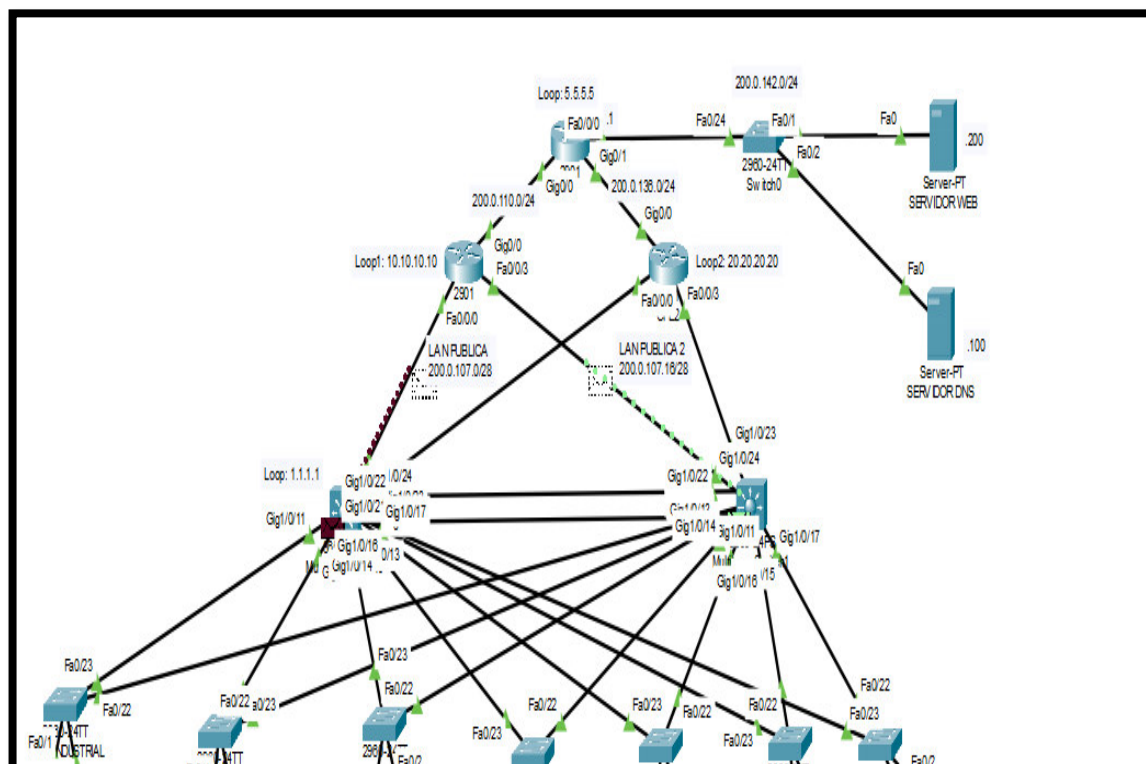


Figura 39: Funcionamiento normal de los router

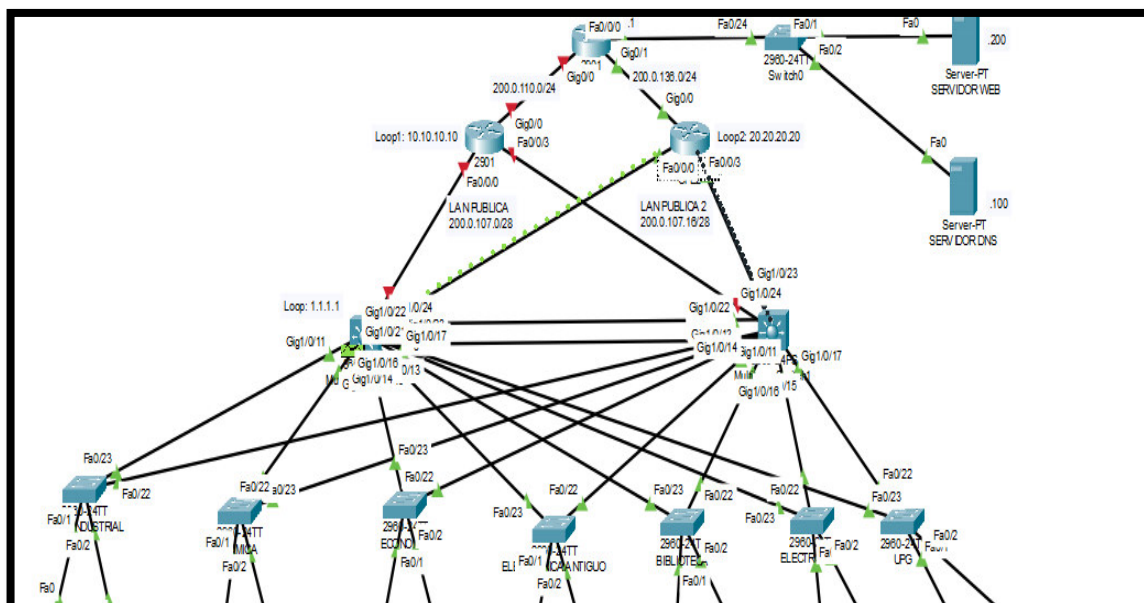


Figura 40: Router queda fuera de servicio

CAPITULO IV: CONCLUSIONES

4.1 Justificación

Este trabajo se llevó a cabo debido a la urgencia de poder contar con un sistema de red que permitiera garantizar la conectividad dentro del campus universitario, lo que traerá mucho beneficio para toda la comunidad universitaria (docentes, alumnos y administrativos), este trabajo podría servir como guía en la infraestructura de red de diversas dependencias ubicadas fuera de la Ciudad Universitaria.

Podemos inferir que una red de alta disponibilidad y redundancia generaría muchos beneficios debido a su estructura, contaríamos con un sistema de backup ante una falla de la red principal.

4.1.1 Evaluación económica

A continuación, se muestra el costo aproximado para implementar el diseño de red, considerando los equipamientos y servicios.

Tabla 6: Equipamiento y servicios

Elemento	Precio	Unidades	Total
Cisco Swicth Core 9400 Catalyst	\$3,511.33	2	\$ 7,022.66
Cisco Swicth Distribución 9400 Catalyst	\$4,675.11	9	\$ 42,075.99
Cisco swicth Core 9400 Catalyst	\$2,327.88	20	\$ 46,557.60
Servicio de instalación de Fibra Óptica	\$5,000.00	1	\$5,000.00
Costo Total			\$100,656.25

En esta evaluación económica no se considera el servicio de instalación de los switches y tampoco de la configuración, debido que el personal de la Red Telemática-UNMSM no está capacitada para realizar dichas funciones. Notamos que el presupuesto asciende a más de \$100,000.00, como universidad Nacional debemos velar por el servicio que se debe brindar a los docentes, administrativos y alumnos, por ende, este monto asciende al 0.08% del presupuesto de la Universidad, por lo expuesto, sería viable implementar este proyecto.

4.1.2. Evaluación Técnica

Siguiendo los lineamientos de la Resolución Rectoral N° 07158-R-17 donde se autoriza la “ESTANDARIZACIÓN DE BIENES QUE INTEGRAN LA FAMILIA DE EQUIPOS DE COMUNICACIÓN DE LA MARCA CISCO”, se reconoce a CISCO como una marca especialista en infraestructura de TI.

4.2 Descripción de la implementación

La Red Telemática como lo mencionamos anteriormente administra todos los dispositivos de red de la ciudad universitaria, por ende, es la única encargada del cambio y mantenimiento de los equipos de red. Inicialmente contamos con los siguientes equipos:

Tabla 7: Equipos actuales en la Red de la UNMSM

	EQUIPO
NUCLEO	SWITCH 6509 E (Red Telemática)
	SWITCH 6504 E (Rectorado)
DISTRIBUCIÓN	Nodo Química SWITCH 3750X
	Nodo Industrial SWITCH 3750X
	Nodo Economía SWITCH 3750X
	Nodo Odontología SWITCH 3750X
	Nodo UPG SWITCH 3750X
	Nodo UPG SWITCH 3750X
	Nodo Administración SWITCH 3560
	Nodo Biblioteca SWITCH 3560
	Nodo Psicología SWITCH 3750
ACCESO	SWITCH 2960 SWITCH 2960-X

4.3 Conclusiones

En presente trabajo es importante porque mejorara la infraestructura de red de red, asimismo, permitirá brindar servicios de red de alta calidad a la comunidad docente, administrativo y estudiantil.

Al mismo tiempo, el diseño permitirá brindar acceso de internet en todo momento garantizando la disponibilidad de los servicios, así la Universidad hará que toda la comunidad se sienta satisfecha y segura de la conectividad.

Por otro lado, permitirá identificar fácilmente las fallas en la red de transporte, evitando algunas averías internas en la red local de la UNMSM, el diseño de la red también nos brindará gestión a nivel de control y monitoreo de los equipos

CAPITULO V: RECOMENDACIONES

- Para el diseño propuesto se recomienda seguir los lineamientos, requisitos, comandos de configuración y protocolos mencionados en el trabajo para lograr los resultados esperados.
- Para la administración de la red se recomienda capacitar al personal de la Red Telemática porque al agregar más equipos y nuevos enlaces redundantes se requiere solidas habilidades de red y conectividad.
- La Red propuesta permitirá controlar y monitorear los equipos evitando posibles fallas que afecten la labor de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- La mayoría de los sistemas en la actualidad cuenta con soporte IPv6, por lo que incluso los encargados de las redes IPv4 deben de conocer las implicaciones de seguridad que conlleva el uso del IPv6. Aunque aún no este planificado, será necesario introducir IPv6 en el corto plazo. Por lo tanto, debe comenzar a capacitarse e implementar IPv6.

CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA

- Quijano Oñate, Silvia. (2011). “Análisis e Implementación de Alta Disponibilidad mediante Clustering en Sistemas de Call Center basados en Voip”. Tesis de Grado en Ingeniería Electrónica, Telecomunicaciones y Redes. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.
- Paredes Sevilla, Luis. (2010). “Evaluación y Optimización de la Red de datos para la Academia de guerra del Ejército, y Diseño de una Red de Datos Redundante como soporte a la Red Principal. Tesis de Grado en Ingeniería Electrónica. Escuela Politécnica de Ejercito. Ecuador.
- Coras Bendezu, Jorch. (2013). “Rediseño de la red de comunicaciones basado en tecnologías de alta disponibilidad de gestión de tráfico para mejorar la comunicación de la Municipalidad Provincial de Churcampa – Huancavelica”. Tesis de Magister en Ingeniería de Sistemas. Universidad Nacional del Centro.
- Orizano Samar, Joseph. (2018). “Diseño de un entorno de alta disponibilidad (HA) en los equipos Core de la red del Terminal Internacional AJC (TIAJC)”. Tesis de Título de Ingeniero de Redes y comunicaciones. Universidad Tecnológica del Perú.
- Stallings William. (2004). “Comunicaciones y redes de computadora”. Madrid. Editorial Pearson.

- Cisco. (2014). Resumen de diseño.
obtenido de: https://www.cisco.com/c/dam/r/es/la/internet-of-everything-ioe/assets/pdfs/en-05_campus-wireless_wp_cte_es-xl_42333.pdf
- Di Tomasso (2010). "Introducción a las Vlan"
obtenido de <https://www.mikroways.net/2010/01/18/introduccion-a-las-vlan/>
- Santibañez, A. (2011). Protocolos de red. Recuperado de:
https://www.ecured.cu/Protocolos_de_red#Pila_de_protocolos_y_el_modelo OSI
- Heredia Espinoza, Lenin y Guerrero Yrene, Jemerson. (2016). "Diseño de un Sistema de Respaldo de Redes Privadas Virtuales (VPN) para garantizar la Alta Disponibilidad de conexión al centro de control del Coes". Tesis de Ingeniero Electrónica. Universidad Pedro Ruiz Gallo.
- Sánchez García, Víctor. (2017). "Diseño de Redes con BGP". Trabajo Final en la Escuela Técnica de Ingenieros de Telecomunicación. Universidad Politécnica de Valencia. España
- Jimenez Ramos johann y salazar Giraldo carlos. (2020). "Diseño y simulación en la propuesta de nueva sucursal del cliente usando OSPF Y DHCP para la Interconexión de Redes". Tesis de Ingeniero de Telecomunicaciones. Universidad cooperativa de Colombia.

CAPITULO VII: ANEXOS

Router PE

```

hostname PE
no ip cef
no ipv6 cef
license udi pid CISCO2901/K9 sn
FTX152416E3-
spanning-tree mode pvst
interface GigabitEthernet0/0
ip address 200.0.110.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/1
ip address 200.0.136.1 255.255.255.0
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/0/0
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface FastEthernet0/0/1
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface FastEthernet0/0/2
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface FastEthernet0/0/3
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface Vlan1
ip address 200.0.142.1 255.255.255.0
!
interface Vlan2
mac-address 0005.5e0d.2901
no ip address
!
router bgp 12252

```

```

bgp router-id 5.5.5.5
bgp log-neighbor-changes
no synchronization
neighbor 200.0.110.2 remote-as 64516
neighbor 200.0.136.2 remote-as 64517
network 200.0.142.0
network 5.5.5.5 mask 255.255.255.255
!
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
line con 0
!
line aux 0
!
line vty 0 4
login
!
!
!
End

```

ROUTER CPE1

```

hostname CPE1
ip cef
no ipv6 cef
license udi pid CISCO2901/K9 sn
FTX1524KLWR-
spanning-tree mode pvst
interface Loopback0
ip address 10.10.10.10
255.255.255.255
interface GigabitEthernet0/0
ip address 200.0.110.2 255.255.255.0
ip nat outside
duplex auto
speed auto
interface GigabitEthernet0/1
no ip address
duplex auto
speed auto
interface FastEthernet0/0/0
switchport access vlan 5
switchport mode access
switchport nonegotiate

interface FastEthernet0/0/1
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface FastEthernet0/0/2
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface FastEthernet0/0/3
switchport access vlan 6
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
interface Vlan5
mac-address 00e0.b0c0.0501
ip address 200.0.107.2
255.255.255.240
ip nat inside
standby 1 ip 200.0.107.1
standby 1 priority 200

```

```

standby 1 preempt
standby 1 track GigabitEthernet0/0
!
interface Vlan6
mac-address 00e0.b0c0.0502
ip address 200.0.107.18
255.255.255.240
ip nat inside
standby 2 ip 200.0.107.17
standby 2 priority 200
standby 2 preempt
standby 2 track GigabitEthernet0/0
!
router ospf 10
router-id 10.10.10.10
log-adjacency-changes
redistribute bgp 64516 metric 50
subnets
network 200.0.107.0 0.0.0.15 area 0
network 200.0.107.16 0.0.0.15 area 0
!
router bgp 64516
bgp log-neighbor-changes
no synchronization
neighbor 200.0.110.1 remote-as 12252
neighbor 200.0.107.3 remote-as 64517
neighbor 200.0.107.19 remote-as
64517
network 10.10.10.10 mask
255.255.255.255
network 200.0.107.0 mask
255.255.255.240
network 200.0.107.16 mask
255.255.255.240
!
ip nat inside source list 10 interface
GigabitEthernet0/0 overload
ip nat inside source list 20 interface
GigabitEthernet0/0 overload
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
access-list 10 permit 192.168.100.0
0.0.0.255
access-list 20 permit 172.16.0.0
0.0.127.255
line con 0
!
line aux 0

```

```
!
line vty 0 4
login
```

ROUTER CPE2

```
hostname CPE2
```

```
!
ip cef
no ipv6 cef
!
license udi pid CISCO2901/K9 sn
FTX1524RNCW-
!
spanning-tree mode pvst
!
interface Loopback0
ip address 20.20.20.20
255.255.255.255
!
interface GigabitEthernet0/0
ip address 200.0.136.2 255.255.255.0
ip nat outside
duplex auto
speed auto
!
interface GigabitEthernet0/1
no ip address
duplex auto
speed auto
!
interface FastEthernet0/0/0
switchport access vlan 5
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface FastEthernet0/0/1
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface FastEthernet0/0/2
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface FastEthernet0/0/3
switchport access vlan 6
switchport mode access
switchport nonegotiate
```

```
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
interface Vlan5
mac-address 000c.cfa1.3601
ip address 200.0.107.3
255.255.255.240
ip nat inside
standby 1 ip 200.0.107.1
standby 1 priority 195
standby 1 track GigabitEthernet0/0
!
interface Vlan6
mac-address 000c.cfa1.3602
ip address 200.0.107.19
255.255.255.240
ip nat inside
standby 2 ip 200.0.107.17
standby 2 priority 195
standby 2 track GigabitEthernet0/0
!
router ospf 10
router-id 20.20.20.20
log-adjacency-changes
redistribute bgp 64517 metric 100
subnets
network 200.0.107.0 0.0.0.15 area 0
network 200.0.107.16 0.0.0.15 area 0
!
router bgp 64517
bgp log-neighbor-changes
no synchronization
neighbor 200.0.136.1 remote-as 12252
neighbor 200.0.107.2 remote-as 64516
neighbor 200.0.107.18 remote-as
64516
network 20.20.20.20 mask
255.255.255.255
network 200.0.107.0 mask
255.255.255.240
network 200.0.107.16 mask
255.255.255.240
!
ip nat inside source list 10 interface
GigabitEthernet0/0 overload
ip nat inside source list 20 interface
GigabitEthernet0/0 overload
ip classless
```

```

!
ip flow-export version 9
!
!
access-list 10 permit 192.168.100.0
0.0.0.255
access-list 20 permit 172.16.0.0
0.0.127.255
!
line con 0
!
line aux 0
!
line vty 0 4
login
!
!
End

```

SWITCH RED TELEMATICA

```

hostname RED_TELEMATICA
!
no ip cef
ip routing
!
no ipv6 cef
!
spanning-tree mode pvst
!
interface Port-channel1
switchport trunk allowed vlan
10,20,30,40,50,60,70,80,90,100,110,1
20,130,140,150,160,170,180,190,200,
210,220,230
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/1
!
interface GigabitEthernet1/0/2
!
interface GigabitEthernet1/0/3
!
interface GigabitEthernet1/0/4
!
interface GigabitEthernet1/0/5
!

```

```

interface GigabitEthernet1/0/6
!
interface GigabitEthernet1/0/7
!
interface GigabitEthernet1/0/8
!
interface GigabitEthernet1/0/9
!
interface GigabitEthernet1/0/10
!
interface GigabitEthernet1/0/11
switchport trunk allowed vlan 10,20
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/12
switchport trunk allowed vlan 50,60
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/13
switchport trunk allowed vlan 90,100
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/14
switchport trunk allowed vlan 130,140
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/15
switchport trunk allowed vlan 160,170
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/16
switchport trunk allowed vlan 180,190
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/17
switchport trunk allowed vlan 220,230
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/18
!
interface GigabitEthernet1/0/19
!
interface GigabitEthernet1/0/20

```

```

!
interface GigabitEthernet1/0/21
switchport trunk allowed vlan
10,20,30,40,50,60,70,80,90,100,110,1
20,130,140,150,160,170,180,190,200,
210,220,230
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
channel-group 1 mode active
!
interface GigabitEthernet1/0/22
switchport trunk allowed vlan
10,20,30,40,50,60,70,80,90,100,110,1
20,130,140,150,160,170,180,190,200,
210,220,230
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
channel-group 1 mode active
!
interface GigabitEthernet1/0/23
switchport access vlan 5
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface GigabitEthernet1/0/24
switchport access vlan 5
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface GigabitEthernet1/1/1
!
interface GigabitEthernet1/1/2
!
interface GigabitEthernet1/1/3
!
interface GigabitEthernet1/1/4
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
interface Vlan5
mac-address 0000.0cd6.7c01
ip address 200.0.107.4
255.255.255.240
!
interface Vlan10
mac-address 0000.0cd6.7c02
ip address 172.16.0.2 255.255.252.0
standby 10 ip 172.16.0.1

standby 10 priority 200
standby 10 preempt
standby 10 track
GigabitEthernet1/0/24
standby 10 track
GigabitEthernet1/0/23
!
interface Vlan20
mac-address 0000.0cd6.7c03
ip address 172.16.4.2 255.255.252.0
standby 20 ip 172.16.4.1
standby 20 priority 200
standby 20 preempt
standby 20 track
GigabitEthernet1/0/24
standby 20 track
GigabitEthernet1/0/23
!
interface Vlan50
mac-address 0000.0cd6.7c04
ip address 172.16.16.2 255.255.252.0
standby 50 ip 172.16.16.1
standby 50 priority 200
standby 50 preempt
standby 50 track
GigabitEthernet1/0/24
standby 50 track
GigabitEthernet1/0/23
!
interface Vlan60
mac-address 0000.0cd6.7c05
ip address 172.16.20.2 255.255.252.0
standby 60 ip 172.16.20.1
standby 60 priority 200
standby 60 preempt
standby 60 track
GigabitEthernet1/0/24
standby 60 track
GigabitEthernet1/0/23
!
interface Vlan90
mac-address 0000.0cd6.7c06
ip address 172.16.32.2 255.255.252.0
standby 90 ip 172.16.32.1
standby 90 priority 200
standby 90 preempt
standby 90 track
GigabitEthernet1/0/23
standby 90 track
GigabitEthernet1/0/24

```

```

!
interface Vlan100
mac-address 0000.0cd6.7c07
ip address 172.16.36.2 255.255.252.0
standby 100 ip 172.16.36.1
standby 100 priority 200
standby 100 preempt
standby 100 track
GigabitEthernet1/0/23
standby 100 track
GigabitEthernet1/0/24
!
interface Vlan130
mac-address 0000.0cd6.7c08
ip address 172.16.48.2 255.255.252.0
standby 130 ip 172.16.48.1
standby 130 priority 200
standby 130 preempt
standby 130 track
GigabitEthernet1/0/23
standby 130 track
GigabitEthernet1/0/24
!
interface Vlan140
mac-address 0000.0cd6.7c09
ip address 172.16.52.2 255.255.252.0
standby 140 ip 172.16.52.1
standby 140 priority 200
standby 140 preempt
standby 140 track
GigabitEthernet1/0/23
standby 140 track
GigabitEthernet1/0/24
!
interface Vlan160
mac-address 0000.0cd6.7c0a
ip address 172.16.60.2 255.255.252.0
standby 160 ip 172.16.60.1
standby 160 priority 200
standby 160 preempt
standby 160 track
GigabitEthernet1/0/23
standby 160 track
GigabitEthernet1/0/24
!
interface Vlan170
mac-address 0000.0cd6.7c0b
ip address 172.16.64.2 255.255.252.0
standby 170 ip 172.16.64.1
standby 170 priority 200

```

```

standby 170 preempt
standby 170 track
GigabitEthernet1/0/23
standby 170 track
GigabitEthernet1/0/24
!
interface Vlan180
mac-address 0000.0cd6.7c0c
ip address 172.16.68.2 255.255.252.0
standby 180 ip 172.16.68.1
standby 180 priority 200
standby 180 preempt
standby 180 track
GigabitEthernet1/0/23
standby 180 track
GigabitEthernet1/0/24
!
interface Vlan190
mac-address 0000.0cd6.7c0d
ip address 172.16.72.2 255.255.252.0
standby 190 ip 172.16.72.1
standby 190 priority 200
standby 190 preempt
standby 190 track
GigabitEthernet1/0/23
standby 190 track
GigabitEthernet1/0/24
!
interface Vlan220
mac-address 0000.0cd6.7c0e
ip address 172.16.84.2 255.255.252.0
standby 220 ip 172.16.84.1
standby 220 priority 200
standby 220 preempt
standby 220 track
GigabitEthernet1/0/23
standby 220 track
GigabitEthernet1/0/24
!
interface Vlan230
mac-address 0000.0cd6.7c0f
ip address 172.16.88.2 255.255.252.0
standby 230 ip 172.16.88.1
standby 230 priority 200
standby 230 preempt
standby 230 track
GigabitEthernet1/0/23
standby 230 track
GigabitEthernet1/0/24
!

```

```

router ospf 10
router-id 1.1.1.1
log-adjacency-changes
network 200.0.107.0 0.0.0.15 area 0
network 172.16.0.0 0.0.127.255 area 0
!
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
line con 0
!
line aux 0
!
line vty 0 4
login
!
end

```

SWITCH RECTORADO

```

hostname RECTORADO
!
no ip cef
ip routing
!
no ipv6 cef
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree vlan
20,60,100,140,170,190,230 priority
28672
!
interface Port-channel1
switchport trunk allowed vlan
10,20,30,40,50,60,70,80,90,100,110,1
20,130,140,150,160,170,180,190,200,
210,220,230
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/1
!
interface GigabitEthernet1/0/2
!
interface GigabitEthernet1/0/3
!
interface GigabitEthernet1/0/4
!

```

```

interface GigabitEthernet1/0/5
!
interface GigabitEthernet1/0/6
!
interface GigabitEthernet1/0/7
!
interface GigabitEthernet1/0/8
!
interface GigabitEthernet1/0/9
!
interface GigabitEthernet1/0/10
!
interface GigabitEthernet1/0/11
switchport trunk allowed vlan 10,20
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/12
switchport trunk allowed vlan 50,60
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/13
switchport trunk allowed vlan 90,100
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/14
switchport trunk allowed vlan 130,140
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/15
switchport trunk allowed vlan 160,170
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/16
switchport trunk allowed vlan 180,190
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/17
switchport trunk allowed vlan 220,230
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/0/18
!
interface GigabitEthernet1/0/19

```

```

!
interface GigabitEthernet1/0/20
!
interface GigabitEthernet1/0/21
switchport trunk allowed vlan
10,20,30,40,50,60,70,80,90,100,110,1
20,130,140,150,160,170,180,190,200,
210,220,230
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
channel-group 1 mode passive
!
interface GigabitEthernet1/0/22
switchport trunk allowed vlan
10,20,30,40,50,60,70,80,90,100,110,1
20,130,140,150,160,170,180,190,200,
210,220,230
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
channel-group 1 mode passive
!
interface GigabitEthernet1/0/23
switchport access vlan 6
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface GigabitEthernet1/0/24
switchport access vlan 6
switchport mode access
switchport nonegotiate
!
interface GigabitEthernet1/1/1
!
interface GigabitEthernet1/1/2
!
interface GigabitEthernet1/1/3
!
interface GigabitEthernet1/1/4
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
interface Vlan6
mac-address 0060.2fea.8501
ip address 200.0.107.20
255.255.255.240
!
interface Vlan10
mac-address 0060.2fea.8502
ip address 172.16.0.3 255.255.252.0
standby 10 ip 172.16.0.1
standby 10 priority 185
!
interface Vlan20
mac-address 0060.2fea.8503
ip address 172.16.4.3 255.255.252.0
standby 20 ip 172.16.4.1
standby 20 priority 185
!
interface Vlan50
mac-address 0060.2fea.8504
ip address 172.16.16.3 255.255.252.0
standby 50 ip 172.16.16.1
standby 50 priority 185
!
interface Vlan60
mac-address 0060.2fea.8505
ip address 172.16.20.3 255.255.252.0
standby 60 ip 172.16.20.1
standby 60 priority 185
!
interface Vlan90
mac-address 0060.2fea.8506
ip address 172.16.32.3 255.255.252.0
standby 90 ip 172.16.32.1
standby 90 priority 185
!
interface Vlan100
mac-address 0060.2fea.8507
ip address 172.16.36.3 255.255.252.0
standby 100 ip 172.16.36.1
standby 100 priority 185
!
interface Vlan130
mac-address 0060.2fea.8508
ip address 172.16.48.3 255.255.252.0
standby 130 ip 172.16.48.1
standby 130 priority 185
!
interface Vlan140
mac-address 0060.2fea.8509
ip address 172.16.52.3 255.255.252.0
standby 140 ip 172.16.52.1
standby 140 priority 185
!
interface Vlan160
mac-address 0060.2fea.850a
ip address 172.16.60.3 255.255.252.0
standby 160 ip 172.16.60.1

```

```

standby 160 priority 185
!
interface Vlan170
mac-address 0060.2fea.850b
ip address 172.16.64.3 255.255.252.0
standby 170 ip 172.16.64.1
standby 170 priority 185
!
interface Vlan180
mac-address 0060.2fea.850c
ip address 172.16.68.3 255.255.252.0
standby 180 ip 172.16.68.1
standby 180 priority 185
!
interface Vlan190
mac-address 0060.2fea.850d
ip address 172.16.72.3 255.255.252.0
standby 190 ip 172.16.72.1
standby 190 priority 185
!
interface Vlan220
mac-address 0060.2fea.850e
ip address 172.16.84.3 255.255.252.0
standby 220 ip 172.16.84.1
standby 220 priority 185
!
interface Vlan230
mac-address 0060.2fea.850f
ip address 172.16.88.3 255.255.252.0
standby 230 ip 172.16.88.1
standby 230 priority 185
!
router ospf 10
router-id 2.2.2.2
log-adjacency-changes
no auto-cost
network 200.0.107.16 0.0.0.15 area 0
network 172.16.0.0 0.0.127.255 area 0
distance 120
!
ip classless
!
ip flow-export version 9
!
line con 0
!
line aux 0
!
line vty 0 4
login

```

```

!
end

```

NODO INDUSTRIAL

```

hostname NODO_INDUSTRIAL
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 10
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 20
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
!
interface FastEthernet0/7
!
interface FastEthernet0/8
!
interface FastEthernet0/9
!
interface FastEthernet0/10
!
interface FastEthernet0/11
!
interface FastEthernet0/12
!
interface FastEthernet0/13
!
interface FastEthernet0/14
!
interface FastEthernet0/15
!
interface FastEthernet0/16
!
interface FastEthernet0/17
!
interface FastEthernet0/18
!

```

```

interface FastEthernet0/19
!
interface FastEthernet0/20
!
interface FastEthernet0/21
!
interface FastEthernet0/22
switchport trunk allowed vlan 10,20
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/23
switchport trunk allowed vlan 10,20
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/24
switchport mode access
!
interface GigabitEthernet0/1
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
line vty 5 15
login
!
end

```

NODO QUIMICA

```

!
hostname SW_QUIMICA
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 50
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 60
switchport mode access
!

```

```

interface FastEthernet0/3
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
!
interface FastEthernet0/7
!
interface FastEthernet0/8
!
interface FastEthernet0/9
!
interface FastEthernet0/10
!
interface FastEthernet0/11
!
interface FastEthernet0/12
!
interface FastEthernet0/13
!
interface FastEthernet0/14
!
interface FastEthernet0/15
!
interface FastEthernet0/16
!
interface FastEthernet0/17
!
interface FastEthernet0/18
!
interface FastEthernet0/19
!
interface FastEthernet0/20
!
interface FastEthernet0/21
!
interface FastEthernet0/22
switchport trunk allowed vlan 50,60
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/23
switchport trunk allowed vlan 50,60
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
!

```

```

interface GigabitEthernet0/2
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
line vty 5 15
login
!
End

```

NODO ECONOMIA

```

hostname SW_ECONOMIA
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 90
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 100
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
!
interface FastEthernet0/7
!
interface FastEthernet0/8
!
interface FastEthernet0/9
!
interface FastEthernet0/10
!
interface FastEthernet0/11
!
interface FastEthernet0/12

```

```

!
interface FastEthernet0/13
!
interface FastEthernet0/14
!
interface FastEthernet0/15
!
interface FastEthernet0/16
!
interface FastEthernet0/17
!
interface FastEthernet0/18
!
interface FastEthernet0/19
!
interface FastEthernet0/20
!
interface FastEthernet0/21
!
interface FastEthernet0/22
switchport trunk allowed vlan 90,100
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/23
switchport trunk allowed vlan 90,100
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
line vty 5 15
login
!
!
end

```

NODO A ELECTRÓNICA

```

hostname NODO_A_ELECTRONICA
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 130
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 140
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
!
interface FastEthernet0/7
!
interface FastEthernet0/8
!
interface FastEthernet0/9
!
interface FastEthernet0/10
!
interface FastEthernet0/11
!
interface FastEthernet0/12
!
interface FastEthernet0/13
!
interface FastEthernet0/14
!
interface FastEthernet0/15
!
interface FastEthernet0/16
!
interface FastEthernet0/17
!
interface FastEthernet0/18
!
interface FastEthernet0/19
!

```

```

interface FastEthernet0/20
!
interface FastEthernet0/21
!
interface FastEthernet0/22
switchport trunk allowed vlan 130,140
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/23
switchport trunk allowed vlan 130,140
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
line vty 5 15
login
!
End

```

NODO BIBLIOTECA

```

hostname NODO_BIBLIOTECA
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 160
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 170
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
!
interface FastEthernet0/7
!
interface FastEthernet0/8
!
interface FastEthernet0/9
!
interface FastEthernet0/10
!
interface FastEthernet0/11
!
interface FastEthernet0/12
!
interface FastEthernet0/13
!
interface FastEthernet0/14
!
interface FastEthernet0/15
!
interface FastEthernet0/16
!
interface FastEthernet0/17
!
interface FastEthernet0/18
!
interface FastEthernet0/19
!
interface FastEthernet0/20

```

```

!
interface FastEthernet0/21
!
interface FastEthernet0/22
switchport trunk allowed vlan 160,170
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/23
switchport trunk allowed vlan 160,170
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
line vty 5 15
login
!
!
end

```

NODO B BIBLIOTECA

```

hostname Switch
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 160
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 170
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
!
interface FastEthernet0/7
!
interface FastEthernet0/8
!
interface FastEthernet0/9
!
interface FastEthernet0/10
!
interface FastEthernet0/11
!
interface FastEthernet0/12
!
interface FastEthernet0/13
!
interface FastEthernet0/14
!
interface FastEthernet0/15
!
interface FastEthernet0/16
!
interface FastEthernet0/17
!
interface FastEthernet0/18
!
interface FastEthernet0/19
!
interface FastEthernet0/20

```

```

!
interface FastEthernet0/21
!
interface FastEthernet0/22
switchport trunk allowed vlan 160,170
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/23
switchport trunk allowed vlan 160,170
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
line vty 5 15
login
!
end

```

NODO B ELECTRÓNICA

```

hostname Switch
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 180
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 190
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
!
interface FastEthernet0/7
!
interface FastEthernet0/8
!
interface FastEthernet0/9
!
interface FastEthernet0/10
!
interface FastEthernet0/11
!
interface FastEthernet0/12
!
interface FastEthernet0/13
!
interface FastEthernet0/14
!
interface FastEthernet0/15
!
interface FastEthernet0/16
!
interface FastEthernet0/17
!
interface FastEthernet0/18
!
interface FastEthernet0/19
!
interface FastEthernet0/20

```

```

!
interface FastEthernet0/21
!
interface FastEthernet0/22
switchport trunk allowed vlan 180,190
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/23
switchport trunk allowed vlan 180,190
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
line vty 5 15
login
!
end

```

NODO UPG

```

hostname NODO UPG
!
spanning-tree mode pvst
spanning-tree extend system-id
!
interface FastEthernet0/1
switchport access vlan 220
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/2
switchport access vlan 230
switchport mode access
!
interface FastEthernet0/3
!
interface FastEthernet0/4
!
interface FastEthernet0/5
!
interface FastEthernet0/6
!
interface FastEthernet0/7
!
interface FastEthernet0/8
!
interface FastEthernet0/9
!
interface FastEthernet0/10
!
interface FastEthernet0/11
!
interface FastEthernet0/12
!
interface FastEthernet0/13
!
interface FastEthernet0/14
!
interface FastEthernet0/15
!
interface FastEthernet0/16
!
interface FastEthernet0/17
!
interface FastEthernet0/18
!
interface FastEthernet0/19
!
interface FastEthernet0/20

```

```

!
interface FastEthernet0/21
!
interface FastEthernet0/22
switchport trunk allowed vlan 220,230
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/23
switchport trunk allowed vlan 220,230
switchport mode trunk
!
interface FastEthernet0/24
!
interface GigabitEthernet0/1
!
interface GigabitEthernet0/2
!
interface Vlan1
no ip address
shutdown
!
line con 0
!
line vty 0 4
login
line vty 5 15
login

!
end

```