UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LOS ROUTERS HUAWEI Y CISCO EN UNA RED LAN

Trabajo de Titulación para optar al Título de Técnico Universitario en Telecomunicaciones y Redes

Alumno:

Joaquin Ignacio Cortez Aros

Profesor Guía:

Dr. Ing. Cristian Ahumada Vera

2021

RESUMEN

KEYWORDS: CISCO – HUAWEI – REDES COMPUTACIONALES

Este proyecto tiene por objetivo principal, definir cuál es el mejor enrutador al momento de verse en la elección entre Cisco o Huawei. Esto se conseguirá mediante una serie de pruebas en una topología de red LAN con los dispositivos de las empresas anteriormente mencionadas. En dichas pruebas, se evaluarán muchos aspectos y puntos importantes bajo un criterio de evaluación determinado en el capítulo uno.

Capítulo 1: Se da a conocer el objetivo general, objetivos específicos y la problemática que ahondará el proyecto. Se estudia la historia de Cisco Systems para generar un cuadro resumen de esta y una conclusión y lo mismo con la historia de Huawei. Se proponen las soluciones, se analizan y se da a conocer la solución que se aplicará a la problemática.

Capítulo 2: Se implementan las soluciones de la problemática, se realizan pruebas y las conclusiones correspondientes. Se define cual es la mejor solución y se prepara para la evaluación de costos en el capítulo 3.

Capítulo 3: Se calculan los costos correspondientes a la implementación del proyecto, vale decir, costo de materiales, equipos, mano de obra, horas hombre, costos explícitos y costos implícitos, en resumen. También se establecen las tareas a realizar por el personal de implementación, así como el tiempo que tardará en ser implementada la solución.

INDICE

RESUMEN

SIGLA Y SÍMBOLOGIA

INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO 1: HISTORIA DE CISCO Y HUAWEI 2
1. HISTORIA DE CISCO Y HUAWEI 3
1.1. OBJETIVO GENERAL 3
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3
1.3. PROBLEMÁTICA 4
1.4. HISTORIA DE CISCO 5
1.5. RESUMEN DE LA HISTORIA DE CISCO 8
1.6. CONCLUSIÓN DE LA HISTORIA DE CISCO 8
1.7. HISTORIA DE HUAWEI 9
1.8. RESUMEN DE LA HISTORIA DE HUAWEI 14
1.9. CONCLUSIÓN DE LA HISTORIA DE HUAWEI 15
1.10. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN ANTE LA PROBLEMÁTICA 16
1.10.1 Estudio en red LAN Cisco 16
1.10.2 Estudio en red LAN Huawei 16
1.10.3 Estudio en red LAN Hibrida 17
1.11. SOLUCIÓN QUE SE LLEVARÁ A CABO PARA LA PROBLEMÁTICA ESTABLECIDA 18
CAPÍTULO 2: SIMULACIÓN DE LAS REDES DE DATOS 19
2. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN 20
2.1. SOLUCIÓN ESCOGIDA 20
2.2. SIMULADORES Y EQUIPAMIENTO A UTILIZAR 20
2.2.1. Simuladores 20
2.2.2. Equipamiento de Cisco Systems 21
2.2.3. Equipamiento de Huawei 23
2.3. PRUEBA 1: TOPOLOGÍA DE RED CISCO 25
2.4. PRUEBA 2: TOPOLOGÍA DE RED HUAWEI 32

2.5. PRUEBA 3: TOPOLOGÍA DE RED HÍBRIDA 39
2.6. CONCLUSIONES CISCO VS HUAWEI: PINGS 39
2.7. CONCLUSIONES CISCO VS HUAWEI: CANTIDAD DE LÍNEAS POR CONFIGURACIÓN 40
2.8. CONCLUSIONES CISCO VS HUAWEI: PARÁMETROS DE ENRUTADORES 41
2.9. CONCLUSIONES CISCO VS HUAWEI: PARÁMETROS DE CONMUTADORES 42
2.10. CONCLUSIONES CISCO VS HUAWEI: CONCLUSIÓN FINAL 43
CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE COSTOS 45
3. COSTOS 46
3.1. TIPOS DE COSTOS 46
3.2. EQUIPAMIENTO 46
3.2.1. Cotización de material 47
3.2.2. Router 47
3.2.3. Switch 48
3.2.4. Cable Fast Ethernet 48
3.2.4. Cable Serial DTE a DCE 49
3.2.5. Cotización total 50
3.3. CAPACITACION Y MANTENCION 50
3.3.1. Capacitación 51
3.3.2. Mantención 51
3.4. MANO DE OBRA 52
3.5. COSTO TOTAL DEL PROYECTO 53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 54
BIBLIOGRAFÍA 55
ANEXOS 56
Anexo A: Glosario 57
Anexo B: Topologia física 58

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - 1: EMPRESAS CISCO Y HUAWEI 4
FIGURA 1 - 2: ENRUTADOR BLUE BOX 5
FIGURA 1 - 3: ENRUTADOR CISCO SERIES 2500 6
FIGURA 1 - 4: BURBUJA PUNTO COM 7
FIGURA 1 - 5: PBX C&C08 10
FIGURA 1 - 6: ESQUEMA DE SOLUCIÓN 17

FIGURA 2 - 1: TOPOLOGÍA DE TRABAJO EN CISCO PACKET TRACER. 25
FIGURA 2 - 2: REDES PRESENTES EN LA TOPOLOGÍA. 25
FIGURA 2 - 3: TOPOLOGÍA CON DIRECCIONES IP ASIGNADAS. 26
FIGURA 2 - 4: DIRECCIONES IP DE INTERFACES DE ROUTERS 1, 2 Y 3. 27
FIGURA 2 - 5: CONFIGURACIÓN DHCP DE LOS ROUTERS 1,2 Y 3. 27
FIGURA 2 - 6: CONFIGURACIÓN DHCP EN LOS PCS. 28
FIGURA 2 - 7: CONFIGURACIÓN DE OSPF 1 EN ROUTERS. 28
FIGURA 2 - 8: PING DESDE PC0 HASTA PC4. 29
FIGURA 2 - 9: TOPOLOGÍA DE TRABAJO EN ENSP. 32
FIGURA 2 - 10: REDES PRESENTES EN LA TOPOLOGÍA. 32
FIGURA 2 - 11: TOPOLOGÍA CON DIRECCIONES IP ASIGNADAS. 33
FIGURA 2 - 12: DIRECCIONES IP DE INTERFACES DE ROUTERS 1, 2 Y 3 34
FIGURA 2 - 13: CONFIGURACIÓN DHCP DE LOS ROUTERS 1,2 Y 3. 34
FIGURA 2 - 14: CONFIGURACIÓN DHCP EN PCS 34
FIGURA 2 - 15: COMANDO IPCONFIG EN EL PC PARA VER CUÁL ES LA DIRECCIÓN IP ASIGNADA 35
FIGURA 2 - 16: TOPOLOGIA CON IPS DE LOS PCS 35
FIGURA 2 - 17: CONFIGURACIÓN DE OSPF 1 EN ROUTERS. 35
FIGURA 2 - 18: FIGURA 2-18: PING DESDE PC0 HASTA PC4. 36

FIGURA 3 - 1: TOPOLOGÍA DE RED CISCO 46

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLA

AGS	: Advanced Gateway server
CDMA	: Code Division Multiple Access
ESN	: Electronic serial number
GSM	: Global System for Mobile Communications
IBM	: International Business Machines Corporation
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineers
IOS	: Internetwork Operating System
IP	: Internet Protocol
LAN	: Local área network
NOS	: Network operating system
PBX	: Private Branch Exchange
SIM	: Subscriber Identification Module
VLAN	: Virtual local area networks
VLSM	: Variable Length Subnet Mask

B. SIMBOLOGÍA

°C	: Grado Celsius
dB	: Decibel
GB	: Giga Byte
Hz	: Hercio
MB	: Mega Byte
ms	: Mili segundo
V	: Volt
W	: Watt

INTRODUCCIÓN

Al momento de crear una red, se necesita de encaminadores (routers) que puedan recibir y enviar los datos que circularán dentro de dicha red. Pero, al momento de adquirir un Router, se genera una gran interrogante: ¿Router Cisco o Router Huawei?

Durante el desarrollo de las telecomunicaciones, las principales empresas que están detrás de proporcionarnos el equipamiento necesario, valen decir hardware y software han sido Cisco y Huawei. Estás dos grandes potencias, llevan una competencia desde 1987, año en el que Huawei se fundó y Cisco dejó de liderar como la principal.

Cuando se posee abundantes recursos económicos, es muy fácil elegir cualquiera, pero ¿qué sucede cuando la cantidad de capital es limitada? Se tenderá a buscar equipamiento que se acomode a los requerimientos y que no sea tan difícil de financiar, o bien, se investigará la mejor calidad precio en el producto que precisamos.

Es por eso, que, en el presente proyecto de título, estará enfocado a responder esta interrogante, primero estudiando la historia de estas dos grandes compañías, luego haciendo un estudio comparativo en los siguientes ámbitos: Especificaciones de los productos, funcionamiento dentro de una red LAN, complejidad de los comandos y velocidad de configuración, así como los protocolos que cada producto soporta. Finalmente, se hará un estudio a nivel económico ya sea viendo la relación calidad-precio de cada componente y los costos que cada uno supone para la red, así como la factibilidad que proporciona.

También, se realizarán comparaciones sobre los simuladores que cada compañía ofrece para determinar cuál es el que está más completo y que herramientas proporciona para futuras investigaciones.

CAPÍTULO 1: HISTORIA DE CISCO Y HUAWEI

1. HISTORIA DE CISCO Y HUAWEI

En este capítulo, se estudiará la historia de las compañías Cisco y Huawei, analizando sus orígenes, el por qué se creó, cual es la misión de ellas, sus principales logros, sus productos, entre otras cosas con el fin de comprender principios y dar un análisis más profundo, así como poner en contexto al lector y evitar posibles confusiones.

1.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este proyecto es, mediante un estudio que se realizará, definir cuál es la mejor compañía al momento de escoger que marca de Routers o Switches se utilizará y esto se logrará mediante una serie de pruebas que se realizarán y un análisis histórico.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Investigar la historia de Cisco y de Huawei.
2. Investigar especificaciones del equipamiento que se utilizará.
3. Crear una topología de red LAN en la que se realizarán las pruebas.
4. Comparar y explicar resultados de las pruebas, así como realizar una conclusión de estos resultados.
5. Evaluar los costos de la solución.

1.3. PROBLEMÁTICA

Al momento de crear una red de computadores, se necesitan dos importantes equipos: Un Switch que permita conectar todos los dispositivos que compondrán dicha red, y un Router que ayudará a encaminar los paquetes que circularan dentro de nuestra red. Sería fácil si existiera una opción única, pero lamentablemente no es así, y al momento de adquirir los equipos surge la gran interrogante: ¿Cisco o Huawei?

Es cierto que cada compañía tiene sus ventajas y que, si se tuviera bienes de sobra, se podría escoger cualquiera de las dos siempre y cuando sea la mejor o la que más usan, pero cuando los bienes económicos son limitados, llega el momento en el que se buscará escoger la marca que más satisfaga nuestras necesidades, pero también que no sea muy costosa para hacer rendir los limitados recursos que se disponen.

Para hacer el análisis correspondiente de cada compañía, primero se estudiará su historia y sus grandes triunfos y logros, así como sus fracasos y problemas. (Ver figura 1-1).

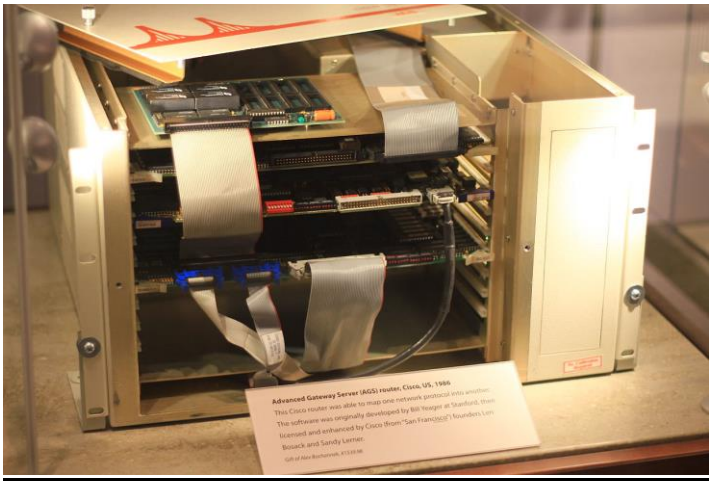
Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google

Figura 1 - 1: Empresas Cisco y Huawei

1.4. HISTORIA DE CISCO

Cisco fue fundada en 1984 por los miembros de la universidad de Stanford, Leonard Bosack y su esposa, Sandra Lerner. Ambos contaban con un título de informática. Previamente, dichos sujetos habían trabajado junto a profesores y estudiantes en un proyecto el cual tenía por objetivo conectar mejor todos los sistemas informáticos de la universidad. En efecto, fueron pioneros en redes de área local LAN.

Leonard Bosack trabajaba en Stanford junto a Kirk Lougheed para finalmente crear el primer producto de Cisco: Blue Box (ver figura 1-2) también conocido como Advanced Gateway Server router (AGS), el cual era, un Router multiprotocolo que poseía una IOS adaptada a Cisco utilizando como base la IOS ya creada, en lenguaje de programación C, Network Operating System (NOS) por el miembro de la universidad de Stanford William Yeager a pesar de que este les prohibió comercializar el Blue box. Esto, causó un gran problema ya que, cuando Leonard Bosack y Kirk Lougheed renunciaron de la universidad de Stanford el 11 de Julio de 1986, esta consideró denunciar a Cisco por el robo de software de la universidad, diseño de hardware y otras propiedades intelectuales. Pero finalmente, en 1987, la universidad de Stanford licenció el Software para Cisco, así como dos placas de computadoras para esta.



Fuente:

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/64/Cisco_Advanced_Gateway_Server_%28AGS%29_router_%281986%29_-_Computer_History_Museum.jpg

Figura 1 - 2: Enrutador Blue box

Luego de esto, se suma al equipo de Cisco a Greg Satz, una eminencia en la programación, a Richard Troiano, encargado de las ventas de la compañía y a Bill Graves asignado como director ejecutivo, sin embargo, este es reemplazado en 1988 por John Morgridge, un empresario. Y así se formó el equipo temprano de Cisco.

El éxito de Cisco era inminente al haber sido la primera empresa en vender un Router que soportase múltiples protocolos de enrutamiento y sistemas operativos. El primer éxito de ventas de la empresa fue el enrutador multiprotocolo de la serie Cisco 2500 el cual se mantuvo en el mercado por una década (Ver figura 1-3).

Fuente: https://www.amazon.com/Cisco-CISCO2511-Access-Server-Router/dp/B006NNU026

Figura 1 - 3: Enrutador Cisco Series 2500

Para el 16 de febrero de 1990, Cisco Systems ya estaba valorizada en $224 millones de dólares, pero el 28 de agosto de 1990, la esposa del fundador, Sandra Lerner fue despedida. Leonard Bosack, al enterarse de esto y en modo de protesta, renunció a Cisco Systems.

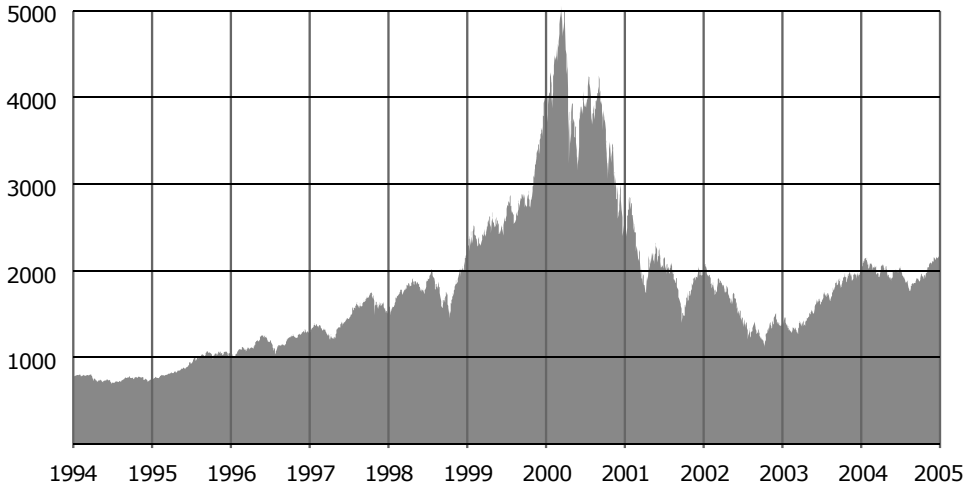
A pesar de que Cisco no fue la primera empresa desarrolladora y vendedora de nodos de red dedicados, si fue la primera que logró vender enrutadores comercialmente exitosos con las características de que estos soportasen múltiples protocolos de red. La arquitectura tradicional basada en CPU de los primeros dispositivos de Cisco, apoyada de una flexibilidad de la IOS, permitía que el enrutador se mantuviese al día con la evolución de las necesidades tecnológicas, vale decir, actualizaciones de software. En efecto, Cisco 2500 logró permanecer 10 años en el mercado siendo producido sin cambios.

Esto, junto a que a mediados de 1990 internet obtuvo un descomunal crecimiento y se popularizó tanto, que el panorama de las telecomunicaciones fue completamente cambiado.

Es por eso por lo que el protocolo de internet (IP) comenzó a ser el más utilizado disminuyendo así la importancia del enrutamiento a base de protocolos múltiples.

Entre 1992 y 1994, Cisco adquiere muchas compañías en conmutación Ethernet, entre ellas estaban, Kalpana, Grand Junction y Crescendo Communications. Estás 3 compañías juntas formaron la unidad comercial Catalyst. Es aquí cuando esta asociación formada, visualiza el enrutamiento de la capa 3 y la capa 2 como funciones que son complementarias, pero completamente diferentes en inteligencia y arquitectura. La primera era lenta y complicada, mientras que la última era todo lo contrario. Esta ideología fue de vital importancia para los productos de la compañía que se vendrían a lo largo de la década de los 90. Además, Cisco introduce sus nuevos productos desde Modem Access Shelve AS5200 hasta los Gigabit Switch router. Estos dos productos se volvieron de suma importancia para las compañías proveedoras de servicios de internet (ISP)

En marzo del 2000, con la burbuja del puntocom (Ver figura 1-4) Cisco se convierte en la compañía con más valorización en el mundo, con una capitalización en el mercado de más de $500 billones de dólares.



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Burbuja_puntocom#/media/Archivo:Nasdaq_Composite_dot-com_bubble.svg

Figura 1 - 4: Burbuja punto com

1.5. RESUMEN DE LA HISTORIA DE CISCO

A continuación, se presentará la Tabla 1-1 en la que se sumarizará toda la historia de Cisco anteriormente vista:

Tabla 1-1 Resumen de historia de Cisco

Año	Acontecimiento
1984	- Leonard Bosack y Sandra Lerner fundan Cisco Systems - Leonard Bosack trabaja junto a Kirk Lougheed en el primer producto de Cisco: Blue Box
1986	- Leonard Bosack y Kirk Lougheed renuncian de la universidad de Stanford, esta considera denunciar a Cisco por el robo de software de la universidad, diseño de hardware y otras propiedades intelectuales - Primer producto de Cisco: Blue Box
1987	- La universidad de Stanford licencia el uso de Software para Cisco, así como dos placas de computador - Se suma al equipo de Cisco Greg Satz, Richard Troiano, y Bill Graves formando el equipo temprano de Cisco
1990	- Primer éxito de ventas de Cisco: Enrutador Cisco 2500 - Cisco Systems se valoriza en $224 millones de dólares - Sandra Lerner es despedida y Leonard Bosack renuncia
1992 – 1994	- Cisco adquiere Kalpana, Grand Junction y Crescendo Communications - Cisco introduce sus nuevos productos: AS5200 y GSR
2000	- Cisco se convierte en la compañía más valorizada del mundo - Cisco Systems se valoriza en $500 billones de dolares

Fuente: Elaboración propia

1.6. CONCLUSIÓN DE LA HISTORIA DE CISCO

Mediante la presente investigación acerca de la historia de Cisco y sus antecedentes, se puede concluir que Cisco Systems, posee una considerable especialización en dispositivos de tipo Router y en su sistema IOs. También, que sus productos se han expandido a todo el mundo y lidera las telecomunicaciones, sin embargo, Huawei, su mayor competidor últimamente se ha visto sometido a múltiples demandas y cargos judiciales lo que podría

resultar en un futuro con Huawei fuera de la competencia y Cisco Systems liderando las telecomunicaciones.

1.7. HISTORIA DE HUAWEI

La historia de Huawei comienza en 1987 cuando Ren Zhengfei abandona el ejército popular de liberación. Ante tal situación, Ren, que contaba con estudios en Ingeniería Civil y Arquitectura, entra a trabajar en el departamento de logística de South Sea Oil, una empresa china que estaba ubicada en la ciudad de Shenzhen. Sin embargo, el descontento que le produjo a Ren terminó por causar que este renunciase de dicho trabajo y comience a fundar su propia compañía.

Para comenzar esto, Ren Zhengfei invirtió $3.000 dólares y contrató tres empleados. En los comienzos, Huawei cumplía el rol de agente de venta para una empresa de PBX en Hong Kong pero, ya en 1989, el gobierno comenzó con lo que sería una revolución en la infraestructura de las telecomunicaciones, esto incluiría a las PBX. Cabe decir, que toda la tecnología de China estaba importada del extranjero. Ren vio la oportunidad de su vida y aprovechó de realizar ingeniería inversa en una PBX.

La ingeniería inversa es un proceso que se somete a un objeto de estudio, en este caso a la PBX, con el fin de obtener la mayor cantidad de información sobre este vale decir, sus componentes y el comportamiento entre estos. Fue en este momento, que Ren Zhengfei decidió que su compañía se dedicaría a las telecomunicaciones, sin saber que esta acabaría reemplazando a los fabricantes de tecnología extranjeros.

Durante sus primeros años, Huawei y su equipo encontraron la forma de que mientras gestionaba las ventas para la empresa de PBX en Hong Kong, también realizara una ingeniería inversa en los productos que llegaban del extranjero. Tras años de investigación, Huawei lanza su primer producto en 1993: Su propio conmutador telefónico (PBX) C&C08 (Ver figura 1-5).

Fuente: http://www.dewuit.com/en/product/HUAWEI-CC08.html

Figura 1 - 5: PBX C&C08

Este conmutador telefónico correspondía a un Switch digital que poseía una capacidad mayor a 10.000 circuitos, lo que lo convirtió en el conmutador telefónico más potente de China. Gracias a esto, Huawei pudo hacerse conocida en el mercado nacional y, al firmar un contrato para la construcción de la primera red nacional de telecomunicaciones para el ejército popular de liberación, Huawei pudo hacerse de una gran fama en el país, financiar los cimientos de la empresa y, lo más importante, cultivar su relación con el gobierno de su país. Esto permitió a Huawei estar por encima de los competidores extranjeros y dentro de poco, sería la opción de telecomunicaciones preferida en China. Sin embargo, surgía el problema de que Huawei estaba limitada a compradores nacionales, y si bien, esto aumenta sus ganancias, necesitaba aumentarlas mucho más expandiéndose mundialmente.

Fue en 1997 cuando Huawei ganó un contrato en el cual establecía que podía proporcionar productos de categoría de red de línea fija a la empresa ubicada en Hong Kong

Hutchison Whampoa. Mas tarde de ese año, Huawei lanzó productos inalámbricos GSM (Global Systems for Mobile Comunications), la cual corresponde a la tecnología de telefonía móvil que ocupa un microchip denominado tarjeta SIM.

Finalmente, Huawei se expandió para ofrecer CDMA, una tecnología de telefonía móvil que, a diferencia de la anterior, no necesita una tarjeta SIM, si no que estos vienen con un ESN (Electronic Serial Number) con la red identificada. Si bien esta tecnología no permite cambiar de número de forma voluntaria, esta posee una ventaja y es la de que no interfiere con otros equipos electrónicos.

En el periodo de 1998 hasta 2003, Huawei contrató a IBM, una empresa estadounidense que fabrica y comercializa hardware y software para computadoras y también, ofrece servicios de infraestructura y alojamiento de internet. En consecuencia, experimentó una importante transformación en su estructura gerencial y principalmente, en el desarrollo de sus productos.

En el año 2000, Estados Unidos presentó un reclamo contra Huawei diciendo que esta había instalado un sistema de telecomunicaciones en Irak el cual pudo infringir las sanciones de las naciones unidas. El ministro de relaciones exteriores Tang Jiaxuan negó profundamente que la empresa haya instalado tendidos de fibra óptica para Irak, sin embargo, Estados Unidos nunca mencionó nada sobre tendidos de fibra óptica lo que levantó más aún las sospechas.

En el año 2001, Huawei ve aumentada su velocidad de esparcimiento en el mercado fuera de su país.

En el año 2003, Huawei se unió con 3Com Corporation, una empresa que fue líder en fabricación de equipos de infraestructura en las redes informáticas. Huawei hizo una unión estratégica a esta empresa para fabricar Router y Switches usando el protocolo de internet IP.

En el año 2004, Huawei firmó un crédito de $10 mil billones con el Banco de China para conseguir financiamiento de bajo costo a los clientes que compraban sus productos de telecomunicaciones, esto, para respaldar las ventas en el extranjero. Mas tarde, estas ventas sobrepasaron las nacionales. Huawei posee uniones estratégicas con Siemens, una empresa especializada en telecomunicaciones, esta unión tiene por objetivo el desarrollo de equipos de acceso múltiple por división de código síncrono de división de tiempo, tecnología de telecomunicaciones destinada a zonas de una población densa.

También, en ese año, específicamente el 22 de enero, Cisco demanda a Huawei por la copia ilegal de la propiedad intelectual de Cisco, esta corresponde a copiar ilegalmente y apropiarse indebidamente de las IOS de Cisco, lo cual infringió muchas patentes de Cisco. Luego, Huawei y Cisco llegaron a un acuerdo, Huawei modificará algunos de sus productos y finalmente Cisco retira la demanda el 1 de octubre.

En el año 2007, Huawei firma la unión con Symantec, una compañía de software estadounidense, que permitirá que estas juntas, desarrollen equipos de seguridad y almacenamiento de datos para operadores en el mercado de las telecomunicaciones, sin embargo, esta unión establece que Huawei poseerá el 51% de las acciones de la nueva compañía llamada Huawei-Symantec, producto de esta unión con Symantec. El resto de las acciones pertenecerán a la Symantec y esta empresa, estará asentada en Chengdu, China

En el año 2008, Huawei se unió a Optus, una empresa de telecomunicaciones, con el fin de desarrollar un centro de innovación para telefonía móvil en Australia, precisamente en Sidney. El principal objetivo de esta era acelerar la adopción de la banda ancha móvil e inalámbrica de la más alta velocidad.

En el año 2009, WiMAX Forum, una organización que certifica y promueve la compatibilidad y la interoperabilidad entre productos basados en el estándar IEEE 802.16 (Frecuencias portadoras menores a 11GHz), incluye a Thomas Lee, vicedirector del departamento de normas industriales de Huawei como miembro a su junta directiva.

En el año 2012, Estados Unidos acusa a Huawei por sospechas de que este espiaba a sus usuarios con el objetivo de beneficiar a China, de hecho, Canadá y Australia han vetado a Huawei de contratista. También, en la Unión Europea esta enfrenta una investigación por sospechas de prácticas ilegales.

En el año 2018, específicamente en el mes de diciembre, Meng Wanzhou, directora financiera de Huawei e hija del fundador, es detenida en Canadá debido a la acusación por parte de Estados Unidos de que Huawei instaló dispositivos de telecomunicaciones en Irán. El gobierno chino protestó por la detención de Meng mientras que Estados Unidos solicitaba su extradición. Finalmente, en noviembre del año, Meng salió en libertad pagando una fianza de 8 millones de dólares y con una privación de pasaporte.

El 28 de enero de 2019, seguridad Nacional de Estados Unidos anuncian 23 cargos criminales contra Huawei y sanciones contra la empresa y sus derivantes y Meng Wanzhou. También presentó una solicitud para la extradición de Meng.

Finalmente, el 15 de mayo de 2019, bajo el gobierno de Donald Trump, se firma una orden ejecutiva en la cual se prohíbe el uso de todo equipo de telecomunicación extranjero que sea considerado peligroso para la seguridad de estados unidos. También, esto venia acompañado de una lista negra en la cual se vetan las compañías escritas en esta. Dentro de esta lista, estaba Huawei debido a las acusaciones presentadas anteriormente, pero principalmente fue por las de espionaje e instalación de backdoors en dispositivos Huawei con el objetivo de recopilar información de alto valor y sensibilidad para el gobierno chino.
Luego de esto, Google, que también es una empresa de Estados Unidos, suspendió sus servicios a los dispositivos Huawei y relaciones comerciales con esta. Debido a esto, los dispositivos Huawei no tendrán acceso a la tienda de aplicaciones ni sus derivados.

1.8. RESUMEN DE LA HISTORIA DE HUAWEI

A continuación, se resumirá toda la historia de Huawei en la tabla 1-2:

Tabla 1-2 Resumen de historia de Huawei

Año	Acontecimiento
1987	- Ren Zhengfei invierte $3.000 dólares, contrata tres empleados y funda Huawei
1989	- Huawei comienza sus investigaciones a base de someter a ingeniería inversa las PBX a las que tenía acceso.
1993	- Huawei lanza su primer producto: El conmutador telefónico C&C08. - Huawei firma un contrato para la construcción de la primera red nacional de telecomunicaciones para el ejército popular de liberación. - Huawei se hace de una gran fama en el país, financia los cimientos de la empresa y cultiva su relación con el gobierno chino. - Huawei se transforma en la opción de telecomunicaciones preferida en China.
1997	- Huawei gana un contrato para proporcionar productos de categoría de red de línea fija a la empresa Hutchison Whampoa. - Huawei lanza productos inalámbricos GSM y CDMA
1998	- Huawei contrata a IBM y experimenta una importante transformación en el desarrollo de sus productos.
2000	- Estados Unidos presenta un reclamo contra Huawei diciendo que esta había instalado un sistema de telecomunicaciones en Irak el cual pudo infringir las sanciones de las naciones unidas y Huawei levanta sospechas.
2001	- Huawei ve aumentada su velocidad de esparcimiento en el mercado fuera de su país.
2003	- Huawei hace una unión estratégica con 3Com Corporation para fabricar enrutadores y conmutadores
2004	- Huawei firma un crédito de $10 mil billones con el Banco de China - Huawei realiza una unión estratégica con Siemens para el desarrollo de productos de telecomunicaciones. - Huawei es demandada por Cisco

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1-3. Resumen de Historia de Huawei (continuación)

2007	- Huawei firma una unión con Symantec para el desarrollo de productos de seguridad y almacenamiento de datos
2009	- WiMAX Forum incluye a Thomas Lee, vicedirector del departamento de normas industriales de Huawei como miembro a su junta directiva.
2012	- Estados Unidos acusa a Huawei por sospechas de espionaje. - Canadá y Australia vetan a Huawei como contratista - La unión europea inicia una investigación contra Huawei por sospechas de actividades ilegales.
2018	- La directora financiera de Huawei es detenida a manos de Canadá debido a sospechas de que la empresa instaló dispositivos de telecomunicaciones en Irán, pero logra quedar en libertad bajo condiciones y pagando una fianza.
2019	- Donald Trump firma una orden ejecutiva en la que prohíbe todo uso de dispositivo de telecomunicaciones de Huawei. - Google suspende sus servicios a Huawei.

Fuente: Elaboración propia

1.9. CONCLUSIÓN DE LA HISTORIA DE HUAWEI

Según la investigación realizada sobre el pasado y presente de la historia de Huawei, se puede concluir que Huawei está especializada en dispositivos de red correspondiente a los conmutadores, ya sean telefónicos o de telecomunicaciones.

También, se debe mencionar que Cisco ha sido blanco de múltiples acusaciones y cargos debido a un notorio resentimiento político por parte de Estados Unidos al Huawei haber vendido sus productos a Irán, país que según Estados Unidos, amenaza la seguridad Nacional y de los países influenciados por la ideología política de Estados Unidos, en efecto, Huawei se ha visto vetada de varios países influidos por Norteamérica y también, sus dispositivos de telefonía móvil se les vió negado sus servicios de Google.

1.10. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN ANTE LA PROBLEMÁTICA

Las soluciones ante la problemática planteada en este proyecto serán las siguientes:

- Realizar un estudio en una red LAN compuesta solamente de Routers y Switches Cisco.
- Realizar un estudio en una red LAN compuesta solamente de Routers y Switches Huawei.
- Realizar un estudio en una red LAN compuesta de Routers Cisco y Switches Huawei

Para determinar cuál es la solución más efectiva, se utilizará el criterio de evaluación que se aprecia en la tabla 1-3:

Tabla 1-3 Escala de porcentajes y su efectividad

Efectividad	Puntaje
Muy baja	1
Baja	2
Normal	3
Alta	4
Muy alta	5

Fuente: Elaboración propia

1.10.1 Estudio en red LAN Cisco

Para esta alternativa, se implementará una topología de red LAN previamente creada y se utilizarán tanto enrutadores marca Cisco como conmutadores de esta empresa.

1.10.2 Estudio en red LAN Huawei

Aquí se implementará una topología de LAN, pero restringida únicamente al uso de equipamiento proporcionado por Huawei.

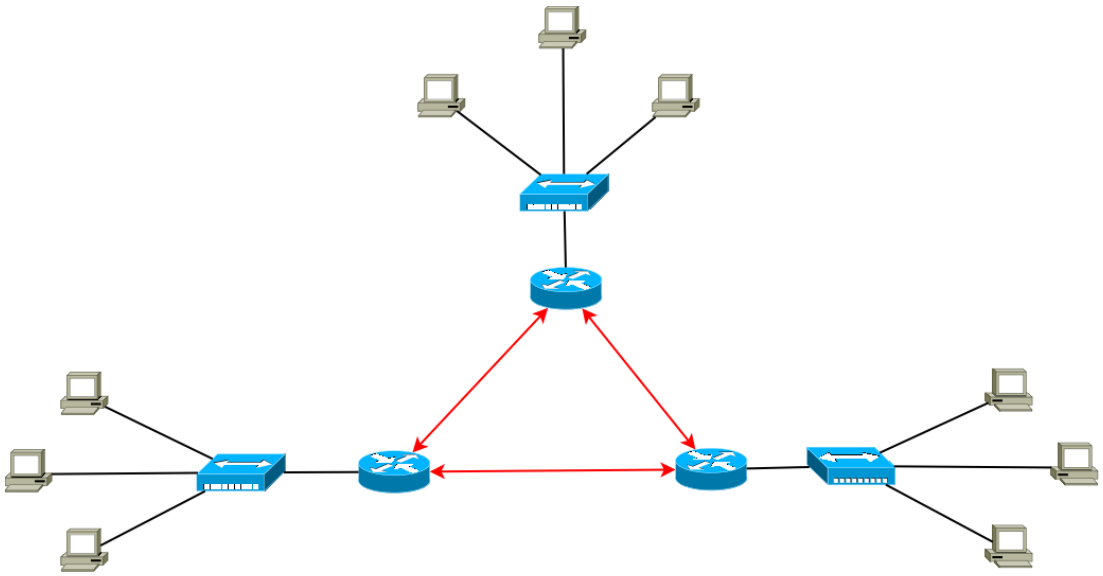
1.10.3 Estudio en red LAN Hibrida

A base del estudio de historia de las compañías Cisco y Huawei (ver tabla 1-4), se determina que Huawei se especializa en conmutadores por sus estudios de ingeniería inversa y su primer producto y que Cisco, al contrario que Huawei, se especializa en enrutadores debido a sus estudios, su desarrollo de IOs para enrutadores y también, que fué el primer producto desarrollado por la empresa. En consecuencia, en la red LAN implementada (Ver figura 1-6) se utilizarán enrutadores de Cisco Systems y conmutadores de Huawei.

Tabla 1-4 Análisis de soluciones posibles

Solución	Factibilidad	Costos	Beneficios	Alternativa solución
Red LAN Cisco	4	4	4	12
Red LAN Huawei	3	2	3	8
Red LAN Híbrida	3	3	5	11

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Software DIA

Figura 1 - 6: Esquema de solución

1.11. SOLUCIÓN QUE SE LLEVARÁ A CABO PARA LA PROBLEMÁTICA ESTABLECIDA

Como se puede notar, falta análisis por realizar para determinar cuál es la solución más eficaz, por lo tanto, en el próximo capitulo se simularán las 3 soluciones posibles para determinar cuál es la mejor evaluando velocidad de configuración, velocidad de pings, reacción ante tormentas de broadcast, etc. Sin embargo, si se puede determinar los costos y se observa que una topología conformada solo de dispositivos Cisco resulta más económica que una de dispositivos Huawei, pero se puede lograr llegar a un valor intermedio haciendo una topología con los productos de ambas compañías.

CAPÍTULO 2: SIMULACIÓN DE LAS REDES DE DATOS

2. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

En el presente capitulo, se realizarán las pruebas técnicas de las redes de datos propuestas en el capítulo anterior, estas serán estudiar una red compuesta de solo dispositivos marca Cisco Systems, otra red compuesta de dispositivos Huawei y finalmente una red hibrida. Esto con el objetivo de determinar que enrutadores y conmutadores son mejores y analizar el rendimientos de estos en diferentes redes. También, se mencionará y profundizará los materiales y equipamiento que será utilizado en las pruebas.

2.1. SOLUCIÓN ESCOGIDA

Dado que no se posee la suficiente información para determinar cuál es la solución más eficaz, se implementarán las tres posibles soluciones para determinar cuál es mejor para nuestra problemática.

2.2. SIMULADORES Y EQUIPAMIENTO A UTILIZAR

A continuación se presentará el software del que se hará uso para implementar las soluciones propuestas.

2.2.1. Simuladores

- **Cisco Packet Tracer:** Simulador de redes desarrollado por la compañía Cisco Systems para los estudiantes con el fin de estudiar el comportamiento de redes. Permite simular muchos dispositivos de red en los que se destacan, enrutadores Cisco, conmutadores Cisco, Personal Computers, Clouds y Servers.

- **Enterprise Network Simulation Platform:** También conocido como eNSP, es un simulador de redes desarrollado por la compañía Huawei. Puede simular enrutadores empresariales Huawei, conmutadores Huawei, Personal Computers y puede soportar redes de gran tamaño.

- **GNS3:** Simulador de redes desarrollado por Galaxy Technologies Inc. Permite virtualizar enrutadores, conmutadores y más a base de tener las IOs de dichos dispositivos. También, permite virtualizar Personal Computers a través de Virtual Boxes. Sin duda, uno de los simuladores más poderosos al poder virtualizar dispositivos y permitir conectar maquinas reales a ellos.

2.2.2. Equipamiento de Cisco Systems

Cisco Systems ha sido conocida por mucho tiempo debido a sus alternativas de solución para redes y sus enrutadores auto actualizables, siendo la alternativa preferida por muchas compañías.

Para este caso, se utilizarán los siguientes equipos de Cisco Systems:

- Router Cisco 2901: El enrutador Cisco 2901 Integrated Services Routers, entrega servicios de datos, voz, video y aplicaciones altamente seguros para pequeñas oficinas. A continuación, se presenta la tabla 2-1 con las especificaciones técnicas del producto.

Tabla 2-1: Características de Router 2901

Especificaciones de CISCO 2901	
Tipo de dispositivo:	Cisco 2901 Integrated Services Router - encaminador
Tipo de Producto Router	Factor de forma Externo - modular - 1U
Peso	6,1 kg
Dimension	43.9 cm x 43.8 cm x 4.5 cm
DRAM Memoria	512 MB (instalados) / 2 GB (máx.)
Memoria Flash	256 MB (instalados) / 8 GB (máx.)
Protocolo de direccionamiento	OSPF, IS-IS, BGP, EIGRP, DVMRP, PIM-SM, IGMPv3, GRE, PIM-SSM, enrutamiento IPv4 estático, enrutamiento IPv6 estático
Protocolo de gestión remota:	SNMP 1, RMON, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c, HTTP, HTTPS, SSH
Protocolo de interconexión de datos	Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet
Protocolo de gestión remota	NMP, RMON Características del Cisco IOS IP Base, soporte de MPLS, soporte para Syslog, soporte IPv6, Queue Server (CBWFQ), Detección ponderado Class-Based Fair Weighted Random Early (WRED)
Cumplimiento de normas	IEEE 802.1Q, IEEE 802.3af, IEEE 802.3ah, IEEE 802.1ah, IEEE 802.1ag
Alimentación	CA 120/230 V (50/60 Hz)

Fuente: http://ds3comunicaciones.com/cisco/CISCO2901.html

- Switch Cisco 2960: El Switch Cisco Catalyst 2960, posee 24 puertos de conexión RJ-45, lo que permite una red de 24 hosts conectados a este. Además, soporta un total de 1024 redes locales virtuales (VLAN). Mas detalles de las especificaciones se verán en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2: Características del Switch 2960

Característica	Valor
Cantidad de puertos básicos de conmutación RJ-45 Ethernet	24
Puertos tipo básico de conmutación RJ-45 Ethernet	Gigabit Ethernet (10/100/1000)
Puerto de consola	RJ-45
Cantidad de puertos USB 2.0	2
Estándares de red	IEEE 802.1ab, IEEE 802.1D, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.3, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3ae, IEEE 802.3af, IEEE 802.3ah, IEEE 802.3at, IEEE 802.3az, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x, IEEE 802.3z
Número de VLANs	1023
Apilable	Si
Procesador incorporado	APM86392
Frecuencia del procesador	600 MHz
Memoria interna	512 MB
Tipo de memoria	DRAM
Memoria Flash	128 MB
Nivel de ruido	48 Db
Voltaje de entrada AC	100-240V
Frecuencia de entrada AC	50/60 Hz
Consumo energético	36,9W
Intervalo de temperatura operativa	5 - 40 °C
Intervalo de temperatura de almacenaje	-25 - 70 °C

Fuente: https://compratecno.cl/1000-administ-21port/6288-ws-c2960x-24ts-l-cisco.html

2.2.3. Equipamiento de Huawei

Huawei ha sido un competidor de Cisco Systems durante muchos años, al igual que este, también ofrece alternativas de solución a las redes de datos. A continuación, se verá el equipamiento de Huawei a utilizar en las pruebas.

- Router Huawei AR2220: Al igual que Cisco, Huawei posee su propia línea de Routers multiprotocolo, a continuación, se presenta en la tabla 2-3 las características del router a utilizar en las pruebas.

Tabla 2-3: Especificaciones Router Huawei AR2220E

Especificaciones de HUAWEI AR2220E	
Tipo de dispositivo:	Router
Tipo de Producto Router	Sobremesa, montaje en rack - modular - 1U
Peso	4.95 kg
Dimensión	44.2 cm x 42 cm x 4.5 cm
DRAM Memoria	1GB
Memoria Flash	512 MB
Protocolo de direccionamiento	OSPF, IS-IS, RIP-1, RIP-2, BGP, IGMPv2, IGMP, PIM-SM, PIM-DM, IGMPv3, OSPFv3, MSDP, enrutamiento IPv4 estático, enrutamiento IPv6 estático, enrutamiento basado en reglas (PBR), RIPng, IS-ISv6, BGP-4+
Protocolo de gestión remota:	SNMP 1, RMON, SNMP 3, SNMP 2c, CLI
Protocolo de interconexión de datos	Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet
Cumplimiento de normas	IEEE 802.3, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1p, IEEE 802.1x
Alimentación	AC 120/230 V / DC -48 -60 V

Fuente: https://notebookstore.cl/huawei-ar-g3-enterprise-ar2220e-router-gige-puertos-wan-3-montaje-en-rack.html#additional

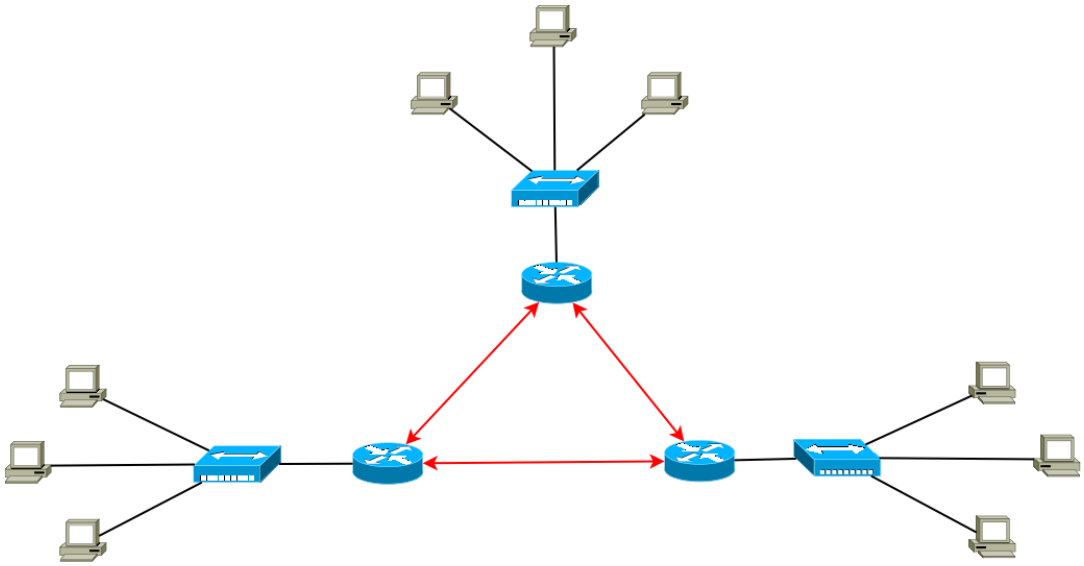
- Switch Huawei S5700: Switch producido por la compañía Huawei y virtualizado en el software eNSP. A continuación, se verá en la tabla 2-4 sus características:

Tabla 2-4: Especificaciones Switch Huawei S5700

Especificaciones	S5700-26X-SI-12S-AC
Capacidad de conmutación	256 Gbit/s
Rendimiento de transmisión	66 Mbps
Puertos fijos	12 puertos 10/100/1000 BASE-T, 12 puertos 100/1000 Base-X, 2 puertos 10 GE SFP+
Tabla de direcciones MAC	Cumplimiento con IEEE 802.1d Aprendizaje y vencimiento de direcciones MAC Entradas de direcciones MAC estáticas, dinámicas y blackhole Filtrado de paquetes en función de las direcciones MAC de origen 16 000 direcciones MAC
Seguridad de acceso	Retransmisión de DHCP, servidor de DHCP, snooping de DHCP, seguridad de DHCP y SAVI
VLAN	4000 redes VLAN VLAN invitada y VLAN de voz Super-VLAN VLAN MUX GVRP Asignación de VLAN 1:1 y N:1 Asignación de redes VLAN en función de direcciones MAC, protocolos, subredes IP, políticas y puertos
Protección de red en forma de anillo	STP, RSTP y MSTP Topologías de árbol Smart Link y múltiples instancias de Smart Link, lo que permite lograr la conmutación de protección a nivel de milisegundos Topología de anillo RRPP y múltiples instancias de RRPP Conmutación de protección de anillos Ethernet (ERPS) según la norma G.8032 Protección inteligente de Ethernet (SEP) Protección de BPDU, de raíz y de bucle Túnel de BPDU
Fiabilidad	OAM de Ethernet (802.3ah y 802.1ag de IEEE) ITU-Y.1731 Troncal mejorado (E-Trunk) DLDP LACP
Enrutamiento IP	Ruta estática Ruta dinámica de capa 3

Fuente: https://e.huawei.com/es/products/enterprise-networking/switches/campus-switches/s5700-si-model

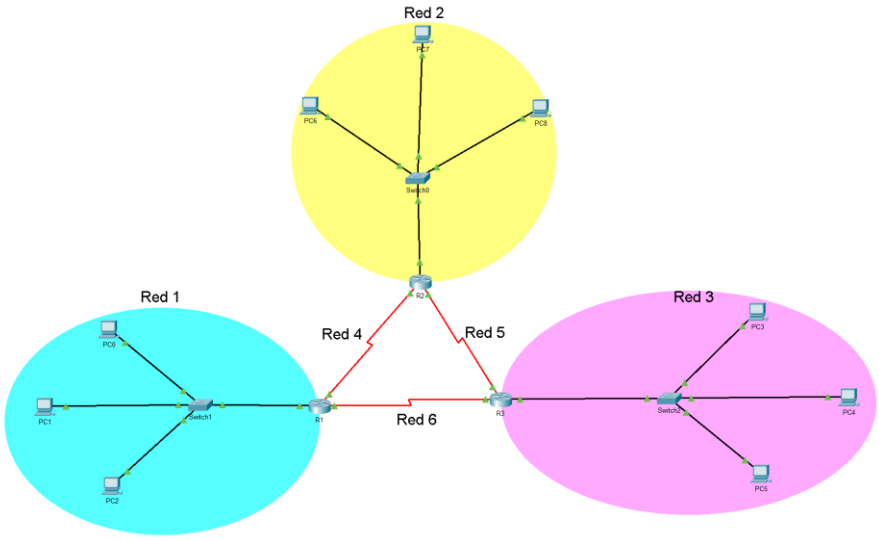
2.3. PRUEBA 1: TOPOLOGÍA DE RED CISCO



Fuente: Software DIA

Figura 2 - 1: Topología de trabajo en Cisco Packet Tracer.

En el simulador de redes Packet Tracer, se comenzará a realizar las pruebas de la topología Cisco (ver figura 2-1), lo primero que se hará será configurar los enrutadores con los protocolos necesarios de enrutamiento. Se comienza realizando el VLSM para las redes presentes (ver figura 2-2).



Fuente: Elaboración propia mediante Packet Tracer y edición en Photoshop.

Figura 2 - 2: Redes presentes en la topología.

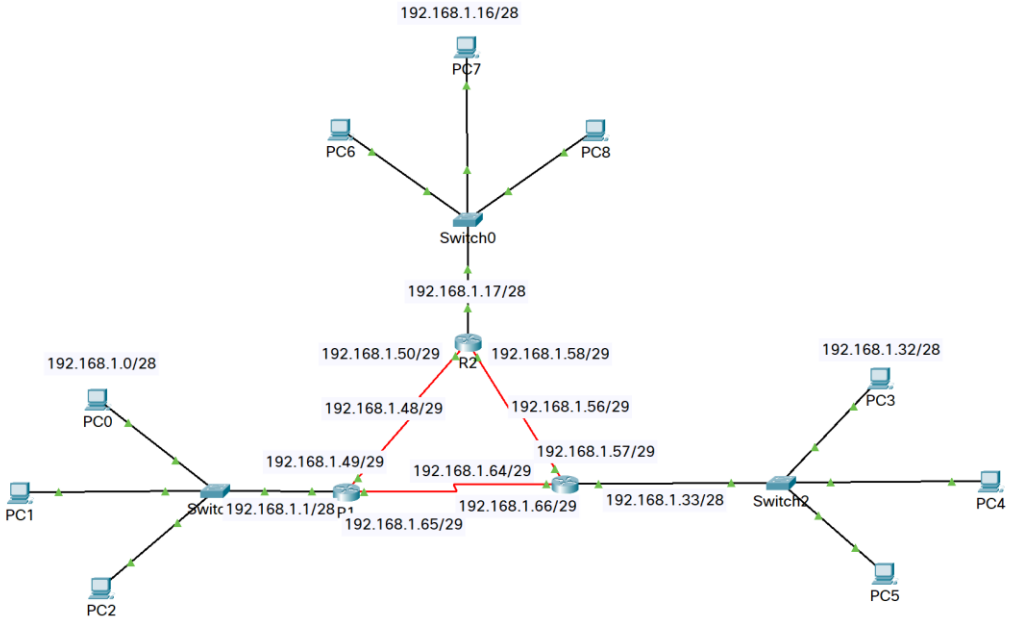
Una vez identificadas las redes, se procederá a realizar un VLSM el cual proporcionará la IP de red y las direcciones IP utilizables para la cantidad de hosts demandados (ver tabla2-5).

Tabla 2-5: VLSM.

Subred	Dirección IP de Red	Máscara	Intervalo de direcciones IP	Broadcast
Red 1	192.168.1.0	/28	192.168.1.1 - 192.168.1.14	192.168.1.15
Red 2	192.168.1.16	/28	192.168.1.17 - 192.168.1.30	192.168.1.31
Red 3	192.168.1.32	/28	192.168.1.33 - 192.168.1.46	192.168.1.47
Red 4	192.168.1.48	/29	192.168.1.49 - 192.168.1.54	192.168.1.55
Red 5	192.168.1.56	/29	192.168.1.57 - 192.168.1.62	192.168.1.63
Red 6	192.168.1.64	/29	192.168.1.65 - 192.168.1.70	192.168.1.71

Fuente: Elaboración propia.

Ya definidas las direcciones IP, se procede a asignarlas a cada interfaz de los routers (ver figura 2-3)



Fuente: Packet Tracer.

Figura 2 - 3: Topología con direcciones IP asignadas.

Se puede observar más detalladamente las direcciones IP de cada interfaz de enrutador mediante el comando “show running config” siempre con el enrutador en modo de “enable” (ver figura 2-4)

Router 1

```
interface GigabitEthernet0/0
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.240
 duplex auto
 speed auto
!
interface GigabitEthernet0/1
 no ip address
 duplex auto
 speed auto
 shutdown
!
interface Serial0/0/0
 ip address 192.168.1.65 255.255.255.248
 clock rate 64000
!
interface Serial0/0/1
 ip address 192.168.1.49 255.255.255.248
!
```

Router 2

```
interface GigabitEthernet0/0
 ip address 192.168.1.17 255.255.255.240
 duplex auto
 speed auto
!
interface GigabitEthernet0/1
 no ip address
 duplex auto
 speed auto
 shutdown
!
interface Serial0/0/0
 ip address 192.168.1.58 255.255.255.248
!
interface Serial0/0/1
 ip address 192.168.1.50 255.255.255.248
 clock rate 64000
!
```

Router 3

```
interface GigabitEthernet0/0
 ip address 192.168.1.33 255.255.255.240
 duplex auto
 speed auto
!
interface GigabitEthernet0/1
 no ip address
 duplex auto
 speed auto
 shutdown
!
interface Serial0/0/0
 ip address 192.168.1.57 255.255.255.248
 clock rate 64000
!
interface Serial0/0/1
 ip address 192.168.1.66 255.255.255.248
!
```

Fuente: Elaboración propia a partir de Packet tracer y Photoshop.

Figura 2 - 4: Direcciones IP de interfaces de Routers 1, 2 y 3.

Se procede a realizar la configuración para establecer un servidor DHCP en cada enrutador; se crea la pool de direcciones IP y las direcciones IP restringidas (ver figura 2-5).

Router 1

```
ip dhcp excluded-address 192.168.1.1
ip dhcp excluded-address 192.168.1.15
!
ip dhcp pool Red1
 network 192.168.1.0 255.255.255.240
 default-router 192.168.1.1
```

Router 2

```
ip dhcp excluded-address 192.168.1.17
ip dhcp excluded-address 192.168.1.31
!
ip dhcp pool Red2
 network 192.168.1.16 255.255.255.240
 default-router 192.168.1.17
```

Router 3

```
ip dhcp excluded-address 192.168.1.33
ip dhcp excluded-address 192.168.1.47
!
ip dhcp pool Red3
 network 192.168.1.32 255.255.255.240
 default-router 192.168.1.33
```

Fuente: Elaboración propia a partir de Packet tracer y Photoshop.

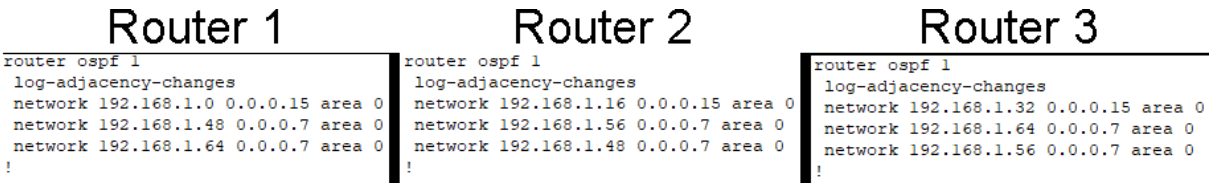
Figura 2 - 5: Configuración DHCP de los routers 1,2 y 3.

Se hace click en los computadores, pulsamos la pestaña desktop y finalmente se entra en ip configuration. Se marca la casilla DHCP en IPv4 y se espera a que el servidor DHCP previamente configurado asigne una dirección IP (ver figura 2-6).

Fuente: Elaboración propia a partir de Packet Tracer y Photoshop.

Figura 2 - 6: Configuración DHCP en los PCs.

Ahora que el servidor DHCP está funcionando correctamente, se procede a configurar el enrutamiento OSPF 1 para que los enrutadores puedan comunicarse y reenviar mensajes a redes vecinas. Hacemos uso de Router OSPF 1 y el área 0, se especifican las redes vecinas: Para el enrutador 1 las redes vecinas son la red 1, 4 y 6. Para el enrutador 2 las redes vecinas serán la red 2, 4 y 5. Y para el enrutador 3, las redes vecinas serán la red 3, 5 y 6. Se hace uso del comando “show running config” para ver como quedó la configuración de OSPF 1 (ver figura 2-7).



Fuente: Elaboración propia a partir de Packet Tracer y Photoshop.

Figura 2 - 7: Configuración de OSPF 1 en Routers.

Se comprueba la funcionalidad del protocolo realizando un ping desde el PC0 hasta el PC4 (ver figura 2-8).

```
C:\>ping 192.168.1.36

Pinging 192.168.1.36 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.36: bytes=32 time=5ms TTL=126
Reply from 192.168.1.36: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.1.36: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.1.36: bytes=32 time=4ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.1.36:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 1ms, Maximum = 5ms, Average = 2ms
```

Fuente: Packet Tracer.

Figura 2 - 8: Ping desde PC0 hasta PC4.

Se comienza a hacer pings desde cada PC hasta cada dispositivo de la red para obtener un promedio de velocidad de respuesta por cada dispositivo y se grafican los resultados en las tablas (Ver tablas 2-6, 2-7, 2-8, 2-9, 2-10, 2-11, 2-12, 2-13, 2-15, 2-16, 2-17 y 2-18)

Tabla 2-6: Ping desde PC0 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC0	R1	32	0	126
PC0	R2	32	24	126
PC0	R3	32	32	126
PC0	PC1	32	0	126
PC0	PC2	32	0	126
PC0	PC3	32	24	126
PC0	PC4	32	17	126
PC0	PC5	32	17	126
PC0	PC6	32	30	126
PC0	PC7	32	10	126
PC0	PC8	32	10	126
	Promedio		14,9090909	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-7: Ping desde PC1 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC1	R1	32	0	126
PC1	R2	32	27	126
PC1	R3	32	27	126
PC1	PC0	32	0	126
PC1	PC2	32	0	126
PC1	PC3	32	24	126
PC1	PC4	32	2	126
PC1	PC5	32	16	126
PC1	PC6	32	13	126
PC1	PC7	32	3	126
PC1	PC8	32	1	126
	Promedio		10,2727273	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-8: Ping desde PC2 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC2	R1	32	0	126
PC2	R2	32	31	126
PC2	R3	32	39	126
PC2	PC0	32	0	126
PC2	PC1	32	8	126
PC2	PC3	32	9	126
PC2	PC4	32	17	126
PC2	PC5	32	8	126
PC2	PC6	32	9	126
PC2	PC7	32	8	126
PC2	PC8	32	5	126
	Promedio		12,1818182	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2-9: Ping desde PC3 a todos

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC3	R1	32	9	126
PC3	R2	32	8	126
PC3	R3	32	0	126
PC3	PC0	32	25	126
PC3	PC1	32	1	126
PC3	PC2	32	18	126
PC3	PC4	32	9	126
PC3	PC5	32	0	126
PC3	PC6	32	5	126
PC3	PC7	32	8	126
PC3	PC8	32	1	126
	Promedio		7,63636364	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-10: Ping desde PC4 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC4	R1	32	0	126
PC4	R2	32	33	126
PC4	R3	32	8	126
PC4	PC0	32	27	126
PC4	PC1	32	26	126
PC4	PC2	32	33	126
PC4	PC3	32	0	126
PC4	PC5	32	0	126
PC4	PC6	32	4	126
PC4	PC7	32	8	126
PC4	PC8	32	4	126
	Promedio		13	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-11: Ping desde PC5 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC5	R1	32	16	126
PC5	R2	32	32	126
PC5	R3	32	0	126
PC5	PC0	32	33	126
PC5	PC1	32	33	126
PC5	PC2	32	9	126
PC5	PC3	32	0	126
PC5	PC4	32	0	126
PC5	PC6	32	11	126
PC5	PC7	32	14	126
PC5	PC8	32	15	126
	Promedio		14,8181818	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-12: Ping desde PC6 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC6	R1	32	32	126
PC6	R2	32	15	126
PC6	R3	32	40	126
PC6	PC0	32	26	126
PC6	PC1	32	10	126
PC6	PC2	32	32	126
PC6	PC3	32	10	126
PC6	PC4	32	17	126
PC6	PC5	32	9	126
PC6	PC7	32	0	126
PC6	PC8	32	0	126
	Promedio		17,3636364	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-13: Ping desde PC7 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC7	R1	32	62	126
PC7	R2	32	0	126
PC7	R3	32	62	126
PC7	PC0	32	25	126
PC7	PC1	32	19	126
PC7	PC2	32	10	126
PC7	PC3	32	18	126
PC7	PC4	32	53	126
PC7	PC5	32	16	126
PC7	PC6	32	0	126
PC7	PC8	32	0	126
	Promedio		24,0909091	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-14: Ping desde PC8 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC8	R1	32	16	126
PC8	R2	32	0	126
PC8	R3	32	54	126
PC8	PC0	32	11	126
PC8	PC1	32	18	126
PC8	PC2	32	17	126
PC8	PC3	32	10	126
PC8	PC4	32	16	126
PC8	PC5	32	9	126
PC8	PC6	32	0	126
PC8	PC7	32	3	126
	Promedio		14	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-15: Ping desde R1 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
R1	R2	100	51	2s
R1	R3	100	45	2s
R1	PC0	100	0	2s
R1	PC1	100	0	2s
R1	PC2	100	0	2s
R1	PC3	100	24	2s
R1	PC4	100	18	2s
R1	PC5	100	23	2s
R1	PC6	100	11	2s
R1	PC7	100	10	2s
R1	PC8	100	12	2s
	Promedio		17,6363636	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-16: Ping desde R2 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
R2	R1	100	38	2s
R2	R3	100	49	2s
R2	PC0	100	26	2s
R2	PC1	100	21	2s
R2	PC2	100	34	2s
R2	PC3	100	28	2s
R2	PC4	100	25	2s
R2	PC5	100	32	2s
R2	PC6	100	0	2s
R2	PC7	100	0	2s
R2	PC8	100	0	2s
	Promedio		23	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-17: Ping desde R3 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
R3	R1	100	37	2s
R3	R2	100	46	2s
R3	PC0	100	32	2s
R3	PC1	100	4	2s
R3	PC2	100	26	2s
R3	PC3	100	0	2s
R3	PC4	100	0	2s
R3	PC5	100	0	2s
R3	PC6	100	9	2s
R3	PC7	100	11	2s
R3	PC8	100	15	2s
	Promedio		16,3636364	

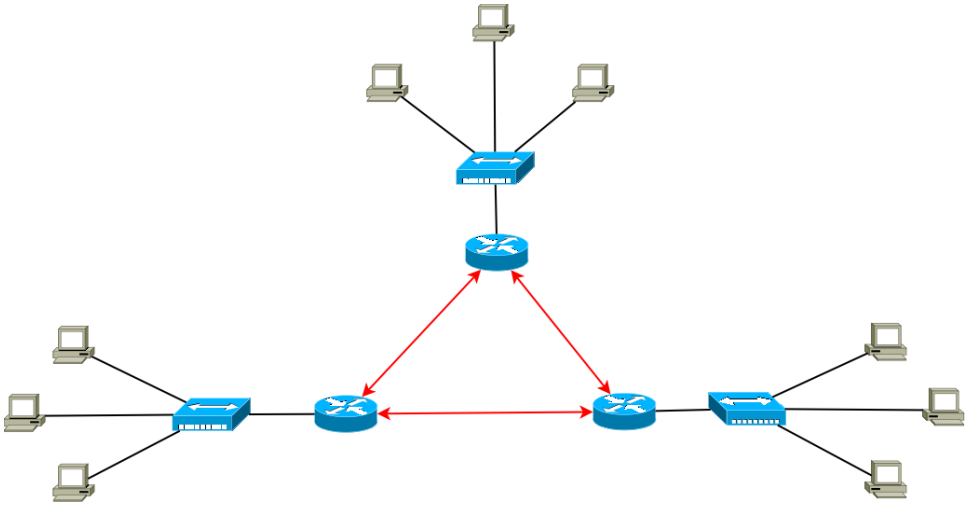
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-18: Resumen de velocidad de respuesta de pings.

Promedio de respuesta de ping desde PC a todos	14,25 ms
Promedio de respuesta de ping desde Router a todos	19 ms
Promedio de respuesta general de pings	15,44 ms

Fuente: Elaboración propia.

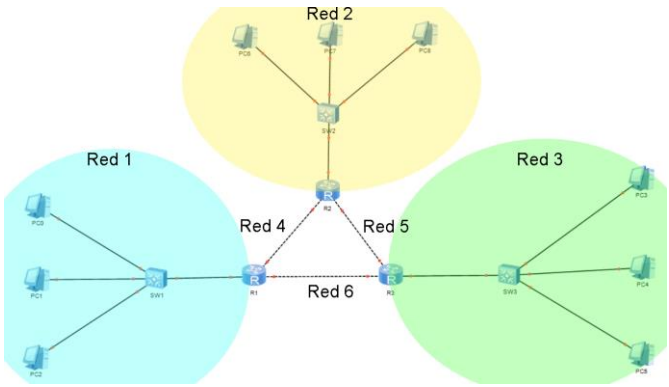
2.4. PRUEBA 2: TOPOLOGÍA DE RED HUAWEI



Fuente: Software DIA

Figura 2 - 9: Topología de trabajo en eNSP.

Al igual que en Packet tracer, en el simulador de redes eNSP de Huawei, comenzarán a realizarse las mismas pruebas anteriores en la topología de trabajo (ver figura 2-9), primero identificaremos las redes presentes en dicha topología (ver figura 2-10).



Fuente: Elaboración propia mediante Packet Tracer y edición en Photoshop.

Figura 2 - 10: Redes presentes en la topología.

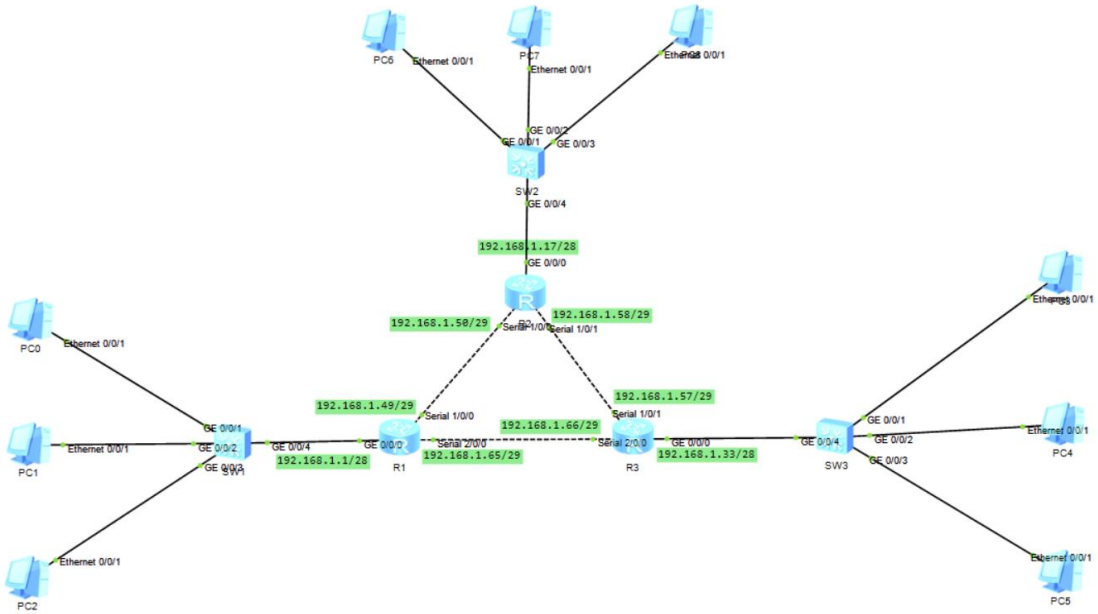
Luego de identificar las redes presentes en las topologías, se realiza el VLSM correspondiente (ver tabla 2-19).

Tabla 2-19: VLSM.

Subred	Dirección IP de Red	Máscara	Intervalo de direcciones IP	Broadcast
Red 1	192.168.1.0	/28	192.168.1.1 - 192.168.1.14	192.168.1.15
Red 2	192.168.1.16	/28	192.168.1.17 - 192.168.1.30	192.168.1.31
Red 3	192.168.1.32	/28	192.168.1.33 - 192.168.1.46	192.168.1.47
Red 4	192.168.1.48	/29	192.168.1.49 - 192.168.1.54	192.168.1.55
Red 5	192.168.1.56	/29	192.168.1.57 - 192.168.1.62	192.168.1.63
Red 6	192.168.1.64	/29	192.168.1.65 - 192.168.1.70	192.168.1.71

Fuente: Elaboración propia.

Ya definidas las direcciones de red y las direcciones IP utilizables, se procede a asignarlas a las interfaces de los routers de la red (ver figura 2-11).



Fuente: eNSP

Figura 2 - 11: Topología con direcciones IP asignadas.

Se puede observar más detalladamente las direcciones IP de cada interfaz del enrutador mediante el comando “display current-configuration” siempre con el enrutador en modo de “system-view” (ver figura 2-12).

Router 1

```
interface Serial1/0/0
 link-protocol ppp
 ip address 192.168.1.49 255.255.255.248
#
interface Serial1/0/1
 link-protocol ppp
#
interface Serial2/0/0
 link-protocol ppp
 ip address 192.168.1.65 255.255.255.248
#
interface Serial2/0/1
 link-protocol ppp
#
interface GigabitEthernet0/0/0
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.240
 dhcp select global
```

Router 2

```
interface Serial1/0/0
 link-protocol ppp
 ip address 192.168.1.50 255.255.255.248
#
interface Serial1/0/1
 link-protocol ppp
 ip address 192.168.1.58 255.255.255.248
#
interface Serial2/0/0
 link-protocol ppp
#
interface Serial2/0/1
 link-protocol ppp
#
interface GigabitEthernet0/0/0
 ip address 192.168.1.17 255.255.255.240
 dhcp select global
```

Router 3

```
interface Serial1/0/1
 link-protocol ppp
 ip address 192.168.1.57 255.255.255.248
#
interface Serial2/0/0
 link-protocol ppp
 ip address 192.168.1.66 255.255.255.248
#
interface Serial2/0/1
 link-protocol ppp
#
interface GigabitEthernet0/0/0
 ip address 192.168.1.33 255.255.255.240
 dhcp select global
```

Fuente: Elaboración propia mediante eNSP y edición en Photoshop.

Figura 2 - 12: Direcciones IP de interfaces de Routers 1, 2 y 3

Se procede a realizar la configuración para establecer un servidor DHCP en cada enrutador; se crea la pool de direcciones IP (ver figura 2-13).

Router 1

```
dhcp enable
#
ip pool Red1
 gateway-list 192.168.1.1
 network 192.168.1.0 mask 255.255.255.240
 lease day 3 hour 15 minute 0
```

Router 2

```
dhcp enable
#
ip pool Red2
 gateway-list 192.168.1.17
 network 192.168.1.16 mask 255.255.255.240
 lease day 3 hour 15 minute 0
```

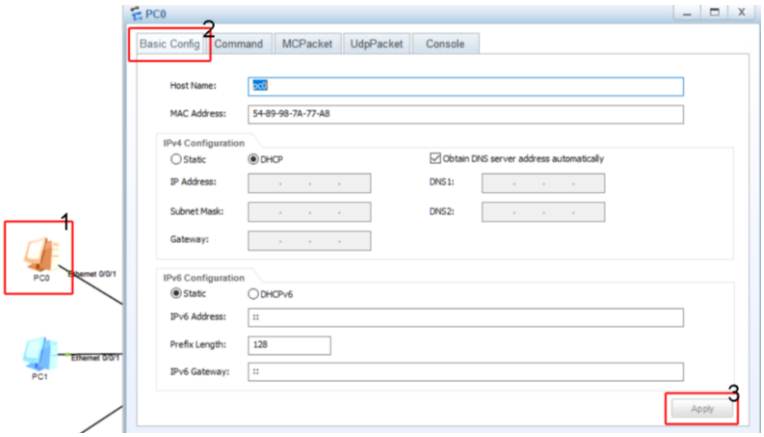
Router 3

```
dhcp enable
#
ip pool Red3
 gateway-list 192.168.1.33
 network 192.168.1.32 mask 255.255.255.240
 lease day 3 hour 15 minute 0
```

Fuente: Elaboración propia mediante eNSP y edición en Photoshop.

Figura 2 - 13: Configuración DHCP de los routers 1,2 y 3.

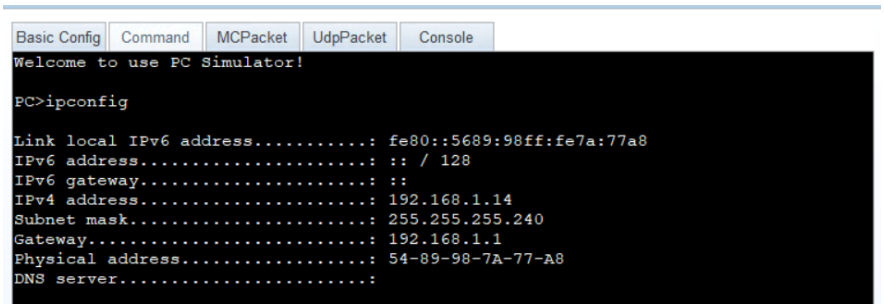
Se entra a los computadores, seleccionamos la casilla DHCP y click en Apply como se muestra a continuación (ver figura 2-14):



Fuente: Elaboración propia mediante eNSP y edición en Photoshop.

Figura 2 - 14: Configuración DHCP en PCs

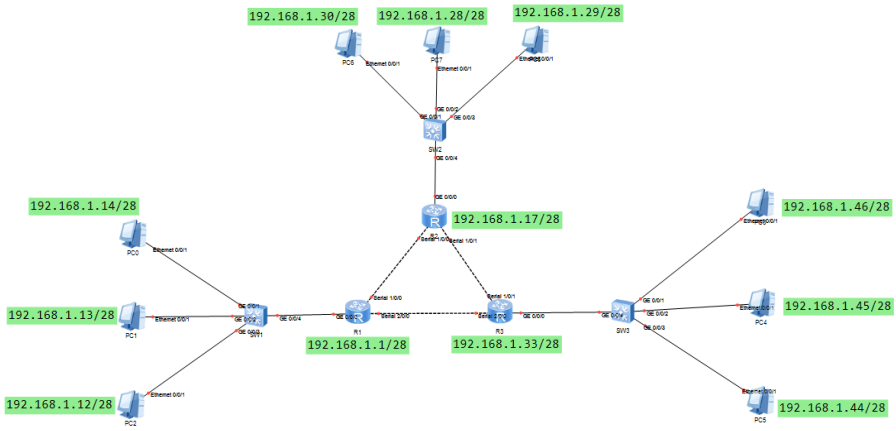
Ahora se dirige a la consola de comandos del PC en la pestaña de Command para ejecutar el comando ipconfig y ver la dirección que nos fue asignada (ver figura 2-15):



Fuente: eNSP

Figura 2 - 15: Comando ipconfig en el PC para ver cuál es la dirección ip asignada

Para saber cuál es la ip de cada PC, se ejecuta el comando en cada PC y se escribe la dirección IP observada (ver figura 2-16):



Fuente: eNSP

Figura 2 - 16: Topologia con ips de los PCs

Se configura el enrutamiento OSPF 1 para asegurar la comunicación de los routers a sus routers vecinos. (ver figura 2-17)

Router 1

```
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.15
  network 192.168.1.48 0.0.0.7
  network 192.168.1.64 0.0.0.7
```

Router 2

```
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.16 0.0.0.15
  network 192.168.1.48 0.0.0.7
  network 192.168.1.56 0.0.0.7
```

Router 3

```
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.32 0.0.0.15
  network 192.168.1.56 0.0.0.7
  network 192.168.1.64 0.0.0.7
```

Fuente: Elaboración propia mediante eNSP y edición en Photoshop.

Figura 2 - 17: Configuración de OSPF 1 en Routers.

Ahora se procede a hacer ping desde PC0 a PC4 para comprobar conectividad (ver figura 2-18):

```
PC>ping 192.168.1.45

Ping 192.168.1.45: 32 data bytes, Press Ctrl_C to break
From 192.168.1.45: bytes=32 seq=1 ttl=126 time=62 ms
From 192.168.1.45: bytes=32 seq=2 ttl=126 time=63 ms
From 192.168.1.45: bytes=32 seq=3 ttl=126 time=78 ms
From 192.168.1.45: bytes=32 seq=4 ttl=126 time=78 ms
From 192.168.1.45: bytes=32 seq=5 ttl=126 time=94 ms

--- 192.168.1.45 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 62/75/94 ms
```

Fuente: eNSP

Figura 2 - 18: Figura 2-18: Ping desde PC0 hasta PC4.

Se comienza a hacer pings desde cada PC hasta cada dispositivo de la red para obtener un promedio de velocidad de respuesta por cada dispositivo (ver tablas 2-20, 2-21, 2-22, 2-23, 2-24, 2-25, 2-26, 2-27, 2-28, 2-29, 2-30, 2-31 y 2-32)

Tabla 2-20: Ping desde PC0 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC0	R1	32	31	255
PC0	R2	32	43	255
PC0	R3	32	34	255
PC0	PC1	32	37	255
PC0	PC2	32	34	255
PC0	PC3	32	68	255
PC0	PC4	32	62	255
PC0	PC5	32	62	255
PC0	PC6	32	59	255
PC0	PC7	32	81	255
PC0	PC8	32	72	255
	Promedio		53	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-21: Ping desde PC1 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC1	R1	32	40	255
PC1	R2	32	37	255
PC1	R3	32	34	255
PC1	PC0	32	31	255
PC1	PC2	32	37	255
PC1	PC3	32	59	255
PC1	PC4	32	81	255
PC1	PC5	32	78	255
PC1	PC6	32	62	255
PC1	PC7	32	65	255
PC1	PC8	32	78	255
	Promedio		54,7272727	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-22: Ping desde PC2 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC2	R1	32	40	255
PC2	R2	32	37	255
PC2	R3	32	40	255
PC2	PC0	32	37	255
PC2	PC1	32	37	255
PC2	PC3	32	72	255
PC2	PC4	32	75	255
PC2	PC5	32	81	255
PC2	PC6	32	75	255
PC2	PC7	32	72	255
PC2	PC8	32	68	255
	Promedio		57,6363636	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-23: Ping desde PC3 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC3	R1	32	40	255
PC3	R2	32	34	255
PC3	R3	32	59	255
PC3	PC0	32	68	255
PC3	PC1	32	71	255
PC3	PC2	32	65	255
PC3	PC4	32	37	255
PC3	PC5	32	34	255
PC3	PC6	32	65	255
PC3	PC7	32	71	255
PC3	PC8	32	75	255
	Promedio		56,2727273	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-24: Ping desde PC4 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC4	R1	32	34	255
PC4	R2	32	37	255
PC4	R3	32	34	255
PC4	PC0	32	65	255
PC4	PC1	32	84	255
PC4	PC2	32	78	255
PC4	PC3	32	37	255
PC4	PC5	32	34	255
PC4	PC6	32	75	255
PC4	PC7	32	78	255
PC4	PC8	32	65	255
	Promedio		56,4545455	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-25: Ping desde PC5 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC5	R1	32	34	255
PC5	R2	32	31	255
PC5	R3	32	37	255
PC5	PC0	32	71	255
PC5	PC1	32	75	255
PC5	PC2	32	62	255
PC5	PC3	32	37	255
PC5	PC4	32	37	255
PC5	PC6	32	62	255
PC5	PC7	32	78	255
PC5	PC8	32	74	255
	Promedio		54,3636364	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-26: Ping desde PC6 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC6	R1	32	37	255
PC6	R2	32	31	255
PC6	R3	32	40	255
PC6	PC0	32	78	255
PC6	PC1	32	78	255
PC6	PC2	32	72	255
PC6	PC3	32	72	255
PC6	PC4	32	71	255
PC6	PC5	32	78	255
PC6	PC7	32	31	255
PC6	PC8	32	34	255
	Promedio		56,5454545	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-27: Ping desde PC7 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC7	R1	32	31	255
PC7	R2	32	31	255
PC7	R3	32	31	255
PC7	PC0	32	74	255
PC7	PC1	32	75	255
PC7	PC2	32	68	255
PC7	PC3	32	78	255
PC7	PC4	32	78	255
PC7	PC5	32	62	255
PC7	PC6	32	34	255
PC7	PC8	32	40	255
	Promedio		54,7272727	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-28: Ping desde PC8 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
PC8	R1	32	31	255
PC8	R2	32	34	255
PC8	R3	32	34	255
PC8	PC0	32	75	255
PC8	PC1	32	62	255
PC8	PC2	32	68	255
PC8	PC3	32	81	255
PC8	PC4	32	78	255
PC8	PC5	32	75	255
PC8	PC6	32	31	255
PC8	PC7	32	31	255
	Promedio		54,5454545	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-29: Ping desde R1 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
R1	R2	56	24	255
R1	R3	56	28	255
R1	PC0	56	46	255
R1	PC1	56	46	255
R1	PC2	56	46	255
R1	PC3	56	36	255
R1	PC4	56	48	255
R1	PC5	56	46	255
R1	PC6	56	52	255
R1	PC7	56	54	255
R1	PC8	56	50	255
	Promedio		43,2727273	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-30: Ping desde PC8 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
R2	R1	56	22	255
R2	R3	56	20	255
R2	PC0	56	58	255
R2	PC1	56	48	255
R2	PC2	56	56	255
R2	PC3	56	54	255
R2	PC4	56	54	255
R2	PC5	56	54	255
R2	PC6	56	46	255
R2	PC7	56	48	255
R2	PC8	56	38	255
	Promedio		45,2727273	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-31: Ping desde R1 a todos.

Desde	Hacia	Bytes	Tiempo (ms)	TTL
R3	R1	56	24	255
R3	R2	56	22	255
R3	PC0	56	52	255
R3	PC1	56	54	255
R3	PC2	56	46	255
R3	PC3	56	50	255
R3	PC4	56	56	255
R3	PC5	56	56	255
R3	PC6	56	52	255
R3	PC7	56	52	255
R3	PC8	56	56	255
	Promedio		47,2727273	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-32: Resumen de velocidad de respuesta de pings.

Promedio de respuesta de ping desde PC a todos	55,70 ms
Promedio de respuesta de ping desde Router a todos	45,27 ms
Promedio de respuesta general de pings	53,09 ms

TFuente: Elaboración propia.

2.5. PRUEBA 3: TOPOLOGÍA DE RED HÍBRIDA

INPRACTICABLE: Debido a que Huawei no ha autorizado ni distribuido el uso de sus BIOS de enrutador y switch, no sé a podido implementar esta solución, sin embargo, se probó conectar un router desde GNS3 a un switch ubicado en eNSP pero no se logró debido a que la única forma de esta conexión es vía telnet y no serial, por lo que esta solución queda completamente descartada.

2.6. CONCLUSIONES CISCO VS HUAWEI: PINGS

Tabla 2-33: Comparación de velocidades de pings

Estadística	Cisco	Huawei
Promedio de respuesta de ping desde PC a todos	14,25 ms	55,70 ms
Promedio de respuesta de ping desde Router a todos	19 ms	45,27 ms
Promedio de respuesta general de pings	15,44 ms	53,09 ms

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla (ver tabla 2-33), la velocidad de respuesta entre el envío y regreso de un paquete de tamaño de 32 bytes, es menor en la topología de red Cisco, mientras que en la topología de red Huawei, es mucho mayor. Por lo que, en esta categoría, Cisco posee el menor ping.

Se debe mencionar también, que en la topología en Packet Tracer, el servidor DHCP tiende a asignar las primeras direcciones de la Red, por ejemplo, si la red es 192.168.1.0, asignará las ips 192.168.1.2, 192.168.1.3 y 192.168.1.4. Mientras que en la topología en eNSP, asignará las ips del límite de la red, es decir, 192.168.1.14, 192.168.1.13 y 192.168.1.2.

2.7. CONCLUSIONES CISCO VS HUAWEI: CANTIDAD DE LÍNEAS POR CONFIGURACIÓN

Mediante la tabla (ver tabla 2-34), se puede observar la cantidad de líneas de comandos que se requiere por cada dispositivo para la correcta configuración de la IP de una interfaz, servidor DHCP del enrutador y enrutamiento OSPF 1 del mismo. La idea de esta tabla es ver la cantidad de parámetros que se necesitan especificar para cada configuración y la cantidad de líneas necesarias. En base a esto, se genera la tabla comparativa 2-35 de dicha cantidad para apreciar cual dispositivo es el que requiere menos líneas de configuración por protocolo.

Tabla 2-34: Comparación de líneas de comandos para configuraciones

Parámetro	Cisco	Huawei
Configuración de una interfaz	R1>enable R1#configure terminal R1(config)#interface gigabitEthernet 0/0 R1(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0 R1(config-if)#no shutdown	<R1>system-view [R1]interface GigabitEthernet 0/0/0 [R1-GigabitEthernet0/0/0]ip address 192.168.1.1 255.255.255.0 [R1-GigabitEthernet0/0/0]undo shutdown
Configuración de servidor DHCP	R1>enable R1#configure terminal R1(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.1.1 192.168.1.0 R1(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.1.15 R1(config)#ip dhcp pool Red1 R1(dhcp-config)#network 192.168.1.0 255.255.255.0 R1(dhcp-config)#default-router 192.168.1.1	<R1>system-view [R1]dhcp enable [R1]interface GigabitEthernet 0/0/0 [R1-GigabitEthernet0/0/0]dhcp select global [R1-GigabitEthernet0/0/0]quit [R1]ip pool Red1 [R1-ip-pool-Red1]network 192.168.1.0 mask 28 [R1-ip-pool-Red1]gateway-list 192.168.1.1 [R1-ip-pool-Red1]excluded-ip-address 192.168.1.1 [R1-ip-pool-Red1]excluded-ip-address 192.168.1.0 [R1-ip-pool-Red1]excluded-ip-address 192.168.1.15
Configuración enrutamiento OSPF 1	R1>enable R1#configure terminal R1(config)#router ospf 1 R1(config-router)#network 192.168.1.0 0.0.0.15 area 0 R1(config-router)#network 192.168.1.48 0.0.0.7 area 0 R1(config-router)#network 192.168.1.65 0.0.0.7 area 0	<R1>system-view [R1]ospf [R1-ospf-1]area 0 [R1-ospf-1-area-0.0.0.0]network 192.168.1.0 0.0.0.15 [R1-ospf-1-area-0.0.0.0]network 192.168.1.48 0.0.0.7 [R1-ospf-1-area-0.0.0.0]network 192.168.1.65 0.0.0.7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-35: Comparación de cantidad de líneas de comandos necesarias para configuraciones.

Parámetro	Cisco	Huawei	Menor cantidad de líneas
Cantidad de líneas de comando para la configuración de una interfaz	5 líneas	4 líneas	Huawei
Cantidad de líneas de comando para la configuración de servidor DHCP	5 líneas	12 líneas	Cisco
Cantidad de líneas de comando para la configuración enrutamiento OSPF 1	6 líneas	6 líneas	Igual
Total, de cantidad de líneas de configuración	16 líneas	22 líneas	Cisco

Fuente: Elaboración propia.

Así, se puede concluir que los enrutadores Cisco, necesitan menos cantidades de líneas de configuración para protocolos, interfaces y enrutamiento. Esto se refleja en los tiempos de reacción cuando la red sufre de modificaciones.

2.8. CONCLUSIONES CISCO VS HUAWEI: PARÁMETROS DE ENRUTADORES

En el ámbito de parámetros de los enrutadores, Cisco gana a Huawei debido a los siguiente: Si bien, el enrutador Cisco trae 512MB de memoria DRAM, y el router Huawei trae 1GB, se podría decir que, en esa característica, Huawei salió victorioso, sin embargo, no se debe despreciar que la memoria DRAM del enrutador Cisco es expansible, llegando a un tope de 2GB máximos de dicha memoria. Lo mismo ocurre con la memoria flash. En uno de los parámetros más principales, la cantidad de protocolos de enrutamiento soportados, Huawei obtiene la victoria al poseer 6 protocolos de enrutamiento más que Cisco. En protocolos de gestión remota, Cisco gana al poseer más y, además, posee el más utilizado en la actualidad:

protocolo telnet, mientras que Huawei solo posee un total de 5 protocolos de gestión remota. Y, por último, en el cumplimiento de normativas de red, Cisco y Huawei poseen la misma cantidad de normas cumplidas, por lo que, al ser un empate, no aplica para ninguno de los dos.

Finalmente se tiene que Cisco, le gana en 3 parámetros a Huawei mientras que este solo es superior en un solo ámbito. (ver Tabla 2-36)

Tabla 2-36: Comparación de parámetros de Routers

Parámetro	Router Cisco 2901	Router Huawei AR2220E	Mejor Router
Memoria DRAM	512MB, 2GB max	1 GB	Cisco
Memoria flash	256MB, 8GB max	512 MB	Cisco
Protocolos de enrutamiento soportados	OSPF, IS-IS, BGP, EIGRP, DVMRP, PIM-SM, IGMPv3, GRE, PIM-SSM, enrutamiento IPv4 estático, enrutamiento IPv6 estático. Total: 11	OSPF, IS-IS, RIP-1, RIP-2, BGP, IGMPv2, IGMP, PIM-SM, PIM-DM, IGMPv3, OSPFv3, MSDP, enrutamiento IPv4 estático, enrutamiento IPv6 estático, PBR, RIPng, IS-ISv6, BGP-4+. Total: 17	Huawei
Protocolos de gestión remota	SNMP 1, RMON, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c, HTTP, HTTPS, SSH. Total: 8	SNMP 1, RMON, SNMP 3, SNMP 2c, CLI. Total: 5	Cisco
Cumplimiento de normas	IEEE 802.1Q, IEEE 802.3af, IEEE 802.3ah, IEEE 802.1ah, IEEE 802.1ag. Total: 5 Normas	IEEE 802.3, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1p, IEEE 802.1x. Total: 5 normas	No aplica

Fuente: Elaboración propia.

2.9. CONCLUSIONES CISCO VS HUAWEI: PARÁMETROS DE CONMUTADORES

En los parámetros de los conmutadores, Huawei gana por 2 parámetros a Cisco, primero que nada, ambos poseen la misma cantidad de puertos de conmutación RJ-45, despreciando los demás puertos claramente. Sin embargo, el Switch Huawei posee una gran cantidad de VLANs, superando por 2977 VLANs a Cisco. En las velocidades soportadas por conectores Ethernet, ambos poseen las mismas velocidades. Para los estándares de red, Cisco cumple con muchos, pero Huawei cumple con los necesarios para su uso. Finalmente, en memoria flash, Huawei posee más que Cisco, lo que termina haciendo que Huawei quede en el mejor de los conmutadores.

Esto significa que, para redes de alta escala y baja escala, los conmutadores Huawei serán los que mejor vienen para la tarea. (ver Tabla 2-37)

Tabla 2-37: Comparación de parámetros de Switches

Parámetro	Switch Cisco	Switch Huawei	Mejor Switch
Cantidad de puertos RJ-45	24 puertos	24 puertos	No aplica
Número de VLANs	1023	4000	Huawei
Puertos tipo básico de conmutación RJ-45 Ethernet	Gigabit Ethernet (10/100/1000)	Gigabit Ethernet (10/100/1000)	No aplica
Estándares de red	IEEE 802.1ab, IEEE 802.1D, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.3, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3ae, IEEE 802.3af, IEEE 802.3ah, IEEE 802.3at, IEEE 802.3az, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x, IEEE 802.3z	IEEE 802.1D,IEEE 802.1p,IEEE 802.1x,IEEE 802.3az	Cisco
Memoria Flash	128 MB	200 MB	Huawei

Fuente: Elaboración propia.

2.10. CONCLUSIONES CISCO VS HUAWEI: CONCLUSIÓN FINAL

Para concluir, los productos Cisco son los que mejor rendimiento han presentado para una red, no obstante, debe mencionarse que los Switches Huawei poseen un mejor rendimiento que los de Cisco, por lo que, una red compuesta de conmutadores Huawei y enrutadores Cisco, tendría un muy buen desempeño. (ver Tabla 2-38)

Tabla 2-38: Comparación final de parámetros

Parámetro	**Mejor**
Pings	Cisco
Cantidad de líneas por configuración	Cisco
Parámetros de Routers	Cisco
Parámetros de Switches	Huawei

Fuente: Elaboración propia.

También debe mencionarse sobre los simuladores de cada compañía. Cisco, por su lado tiene el simulador de redes Packet tracer, el cual corresponde a un potente simulador con un amplio arsenal de dispositivos asi como cables y emulación de dispositivos terminales como sería un computador e incluso un celular. Por otro lado, Huawei posee el simulador ensp. Si bien, es un buen simulador, debe decirse que resulta ser muy básico, y esto, también aplica para dispositivos terminales como computadores, ya que, mientras que en Packet tracer, los computadores incluso pueden acceder al navegador de internet para probar servidores http, en ensp no se puede, solo permite la simulación de un terminal básico CMD de este, por lo que, en el ámbito de simuladores, Cisco resulta tener la mejor herramienta.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE COSTOS

3. COSTOS

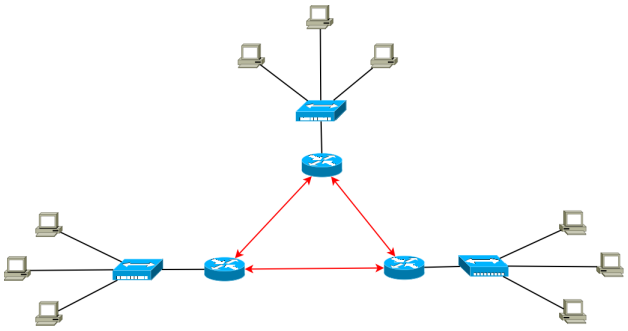
Se define costo como el valor monetario que produce la elaboración de un bien o servicio. Dicha elaboración, genera desgastes de los equipos utilizados por lo que requerirá un mantenimiento que también se sumará al costo final. El costo, corresponde a la suma monetaria de todos los gastos que genera la producción de dicho servicio. Para este proyecto, el valor de UF será el del día 3 de Agosto de 2021 ($29.760,52) y el valor del dólar será del día 2 de agosto ($753,880)

3.1. TIPOS DE COSTOS

Los costos se clasifican en dos tipos: Los costos explícitos y los costos implícitos. Los costos explícitos son los que normalmente se identifican de forma monetaria, por ejemplo, salario de los trabajadores, impuestos, inversiones, etc. Mientras que, al contrario de los costos explícitos, los implícitos son aquellos que no pueden ser medidos monetariamente, en este proyecto, estos se medirán a través de las horas hombre, tiempo de implementación, tiempos de mantención, etc.

3.2. EQUIPAMIENTO

Se implementará la topología de Cisco, ya que esta marca demostró el mejor desempeño en las pruebas realizadas en el capítulo anterior. Primero, se necesita identificar los dispositivos que componen la red Cisco, esto se realizará observando la topología (ver Figura 3-1)



Fuente: Software DIA

Figura 3 - 1: Topología de Red Cisco

En base al esquema de la figura 3-1, se identifican los materiales necesarios, así como la cantidad requerida y se escriben en la tabla 3-1:

Tabla 3-1: Cantidad de materiales para la implementación

Componente	**Cantidad requerida**
Conmutador Cisco	3
Enrutador Cisco	3
Cable Fast Ethernet 5E	12
Cable Serial DTE a DCE	3

Fuente: Elaboración propia.

3.2.1. Cotización de material

Para la implementación de la red Cisco, es necesario minimizar al máximo los costos posibles, por ende, la cotización se realizará en las tiendas que posean el menor precio de los materiales previamente identificados, así como también se reducirán los costos implícitos

Se mostrarán los costos de cada componente para determinar un costo final en materiales de implementación.

3.2.2. Router

Un Router o enrutador, es un dispositivo destinado a controlar el tráfico de información en la red, así como crear caminos que permitan la correcta conexión entre computadores. Un enrutador es muy importante en la red, ya que, de cierto modo es el que permite la existencia de esta. Para este proyecto se utilizará el enrutador Cisco 2901 ya que es el que la simulación posee y el más usado en todas las prácticas de laboratorio.

En la siguiente tabla, se presenta la cotización del producto (ver tabla 3-2)

Tabla 3-2: Cotización Router

Vendedor	Componente	Precio unitario	Cantidad	Costo final	Costo en CLP
Router-Switch.com	Router Cisco 2901	US$1,364.00	3	US$4,092.00	$3.084.877

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Switch

Los conmutadores permiten concentrar la red de computadores en este mismo, de esta manera, no se tendrán que conectar todos los hosts de la red al enrutador. Asimismo, se pueden crear varias redes en diferentes conmutadores y unirlas a un solo router para asi compartir tráfico de dato entre redes. Para este proyecto se escogió el Switch Cisco 2960 debido a su buen rendimiento en topologías y a que es el más utilizado en las prácticas de laboratorio por lo que se posee un dominio de este en conocimientos.

La cotización se presenta en la siguiente tabla: (ver tabla 3-3)

Tabla 3-3: Cotización Switch

Vendedor	Componente	Precio unitario	Cantidad	Costo final	Costo en CLP
spdigital.cl	Switch Cisco 2960	$1.723.120	3	5.169.360	$5.169.360

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Cable Fast Ethernet

Las conexiones realizadas desde los hosts hacia los switches y desde switches a enrutadores son realizadas mediante cables Fast Ethernet. Dicho cable permite velocidades máximas de 100 Megabits por segundo, por lo que permite tazas de transferencias muy buenas para una red básica.

A continuación, se presenta la tabla correspondiente de la cotización. (ver Tabla 3-4)

Tabla 3-4: Cotización cable Fast Ethernet

Vendedor	Componente	Precio unitario	Cantidad	Costo final	Costo en CLP
wei.cl	CABLE ULINK P. CORD UTP CAT5E 0.5 MTS. AZUL	$890	12	10.680	$10.680

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Cable Serial DTE a DCE

El cable serial DTE a DCE permite la conexión desde un extremo del router (puerto DB-60) el cual consiste en el puerto de una interfaz WAN serial. Es el encargado de conectar enrutadores entre sí. Para el proyecto se utilizará el CAB-SS-2626X DTE de 26 pines a 26 pines DCE.

La cotización se presenta a continuación (ver tabla 3-5):

Tabla 3-5: Cotización de Cable serial DTE a DCE

Vendedor	Componente	Precio unitario	Cantidad	Costo final	Costo en CLP
aliexpress.com	CAB-SS-2626X DTE de 26 pines a 26 pines DCE	$8.550	3	25.650	$25.650

Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Cotización total

A continuación, se presentará la suma de todas las cotizaciones para dar lugar a la cotización final de costos explícitos. (ver Tabla 3-6)

Tabla 3-6: Cotización final de costos explícitos

Vendedor	Componente	Precio por unidad	Cantidad	Costo final	Costo en CLP
Router-Switch.com	Router Cisco 2901	US$1,364.00	3	US$4,092.00	$3.084.877
spdigital.cl	Switch Cisco 2960	$1.723.120	3	5.169.360	$5.169.360
wei.cl	CABLE ULINK P. CORD UTP CAT5E 0.5 MTS. AZUL	$890	12	10.680	$10.680
aliexpress.com	CAB-SS-2626X DTE de 26 pines a 26 pines DCE	$8.550	3	25.650	$25.650
				Subtotal	8.290.567
				IVA (19%)	1.575.207
				Total	9.865.774
				Costo total en UF	331.59 UF

Fuente: Elaboración propia

3.3. CAPACITACION Y MANTENCION

Para la implementación del presente proyecto será necesario un personal especializado, es decir, deben poseer un conocimiento decisivo sobre los equipos que instalarán, así como sus configuraciones, ya que esto asegura un correcto funcionamiento, así como la calidad de servicio para los hosts que harán uso de la red implementada.

También, será necesaria una mantención adecuada de los equipos cada año como minimo para asegurar la longevidad de la red y del buen servicio.

3.3.1. Capacitación

El personal que implementará la red deberá tener el Curso de Técnico en Redes Cisco CCNA Routing & Switching el cual tiene un precio de 12.01 UF. Con esta herramienta, se podrá realizar una correcta implementación de la red, así como preparar a los técnicos para futuras mejoras de esta en caso de que comience a escalar dicha red.

Este requerimiento se debe a que se necesita asegurar la calidad tanto en la instalación de la red asi como de servicio (Quality of service). Esto implica el análisis del lugar donde se implementará la red (Altura, índices de humedad, temperatura, etc)

3.3.2. Mantención

Como se mencionó en el punto 3.3, se deberá realizar una mantención cada año como mínimo para asegurar el correcto funcionamiento de los equipos que componen la red, así como evitar errores en esta. Pero mientras más mantenciones al año se realicen, mejor será ya que nos garantizará una longevidad del proyecto. El motivo de esto es que, cada mes, van cambiando las condiciones climáticas vale decir, temperatura y humedad. Así como también se va acumulando el polvo presente en el aire en los equipos. Si este polvo llega exponerse a la humedad podría ocasionar leves daño a las instalaciones de la red. Es por esto, que mientras más mantenciones al año se realicen, mucho mejor será el rendimiento del servicio y extenderá la vida útil de la red.

3.4. MANO DE OBRA

Además de los costos ligados a los materiales necesarios para la implementación de la red, no se debe ignorar los costos establecidos por la mano de obra, es decir, por el personal que instalará la red.

La red será implementada por un técnico en telecomunicaciones y redes certificado en el curso de Cisco CCNA Routing & Switching el cual deberá ejecutar las tareas que están en la tabla de procesos (ver tabla 3-7)

Según Neuvoo.cl, la remuneración de un técnico en telecomunicaciones y redes es de $3077 por hora, pero debido a que está certificado en el curso de Cisco, la remuneración aumenta a $ 5231 por hora.

El costo total por mano de obra es de $ 175.239 y será desarrollado en 5 días hábiles. (ver Tabla 3-7)

Tabla 3-7: Tiempo y costos asociados a tareas a desarrollar

Tarea	**Horas hombre**	**Valor total en pesos chilenos**	**Valor total en UF**
Planificación y estudio del lugar donde se realizará la instalación	24	$125.544	4,22 UF
Instalación de enrutadores y switches	3	$15.693	0,53 UF
Conexiones físicas de enrutadores y switches	0,5	$2.616	0,09 UF
Configuraciones de enrutadores	6	$31.386	1,05 UF
Total	33,5	$175.239	5,89 UF

Fuente: Elaboración propia.

3.5. COSTO TOTAL DEL PROYECTO

Realizando la suma de los costos relacionados a materiales con los costos asociados a mano de obra, se sumariza en la tabla 3-8 para estimar el costo total del proyecto:

Tabla 3-8: Costo total del proyecto a implementar

Costos	Valor por unidad	Cantidad	Valor final
Router Cisco 2901	$1.038.536	3	$3.084.877
Switch Cisco 2960	$1.723.120	3	$5.169.360
CABLE ULINK P. CORD UTP CAT5E 0.5 MTS. AZUL	$890	12	$10.680
CAB-SS-2626X DTE de 26 pines a 26 pines DCE	$8.550	3	$25.650
IVA	19%	1	$1.575.207
Horas Hombre	$5.231	33,5H	$175.239
		Subtotal	**$10.041.013**
		Gasto por imprevistos (17%)	**$1.706.973**
		Costo total	**$11.747.985**
		Costo total en UF	**394.75UF**

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio comparativo de routers Cisco contra routers Huawei que se realizó en este proyecto permitió encontrar una solución y un punto de equilibrio entre estos dos gigantes de las Telecomunicaciones.

En el capítulo 1, se presentan los antecedentes de cada compañía lo cual nos permitió hacernos una imagen de las fortalezas, así como debilidades de esta. De esta forma, también se establece la problemática a abordar en el proyecto. Esto conlleva al desarrollo de tres posibles soluciones, pero debido a la falta de información más detallada sobre cuál será la mejor solución, se optó por la implementación de las tres.

En el capítulo 2, se implementaron las tres soluciones y se sometieron a las pruebas establecidas en este. Como resultado, se obtuvo que la primera solución presentaba mejores resultados, mientras que la segunda presentaba buenos resultados, pero una alta latencia y la tercera se volvió impracticable. Dado esto, la primera solución resulto ser la mejor y se prepara para el cálculo de costos en el capítulo tres.

Por último, el capítulo 3 se evaluaron los costos de la solución uno. Primero se calculó el valor total de cada material y equipo necesario para implementar dicha solución, agregando también, el impuesto de valor adquirido IVA. Luego, se calcularon los costos por mano de obra, así como horas hombre necesarias para realizar la solución. Finalmente, se realiza la suma total de costos explícitos con costos implícitos más los costos imprevistos y se estableció el costo total del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. https://www.ecured.cu/Cisco#:~:text=Cisco%20Systems%20fue%20fundada%20en,de%20un%20sistema%20de%20enrutadores
2. https://www.neoteo.com/cisco-systems-los-mejores-desarrolladores/
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Cisco_Systems#cite_note-15
4. https://es.wikipedia.org/wiki/Cisco_Systems#Historia
5. https://en.wikipedia.org/wiki/Huawei#History
6. https://es.wikipedia.org/wiki/Huawei#Historia
7. https://es.wikipedia.org/wiki/3Com
8. https://es.wikipedia.org/wiki/NortonLifeLock
9. https://es.wikipedia.org/wiki/TD-SCDMA
10. https://es.wikipedia.org/wiki/IBM
11. https://computerhoy.com/reportajes/industria/huawei-historia-672315
12. https://es.wikipedia.org/wiki/Ingeniería_inversa
13. https://www.huawei.com/minisite/whoishuawei/journey.html
14. http://www.dewuit.com/en/product/HUAWEI-CC08.html
15. https://en.wikipedia.org/wiki/Stored_program_control
16. https://blog.movical.net/cuales-son-las-diferencias-entre-gsm-y-cdma
17. https://wimaxforum.org/Page/About
18. https://es.wikipedia.org/wiki/Interoperabilidad#:~:text=En%20este%20sentido%2C%20el%20Marco,de%20organizaciones%20y%20sistemas%20dispares
19. https://martinroll.com/resources/articles/strategy/huawei-transforming-chinese-technology-business-global-brand/#:~:text=Huawei%20Technologies%20was%20founded%20in,China%20as%20urban%20populations%20exploded.

ANEXOS

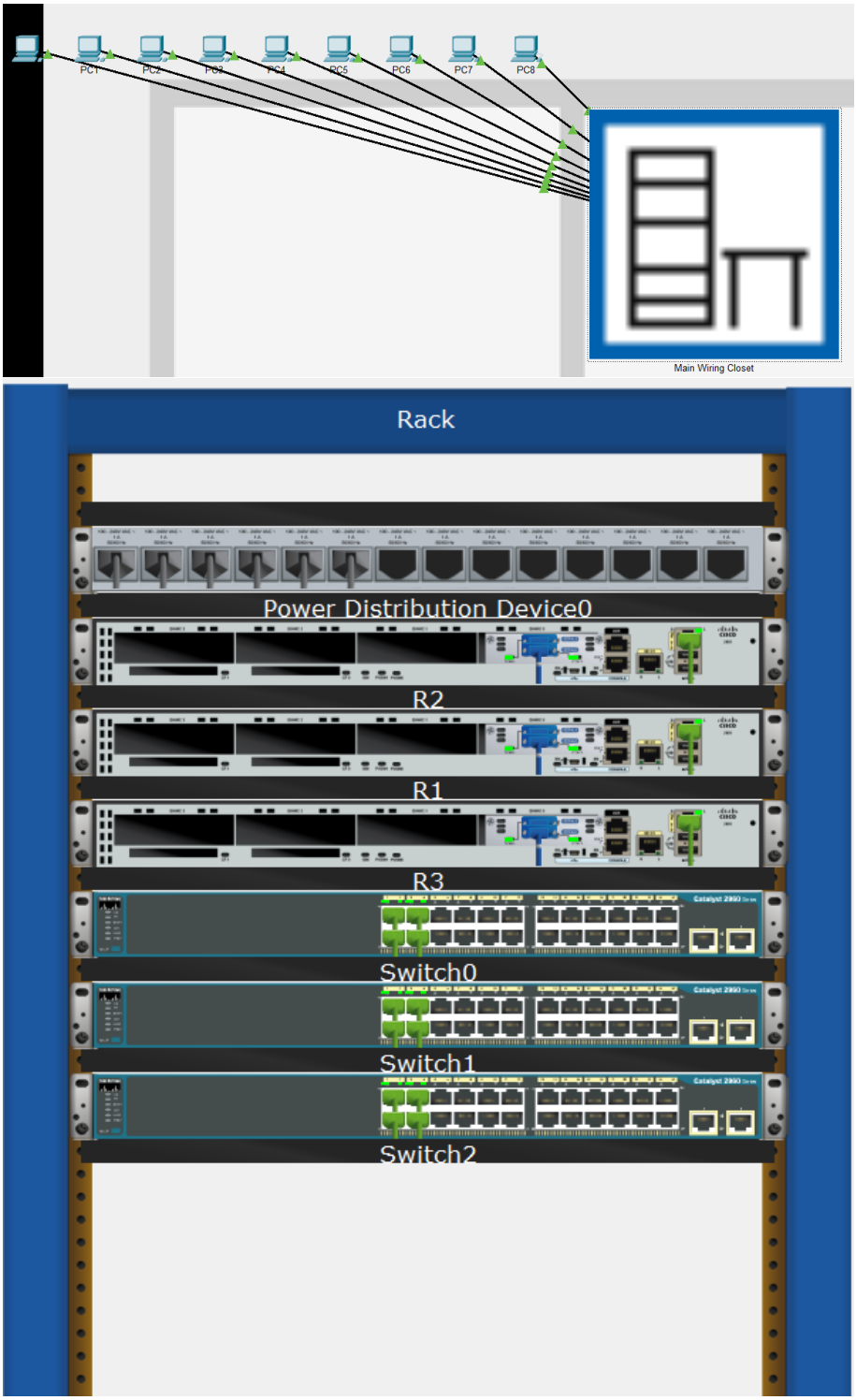
Anexo A: Glosario

Router: También conocido como enrutador, corresponde a un dispositivo cuya función es la de interconectar una o más computadoras. Esto lo logra mediante protocolos de enrutamiento ya sean estáticos o dinámicos.

Switch: También conocido como conmutador, es un dispositivo que cumple la función de conectar físicamente muchos hosts a este para crear el cuerpo de una red. Vale decir, que necesita del router que este funcionará como el corazón de la red.

Host: También denominado anfitrión, es un término utilizado en informática para hacer referencia a los computadores, tablets, celular, laptops y otros dispositivos que están conectados a la red y proveen o usan servicios de esta.

Cable Cat 5: Cable de categoría 5 correspondiente a un cable de par trenzado terminado con la norma TIA/EIA 568B. Permite transmitir datos hasta velocidades de 100Mbps

Cable Serial DTE: El cable serie DTE, es un cable utilizado para conectar físicamente dos enrutadores. De esta forma, permite el reenvio de datos entre estos asi como compartir tablas de enrutamiento. Su longitud máxima es de 15m debido al ruido.

Anexo B: Topologia física