



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE TELECOMUNICACIONES

DISEÑO DE UNA RED DE DATOS PARA LA UNIDAD EDUCATIVA

"PRIMICIAS DE LA CULTURA DE QUITO"

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero en Telecomunicaciones

AUTOR: GUILLERMO XAVIER ZAMORA LIMAICO

TUTOR: JUAN CARLOS DOMÍNGUEZ AYALA

Quito - Ecuador

2024

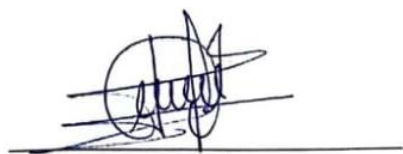
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Guillermo Xavier Zamora Limaico con documento de identificación N° 1003120688
manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la
Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera
total, o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 20 de febrero del año 2024.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'G' followed by 'XZ' and 'Limaico', written over a horizontal line.

Guillermo Xavier Zamora Limaico
1003120688

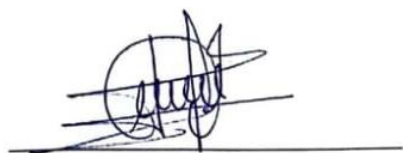
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Guillermo Xavier Zamora Limaico, con documento de identificación No. 1003120688, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Diseño de una red de datos para la Unidad Educativa “Primicias de la Cultura de Quito””, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Telecomunicaciones, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 20 de febrero del año 2024.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'G' and 'X' followed by 'Zamora Limaico', written over a horizontal line.

Guillermo Xavier Zamora Limaico
1003120688

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Carlos Domínguez Ayala con documento de identificación No. 1713195590 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO DE UNA RED DE DATOS PARA LA UNIDAD EDUCATIVA "PRIMICIAS DE LA CULTURA DE QUITO", realizado por Guillermo Xavier Zamora Limaico con documento de identificación No. 1003120688, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 20 de febrero del año 2024

Atentamente,



Ing. Juan Carlos Domínguez Ayala, MSc
1713195590

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia, por ser el pilar y fuente de constante apoyo durante mi proceso de formación en estos años de estudio; debido a que con su amor incondicional han sido mi mayor motivación en este desafío, para mantener la confianza y el interés en este proyecto.

Dirijo este trabajo al equipo de profesionales que generosamente contribuyeron en mi investigación, aportando conocimientos y perspectivas invaluable que enriquecen este trabajo.

Asimismo, dedico esta investigación a mi tutor de Proyecto Técnico el Ingeniero Juan Carlos Domínguez Ayala, MSc. cuya experiencia, guía y paciencia han desempeñado un papel fundamental al facilitar el éxito de mi persona en dicha investigación, proporcionando la guía necesaria para desarrollar un trabajo académico sólido y significativo.

Guillermo Xavier Zamora Limaico

AGRADECIMIENTOS

Mi profunda gratitud primeramente a Dios por ser mi guía y fortaleza en este camino, por brindarme salud, sabiduría y perseverancia para culminar esta etapa de mi vida.

Expreso mi gratitud a mis padres, cuyo amor ha iluminado mi vida, su ejemplo me ha inspirado a seguir adelante y ser optimista en momentos difíciles, agradezco también a mis hermanos, mis cómplices de vida, quienes con su alegría y apoyo aligeraron la carga en este arduo recorrido, ayudándome a superar los difíciles desafíos que he encontrado.

Agradezco a mis mentores por ser faros de sabiduría y guiarme a lo largo del sendero del conocimiento, el aprendizaje y la superación constante. Además, quiero agradecer a todas las personas que han contribuido significativamente a mi vida durante estos años de dedicación y estudio. Sin duda, su valiosa contribución ha sido crucial para superar el gran desafío que implica completar con éxito esta tesis.

Guillermo Xavier Zamora Limaico

CONTENIDO

Tabla de contenido

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	I
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	II
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
CONTENIDO	VI
INDICE DE FIGURAS	IX
INDICE DE TABLAS	X
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPITULO I: ANTECEDENTES	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	2
1.3 OBJETIVOS	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 METODOLOGÍA	3
1.4.1 Positivista-Cuantitativo	3
1.4.2 Experimental.....	3
1.4.3 Descriptivo	3
1.4.4 Red de “Primicias de la Cultura de Quito”	3
CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS	5
2.1 REDES DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES EN ENTORNOS EDUCATIVOS.....	5
2.1.1 Evolución de las Redes Educativas:	5
2.1.2 Tendencias Actuales en Redes Educativas	5
2.2 ARQUITECTURA DE RED Y PROTOCOLOS.....	6
2.2.1 Arquitecturas de Red	6
2.2.2 Seguridad de Arquitecturas de Red Educativas.....	6
2.2.3 Modelo OSI	6

2.2.4	Arquitectura TCP/IP	7
2.3	RED LOCAL	9
2.3.1	Medios de transmisión.....	9
2.3.2	Arquitectura LAN.....	11
2.3.3	Componentes de las LAN.....	11
2.3.4	Direccionamiento IP	12
2.3.5	Redes LAN virtuales (VLAN).....	13
2.3.6	Seguridad	13
2.4	PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE REDES	14
2.4.1	Métodos y planificación de redes	15
2.4.2	Herramientas de diseño de red.....	15
2.5	CABLEADO ESTRUCTURADO.....	15
2.5.1	Área de Trabajo	15
2.5.2	Topologías de Red en Entornos Educativos	16
2.5.3	Selección de Cable y Componentes.....	16
2.5.4	Normativas y Estándares	16
CAPÍTULO III: LEVANTAMIENTO DE LÍNEA BASE		18
2.6	INTRODUCCIÓN	18
2.7	ANTECEDENTES	18
2.8	DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA	18
3.1	ANÁLISIS DE LA RED DE DATOS	20
3.1.1	Topología de la red de datos.....	20
3.2	IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CONECTIVIDAD Y COMUNICACIÓN.....	20
3.3	SELECCIÓN DE HARDWARE Y TECNOLOGÍAS APROPIADAS	20
3.4	DEFINICIÓN DE CONFIGURACIÓN INICIAL	21
3.5	DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	21
CAPÍTULO IV: DISEÑO.....		22
3.6	INTRODUCCIÓN	22
3.7	ANTECEDENTES	22
3.8	DISEÑO DE RED JERÁRQUICA.....	22
3.8.1	Capa de Acceso	22
3.8.2	Capa de Distribución:	23
3.8.3	Capa Central:	23

4.1	CAPAS EN EL DISEÑO DE RED Y ELECCIÓN DE EQUIPOS PARA LA UNIDAD EDUCATIVA.....	24
4.1.1	Capa de Enlace de Datos	24
4.1.2	Red WLAN.....	24
4.1.3	Capa de Red.....	26
4.1.4	Capa de Transporte	31
4.1.5	Capa de Aplicación.....	32
4.2	ANÁLISIS DE TRÁFICO.....	32
4.2.1	Cálculo de volumen de tráfico.....	32
4.2.2	Tráfico de aplicaciones	32
4.2.3	Distribución del ancho de banda	34
4.3	SEGURIDAD TÉCNICA DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED	35
4.3.1	FHS.....	35
4.3.2	EtherChannel	35
4.3.3	Port Security	36
4.3.4	DHCP Snooping	36
4.4	CALIDAD DE SERVICIO (QoS).....	37
4.4.1	Router	37
4.4.2	Switch	37
	CAPÍTULO V: SIMULACIÓN Y PRUEBAS.....	38
5.1	INTRODUCCIÓN.....	38
5.2	ANTECEDENTES	38
5.3	SIMULACIÓN PACKET TRACER.....	38
5.3.1	Configuración de VLANs e interfaces	39
5.3.2	Configuración de Troncales y Enrutamiento.....	41
5.3.3	Configuración DHCP	42
5.3.4	Prueba de conexión.....	43
	CAPITULO VI: ANÁLISIS DE COSTOS.....	45
6.1	Validación.....	45
6.2	Análisis económico del proyecto	45
6.2.1	Proforma del proyecto Técnico	47
	CONCLUSIONES	48
	RECOMENDACIONES	49
	LISTA DE REFERENCIAS	50
	ANEXOS	52

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Modelo OSI	7
Figura 2.	Arquitectura TCP/IP	8
Figura 3.	Topologías de red LAN	9
Figura 4.	Par trenzado sin blindaje	10
Figura 5.	Cable par trenzado con blindaje	10
Figura 6.	Estrutura de Fibra Óptica	11
Figura 7.	Formato de direccionamiento IP	12
Figura 8.	Pares-pines Rj45 T568A y T568B	16
Figura 9.	Ubicación “Primicias de la cultura Quito”	19
Figura 10.	Modelo Jerárquico de CISCO	23
Figura 11.	Conexión WIRELESS de la red.	25
Figura 12.	Access Point TPLINK EAP115	25
Figura 13.	Características EAP 115	26
Figura 14.	Red física propuesta	27
Figura 15.	Red Física propuesta para la unidad educativa PCQ	27
Figura 16.	Router Mikrotik RB760IGS	29
Figura 17.	Conmutador de red Cisco Catalyst WS-C2960S-48TS-L 48 puertos GbE PoE 4*SFP	30
Figura 18.	Gabinete Panduit en pared	30
Figura 19.	Características técnicas	31
Figura 20.	Simulación EtherChannel en Paket tracer	35
Figura 21.	Configuraciones EtherChanel	35
Figura 22.	Configuraciones Port Security	36
Figura 23.	Configuración DHCP Snooping	36
Figura 24.	Topología de red simulada en el software packet tracer	39
Figura 25.	Simulación de dispositivos y VLANs para estudiantes, colaboradores e Invitados	39
Figura 26.	Visualización de VLANS e Interfaces creadas	40
Figura 27.	Simulación VLANs y dispositivos para Administración y Videovigilancia	40
Figura 28.	Visualización de VLANS e Interfaces creadas para administración y videovigilancia	40
Figura 29.	Enlaces troncales entre Switchs y Router	41

Figura 30.	Visualización enrutamiento Inter-Vlans	42
Figura 31.	Configuración DHCP para la red de Estudiantes e Invitados	42
Figura 32.	Comprobación de dispositivo final con DHCP	43
Figura 33.	Verificación de conexión entre un dispositivo inalámbrico con administración	43

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Estándares ANSI/TOA-ISO/IEC	17
Tabla 2.	Códigos y estándares de cableado estructurado.....	17
Tabla 3.	VLANs en las diferentes áreas dentro de la Unidad Educativa.....	24
Tabla 4.	Direccionamiento IP, VLANs y Puertos según el requerimiento.	28
Tabla 5.	Comparativa de distintos equipos de enrutamiento.....	28
Tabla 6.	Características de Mikrotik RB760IGS	29
Tabla 7.	Comparativa de diferentes modelos de Switch.....	29
Tabla 8.	Protocolos capa transporte.....	31
Tabla 9.	Servicios capa de Aplicación del modelo TCP/IP	32
Tabla 10.	Implementación de políticas de QoS.....	32
Tabla 11.	Distribución de ancho de banda.....	34
Tabla 12.	Direccionamiento IP y VLANs implementadas en la simulación.....	39
Tabla 13.	Interfaces troncales.....	41
Tabla 14.	Interfaces virtuales para el enrutamiento del Router 0	41
Tabla 15.	Costos de Equipos para la Institución Educativa “PCQ”	45
Tabla 16.	Tiempo de implementación del proyecto	46
Tabla 17.	Proforma para el Proyecto Primicias de la Cultura Quito.....	47

RESUMEN

Enfocar una red de datos para la Unidad Educativa “PCQ” es el propósito de este proyecto técnico, dado que la entidad no cuenta con una red que complazca a toda necesidad de comunicación y conectividad. Es fundamental que cruciales escuelas cuenten con redes sólidas y confiables, ya que la conectividad y el acceso a los tics ya que son muy fundamentales para que las escuelas tengan redes sólidas y confiables, ya que la conectividad y el acceso a los tics.

Los objetivos específicos incluyen realizar un diagnóstico de la red existente, diseñar la nueva red considerando requisitos de ancho de banda y seguridad, implementar una simulación para validar el diseño y realizar un análisis financiero con el fin de cumplir el objetivo general que es crear una red de datos eficiente para la Unidad Educativa.

La metodología se basa en un enfoque cuantitativo con un diseño descriptivo y experimental. Conceptos de redes de información, arquitectura y diseño de redes educativas, tecnologías emergentes y estudios de caso se encuentran en el marco teórico.

La comunidad educativa de la Unidad Educativa “PCQ”, los docentes y los estudiantes, son los beneficiarios del proyecto, dado que cuenta con una red eficiente y moderna que respalda el aprendizaje y enseñanza con procesos. Los resultados esperados incluyen un diagnóstico del estado actual de las cosas, una propuesta de diseño de red, una simulación diseñada para la red y un análisis de sostenibilidad.

ABSTRACT

This technical project's goal is to focus on a data network regarding the "PCQ" Educational Unit, since the entity does not have a network that meets all communication and connectivity needs. It is essential that crucial schools have solid and reliable networks, since connectivity and access to ICTs are very fundamental for schools to have solid and reliable networks, since connectivity and access to ICTs.

The specific objectives include diagnosing the existing network, designing the new network considering bandwidth and security requirements, implementing a simulation to confirm the design, and performing a financial analysis in order to meet the general objective of creating an efficient data network for the Curriculum Unit.

The methodology employs a quantitative approach that combines an experimental. Concepts of information networks, educational network architecture and design, emerging technologies, and case studies are found in the theoretical framework.

The educational community of the "PCQ" Educational Unit, teachers and students, are the beneficiaries of the project, since it has an efficient and modern network that supports learning and teaching processes. Expected results include a diagnosis of the current state of affairs, a network design proposal, a simulation designed for the network, and a sustainability analysis.

INTRODUCCIÓN

Infraestructura y tecnología de la información de redes han hecho parte importante del sector educativo, la eficiencia de la utilización de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje, el acceso a recursos digitales, superación constante, además, quiero obstaculiza su capacidad para utilizar plenamente el potencial de la tecnología.

El propósito de este proyecto es establecer una red de datos mejor para el sector educativo Primicias de la Cultura Quito, de hecho, este problema debe ser resuelto mediante un diseño de red reciente que cumple con los requisitos de la organización ya que el propósito consiste en examinar las exigencias de conectividad del colegio, diseñar la arquitectura de red apropiada, evaluar las ventajas técnicas y la viabilidad económica y comparar las soluciones propuestas.

Estos resultados sirven como base y motivación para la implementación de mejoras en la red con el fin de mejorar añadiendo tecnología de la información a las actividades escolares, en general, el objetivo del proyecto es destacar la relevancia de la nueva infraestructura de red para las instituciones educativas de Ecuador. Se debe fomentar la adopción de tecnología para mejorar la enseñanza y proporcionar a los estudiantes las competencias necesarias, para el sector educativo de Primicias de la Cultura en Quito, una red de datos bien planificada será crucial para alcanzar este objetivo. Problema planteado, objetivos, marco conceptual, los métodos y los resultados se discuten en las siguientes secciones.

CAPITULO I: ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Unidad educativa PCQ, no cuenta con una red de datos que cubra las necesidades básicas, el buen funcionamiento de los servicios y aplicaciones que requieren los estudiantes y docentes.

Enfrentan grandes desafíos con su infraestructura de redes y comunicaciones. En la era digital actual, en la que la conexión y el acceso son clave para un aprendizaje y una enseñanza de calidad, es esencial que las escuelas cuenten con una red sólida y confiable. Es fundamental para una educación efectiva, por lo que las instituciones educativas necesitan redes sólidas y confiables que les permitan aprovechar las tecnologías digitales.

Se han observado una serie de dificultades relacionadas con su red actual, lo cual es muy crítico ya que esta Institución no cuenta con servicio de Internet.

Es evidente que se requiere una intervención para abordar estos problemas y diseñar una red de datos y comunicaciones eficiente que satisfaga las necesidades específicas de la Unidad Educativa “PCQ”. Esta intervención debe tener en cuenta aspectos clave como cobertura, ancho de banda, escalabilidad, seguridad y accesibilidad, entre otros.

El propósito de esta iniciativa es analizar las necesidades de conectividad y comunicación de la institución, diseñar una red que satisfaga estas necesidades y proponer soluciones concretas para mejorar la infraestructura de red. Todo ello se realizará considerando aspectos de planificación, alternativas técnicas y evaluaciones económicas, para lograr una solución eficiente y viable.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto es importante porque permitirá mejorar la red de la Unidad Educativa “PCQ”, como respuesta a los desafíos identificados y las demandas actuales de conexión y acceso al ámbito educativo.

La conectividad y las TIC son fundamentales en la educación actual, ya que una red eficiente en una institución educativa permite el acceso a recursos digitales, herramientas colaborativas y plataformas virtuales, enriqueciendo la experiencia educativa y promoviendo habilidades tecnológicas necesarias en el siglo XXI. La adecuada implementación de una red confiable facilita la interacción, el aprendizaje en línea y la adquirir habilidades tecnológicas para los estudiantes como los docentes.

A pesar de la importancia respecto a la tecnología, en Ecuador muchas escuelas aún no han actualizado sus redes de datos para usarlas como una herramienta útil para la educación. Además, no ha habido conciencia sobre la necesidad de incorporar tecnología en las instituciones educativas ecuatorianas. En nuestro país se necesita promover más utilizando tecnología y de tal manera mejorar la calidad educativa en los centros educativos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- ✓ Diseñar una red de datos para la Unidad Educativa Primicias de la Cultura de Quito.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Crear una base de infraestructura de red existente en la institución educativa, evaluando cobertura, velocidad y estabilidad.
- ✓ Diseñar una nueva red que cumpla los requisitos de conectividad y comunicación de la institución.
- ✓ Implementar una simulación de la red de esta manera en el diseño evaluar el rendimiento y capacidad en diferentes escenarios.
- ✓ Evaluar la viabilidad realizando un análisis financiero económica de implementar la nueva infraestructura.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Positivista-Cuantitativo

Abordamos la investigación desde una perspectiva positivista, buscando una comprensión objetiva y cuantitativa. Utilizamos datos métricos para evaluar con precisión el rendimiento de la red.

1.4.2 Experimental

Elegimos un enfoque experimental para ejecutar las operaciones en simulación para evaluar el impacto de diferentes configuraciones en el rendimiento de la red.

1.4.3 Descriptivo

El alcance del estudio es descriptivo, mostrando el estado actual de la red y cómo cambiará el nuevo diseño.

1.4.4 Red de “Primicias de la Cultura de Quito”

Nos centraremos en análisis de red de datos actual en la institución educativa, centrándonos en aspectos clave como la capacidad y la eficiencia. Este enfoque garantiza una investigación sólida y sistemática, con resultados mensurables y efectivos para respaldar nuestras decisiones.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Este capítulo cubre conceptos clave y conocimientos actuales del diseño de redes de datos para entornos educativo, se examinaron los diversos métodos y procedimientos relacionados con el sustento técnico de las decisiones tomadas en la propuesta del diseño de la red de la PCQ.

2.1 REDES DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES EN ENTORNOS EDUCATIVOS.

Las redes de información permiten que los dispositivos informáticos se conecten para compartir recursos y facilitar la comunicación. Incluye dispositivos activos como cables, enrutadores y conmutadores, así como protocolos que controlan la transmisión de datos (Tanenbaum & Wetherall, 2011).

En el entorno educativo, las redes brindan servicios clave para el proceso de enseñanza, incluidas conexiones de red, plataformas virtuales, recursos en la nube y aplicaciones colaborativas, pueden integrar voz, video y datos en un solo sistema.

2.1.1 Evolución de las Redes Educativas:

Explora cómo las redes en la educación han cambiado con el tiempo y cómo estas transformaciones han afectado la eficiencia y la capacidad de las instituciones.

2.1.2 Tendencias Actuales en Redes Educativas

Analiza los cambios en las redes educativas actuales, como el auge de la educación en línea, la movilidad de los dispositivos y las necesidades de BW.

2.2 ARQUITECTURA DE RED Y PROTOCOLOS

Una arquitectura de protocolo que es en capas cuenta con elementos de hardware y software destinados a facilitar la comunicación entre sistemas. TCP es la arquitectura de protocolo más utilizada.

La arquitectura de red define la topología y los componentes que permiten interconectar equipos y transmitir información de manera fiable y eficiente (Cisco, 2022).

En instituciones educativas se emplean principalmente redes LAN para interconectar aulas y oficinas, redes WAN para enlazar sedes remotas, redes WLAN para movilidad y acceso inalámbrico, y se requiere una cuidadosa integración de estos elementos.

2.2.1 Arquitecturas de Red

Profundiza en los diferentes tipos de arquitecturas de red, como las redes centralizadas, distribuidas y en malla. Analiza cómo cada tipo puede aplicarse a entornos educativos.

2.2.2 Seguridad de Arquitecturas de Red Educativas

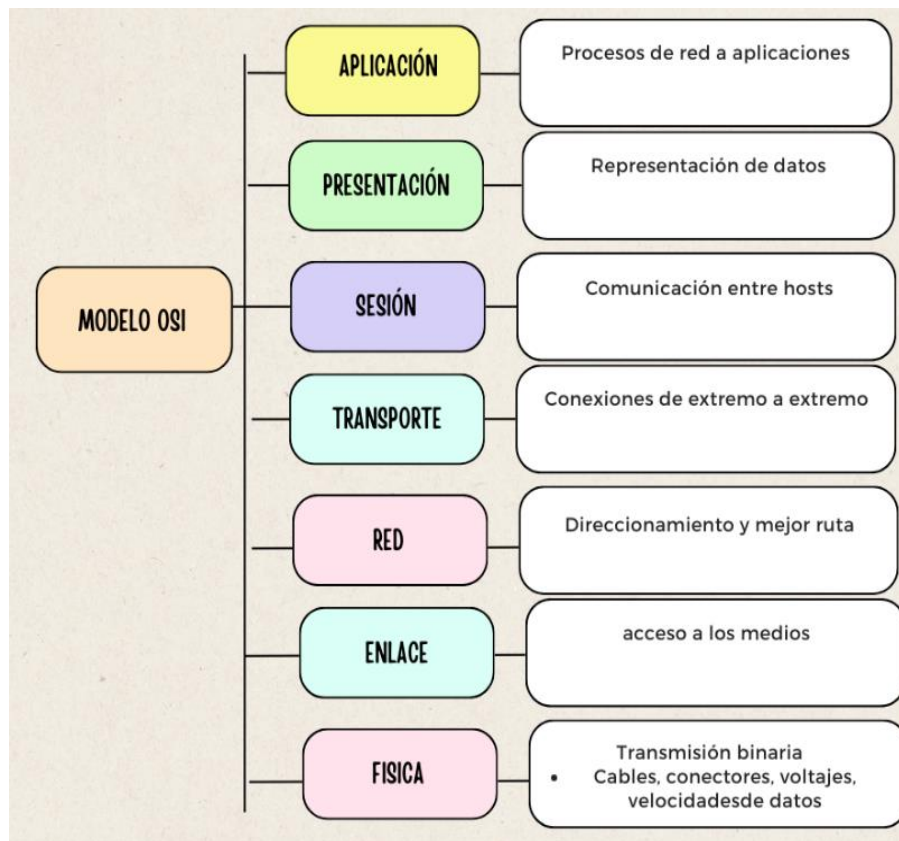
Examina las consideraciones de seguridad específicas para las redes en entornos educativos, incluyendo la protección contra amenazas y el acceso seguro.

2.2.3 Modelo OSI

El modelo OSI, desarrollado por la ISO, establece una estructura jerárquica de siete capas para las funciones de comunicación en redes. Su objetivo es proporcionar un marco que permita la interoperabilidad internacional de sistemas abiertos, a diferencia de una

arquitectura de red, el modelo no especifica protocolos concretos, sino funciones generales para cada capa, facilitando el diseño de redes independientes de sistemas propietarios, a continuación, se proporciona una breve definición de cada una en las capas como se visualiza en la Figura 1.

Figura 1. Modelo OSI

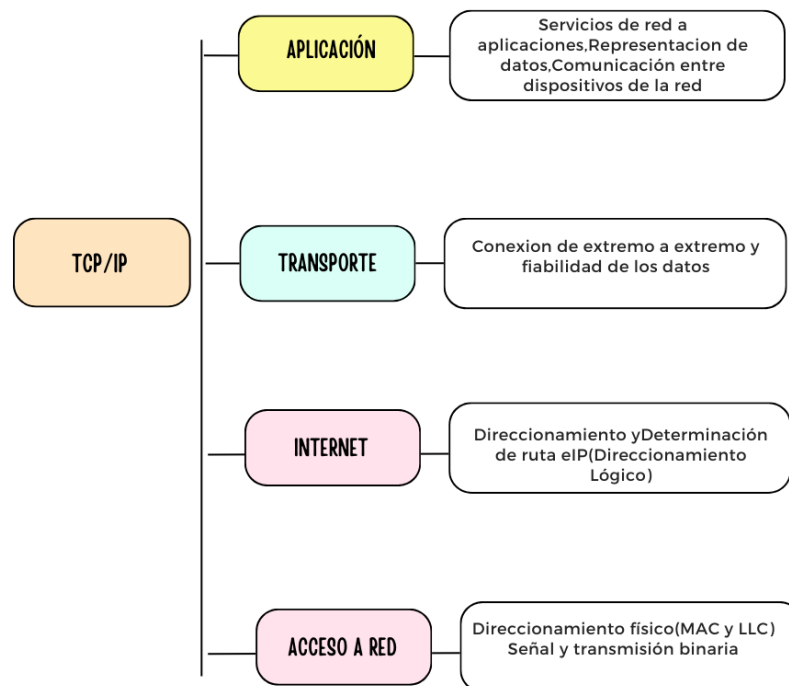


Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

2.2.4 Arquitectura TCP/IP

El modelo de comunicaciones en red estándar que crea una base de infraestructura (TCP/IP), establece una serie de reglas y protocolos que facilitan la interoperabilidad entre redes y sistemas diversos. Se organiza en cuatro capas o niveles, Figura 2.

Figura 2. Arquitectura TCP/IP



Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

- **Capa Aplicación**

Capa de usuario y contiene protocolos de redireccionamiento e interfaz de usuario para aplicaciones como mensajería instantánea, correo electrónico y transferencia de archivos, HTTP, SMTP, FTP y SSH son algunos ejemplos.

- ✓ **Capa Transporte**

Utiliza TCP y UDP para permitir la conexión de extremo a extremo, UDP mejora al no garantizar la entrega, TCP permite la entrega confiable de datos.

- ✓ **Capa de Internet**

Configura el enrutamiento de paquetes y el direccionamiento IP de los enrutadores, los datagramas son enviados a su destino por el Protocolo IP.

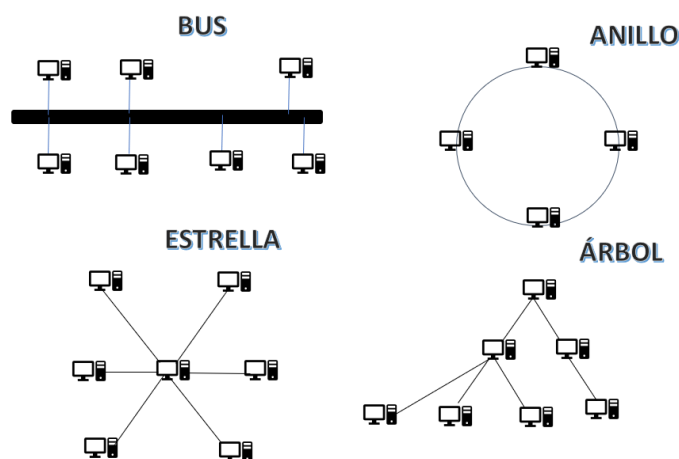
✓ Acceso a la Red

Incluye características para las redes LAN y WAN. Defina elementos físicos como señalización, medios y topología. Ejemplos de esto incluyen Ethernet, Frame Relay, ATM y Fibra Óptica.

2.3 RED LOCAL

Las LAN conectan dispositivos en áreas pequeñas, como edificios u oficinas, lo que permite el intercambio de recursos y el acceso a Internet, también las LAN utilizan medios como cable o fibra óptica y topologías como bus, estrella o anillo las cuales son esenciales para la comunicación efectiva en entornos locales de educación y negocios.

Figura 3. Topologías de red LAN



Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

2.3.1 Medios de transmisión

Los medios físicos utilizados para transferir datos a redes locales como par trenzado y la fibra óptica son los materiales más utilizados.

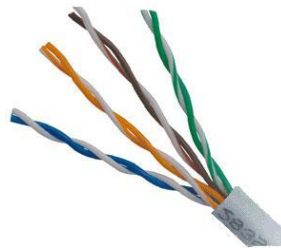
✓ **PAR TRENZADO**

Cable hecho de múltiples hilos de cobre entrelazados. STP (blindado) o UTP (sin blindaje).

✓ Sin blindaje

Par trenzado sin un envoltorio protector, económico y más adaptable.

Figura 4. Par trenzado sin blindaje



Fuente: <https://sofiacuraarias.files.wordpress.com/2015/05/stp.jpg>

✓ Con Blindaje (STP)

El cable es recubierto con una malla o blindaje metálico para reducir la interferencia.

Figura 5. Cable par trenzado con blindaje

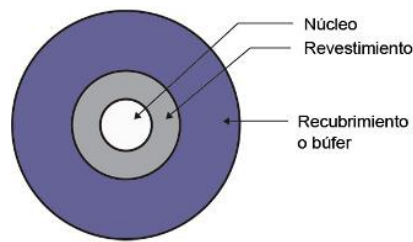


Fuente: <https://sofiacuraarias.files.wordpress.com/2015/05/stp.jpg>

✓ **FIBRA ÓPTICA**

Medio de Tx que utiliza pulsos de luz láser en fibra de vidrio o plástico las cuales las velocidades son altas y la pérdida de señal es baja.

Figura 6. Estructura de Fibra Óptica



Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

2.3.2 Arquitectura LAN

Describa las partes físicas y lógicas de la LAN. El cableado, así como armarios, los cuartos de equipos y la interconexión están todos incluidos.

✓ Redes LAN Inalámbricas (WLAN)

Utilice tecnologías como WiFi para proporcionar conectividad inalámbrica en una red local. Para transmitir la señal, necesitan puntos de acceso.

✓ Seguridad WLAN

Para cifrar y proteger el tráfico inalámbrico en redes WLAN, se utilizan mecanismos como WPA-2, IEEE 802.1x y WPA. importante para reducir los ataques y la interceptación.

2.3.3 Componentes de las LAN

Una red local (LAN) contiene software, como sistemas operativos (Windows, Linux, MacOS) y protocolos de comunicación (TCP/IP), así como hardware como estaciones de trabajo, periféricos, equipos de conectividad y servidores. Estos componentes juntos hacen posible el funcionamiento completo de red, permitiendo que los usuarios se conecten y accedan a recursos compartidos.

- ✓ Estación de Trabajo

Dispositivo final, como una computadora que está conectada a la red y así acceder a los recursos y aplicaciones.

- ✓ Tarjeta de Red

Componentes de hardware que se instalan en una estación para conectarse básicamente a la red proporciona conexión e interfaz.

- ✓ Switch

Dispositivo de interfaz de red que funciona en la capa 2 Recibe tramas y las envía mediante MAC al destino.

- ✓ Router

Dispositivo que conecta redes y opera en la capa 3. Recibe paquetes, establece el camino y los envía.

- ✓ Servidor

Puede usar una computadora que ofrezca servicios de red como correo electrónico, sitios web y bases de datos.

2.3.4 Direccionamiento IP

Esquema para identificar a los dispositivos en redes IP con números que permite que las personas se comuniquen en direcciones lógicas.

Figura 7. Formato de direccionamiento IP

Dirección de red		Dirección de Host	
Octeto 1	Octeto 2	Octeto 3	Octeto 4
11000000	01001000	00000101	00000001

Fuente: <https://eltallerdelbit.com/direccionamiento-ip/>

- ✓ **Segmentación de red:** el direccionamiento IP utiliza máscaras de subred para dividir una gran cantidad de subredes chicas.
- ✓ **Direcciones IP públicas:** identifican dispositivos y redes conectadas directamente a una red global, como servidores web, y están disponibles en Internet.
- ✓ **Direcciones IP Privadas:** estas son exclusivas para redes internas y no se pueden acceder desde Internet. Esto permite la segmentación de redes locales o corporativas.

Las Direcciones IP se clasifican en:

La Clase A está asignada a redes grandes con rango desde 1.0.0.0 hasta 126.255.255.255.

La Clase B se asigna a redes medianas con rango desde 128.0.0.0 hasta 191.255.255.255.

La Clase C está asignada a redes más pequeñas y tiene un rango de direcciones entre 192.0.0.0 y 223.255.255.255.

2.3.5 Redes LAN virtuales (VLAN)

Tecnología para mejorar la seguridad y la gestión creando redes lógicas separadas en una red física local.

- ✓ Tipos de VLAN

Según los criterios de separación de dispositivos, existen VLAN por puerto, dirección MAC y protocolo.

2.3.6 Seguridad

Cualquier red de área local necesita seguridad y se deben tomar medidas para garantizar la disponibilidad, integridad y confidencialidad de los sistemas y los datos.

✓ **Confidencialidad**

Se refiere al cuidado privado y al acceso prohibido a ellos. Técnicas como el cifrado, las VPN y el control de acceso protegen la privacidad.

✓ **Integridad**

Busca consistencia y datos con precisión. La integridad de la información se mantiene con firmas digitales, hashes y detección de intrusos.

✓ **Disponibilidad**

Garantiza un acceso constante y confiable a la red. Los sistemas respaldados, el equilibrio de carga y la redundancia protegen el servicio.

✓ **VLAN**

Para mejorar la seguridad y el rendimiento, las redes LAN virtuales dividen lógicamente una LAN. Limiten la visibilidad y el acceso entre grupos.

✓ **Políticas de Seguridad**

Un conjunto de reglas y prácticas que proporcionan información controlan cómo usar correctamente los recursos de la red. Deben incluir autenticación, autorización, vigilancia, apoyo y concienciación.

✓ **Firewall**

Método para administrar el flujo de tráfico entre dos redes a través de un conjunto de pautas que permiten la autorización o prohibición de comunicaciones a nivel de recursos para regular las conexiones a nivel de aplicación.

2.4 PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DE REDES

Configurar políticas de seguridad y calidad de servicio (QoS), elegir topología y equipo, desarrollar cableado estructurado y establecer requerimientos son todos los componentes del proceso de diseño (Huidobro, 2005).

Para garantizar siempre la disponibilidad de los servicios de red en el ámbito educativo, se deben tener en cuenta los requisitos pedagógicos, la capacidad futura, la escalabilidad y la redundancia.

2.4.1 Métodos y planificación de redes

Explora en detalle cómo se planifican las redes, como la identificación de necesidades, la evaluación de requisitos y la selección de la tecnología adecuada.

2.4.2 Herramientas de diseño de red

Introduce software de modelado y simulación, herramientas comunes en el diseño de redes, y destaca su importancia en la planificación eficaz.

2.5 CABLEADO ESTRUCTURADO

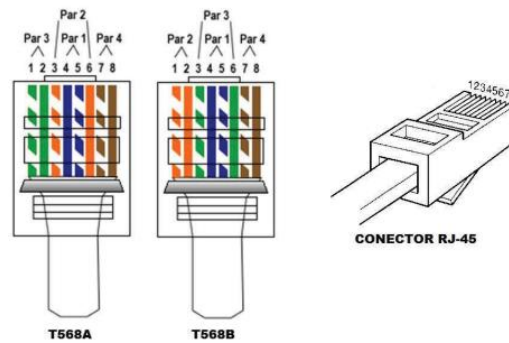
La introducción explica que importante es una red eficiente en entornos educativos y el propósito de diseñar una red de datos para un colegio específico. Se enfatiza la importancia de una conectividad confiable para apoyar las actividades administrativas y académicas.

2.5.1 Área de Trabajo

- ✓ Normativa internacional

ISO/IEC 11801-6: Esta norma establece las características para el cableado de telecomunicaciones en el lugar de trabajo. Para el cableado del área de trabajo, incluya tomas y conectores.

Figura 8. Pares-pines Rj45 T568A y T568B



Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

2.5.2 Topologías de Red en Entornos Educativos

Se analizan las topologías de red comunes y se explica por qué se eligió el colegio en particular lo cual se discuten los beneficios y desventajas de las topologías en estrella, anillo u otras, tomando en cuenta la eficiencia y la escalabilidad.

2.5.3 Selección de Cable y Componentes

Se trata del cable (como FO o par trenzado) y de los componentes, así como la capacidad de transmisión, la durabilidad y la adaptabilidad a las necesidades del colegio son factores que se toman en cuenta.

2.5.4 Normativas y Estándares

Este apartado enumera los estándares y normas que rigen el diseño y la implementación de redes de datos, asegurando la conformidad con las mejores prácticas y garantizando la interoperabilidad con tecnologías futuras.

Tabla 1. Estándares ANSI/TOA-ISO/IEC

Categoría	Estándar	Velocidad máxima	Frecuencia máxima	Aplicaciones principales
Cat 5e	ANSI/TIA-568--C.2	1 Gbps	100 MHz	Fast Ethernet, Gigabit Ethernet
Cat 6	ANSI/TIA-568--C.2	10 Gbps	250 MHz	10 Gigabit Ethernet
Cat 6a	ANSI/TIA-568--C.2	10 Gbps	500 MHz	10 Gigabit Ethernet (distancias más largas)
Cat 7	ISO/IEC 11801:2002	10 Gbps	600 MHz	Apantallamiento adicional para reducir EMI
Cat 8	ISO/IEC 11801:2017	25/40 Gbps, 40/100 Gbps	-	Centros de datos, redes de alta velocidad

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

Tabla 2. Códigos y estándares de cableado estructurado

TIA/EIA-668-B_1	Estándar de cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales- Requisitos generales
TIA/EIA-668-B_2	Componentes de cableado de par trenzado
TIA/EIA-668-B_3	Estándares de cableado estructurado
TIA/EIA-668-B	Estándares de cableado
TIA/EIA-669-A	Estándar para edificios comerciales, para recorridos y espacios de telecomunicaciones
TIA/EIA-670-A	Estándares de cableado para telecomunicaciones residenciales y comerciales menores
TIA/EIA-606	Estándares de administración para infraestructura de telecomunicaciones de edificios comerciales
TIA/EIA-607	Requisitos de conexión a tierra y conexión de telecomunicaciones para edificios comerciales.

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

CAPÍTULO III: LEVANTAMIENTO DE LÍNEA BASE

2.6 INTRODUCCIÓN

Esta parte se enfoca en el análisis de los requisitos para el diseño de la institución educativa que se está desarrollando; Primero, se identifica las necesidades de conectividad y comunicación, después de eso la tecnología y el hardware, la definición de la configuración inicial y el diagnóstico completo de la infraestructura existente.

2.7 ANTECEDENTES

El primer paso y crucial en el diseño de cualquier red es el analizar las necesidades, que permite conocer a fondo las necesidades que debe cubrir la solución lo cual es necesario que los expertos realicen un levantamiento metódico de información, que luego se traducirá en especificaciones técnicas específicas que guiarán las siguientes etapas.

2.8 DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

Situada en las calles Ernesto Albán y S38 en la Ciudadela Ibarra de la parroquia de Quito, Ecuador, la Institución Educativa "Primicias de la Cultura de Quito" fue establecida en 1987 a través del Colegio Nacional y la Escuela Primicias de la Cultura, ambas impulsadas por la cooperativa UNIÓN DE TRABAJADORES AMBULANTES EN QUITO. Se fusionaron en 2013 según acuerdos de la Subsecretaría de Educación. Actualmente operan en tres jornadas, la misma que es la más poblada del Distrito 17D07W Quitumbe. Ofrecen carreras técnicas en electromecánica, informática y BGU, respaldadas por profesores comprometidos en formar profesionales competitivos y socialmente sensibles.

Figura 9. Ubicación “Primicias de la cultura Quito”



Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

El diseño propuesto incluye un cableado estructurado que comienza en el cuarto de telecomunicaciones y se extiende a las áreas de oficinas, operaciones y bodega, con interruptores de acceso para conectar los equipos de trabajo. Para segmentación, se implementarán VLAN y Wi-Fi en áreas comunes, el firewall y el equipo de seguridad perimetral también estarán presentes, este diseño LAN inicial cubre la conectividad fundamental de la infraestructura de la Universidad. Una vez que se conozcan las necesidades específicas de las aplicaciones y la cantidad de usuarios, este diseño LAN puede modificarse.

3.1 ANÁLISIS DE LA RED DE DATOS

En la actualidad, la Institución Educativa carece de una conexión a Internet proporcionada por el Ministerio de Educación. Debido a esto, la institución necesita financiar este servicio esencial a través de donaciones voluntarias de la junta de padres de familia. Aunque se han hecho esfuerzos para administrar la conectividad ante las autoridades, la realidad es que la Unidad Educativa necesita utilizar una cantidad limitada de dinero para pagar este alto costo, lo que significa que se han eliminado recursos para otras necesidades más urgentes. Es crucial que el Ministerio comprenda la necesidad de brindar acceso a Internet a cualquier establecimiento educativo, de manera que puedan utilizar las tecnologías digitales que son esenciales en la actualidad.

3.1.1 Topología de la red de datos

Después de realizar la estimación, se examina minuciosamente el personal y las aulas, esta evaluación completa nos ha permitido calcular los recursos necesarios para el proyecto teniendo en cuenta las necesidades únicas de cada aula y las necesidades del personal. Esta estimación brinda una base sólida para la planificación y ejecución del proyecto, asegurando una asignación e implementación eficiente de recursos.

3.2 IDENTIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CONECTIVIDAD Y COMUNICACIÓN

Se determinó que una red LAN es necesario para que las aulas, oficinas, bibliotecas y laboratorios del campus se conectaran entre sí ya que las áreas comunes y académicas deben tener acceso inalámbrico.

3.3 SELECCIÓN DE HARDWARE Y TECNOLOGÍAS APROPIADAS

Se propuso distribuir el tráfico interno mediante enrutadores, segmentadores, controladores, AP inalámbricos 802.11ac, enrutadores para interconexión y balanceadores basados en el análisis previo mediante la instalación de UTP y FO de acuerdo con las necesidades.

3.4 DEFINICIÓN DE CONFIGURACIÓN INICIAL

Se definió temas como el direccionamiento IPv4 privado, el enrutamiento, las VLAN para separar el tráfico, las ACL para controlar el acceso, la calidad del servicio para aplicaciones importantes y las sugerencias para mejorar la seguridad.

3.5 DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Se realizó una evaluación detallada de la infraestructura actual en términos de cobertura inalámbrica, velocidades de red, disponibilidad y equipos sin seguridad avanzada antiguos lo cual esto demostró que es necesario un diseño que cumpla con los requisitos.

CAPÍTULO IV: DISEÑO

3.6 INTRODUCCIÓN

El diseño de la red de datos, tanto físico como lógico se describe en este capítulo, se incluye definir elementos importantes como topología, equipos activos, medios de transmisión, cableado estructurado, esquemas de direccionamiento y seguridad con el objetivo de crear una arquitectura la cual cumpla con todas las necesidades de conectividad y comunicación actuales y futuras de la organización. La simulación se utilizará para validar el diseño sugerido.

3.7 ANTECEDENTES

El diseño de redes requiere experiencia para integrar adecuadamente múltiples tecnologías y alternativas, siguiendo recomendaciones y que permiten a los estándares obtener una solución unificada y óptima, con documentación exhaustiva para guiar la implementación física o virtual posterior de la infraestructura.

3.8 DISEÑO DE RED JERÁRQUICA

Para la Institución Educativa "Primicias de la Cultura de Quito", se creó una red adaptada utilizando el modelo jerárquico de Cisco, la cual ocupamos de tres niveles con la misión mejorar la eficacia de red y la seguridad para satisfacer las necesidades únicas de la institución.

3.8.1 Capa de Acceso

- ✓ **Función:** Conectar dispositivos finales (computadoras, impresoras, dispositivos móviles) a la red.
- ✓ **Dispositivos comunes:** Switches o área, dispositivos inalámbricos.

- ✓ **Características:** Segmentación de aulas o áreas, seguridad para controlar el acceso, conectividad inalámbrica para dispositivos móviles.

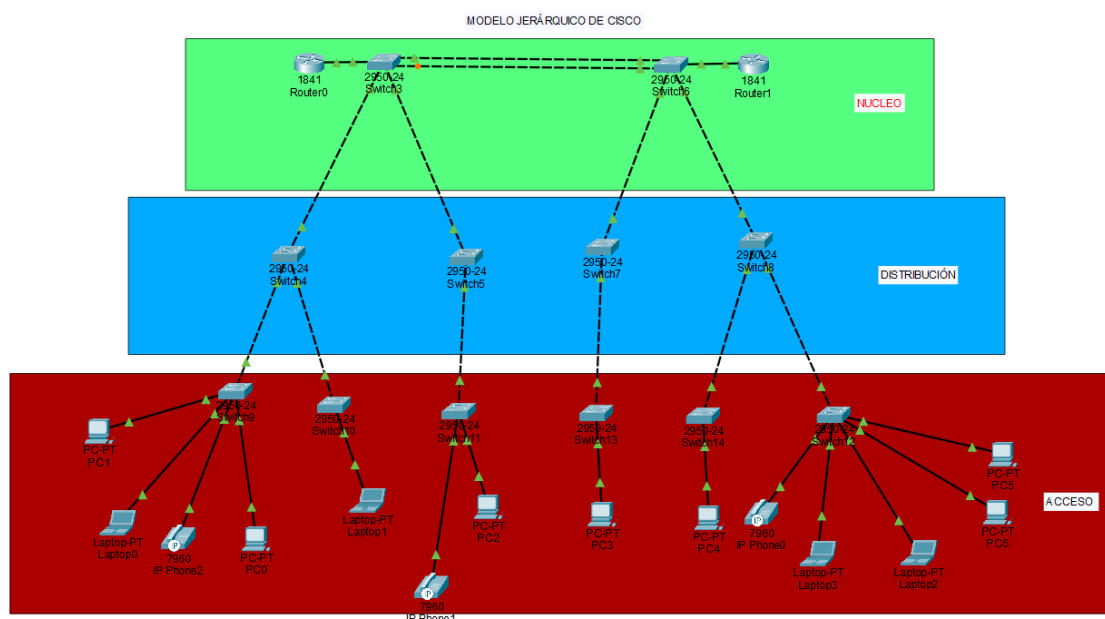
3.8.2 Capa de Distribución:

- ✓ **Función:** Agregar tráfico de las aulas y proporcionar conectividad entre ellas.
- ✓ **Dispositivos comunes:** Switches de distribución, routers.
- ✓ **Características:** Enrutamiento interno para facilitar la comunicación entre aulas o áreas, calidad de servicio para priorizar el tráfico educativo, filtrado de contenido para seguridad.

3.8.3 Capa Central:

- ✓ **Función:** Proporcionar un transporte rápido y eficiente del tráfico entre las capas de acceso y distribución.
- ✓ **Dispositivos comunes:** Switches de núcleo, routers de alta capacidad.
- ✓ **Características:** Enrutamiento de alta velocidad para ayudar a la transferencia de datos entre varios lugares, redundancia para garantizar la disponibilidad y seguridad sólida para proteger la red central.

Figura 10. Modelo Jerárquico de CISCO



Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

4.1 CAPAS EN EL DISEÑO DE RED Y ELECCIÓN DE EQUIPOS PARA LA UNIDAD EDUCATIVA.

Este informe realiza un diseño de capas en el diseño para la Institución Educativa "Primicias de la Cultura" utilizando un enfoque estructurado y así describir cómo cada capa aumenta la eficiencia y la seguridad general de la red en el ámbito educativo.

4.1.1 Capa de Enlace de Datos

Se llevó a cabo la conectividad local en zonas específicas en la Institución Educativa "Primicias de la Cultura de Quito " en esta etapa los interruptores en la capa permiten el acceso a los dispositivos en el mismo entorno educativo, como aulas y laboratorios, se comuniquen directamente entre sí.

- ✓ **Protocolos:** Ethernet para la Tx de datos local, IEEE 802.1Q para la segmentación de VLANs.
- ✓ **Aplicaciones:** Comunicación eficiente entre dispositivos conectados localmente.

Tabla 3. VLANs en las diferentes áreas dentro de la Unidad Educativa

VLAN	Nombre	Descripción
10	Estudiantes	Para los dispositivos de los aproximadamente 1200 estudiantes
20	Colaboradores	Para los equipos de los 50 docentes, administrativos y personal de aseo
30	Invitados	Para dispositivos de visitantes temporales como padres de familia
40	Videovigilancia	Para las cámaras de videovigilancia IP
99	Administración	Para gestión de red

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

4.1.2 Red WLAN

La Unidad Educativa "Primicias de la Cultura de Quito" requiere una red Wi-Fi que permita a los estudiantes y empleados conectarse inalámbricamente en todas las áreas de las instalaciones, para lograr esto, se utilizaron puntos de acceso WiFi comerciales de alta densidad, particularmente el modelo ACCESS POINT TPLINK EAP115, como se

muestra en la Figura 13. Para garantizar una cobertura completa y admitir dispositivos como portátiles, tabletas y teléfonos inteligentes, estos puntos de acceso se distribuirán estratégicamente en aulas, oficinas y áreas comunes. Las VLAN separarán la red inalámbrica, permitiendo una gestión segura y eficiente de la red al dividir el flujo de diferentes grupos de usuarios.

Figura 11. Conexión WIRELESS de la red.



Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

Figura 12. Access Point TPLINK EAP115



Fuente: Página TPLINK EAP115

- ✓ Switches con PoE para fácil instalación.
- ✓ Puntos de acceso de montaje en techo/pared para mejor cobertura.
- ✓ Portal cautivo con autenticación Facebook/SMS para control de acceso.
 - ✓ Seguridad empresarial para amenazas en la red WiFi.
 - ✓ Multi-SSID para redes diferenciadas por usuario.

Figura 13. Características EAP 115

CARACTERÍSTICAS DE HARDWARE	
Interfaz	Puerto Fast Ethernet (RJ-45) * 1 (Admite IEEE802.3af PoE)
Botones	Reset
Fuente de Alimentación	PoE 802.3af o fuente de alimentación externa de 9VDC / 0.6A
Consumo de Potencia	2.8W
Dimensiones	7.5×6.8×1.2 in (189.4×172.3×29.5mm)
Tipo de Antena	Antena interna omnidireccional 2* 4dBi
Montaje	Montaje en techo / pared (kits incluidos)
CARACTERÍSTICAS INALÁMBRICAS	
Wireless Client Capacity	100+**
Estándares Inalámbricos	IEEE 802.11n, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
Frecuencia	2.4-2.4835GHz
Tasa de Señal	11n: Hasta 300Mbps(dynamic) 11g: Hasta 54Mbps(dynamic) 11b: Hasta 11Mbps(dynamic)
Sensibilidad de Recepción	300M: -71dBm@10% PER 150M: -75dBm@10% PER 54M: -78dBm@10% PER 11M: -93dBm@8% PER 6M: -92dBm@10% PER 1M: -96dBm@8% PER
Funciones Inalámbricas	Múltiples SSID (Hasta 8 SSID) Habilitar / deshabilitar radio inalámbrica Asignación automática de canales Control de potencia de transmisión (Ajuste la potencia de transmisión en dBm) QoS (WMM) Límite de tarifa Programa de reinicio Horario inalámbrico Estadísticas inalámbricas basadas en SSID / AP / Cliente

Fuente: Access Point TPLINK

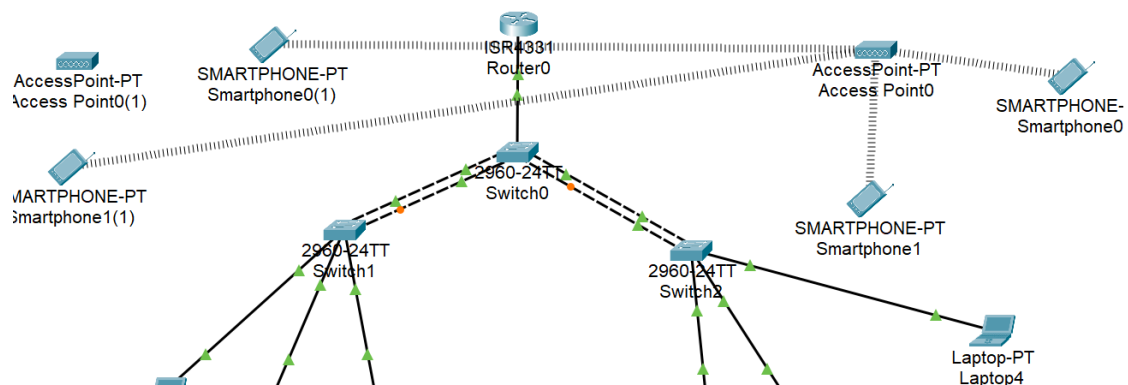
4.1.3 Capa de Red

Garantizar la transferencia de datos entre diferentes secciones o áreas de la institución educativa mediante los enrutadores de la Capa de Distribución, en este nivel permiten la comunicación entre redes locales específicas.

- ✓ **Protocolos:** IP para el enrutamiento entre redes, ICMP para diagnóstico.
- ✓ **Aplicaciones:** Facilita la conectividad entre diferentes partes de la institución educativa.
- ✓ Direccionamiento IP

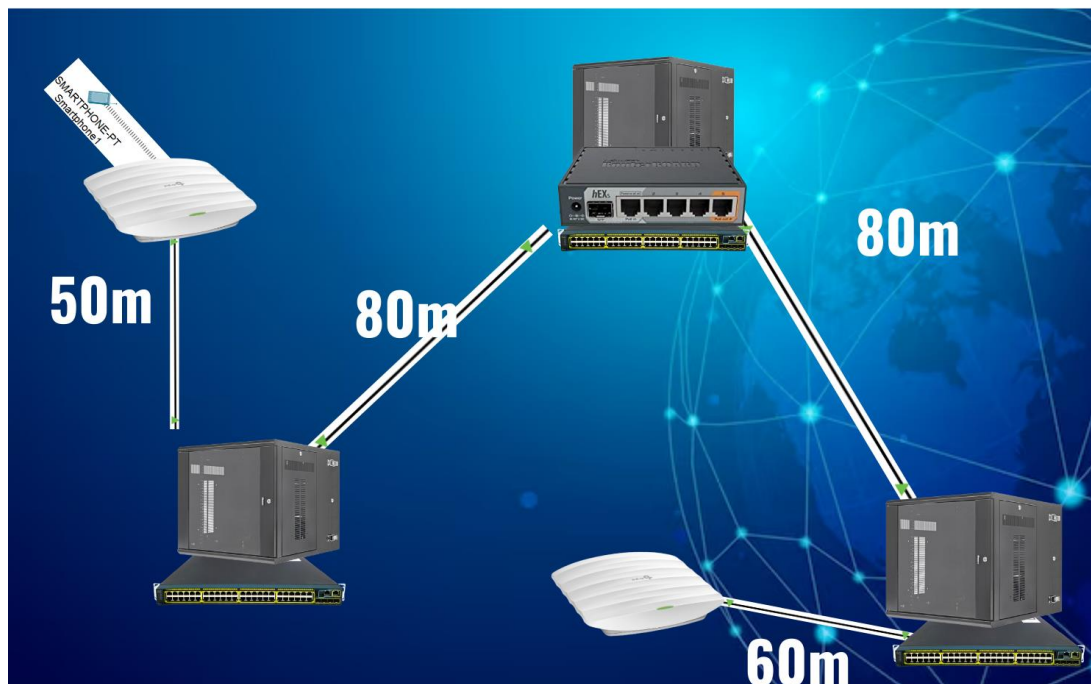
La unidad educativa se estima alrededor de 1200 estudiantes y 60 profesores, administradores y empleados de limpieza, lo cual, para atender a estos usuarios, se utilizará el direccionamiento IP privado en el rango 192.168.0.0/16, que proporciona aproximadamente 65,000 IP disponibles. Esto permite la organización de usuarios mediante la creación de varias subredes y VLAN.

Figura 14. Red física propuesta



Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

Figura 15. Red Física propuesta para la unidad educativa PCQ



Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

Tabla 4. Direccionamiento IP, VLANs y Puertos según el requerimiento.

VLAN	USUARIOS	DIRECCIÓN IP	MÁSCARA	Puertos
Estudiantes	1200	192.168.10.0/24	255.255.255.0	S1 2-15
Colaboradores	60	192.168.20.0/24	255.555.255.0	S1 16-30
Invitados	Visitantes, padres, etc	192.168.30.0/24	255.255.255.0	S1 31-46
Cámaras	Personal de TI	192.168.40.0/24	255.255.255.0	S2 2-8
Administración	Dispositivos de videovigilancia	192.168.99.0/24	255.255.255.0	S2 15-24

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limiaco

- ✓ VLAN Estudiantes: para los aprox. 1200 estudiantes, asignamos la subred 192.168.10.0/24 con 254 IPs disponibles.
- ✓ VLAN Colaboradores: para el personal de la institución asignamos 192.168.20.0/24, también con 254 IPs.
- ✓ VLAN Invitados: esta VLAN es para visitantes temporales como padres, con la subred 192.168.30.0/24.

- **Elección de Router**

Tabla 5. Comparativa de distintos equipos de enrutamiento.

	MikroTik RB760iGS	Cisco RV340	Ubiquiti USG	TP-Link TL-R605
Velocidad de routing	1 Gbps	300 Mbps	1 Gbps	1 Gbps
Núcleos de CPU	Doble núcleo	Un solo núcleo	Doble núcleo	Single core
RAM	256 MB	256 MB	512MB	128MB
Puertos Ethernet	5 Gigabit	8 Gigabit	4 Gigabit	6 Gigabit
Funciones avanzadas	VLANs, OSPF, firewall, VPNs, etc	ACLs básicas, VPN básico	Integración con controlador, IPS/IDS, DPI	Básicas, calidad de servicio
Administración	Centralizada con RouterOS	Individual por dispositivo	Centralizada con controlador	Individual web GUI

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

Para la unidad educativa se implementó el equipo MikroTik RB760iGS como el enrutador perimetral el cual se encarga de encaminar el tráfico entre la LAN interna y el enlace a Internet con su capacidad de enrutamiento de 1Gbps le permitirá administrar todo el tráfico de la red, ofrece seguridad perimetral, segmentación de tráfico y enrutamiento optimizado para instituciones educativas a través de funciones como firewall, VLAN y OSPF.

Figura 16. Router Mikrotik RB760IGS



Fuente: https://mikrotik.com/product/hex_s

Tabla 6. Características de Mikrotik RB760IGS

Model	RB760IGS
Maximum LAN Data Rate	10/100/1000
Architecture	MMIPS
CPU nominal frequency	880 MHz
Network Connectivity	Wired-Ethernet (RJ-45)
CPU	MT7621A
Operating System	RouterOS
Number of LAN Ports	5

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

- **Elección de Switch**

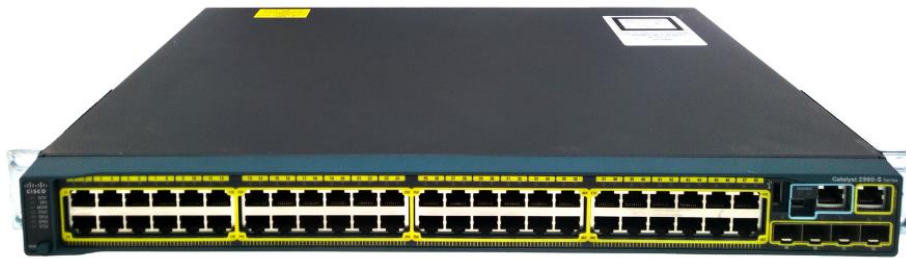
Tabla 7. Comparativa de diferentes modelos de Switch

Características	Cisco 2960S-48TS-L	HP 1950-48G	Juniper EX2300-48P	Ubiquiti ES-48-Lite
Puertos 10/100/1000	48	48	48	48
Capacidad de switching	176 Gbps	104 Gbps	68 Gbps	56 Gbps
PoE	No	PoE+ 740W	PoE+ 740W	PoE+ 320W
VLANs	Si	Si	Si	Si
L3 routing	Estático	no	Dinámico (OSPF)	No

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

Para conectar todos los dispositivos finales de la red, la unidad educativa se utilizará el enrutador Cisco Catalyst 2960S-48TS-L como enrutador principal con sus 48 puertos Gigabit brindarán conectividad de ancho de banda de alto nivel que puede dividir el tráfico de estudiantes y administradores con VLAN, su capacidad y la robustez de este switch Cisco permitirán que la infraestructura cableada, el manejo del tráfico y la seguridad de la institución educativa funcionen al máximo.

Figura 17. Conmutador de red Cisco Catalyst WS-C2960S-48TS-L 48 puertos GbE PoE 4*SFP



Fuente: <https://www.router-switch.com/es/ws-c2960s-48ts-l-p-1515.html>

- **Gabinete de Telecomunicaciones**

El diseño del gabinete de telecomunicaciones considera un rack de 19 pulgadas donde se ubicarán los SW de núcleo, los interruptores de acceso, el firewall y el router. Se contempla la acometida de fibra óptica y patch panels para conectar puntos de red en aulas y oficinas. Este diseño permitirá implementar la nueva red de datos de la institución educativa.

Figura 18. Gabinete Panduit en pared



Fuente: <https://www.fibramarket.com/p/gabinete-de-19-pulgadas-12ur-panduit/>

Figura 19. Características técnicas

Información técnica:

- Dimensiones: 635 x 605 x 762 mm (Ancho x Alto x Profundidad)
- Montaje de equipos hasta 680.72 mm (26.8 in) de profundidad
- Estándar: EIA 19 in
- Capacidad de carga: 250 lb (113.4 kg)
- Material: Acero y vidrio templado

Ventajas competitivas:

- Optimiza el flujo de aire para una mejor disipación de calor
- Proporciona ventilación adicional para múltiples dispositivos PoE, uso en gabinetes con puerta con ventana
- Permite una ubicación de equipos rápida y fácil en las unidades de rack
- Cumple con las especificaciones de puesta y unión a tierra TIA/EIA
- Puertas con bisagras en la parte delantera y trasera para un acceso completo a los equipos

Aplicaciones:

Uso como gabinete de zona de montaje en pared, para conectar hasta 96 usuarios en ubicaciones donde no hay disponible cuarto de telecomunicaciones, o cuando la seguridad es una preocupación.

Fuente: <https://www.fibramarket.com/p/gabinete-de-19-pulgadas-12ur-panduit/>

4.1.4 Capa de Transporte

Garantiza la comunicación confiable entre aplicaciones en dispositivos finales, en la Institución Educativa "Primicias de la Cultura de Quito ", los routers en la Capa de Distribución gestionan esta comunicación.

Protocolos: TCP para comunicaciones fiables y UDP para tolerar ciertas pérdidas de datos, como transmisiones de videoconferencia en vivos o transmisiones de audio.

Aplicaciones: Facilita la transferencia segura de datos entre dispositivos.

Tabla 8. Protocolos capa transporte

Protocolo	Uso
TCP	Comunicación orientada a conexión para aplicaciones como HTTP, FTP, SSH, etc.
UDP	Comunicación sin conexión para servicios como DNS, DHCP, streaming, etc.

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

4.1.5 Capa de Aplicación

Los usuarios finales de la institución educativa y las aplicaciones reciben directamente los servicios de red, las instalaciones y los servidores de la Capa de Acceso brindan acceso a servicios específicos.

- ✓ **Protocolos:** SMTP para Email, FTP transferencia y HTTP.
- ✓ **Aplicaciones:** Acceso a la navegación web, la transferencia y Email.

Tabla 9. Servicios capa de Aplicación del modelo TCP/IP

Servicio	Protocolo	Uso
Web	HTTP/HTTPS	Acceso a páginas web y aplicaciones web
Correo	SMTP, IMAP, POP3	Enviar y recibir Email
DNS	DNS	Resolución de nombres de dominio
Archivos	FTP, SFTP	Transferencia de archivos

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

4.2 ANÁLISIS DE TRÁFICO

Se tuvo en cuenta el volumen y el tipo de tráfico previsto, se proporciona un análisis general; Sin embargo, es importante adaptarlo a las particularidades de su institución.

4.2.1 Cálculo de volumen de tráfico

Tabla 10. Implementación de políticas de QoS

Clase	Prioridad	Aplicaciones
3	Alta	Video Conferencia
2	Media	Navegación web
1	Baja	Correo Electrónico

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

4.2.2 Tráfico de aplicaciones

Supongamos que en la Institución Educativa "Primicias de la Cultura de Quito" hay 40 dispositivos conectados en los puntos de acceso y que se utilizan en promedio 8 puntos de red al día. Considerando el crecimiento proyectado del 5% a 5 años y gestión efectiva de los recursos de conectividad a lo largo del tiempo, esta carga de dispositivos y puntos de conexión proporciona una base para análisis y diseño de redes.

$$T_A = (48\text{usuarios} * 2\text{Mbps}) * 10 \text{ horas diarias}$$

$$T_A = 960\text{Mb}$$

$$AB = \frac{960\text{Mb}}{10\text{horas}} * \frac{1\text{hora}}{3600\text{s}} * \frac{8\text{bits}}{1\text{byte}}$$

$$AB = 213\text{kbps}$$

$$T_{AP} = 213\text{Kbps} + \left(213\text{Kbps} * 5 * \frac{5}{100}\right)$$

$$T_{AP} = 266.25\text{Kbps}$$

T_A : Cantidad total de datos transferidos por día.

48usuarios: Número de usuarios.

2Mbps: Velocidad de conexión de cada usuario en Megabits por segundo.

10 horas diarias: Duración diaria del uso del servicio por cada usuario.

AB: Tasa de transferencia promedio en kilobits por segundo.

960Mb: Cantidad total de datos transferidos en Megabits.

10 horas: Duración diaria del uso del servicio por cada usuario.

1 hora: Conversión de horas a segundos.

3600s: Conversión de segundos a horas.

8 bits/(1 byte): Conversión de bytes a bits.

T_{AP} : Tasa de transferencia promedio ponderada.

5%: Aumento porcentual.

días: años con aumento de la tasa de transferencia.

✓ Tráfico de Internet, 3Mb y 11 visitas por hora.

$$T_I = 48 \text{ users} * 3\text{Mb} * 10 \frac{\text{sites}}{\text{hora}}$$

$$T_I = 1440 \frac{\text{Mb}}{\text{hora}}$$

$$AB = \frac{1440\text{Mb}}{1\text{horas}} * \frac{1\text{hora}}{3600\text{s}} * \frac{8}{1}$$

$$AB = 3.2\text{Mbps}$$

$$T_{IP} = 3.2\text{Mbps} + \left(3.2\text{Mbps} * 5 * \frac{5}{100}\right)$$

$$T_{IP} = 4Mbps$$

- ✓ Tráfico correo electrónico, cinco correos a 0.5 por usuario.

$$T_c = 5 * 0.5$$

$$T_c = 2.5Mbps$$

$$T_{cp} = 2.5Mbps + (2.5Mbps * 5 * \frac{5}{100})$$

$$T_{cp} = 3.13Mbps$$

$$AB = \frac{1440Mb}{1horas} * \frac{1hora}{3600s} * \frac{8}{1}$$

$$AB = 3.2Mbps$$

$$T_{IP} = 3.2Mbps + (3.2Mbps * 5 * \frac{5}{100})$$

$$T_{IP} = 4Mbps$$

- ✓ Trafico 10 llamadas * día a 1.5Mbps

$$T_v = 10 * 1.5Mbps$$

$$T_v = 15Mbps$$

$$T_{VP} = 15Mbps + (15Mbps * 5 * \frac{5}{100})$$

$$T_{VP} = 13.13Mbps$$

4.2.3 Distribución del ancho de banda

La recomendación de contratar un plan de internet de 1000 Mbps es beneficiosa para la Institución Educativa "Primicias de la Cultura", ya que permite a los usuarios tener una navegación ideal. La Tabla 13 proporciona información detallada sobre cómo se ajustará el ancho de banda a las condiciones de señal específicas de cada espacio.

Tabla 11. Distribución de ancho de banda

Área	%
Estudiantes	50
Colaboradores	30
Invitados	10
Administración	10

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

4.3 SEGURIDAD TÉCNICA DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED

4.3.1 FHS

Se implementará FHS (First Hop Security) en los switches de acceso para proteger la red contra ataques y amenazas en el primer salto. Esto mejorará la seguridad de red de la institución.

4.3.2 EtherChannel

EtherChannel implementará ancho de banda y redundancia entre interruptores. Esta, incrementando el throughput y provisión de links de respaldo entre los switches de acceso y distribución. De esta manera se obtienen enlaces de mayor capacidad y resiliencia para la capa de agregación de la red.

Figura 20. Simulación EtherChannel en Packet tracer

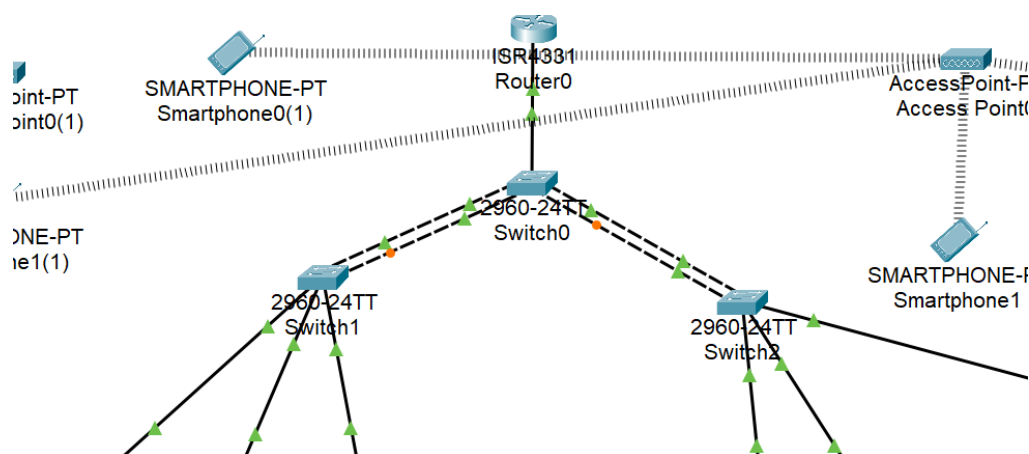


Figura 21. Configuraciones EtherChannel

```
SWITCH0(config)#interface range fastEthernet 0/23-24
SWITCH0(config-if-range)#chan
SWITCH0(config-if-range)#chann
SWITCH0(config-if-range)#ch
SWITCH0(config-if-range)#channel
SWITCH0(config-if-range)#channel-group 1 mode on
SWITCH0(config-if-range)#
Creating a port-channel interface Port-channel 1

%LINK-5-CHANGED: Interface Port-channel1, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Port-channel1, changed state to up

SWITCH0(config-if-range)#
SWITCH0(config-if-range)#%SPANTREE-2-RECV_FVID_ERR: Received 802.1Q BPDU on non trunk
Port-channel1 VLAN1.

%SPANTREE-2-BLOCK_FVID_LOCAL: Blocking Port-channel1 on VLAN0001. Inconsistent port type.

exit
SWITCH0(config)#inter
SWITCH0(config)#interface port
SWITCH0(config)#interface port-channel 1
SWITCH0(config-if)#swi
SWITCH0(config-if)#switchport mod
SWITCH0(config-if)#switchport mode tr
SWITCH0(config-if)#switchport mode trunk
```

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

4.3.3 Port Security

Se configurará Port Security para los puertos críticos de los sw para restringir el acceso a la red a dispositivos que están autorizados mediante sus direcciones MAC. Esto evitará el acceso no deseado a la red cableada.

Figura 22. Configuraciones Port Security

```
SWITCH1(config)#interface fa
SWITCH1(config)#interface fastEthernet 0/20
SWITCH1(config-if)#swi
SWITCH1(config-if)#switchport mode
SWITCH1(config-if)#switchport mode acc
SWITCH1(config-if)#swit
SWITCH1(config-if)#switchport por
SWITCH1(config-if)#switchport port-security ma
SWITCH1(config-if)#switchport port-security ma
SWITCH1(config-if)#switchport port-security maxi
SWITCH1(config-if)#switchport port-security maximum 1
SWITCH1(config-if)#switchport port-security maximum 1
SWITCH1(config-if)#swit
SWITCH1(config-if)#switchport por
SWITCH1(config-if)#switchport port-security mac
SWITCH1(config-if)#switchport port-security mac-address sti
SWITCH1(config-if)#switchport port-security mac-address sticky
SWITCH1(config-if)#ex
```

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

4.3.4 DHCP Snooping

Se activará DHCP Snooping para monitorear las asignaciones de direcciones IP y prevenir ataques de suplantación de DHCP. Así se mejora la seguridad en la red contra amenazas de capa 2.

Figura 23. Configuración DHCP Snooping

```
Switch1(config)#ip dhcp snooping
Switch1(config)#ip dhcp snooping vlan 10,20
Switch1(config)#interface fastEthernet 0/1
Switch1(config-if)#ip dhcp snooping trust

Switch2(config)#ip dhcp snooping
Switch2(config)#ip dhcp snooping vlan 10,20
Switch2(config)#interface fastEthernet 0/1
Switch2(config-if)#ip dhcp snooping trust
Switch2(config-if)#interface fastEthernet 0/2
Switch2(config-if)#ip dhcp snooping limit rate 5
```

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

4.4 CALIDAD DE SERVICIO (QoS)

La combinación de estos ajustes ha creado una red que no solo garantiza la calidad de servicio para aplicaciones críticas, sino que también optimiza el uso de los recursos y mejora la experiencia de usuario en general para la institución educativa.

- ✓ La salvaguarda de la integridad en la red.
- ✓ Asegurando la continuidad del servicio las 24 horas, los 7 días de la semana en diversas ubicaciones.
- ✓ Incorporando nuevos miembros a la red.

4.4.1 Router

- ✓ Configuración de colas de prioridad y políticas de ancho de banda para clasificar y dar prioridad al tráfico sensible como voz, video, aplicaciones críticas.
- ✓ Limitar ancho de banda a tráfico no crítico como redes sociales.
- ✓ Asegurar baja latencia para tráfico interactivo como navegación web.

4.4.2 Switch

- ✓ Clasificación de tráfico mediante ACLs y DSCP para identificar aplicaciones críticas.
- ✓ Colas de prioridad y programación weighted-fair para encolar y despachar el tráfico según su prioridad.
- ✓ Limitar ancho de banda a VLANs menos críticas.
- ✓ Dar mayor ancho de banda a VLAN voz y video.

Esta configuración de QoS de los equipos seleccionados se garantiza la calidad de servicio, la baja latencia y la disponibilidad de BA para las aplicaciones y el tráfico más importante de la red de la institución educativa.

CAPÍTULO V: SIMULACIÓN Y PRUEBAS

5.1 INTRODUCCIÓN

Esta parte examina la simulación diseñada de red propuesto a la Institución Educativa "Primicias de la Cultura de Quito", antes de la implementación física, la simulación es una herramienta esencial para evaluar y ajustar virtualmente el rendimiento de la red en varios escenarios.

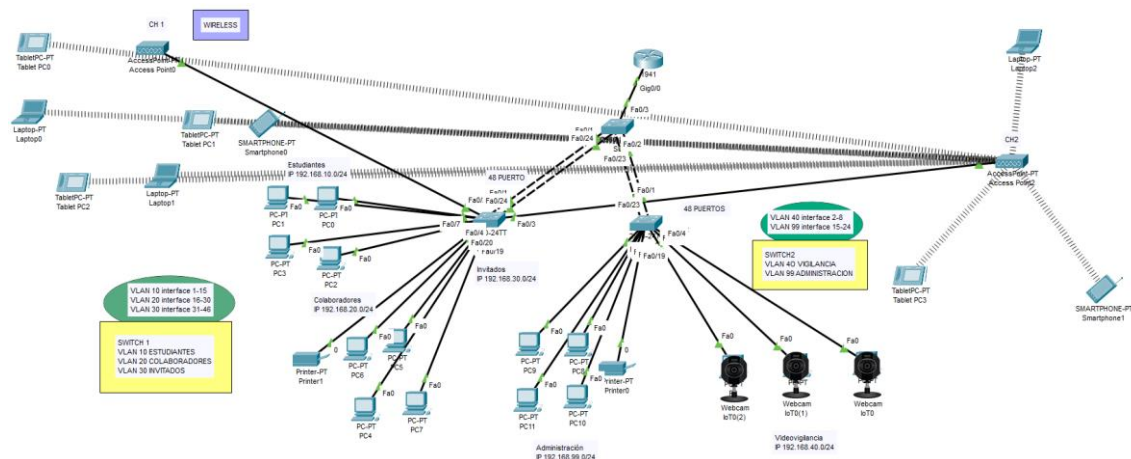
5.2 ANTECEDENTES

El uso de simulaciones ha demostrado ser crucial para los proyectos de diseño de redes, experimentos anteriores han demostrado que la simulación es útil para anticipar obstáculos, evaluar ajustes y optimizar la infraestructura, particularmente en entornos educativos. Para garantizar una implementación efectiva y sin contratiempos de la Institución Educativa "Primicias de la Cultura", este capítulo se basa en antecedentes exitosos.

5.3 SIMULACIÓN PACKET TRACER

Se modelarán de manera detallada los elementos clave de la infraestructura durante el proceso de simulación en Packet Tracer para la Institución Educativa "Primicias de la Cultura", se incluirán dispositivos como enrutadores para administrar la conectividad entre redes, conmutadores para facilitar la interconexión de dispositivos en cada segmento y dispositivos finales, que incluyen impresoras y estaciones de trabajo. La simulación incluye la configuración necesaria de rutas de enrutamiento, la implementación de VLAN para segmentar la red y la asignación estratégica de direcciones IP. Las políticas de acceso y los firewalls ayudarán a evaluar la efectividad de los sistemas de seguridad.

Figura 24. Topología de red simulada en el software packet tracer



Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

5.3.1 Configuración de VLANs e interfaces

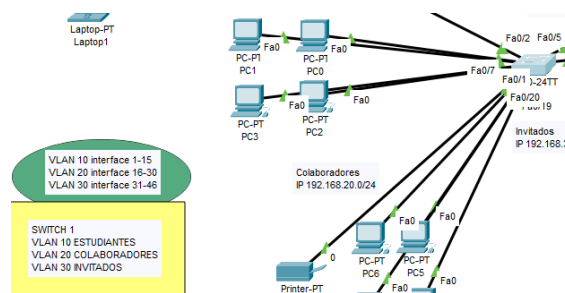
Configuramos las VLAN y los puertos correspondientes según lo planificado, en este caso en el switch 1 lo que es Estudiantes, colaboradores e invitados, la de invitados no se pudo ya que no hay switch de 48 puertos en el software packet tracer y en el Switch 2 Vigilancia y administración.

Tabla 12. Direccionamiento IP y VLANs implementadas en la simulación

Área	VLANs	IP	Interfaces
Estudiantes	Vlan 10	192.168.10.0	Fa0/2-15
Colaboradores	Vlan 20	192.168.20.0	Fa0/16-30
Invitados	Vlan 30	192.168.30.0	Fa0/31-46
Vigilancia	Vlan 40	192.168.40.0	Fa0/2-8
Administración	Vlan 99	192.168.99.0	Fa0/15-24

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

Figura 25. Simulación de dispositivos y VLANs para estudiantes, colaboradores e Invitados



Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

Figura 26. Visualización de VLANs e Interfaces creadas

```
SWITCH1#sh vlan brief
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Gig0/1, Gig0/2
10	ESTUDIANTES	active	Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4, Fa0/5 Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9 Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13 Fa0/14, Fa0/15
20	COLABORADORES	active	Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19 Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23 Fa0/24
30	INVITADOS	active	
1002	fddi-default	active	
1003	token-ring-default	active	
1004	fddinet-default	active	
1005	trnet-default	active	

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

Figura 27. Simulación VLANs y dispositivos para Administración y Videovigilancia

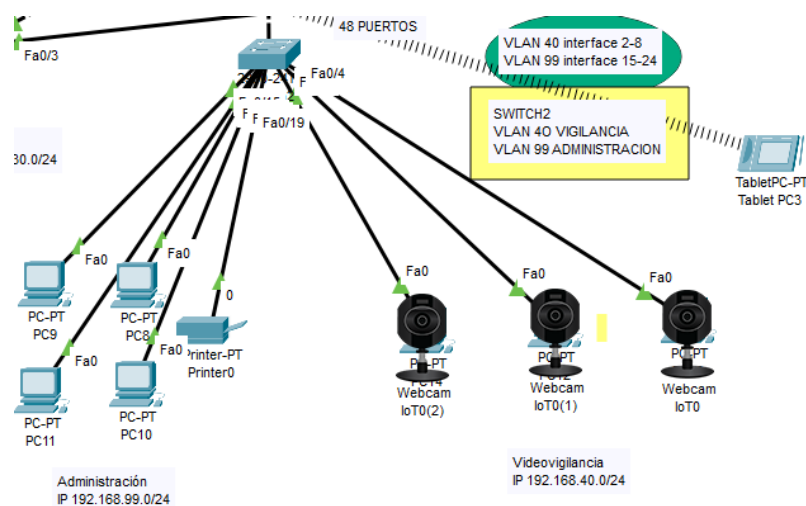


Figura 28. Visualización de VLANs e Interfaces creadas para administración y videovigilancia

```
SHITCH2#sh vlan brief
```

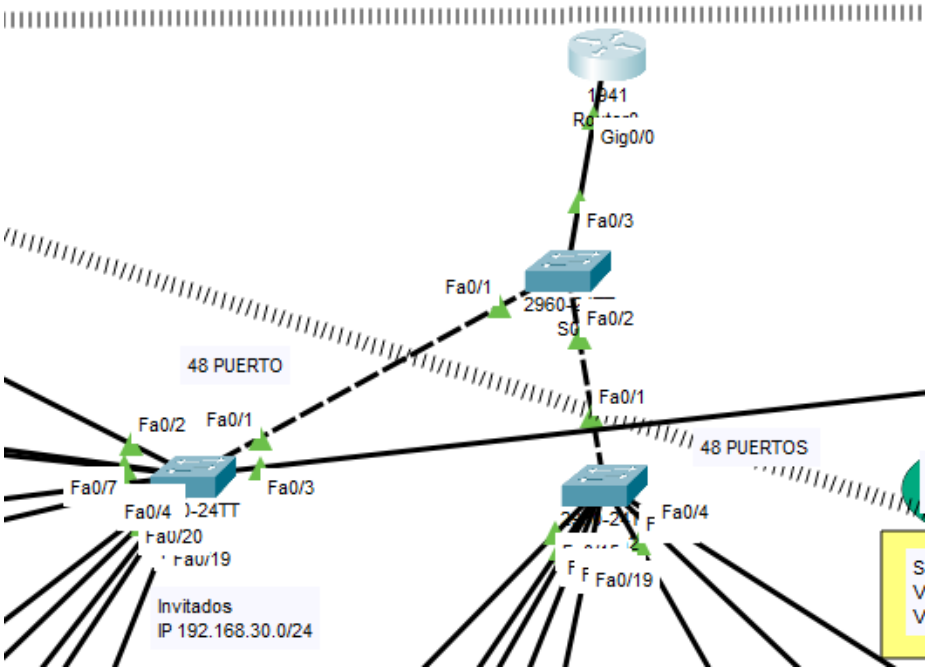
VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/1, Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11 Fa0/12, Fa0/13, Fa0/14, Gig0/1 Gig0/2
40	VIGILANCIA	active	Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4, Fa0/5 Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8
99	ADMINISTRACION	active	Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18 Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22 Fa0/23, Fa0/24
1002	fddi-default	active	
1003	token-ring-default	active	
1004	fddinet-default	active	
1005	trnet-default	active	

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

5.3.2 Configuración de Troncales y Enrutamiento

Se realizo las configuraciones correspondientes a los enlaces troncales y el enrutamiento Inter-Vlans, el enrutamiento del Router nos facilitara una comunicación efectiva para segmentación de la red, de esta manera aseguramos un entorno de red activa y funcional para la Unidad Educativa.

Figura 29. Enlaces troncales entre Switchs y Router



Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

Tabla 13. Interfaces troncales

Sw 0	Int range fa0/1-3
Sw 1	Int range fa0/1
Sw 2	Int range fa0/1

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

Tabla 14. Interfaces virtuales para el enrutamiento del Router 0

Vlan 10	Interface G0/0.10
Vlan 20	Interface G0/0.20
Vlan 30	Interface G0/0.30
Vlan 40	Interface G0/0.40
Vlan 99	Interface G0/0.99

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

Figura 30. Visualización enrutamiento Inter-Vlans

```
Router#SH IP Route
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
        * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
        P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.10
L    192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.10
192.168.20.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.20.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.20
L    192.168.20.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.20
192.168.30.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.30.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.30
L    192.168.30.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.30
192.168.40.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.40.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.40
L    192.168.40.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.40
192.168.99.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    192.168.99.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.99
L    192.168.99.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.99
```

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

5.3.3 Configuración DHCP

Se configuró DHCP para las VLAN de estudiantes e invitados en la simulación de red de datos de Packet Tracer para la Unidad Educativa "Primicias de la Cultura", donde se encuentran los puntos de acceso en la VLAN de los estudiantes permitió la implementación de un servidor DHCP para asignar direcciones IP dinámicas en ambas VLAN, lo que permitió una gestión efectiva de la conectividad inalámbrica en todo el campus.

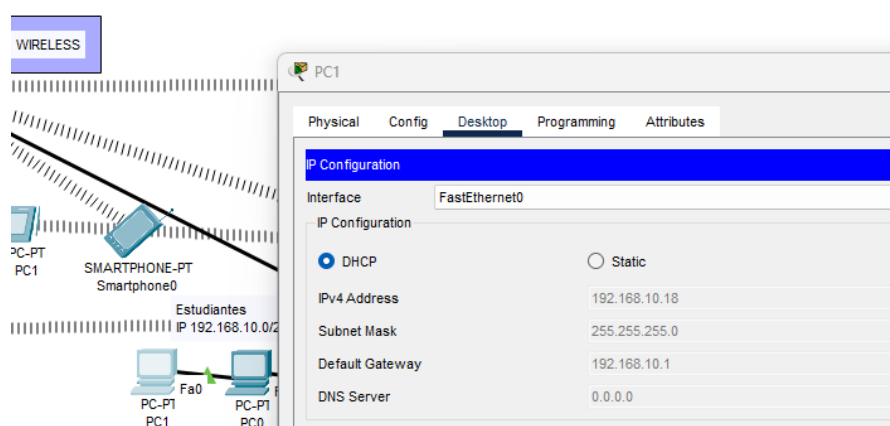
Figura 31. Configuración DHCP para la red de Estudiantes e Invitados

```
Router(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.10.1
Router(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.30.1
Router(config)#dh
Router(config)#dhc
Router(config)#ip dh
Router(config)#ip dhcp p
Router(config)#ip dhcp pool DH
Router(config)#ip dhcp pool DHCP_VLAN10
Router(dhcp-config)#def
Router(dhcp-config)#default-router 192.168.10.1
Router(dhcp-config)#net
Router(dhcp-config)#network 192.168.10.0 255.255.255.0
Router(dhcp-config)#exit
Router(config)#%DHCPD-4-PING_CONFLICT: DHCP address conflict: server pinged
192.168.10.2.
%DHCPD-4-PING_CONFLICT: DHCP address conflict: server pinged 192.168.10.3.
%DHCPD-4-PING_CONFLICT: DHCP address conflict: server pinged 192.168.10.4.
%DHCPD-4-PING_CONFLICT: DHCP address conflict: server pinged 192.168.10.5.

Router(config)#ip dhcp pool DHCP_VLAN30
Router(dhcp-config)#default-router 192.168.30.1
Router(dhcp-config)#network 192.168.30.0 255.255.255.0
```

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

Figura 32. Comprobación de dispositivo final con DHCP

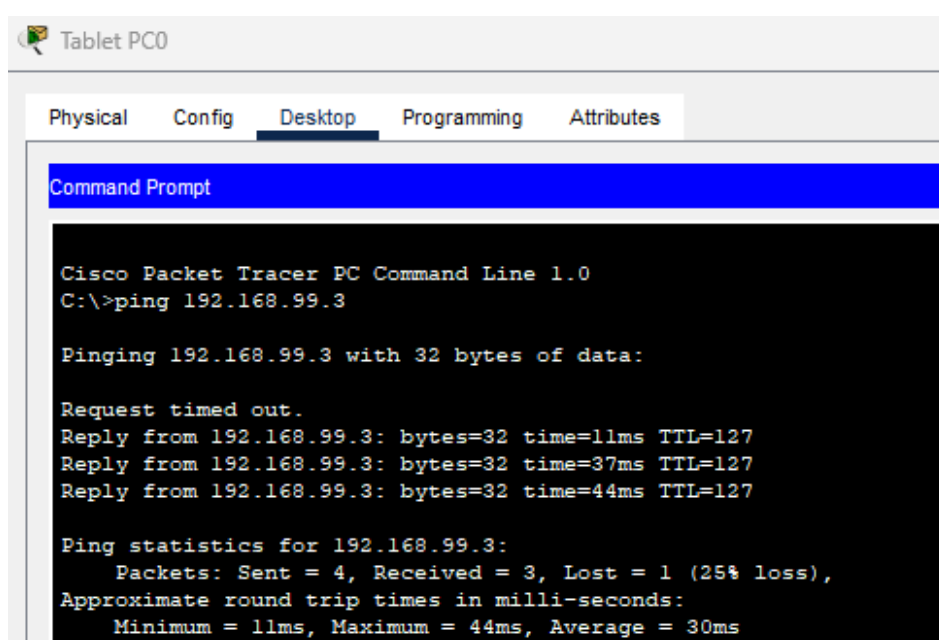


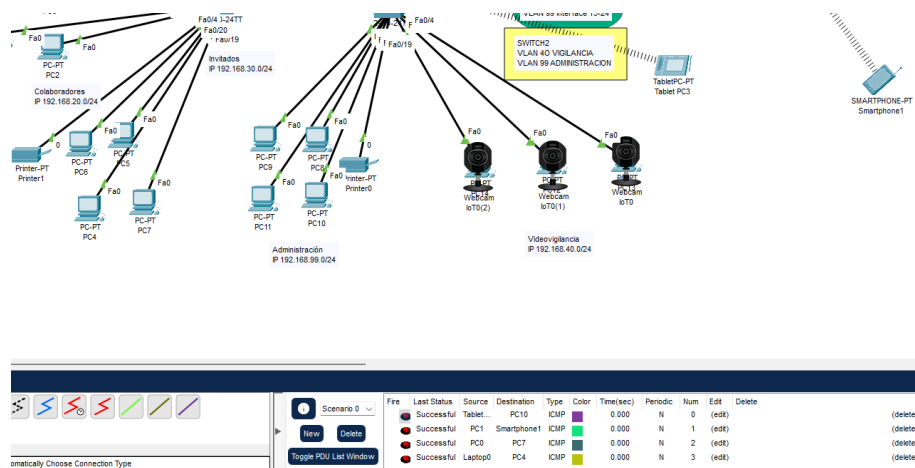
Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

5.3.4 Prueba de conexión

Los dispositivos con configuración estática y con asignación dinámica de direcciones IP demostraron una conexión estable, estas pruebas garantizan la eficacia de la configuración de DHCP y la asignación de direcciones IP correctas, lo que valida la conectividad completa de la red en ambas VLAN y respalda el funcionamiento óptimo de la infraestructura de datos diseñada para la institución educativa.

Figura 33. Verificación de conexión entre un dispositivo inalámbrico con administración





Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

CAPITULO VI: ANÁLISIS DE COSTOS

6.1 Validación

El análisis económico del proyecto técnico para el diseño de red para la Institución Educativa "Primicias de la Cultura" comienza con una evaluación detallada de los costos iniciales, que incluyen el diseño, los materiales y el equipo necesario.

6.2 Análisis económico del proyecto

Para llevar a cabo la implementación de esta propuesta técnica, es necesario adquirir los elementos de conectividad que conformarán la infraestructura de red, lo cual requerirá un presupuesto que se detallará más adelante. La implementación de estas tecnologías permitirá ahorrar dinero y mejorar la eficiencia de la institución educativa.

Los enrutadores, conmutadores, puntos de acceso inalámbricos, cableado estructurado y licencias de software son equipamientos esenciales, así como la planificación cuidadosa de estos gastos en equipamiento asegurará que el despliegue de la red sea viable y permitirá elegir opciones económicas que generen valor para la escuela.

Tabla 15. Costos de Equipos para la Institución Educativa “PCQ”

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Router MikroTik RB760iGS	1	\$ 120	\$ 120
Switch Cisco Catalyst 2960S-48TS-L	3	\$ 400	\$ 1200
ACCESS POINT TPLINK EAP115	2	\$ 85	\$ 170
Gabinete de 19 pulgadas para 12UR	3	\$180	\$540
		Costo	\$ 2030

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

Este diseño requerirá la contratación de un ingeniero en telecomunicaciones o redes certificado, quien proporcionará personal técnico especializado durante la fase de despliegue de la infraestructura.

Para calcular el costo por hora de este perfil profesional, se utilizará la tabla sectorial de remuneraciones de ingenieros del país, tomando en cuenta los valores agregados de movilización, herramientas técnicas y transporte. Esta estimación permitirá presuponer adecuadamente el gasto en honorarios profesionales para la correcta instalación, configuración y puesta ya en servicio de todos los equipos activos, cableado, electrónica de red y otros componentes del proyecto de la institución educativa.

Tabla 16. Tiempo de implementación del proyecto

Actividad	Duración
Diseño lógico y físico	40 horas
Configuración de equipos	20 horas
Despliegue e Instalación	60 horas
Pruebas y Optimización	30 horas
Documentación del proyecto	20 horas
Capacitación a personal técnico	12 horas
Total	182 horas

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

Por lo tanto, si se trabaja 8 horas al día, tomaría aproximadamente 3.25 semanas completar un trabajo de 182 horas.

Si un ingeniero en telecomunicaciones por 182 horas con una tarifa de \$ 10 por hora.

$$\text{Costo total} = \text{Tarifa por hora} * \text{numero de horas}$$

$$\text{Costo total} = 10 \text{ USD/hora} \times 182 \text{ horas}$$

$$\text{Costo total} = 1820 \text{ USD.}$$

Para calcular el costo total del proyecto, se deben agregar otros componentes después de estimar los costos del equipamiento tecnológico y los costos del personal técnico especializado. Esto incluye el traslado de los equipos, el cableado eléctrico, la instalación y otros equipos necesarios para la institución educativa. Considerando todos estos factores, el presupuesto final para la ejecución del diseño e implementación de la red integral de la institución educativa es de 1023.75 dólares mediante el análisis de la Tabla 18. Este monto permite conocer la inversión total requerida para llevar a cabo este proyecto técnico y actualizar la infraestructura digital de la institución.

6.2.1 Proforma del proyecto Técnico

Tabla 17. Proforma para el Proyecto Primicias de la Cultura Quito

Cantidad	Artículo	Valor Unitario
1	Equipos	\$ 2030
2	Rollo cable UTP categoría 6, conectores y otros.	\$ 600
1	Transporte	\$ 50
1	Implementación	\$ 1820
TOTAL		\$ 4500

Fuente: Guillermo Xavier Zamora Limaico

CONCLUSIONES

- Se logró satisfactoriamente el objetivo general de crear la red para la Institución “PCQ”. Se diseñó una nueva red que cumpla con una mejora de cobertura, la velocidad y la estabilidad de la conectividad en comparación con la infraestructura existente.
- Se llevó a cabo el diagnóstico completo de la red actual y se desarrolló una base para comparar el desempeño de la nueva red, esto ayudó a identificar los principales obstáculos y oportunidades.
- Se brindó una plataforma sólida para soportar servicios y aplicaciones educativas, la nueva red está diseñada para cumplir con las demandas de conectividad y comunicación de las instituciones educativas actuales y futuras.
- Las simulaciones realizadas con el software packet tracer demostraron el buen rendimiento y la capacidad de la nueva red en varios escenarios de uso, asegurando la calidad de servicio para los usuarios.
- Según el análisis financiero, la inversión necesaria para construir la nueva infraestructura es viable y justificada debido a los beneficios previstos.
- El proyecto proporcionó un diseño ideal y viable para actualizar la red de esta institución educativa, cumpliendo con los objetivos establecidos.

RECOMENDACIONES

- Para obtener beneficios gradualmente, se recomienda implementar la nueva infraestructura de red por etapas, comenzando por las áreas más críticas identificadas en el diagnóstico inicial.
- Después de la implementación, realizar pruebas exhaustivas en vivo para validar el desempeño real de la nueva red antes de darla por finalizada. Esto permitirá mejorar y modificar aspectos específicos.
- Enseñar al personal de TI de la institución sobre cómo administrar y mantener la nueva red para que funcione correctamente.
- Considerar la posibilidad de contratar un proveedor especializado para monitorear y soportar la red para obtener asistencia técnica las 24 horas.
- Actualizar las reglas y políticas de uso de la red para que los estudiantes y el personal disfruten de buenas prácticas y cuiden la nueva infraestructura.

LISTA DE REFERENCIAS

- Kurose, J. F., & Ross, K. W. (2017). Computer networking: A top-down approach (7th ed.). Pearson.
- Tanenbaum, A. S., & Wetherall, D. J. (2011). Computer networks (5th ed.). Prentice Hall.
- Forouzan, B. A. (2007). Data communications and networking (4th ed.). McGraw-Hill.
- Stallings, W. (2014). Foundations of modern networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud. Addison-Wesley Professional.
- Oppenheimer, P. (2011). Top-down network design (3rd ed.). Cisco Press.
- Viswanathan, A. (2012). Network routing: Fundamentals, applications and emerging technologies. Morgan Kaufmann.
- Murhammer M. W., Atkinson R., Bala P., Bloesch K., Crawford H. E., & Pappas N. (2016). TCP/IP Tutorial and Technical Overview (8th ed.). IBM Redbooks.
- Black, U. (2000). Redes de computadoras (3a ed.). Alfaomega Grupo Editor.
- Doyle, J. (2013). Routing TCP/IP, Volume I (2nd ed.). Cisco Press.
- Donahue, G. A. (2001). Network warrior (1st ed.). O'Reilly Media.
- McClure, S., Scambray, J., & Kurtz, G. (2009). Hacking exposed: Network security secrets and solutions (6th ed.). McGraw-Hill.
- Garcia, A. & García, L. (2011). Redes locales: curso práctico (1a ed.). RC Libros.
- Lowy, J. (2007). Programación de redes en Java (1a ed.). Prentice Hall.
- Crow, B. P., Widjaja, I., Kim, J. G., & Sakai, P. T. (2006). IEEE 802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide (2nd ed.). O'Reilly Media.
- García, J., García, J., Entrialgo, J. & Iglesia, D. (2010). Laboratorio de redes de computadores: Análisis práctico mediante CommView (1a ed.). Garceta.
- Pritchard, D. & Thorne, K. (2017). FTTx Monthly: The end game for copper access networks (1st ed.). Terabit Consulting.
- Freeman, R. (2002). Telecommunication system engineering (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Heredia, A., & Romero, G. (2020). Brecha digital y educación a distancia en tiempos de COVID-19. Universitas.
- Gómez, M. (2022). Redes y conectividad en instituciones educativas. Publicaciones universitarias.
- Hernández, R.A. (2017). Las redes educativas como impulsoras del cambio metodológico en educación. Ediciones Narcea.
- What is Spine-Leaf Architecture and How Does It Work? | Aruba. (n.d.). Retrieved January 18, 2023, from <https://www.arubanetworks.com/faq/what-is-spine-leaf-architecture/>
- Lo que significa el cambio hacia la arquitectura Leaf-Spine para el cableado del centro de datos - CPV MICRO. (n.d.). Retrieved January 15, 2023, from <https://cpvmicro.com/lo-que-significa-el-cambio-hacia-la-arquitectura-leaf-spine-para-el-cableado-del-centro-de-datos/>

Facultad, P., Sistemas, D. E., Telecomunicaciones, Y., & Upse, L. A. (n.d.). UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA "EL DESARROLLO DE ESTÁNDARES Y PROCEDIMIENTOS PARA LA CREACIÓN DE UN DATA Previa a la obtención del Título de.

¿Qué es un Data Center y cuál es su importancia? (2022, November 8). Optical Telecomunicaciones. <https://www.optical.pe/blog/que-es-un-data-center-y-cual-es-su-importancia/>

Quimbita Chiluisa, O. R., & GRIJALVA, J. S. (n.d.). UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS.

¿Qué es un Data Center? (2022, November 8). Kionetworks. <https://www.kionetworks.com/blog/data-center/qu%C3%A9-es-un-data-center>

Data Center: El Estándar TIA 942 | Grupo COFITELE. (2022, November 8). <http://www.c3comunicaciones.es/data-center-el-estandar-tia-942/>

¿Qué es STP y Para que Sirve STP? - CCNA Desde Cero. (2022, November 8). <https://ccnadesdecero.com/curso/stp/>

Arquitectura del centro de datos, data center - Blog de data center, cloud. (2022, November 8). HostDime Colombia. <https://blog.hostdime.com.co/arquitectura-del-centro-de-datos-data-center/>

¿Qué es la arquitectura Spine-Leaf y cómo funciona? | Aruba. (2022, November 8). <https://www.arubanetworks.com/faq/what-is-spine-leaf-architecture/>

¿Qué es la arquitectura leaf-spine y cómo diseñarla? | Comunidad FS. (2022, November 27). <https://community.fs.com/es/blog/leaf-spine-with-fs-com-switches.html>

Hernandez Sampieri. (n.d.). METODOLOGÍA de la investigación.

Gómez, M. M. (n.d.). Gomez M Introduccion-a-la-metodologia-de-la-investigacion-cientifica.

ANEXOS

Anexo 1: Configuraciones SWITCH 1

Show vlan brief

```
SWITCH1#sh vlan brief
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Gig0/1, Gig0/2
10	ESTUDIANTES	active	Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4, Fa0/5 Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9 Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13 Fa0/14, Fa0/15
20	COLABORADORES	active	Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19 Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23 Fa0/24
30	INVITADOS	active	

Show interfaces status

```
SWITCH1#sh interfaces status
```

Port	Name	Status	Vlan	Duplex	Speed	Type
Fa0/1		connected	trunk	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/2		connected	10	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/3		connected	10	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/4		connected	10	auto	auto	10/100BaseTX

Show interfaces trunk

```
SWITCH1#sh interfaces trunk
```

Port	Mode	Encapsulation	Status	Native vlan
Fa0/1	on	802.1q	trunking	1
Port	Vlans allowed on trunk			
Fa0/1	1-1005			
Port	Vlans allowed and active in management domain			
Fa0/1	1,10,20,30			
Port	Vlans in spanning tree forwarding state and not pruned			
Fa0/1	1.10.20.30			

Anexo 2: Configuraciones SWITCH 2

Show vlan brief

```
SWITCH2#sh vlan brief
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12 Fa0/13, Fa0/14, Gig0/1, Gig0/2
40	VIGILANCIA	active	Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4, Fa0/5 Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8
99	ADMINISTRACION	active	Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18 Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22 Fa0/23, Fa0/24

Show interfaces status

```
SHITCH2#sh interfaces status
```

Port	Name	Status	Vlan	Duplex	Speed	Type
Fa0/1		connected	trunk	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/2		connected	40	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/3		connected	40	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/4		connected	40	auto	auto	10/100BaseTX

Show interfaces trunk

```
SHITCH2# sh interfaces trunk
```

Port	Mode	Encapsulation	Status	Native vlan
Fa0/1	on	802.1q	trunking	1

Port	Vlans allowed on trunk
Fa0/1	1-1005

Port	Vlans allowed and active in management domain
Fa0/1	1,40,99

Port	Vlans in spanning tree forwarding state and not pruned
Fa0/1	1,40,99

Anexo 3: Configuraciones SWITCH 0

Show vlan brief

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/4, Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7 Fa0/8, Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11 Fa0/12, Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15 Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19 Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23 Fa0/24, Gig0/1, Gig0/2
10	ESTUDIANTES	active	
20	COLABORADORES	active	
30	INVITADOS	active	
40	VIGILANCIA	active	
99	ADMINISTRACION	active	

Show interfaces status

```
SWITCH0#sh interfaces status
```

Port	Name	Status	Vlan	Duplex	Speed	Type
Fa0/1		connected	trunk	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/2		connected	trunk	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/3		connected	trunk	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/4		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/5		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX
Fa0/6		notconnect	1	auto	auto	10/100BaseTX

Show interfaces trunk

```
SWITCH0# sh interfaces trunk
Port      Mode      Encapsulation  Status      Native vlan
Fa0/1     on        802.1q         trunking    1
Fa0/2     on        802.1q         trunking    1
Fa0/3     on        802.1q         trunking    1

Port      Vlans allowed on trunk
Fa0/1     1-1005
Fa0/2     1-1005
Fa0/3     1-1005

Port      Vlans allowed and active in management domain
Fa0/1     1,10,20,30,40,99
Fa0/2     1,10,20,30,40,99
Fa0/3     1,10,20,30,40,99

Port      Vlans in spanning tree forwarding state and not pruned
Fa0/1     1,10,20,30,40,99
Fa0/2     1,10,20,30,40,99
Fa0/3     1,10,20,30,40,99
```

Anexo 4: Configuraciones ROUTER 0

Show ip route

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

Gateway of last resort is not set

    192.168.10.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.10.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.10
L       192.168.10.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.10
    192.168.20.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.20.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.20
L       192.168.20.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.20
    192.168.30.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.30.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.30
L       192.168.30.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.30
    192.168.40.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.40.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.40
L       192.168.40.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.40
    192.168.99.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.99.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.99
L       192.168.99.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.99
```

Anexo 5: Configuraciones DHCP para Estudiantes e Invitados

Sh ip dhcp pool

```
Router# sh ip dhcp pool

Pool DHCP_VLAN10 :
  Utilization mark (high/low)      : 100 / 0
  Subnet size (first/next)         : 0 / 0
  Total addresses                   : 254
  Leased addresses                  : 9
  Excluded addresses                : 2
  Pending event                    : none

1 subnet is currently in the pool
Current index      IP address range      Leased/Excluded/Total
192.168.10.1      192.168.10.1 - 192.168.10.254    9 / 2 / 254
```

Show ip dhcp binding

```
Router#sh ip dhcp binding

IP address      Client-ID/      Lease expiration      Type
                Hardware address
192.168.10.7    0001.C9AC.8850   --                     Automatic
192.168.10.8    0003.E4CA.6C2A   --                     Automatic
192.168.10.9    0001.96B8.4E91   --                     Automatic
192.168.10.6    0002.172A.140E   --                     Automatic
192.168.10.10   0030.F2E9.99DC   --                     Automatic
192.168.10.11   0000.0CC2.445B   --                     Automatic
192.168.10.14   0004.9A2E.5939   --                     Automatic
192.168.10.13   0060.5C77.C182   --                     Automatic
192.168.10.12   0060.4795.2B79   --                     Automatic
```

PC1

Physical Config Desktop Programming Attributes

IP Configuration [X]

Interface: FastEthernet0

IP Configuration

☒ DHCP ☐ Static DHCP request successful.

IPv4 Address: 192.168.10.15

Subnet Mask: 255.255.255.0

Default Gateway: 192.168.10.1

DNS Server: 0.0.0.0

IPv6 Configuration

☐ Automatic ☒ Static

IPv6 Address: /

Link Local Address: FE80::209:7CFF:FECD:676D

Default Gateway:

DNS Server:

802.1X

☐ Use 802.1X Security

Authentication: MDS

Username:

Password:

Anexo 6: Data Shett Router MikroTik RB760iGS

Specifications

Details	
Product code	RB760iGS
Architecture	MMIPS
CPU	MT7621A
CPU core count	2
CPU nominal frequency	880 MHz
CPU Threads count	4
Switch chip model	MT7621A
Dimensions	113 x 89 x 28 mm
RouterOS license	4
Operating System	RouterOS
Size of RAM	256 MB
Storage size	16 MB
Storage type	FLASH
MTBF	Approximately 100'000 hours at 25C
Tested ambient temperature	-40°C to 70°C
IPsec hardware acceleration	Yes
Suggested price	\$79.00

Powering

Details	
Number of DC inputs	2 (DC jack, PoE-IN)
DC jack input Voltage	12-57 V
Max power consumption	24 W
Max power consumption without attachments	6 W
Cooling type	Passive
PoE in	802.3af/at
PoE in input Voltage	12-57 V

PoE-out

Details	
PoE-out ports	Ether5
PoE out	Passive PoE up to 57V
Max out per port output (input 18-30 V)	500 mA
Max out per port output (input 30-57 V)	500 mA
Max total out (A)	500 mA

Ethernet

Details	
10/100/1000 Ethernet ports	5

Fiber

Details	
SFP ports	1

Peripherals

Details	
Memory card type	microSD
Memory Cards	1
Number of USB ports	1
USB Power Reset	Yes
USB slot type	USB type A
Max USB current (A)	1

Anexo 6: Data Shett Switch Cisco Catalyst 2960S-48TS-L

Table 1 shows the Quick Spec of the WS-C2960S-48TS-L.

Product Code	WS-C2960S-48TS-L		
Enclosure Type	Rack-mountable - 1U		
Feature Set	LAN Base		
Uplink Interfaces	Four 1G Small Form-Factor Pluggable(SFP)		
Downlink Ports	48 × Ethernet 10/100/1000 ports		
Expansion Slot(s)	1 (total) / 1 (free) × Stacking Module		
Switching capacity	176 Gbps		
Forwarding performance (64-byte packet size)	41.7 Mpps		
DRAM	128 MB		
Flash Memory	64 MB		
Dimensions	44.5 × 38.6 × 4.5 cm		
Package Weight	9.19 Kg		

Ethernet Management Port			
2Gb Module 2012	①	128 1Gb A Port	
48 × Ethernet 10\100\1000 ports	②	128 10Gb B (console) Port	
Module button	③	8122 Console Port	

Table 2 shows some accessories of the WS-C2960S-48TS-L.

Models	Description
C2960S-STACK	Catalyst 2960S FlexStack Stack Module optional for LAN Base
GLC-LH-SM	GE SFP, LC connector LX/LH transceiver
GLC-SX-MMD	1000BASE-SX SFP transceiver module, MMF, 850nm, DOM
CAB-CONSOLE-RJ45	Console Cable 6ft with RJ45 and DB9F

Compare to Similar Items

Table 3 shows the comparison of similar items.

Models	WS-C2960S-24TS-L	WS-C2960S-48TS-L
Ports	24 × Ethernet 10/100/1000 ports FP)	48 × Ethernet 10/100/1000 ports FP)
Switching Capacity	176 Gbps	176 Gbps
Uplinks	4 x 1G SFP	4 x 1G SFP
Feature Set	LAN Base	LAN Base
Stackable	Yes	Yes

Anexo 7: Data Shett ACCESS POINT TPLINK EAP115

CARACTERÍSTICAS DE HARDWARE	
Interfaz	Puerto Fast Ethernet (RJ-45) * 1 (Admite IEEE802.3af PoE)
Botones	Reset
Fuente de Alimentación	PoE 802.3af o fuente de alimentación externa de 9VDC / 0.6A
Consumo de Potencia	2.8W
Dimensiones	7.5×6.8×1.2 in (189.4×172.3×29.5mm)
Tipo de Antena	Antena interna omnidireccional 2* 4dBi
Montaje	Montaje en techo / pared (kits incluidos)
CARACTERÍSTICAS INALÁMBRICAS	
Wireless Client Capacity	100+**
Estándares Inalámbricos	IEEE 802.11n, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
Frecuencia	2.4-2.4835GHz
Tasa de Señal	11n: Hasta 300Mbps(dynamic) 11g: Hasta 54Mbps(dynamic) 11b: Hasta 11Mbps(dynamic)
Sensibilidad de Recepción	300M: -71dBm@10% PER 150M: -75dBm@10% PER 54M: -78dBm@10% PER 11M: -93dBm@8% PER 6M: -92dBm@10% PER 1M: -96dBm@8% PER
Funciones Inalámbricas	Múltiples SSID (Hasta 8 SSID) Habilitar / deshabilitar radio inalámbrica Asignación automática de canales Control de potencia de transmisión (Ajuste la potencia de transmisión en dBm) QoS (WMM) Límite de tarifa Programa de reinicio Horario inalámbrico Estadísticas inalámbricas basadas en SSID / AP / Cliente
Seguridad Inalámbrica	Autenticación de portal cautivo Control de acceso Filtrado de Direcciones MAC Inalámbricas Aislamiento inalámbrico entre clientes Asignación de SSID a VLAN Detección de pícaros AP Soporte 802.1X 64/128/152-bit WEP / WPA / WPA2-Enterprise, WPA-PSK / WPA2-PSK
Potencia de Transmisión	CE: ≤19dBm(EIRP) FCC: ≤21dBm

GESTIÓN

Omada App	Sí
Gestión Centralizada	• Controlador de hardware Omada (OC300) • Controlador de hardware Omada (OC200) • Controlador de software Omada
Acceso a la nube	Sí (a través de OC300, OC200, controlador Omada en la nube o controlador Omada Soft
Alertas por Correo Electrónico	Sí
LED de control ON / OFF	Sí
Control de Gestión de Acceso MAC	Sí
SNMP	v1,v2c
Acceso al Registro de Sistema Local/ Registro del Sistema Remoto	Local/Remote Syslog
SSH	Sí
Gestión basada en Web	HTTP/HTTPS
Gestión L3	Sí
Gestión Multi-sitio	Sí
VLAN de Gestión	Sí

OTROS

Certificaciones	CE, FCC, RoHS
Contenido del Paquete	Punto de acceso de montaje en techo inalámbrico N de 300 Mbps EAP115 Adaptador de corriente Kits de montaje, Guía de instalación
Requisitos del sistema	Microsoft Windows 10/8/7/Vista/XP, Linux, MAC (navegador web)
Factores Ambientales	Temperatura de Funcionamiento: 0°C~40°C (32°F~104°F) Temperatura de Almacenamiento: -40°C~70°C (-40°F~158°F) Humedad de Funcionamiento: 10%~90% sin condensación Humedad de Almacenamiento: 5%~90% sin condensación