



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DIRECCIÓN DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN SISTEMAS DE LA INFORMACIÓN PROPUESTA METODOLÓGICA Y TECNOLÓGICA AVANZADA

Título: Calidad de servicio en el sistema de comunicación de la “Unidad Educativa CERIT” aplicando calidad de servicio en datos y voz sobre IP.

Protocolo previo a la obtención del título de Magister en Sistemas de Información

Autor

Culqui Mullo Cristóbal Gabriel

Tutor

MSc. Diego Jácome Segovia

LATACUNGA – ECUADOR

2023



APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “Calidad de servicio en el sistema de comunicación de la “Unidad Educativa CERIT” aplicando calidad de servicio en datos y voz sobre IP”, presentado por el señor Culqui Mullo Cristóbal Gabriel, para optar por el título magíster en Sistemas de Información.

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

Latacunga, agosto, 18, 2023

MSc. Diego Jácome Segovia.

CC: 0502554082



APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: “Calidad de servicio en el sistema de comunicación de la “Unidad Educativa CERIT”, ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Sistemas de Información; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, 18 de agosto del 2023

Mg. Víctor Hugo Medina Matute

0501373955

Presidente del tribunal

Mg. Jorge Vladimir Rubio Peñaherrera

0502222292

Lector 2

Mg. Bolívar Daniel Mejía Cheme

1803038213

Lector 3

DEDICATORIA

Al culminar una etapa más de mi vida que lo he conseguido con esfuerzo, fe y mucha responsabilidad, la cual ha sido un anhelo y una meta por cumplir, siempre recordando momentos inolvidables plasmados en recuerdos de alegría y felicidad, dedico el presente trabajo al Ser Supremo que es la luz de mi vida, así como a mi querida esposa, compañera y amiga Sandy Katherine que con abnegación y esfuerzo se encuentra a mi lado apoyándome en toda mi vida.

Gracias por venir y cambiarme la vida, gracias por ser mi motor y objetivo de vida que me alienta día a día, Matheo.

Y a mi segundo hijo que acaba de nacer, el cual se constituye en otro motivo en mi vida para seguir adelante, Rayto

A todas aquellas personas que me han apoyado incondicionalmente y con su paciencia, amor y confianza me ayudaron a desafiar mis propias limitaciones.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haberme regalado a mi familia que ha sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Al MSc. Diego Jácome Segovia, mi director de Tesis quien de manera sabia y oportuna me ha guiado, comprendido y apoyado en todo este proceso.

Cristóbal Gabriel Culqui Mullo



RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de titulación.

Latacunga, agosto, 18, 2023

.....
Cristóbal Gabriel Culqui Mullo

C.I: 0503145633



RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Latacunga, agosto, 18, 2023

.....
Cristóbal Gabriel Culqui Mullo

C.I: 0503145633



AVAL DEL PRESIDENTE

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: "Calidad de servicio en el sistema de comunicación de la "Unidad Educativa CERIT", contiene las correcciones a observaciones realizadas por los lectores en sesión científica del tribunal.

Latacunga, agosto, 18, 2023

Mg. Victor Hugo Medina Matute

0501373955

Magister.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Calidad de servicio en el sistema de comunicación de la “Unidad Educativa CERIT” aplicando calidad de servicio en datos y voz sobre IP.

Autor: Culqui Mullo Cristóbal Gabriel.

Tutor: MSc. Diego Jácome Segovia.

RESUMEN

En primer lugar, se realizó un análisis de las necesidades de la comunidad educativa. Para ello se identificaron los principales servicios de comunicación utilizados, como accesos a plataformas virtuales, acceso a videos, conferencias en línea, intercambio de archivos, entre otros. Con esta información, se elabora el diseño de la red pasiva y activa especificando los subsistemas de cableado estructurado; en la red activa se consideró un diseño en dos capas, una de acceso y otra de core, se estableció el diseño lógico de la red mediante el uso de subredes y VLANs. Finalmente, se diseñó medidas de calidad de servicio en el sistema. Se configuró adecuadamente los switches capa 3, switch capa 2 y otros dispositivos de red para garantizar una correcta transmisión de datos y voz. Además, se establecieron políticas de gestión de tráfico y control de congestión para evitar interrupciones en la red. Se implementó la red en una primera etapa. Una vez efectuadas las mejoras, se evaluó su impacto en la calidad de servicio. Para ello, se realizaron encuestas para obtener retroalimentación de la comunidad educativa.

PALABRAS CLAVE: QoS, red LAN, VideoIP, ancho de banda, cableado estructurado, VLSM, VLANs, VoIP.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
DIRECCIÓN DE POSTGRADO

MASTER IN INFORMATION SYSTEMS

**Quality service in the communication system at "CERIT Educational Unit"
applying quality service in data and voice over IP.**

Author: Culqui Mullo Cristóbal Gabriel

Tutor: MSc. Diego Jácome Segovia

ABSTRACT

First of all, an analysis of the needs of the educational community was carried out. For this purpose, the primary communication services used were identified, such as access to virtual platforms, videos, online conferences, file exchange, and others. With this information, it prepared the design of the passive and active network, specifying the structured cabling subsystems; the active network was considered a two-layer design, one for access and the other for core, and the logical design of the network was established through the use of subnets and VLANs. Finally, it carried out quality of service measurements on the system. It properly configured Layer 3 switches, Layer 2 switches, and other network devices to ensure correct data and voice transmission. In addition, it established traffic management and congestion control policies to avoid network interruptions. It implemented the network in the first stage. Once the improvements are made, their impact on the quality of service is evaluated. To this end, surveys were conducted to obtain feedback from the educational community.

KEY WORDS: QoS, LAN, VideoIP, bandwidth, structured cabling, VLSM, VLANs, VoIP.



Cristina Jácome con cédula de identidad número: 0550463962, Licenciada en: Licenciada en Pedagogía del Idioma Inglés, con número de registro de la SENESCYT: 1010-2021-2287978; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: **Quality service in the communication system at "CERIT Educational Unit" applying quality service in data and voice over IP.** De Cristóbal Gabriel Culqui Mullo, aspirante a magister en Sistemas de Información.

Latacunga, agosto, 18, 2023

Cristina Jácome
C.I: 0550463962

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I.....	8
1. Fundamentación teórica	8
1.1 Antecedentes	8
1.2 Fundamentación epistemológica. –	11
1.3 Calidad de servicio en conexión de redes.....	12
1.4 Medios de transmisión.....	12
1.5 Ancho de banda	12
1.6 Retardo	12
1.7 Pérdida de paquetes	13
1.8 Congestión de la red	13
1.9 Red de datos	13
1.10 Elementos de la red Nivel físico.....	14
1.11 Características de una red.....	14
1.11.1 Ethernet	14
1.11.2 Tramas de Ethernet	15
1.11.3 Estándares de ethernet /IEEE 802.3	15
1.11.4 Versiones que se utiliza en el IEEE 802.3	15
1.12 Arquitectura de red	17
1.13 Redes LAN	17
1.14 Subredes	17
1.15 Protocolo ICMP.....	18
1.16 Modelo OSI.....	18
1.16.1 Capas del modelo OSI.....	19



1.17 Modelo TCP/IP.....	20
1.17.1 Protocolo IP.....	20
1.17.2 Protocolo UDP	20
1.17.3 Protocolo HTTP	20
1.17.4 Protocolo FTP	21
1.17.5 Protocolo SMTP.....	21
1.17.6 Protocolo POP3.....	21
1.18 Voz IP.....	21
1.19 Video IP (Video sobre Protocolo de Internet).....	22
1.20 Cableado estructurado	22
1.21 Cuarto de telecomunicaciones.....	22
1.22 Infraestructura de telecomunicaciones	23
1.23 QoS (Quality of Services)	23
1.23.1 Modelos de QoS (Calidad de servicio).....	24
1.23.2 Diffserv	24
1.23.3 IntServ	25
1.23.4 Mecanismos para obtener QoS	26
1.24 VLAN (Red de área local virtual).....	27
1.24.1 Seguridad de la red con VLAN.....	28
1.24.2Tipos de VLANS	28
1.25 Conclusiones del capítulo I	29
CAPÍTULO II	31
2. Metodología	31
2.1 Análisis.....	31
2.1 Método experimental.....	31
2.3 Método analítico.....	31



2.4 Investigación descriptiva.....	31
2.5 Variable cuantitativa.....	32
2.6 Población.....	32
2.7 Métodos específicos de la investigación.....	32
2.7.1 Método de observación.....	32
2.7.2 Método hipotético deductivo.....	32
2.8 Instrumentos.....	32
2.8.1 Entrevista.....	32
2.8.3 Diseño cuasi experimental.....	33
2.9 Metodología de calidad de servicio.....	33
2.9.1 Fase de diseño y codificación.....	33
2.9.2 Simuladores de red.....	34
2.10 Algoritmo del mejor esfuerzo.....	35
2.11 RSVP [8].....	35
2.12 Diffserv.....	35
2.13 Definición del escenario.....	36
2.14 Clasificación.....	36
2.15 Acondicionamiento.....	36
2.16 Fase de análisis y comparación.....	36
2.17 Indicadores de QoS.....	37
2.17.1 Rendimiento.....	37
2.17.2 Variación del retardo de los paquetes.....	37
2.17.3 Retardo extremo a extremo.....	37
2.17.4 Paquetes borrados.....	37
2.17.5 Paquetes perdidos.....	38

2.18 Metodología de PPDIOO (Preparación-Planeación-Diseño-Implementación-Operación-Optimización).....	38
2.19 Conclusiones	39
CAPÍTULO III	40
3.1 Estudio de la situación actual	40
3.1.1 Antecedentes	40
3.1.2 Organigrama.....	40
3.1.3 Encuesta para el análisis de los requerimientos.	41
3.1.4 Infraestructura física.....	43
3.1.5 Descripción del sistema de comunicaciones de datos.....	44
3.1.6 Escalabilidad	46
3.1.7 Tolerancia a fallas	47
3.1.8 Descripción del cableado estructurado.....	47
3.1.9 Página web	48
3.1.10 Sistema telefónico	49
3.1.11 Direccionamiento ip.....	49
3.2 Diseño de la red	49
3.2.1 Estudio del crecimiento del número de usuarios en la red de datos.....	50
3.2.2 Requerimiento de capacidades de aplicaciones	51
3.2.3 Estimación de requerimientos de capacidades de las aplicaciones de red y su simultaneidad.....	54
3.3 Conclusiones del capítulo III.....	56
CAPÍTULO IV	57
4. Aplicación y/o validación de la propuesta.....	57
4.1 Diseño de la red pasiva.....	57
4.1.1 Cableado Horizontal.....	57

4.1.2 Área de Trabajo.....	59
4.1.3 Cuarto de Telecomunicaciones.	59
4.1.4 Cuarto de Equipos.	60
4.1.5 Etiquetación.....	61
4.1.6. Aterrizaje para protección de los equipos	62
4.2 Diseño de la red activa	64
4.2.1 Capa de acceso	64
4.2.2 Capa de Core	65
4.3 Diseño lógico de la red	65
4.3.1 Diseño de VLANs	65
4.3.2 Diseño del direccionamiento IP y Diseño de Subredes mediante VLSM.	66
4.4 Dimensionamiento de equipos	68
4.4.1 Switch de Acceso.	68
4.4.2 Switch de Core.	69
4.5 Políticas de seguridad en la red	70
4.5.1 Física	70
4.5.2 Lógica.....	71
4.6 Resultados de la valoración económica y tecnológica	72
4.7 Encuesta de satisfacción del uso de la red.....	74
4.8 Conclusiones del capítulo.....	76
5. CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES.	77
5.1 Conclusiones:	77
5.2 Recomendaciones:	78
BIBLIOGRAFÍA	79
ANEXOS	85



Anexo 1.	85
Anexo 2.	94
Anexo 3.	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de Objetivos.	5
Tabla 2. Requerimientos de calidad de servicio.....	24
Tabla 3. Mecanismos de QoS.	27
Tabla 4. Cantidad de usuarios posibles de red.	44
Tabla 5. Total de usuarios de red de la unidad educativa.	51
Tabla 6. Tamaño de las páginas web a las que acceden la comunidad educativa. 52	
Tabla 7. Tamaño de páginas web a las que acceden el personal administrativo. . 52	
Tabla 8. Tamaño de páginas web a las que acceden el personal docente.	53
Tabla 9. Estimaciones de las capacidades de las aplicaciones de red.	54
Tabla 10. Capacidad requerida en Mbps – Bloque uno.	55
Tabla 11. Capacidad requerida en Mbps – Bloque dos.....	55
Tabla 12. Capacidad requerida en Mbps – Bloque tres.	56
Tabla 13. Cálculo de la distancia promedio de los bloques de la UECERIT.....	58
Tabla 14. Resumen del número de rollos por cada bloque.	59
Tabla 15. Medidas de los Racks de unidad educativa CERIT.	60
Tabla 16. Determinación de VLANs.	66
Tabla 17. Determinación de subredes por cada VLANs.....	67
Tabla 18. Direccionamiento IP de la unidad educativa CERIT.	67
Tabla 19. Número de direcciones IP empleadas y disponibles.....	68
Tabla 20. Puntos de red necesarios.	68
Tabla 21. Características mínimas del Switch de Acceso.....	69
Tabla 22. Características mínimas del Switch de Core o Núcleo.	70
Tabla 23. Precios de los equipos de la capa de acceso.....	73
Tabla 24. Precios de los equipos de Core o Núcleo.	74

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Elementos básicos que componen una red.....	14
Gráfico 2. Modelo OSI.....	19
Gráfico 3. Tos Byte.	25
Gráfico 4. Reserva de recursos.....	26
Gráfico 5. Ejemplos Vlans.	29
Gráfico 6. Organigrama de la unidad educativa CERIT.	41
Gráfico 7. Resultados de la pregunta 1.	42
Gráfico 8. Resultados de la pregunta 2.	42
Gráfico 9. Equipo de red inalámbrico, bloque 2.	45
Gráfico 10 Router de Internet.	45
Gráfico 11. Switch utilizado en el centro de cómputo.	46
Gráfico 12. Diagrama simplificado actual de acceso al Internet.	46
Gráfico 13. Acceso antiguo de Internet cable azul.	47
Gráfico 14. Página web de CERIT unidad educativa.	48
Gráfico 15. Patch Panel de 6 UR.	60
Gráfico 16. Topología de la Red de la institución.	61
Gráfico 17. Sistema modelo de puesta a tierra bloque 3 UECERIT.....	63
Gráfico 18. Topología propuesta de red.....	64
Gráfico 19. Interfaz del firewall de ubiquiti de la UECERIT.....	71
Gráfico 20. Resultados de la pregunta 1.	75
Gráfico 21. Resultados de la pregunta 2.	75
Gráfico 22. Resultados de la pregunta 3.	76



INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen empresas con un significativo crecimiento en sus operaciones, lo cual implica una expansión de su infraestructura y logística, llegando muchas veces a su expansión a nivel regional, nacional e incluso internacional, para satisfacer las necesidades de sus clientes. Las redes de datos reducen en tiempo y dinero los gastos de las empresas, eso ha significado una gran ventaja para las organizaciones sobre todo las que cuentan con oficinas remotas a varios kilómetros de distancia, es por ello que las redes de datos se han convertido en un factor crítico para cualquier organización, ya que las redes transmiten información vital, por tanto, dichas redes cumplen con atributos tales como seguridad, confiabilidad, alcance geográfico, efectividad en costos y estas características enmarcadas dentro de calidad de servicio. [1]

La implementación de una red de datos en una unidad educativa es importante para garantizar la conectividad y el acceso a los recursos de la red, lo que permitirá una comunicación efectiva entre los usuarios y la optimización del uso de los recursos tecnológicos.

En el caso de la Unidad Educativa CERIT, la implementación de una red de datos permitirá a los estudiantes, docentes y personal administrativo tener acceso a recursos en línea, como plataformas de aprendizaje virtual, bibliotecas digitales, correo electrónico y recursos multimedia. Además, la red de datos permitirá la comunicación entre los diferentes departamentos de la unidad educativa, lo que mejorará la eficiencia y la gestión de los recursos.

El diseño de una red de datos para la Unidad Educativa CERIT debe contemplar aspectos como la seguridad de la red, la capacidad de la red para soportar un gran número de usuarios y dispositivos, la redundancia de los componentes de la red y la implementación de tecnologías que permitan una gestión eficiente de los recursos de la red.

La implementación de una red de datos en la Unidad Educativa CERIT es esencial para garantizar la conectividad y el acceso a los recursos tecnológicos, mejorar la comunicación y la gestión de los recursos de la unidad educativa. El diseño de la red de datos debe contemplar aspectos clave para garantizar la seguridad, la capacidad y la eficiencia de la red.

Formulación del problema:

La falta de calidad de servicio en la red de datos afecta directamente la experiencia de los usuarios, ya que no pueden acceder de manera eficiente a los recursos en línea, como plataformas de aprendizaje virtual, bibliotecas digitales y recursos multimedia. Esto limita la capacidad de la Unidad Educativa CERIT para ofrecer una educación de calidad y a la vanguardia de las nuevas tecnologías.

Objetivo General:

Diseñar una red de datos que trabaje con estándares de calidad de servicio (QoS), orientada a la optimización de los procesos de comunicación de voz, datos y video de la unidad educativa CERIT.

Objetivos Específicos:

- Indagar en fuentes bibliográficas las características que permita obtener bases teóricas para el desarrollo del tema de la investigación propuesto.
- Analizar los requerimientos de los usuarios de la Unidad Educativa CERIT, para el diseño de una red convergente de voz, datos y video.
- Implementar la primera fase de la red considerando los servicios de datos y video vigilancia mediante calidad de servicio QoS.

Sistemas de tareas en relación a los objetivos específicos:

Objetivos	Actividades	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
Indagar de fuentes bibliográficas las características que permita obtener bases teóricas para el desarrollo del	<ul style="list-style-type: none"> • Averiguar información relacionada al tema que se pretende investigar, tomando en cuenta que la 	<ul style="list-style-type: none"> • Información y conocimientos localizados tanto en artículos, tesis, etc. • Conceptos, definiciones, 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de Google académico, bibliotecas virtuales, tesis, etc. • Análisis bibliográfico.

Objetivos	Actividades	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
tema de la investigación propuesto.	<p>misma sea fehaciente y expresada por expertos o profesionales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escoger la información más adecuada para de esa forma poder comprender y explicarla de acuerdo a las necesidades del tema. • Describir la información mediante el análisis crítico. 	<p>teorías, metodología, técnicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtención de ideas principales, percepción de la información. 	<ul style="list-style-type: none"> • Artículos científicos. • Análisis de cada una de las fuentes de información y selección de la misma.
Analizar los requerimientos de los usuarios de la unidad educativa, para el diseño de una red convergente de voz, datos y video.	<ul style="list-style-type: none"> • Examinar la metodología planteada para poder aplicar de manera adecuada y realizar un diseño e 	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados eficientes y de calidad al implantar una metodología de desarrollo de redes. • Explicación de la forma de 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de la metodología de investigaciones científicas. • Uso de técnicas de metodologías de diseño de

Objetivos	Actividades	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
	implementación de red óptima. <ul style="list-style-type: none">• Realizar las diferentes conexiones y configuraciones que sean necesarias aplicar, para el funcionamiento de la red de datos, video y voz sobre IP.	trabajo para poder realizar las conexiones y configuraciones.	desarrollo de redes. <ul style="list-style-type: none">• Generación de requerimientos a través de la metodología planteada en las diferentes fases.
Implementar la primera fase de la red considerando los servicios de datos y video vigilancia mediante calidad de servicio QoS.	<ul style="list-style-type: none">• Ensayar el desempeño del diseño de la red implementada en la institución educativa.	<ul style="list-style-type: none">• Verificación de resultados de la solución implementada.	<ul style="list-style-type: none">• Realizar una comparativa entre una red con QoS y una red que no trabaje con QoS.

Tabla 1. Tabla de Objetivos.

Elaborado por: Investigador.

Justificación y/o importancia:

En la actualidad, el uso de redes convergentes es importante, debido a que las empresas tienden a consolidar todos los servicios en una sola plataforma, de manera que la voz, datos y video viaje a través de la misma red, y al no contar con dichas



prestaciones se limita la capacidad operativa de una institución, además con la aparición de la pandemia causada por el COVID-19, se vio la necesidad de que las instituciones educativas tengan un red diseñada y configurada con protocolos de calidad de servicio, brindando así una conexión sin interrupciones.

La Unidad Educativa CERIT situada en el sector del Loreto, sur de la ciudad de Latacunga, consta de una amplia infraestructura física utilizada por su comunidad educativa.

En los últimos años esta Unidad Educativa ha tenido varios problemas a nivel tecnológico, siendo uno de los principales, el no contar con la infraestructura necesaria; el cableado estructurado para datos en varias áreas se ha realizado sin cumplir con normas y estándares, por lo que es deficiente, no posee un diseño de su red (lógico- físico), cuenta con equipos de comunicaciones en mal estado, la red inalámbrica posee equipos obsoletos, el acceso a internet es limitado, no dispone de personal técnico capacitado para el soporte y administración de los equipos de comunicación; estos son algunos de los problemas que se encontraron en la unidad educativa, los cuales han causado malestar a la comunidad, ya que no ha permitido desarrollar adecuadamente sus actividades, tampoco la implementación de plataformas educativas y modelos educativos que utilicen como base la tecnología, para que las clases sean dinámicas e interactivas.

La implementación de una red con calidad de servicio en la institución es fundamental para garantizar un acceso eficiente y equitativo a los recursos de la red, lo que permitirá una comunicación efectiva entre los usuarios y la optimización del uso de los recursos.

La calidad de servicio (QoS) es una tecnología que permite priorizar el tráfico de la red para que los servicios más importantes tengan un mayor ancho de banda y una menor latencia. En el caso de la institución, la implementación de QoS asegura que los servicios de educación en línea, como videoconferencias, plataformas de aprendizaje virtual y acceso a recursos en línea, tengan prioridad sobre otros servicios menos críticos, como el correo electrónico o la navegación web.

Además, una red con QoS permite una mejor gestión del ancho de banda, evitando la congestión de la red y mejorando la experiencia de los usuarios. Esto es especialmente importante en una unidad educativa, donde muchos usuarios pueden

estar conectados al mismo tiempo y utilizando una gran cantidad de recursos de la red.

En resumen, la implementación de una red con calidad de servicio en la unidad educativa CERIT es esencial para garantizar un acceso equitativo y eficiente a los recursos de la red, mejorar la experiencia de los usuarios y optimizar el uso de los recursos de la red.

CAPÍTULO I

1. Fundamentación teórica

1.1 Antecedentes

Como antecedentes para la realización de este proyecto se puede mencionar que a nivel de Latinoamérica el avance de la tecnología crece de manera exponencial, dentro de la misma el concepto de QoS (Quality of service – Calidad de servicio) ha ganado fuerza como un método eficiente para administrar y distribuir manera más adecuada los datos en las redes de comunicaciones desde una pequeña empresa a una industria.

En las instituciones de nuestro país el crecimiento de tecnologías IP ha ido incrementado, así como VoIP, VideoIP, etc. Por lo tanto, se ha visto la necesidad de implementar QoS (Calidad de servicio), dentro de una red de datos en una institución pequeña la cual permita una mejor administración y organización del canal de datos de internet y que la red de datos logre ser optimizada de manera eficiente y a su vez se logre distribuir el ancho de banda en base a las necesidades de la institución.

Según la investigación realizada por S. Zhu, Z. Sun, Y. Lu y L. Zhang[2], los medios de transmisión por secuencia deben cumplir con parámetros estrictos de calidad de servicio, como retardo máximo y fluctuaciones de retardo. Se descubrió que la solución actual solo mide los parámetros de rendimiento, como el ancho de banda, el retraso y el uso del enlace, y no mide el flujo de datos en la red de manera integral. El modelo propuesto de asignación de recursos de QoS con múltiples restricciones, que se basa en el cálculo de la red y el algoritmo de enrutamiento de la red, concluye que no es posible medir de manera completa la relación entre los atributos comerciales y los parámetros de QoS.

Según la investigación realizada por J. Alcívar, J. Herrera y M. Cruz [3], debido a su estructura funcional, las universidades y centros de educación superior se han convertido en lugares donde se pueden encontrar una variedad de topologías y tecnologías de redes de comunicación. Esto requiere una gestión de infraestructura coordinada para abordar los problemas comunes de los usuarios y mejorar el rendimiento de la red de transmisión de datos. Para redes con una estructura

heterogénea desde la perspectiva de crecimiento, se propone un diseño topológico con enlaces redundantes y eficientes que mejoren el rendimiento basado en QoS (Calidad de Servicio). Se utiliza Opnet Modeler para analizar varios mecanismos de QoS en una red del campus simulada para determinar cuál funciona mejor. Se descubrió que el mecanismo Weighted Fair Queuing (WFQ) es el más indicado.

Según J. Álaba, K. Moreira [1], el objetivo del proyecto de investigación fue desarrollar políticas de calidad de servicio (QoS) para la red de voz y datos en el campus universitario de la Universidad Estatal Del Sur de Manabí. Para establecer las condiciones ideales, se comenzó analizando el estado inicial de la red y las aplicaciones. A continuación, se realizó un análisis del tráfico cursado utilizando herramientas de software libre para obtener parámetros relevantes para el diseño de políticas. Se crearon políticas de calidad de servicio utilizando los datos recopilados. Se implementó un ambiente de prueba con las políticas de QoS planteadas y, finalmente, se realizó el análisis del comportamiento de tráfico de la red, para comparar la red sin aplicar QoS y la red aplicando QoS, logrando determinar los cambios que se han producido y comprobar que el proceso realizó correctamente.

Otro estudio de proyecto de red de datos, VideoIP y VoIP en una escuela, es la implementación de una red de comunicaciones unificadas que integra voz, video y datos [4]. Los resultados de este proyecto mostraron que la implementación de una red de datos con calidad de servicio mejoró significativamente la calidad de la voz y el video en tiempo real, lo que permitió a los estudiantes y el personal comunicarse de manera más efectiva y mejorar la colaboración en proyectos. Además, la implementación de una red de datos segura y confiable permitió a la escuela proteger la información confidencial y garantizar la privacidad de los estudiantes.

La calidad de servicio en una red de datos de un colegio es importante porque garantiza la disponibilidad y el rendimiento de la red, lo que permite a los estudiantes y profesores acceder a los recursos en línea de manera rápida y confiable[5]. Además, una red de alta calidad puede mejorar la eficiencia y la productividad en el aula, ya que los profesores pueden utilizar herramientas digitales para enseñar y los estudiantes pueden colaborar en línea[6]. También es importante tener en cuenta que una red de datos de baja calidad puede ser vulnerable



a ataques de seguridad, lo que podría comprometer la información confidencial del colegio y de los estudiantes[7]. En resumen, la calidad de servicio en una red de datos de un colegio es esencial para garantizar un aprendizaje eficiente y seguro.

Unidad Educativa CERIT

Proyecto Curricular Institucional (PCI)

El CERIT Unidad Educativa, oferta una educación de calidad basada en valores acorde a las exigencias de los modelos educativos y las normas establecidas por el Ministerio de Educación del Ecuador, conscientes que nuestros niños, niñas y adolescentes son seres integrales, en sus aspectos (cognitivos, sociales, psicomotrices, físicos y afectivos), y que son únicos e irrepetibles, con características y ritmos de aprendizaje propios, por lo tanto consideramos la individualidad de cada uno y adaptamos los aprendizajes a contextos reales en ambientes positivos y estimulantes, respetando y valorando la diversidad cultural, social, étnica, y educativa.

Visión

El CERIT se caracteriza por ser una institución en desarrollo, encaminada a satisfacer las demandas de la comunidad y siempre dispuesta a mejorar la calidad de sus servicios. Durante los próximos años consolidará más su prestigio, ubicándose en un lugar destacado entre los de su tipo, gozará de respaldo, apoyo y reconocimiento de la comunidad y de sus autoridades. Ampliará su cobertura y entregará a la sociedad niños-niñas y jóvenes intelectual, motriz y emocionalmente cultivados, es decir integralmente desarrollados, capaces de adaptarse al medio y continuar con éxito su vida profesional, familiar y social.

Misión

El CERIT Unidad educativa, tiene como misión propiciar una educación integral, su intención es hacerlo en las mejores condiciones y con la más alta eficacia, aplicando para ello métodos modernos y técnicas de enseñanza- aprendizaje. Contribuir al desarrollo integral de los niños-niñas y adolescentes para satisfacer sus necesidades y perspectivas mediante el desarrollo humano y profesional de sus

educadores, cuyos logros se reflejan en una adecuada formación de los-las estudiantes los que les permitirá adaptarse y sobresalir en el medio social, nacional e internacional. Nuestros egresados-as, ostentaran la calidad de personas críticas, reflexivas, amantes de la paz y el progreso, autogestionarios e investigadores, solidarios y con actitudes éticas y estéticas en todo tiempo y lugar.

1.2 Fundamentación epistemológica. –

La calidad de servicio en una unidad educativa se refiere a la capacidad de la red de datos para satisfacer las necesidades de los usuarios en términos de velocidad, confiabilidad, seguridad y accesibilidad. Además, es esencial en una unidad educativa para garantizar que los estudiantes y el personal tengan acceso a recursos educativos en línea, se comuniquen de manera efectiva y colaboren en proyectos. Además, se puede medir mediante diferentes parámetros, como el ancho de banda, la latencia, la pérdida de paquetes y la disponibilidad de la red. El ancho de banda se refiere a la cantidad de datos que se pueden transmitir en un período de tiempo determinado, mientras que la latencia se refiere al tiempo que tarda un paquete de datos en viajar desde el origen hasta el destino. La pérdida de paquetes se refiere a la cantidad de paquetes que se pierden durante la transmisión, lo que puede afectar la calidad de la voz y el video en tiempo real. La disponibilidad de la red se refiere al tiempo que la red está disponible para su uso.

Para garantizar un adecuado servicio de red en una unidad educativa, se pueden implementar diferentes técnicas, como la segmentación de la red, la priorización de tráfico y la implementación de políticas de seguridad. La segmentación de la red implica dividir la red en diferentes segmentos para reducir la congestión y mejorar el rendimiento. La priorización de tráfico implica asignar diferentes niveles de prioridad a diferentes tipos de tráfico, como la voz y el video en tiempo real, para garantizar que estos servicios se entreguen con la calidad adecuada. La implementación de políticas de seguridad implica establecer reglas y medidas de seguridad para proteger la red y la información confidencial.

En una unidad educativa es esencial para garantizar una experiencia educativa satisfactoria para los estudiantes y el personal. La medición y el monitoreo de diferentes parámetros de calidad de servicio, así como la implementación de

técnicas adecuadas, pueden mejorar significativamente la calidad y la seguridad de la red de datos en una unidad educativa.

1.3 Calidad de servicio en conexión de redes

Es la capacidad que tiene una red para proporcionar diferentes tipos de garantías sobre el servicio de conectividad entre las distintas formas de tráfico que se pueden dar entre equipos tecnológicos. QoS (Quality of Service - Calidad de servicio) es una familia de estándares de Internet en desarrollo que proporcionan procedimientos para dar un trato preferente a determinados tipos de tráfico IP.[8]

1.4 Medios de transmisión

Constituye un camino físico entre el emisor y receptor, por el cual se pueda transportar información en forma de señales electromagnéticas, por tal motivo se puede utilizar las redes de datos como un medio de transmisión de información.

En la terminología de comunicación de datos, un medio de transmisión es una ruta física entre el transmisor y el receptor, es decir, es el canal a través del cual se envían los datos de un lugar a otro.[9]

1.5 Ancho de banda

Es la frecuencia por la cual se logra enviar información dependiendo del cable y la longitud del mismo, a su vez el ancho de banda es la cantidad de bits por segundo que se pueden transmitir dentro de una interfaz. Por ende, se define como la capacidad máxima y la cantidad de datos que se pueden transmitir a través de una conexión, en un momento determinado. Por ellos es muy importante determinarlo en el diseño de redes ya que determina la calidad y la velocidad de conexión.

1.6 Retardo

El retardo requerido puede ser especificado como el promedio de los mismos (retardo medio), o bien por el retardo del peor caso. Así, la demora que un paquete experimenta tiene tres componentes: Retardo de propagación, de transmisión, y de procesamiento de retardos que experimenta un paquete.[10]

Retardo de red, también conocido como retraso en la comunicación de la red, en ciencias de la computación, es un parámetro significativo en el diseño e

identificación de una red de telecomunicaciones. El retardo detalla cuánto tiempo tarda un bit de datos para viajar a través de la red desde un emisor a un receptor respectivamente.

1.7 Pérdida de paquetes

Se produce cuando los datos que son enviados desde un emisor a un receptor se pierden por la congestión en la red. También se considera como una medida del porcentaje de éstos que no llegan a su destino, lo cual es un gran problema en las redes porque los errores de transmisión pueden dañar los bits y retardar la transmisión. Esta pérdida puede producirse por errores en alguno de los equipos que proveen conectividad a la red o por sobrepasar la capacidad de algún buffer, algún equipo, o aplicación en momentos de congestión[10].

1.8 Congestión de la red

Es el deterioro del servicio de internet o de conectividad dentro de una red LAN o WAN. Esto es ocasionado cuando existe una excesiva cantidad de paquetes almacenados en varios nodos a la espera de ser enviados a sus respectivos destinatarios. Lo que ocasiona bloqueo de nuevas conexiones, pérdidas de paquetes o demora en la entrega de los mismos.

1.9 Red de datos

Las redes de datos son redes de comunicaciones pensadas para intercambiar datos empleando protocolos de comunicaciones. En este caso. Los elementos fuente y destino de la información son los dispositivos electrónicos, como ordenadores, smartphones, tabletas, etc.[11]

Una red informática es un conjunto de dispositivos interconectados entre sí a través de un medio, que intercambian información y comparten recursos. Básicamente, la comunicación dentro de una red informática es un proceso en que existen dos roles bien definidos para los dispositivos conectados, emisor y receptor, que se van asumiendo y alternando en distintos instantes de tiempo.[12]

En base a los conceptos antes mencionados se puede definir que una red de datos es una interconexión de diferentes dispositivos electrónicos que se pueden comunicar entre sí, añadiendo, cámaras IP, Telefonía IP y equipos de impresión.

1.10 Elementos de la red Nivel físico

La red de computadoras se encuentra conectadas no solo por hardware, sino también por software, en el hardware incluimos importante las tarjetas de red y los cables que logran la unión; en el software incluimos los controladores que son todos los programas que se requieren para que pueda funcionar los dispositivos y arranque el sistema operativo en función.[13]

En la siguiente imagen se puede apreciar los elementos básicos que contienen una red a nivel físico.

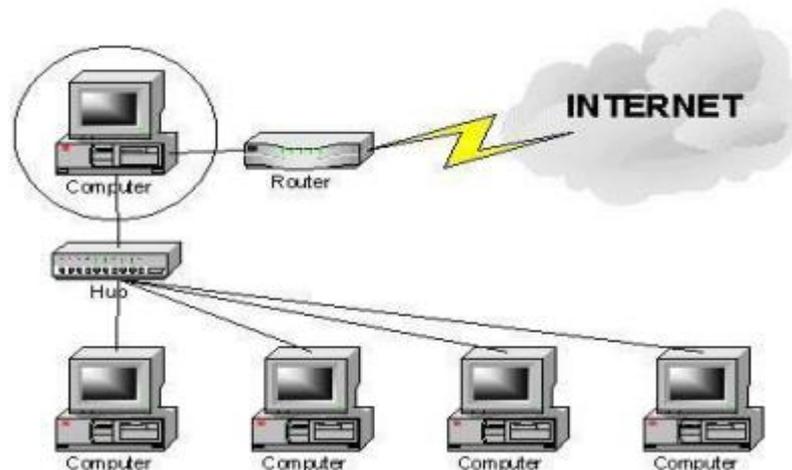


Gráfico 1. Elementos básicos que componen una red.

Elaborado por: Carrión Amaya [2]

1.11 Características de una red

1.11.1 Ethernet

Cuando los datos se transmiten a través de Ethernet, la trama de Ethernet es la principal persona responsable de la configuración correcta de las reglas y la transmisión exitosa del paquete de datos. Se ejecuta en las dos capas inferiores del modelo OSI: la capa de enlace de datos y la capa física.[14]

Ethernet es el estándar para la infraestructura de redes de información (LAN) con un acceso al medio a través CSMA/CD. Existen diversas normas IEEE mediante

las cual se define a Ethernet donde se incluyen las particularidades de cableado y la señalización tanto del nivel físico y los formatos de las tramas de datos mediante el nivel de enlace de datos.[15].

1.11.2 Tramas de Ethernet

En redes, una trama es una unidad de envío de datos específicos o no específicos, es una serie sucesiva de bits, que transportan información y esta a su vez permite la recepción y extracción de dicha información. Llega a ser el equivalente de paquete de datos o Paquete de red, en el modelo OSI.

1.11.3 Estándares de ethernet /IEEE 802.3

A finales de la década de los setenta las redes de computadoras habían crecido considerablemente, existiendo un gran número de protocolos de comunicaciones. Por lo general cada fabricante imponía su propio protocolo, por lo que equipos de dos fabricantes distinguidos no podían comunicarse entre sí. Se hacía necesario, por tanto, el establecimiento de estándares de comunicación. Con ello se garantiza la comunicación entre computadoras de diferentes fabricantes.[11]

Se define como un modelo de red de área local utilizando el protocolo de acceso al medio CSMA/CD con persistencia de 1, es decir, las estaciones están permanentemente a la escucha del canal y cuando lo encuentran libre de señal efectúan sus transmisiones inmediatamente. Esto puede llevar a una colisión que hará que las estaciones suspendan sus transmisiones, esperen un tiempo aleatorio y vuelvan a intentarlo IEEE 802.3 es un conjunto de estándares y protocolos que definen redes basadas en Ethernet. Las tecnologías Ethernet se utilizan principalmente en LAN, aunque también se pueden utilizar en MAN e incluso WAN. IEEE 802.3 define la capa física y la subcapa de control de acceso al medio (MAC) de la capa de enlace de datos para redes Ethernet cableadas.[16]

1.11.4 Versiones que se utiliza en el IEEE 802.3

Dentro de dicho protocolo se utilizan varias versiones que se derivan de dicho protocolo entre las siguientes siendo estas las más populares por su uso son:

- **IEEE 802.3:** Este fue el estándar original dado para 10BASE-5. Se utilizó un cable coaxial único grueso en el que se puede conectar una conexión perforando el cable hasta el núcleo. Aquí, 10 es el rendimiento máximo, es decir, 10 Mbps, BASE denota el uso de transmisión de banda base y 5 se refiere a la longitud máxima del segmento de 500 m.[9]
- **IEEE 802.3a:** Esto dio el estándar para coaxial delgado (10BASE-2), que es una variedad más delgada donde los segmentos de cables coaxiales están conectados por conectores BNC. El 2 se refiere a la longitud máxima del segmento de unos 200 m (185 m para ser precisos).[9]
- **IEEE 802.3i:** Esto proporcionó el estándar para par trenzado (10BASE-T) que utiliza cables de cobre de par trenzado sin blindaje (UTP) como medio de capa física. Las variaciones adicionales fueron dadas por IEEE 802.3u para 100BASE-TX, 100BASE-T4 y 100BASE-FX. IEEE 802.3i: Esto dio el estándar para Ethernet sobre fibra (10BASE-F) que usa cables de fibra óptica como medio de transmisión.[17]
- **IEEE 802.1q:** propone añadir 4 bytes al encabezado Ethernet original en lugar de encapsular la trama original. El valor del campo EtherType se cambia a 0x8100 para señalar el cambio en el formato de la trama. Permite identificar a una trama como proveniente de un equipo conectado a una red determinada. Una trama perteneciente a una VLAN sólo se va a distribuir a los equipos que pertenezcan a su misma VLAN, de forma que se separan dominios de broadcast. [17]
- **IEEE 802.1p:** este estándar proporciona priorización de tráfico y filtrado multicast dinámico. Esencialmente, proporciona un mecanismo para implementar Calidad de Servicio (QoS) a nivel de MAC (Media Access Control). Puede ayudar a garantizar un alto nivel de calidad para las comunicaciones en tiempo real que son sensibles a la latencia, como VoIP. [17]

1.12 Arquitectura de red

La arquitectura de red representa la conceptualización o visualización de cómo deben diseñarse y funcionar las redes informáticas en relación con sus propósitos y medios tecnológicos disponibles.

La arquitectura de red es el medio más efectivo en cuanto a costos para desarrollar e implementar un conjunto coordinado de productos que se puedan interconectar. La arquitectura es el “plan” con el que se conectan los protocolos y otros programas de software. Esto es benéfico tanto para los usuarios de la red como para los proveedores de hardware y software.[18]

1.13 Redes LAN

Las redes LAN son consideradas eficientes recursos tecnológicos que permiten el intercambio de información entre equipos de cómputo interconectados entre sí: son un conjunto de dispositivos interconectados que ocupa un lugar físico.[19]

La red LAN es una red que conecta uno o más equipos dentro de un espacio pequeño y se puede conectar a través de un cable ethernet, lo cual significa que puede ser conectado mediante un router.

1.14 Subredes

El Subneteo es un método que se utiliza para la administración las direcciones IP, la cual consiste en dividir las direcciones de red completas en partes de menor tamaño. No siempre es necesario dividir una red pequeña.

Una vez que se asigna un prefijo principal a una organización, está por necesidades de la topología física, tendrá que subdividir la red principal en redes de menor tamaño (subredes). Esta subdivisión inicialmente se hacía alargando el prefijo de modo que la dirección IP se dividía en tres partes en vez de en dos como hemos visto hasta ahora.[20]

Cada clase de IP está equipada con su propia máscara de subred predeterminada que limita esa clase de IP para tener un número prefijado de Redes y número prefijado de Hosts por red. El direccionamiento IP con clase no proporciona ninguna flexibilidad de tener menos cantidad de Hosts por Red o más Redes por clase de IP. CIDR o Inter dominio sin clase El enrutamiento proporciona la

flexibilidad de tomar prestados bits de Host parte de la dirección IP y usarlos como Red en Red, denominada Subred. Mediante el uso de subredes, una sola La dirección IP de clase A se puede usar para tener subredes más pequeñas, lo que proporciona una mejor administración de la red capacidades.[21]

1.15 Protocolo ICMP

El protocolo Internet Control Message Protocol fue descrito de forma inicial en el año 1981. El Internet Standard finalmente fue plasmado a finales del mismo año por el Network 20 Working Group como parte del programa Internet de DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency). En él se describe su funcionalidad como un módulo perteneciente al protocolo IP mediante el cual se intercambian datos de estado o mensajes de error relativos a problemas con los datagramas.[22]

1.16 Modelo OSI

El modelo OSI define siete capas y cada una es responsable de un grupo de servicios.

Cada capa se comunica solo con la siguiente capa inferior y superior de forma estandarizada, lo que permite la implementación independiente de los servicios en cada una de ellas. Las capas actúan como si estuvieran comunicando con su capa asociada en el otro equipo. Un proveedor puede especializarse en un servicio de una capa e integrarla fácilmente con los servicios de las otras capas formando la solución necesaria.[23]

El modelo OSI también conocido como modelo de conexión de sistemas abiertos, es un estándar que hace referencia a los protocolos de comunicación. Este modelo permite identificar la función de cada protocolo en diferentes sectores de una red de computadoras. Su principal función es interconectar diferentes sistemas de procedencia distintas.[24]

En la siguiente imagen se muestra las capas del modelo OSI:



Gráfico 2. Modelo OSI.

Elaborado por: Ariel Alegría. [3]

1.16.1 Capas del modelo OSI

Dentro del modelo OSI se pueden encontrar varias capas las cuales son las siguientes:

- **Capa física:** Esta es la primera capa encargada de la transmisión de la información a través del medio físico como lo son cable coaxial, UTP, Fibra, etc.
- **Capa de enlace de datos:** Dentro de esta capa se encuentra el enlace de los datos, dicha capa se encarga de proporcionar que la transmisión de datos sea fiable.
- **Capa de red:** Esta capa es la encargada de ejecutar las funciones necesarias para que la información sea encaminada de manera correcta en caso de que el emisor y receptor estén en redes distintas.
- **Capa de transporte:** Esta capa es la encargada de que todos los datos sean entregados de manera completa y sin errores en los datos entregados, a su vez que la información o datos enviados circulen hasta su destino.
- **Capa de sesión:** En esta capa se encarga de organizar el intercambio de datos estableciendo una sesión entre procesos que se llegan a ejecutar en diferentes estaciones.

- **Capa de presentación:** El nivel de presentación de los datos dentro de esta capa debe presentarse a nivel de aplicación, esta capa se puede ver como un traductor utilizando la capa de aplicación como una unidad receptora.
- **Capa de aplicación:** Esta última capa actual como la venta para los usuarios y los procesos de aplicaciones, para poder tener un mejor control con los servicios de red.

1.17 Modelo TCP/IP

El modelo TCP/IP (Protocolo para el Control de Transmisión/ Protocolo de Internet), está compuesto por cuatro capas, en la que cada una se encarga de determinados aspectos en la comunicación y a su vez cada una brinda un servicio específico a la capa superior.[25]

1.17.1 Protocolo IP

Es un protocolo de comunicación de datos el cual se encuentra dentro de la capa de red del modelo OSI. La función principal de dicho protocolo es el poder comunicar un origen y un destino esto de manera bidireccional mediante un protocolo.

1.17.2 Protocolo UDP

El protocolo UDP se limita a recoger el mensaje y enviar el paquete por la red sin necesidad de establecer una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera. Para garantizar la llegada, el protocolo exige a la máquina de destino del paquete que envíe un mensaje. Si dicho mensaje no llega pasado un tiempo establecido, la máquina de destino envía el mensaje de nuevo. Esto puede originar la duplicación y/o desordenación de los datagramas a su destino.[26]

1.17.3 Protocolo HTTP

El protocolo HTTP es un protocolo sin estado que trabaja a nivel de la capa de aplicación, sin guardar ningún tipo de información sobre las conexiones establecidas, es por eso que son muy usadas las cookies (información enviada por un servidor y almacenada en el navegador del usuario), este protocolo trabaja con

el esquema petición-respuesta entre los dos agentes que establecen la comunicación, en este caso cliente-servidor, el cliente envía realiza una petición al servidor.[27]

1.17.4 Protocolo FTP

FTP es uno de los primeros protocolos de Internet desarrollados, y todavía se utiliza hoy en día para intercambiar archivos entre clientes FTP y servidores FTP. un ftp Se puede acceder al servidor mediante un URI (Universal Resource Identifier), el cliente FTP puede realizar comunicaciones de datos mediante URI.[28]

FTP utiliza el Protocolo de control de transmisión (TCP) para la comunicación de datos entre el cliente y el servidor, de modo que entre los dos componentes se creará una sesión de comunicación antes de que comience la transmisión de datos.[29]

1.17.5 Protocolo SMTP

El protocolo para transferencia simple de correo (SMTP) dicho protocolo es utilizado para transferencia simple de correo, es un protocolo de red netamente utilizado para el intercambio de mensajes de correo electrónico entre computadoras u otros dispositivos.[30]

1.17.6 Protocolo POP3

POP versión 3 (POP3) es el protocolo de correo electrónico más utilizado. Se utiliza para recuperar correos electrónicos de un servidor de correo electrónico POP3 se basa en un paradigma cliente-servidor en el que el cliente tiene que descargar los correos electrónicos del servidor. Los correos electrónicos una vez descargados se eliminan si se usa la configuración predeterminada. Este protocolo no permitir que un usuario organice los correos electrónicos en el servidor porque no admite carpetas de correo electrónico. Además, un usuario no puede verificar el contenido de los correos electrónicos antes de descargarlos porque esto no es compatible.[30]

1.18 Voz IP

Un sistema VoIP se basa en interconectar y acoplar la red de telefonía tradicional con una red de telefonía de datos, este sistema transforma las conversaciones en paquetes de datos entendibles para la red y los envía mediante internet.[31]

El VoIP es la tecnología que permite enviar y recibir llamadas o videollamadas por internet. Recopila la voz humana para codificarla en datos digitales y mandarla a otro dispositivo que los traduce de nuevo en voz, en tiempo real. Su nombre proviene del inglés *voice over IP* y significa “voz sobre protocolo de internet”. [32]

1.19 Video IP (Video sobre Protocolo de Internet)

Es la transmisión de señales de audio, video y control a través de una infraestructura de cable de red estándar, por ejemplo, WAN, LAN o Internet.

En comparación con los entornos AV analógicos convencionales, video sobre IP se refiere al uso de infraestructura de red estándar para cambiar y transmitir señales de audio y video de alta resolución. Con baja latencia, capacidades de transmisión a larga distancia, mayores niveles de control y zonificación desde plataformas remotas y usuarios; en otras palabras, interfaces. [33]

1.20 Cableado estructurado

El cableado estructurado consiste en hacer una preinstalación de red similar a la de las redes telefónicas. A cada punto de trabajo se hacen llegar dos líneas: una para el teléfono y otra para los datos. Todos los cables llegan a una habitación, donde se establecen las conexiones: los cables de teléfono se dirigen hacia la centralita y los de datos, hacia un dispositivo que permite la interconexión en la red local. [34]

Un sistema de cableado Estructurado se concreta en el cableado de un edificio o grupo de edificios en los cuales se utiliza el mismo tipo de cable para todos los servicios de telecomunicaciones que este relacionados con la aplicación de Voz, Datos, Video y Control.

1.21 Cuarto de telecomunicaciones

La principal finalidad de los cuartos de telecomunicaciones es la distribución del cableado horizontal y, como tal, se les considera generalmente como instalaciones que atienden pisos individuales de edificios.

Conocidos anteriormente como cuartos de la vertical, cuartos de cableado o cuartos satélites, los cuartos de telecomunicaciones se usan para conectar el cableado horizontal con el cableado de backbone y con equipo de telecomunicaciones.

Específicamente, está destinado a alojar equipo de telecomunicaciones, terminaciones de cable y cross-connects.[35]

1.22 Infraestructura de telecomunicaciones

La infraestructura común de telecomunicaciones es un conjunto de equipos, cables y medios que transportan los servicios de comunicaciones desde los puntos de interconexión hasta los diferentes usuarios.

Se entiende por infraestructura común de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación la que exista o se instale para cumplir, como mínimo, las siguientes funciones:

- La captación y adaptación de las señales analógicas y digitales, terrestres, de radiodifusión sonora y televisión y su distribución hasta punto de conexión situados en las distintas viviendas o locales de las edificaciones, y la distribución de las señales, por satélite, de radio difusión sonora y televisión hasta los citados puntos de conexión.
- Proporcionar el acceso al servicio de telefonía disponible al público y el acceso a los servicios de telecomunicaciones de banda ancha, prestados a través de las redes públicas de telecomunicaciones, mediante la infraestructura necesaria que permita la conexión de las distintas viviendas, locales y, en su caso, estancias o instalaciones comunes de las edificaciones a las redes de los operadores habilitados.[36]

1.23 QoS (Quality of Services)

QoS es el conjunto de observaciones de las características de una red que tiene tráfico considerable de datos y que debiera sincronizar las solicitudes de cada dispositivo conectado a la red.[37]

QoS (Quality of Service o Calidad de Servicio) se puede definir como la capacidad que tiene una red para proporcionar un comportamiento adecuado del tráfico que es transmitido por ella, es decir brindar un trato diferente para cada servicio dependiendo de la criticidad que requiera dicho servicio en la red.[38]

QoS consisten en mejorar el servicio para un tipo de tráfico en detrimento de otro. Evidentemente en el caso de que el ancho de banda de nuestra red sea muy superior al tráfico que corre por ella, QoS no es necesario o al menos no tanto.[39]

1.23.1 Modelos de QoS (Calidad de servicio)

Existen dos modelos básicos dentro de QoS los cuales son: DiffServ y IntServ, estos modelos crean una base para crear un estándar el cual ayudara de una manera más sencilla al momento de integrar QoS entre diferentes entidades.

La Calidad de Servicio es el rendimiento de extremo a extremo de los servicios electrónicos tal como lo percibe el usuario final. Los principales parámetros que una red con calidad de servicio debe vigilar que no lleguen a degradar la comunicación son el jitter, el retardo y la pérdida de paquetes a fin de garantizar cierto nivel de calidad.[10]

En la siguiente tabla podemos apreciar de mejor manera los requerimientos que se consumen dentro de una red:

Aplicación	Fiabilidad	Retardo	Jitter	Ancho de banda
Correo electrónico	Alta	Alto	Alto	Bajo
Transferencia de archivos	Alta	Alto	Alto	Medio
Acceso web	Alta	Medio	Alto	Medio
Login remoto	Alta	Medio	Medio	Bajo
Audio bajo demanda	Medio	Alto	Medio	Medio
Video bajo demanda	Media	Alto	Medio	Alto
Telefonía	Media	Bajo	Bajo	Bajo
Video conferencia	Media	Bajo	Bajo	Alto

Tabla 2. Requerimientos de calidad de servicio.

Elaborado por: Ormachea Mejía Mario Jesús. [4]

1.23.2 Diffserv

Si analizamos una cabecera IP, entre sus múltiples campos encontramos uno de 8 bit (1 Byte) que está orientado a la calidad de servicio (QoS). Antes de que se crease el modelo Diffserv a este campo se le llamaba Tos Byte. Este Byte esta desglosado en dos campos: Los tres más altos bit crean un subcampo llamado Precedence. Este campo tomaba valores del 0 al 7. Se le daba más alta prioridad a los paquetes que

tuvieran una precedencia mayor. Los siguientes 4 bit eran el TOS Field (type of service) y hacia la función de marcadores a modo de banderas. Los elementos de la red podrían reaccionar de una determinada manera si detectaban una de estas banderas activas. El último bit no se usaba.[39]

Con la creación de Diffserv ese Byte pasó a llamarse DS Field (distinguished service) y su contenido se organizó de distinta manera: Los 6 bit de más alto valor son el DSCP (distinguished service code point). Este campo hace la función que hacia el campo Precedence, pero con más posibles valores e interpretados de diferente manera. Al ser los 6 bit más altos, comparte los tres primeros con el campo precedence del modelo antiguo, lo que les hace compatibles en algunos casos. Los dos últimos bits son el ECN (explicit congestion notification) que se usan en otros casos para notificar congestión en la red.[39]

En el siguiente grafico se puede apreciar el Tos Byte:

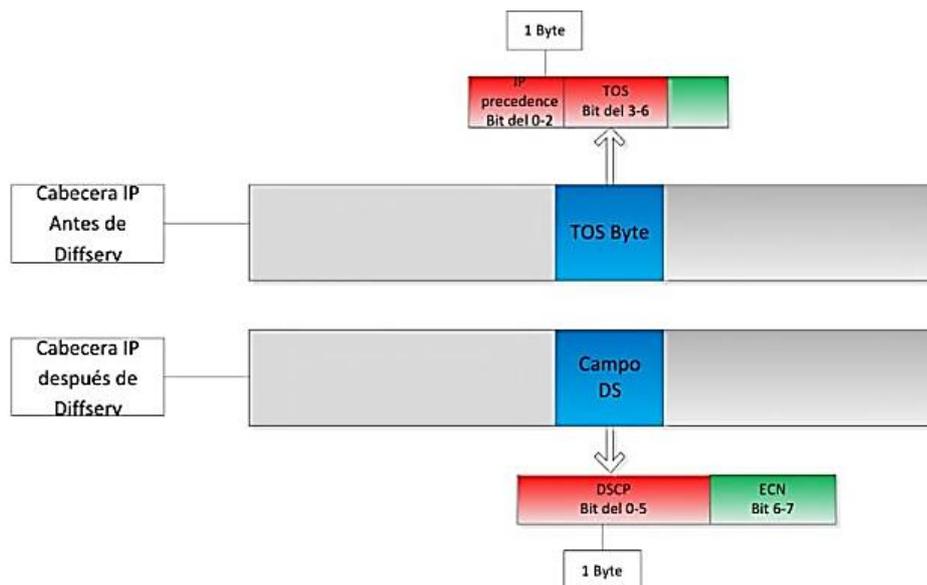


Gráfico 3. Tos Byte.

Elaborado por: Guillermo Marqués. [5]

1.23.3 IntServ

Para garantizar la calidad de un servicio, este modelo reserva una determinada cantidad de ancho de banda y de baja latencia en los elementos de la red por los que va a circular el flow que usará dicho servicio. Para ello utiliza un protocolo de señalización llamado RSVP. Antes de que un puesto vaya a iniciar dicho servicio,

como por ejemplo una llamada de teléfono o ver un video en directo, el protocolo recorre el camino de ida realizando la petición de reserva de recursos. Cada elemento de la red, además de pasar el mensaje de petición al siguiente, mantiene temporalmente la reserva a la espera del mensaje de vuelta diciendo que si se ha realizado la reserva completa con éxito. Una vez iniciado el flow, el protocolo de señalización se mantiene durante toda la vida de este para asegurar que se mantiene la reserva de los recursos. Para evitar que haya un exceso de reserva de recursos que impedirían el correcto funcionamiento de los servicios, Intserv utiliza control de admisión. Esto limita el número de reservas activas simultáneas.[39]

En la siguiente imagen se puede apreciar un ejemplo de la reserva de recursos:

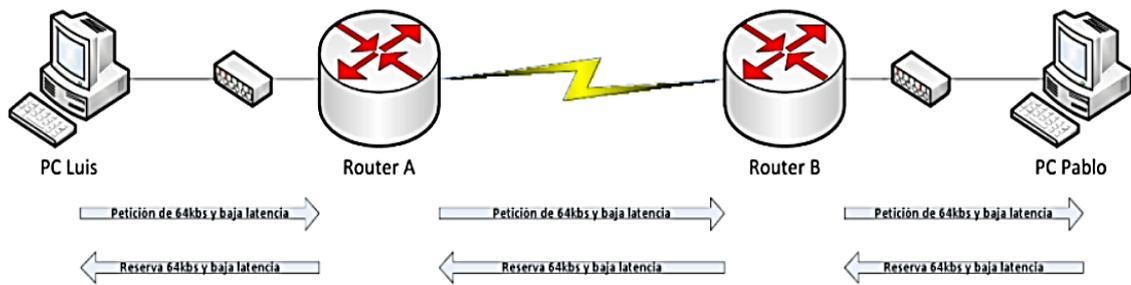


Gráfico 4. Reserva de recursos.

Elaborado por: Guillermo Marqués. [5]

1.23.4 Mecanismos para obtener QoS

Los mecanismos de QoS proporcionan a la red de datos la capacidad de asegurar, con un grado de fiabilidad preestablecido, que se cumplan los requisitos de tráfico necesarios en términos de perfil y ancho de banda, con el fin de conseguir servicios útiles.[40]

En la siguiente tabla se puede apreciar de mejor manera los mecanismos que se utilizan para la obtención del QoS:

MECANISMOS		DESCRIPCIÓN
Clasificación del tráfico		Proceso que permite dividir el tráfico de la red en diferentes categorías, cada una de las cuales requiere un tratamiento diferente.
Marcado del tráfico		Proceso por el que se identifica cada trama de acuerdo a una clase o categoría de modo que los dispositivos de la red puedan reconocer a qué clase pertenece y operar en consecuencia.
Administración de la congestión del tráfico (Manejo de congestión)		En función de la clasificación del tráfico se da diferente tratamiento a cada flujo de datos para asegurar que el tráfico perteneciente a aquellas clases que requieren menor retardo sea reenviado antes que el tráfico que no es sensible al retardo.
Control de la congestión del tráfico (Evasión de congestión)		En caso de congestión del tráfico de la red es posible optar por un descarte selectivo de paquetes (de clases de menor precedencia), para preservar el tráfico de las clases de alta prioridad.
Mecanismos de regulación de tráfico	Traffic Policing	Un problema a resolver son las ráfagas de tráfico que desbordan el ancho de banda reservado para una clase, poniendo en riesgo la integridad de la red. <i>Traffic Policing</i> permite limitar la tasa de transmisión de una clase de tráfico, controlando la tasa máxima transmitida o recibida sobre una interfaz. <i>Traffic Policing</i> se configura frecuentemente sobre interfaces en los extremos de la red para limitar el tráfico que entra o sale de ella. El tráfico que cae dentro de los parámetros acordados es transmitido, mientras que el que excede es descartado o transmitido con una prioridad diferente.
	Traffic Shaping	Una opción para manejar las ráfagas de tráfico excedentes es indicar al dispositivo que haga buffer de esas ráfagas en vez de empezar a descartar el tráfico. <i>Traffic Shaping</i> permite controlar el tráfico que abandona una interfaz para ajustar su flujo con la velocidad de la interfaz remota, y asegurar así que el tráfico cumpla las políticas contratadas para él. Esto permite eliminar los cuellos de botella en las topologías. Cuando llega una ráfaga de tráfico la almacena y la sirve a una tasa constante con lo que suaviza las crestas de tráfico producidas por estas ráfagas. <i>Traffic Shaping</i> previene la pérdida de paquetes.
Mecanismos de mejora de la eficiencia del enlace		Permiten mejorar la performance de los enlaces

Tabla 3. Mecanismos de QoS.

Elaborado por: Cisco Systems, In, Document ID: 1705, 2006.

1.24 VLAN (Red de área local virtual)

Una VLAN, se puede decir que es una técnica que permite la segmentación del tráfico de una red de diferentes equipos, es decir que de una forma lógica permite agrupar varios equipos de una misma red LAN en diferentes VLAN o subredes, logrando así varias redes virtuales dentro de una misma red física.[41]

Una VLAN (Red de Área Local Virtual) es una agrupación lógica de dispositivos o servicios de red, en base a funciones, departamentos, equipos de trabajo o aplicaciones, sin considerar la localización física o conexiones de red.[42]

1.24.1 Seguridad de la red con VLAN

La seguridad en una red LAN es muy importante cuando se tiene información delicada, que no se desea compartir con todos los usuarios que pertenezcan a una misma red, lo cual ocurre cuando se tiene una red común a nivel de capa 2, donde todos los dispositivos que se encuentran conectados a un conmutador, tienen la capacidad de compartir su información y el acceso total a los recursos de la red, esto con el solo hecho de conectarse a la misma.[41]

1.24.2 Tipos de VLANS

- **VLAN por direcciones MAC:** Es la configuración que se le realiza al switch, para asignar las direcciones MAC de los equipos a las VLANs, y así, cuando el switch recibe una trama, consulta en su tabla de direcciones MAC y se le asigna a la VLAN que pertenece.
- **VLAN por protocolo:** La implementación de las VLAN por protocolo está determinada por el tipo de protocolo sea IPv4, IPX, IPv6, etc. Se utilizan en las áreas cuyas actividades estén basadas en la capa de red del modelo OSI.
- **VLAN por puerto:** Es la asignación de los puertos de switch a una determinada VLAN, esto quiere decir que los grupos de trabajo de una VLAN se conecten solo a esos puertos, esta implementación permite que sea más rápida la configuración de VLANs.
- **VLAN estáticas:** Es la asignación de VLAN basada en puertos de un switch o conmutador, los puertos se asignan manualmente a una VLAN, los movimientos de los equipos son controlados siempre y cuando la red no sea muy grande.
- **VLAN de voz:** La característica de la VLAN de voz permite que los puertos de acceso envíen el tráfico de voz IP desde un teléfono IP.

En la siguiente imagen se puede apreciar de mejor manera los tipos de VLANS:

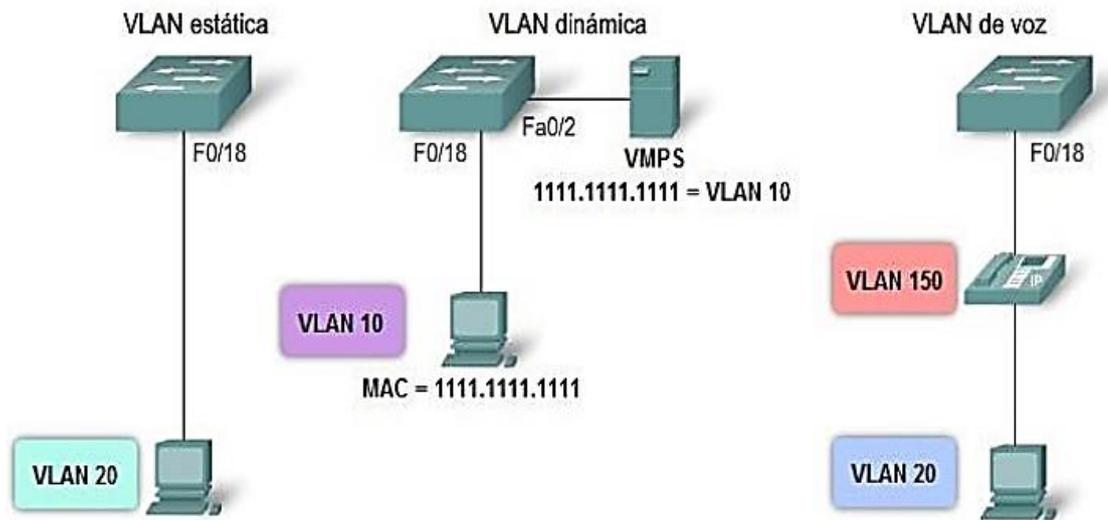


Gráfico 5. Ejemplos Vlans.

Elaborado por: El investigador.

1.25 Conclusiones del capítulo I

- La implementación de una red LAN con calidad de servicios en una unidad educativa es esencial para garantizar una experiencia educativa satisfactoria para los estudiantes y el personal. La medición y el monitoreo de diferentes parámetros de calidad de servicio, así como la implementación de técnicas adecuadas, pueden mejorar significativamente la calidad y la seguridad de la red de datos en una unidad educativa.
- Para garantizar la calidad de servicio, se pueden implementar diferentes técnicas, como la segmentación de la red, la priorización de tráfico y la implementación de políticas de seguridad. La segmentación de la red implica dividir la red en diferentes segmentos para reducir la congestión y mejorar el rendimiento. La priorización de tráfico implica asignar diferentes niveles de prioridad a diferentes tipos de tráfico, como la voz y el video en tiempo real, para garantizar que estos servicios se entreguen con la calidad adecuada. La implementación de políticas de seguridad implica establecer reglas y medidas de seguridad para proteger la red y la información confidencial.
- La calidad de servicio se puede medir mediante diferentes parámetros, como el ancho de banda es la cantidad de datos que se pueden transmitir en un

período de tiempo determinado, la latencia es el tiempo que tarda un paquete de datos en viajar desde el origen hasta el destino, la pérdida de paquetes es la cantidad de paquetes que se pierden durante la transmisión, lo que puede afectar la calidad de la voz y el video en tiempo real y la disponibilidad de la red se refiere al tiempo que la red está disponible para su uso.

CAPÍTULO II

2. Metodología

2.1 Análisis

El presente proyecto está enfocado en la implementación de una red basada en QoS (Calidad de servicio) con el fin de obtener un resultado el cual será utilizado para cumplir con el objetivo principal y cumpliendo a cabalidad con los objetivos específicos definidos, así como la naturaleza de la investigación a través de un método experimental-analítico conjuntamente apoyado de una investigación documental.

2.1 Método experimental

Dado que el proyecto va más allá de la descripción o del establecimiento de los conceptos documentados, es decir que esta investigación está dirigida a responder la problemática de la utilización de redes sin calidad de servicio a una en la cual se implementa dicha metodología QoS, ya que se centra en el análisis de los resultados arrojados con dicha metodología.

2.3 Método analítico

En la correspondiente investigación corresponde a un análisis comparativo previo a la recopilación de datos que permitirá conocer los resultados claves que ayudará con implementaciones futuras. El método analítico permitirá verificar las ventajas al momento de utilizar QoS.

2.4 Investigación descriptiva

Mediante un estudio descriptivo en el cual se recolecta la información sin cambiar su entorno, normalmente es el mejor método de recolección de información que demuestra la relación entre los elementos. Tomando en cuenta los objetivos antes planteados, se puede apoyar en esta técnica para la recolección de información.

2.5 Variable cuantitativa

Dicha variable puede ser ordenada con respecto a la magnitud, la cual se refieren siempre a los atributos de los objetos o de las cosas que incorporan una característica esencial. Esto a su vez puede ser variables continuas y discretas.

2.6 Población

Para esta investigación se ha tomado como muestra poblacional de trabajo a la unidad educativa CERIT, que son 200 estudiantes, 27 docentes y 7 administrativos, la cual se encuentra en la ciudad de Latacunga, entre las calles Sánchez de Orellana y Luis Fernando Ruiz, en la cual se observa el estado actual de la red.

2.7 Métodos específicos de la investigación

2.7.1 Método de observación

El principal objetivo de la observación es la comprobación del fenómeno que se tiene frente a la vista, con la precaución de evitar errores, la observación que podría alterar la percepción de un fenómeno o la correcta expresión del mismo.

Por lo tanto, se ha considerado el método de la observación científica pues esta cuenta con diferentes ventajas las cuales cabe recalcar que la más importante pues permite conocer las formas de conducta que son consideradas en ocasiones sin importancia puedan ser percibidas de mejor manera, por lo tanto, este método permitirá realizar una hipótesis mucho más acertada a partir de los datos observados.

2.7.2 Método hipotético deductivo

Este método ha sido considerado ya que permitirá saber si la afirmación de la hipótesis que se ha realizado es verdadera o falsa al momento de la implementación del proyecto.

2.8 Instrumentos

2.8.1 Entrevista

Este instrumento ha sido considerado como la opción más favorable, pues el diseño de una entrevista la cual ayudará a reunir información relevante pues está emitida

por los profesionales que están involucrados de manera directa en este proyecto. Esta se realizó al Sr. Lic. Camilo Calupiña, rector de la UECERIT.

2.8.2. Encuesta

Las encuestas son fundamentales para el diseño de una red de datos, ya que permiten recopilar información precisa sobre las necesidades y preferencias de los usuarios, lo que garantiza un diseño eficiente y adaptado a las demandas de la organización. Se consideró este instrumento para recopilar información y para comprobar el estado de satisfacción con el uso de los servicios de red una vez realizado el diseño. Se evaluó a los 21 docentes y 4 administrativos de la institución.

2.8.3 Diseño cuasi experimental

Los diseños cuasiexperimentales identifican un grupo de comparación lo más parecido posible a un grupo de tratamiento en cuanto a las características previas (Previas a la intervención). El grupo de comparación capta los datos que se habrían obtenido si el programa o la política no estuviera aplicada, por lo cual se puede establecer si el programa o política ha causado alguna diferencia palpable entre los resultados del grupo.

Los diseños cuasiexperimentales son aquellos métodos o procedimientos utilizados de manera experimental, las cuales son para determinar el efecto de una o más variables dentro de un grupo de control.

2.9 Metodología de calidad de servicio

2.9.1 Fase de diseño y codificación

En esta fase de diseño se trata sobre los elementos y técnicas que se utilizara para llevar a cabo el diseño de los escenarios y codificación de scripts de la red, tomando en cuenta la naturaleza de sus problemas para posteriormente ser simulada e implementada. Por estas razones se realizará la simulación con el programa más apropiado que garantice los resultados más exactos y así poder realizar una adecuada implementación.

2.9.2 Simuladores de red

Es un software que permite reproducir tanto las sensaciones físicas (velocidad, aceleración, percepción del entorno) como el comportamiento lógico de las máquinas y dispositivos de red que conforman a una topología de red. Estas aplicaciones permiten desde una interface gráfica, seleccionar diferentes periféricos e interconectarlos. Puede configurar a cada equipo (asignando IP, mascara, ip de punto de enlace, etc.) y/o modificar sus características como por ej.: cambiar el tipo de tarjetas de red (fibra óptica, Ethernet, inalámbrica, etc.), con sus respectivos parámetros de funcionamiento (velocidad, seguridad, direccionamiento, etc.). Finalmente, puede realizar diferentes pruebas virtuales de la compatibilidad, funcionamiento y rendimiento de la topología de red. [6]

2.9.2.1 Cisco packet tracer

Cisco Packet Tracer es un programa integral de enseñanza y aprendizaje de tecnología de redes que ofrece una combinación única de experiencias de simulación y visualización realistas, evaluación, capacidades de creación de actividades, y oportunidades de colaboración multiusuario y competencia. Las características innovadoras de Packet Tracer ayudan a los estudiantes y docentes a colaborar, resolver problemas y aprender conceptos en un entorno social dinámico y atractivo. [1]

2.9.2.2 GNS3

GNS3 (Graphical Network Simulator-3) es un simulador de redes de computadoras que permite a los usuarios diseñar, construir y simular redes complejas. Es una herramienta de software libre que se utiliza para simular redes de computadoras en un ambiente de laboratorio virtual.

GNS3 se basa en el software Dynamips, que simula los dispositivos Cisco IOS en un ambiente de software, permitiendo a los usuarios crear y simular topologías de redes complejas. Con GNS3, los usuarios pueden simular dispositivos de red, como routers, switches y servidores, así como configurar protocolos de red y probar escenarios de fallos. [7]

2.10 Algoritmo del mejor esfuerzo

Este tipo de algoritmos se encuentran los algoritmos tradicionales, que no ofrecen ningún tipo de garantías de transmisión, por lo que podría decirse que el nivel de calidad de servicio ofrecido es nulo. El problema con este tipo de algoritmos es que, si tenemos varios flujos de datos, una ráfaga de paquetes en uno de ellos va a afectar a todos los demás flujos, retardando la transmisión. [8]

2.11 RSVP [8]

Como su nombre lo indica se utiliza para reserva de recurso para una sesión en un entorno de red IP. Se establece esta reserva de recursos para un flujo determinado. Un host hace una petición de una calidad de servicio específica sobre una red para un flujo particular de una aplicación.

Las características más relevantes son:

- Diseñado para trabajar con cualquier método de QoS.
- Permite Unicast y Multicast
- No transporta datos de usuario
- No es un protocolo de ruteo, sino que está pensado para trabajar conjuntamente con éstos, los protocolos de ruteo determinan dónde se reenvían los paquetes mientras que RSVP se preocupa por la QoS de los paquetes reenviados de acuerdo con el ruteo.
- Es un protocolo simplex (unidireccional): petición de recursos sólo en una dirección, diferencia entre emisor y receptor. El intercambio entre dos sistemas finales requiere de reservas diferenciadas en ambas direcciones.
- Permite diferentes tipos de reservas.
- Soporta IPv4 e IPv6, aunque no sea un protocolo de transporte.

2.12 Diffserv

DiffServ surge como una alternativa de IntServ para satisfacer requisitos como proporcionar altas prestaciones, escalabilidad, permitir el crecimiento sostenido del tamaño de las redes y su ancho de banda, entre otros.

La arquitectura de DiffServ se basa principalmente en la realización de un script en NS2 que contenga las características y configuración necesarias para llevar a cabo

la simulación. Motivo por el cual se detallan las funciones que intervienen en una red con modelo DiffServ. [9]

2.13 Definición del escenario

Es importante detallar los elementos más importantes que conforman la red en nuestro caso trabajaremos con un escenario en el cual existen 53 equipos distribuidos en 3 bloques. Se ha escogido dicho esquema para poder ver la diferencia de mejor manera.

2.14 Clasificación

La clasificación es la parte inicial de las funciones, en donde se identifica el perfil de comportamiento por los saltos al que corresponde un flujo de tráfico. Los clasificadores de agregados son aquellos que se utilizan únicamente en el código DSCP, mientras que los clasificadores multicampo utilizan más información de diferentes campos.

2.15 Acondicionamiento

Esta función tiene por objetivo conseguir que el tráfico que ingrese a un dominio DiffServ se ajuste a un acuerdo de tráfico. Entre los cuales existen sub funciones como:

- Medidor: el medidor comprueba si el tráfico de entrada se ajusta a un patrón de tráfico determinado y transmite esta información para poder tomar decisiones pertinentes.
- Marcador: el marcador se encarga de asignar un código a los paquetes de entrada, determinando de esta forma el agregado al que pertenecen. Los paquetes de entrada pueden llegar marcados o no.

2.16 Fase de análisis y comparación

Esta fase trata sobre realizar un análisis con todos los resultados, como los datos numéricos y gracias que arroje el simulador y con todo esto llevar a cabo una comparativa parcial para llegar a una conclusión determinada, por lo cual se

cumplirá con esta fase mediante los indicadores que ayudarán a obtener un mejor resultado.

2.17 Indicadores de QoS

Los indicadores de QoS se los ha propuesto analizar en base a los problemas que se presentan en la red que se está manejando actualmente, son los siguientes:

2.17.1 Rendimiento

Se define el rendimiento como la cantidad de información (paquetes) recibidos en el nodo de destino entre la cantidad de información (paquetes) enviados por el nodo de fuente. Para su cálculo hay muchos aspectos a tener en cuenta como lo son las cabeceras de paquetes, paquetes de señalización, tiempos de espera, colisiones, retransmisiones de paquetes, etc. [10]

2.17.2 Variación del retardo de los paquetes

Se define como el tiempo de latencia variable sobre la percepción de los datos, la variación de los retardos en la llegada de paquetes entre su origen y el destino, producida por la congestión de tráfico en algún punto de la red o diferencia en el tiempo de tránsito de paquetes cuando estos viajan por diferentes rutas a viajar por rutas ya definidas. [10]

2.17.3 Retardo extremo a extremo

Es el tiempo que emplea un paquete para viajar desde la fuente al destino, el retardo suele ir desde el milisegundo hasta varios cientos de segundos. En general se encuentra compuesto por el retardo de procesos, retardo de cola, retardo de transmisión y retorno de propagación. Este indicador ayuda a medir el problema de las topologías que se presentan en las redes. [10]

2.17.4 Paquetes borrados

Cada vez que un router está sobre cargado y no deja enviar los paquetes, cae en la categoría de que el rendimiento es malo, se supone que borran paquetes en la red. En este caso, la red dispone de una gran variedad de elementos los cuales son un

medio de comunicación que puede fallar al momento de enviar un paquete cliente servidor. [11]

2.17.5 Paquetes perdidos

Son paquetes transmitidos que han sido descartados o perdidos dentro de la red, esto es debido a diferentes factores como por ejemplo la calidad del enlace de datos, error en equipos que permiten la conectividad de la red o sobrepasar la capacidad de envío. [11]

2.18 Metodología de PPDIOO (Preparación-Planeación-Diseño-Implementación-Operación-Optimización)

Esta metodología está enfocada principalmente a definir actividades que son requeridas por tecnología y complejidad de red, estas a su vez ayudan a los clientes a operar e instalar nuevas tecnologías, permitiendo así optimizar su desempeño en consecuencia del ciclo de vida de la red.

La metodología PPDIOO se divide en seis fases las cuales son: [12]

1. Preparar: En esta fase se establece la justificación financiera para la red e identificar la tecnología que va a soportar la arquitectura de red.
2. Planear: Esta fase identifica los requerimientos de la red haciendo una evaluación y caracterización de red, basándose en un análisis de los puntos débiles contraponiéndose a las mejores prácticas.
3. Diseñar: Se desarrollan diseños detallados estos comprenden requerimientos del negocio y técnicos; se incluyen diagramas de red y la lista de equipos.
4. Implementar: Se integran los nuevos dispositivos sin interrumpir el funcionamiento de la red existente ni que se creen puntos de vulnerabilidad.
5. Operar: En esta fase se monitorea los componentes de la red, se administra las actualizaciones, desempeño y se corrigen errores.
6. Optimizar: Se realiza una administración proactiva, se indican y resuelven cuestiones que pueden afectar a la red.

2.19 Conclusiones

- Se utilizó encuestas para determinar las necesidades y requerimientos de los usuarios de la red, así como para determinar el grado de satisfacción en el uso de la red de datos una vez implementada.
- Se considera que los indicadores de calidad de servicio para las comparativas respecto al tema planteado son: variación del retardo, retardo de extremo a extremo, paquetes borrados y paquetes perdidos.
- Para el diseño de la red de datos se utilizó la metodología PPDIOO, la cual permite manejar la complejidad de una red en crecimiento, también nos ayuda a controlar la estabilidad, disponibilidad, escalabilidad y seguridad de la red con ayuda de un sistema de planeación, diseño, mantenimiento y optimización.

CAPÍTULO III

3.1 Estudio de la situación actual

Antes del diseño de la red LAN e inalámbrica es imprescindible conocer y analizar la situación actual de la institución. Por ello se realizó una revisión de las características físicas, técnicas de los componentes y dispositivos de interconexión. El análisis determina los problemas existentes en la red, tanto de la parte pasiva como activa. Para establecer una red con parámetros de QoS.

3.1.1 Antecedentes

La unidad educativa CERIT, es una institución educativa particular, al servicio de la provincia de Cotopaxi, actualmente su rector es el Licenciado, Camilo Calupiña que desempeña el cargo de rector de la institución desde el año 2022 hasta la presente fecha. La actividad de la Institución es proporcionar un servicio a la ciudadanía en el cual se impulsa el desarrollo académico, humano y social de cada uno de los alumnos por medio de un plan de estudios vanguardista, actividades culturales y deportivas, grupos reducidos y profesores 100% capacitados. Brindamos un servicio educativo de calidad con atención profesional, desde nivel básico hasta nivel superior.

3.1.2 Organigrama

En la gráfica 6, se muestra el organigrama estructural de la unidad educativa.

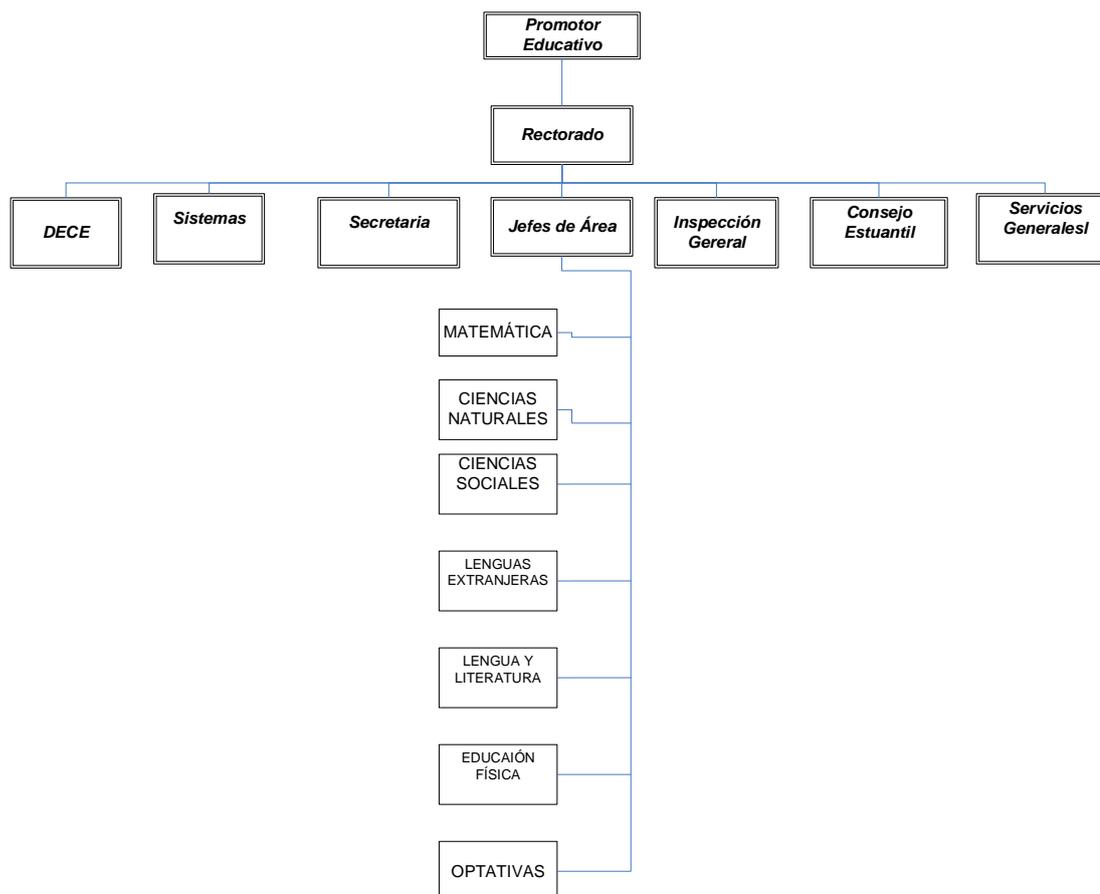


Gráfico 6. Organigrama de la unidad educativa CERIT.

Elaborado por: El investigador.

3.1.3 Encuesta para el análisis de los requerimientos.

Se desarrolló la encuesta al personal docente y administrativo de la unidad educativa CERIT, con el fin de determinar las necesidades de la institución en lo referente al acceso al Internet, de lo cual se obtuvieron los siguientes resultados:

De la pregunta 1: “¿Con qué frecuencia utilizas el servicio de internet?”

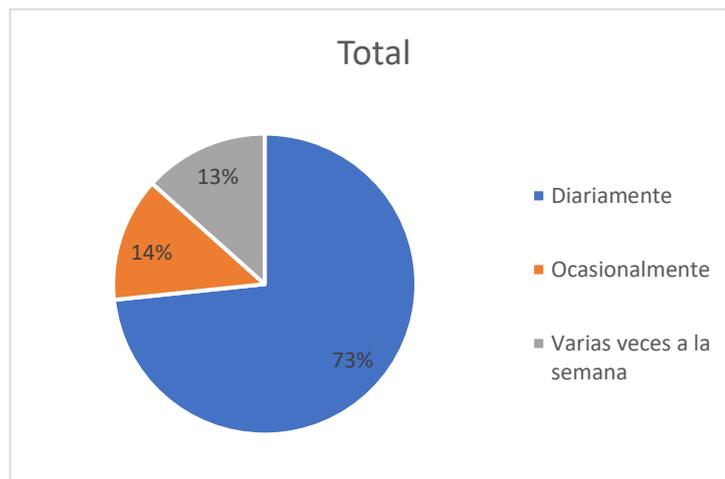


Gráfico 7. Resultados de la pregunta 1.

Elaborado por: El investigador.

Del gráfico 7 se puede determinar que 73% del personal docente y administrativo utiliza frecuentemente el acceso a Internet debido a la naturaleza de la institución ya que se emplea en la clase como material de apoyo, en la proyección de videos de la red y el uso de la plataforma Santillana en cada hora de clase.

De la pregunta 2: ¿Cuáles crees que son las principales limitaciones o dificultades del servicio de internet?

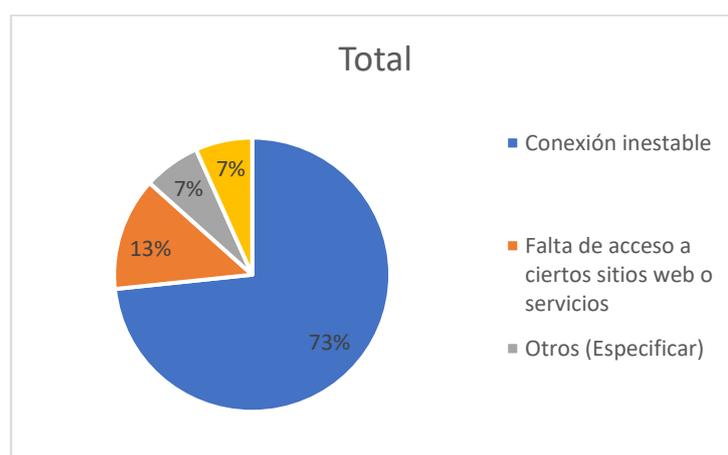


Gráfico 8. Resultados de la pregunta 2.

Elaborado por: El investigador.

Del gráfico 8 se determina que: los usuarios de la red tienen mayor dificultad en el acceso al servicio de internet debido a una conexión inestable, esto se debe a que se trabajaba con una salida a internet de 20 Mbps con enlace compartido según el

proveedor de internet (CNT), lo cual causaba que los equipos pierdan conectividad al ingresar varios usuarios a la red.

Estos serían los resultados más relevantes consultados y conjuntamente con la entrevista realizada al Rector y a la Promotora educativa se han determinado las necesidades para el diseño de red de la unidad educativa.

3.1.4 Infraestructura física

La unidad educativa está compuesta de una construcción mixta de tres bloques, en estas edificaciones trabajan todas las áreas de educación que son las de nivel básico, medio y preparatoria, así como las áreas administrativas.

El bloque uno de ingreso, está formado por una planta, en donde se encuentran la recepción, secretaría y rectorado.

El bloque dos, está formado por dos plantas, en la planta inferior tenemos inicial 1, primero de básica, tercero de básica y el departamento del DECE.

En el bloque tres se encuentran las siguientes áreas: los paralelos de sexto de básica hasta tercero de bachillerato, el laboratorio de física y química, laboratorio de computación y la sala de profesores.

A continuación, se describe los posibles usuarios de red que tendría la unidad educativa. Ver tabla 4.

Bloque	Paralelo	Usuarios de red	PC/Portátiles	Impresora de Red
Primero	Secretaría	2	1	1
	Recepción	2	1	1
	Rectorado	1	1	0
	TOTAL	5	3	2
Segundo	Inicial 1	1	1	0
	Inicial 2	1	1	0
	Primero	1	1	0
	Segundo	1	1	0
	Tercero	1	1	0
	Cuarto	1	1	0
	Quinto	1	1	0
	TOTAL	7	7	0
Tercero	Sexto	1	1	0
	Séptimo	1	1	0

Bloque	Paralelo	Usuarios de red	PC/Portátiles	Impresora de Red
	Laboratorio de computación	10	10	0
	Octavo	1	1	0
	Noveno	1	1	0
	Décimo	1	1	0
	Primero de bachillerato	1	1	0
	Segundo de bachillerato	1	1	0
	Tercero Bachillerato	1	1	0
	Sala docente	5	5	0
	TOTAL	23	23	0
TOTAL USUARIOS	35	33	2	

Tabla 4. Cantidad de usuarios posibles de red.

Elaborado por: El investigador.

La topología empleada en la institución es en estrella, los switches de la institución se conectan al nodo central. El nodo central es el router proporcionado por CNT. El nodo central recibe las conexiones de los switches del bloque dos y del bloque tres, el medio de transmisión empleado es UTP cat 5.

No tenemos rack de equipos no emplea patch panels, tampoco organizadores de cables, el empleo de dispositivos de diferentes marcas presenta problemas como: configuraciones de los equipos, impedimento para operar con protocolos propietarios y garantías de los equipos que varía según los fabricantes.

3.1.5 Descripción del sistema de comunicaciones de datos

A octubre del 2022, la Unidad Educativa CERIT, contaba con una infraestructura de red obsoleta con equipos de red inalámbrica discontinuados y con un Switch CNET como equipo de conexión del laboratorio de computación.

En el gráfico 9, se puede observar el equipo de red que se encuentra en el bloque 2.



Gráfico 9. Equipo de red inalámbrico, bloque 2.

Elaborado por: El investigador.

En el gráfico 10 se puede apreciar el equipo de red, proporcionado por el proveedor CNT, el cual se usa para la salida hacia el Internet.



Gráfico 10 Router de Internet.

Elaborado por: El investigador.

Finalmente, el otro equipo activo de conexión es un Swich CNET CSH 2400, en cual se usa para la conexión a los computadores del laboratorio de computación. Ver gráfico 11.



Gráfico 11. Switch utilizado en el centro de cómputo.

Elaborado por: El investigador.

La conexión de red se realizaba mediante la siguiente configuración en la cual se utilizaba una red inalámbrica con equipos obsoletos. Por ejemplo, la conexión hacia el laboratorio se presenta de la siguiente forma: con un cable UTP categoría 5 se conecta desde el router de CNT hasta el switch CNET, luego de este mediante un puerto hacia un router inalámbrico D-link en cual permitía la conexión de los computadores mediante tarjetas inalámbricas PCI que está en cada CPU. Ver gráfico 12.

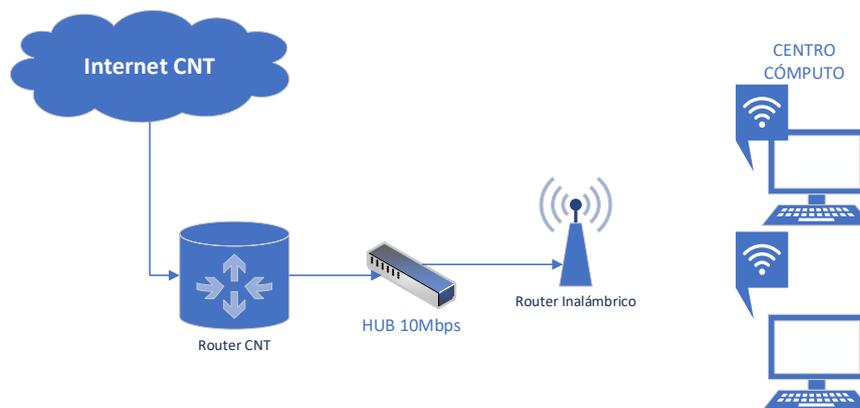


Gráfico 12. Diagrama simplificado actual de acceso al Internet.

Elaborado por: El investigador.

3.1.6 Escalabilidad

Permite incrementar las capacidades de servicio de una aplicación, sistema o red; sin que tenga que rediseñarse el código, infraestructura o equipos previamente adquiridos.

La red de área local de la institución no está en condiciones de soportar un incremento en el número de usuarios, ya que presenta limitaciones de infraestructura y de equipos.

3.1.7 Tolerancia a fallas

No se tiene previsto este inconveniente ya que debido a la naturaleza de la institución lo indispensable solo es el acceso a Internet para trabajar con la plataforma Santillana, y si este servicio cae no influye en el trabajo del personal docente tampoco administrativo.

3.1.8 Descripción del cableado estructurado

El sistema de cableado de la institución tanto del bloque uno, dos y tres, está constituido por cable de par trenzado no apantallado, conocido en el mercado como UTP categoría 5.

Aproximadamente el sistema de datos debería prestar servicio a 35 usuarios en la institución.

En la institución solo se maneja cableado de datos para el acceso a Internet desde el laboratorio de computación, no contamos con servicio de voz ni video.

Las diferentes áreas de trabajo presentan inconvenientes tanto en el cableado horizontal como vertical, a continuación, se listan los siguientes:

- Las rutas de los cables presentan curvaturas superiores a las recomendadas en los estándares, lo cual ocasiona pérdidas de señal en la transmisión. Ver gráfico 13.

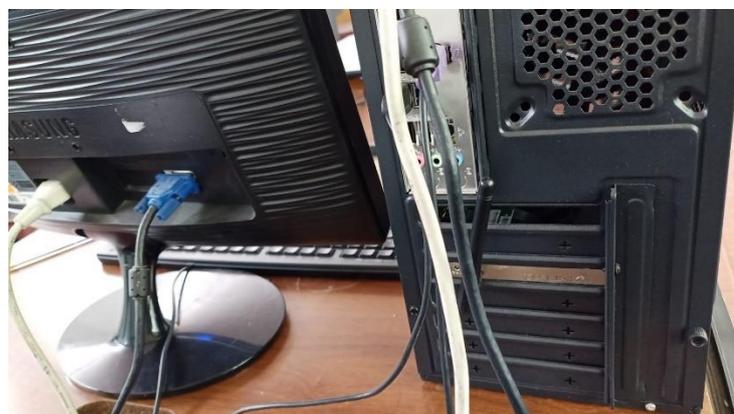


Gráfico 13. Acceso antiguo de Internet cable azul.

Elaborado por: El investigador.

El análisis de la conexión de red de la unidad educativa, determinó que el acceso a Internet sea cableado o inalámbrico es limitado. Debido a que primero se utiliza cables UTP para interiores y no uno para exteriores. Los equipos de red no se han actualizado en función a las nuevas tecnología y estándares.

La infraestructura no cuenta con:

- Rack en cada por cada bloque.
- Patch panels.
- Organizadores de cables.

Dificultando el incremento de nuevos usuarios, seguridad de datos, ubicación errores e implantación de nuevos servicios, además, los equipos de conexión no permiten funciones de optimización de la red, como son: priorización del tráfico, calidad de servicio o funciones de seguridad como VLAN, subredes.

3.1.9 Página web

La unidad educativa posee una página web, para acceder a ella se digita: <https://CERIT-ec.com/>, en la gráfico14, se muestra la página principal.

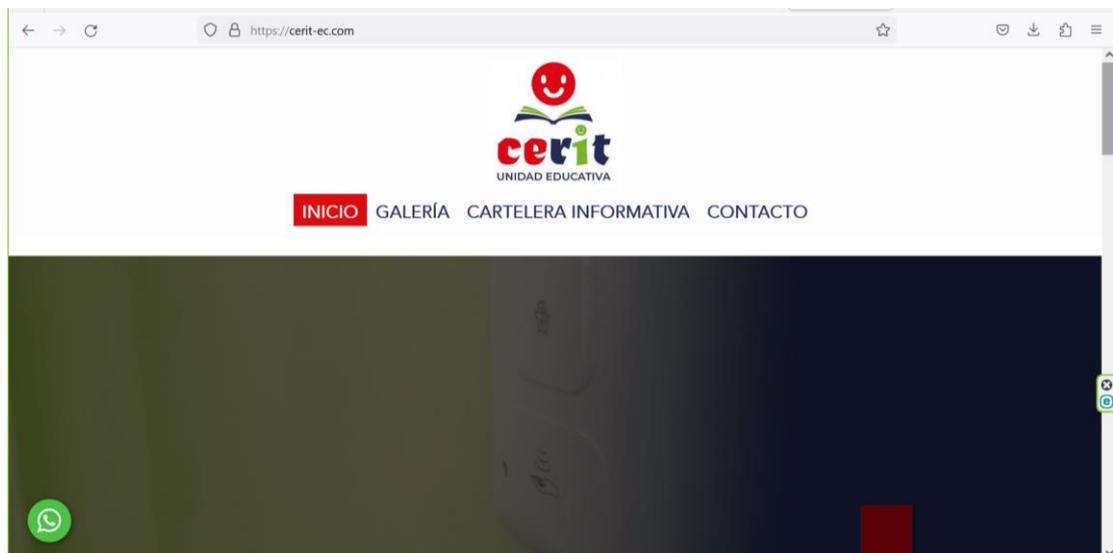


Gráfico 14. Página web de CERIT unidad educativa.

Elaborado por: El investigador.

La administración y mantenimiento del sitio web, está a cargo del departamento de sistemas, el cual coordina la información que se colocará en la misma.

3.1.10 Sistema telefónico

En la unidad educativa se emplea una línea ADSL para la comunicación telefónica, la misma que es proporcionada por CNT, esta se encuentra en funcionamiento y permite realizar llamadas de voz hacia fuera de la institución, las conversaciones de voz dentro de la institución no existen ya que no se cuenta con un servidor de telefonía IP.

3.1.11 Direccionamiento ip

La institución se encuentra implementada sobre el modelo de referencia TCP/IP, y bajo un mismo dominio de broadcast.

Para el direccionamiento IP de la unidad educativa se emplea una clase C: 192.168.100.0/24, la red posee un rango de doscientas cincuenta y cuatro direcciones disponibles, la asignación de direcciones IP es mediante DHCP desde el router proporcionado por CNT.

Cabe mencionar que no existe administración de las direcciones IP, el ingreso a la red de nuevos usuarios, se encuentra limitado. La red de datos es segmentada en su totalidad por el router teniendo como un único dominio de colisión.

3.2 Diseño de la red

Introducción

Por lo expuesto anteriormente, el cableado actual de la institución no se rige a ninguna norma de estandarización, debido a esto no es posible identificar adecuadamente los subsistemas que lo componen, en base a esas consideraciones se presenta un diseño nuevo de cableado de red.

El diseño de la red implementará aspectos de: segmentación, escalabilidad y seguridad de la red, aspectos que no se tiene en la red actual de la unidad educativa. Con respecto a la seguridad de la información, se realizarán las políticas de acceso y uso de los servicios de red, las cuales se deben cumplir a cabalidad, para ello, deberán quedar claros los procedimientos efectuados sobre la red.

3.2.1 Estudio del crecimiento del número de usuarios en la red de datos

El número de usuarios que tendrá la institución en los próximos años, es el factor que determinarán el diseño, administración y elección de las tecnologías de la información.

La cantidad máxima de usuarios, está condicionado por los servicios a ofrecer como: sistema de videovigilancia, acceso a plataformas virtuales, puntos de red para docentes.

La tabla 5, presentan los usuarios actuales y máximos tanto del bloque uno, bloque dos y bloque tres, toman en cuenta que la institución brinda una educación personalizada y que la idea es priorizar la seguridad, el aprendizaje mediante el uso de plataforma digitales.

Bloque	Paralelo	Usuarios de red	PC/Portátiles	Impresora de Red	Cámaras IP
Primero	Secretaria	2	1	1	0
	Recepción	2	1	1	1
	Rectorado	1	1	0	0
	TOTAL	6	3	2	1
Segundo	Inicial 1	2	1	0	1
	Inicial 2	2	1	0	1
	Primero	2	1	0	1
	Segundo	2	1	0	1
	Tercero	2	1	0	1
	Cuarto	2	1	0	1
	Quinto	2	1	0	1
	TOTAL	14	7	0	7
Tercero	Sexto	2	1	0	1
	Séptimo	2	1	0	1
	Laboratorio de computación	11	10	0	1
	Octavo	2	1	0	1
	Noveno	2	1	0	1
	Décimo	2	1	0	1
	Primero de bachillerato	2	1	0	1
	Segundo de bachillerato	2	1	0	1

Bloque	Paralelo	Usuarios de red	PC/Portátiles	Impresora de Red	Cámaras IP
	Tercero Bachillerato	2	1	0	1
	Sala docente	6	5	0	1
	TOTAL	33	23	0	10
TOTAL USUARIOS		53	33	2	18

Tabla 5. Total de usuarios de red de la unidad educativa.

Elaborado por: El investigador.

3.2.2 Requerimiento de capacidades de aplicaciones

Dimensionamiento del tráfico de red

Se considera para el tráfico funciones básicas de red y navegación web, es la información que los usuarios necesitan circular por la red. Por esta razón para el nuevo diseño se contempla incluir el servicio de telefonía IP para el dimensionamiento de equipos.

3.2.2.1 Conexión a Internet

Como primer paso se identificaron cuáles son los sitios web y aplicaciones más usadas por los usuarios, luego se procedió a obtener el tamaño promedio de las páginas web que usualmente la comunidad educativa utiliza.

Para conocer el tamaño del sitio web se empleó la página Gtmetrix.com la cual es una herramienta gratuita que realiza un análisis del desempeño de cualquier página web durante un tiempo de 30 segundos. El valor promedio de las páginas web que visita la comunidad estudiantil es de 5,7 MB, el de personal administrativo es de 20,95 MB y el personal docente es de 5,35 MB, estos valores se detallan a continuación.

Comunidad Estudiantil.

Tipo de Aplicación/Sitios Web	URL	Tamaño [MB]
Plataforma Santillana de aulas virtuales de la institución.	https://lms30.santillanacompartir.com/login/access	3,68
Sitio web para aprendizaje de programación.	https://scratch.mit.edu/	6,49

Sitio web para realizar cuestionarios en línea.	https://quizizz.com/?lng=es-ES	15,4
Sitio web para búsqueda de video de apoyo,	https://www.youtube.com	2,33
Sitio web para búsqueda de material de apoyo.	https://www.google.com/	0,614
	Promedio	5,70

Tabla 6. Tamaño de las páginas web a las que acceden la comunidad educativa.

Elaborado por: El investigador.

Personal administrativo.

Tipo de Aplicación/Sitios Web	URL	Tamaño [MB]
Facebook es un servicio de redes y medios sociales	https://www.facebook.com/	0,26
Sitio web de Mutualista Pichincha.	https://www.mutualistapichincha.com	13,1
Sistema integral de gestión de la institución.	https://idukay.net/#/login	3,57
Sitio web del IESS.	https://www.iess.gob.ec/	2,57
sitio web del ministerio de trabajo.	https://sut.trabajo.gob.ec/	0,91
Servicio de correo electrónico.	https://mail.google.com/	0,54
	Promedio	20,95

Tabla 7. Tamaño de páginas web a las que acceden el personal administrativo.

Elaborado por: El investigador.

Personal docente.

Tipo de Aplicación/Sitios Web	URL	Tamaño [MB]
Plataforma Santillana de aulas virtuales de la institución.	https://lms30.santillanacompartir.com/login/access	3,68
Sistema integral de gestión de la institución.	https://idukay.net/#/login	3,57
Sitio web para aprendizaje de programación.	https://scratch.mit.edu/	6,49
Sitio web para realizar cuestionarios en línea.	https://quizizz.com/?lng=es-ES	15,4
Sitio web para búsqueda de video de apoyo,	https://www.youtube.com	2,33

Sitio web para búsqueda de material de apoyo.	https://www.google.com/	0,614
	Promedio	5,35

Tabla 8. Tamaño de páginas web a las que acceden el personal docente.

Elaborado por: El investigador.

El ancho de banda de la institución es limitado, por ello se debe establecer el valor de salida hacia el Internet.

Se procede a determinar el ancho de banda que cada grupo de usuarios demandaría para establecer el tráfico de red. Como se puede observar a continuación:

1. Cálculo de ancho de banda requerido para acceder a una página por parte de la comunidad estudiantil.

$$Capacidad_{Navegación\ Web} = \frac{5,7\ MBytes}{Sitio\ web} \times \frac{Sitio\ web}{30\ seg} \times \frac{8\ bits}{1\ byte} = 1,52\ Mbps$$

2. Cálculo de ancho de banda requerido para acceder a una página por parte del personal administrativo.

$$Capacidad_{Navegación\ Web} = \frac{20,95\ MBytes}{Sitio\ web} \times \frac{Sitio\ web}{30\ seg} \times \frac{8\ bits}{1\ byte} = 5,59\ Mbps$$

3. Cálculo de ancho de banda requerido para acceder a una página por parte del personal docente.

$$Capacidad_{Navegación\ Web} = \frac{5,35\ MBytes}{Sitio\ web} \times \frac{Sitio\ web}{30\ seg} \times \frac{8\ bits}{1\ byte} = 1,43\ Mbps$$

3.2.2.2 Funciones Básicas de Red o Multitarea

Son aquellas que se usan en una misma red, tales como: compartición de archivos, documentos, aplicaciones e impresoras, esto aplicaría para el área administrativa, todos estos servicios tienen una capacidad promedio aproximada de 200 kbps, los cuales serían en su mayoría libros de Excel que contienen las notas de los estudiantes.

$$\begin{aligned}
 & \text{Capacidad}_{FBR} \\
 &= \frac{200 \text{ KBytes}}{\text{FuncionesBasicaRed}} \times \frac{4 \text{ FuncionesBasicasRed}}{5 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} \\
 &= 21,33 \text{ Kbps}
 \end{aligned}$$

3.2.2.3 Tráfico de voz de Telefonía IP

La institución no cuenta con un sistema de telefonía IP, pero debido a que se está desarrollando un diseño de red, es necesario considerar el valor del ancho de banda para una posible implementación en un futuro, el ancho de banda considerado este servicio sería de 100 Kbps, por usuario.

3.2.2.4 Tráfico de videovigilancia IP

En el diseño de la nueva red para la unidad educativa se contempla la instalación de cámaras IP en todas las aulas por lo cual este tráfico de red debe estar considerado, se estima que una cámara IP con una cámara de 2Mpx necesita un ancho de banda de 6Mbps por cámara.

3.2.3 Estimación de requerimientos de capacidades de las aplicaciones de red y su simultaneidad.

Para las estimaciones del ancho de banda de las aplicaciones de red, se tomará el mayor valor calculado según cada usuario consideremos, debido a la función que ellos desempeñan.

Servicio	Nomenclatura	Capacidad Requerida (Mbps)
Navegación Web comunidad estudiantil	NWE	1,52
Navegación Web personal administrativo	NWA	5,59
Navegación Web personal docente	NWD	1,43
Funciones Básicas de Red	FBR	6,19
Telefonía IP	TIP	0,1
Cámaras IP	CIP	6

Tabla 9. Estimaciones de las capacidades de las aplicaciones de red.

Elaborado por: El investigador.

En la tabla 9, se detallan los valores aproximados de las capacidades en Mbps de las aplicaciones actuales y de las futuras aplicaciones de red que podrían existir, teniendo en cuenta el máximo número de usuarios que se determinó en la tabla 5.

En lo referente a la simultaneidad, se estimó la simultaneidad según la actividad que realizan. Por ejemplo: en el Bloque uno, se tiene 5 usuarios, de los cuales se puede considerar que siempre estarán conectados 4 debido a que es el personal administrativo y su trabajo se desarrolla en su puesto de trabajo. En el bloque 2, se estiman 14 usuarios los mismo podemos considerar que 7 siempre estarán conectados que son las cámaras IP, y de los 7 restantes podemos asumir una simultaneidad del 70% por lo cual serían 5 usuarios. En el bloque 3, se tiene 33 usuarios de los cuales 10 corresponden a las cámaras, estas siempre estarán conectadas, 10 corresponden al laboratorio de computación y 13 a las aulas del cual se determina una simultaneidad del 70%, debido a que no todas las horas se utiliza el laboratorio, tampoco en todas las horas de clase se emplean la red o el uso de proyectores porque existen materias como educación física, artística o música en donde no se utiliza la red, con lo cual tenemos 16 usuarios. Estos datos se resumen a continuación.

Edificio	Detalle de usuarios	Total Usuarios	Usuarios Simultáneos	NW	FBR	TIP	CIP	Capacidad Máxima
Bloque 1	Usuarios	5	4	22,36	24,76	0,4		53,52
	Cámaras	1	1				6	

Tabla 10. Capacidad requerida en Mbps – Bloque uno.

Elaborado por: El investigador.

Edificio	Detalle de usuarios	Total Usuarios	Usuarios Simultáneos	NW	FBR	TIP	CIP	Capacidad Máxima
Bloque 2	Usuarios	7	5	7,6	0	0,5		50,1
	Cámaras	7	7				42	

Tabla 11. Capacidad requerida en Mbps – Bloque dos.

Elaborado por: El investigador.

Edificio	Detalle de usuarios	Total Usuarios	Usuarios Simultáneos	NW	FBR	TIP	CIP	Capacidad Máxima
Bloque 3	Usuarios	23	16	24,32	0	1,6		85,92
	Cámaras	10	10				60	

Tabla 12. Capacidad requerida en Mbps – Bloque tres.

Elaborado por: El investigador.

En las estimaciones del ancho de banda del bloque dos y tres, con respecto a la navegación WEB, se tomó el mayor valor calculado más alto que es de 24,32 Mbps, este valor se lo tratará como un punto crítico que, al compensarlo, se estima que los valores menores estarán saneados.

En las tablas desde la 10 hasta la 12, se puede apreciar la capacidad máxima de ancho de banda en cada bloque no supera los 100 Mbps, lo cual con tecnología Fast Ethernet 100 Mbps y cable categoría 6, se pueden solventar las necesidades de red, dejando un margen de incremento para otras aplicaciones.

3.3 Conclusiones del capítulo III

- Se determinó que el ancho de banda necesario para el acceso a internet es de aproximadamente de 25 Mbps, con lo cual se puede elegir un proveedor que proporcione ese ancho de banda con las características requeridas por la institución.
- Con respecto al ancho de banda necesario para las aplicaciones de red, como VoIP, VideoIP y funciones básicas de red, se determinó que es de 85,92 Mbps que con un cable categoría 6 y con tecnología Fast ethernet, se solventaría las necesidades de la red.

CAPÍTULO IV

4. Aplicación y/o validación de la propuesta

4.1 Diseño de la red pasiva

La red pasiva concerniente al cableado estructurado se procederá a implementar en su totalidad debido a las debilidades detalladas anteriormente.

Para lo cual se considerará los siguientes aspectos:

- El medio de transmisión a utilizar será cableado, se empleará UTP categoría 6.
- Los puntos de red corresponderán a los usuarios actuales, y el crecimiento se manejarán con los puntos de red libres en los switches.

Los subsistemas a tomar en cuenta en el diseño de la red pasiva son:

- Cableado Horizontal.
- Área de trabajo.
- Racks de Equipos.

El proyecto se trabajará por etapas en primera instancia se trabajará con el bloque dos y luego se implementarán las otras secciones.

4.1.1 Cableado Horizontal.

Se lo realiza utilizando el método de aproximación, donde se consideran las distancias mínimas y máximas que recorrerá desde el Rack abatible de pared correspondiente hasta el área de trabajo, luego de lo cual se obtendrá el promedio.

Es decir, para el cálculo de la distancia promedio por punto, se utilizará la fórmula:

$$\text{Distancia Promedio} = \frac{\text{distancia máxima} + \text{distancia mínima}}{2}$$

El mínimo número de puntos de red a instalarse para el cálculo de rollos de cable están descritos en la tabla 5 del capítulo anterior, los mismos que servirán para determinar la cantidad de cable UTP.

Para determinar las distancias promedio se utiliza la longitud de rollo de cable UTP categoría 6 es de 305 metros, la cual es una medida estándar. Se establece dejar un

factor de holgura de 10 % para contemplar el respectivo enrutamiento de subida y bajada hacia la salida de telecomunicaciones, así como al gabinete.

La fórmula a utilizar será la siguiente:

$$\text{Distancia Promedio} = \frac{\text{distancia máxima} + \text{distancia mínima}}{2} * 110\%$$

La tabla 13 presentan el cálculo de las distancias promedio.

Bloque	Distancia Mínima	Distancia Máxima	Distancia Promedio	Distancia Promedio + 10% de Holgura
Bloque 1	2	12,5	7,25	7,98
Bloque 2	7,5	20,7	14,1	15,51
Bloque 3	3,5	22,8	13,15	14,47

Tabla 13. Cálculo de la distancia promedio de los bloques de la UECERIT.

Elaborado por: El investigador.

Tomamos como referencia el bloque tres para los cálculos siguientes, una vez obtenida la distancia promedio, se procede a calcular el número de corridas con la siguiente fórmula:

$$\text{Número de Corridas} = \frac{\text{Longitud del Rollo Cable cat 6A}}{\text{Distancia Promedio 10\% holgura}}$$

$$\text{Número de Corridas} = \frac{305 \text{ metros}}{14,47 \text{ metros}}$$

$$\text{Número de Corridas} = 21,08$$

De la cual se obtiene el número de rollos:

$$\text{Número de Rollos} = \frac{\text{Número de puntos de red}}{\text{Número de corridas}}$$

$$\text{Número de Rollos} = \frac{33}{21,08}$$

$\text{Número de Rollos} = 1,57 \rightarrow$ **2 rollo de cable para el bloque tres**

El resultado se aproxima al entero siguiente por encima del valor obtenido. En la tabla 14, se determina que necesitamos 4 rollos de cable UTP, para instalar la red en la unidad educativa.

Bloque	Número de Corridas	Número de Rollos
Bloque 1	38	1
Bloque 2	19	1
Bloque 3	21	2
TOTAL		4

Tabla 14. Resumen del número de rollos por cada bloque.

Elaborado por: El investigador.

4.1.2 Área de Trabajo.

Para la conexión en el área de trabajo se emplearon cajetines con jacks categoría 6, ubicados entre 50 y 60 cm del piso, de esta forma se encuentran a la altura del escritorio para que los docentes puedan conectarse a la red.

Se utilizó patch Cord de 2.5 a 3 metros, porque este valor representa una distancia adecuada entre el cajetín y la PC del docente.

4.1.3 Cuarto de Telecomunicaciones.

La norma EIA/TIA 568-C recomienda que la distancia máxima desde los cuartos de telecomunicaciones hasta la estación de trabajo no debe exceder los 100 metros, dentro de los cuales están incluidos los *patch cords* y la norma TIA/EIA 569-C que sugiere la existencia de un cuarto de telecomunicaciones por piso o por edificio, se define asignar un Rack abatible de pared por cada bloque, tal como se muestra en la tabla 15.

El tamaño para los racks abatibles de pared será de 6 U, como se puede observar en el gráfico 15.

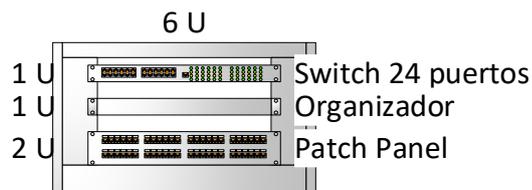


Gráfico 15. Patch Panel de 6 UR.

Elaborado por: El investigador.

UBICACIÓN	ITEM	MEDIDAS (U)
Bloque 1 (Rack B-1)	switch	1
	Patch Panel	1
	Ordenadores	2
	Separación	1
	TOTAL	5
Bloque 2 (Rack B-2)	Switch	1
	Patch Panel	1
	Ordenadores	2
	Separación	1
	TOTAL	8
Bloque 3 (Rack B-3)	Switch	1
	Patch Panel	1
	Ordenadores	2
	Separación	1
	TOTAL	5

Tabla 15. Medidas de los Racks de unidad educativa CERIT.

Elaborado por: El investigador.

4.1.4 Cuarto de Equipos.

El esquema de cableado estructurado de toda la institución confluye al cuarto de equipos ubicado en el bloque 1, el cual debido a la infraestructura se considerará solo un rack abatible de pared de 12 U, el cual se instalará en secretaría. Se considera ubicarlo en esta oficina debido a que siempre se encuentra con la secretaria y el acceso es restringido.

En este espacio se alberga todos los equipos activos de red routers, switches, transceivers (en el caso de tener enlaces de fibra) y patch panels.

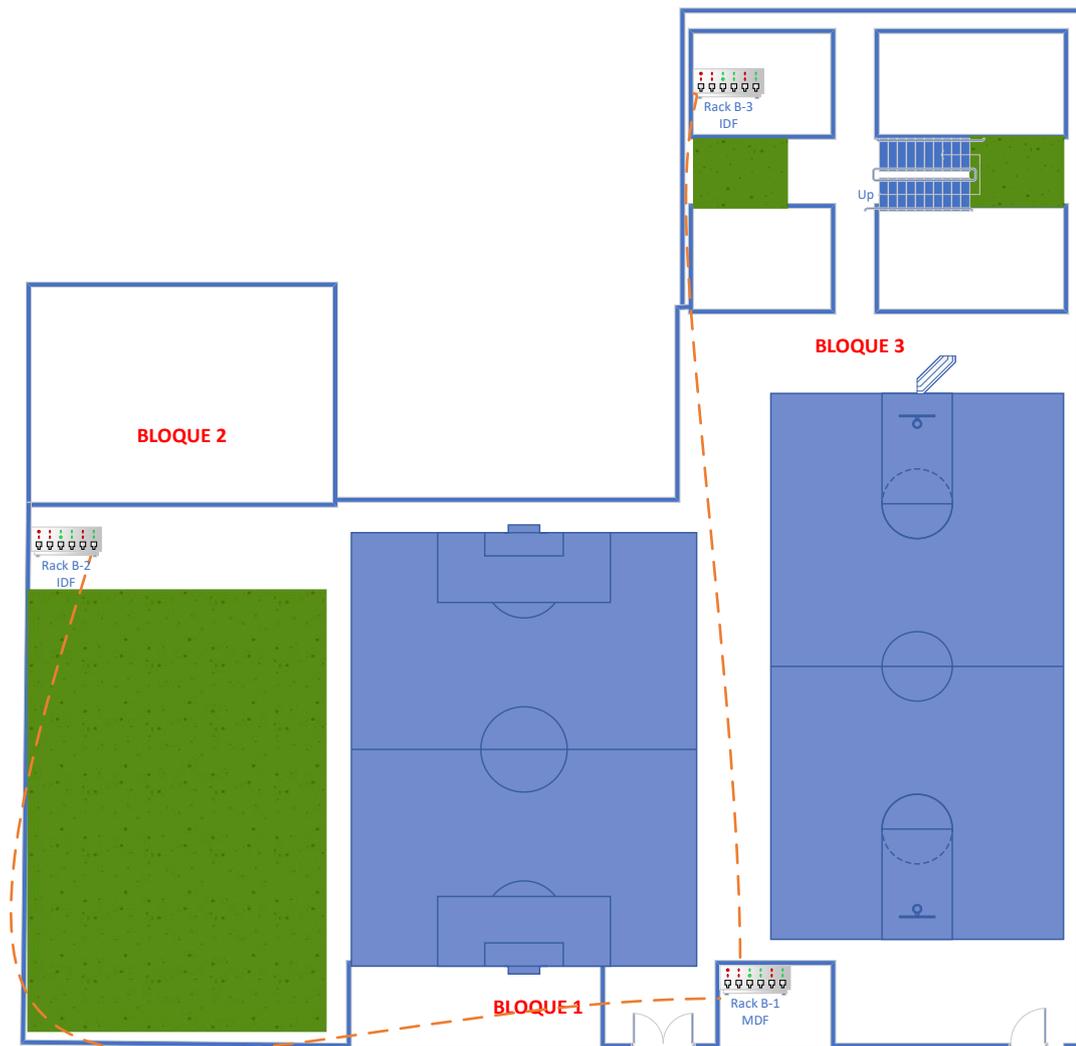


Gráfico 16. Topología de la Red de la institución.

Elaborado por: El investigador.

Como se aprecia en el gráfico 16, el MDF (Cuarto de equipos), recibe mediante cable UTP, las conexiones de los IDF, los mismos que poseen switches de acceso (capa 2) provenientes de los Bloque 2 y 3.

4.1.5 Etiquetación

En lo referente a la etiquetación de la red, se maneja el estándar ANSI/EIA/TIA 606, según esta norma la red de la UECERIT corresponde a una de clase 1, porque los requerimientos de administración para un edificio que tiene una única Sala de Equipos (Equipment Room ER) y menos de 100 usuarios.

Los siguientes identificadores serán requeridos para la administración de la infraestructura.

Identificadores para Espacios de Telecomunicaciones (TS):

fs

Dónde:

f = *flour space*, carácter numérico que identifica el piso

s = TS (Telecommunication Space) o “*space*”, carácter alfabético que indica al TS dentro del piso f.

Identificadores para Cableado Horizontal:

fs – an

Dónde:

a = uno o dos caracteres alfabéticos identificando el patch panel.

n = número que identifica el punto de red.

En resumen, cada punto de red, tendrá la siguiente nomenclatura en todas sus terminales (toma de comunicaciones o cajetín, patch Cord y patch panel):

fs – an

Por ejemplo, un punto ubicado en el Bloque 1 que tenga la etiquetación 01-A01, corresponderá al punto que se encuentre en el piso 1, en el espacio de telecomunicaciones denominado “A”, en el patch panel “A” con el número 01.

4.1.6. Aterrizaje para protección de los equipos

El sistema de puesta a tierra es muy importante porque protege a las personas, cableado, equipos eléctricos y electrónicos de cualquier voltaje o corriente eléctrica externa. El gráfico 17 muestra la distribución de puesta a tierra del bloque 3, el mismo que es una referencia para los restantes, porque en el bloque 1 y bloque 2 se instaló en mismo sistema.

BLOQUE 3

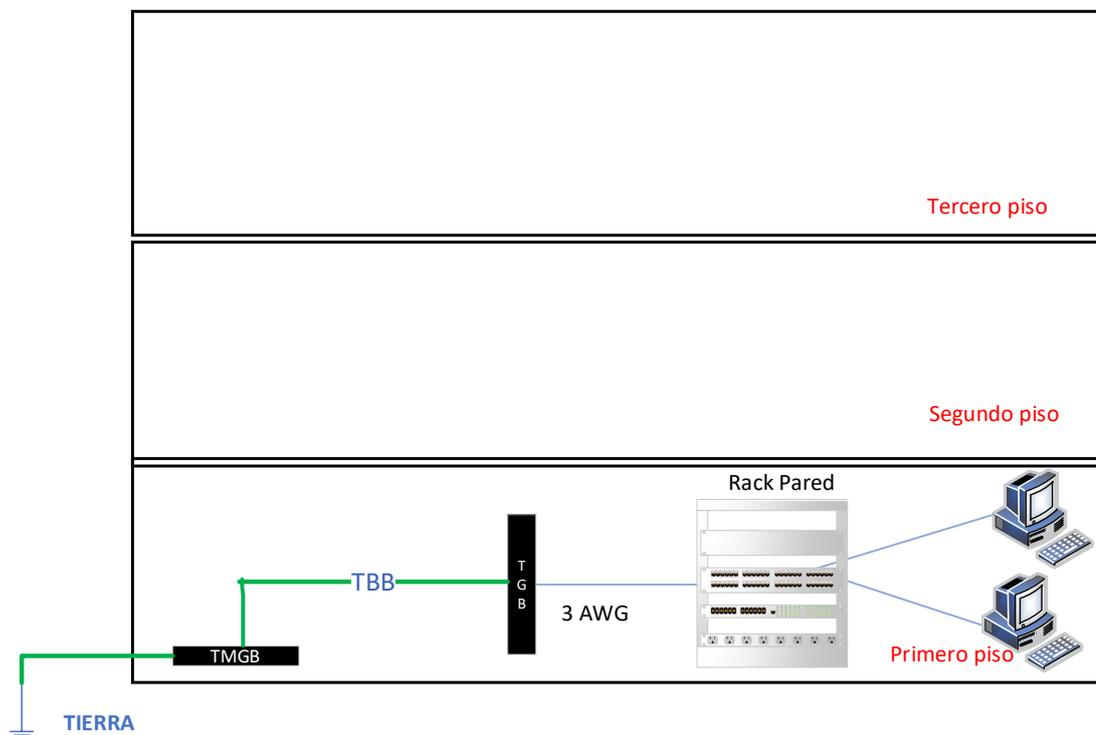


Gráfico 17. Sistema modelo de puesta a tierra bloque 3 UECERIT.

Elaborado por: El investigador.

Del gráfico 17 se establece la siguiente nomenclatura:

- TMGB: Barra principal de puesta a tierra.
- TGB: Barra de puesta a tierra
- TBB: Unión vertical para telecomunicaciones

La conexión del sistema de puesta a tierra será la siguiente: de los racks abatibles de pared a donde confluyen todas las conexiones de los dispositivos de red, (Bloque 3, está en la sala de cómputo), saldrá un cable conductor de 6 AWG hacia los TGB, los cuales mediante los TBB se conectarán a la TMGB del bloque 3. Este sistema se repite para cada bloque porque la distancia que los separa es grande.

4.2 Diseño de la red activa

El modelo de red propuesto es uno de tres capas: acceso y núcleo. Al separar la red en dos niveles se puede implementar redundancia, escalabilidad, seguridad y por ende mejorar el desempeño de la red.

Los switches de accesos se los ubicará gabinetes abatibles de pared, uno en cada bloque, la tecnología para estos dispositivos serán Fast Ethernet, a esto se conectarán todos los usuarios de las diferentes aulas.

Se tienen dos switches de acceso los cuales se conectarán al switch de core mediante enlaces gigabit ethernet, considerando que este switch es gigabit. Como se aprecia en el gráfico 18.

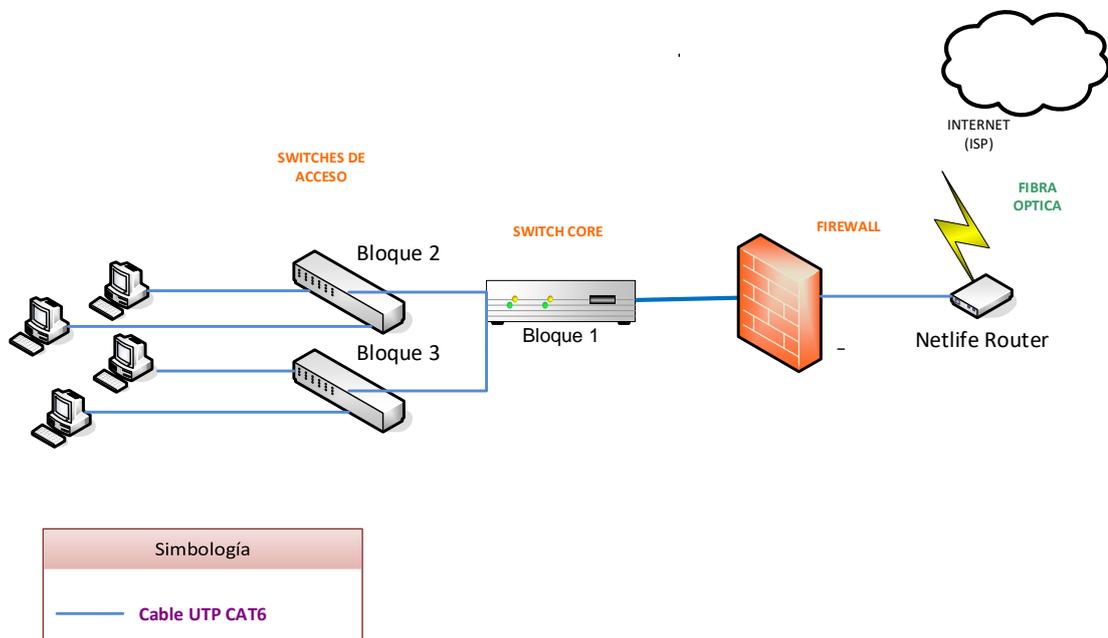


Gráfico 18. Topología propuesta de red.

Elaborado por: El investigador.

4.2.1 Capa de acceso

En esta capa trabaja el switch que conmutan paquetes a nivel de capa dos del modelo OSI, en esta capa las funciones a realizar serían:

- Filtrado y micro segmentación de la capa MAC (Media Access Control)
- Asociación de VLAN (Virtual Local Área Network)
- Proporcionar a los usuarios o grupos de trabajo acceso a la red

Con el filtrado en la capa MAC, se logra optimizar el ancho de banda disponible, los switches dirigen las tramas sólo hacia el puerto al que se encuentra conectado el dispositivo de destino.

Las VLANs, trabajan en la capa 2 del modelo OSI, lo cual nos permite asociarlas con uno o varios puertos del switch, con ello se planifican el número de usuarios.

4.2.2 Capa de Core

La principal función de esta capa será el de enrutamiento VLANs y conmutación de paquetes, debe poseer alta disponibilidad, desempeño y un throughput elevado, este equipo se conectará al firewall.

El equipo debe administrar las VLANs, cada switch en esta capa forma un dominio VTP (Protocolo de enlace troncal de VLAN). VTP nos permite mantener la configuración de VLAN de manera unificada en un dominio administrativo de red; esto lo realiza mediante tramas de enlace troncal de capa dos para agregar, borrar y cambiar el nombre de las VLANs en un solo dominio, además me permite realizar cambios centralizados que se comunican a todos los demás switches de la red.

4.3 Diseño lógico de la red

Con respecto al diseño lógico de la red, se procederá a definir un direccionamiento IP, para todos los dispositivos terminales, cámaras IP y equipos de conectividad; el cual debe solventar las necesidades de los servicios de red ofrecidos.

4.3.1 Diseño de VLANs

La institución y sus usuarios, así como la aplicaciones e información, son las pautas que nos ayudarán a la segmentación de la red, las VLANs se diseñarán en función de las actividades de los miembros de la comunidad educativa.

La implementación de VLANs, administra, segmenta y optimiza la red de manera fácil, debido a que priorizar el tráfico y cada VLAN determina un segmento de broadcast independiente.

VLAN ID	Nombre de VLAN	Detalle	Número de usuarios
101	Administrativos	Equipos de comunicación, Servidores (Configuren)	25
102	Docentes	Personal docente de la institución.	40
103	Estudiantes	Comunidad estudiantil	80
104	VideoIP	Cámaras IP	22
105	Laboratorio	Computadoras del Laboratorio de computación.	15

Tabla 16. Determinación de VLANs.

Elaborado por: El investigador.

Se implementó una segmentación de red mediante VLANs las cuales se las diferenció por la dirección IP, para ello se realizó un diseño con subredes.

4.3.2 Diseño del direccionamiento IP y Diseño de Subredes mediante VLSM.

En lo referente al direccionamiento IP, trabajamos con IP versión cuatro, al tratarse de una red de una unidad educativa que se puede considerar como una red mediana utilizamos una red clase B, con un máximo de 64516 hosts.

Por ello para el desarrollo de este proyecto se tomó la dirección de red Clase B: 174.10.0.0/16; para que la administración de la red sea más eficiente se dividió la red con VLSM y se asignará a cada VLAN. Las direcciones IP se configuraron estáticamente.

Para el diseño de subredes se emplea VLSM, que es una técnica que permite la creación de un esquema de direccionamiento eficiente, porque se utiliza máscaras de subred según el número de usuarios de host.

A continuación, se presenta el direccionamiento IP mediante VLSM para la dirección de red 174.10.0.0 /16.

Dirección de red	VLAN	Usuarios
174.10.000000000.0.00000000	VLAN Estudiantes	80
174.10.000000000.0.10000000	VLAN Docentes	40
174.10.000000000.0.11000000	VLAN Administrativa	25
174.10.000000000.0.11100000	VLAN VideoIP	22
174.10.000000000.1.00000000	VLAN Laboratorio	15

Tabla 17. Determinación de subredes por cada VLANs.

Elaborado por: El investigador.

En la tabla 18, se presenta las VLANs creadas en los bloques uno, dos y tres de la unidad educativa CERIT, con su respectiva información de identificación de subred, máscara de red, además de las direcciones correspondientes a host, default Gateway y dirección de broadcast.

VLAN	Dirección de Subred	Máscara	Default Gateway	Primer Host	Último Host	Broadcast
VLAN Estudiantes	174.10.0.0	255.255.255.128	174.10.0.1	174.10.0.2	174.10.0.126	174.10.0.127
VLAN Docentes	174.10.0.128	255.255.255.192	174.10.0.129	174.10.0.130	174.10.0.190	174.10.0.191
VLAN Administrativa	174.10.0.192	255.255.255.192	174.10.0.193	174.10.1.194	174.10.0.222	174.10.0.223
VLAN VideoIP	174.10.0.224	255.255.255.224	174.10.0.225	174.10.0.226	174.10.0.254	174.10.0.255
VLAN Laboratorio	174.10.1.0	255.255.255.224	174.10.1.1	174.10.1.34	174.10.1.62	174.10.1.63

Tabla 18. Direccionamiento IP de la unidad educativa CERIT.

Elaborado por: El investigador.

En la tabla 19, se presenta la cantidad de direcciones IP se las utilizará en los usuarios, así como la cantidad de direcciones IP libres en cada VLAN.

VLAN	Cantidad de Hosts	Número de IPs Asignadas	Número de IPs Libres
Estudiantes	126	80	46

VLAN	Cantidad de Hosts	Número de IPs Asignadas	Número de IPs Libres
Docentes	62	40	22
Administrativa	30	25	5
VideoIP	30	22	8
Laboratorio	30	15	15

Tabla 19. Número de direcciones IP empleadas y disponibles.

Elaborado por: El investigador.

4.4 Dimensionamiento de equipos

4.4.1 Switch de Acceso.

Es indispensable que los equipos de conmutación trabajen con el estándar IEEE802.1p, y IEEE802.1q, lo cual nos permite trabajar con QoS, además, el número de punto de conexión determina la cantidad de switch de accesos necesarios para implementar la red.

Los equipos de acceso serán instalados en los racks abatibles de pared, en el bloque 2 se tendrá uno de 24 puertos y en el bloque 3 será de 48 puertos. En la tabla 20 se aprecia los puntos de red necesarios.

Bloque	Puntos Datos	Puertos Utilizados	Puertos Libres
Bloque 2	14	15	9
Bloque 3	33	34	14

Tabla 20. Puntos de red necesarios.

Elaborado por: El investigador.

Para que la red opere de manera adecuada, los dispositivos deben poseer puertos Auto-Sense y MDI/MDI-X; para evitar problemas en cuanto a velocidad y tipo de cable UTP.

La velocidad de conexión con los equipos terminales será de 100 Mbps, la conmutación recomendada para el switch es *fragment free*, consiguiendo así bajar el tiempo de latencia de procesamiento. Los enlaces de accesos se utilizará tecnología tipo Ethernet conmutada.

La velocidad mínima de backplane estimada para los switches de acceso que tienen las siguientes características: 48 puertos a 100 Mbps, un puerto 1000 Mbps y operan en modo Full dúplex, sería aproximadamente de 11,6 Gbps ($48 * 100\text{Mbps} + 1 * 1000\text{Mbps} = 5,8 \text{ Gbps} * 2$).

Especificaciones Mínimas para Switch de Acceso	
Velocidad de backplane mínima	11,6 Gbps
Número de puertos Ethernet 100 Mbps	48 y 24
Número de puertos Gigabyte 1 Gbps	2
Estándares Necesarios:	IEEE802.1p, IEEE802.1q, IEEE802.1w, IEEE802.1s, IEEE 802.3u, IEEE802.3ab, IEEE802.3x
Características adicionales	De montaje en Rack
	Pueda trabajar con ruteo Estático
	Interfaz de administración GUI basada en Web
	Soporte SNMP v1, v2 y v3.

Tabla 21. Características mínimas del Switch de Acceso.

Elaborado por: El investigador.

4.4.2 Switch de Core.

En esta capa debe manejar capa 3, direcciones IP y enrutamiento paquetes entre VLAN's. Además, el positivo deberá trabajar con uno o más protocolos de ruteo como RIPv2 además brindar soporte de *subnetting*.

Los equipos de conmutación de esta capa deben manejar un elevado nivel de: *throughput* y disponibilidad, porque manejan grandes cantidades de tráfico.

A continuación, se presenta las características mínimas del equipo de core.

Especificaciones Mínimas para Switch de Core	
Velocidad de backplane mínima	24 Gbps
Número de puertos Gigabyte 1Gbps	24

Especificaciones Mínimas para Switch de Core	
Estándares Necesarios:	IEEE802.1p, IEEE802.1q, IEEE 802.3u, IEEE802.3ab, IEEE802.3x, IEEE802.1w, IEEE802.1d, IEEE802.1af.
Características adicionales	Enrutamiento IPv4 estático y dinámico RIPv1 y RIPv2 con Capacidad de ampliación a otros protocolos como OSPF.
	Manejo de listas de acceso de nivel 2, 3 y 4
	Interfaz de administración GUI basada en Web
	Soporte SNMP v1, v2 y v3.

Tabla 22. Características mínimas del Switch de Core o Núcleo.

Elaborado por: El investigador.

4.5 Políticas de seguridad en la red

A continuación, mencionan las siguientes consideraciones de seguridad tanto lógica como física de la red de la unidad educativa, estas se pueden actualizar según las necesidades de la institución.

4.5.1 Física

Con respecto a la seguridad física se consideran los siguientes aspectos:

- El acceso de usuarios no autorizados está protegido mediante el uso de contraseñas en cada estación de trabajo.
- El administrador de la red debe tener el esquema de cableado de la red actualizado, así como los diagramas de cableado eléctrico e instrucciones de solución de problemas para ayudar a mantener la red de manera efectiva.

Se configuró el firewall de ubiquiti en donde se establecieron las políticas y reglas de accesos según cada subred y las páginas permitidas para cada estudiantes, docentes y personal administrativo. Ver gráfico 19.

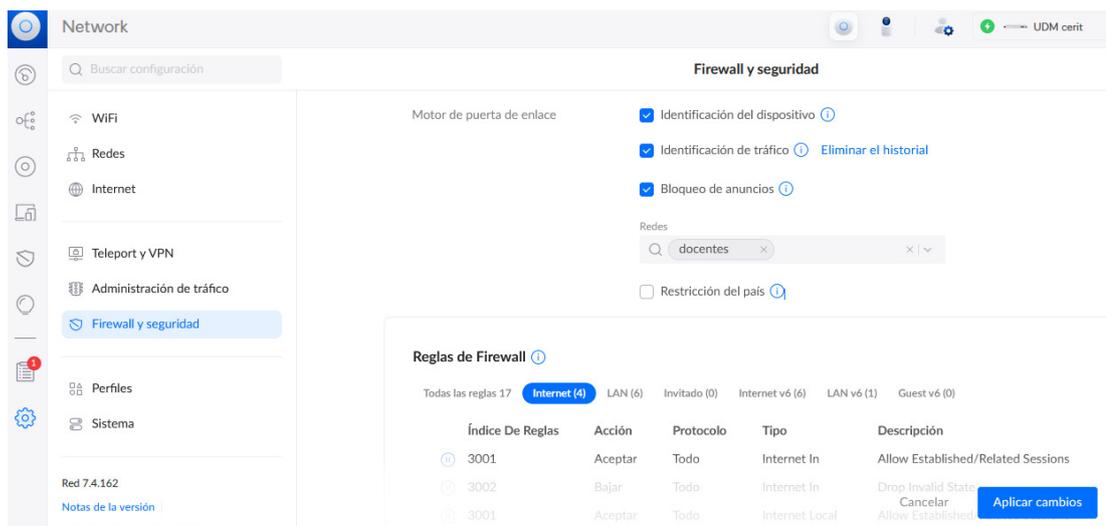


Gráfico 19. Interfaz del firewall de ubiquiti de la UECERIT.

Elaborado por: El investigador.

4.5.2 Lógica

Con respecto a la seguridad lógica se consideran los siguientes aspectos:

- Los usuarios de las computadoras de la institución deben actualizar sus programas antivirus para evitar la introducción involuntaria de programas maliciosos y virus que puedan dañar o destruir la información.
- Se debe analizar todos los medios de almacenamiento externo que se planea usar en la estación de trabajo con un programa antivirus.
- La gestión de todos los sistemas y dispositivos de red debe ser centralizada y remota, con control de dispositivos, estaciones de trabajo y servidores, y monitoreo de la información transmitida a través de la red.
- El administrador de red debe realizar auditorías habituales de los sistemas físicos y lógicos para garantizar la seguridad de la información utilizada dentro de la institución.
- Las copias de seguridad de la información sensible de la unidad educativa se deben realizar en forma automática o manual y de manera física y virtual.
- Los *racks* abatibles de pared que se encuentran ubicados en cada bloque, deben estar bajo llave la misma que se la entregará al administrador de la red.

4.6 Resultados de la valoración económica y tecnológica

Para el análisis de precios de la red activa se presenta una tabla comparativa de tres marcas de las cuales se elegirá una.

A continuación, se analizarán las características técnicas que deben tener los equipos que se implementarán en la red de acceso de la unidad educativa.

Especificaciones Mínimas para <i>Switch</i> de Acceso		Hp Jg914a 1620-48g	CBS220-48T-4G-NA	D-link Dgs-1210-52
Velocidad de backplane mínima	98 Gbps / 48 Gbps	X	X	X
Puertos	Según el requerimiento de 48 o 24.	X	X	X
	Soporta IP v6	X	X	X
	Puertos Rj 45 autosensing 10/100/1000, Full Duplex	X	X	X
Dimensiones	2 UR	X	X	X
Memoria	512MB	X	X	X
Rendimiento	Latencia baja, Alta Capacidad de conmutación, Tamaño alto de tablas de enrutamiento, Tamaño alto para tabla de direcciones MAC.	X	X	X
Características Eléctricas	110 / 120VAC a 50 / 60 Hz	X	X	X
Administración	líneas de comandos o interfaz gráfica(Web Browser); SNMP v1, v2 y v3; Telnet, Ruteo estático	X	X	X
Estándares y Protocolos	IEEE 802.1p	X	X	X
	IEEE 802.1q	X	X	X
	IEEE 802.1v	X	X	X

Especificaciones Mínimas para <i>Switch</i> de Acceso	Hp Jg914a 1620-48g	CBS220-48T-4G-NA	D-link Dgs-1210-52
IEEE 802.1w	X	X	X
IEEE 802.1x	X	X	X
IEEE 802.1ab	X	X	X
IEEE 802.1ad	X	X	X
PRECIO \$	679,99	1399,99	971,50

Tabla 23. Precios de los equipos de la capa de acceso.

Elaborado por: El investigador.

La marca elegida para los *switches* de acceso es HP debido a que presenta un valor en el mercado más bajo y presenta las características técnicas necesarias para la red diseñada.

Para el switch de la capa de core, se considera las siguientes características, detalladas en la siguiente tabla.

Especificaciones Mínimas para Switch de Core	Ubiquiti Usw-pro-48 Unifi Administrable L3	Cisco C9200L-48T-4G-E	Hp Aruba J1685a Instant On 1930-48g
Velocidad de backplane mínima	48 Gbps	X	X
Puertos	24 puertos	X	X
	Soporta IP v6	X	X
	Puertos Rj 45 autosensing 10/100/1000, Full Duplex	X	X
Dimensiones	2 UR	X	X
Memoria y procesador	1024 MB SDRAM, 512MB, Buffer de 4MB	X	X
Rendimiento	Latencia baja, Alta Capacidad de conmutación, Tamaño alto de tablas de enrutamiento, Tamaño alto para tabla de direcciones MAC. Soporte STP. Ruteo estático y Dinámico.	X	X
Características Eléctricas	110 / 120VAC a 50 / 60 Hz, Fuentes Redundantes	X	X

Especificaciones Mínimas para Switch de Core		Ubiquiti Usw- pro-48 Unifi Administrable L3	Cisco C9200L- 48T-4G-E	Hp Aruba J1685a Instant On 1930-48g
Administración	líneas de comandos o interfaz gráfica(Web Browser); SNMP v1, v2 y v3; Telnet, Ruteo estático	X	X	X
1 y Protocolos	IEEE 802.1p	X	X	X
	IEEE 802.1q	X	X	X
	IEEE 802.1v	X	X	X
	IEEE 802.1w	X	X	X
	IEEE 802.1x	X	X	X
	IEEE 802.1ab	X	X	X
	IEEE 802.1ad	X	X	X
PRECIO \$		1385,50	5999	1040,50

Tabla 24. Precios de los equipos de Core o Núcleo.

Elaborado por: El investigador.

Al tratarse de una mediana empresa la solución elegida es ubiquiti, aún cuando en comparación con CISCO tiene menor precio, pero con respecto a HP es más alto su costo, se lo elige porque se tiene previsto realizar el diseño de la red inalámbrica con equipos de esta marca, debido a varias ventajas entre ellas no tenemos costos por licenciamiento y las configuraciones se las realiza de manera centralizada y vía web.

Además, proporciona mayor escalabilidad, permite mantener la configuración de VLAN de manera unificada en un dominio administrativo de red; esto lo realiza mediante tramas de enlace troncal de capa, para agregar, borrar y cambiar el nombre de las VLANs.

4.7 Encuesta de satisfacción del uso de la red.

A continuación, se presentan la encuesta realizada al personal docente y administrativo de la unidad educativa.

De la pregunta 1: “En general, ¿cómo evaluarías la calidad del servicio de internet en la Unidad Educativa CERIT?”

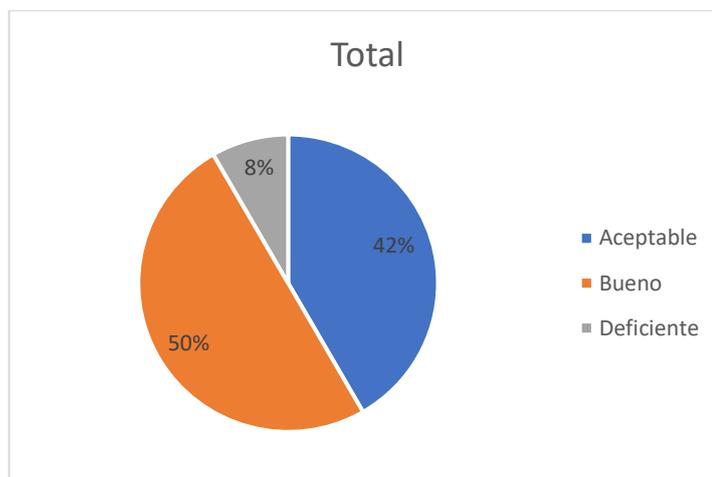


Gráfico 20. Resultados de la pregunta 1.

Elaborado por: El investigador.

Se puede determinar que tenemos un servicio de internet es bueno en un 50% y aceptable de un 42%, determinando que hay aspectos que debemos mejorar lo cual analizaremos cuando la red se implemente en su totalidad.

De la pregunta 2: “¿Qué tipo de actividades o tareas realizas con mayor frecuencia utilizando el servicio de internet en la Unidad Educativa CERIT? (Puedes seleccionar más de una opción)”

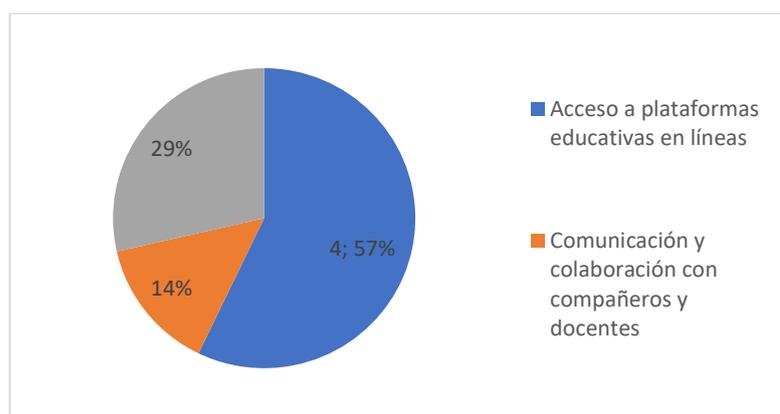


Gráfico 21. Resultados de la pregunta 2.

Elaborado por: El investigador.

Se puede determinar que el mayor porcentaje se tiene en el acceso a plataformas educativas en línea.

De la pregunta 3: “¿Has recibido capacitación o formación en el uso efectivo y seguro de internet por parte de la Unidad Educativa CERIT?”.

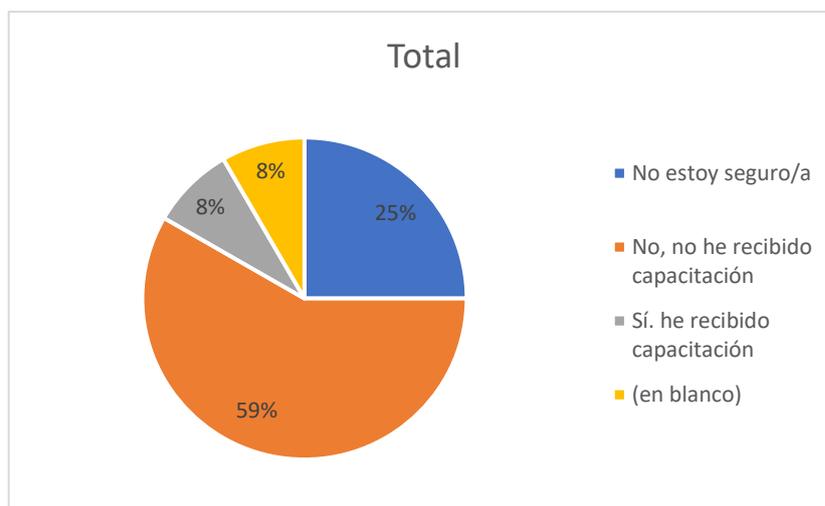


Gráfico 22. Resultados de la pregunta 3.

Elaborado por: El investigador.

Se puede mencionar que el mayor porcentaje es de 59%, en el cual menciona que no ha recibido capacitación.

4.8 Conclusiones del capítulo

- En el diseño de la nueva red de datos, se considera una capa de acceso y de core (núcleo), debido a que se trata de una red mediana por la cantidad de usuarios que tenemos.
- En la capa de acceso se eligen switch de capa 2 administrables, para configurar las VLANs, y en la capa de core se utilizarán equipos capa 3 administrables, los mismos que permitirán enrutar las VLANs.

5. CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones:

- El diseño de una red con calidad de servicio (QoS) permitió a la institución priorizar el tráfico de datos críticos y optimizar el uso del ancho de banda disponible. Esto ayuda a prevenir problemas de congestión y garantiza que los recursos de la red se utilicen de manera eficiente. Además, una red con QoS permite una mejor administración de los recursos de la red, lo que puede mejorar la experiencia del usuario al acceder a los recursos en línea de manera rápida y sin interrupciones.
- En la red se implementó una estructura de datos jerárquica, con capas de core y de acceso, robusta ya que cuenta con equipos actualizados, además es confiable debido a que garantiza la integridad en el envío de datos, cubriendo con los requerimientos de la unidad educativa CERIT.
- La solución de conexión con calidad de servicio para el UECERIT, es flexible y escalable, debido a que puede ser ampliado con la adquisición de más equipos de activos, permitiendo así el acceso a nuevos usuarios o la prestación de nuevos servicios.
- La implementación de una red con QoS puede mejorar la seguridad de la red, ya que permite la implementación de medidas de seguridad más efectivas, como firewalls y sistemas de detección de intrusos. El diseño de una red con QoS es esencial para garantizar una experiencia de usuario satisfactoria, mejorar la administración de recursos de la red y aumentar la seguridad de la red.
- La calidad de servicio en una red de datos es importante para el éxito de cualquier proyecto de comunicación. En el caso de las unidades educativas, la calidad de servicio se vuelve aún más importante para el desarrollo eficaz y eficiente de todas sus actividades. Al contar con una red de datos adecuada, las unidades educativas pueden aprovechar al máximo los recursos disponibles y mejorar la eficiencia en todas las áreas.

5.2 Recomendaciones:

- Capacitar al personal del departamento de sistemas y administrativo, sobre las tecnologías a implementarse, a fin de que puedan usar y ejecutar las diversas funciones que ofrece el sistema.
- Establecer políticas, procesos de monitoreo y análisis del tráfico de la red de la Unidad Educativa CERIT, para mantener control de la calidad de servicio en el sistema de comunicación.
- Utilizar la certificación del cableado estructurado, para disminuir problemas por voltajes inducidos y puesta a tierra, que pueden ocasionar interferencias en los datos.
- Posterior a la implementación se debe elaborar un informe técnico, el cual facilitará el mantenimiento y solución de problemas durante la operación por parte del departamento de Sistemas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Á. José y M. Kevin, «POLÍTICAS DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS) PARA LA RED DE VOZ Y DATOS EN EL COMPLEJO UNIVERSITARIO DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ,» 7 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1911>. [Último acceso: 3 Junio 2023].
- [2] C. Amaya, «repositorio.une.edu.pe,» 28 Agosto 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/4118>. [Último acceso: 21 Marzo 2023].
- [3] A. Alegría, «Modelo OSI,» El Profe Alegría, [En línea]. Available: https://elprofealegria.com/redes/modelo-osi/#google_vignette. [Último acceso: 18 Agosto 2023].
- [4] O. M. M. Jesús, «<https://dialnet.unirioja.es>,» Junio 2022. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8378018>. [Último acceso: 22 Marzo 2023].
- [5] M. Guillermo, QoS en routers y switches Cisco, Lulu.com, 2016.
- [6] M. Lederkremer, Redes Informáticas, Ciudad Autonoma de Buenos Aires: Six Ediciones, 2019.
- [7] Unicorsa, «La importancia de la calidad de servicio en las redes.,» 20 Febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.unicorsa.com.ar/blog/la-importancia-de-la-calidad-de-servicio-en-las-redes/>. [Último acceso: 3 Junio 2023].
- [8] L. Azogue, CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN LA RED MAN DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A (E.E.A.S.A) Y SUS SUCURSALES., Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2015.
- [9] V. Semblantes y V. David, Diseño e implementación de un sistema domótico teleoperado bilateralmente en una vivienda unifamiliar, para el análisis de la Calidad de Servicio QoS en la Transmisión de datos., Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas, 2016.

- [10] E. Ayala, Análisis de tráfico de datos en hogares para el internet del todo., Bogotá D.C.: Fundación Universitaria Los Libertadores, 2017.
- [11] E. Alcívar, J. Herrera y M. Cruz, «Diseño de redes para Instituciones Académicas con criterios de QoS,» 12 Junio 2021. [En línea]. Available:https://www.researchgate.net/profile/Irene-Hernandez-8/publication/359504702_La_experiencia_de_un_caso_de_ABP_en_un_curso_de_requerimientos_de_software/links/6240e2bd8068956f3c5393d2/La-experiencia-de-un-caso-de-ABP-en-un-curso-de-requerimientos-de-softwa. [Último acceso: 5 Junio 2023].
- [12] D. Aguilar, Factibilidad de un red metro ethernet basada en la metodología PPDIOO aplicada a PYMES, Machala: Universidad Técnica de Machala, 2021.
- [13] I. S. f. Ethernet, «ieeexplore.ieee.org/,» 31 Agosto 2018. [En línea]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8457469>. [Último acceso: 21 Marzo 2023].
- [14] B. CONCEJERO, Redes locales 3.^a edición, Madrid: Ediciones Parainfo, SA, 2020.
- [15] T. Point, «www.tutorialspoint.com,» www.tutorialspoint.com, 30 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.tutorialspoint.com/what-is-ieee-802-3#:~:text=IEEE%20802.3%20is%20a%20set,that%20define%20Ethernet%20Db>. [Último acceso: 03 21 2023].
- [16] R. A. M. FIGUEROA, «<http://repositorio.unesum.edu.ec/>,» 29 Abril 2021. [En línea]. Available: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2831>. [Último acceso: 21 03 2023].
- [17] J. R. Darín, Fundamentos de Redes Informáticas, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2015.
- [18] E. Rodríguez, «<https://repositorio.ucsm.edu.pe/>,» 23 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10261>. [Último acceso: 21 Marzo 2023].
- [19] E. A. Hernández, «<https://repository.uaeh.edu.mx/>,» 17 Marzo 2017. [En línea]. Available: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/huejutla/article/download/2461/2468?inline=1>. [Último acceso: 21 Marzo 2023].
- [20] J. A. P. Martínez, «<https://tauja.ujaen.es/>,» 19 Enero 2021. [En línea]. Available:

- <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/>. [Último acceso: 21 Marzo 2023].
- [21] S. A. S. Puebla, «<https://repositorio.unican.es/>,» 05 Septiembre 2018.
[En línea]. Available: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/14509/410031.pdf?sequence=1&isAllowed=y..>. [Último acceso: 21 Marzo 2023].
- [22] C. GONZALES, «<http://repositorio.uladech.edu.pe/>,» 04 Abril 2017.
[En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.13032/677>.
[Último acceso: 21 Marzo 2023].
- [23] L. ENCISO, «<https://www.revistaespacios.com/>,» 09 Enero 2018.
[En línea]. Available: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n19/18391912.html>. [Último acceso: 21 Marzo 2023].
- [24] S. Ali, «<http://dspace.library.uvic.ca/>,» 2020. [En línea].
Available: http://dspace.library.uvic.ca/bitstream/handle/1828/11705/Ali_Shahbaz_MEng_2020.pdf?sequence=3&isAllowed=y.
[Último acceso: 21 Marzo 2023].
- [25] R. G. N. VANESSA, «<http://repositorio.ucsg.edu.ec/>,» 24 Agosto 2017.
[En línea]. Available: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/8608/1/T-UCSG-POS-MTEL-81.pdf>. [Último acceso: 21 Marzo 2023].
- [26] J. D. M. Rafael, «<https://dspace.ups.edu.ec/>,» Enero 2016.
[En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12395>.
[Último acceso: 21 Marzo 2023].
- [27] G. G. E. Santiago, «<https://repository.udistrital.edu.co/>,» Octubre 2019. [En línea].
Available: <http://hdl.handle.net/11349/23848>. [Último acceso: 22 Marzo 2023].
- [28] J. M. M. ESTELLER, Configuración de infraestructuras de sistemas de telecomunicaciones 2.a edición, Madrid: Ediciones Paraninfo, SA, 2021.
- [29] V. P. T. Perdomo, «<https://dialnet.unirioja.es/>,» 18 Febrero 2018.
[En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6870909>.
[Último acceso: 22 Marzo 2023].
- [30] T. A. V. Peralta, «<https://pdfs.semanticscholar.org/>,» 21 Marzo 2022.
[En línea]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/404c/987bd85a956ba8>

- bb2c31765fc3d3e1c7dc80.pdf. [Último acceso: 22 Marzo 2023].
- [31] K. How, «<https://www.ionos.es/>,» <https://www.ionos.es/>, 02 Julio 2018.
[En línea]. Available: <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/csmaca-protocolo-de-acceso-al-medio-para-redes-inalambricas/>.
[Último acceso: 22 Marzo 2023].
- [32] «STALYN WILFRIDO OLVERA PINO,» 2018. [En línea]. Available: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/4067>. [Último acceso: 22 Marzo 2023].
- [33] R. Rahim, «Prototype File Transfer Protocol Application for LAN and,» *International Journal of Engineering & Technology*, vol. 7, n° 2.13, pp. 345-347, 2018.
- [34] B. Kurniawan, «PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI DATA CENTERMENGUNAKAN FILE TRANSFER PROTOCOL (FTP),» *Jurnal Sistem Komputer Musirawas*, vol. 2, n° 2, pp. 96-103, 2017.
- [35] I. G. E. S. CASTRO, «repositorio.ucsg.edu.ec,» 29 Junio 2018.
[En línea]. Available: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10849>.
[Último acceso: 22 Marzo 2023].
- [36] T. R. L. MANUEL, «repositorio.untels.edu.pe,» 2017. [En línea].
Available: <http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/268>.
[Último acceso: 22 Marzo 2023].
- [37] J. P. Lüke, «<https://riull.ull.es/>,» 27 Junio 2019. [En línea]. Available: https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/14702/Guia_sobre_direccionamiento_IP_subredes_y_enrutamiento.pdf?se. [Último acceso: 23 Marzo 2023].
- [38] R. Kumar, «Computer Network - IP Address & Subnetting,» *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, vol. 5, n° 4, p. 245, 2016.
- [39] N. V. L. Leyva, «<https://institutojubones.edu.ec/>,» Mayo 2021.
[En línea]. Available: <https://institutojubones.edu.ec/ojs/index.php/societec/article/view/105/340>. [Último acceso: 23 Marzo 2023].
- [40] A. S. R. Andrade, «dspace.ups.edu.ec,» 2022. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2266>. [Último acceso: 23 Marzo 2023].
- [41] P. ALVEAR, «Reingeniería de la red LAN del Ilustre Municipio del Cantón

- Rumiñahui.,» EPN, Quito, 2012.
- [42] G. NUNEMACHER, *Introducción a las Redes de Área Local*, Madrid: Paraninfo, 2007.
- [43] I. C. 2020, «Calidad de servicio de TCP/IP,» 12 Abril 2021.
[En línea]. Available: <https://www.ibm.com/docs/es/aix/7.2?topic=protocol-tcpip-quality-service>. [Último acceso: 25 Mayo 2023].
- [44] D. Terreros, «HubSpot, Inc,» 17 Octubre 2022. [En línea]. Available: <https://blog.hubspot.es/service/que-es-voip>. [Último acceso: 25 05 2023].
- [45] Lumicentro, «¿Qué es video sobre IP?,» 11 Marzo 2021. [En línea]. Available: <https://cilumicentro.com/que-es-video-sobre-ip/>. [Último acceso: 24 Mayo 2023].
- [46] R. EITT, «Calidad de servicio en redes de telecomunicaciones.,» 2016. [En línea]. Available: <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/eitt/article/view/2894>. [Último acceso: 3 Junio 2023].
- [47] ResearchGate, «Análisis de la calidad de los servicios educativos en Latinoamérica.,» 2021. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/365206251_Analisis_de_la_calidad_de_los_servicios_educativos_en_Latinoamerica. [Último acceso: 3 Junio 2023].
- [48] S. Zhu, Z. Sun, Y. Lu y L. Zhang, *Centralized QoS routing using network calculus for SDN-based streaming media networks*, 2019.
- [49] I. J. o. C. Applications, «Implementation of Video Surveillance Network in Educational Institutions.,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.ijcaonline.org/archives/volume180/number7/29717-2018904496>. [Último acceso: 3 Junio 2023].
- [50] J. Álava y M. Kevin, «Repositorio Digital UNESUM,» 7 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1911>. [Último acceso: 3 Junio 2023].
- [51] *Análisis de tráfico de datos en hogares para el internet del todo.*, Bogota D.C.: Fundación Universitaria los Libertadores, 2017.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Posgrado

ANEXOS

Anexo1.

Fotos de la instalación de la red, primera parte del bloque1, bloque2 y el rack en el bloque 3.

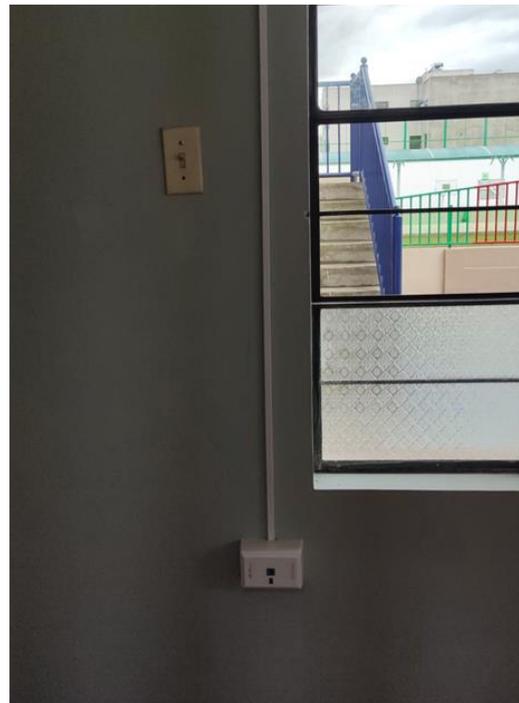
Rack del bloque 1.



Rack del bloque 2



Inicial I



Inicial II



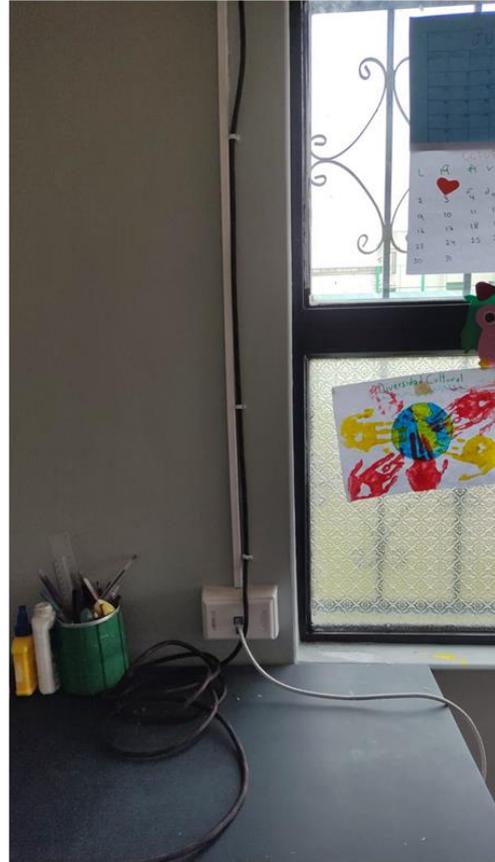
1ro EGB



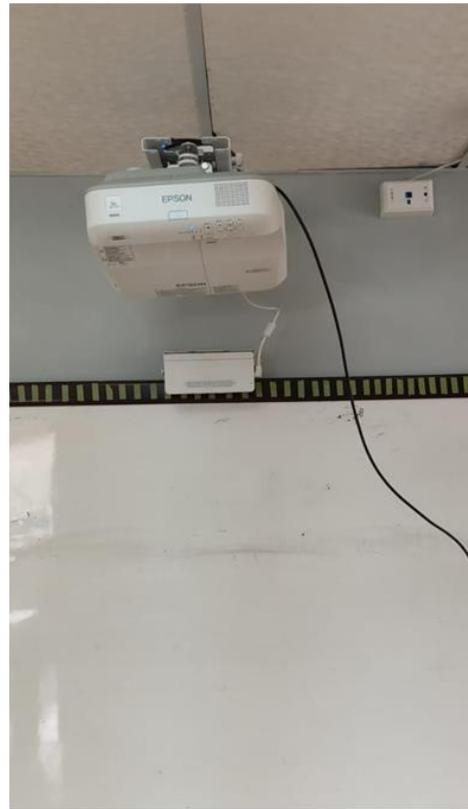
2do EGB



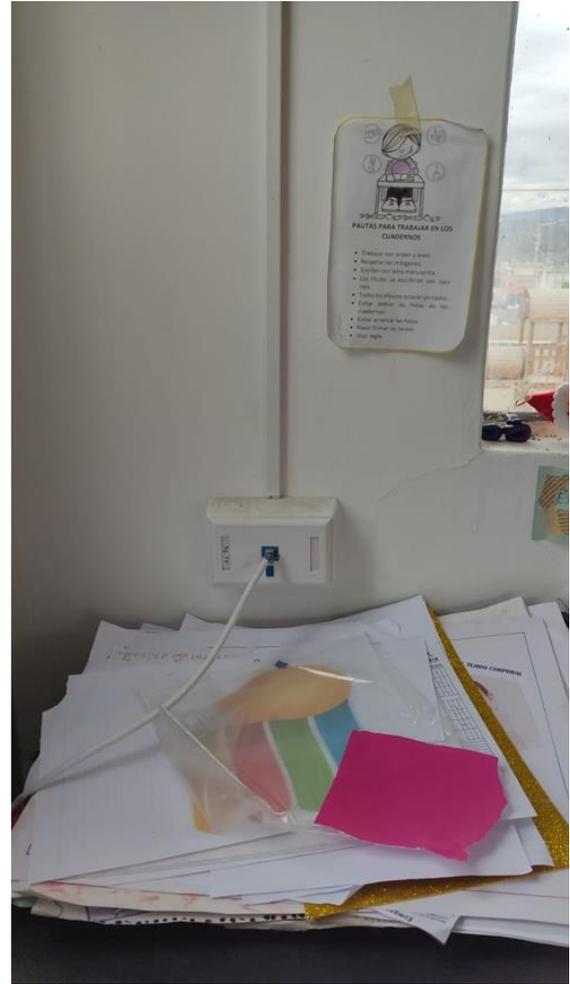
3ro EGB



4to EGB



5to EGB





Anexo 2.

Encuestas realizadas.

Encuesta 1

¿Eres estudiante, docente o miembro del personal administrativo en la Unidad Educativa CERIT?

1. Estudiante
2. Docente
3. Personal administrativo

¿Con qué frecuencia utilizas el servicio de internet en la Unidad Educativa CERIT?

1. Diariamente
2. Varias veces a la semana
3. Ocasionalmente
4. No utilizo el servicio de internet en la institución

En una escala del 1 al 5, ¿qué tan satisfecho(a) estás con la velocidad del servicio de internet en la Unidad Educativa CERIT?

1. (Muy insatisfecho(a))
2. (Insatisfecho(a))
3. (Neutral)
4. (Satisfecho(a))
5. (Muy satisfecho(a))

¿Has experimentado interrupciones o problemas de conexión con el servicio de internet en la Unidad Educativa CERIT?

1. Sí, con frecuencia
2. Sí, ocasionalmente
3. No, nunca he experimentado problemas de conexión
4. No utilizo el servicio de internet en la institución

¿Cuáles crees que son las principales limitaciones o dificultades del servicio de internet en la Unidad Educativa CERIT? (Puedes seleccionar más de una opción)

1. Velocidad lenta
2. Conexión inestable
3. Cobertura limitada en algunas áreas de la institución
4. Falta de acceso a ciertos sitios web o servicios
5. Limitaciones en el ancho de banda
6. Otros (especificar) _____

¿Has solicitado asistencia o soporte técnico en relación con el servicio de internet en la Unidad Educativa CERIT?

1. Sí, y mi solicitud fue atendida de manera satisfactoria
2. Sí, pero mi solicitud no fue atendida de manera satisfactoria



3. No, nunca he solicitado asistencia o soporte técnico
4. No he experimentado problemas con el servicio de internet

¿Consideras que la calidad del servicio de internet en la Unidad Educativa CERIT afecta tu desempeño académico o laboral?

1. Sí, afecta negativamente mi desempeño
2. Sí, pero en menor medida
3. No, no afecta mi desempeño
4. No utilizo el servicio de internet en la institución

¿Qué mejoras o sugerencias propondrías para el servicio de internet en la Unidad Educativa CERIT?



Encuesta 2

¿Consideras que el acceso a internet es esencial para el desarrollo educativo en la Unidad Educativa CERIT?

1. Sí, es esencial
2. Sí, pero no es indispensable
3. No, no es necesario para el desarrollo educativo
4. No estoy seguro/a

¿Qué tipo de actividades o tareas realizas con mayor frecuencia utilizando el servicio de internet en la Unidad Educativa CERIT? (Puedes seleccionar más de una opción)

1. Investigación y búsqueda de información
2. Acceso a plataformas educativas en línea
3. Realización de trabajos colaborativos en línea
4. Visualización de contenido multimedia educativo
5. Comunicación y colaboración con compañeros y docentes
6. Otros (especificar) _____

¿Has recibido capacitación o formación en el uso efectivo y seguro de internet por parte de la Unidad Educativa CERIT?

1. Sí, he recibido capacitación
2. No, no he recibido capacitación
3. No estoy seguro/a

¿Crees que se deberían implementar medidas adicionales para mejorar el servicio de internet en la Unidad Educativa CERIT?

1. Sí, se deben implementar medidas adicionales
2. No, el servicio actual es adecuado
3. No estoy seguro/a

¿Te gustaría que se ampliara el acceso a internet en áreas específicas de la Unidad Educativa CERIT (por ejemplo, biblioteca, aulas, áreas comunes)?

1. Sí, me gustaría que se ampliara el acceso
2. No, el acceso actual es suficiente
3. No estoy seguro/a

En general, ¿cómo evaluarías la calidad del servicio de internet en la Unidad Educativa CERIT?

1. Excelente
2. Bueno
3. Aceptable
4. Regular



5. Deficiente

¿Tienes algún comentario adicional o sugerencia relacionada con el servicio de internet en la Unidad Educativa CERIT?



Anexo 3.

Entrevista con el Sr. Rector. Lic. Camilo Calupiña.