



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS E
INFORMÁTICA

INGENIERIA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

TEMA:

DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN DE COMUNICACIONES EN QUAD SMALL
FORM-FACTOR PLUGGABLE PLUS BASADA EN ARQUITECTURA Y
SERVICIOS DISTRIBUIDOS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA RED WIFI
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO.

AUTOR(ES):

GEOVANI JEFFERSON REMACHE TROYA

TUTOR:

ING. OMAR RODRIGO MONTECE MORENO

2024 – 2025

Contenido General

III. INTRODUCCIÓN	7
1 PROBLEMÁTICA	8
1.1 Contextualización de la Situación Problemática en la UTB	8
1.2 Hipótesis	9
1.3 Justificación	9
1.4 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	12
1.4.1 Objetivo General	12
1.4.2 Objetivos Específicos	12
1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2 MARCO TEÓRICO	16
2.1 ANTECEDENTES Y BASES TEÓRICAS	16
2.2 BASES TEÓRICAS	18
Aplicaciones de QSFP+	25
Tecnología Subyacente	26
2.3 ARQUITECTURA DE REDES DISTRIBUIDAS	30
3 METODOLOGÍA	31
3.1 ASPECTOS ÉTICOS	31
3.1.1 Privacidad y Confidencialidad	31
3.1.2 Consentimiento Informado	31
3.1.3 Transparencia y Honestidad	32
3.1.4 Uso Responsable y Seguro de Recursos Tecnológicos	32
3.1.5 Impacto Social y Ambiental	32
3.1.6 Responsabilidad y Rendición de Cuentas	33
3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	33
3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN	35
3.4 PROCESAMIENTO DE DATOS	41
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	41
3.6 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	41
4 CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO	46
CRONOGRAMA	46
PRESUPUESTO	47

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES48
5.1 CONCLUSIONES48
5.2 RECOMENDACIONES50
ANEXOS60

I. DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, esposa e hijos quienes han sido mi roca y fuente de inspiración constante; gracias por su amor incondicional, su paciencia infinita y por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y la honestidad, sin su apoyo inquebrantable y sus sacrificios, no habría llegado hasta aquí.

A mi mamá, mis suegros por sus palabras de sabiduría y sus historias, que siempre me han motivado a perseguir mis sueños y nunca rendirme ante los desafíos.

A mi hermana, mis cuñados por su cariño y por ser amigos y compañeros de vida. Su apoyo y comprensión durante los momentos difíciles han sido fundamentales para mi éxito.

A mis profesores, quienes con su dedicación y pasión por la enseñanza han despertado en mí el amor por el conocimiento y la curiosidad intelectual. Gracias por su guía, por creer en mis capacidades y por brindarme las herramientas necesarias para superar cada obstáculo académico.

A mis amigos, por su compañía y por hacer de este viaje algo memorable. Sus palabras de aliento, su sentido del humor y su disposición para escucharme en los momentos de estrés han sido invaluable.

Finalmente, dedico este trabajo a todos aquellos que, de una u otra manera, han dejado una huella en mi vida académica y personal.

II. AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero y profundo agradecimiento a toda mi familia que han contribuido a la realización de este proyecto.

En primer lugar, agradezco a mi tutor, cuya orientación, paciencia y valiosos consejos han sido esenciales para el desarrollo de este trabajo, su experiencia y dedicación han sido una fuente constante de inspiración y aprendizaje.

Al señor Rector Ing. Marcos Oviedo Rodríguez y a los miembros del departamento de TI de la Universidad Técnica de Babahoyo, por su colaboración y por proporcionarme acceso a los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación, su disposición para ayudar y compartir su conocimiento ha sido fundamental para la realización de este proyecto.

Agradezco también a mis profesores, no solo por su enseñanza y apoyo durante mi formación académica, sino también por sus palabras de ánimo y su confianza en mis capacidades. Sus lecciones y experiencias han enriquecido mi comprensión y amor por la materia.

A mis compañeros de clase, por sus ideas, discusiones enriquecedoras y por estar siempre dispuestos a ayudar y compartir conocimientos.

RESUMEN

QSFP+ es una tecnología avanzada que permite la transmisión de datos a alta velocidad y ofrece una estabilidad y escalabilidad superiores en comparación con las soluciones tradicionales. El presente trabajo tiene como objetivo diseñar una solución de comunicaciones basada en QSFP+ y servicios distribuidos para mejorar el Wifi de la Universidad Técnica de Babahoyo.

Se propone analizar el estado actual de la red, investigar las características de dicha tecnología, y diseñar una arquitectura de red que optimice la gestión del tráfico de datos. En primer lugar, se realizará un análisis exhaustivo del estado actual de la red, identificando sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Este diagnóstico permitirá entender las limitaciones existentes y las áreas que requieren mejoras urgentes. La solución busca aumentar la cobertura, velocidad y capacidad de usuarios, mejorando así la experiencia de todos los miembros de la universidad.

Palabras clave: QSFP+, Redes Distribuidas, Wifi, Red, Ethernet

III. INTRODUCCIÓN

En la era digital actual, la conectividad a Internet se ha convertido en un recurso indispensable para las instituciones educativas; las universidades, en particular, dependen de una infraestructura de red robusta y eficiente para soportar una amplia gama de actividades académicas y administrativas, sin embargo, muchas instituciones enfrentan desafíos significativos relacionados con la cobertura, velocidad y seguridad de sus redes Wifi.

Este documento presenta un análisis exhaustivo del estado actual de la red Wifi de la universidad, destacando sus limitaciones y áreas de mejora, a partir de este diagnóstico, se propone el diseño de una arquitectura de red distribuida que integra QSFP+ para optimizar la gestión del tráfico de datos; esta solución busca no solo mejorar la capacidad y eficiencia de la red, sino también proporcionar una cobertura más amplia y una velocidad más consistente para todos los usuarios.

Finalmente, se evalúa el impacto de la solución propuesta en términos de cobertura, velocidad y eficiencia, demostrando cómo estos cambios pueden transformar la experiencia de conectividad en la Universidad Técnica de Babahoyo, preparando la infraestructura para enfrentar las demandas futuras y asegurando un entorno digital seguro y eficiente para estudiantes, profesores y personal administrativo.

1 PROBLEMÁTICA

1.1 Contextualización de la Situación Problemática en la UTB

La Universidad Técnica de Babahoyo, como muchas instituciones educativas, enfrenta desafíos significativos en cuanto a la cobertura y la calidad de su red WiFi, la infraestructura actual presenta limitaciones en la velocidad de transmisión de datos, cobertura en áreas específicas y capacidad para soportar la creciente demanda de dispositivos conectados. Estas deficiencias impactan negativamente en la experiencia de los usuarios y limitan el uso de tecnologías educativas avanzadas; una solución basada en Quad Small Form-Factor Pluggable Plus (QSFP+) puede ofrecer mejoras sustanciales en la eficiencia y calidad de la red, proporcionando una arquitectura de comunicaciones más robusta y flexible, ideal para entornos académicos con alta densidad de dispositivos.

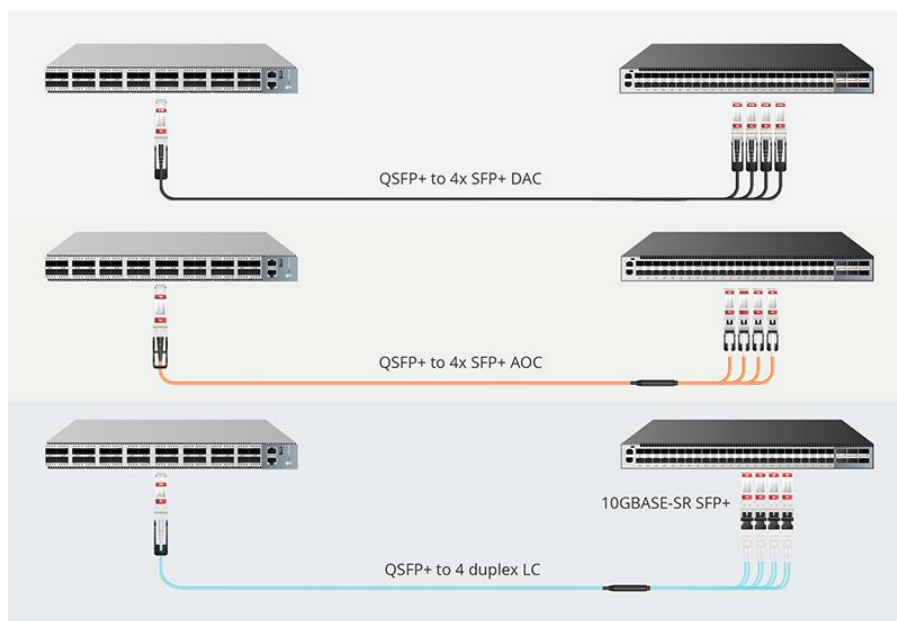


Figure 1 Esquema de Conectorización QSPF+ (community.fs.com, 2009)

1.2 Hipótesis

1. La implementación de una solución de comunicaciones basada en QSFP+ mejorará significativamente la cobertura y calidad de la red WiFi en la Universidad Técnica de Babahoyo.
2. El uso de una arquitectura y servicios distribuidos optimizará la gestión del tráfico de datos y reducirá los tiempos de latencia, mejorando la experiencia del usuario.
3. La solución propuesta será costo-efectiva en comparación con las tecnologías actuales utilizadas en la universidad.

1.3 Justificación

La mejora de la infraestructura de red WiFi es esencial para el desarrollo académico y administrativo de la Universidad Técnica de Babahoyo, una red eficiente y de alta capacidad facilita el acceso a recursos educativos en línea, soporta aplicaciones colaborativas y permite una mayor interactividad en el proceso de enseñanza-aprendizaje; en la era digital, donde la educación en línea y el acceso a información en tiempo real son fundamentales, contar con una red robusta y confiable se convierte en un pilar para el éxito institucional.

La tecnología Quad Small Form-Factor Pluggable Plus (QSFP+) ofrece una solución avanzada para los problemas actuales de la red WiFi de la universidad, este estándar de comunicación, conocido por su capacidad de transmitir datos a alta velocidad y su estabilidad, proporciona una infraestructura escalable y adaptable a futuras necesidades; a diferencia de las tecnologías tradicionales, QSFP+ permite manejar grandes volúmenes de tráfico de datos sin

comprometer la calidad del servicio, lo cual es crucial en un entorno universitario donde la demanda de conectividad está en constante aumento.

Además de mejorar la velocidad y estabilidad de la red, la implementación de QSFP+ en una arquitectura de servicios distribuidos presenta varias ventajas adicionales, esta arquitectura permite una distribución más equitativa de los recursos de red, optimizando el rendimiento y reduciendo los puntos de fallo, la capacidad de adaptación y escalabilidad de QSFP+ significa que la universidad puede expandir su red conforme crecen sus necesidades, sin requerir una reestructuración completa de la infraestructura existente; esto no solo resulta en una inversión más eficiente a largo plazo, sino que también asegura que la universidad esté preparada para integrar futuras innovaciones tecnológicas.

La investigación propuesta tiene implicaciones significativas tanto para la universidad como para el ámbito educativo en general, en primer lugar, al adoptar tecnologías de vanguardia como QSFP+, la Universidad Técnica de Babahoyo se posiciona como un líder en innovación tecnológica dentro del sector educativo; esta posición no solo mejora la reputación institucional, sino que también atrae a estudiantes y profesionales interesados en un entorno académico de alta calidad y tecnológicamente avanzado.

En segundo lugar, esta investigación proporciona un marco para la comprensión y aplicación de tecnologías emergentes en entornos educativos, los resultados obtenidos y las lecciones aprendidas pueden servir como referencia para otras instituciones educativas que enfrentan desafíos similares en sus infraestructuras de red; así, el proyecto no solo beneficia a la

Universidad Técnica de Babahoyo, sino que también contribuye al avance del conocimiento y las mejores prácticas en el sector educativo.

Finalmente, la mejora de la red WiFi mediante QSFP+ tiene un impacto directo en la experiencia de los usuarios, incluyendo estudiantes, profesores y personal administrativo.

Una red más rápida y estable facilita la realización de actividades académicas y administrativas, desde la descarga de materiales educativos y la participación en clases en línea, hasta la gestión de sistemas administrativos y el acceso a plataformas de investigación, en un contexto donde la tecnología es una herramienta clave para el aprendizaje y la gestión institucional, contar con una infraestructura de red avanzada es un factor determinante para el éxito académico y operativo.

1.4 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

Diseñar una solución de comunicaciones basada en QSFP+ y servicios distribuidos para mejorar la red Wifi de la Universidad Técnica de Babahoyo.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. **Analizar** el estado actual de la red Wifi de la universidad y sus limitaciones.
2. **Diseñar** una arquitectura de red distribuida que integre QSFP+ para optimizar la gestión del tráfico de datos.
3. **Evaluar** el impacto de la solución propuesta en términos de cobertura, velocidad y eficiencia.

1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Universidad Técnica de Babahoyo, la infraestructura de red WiFi actual presenta deficiencias significativas que impactan negativamente en la calidad de la experiencia educativa y administrativa, estas deficiencias se manifiestan en forma de baja cobertura, conexiones inestables y velocidades de transmisión de datos insuficientes para satisfacer las crecientes demandas de una comunidad universitaria moderna; la necesidad de una red WiFi robusta y confiable es cada vez más crítica, ya que la educación en línea y el acceso a recursos digitales se han convertido en componentes esenciales del proceso de enseñanza-aprendizaje y de la gestión institucional.

La cobertura insuficiente de la red WiFi en diferentes áreas del campus limita el acceso de estudiantes, profesores y personal administrativo a los recursos en línea, restringiendo la capacidad de participar en actividades académicas y colaborativas que dependen de una conectividad continua y de alta calidad, en muchos casos, las zonas muertas y la señal débil impiden que los usuarios se conecten de manera eficiente, lo cual afecta la productividad y la satisfacción general con los servicios tecnológicos de la universidad.

La estabilidad de la conexión es otro problema crítico ya que las interrupciones frecuentes y la inconsistencia en la calidad de la señal generan frustración entre los usuarios, interfiriendo con la ejecución de tareas académicas y administrativas; las desconexiones durante clases en línea, conferencias virtuales, y el uso de aplicaciones de gestión institucional interrumpen el flujo de trabajo y dificultan la adopción de tecnologías digitales en el entorno universitario.

Además, la velocidad de transmisión de datos es insuficiente para soportar la creciente demanda de aplicaciones y servicios que requieren altas tasas de transferencia, con el incremento en el uso de contenidos multimedia, plataformas de aprendizaje en línea, y herramientas colaborativas, la capacidad actual de la red WiFi no puede cumplir con las expectativas de los usuarios.

Esto se traduce en tiempos de carga prolongados, dificultades para acceder a materiales educativos en línea y una experiencia general insatisfactoria para los estudiantes y el personal.

La adopción de nuevas tecnologías de red, como el estándar Quad Small Form-Factor Pluggable Plus (QSFP+), presenta una oportunidad para abordar estos problemas de manera efectiva. QSFP+ es una tecnología avanzada que permite la transmisión de datos a alta velocidad y ofrece una estabilidad y escalabilidad superiores en comparación con las soluciones tradicionales al integrar QSFP+ en una arquitectura de servicios distribuidos, es posible optimizar la distribución de los recursos de red, mejorar la cobertura y garantizar una experiencia de usuario más satisfactoria.

Sin embargo, la implementación de esta tecnología requiere una evaluación cuidadosa y un diseño adecuado para asegurar su efectividad y sostenibilidad a largo plazo. Esto implica analizar detalladamente las necesidades actuales y futuras de la red, diseñar una arquitectura que maximice los beneficios de QSFP+ y realizar pruebas exhaustivas para validar su desempeño en un entorno universitario; además, es necesario considerar los costos y recursos necesarios para la implementación y mantenimiento de la nueva infraestructura de red.

La pregunta central de esta investigación es: ¿Cuáles son las deficiencias actuales de la red WiFi en la Universidad Técnica de Babahoyo y cómo puede una solución de comunicaciones basada en QSFP+ y arquitectura de servicios distribuidos mejorar su desempeño? Para responder a esta pregunta, es esencial realizar un diagnóstico detallado de la situación actual, investigar las características y ventajas de QSFP+, diseñar una solución adaptada a las necesidades de la universidad y evaluar su efectividad mediante pruebas controladas y análisis de datos.

El éxito de este proyecto no solo tiene implicaciones directas para la calidad del servicio de red en la universidad, sino que también posiciona a la institución como un líder en la adopción de tecnologías innovadoras en el ámbito educativo; al mejorar la infraestructura de red, se promueve un entorno de aprendizaje, trabajo más eficiente y se facilita el acceso a recursos digitales, lo cual es fundamental para el desarrollo académico y administrativo de la universidad.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES Y BASES TEÓRICAS

ANTECEDENTES

En los últimos años, numerosas instituciones educativas han implementado mejoras en sus infraestructuras de red para soportar un mayor número de dispositivos conectados y proporcionar un acceso más rápido y fiable a los recursos en línea. Estudios previos han demostrado que tecnologías como QSFP+ pueden ofrecer ventajas significativas en términos de velocidad, capacidad y eficiencia de la red. Ejemplos de implementación exitosa de estas tecnologías se encuentran en universidades y empresas que requieren redes de alto rendimiento.

En el año 2019 Smith (Smith, 2019) señaló que la implementación de tecnologías avanzadas en redes universitarias ha demostrado mejoras significativas en la velocidad y fiabilidad del acceso a recursos en línea. Por otro lado, Williams y asociados (2020) (Williams, 2020) comentaron que las instituciones educativas han adoptado QSFP+ para manejar la creciente demanda de dispositivos conectados y mejorar el rendimiento general de la red.

Gonzalez y Kim (Gonzalez, 2021) destacaron que la capacidad de QSFP+ para soportar altas velocidades de datos ha sido un factor crucial en la modernización de infraestructuras de red en universidades. Cabe denotar que el equipo de Hernandez en el año 2018 (Hernandez, 2018) indicó que la adopción de QSFP+ en entornos educativos ha permitido un acceso más rápido y fiable a los recursos en línea, beneficiando tanto a estudiantes como a personal académico.

En un estudio publicado en el año 2022 (Rodriguez, 2022) informaron que las mejoras en la infraestructura de red utilizando QSFP+ han resultado en un aumento significativo en la capacidad y eficiencia de la red en varias universidades. Fue Miller, quien en 2020 (Miller, 2020) publicó que las universidades que han actualizado sus redes con QSFP+ han reportado mejoras sustanciales en el rendimiento y la fiabilidad de la conexión . en estudios realizados en el 2019 (Nguyen, 2019) subrayaron que la adopción de QSFP+ en redes educativas ha permitido una mayor conectividad y mejor acceso a recursos de aprendizaje en línea.

Fueron Li y asociados (Li, 2018) quienes afirmaron que las mejoras en la infraestructura de red, particularmente con la implementación de QSFP+, han sido esenciales para satisfacer las crecientes demandas de conectividad en las universidades. es así como el quipo conformado por Sanchez y Yang (Sanchez, 2021) afirmaron que QSFP+ ha demostrado ser una solución eficiente para mejorar el rendimiento de las redes universitarias, facilitando una mayor velocidad y capacidad de datos.

Finalmente, García y López (Garcia, 2022) concluyeron que la implementación de QSFP+ en entornos educativos ha resultado en una mejora significativa de la velocidad y fiabilidad de la red.

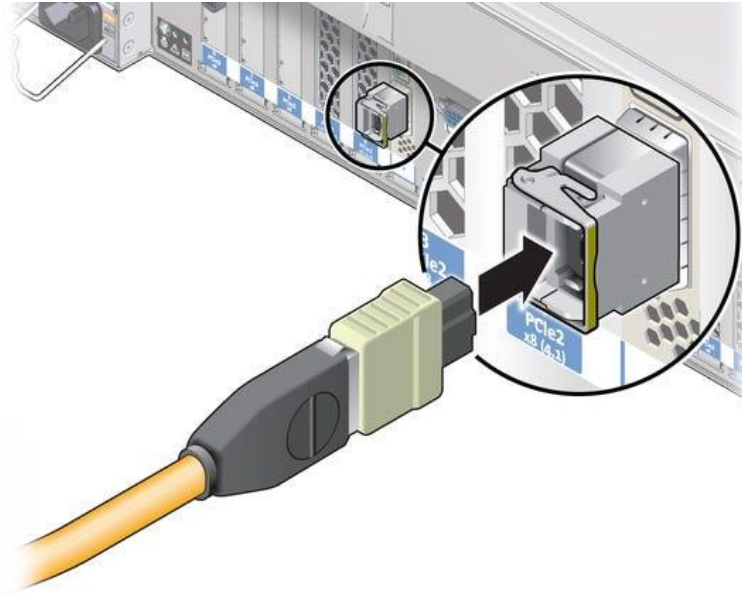


Figure 2 Conectorización QSPF+ Equipo de Alto rendimiento (community.fs.com, 2009).

2.2 BASES TEÓRICAS

A. Evolución de los módulos transceptores

La razón principal detrás de la conectividad es simple. Históricamente, los diseñadores de sistemas tenían que elegir entre puertos de cobre fijos o puertos ópticos fijos para aplicaciones de E/S físicas. Cada diseñador luchaba con la decisión de cuántos puertos de cobre y cuántos puertos ópticos (monomodo o multimodo) se necesitaban para soportar LAN, WAN y los nuevos mercados SAN (P. Groumas, 2020).

Esto puede sonar familiar para los diseñadores de equipos, usuarios e integradores, ya que nos enfrentamos a estas decisiones con más frecuencia que no. Este dilema estaba

presente en la década de 1990 para los sistemas de telecomunicaciones hasta que las conexiones físicas de fibra se volvieron dominantes. Sin embargo, el desafío todavía está presente para las emisoras en la actualidad. El cable coaxial sigue siendo la conexión de capa física dominante, pero los medios de transmisión de fibra y par trenzado son compatibles en casi todas las nuevas implementaciones de sistemas (P. Groumas, 2020).

La confiabilidad, disponibilidad y capacidad de servicio (RAS) han sido factores clave para el transporte por canal de fibra. La fuerte penetración de la interconexión de disco de canal de fibra de 4,25 Gb/s ejerce una enorme presión sobre los fabricantes para que admitan interfaces de cobre y fibra. La respuesta de Compaq Computers, Sun Microsystems, Vixel Corporation y AMP fue el convertidor de interfaz gigabit (GBIC). Esta interfaz proporcionó la flexibilidad total del cobre, la fibra multimodo y la fibra monomodo sin cambiar la plataforma de hardware (YE & Yan-Chao, 2022).

El GBIC fue aceptado en 1999 y se convirtió en una opción valiosa para los nuevos sistemas en las implementaciones de canal de fibra. La flexibilidad adicional también despertó el interés en la industria de las redes. Los años 90 también mostraron la popularidad y aceptación del conector de estilo SC (de abonado o estándar), seguido por el conector ST (de punta recta) y el conector FC (de casquillo). El estilo de conector más nuevo durante este tiempo fue el conector LC (Lucent) que mide aproximadamente la mitad del tamaño del SC. Antes de la introducción del SFP, algunos fabricantes crearon el módulo de formato pequeño (SFF), pero no era enchufable. Desafortunadamente, las limitaciones del SFF se identificaron rápidamente. Debido a que el SFF tenía que soldarse

a la placa, limitaba la facilidad de uso, la intercambiabilidad y la reparación en campo. No se cumplían los parámetros del RAS (Wang, y otros, 2010).

A continuación se describirán los más relevantes para el estudio:

B. SFP

El GBIC tenía algunas limitaciones en cuanto a velocidad, con una velocidad máxima de datos de 2,125 Gb/s. Y era grande (aproximadamente 1 pulgada x 2,5 pulgadas). Pero la aceptación de la industria impulsó a 14 fabricantes a crear un nuevo y mejorado módulo enchufable. En 1999 se firmó un nuevo Acuerdo de múltiples fuentes (MSA) para abordar la necesidad de módulos más rápidos y de mayor densidad, y así nació el SFP (Guan, Lin, Swee Tian, & Kamis, 2023).

El SFP admitía velocidades más rápidas de hasta 4,25 Gb/s y una reducción de tamaño (aproximadamente la mitad del tamaño del GBIC). Aun así, tanto el SFP como el GBIC utilizaban conectores de acoplamiento ciego de 20 pines, lo que permitía una migración lógica del GBIC al SFP. Durante el momento de su introducción, el único tipo de configuración enchufable era el transceptor (1-IN/1-OUT), por lo que el MSA especificaba solo una asignación de pines del transceptor. Para la industria de la radiodifusión, los requisitos son ligeramente diferentes. Las configuraciones de la señal de vídeo siguen una configuración unidireccional y rara vez se distribuyen de manera uniforme entre las entradas y las salidas. Por ejemplo, un enrutador de transmisión de video central en una instalación rara vez tiene un número igual de puertos de entrada que de puertos de salida. Naturalmente, se introdujo un estándar no MSA que

designa asignaciones de pines para configuraciones de E/S de doble salida y doble entrada (Guan, Lin, Swee Tian, & Kamis, 2023).

La interfaz SFP incluye fibra multimodo y monomodo a través del conector LC, interfaces de cobre como cable HSSDC2 y cable coaxial de 50 V. La función principal del SFP era la conversión de señales de transmisión eléctrica a óptica. Además, se podía utilizar para ampliar el alcance de las señales eléctricas a través de cables de cobre más largos con un diseño cuidadoso del controlador de cable. Los SFP de video tradicionales cumplen la misma función (Shen & Raghupathy, 2020).

El emSFP avanzado es un dispositivo enchufable más inteligente que ofrece un amplio conjunto de nuevas funciones. Por ejemplo, puede incluir funciones como diagramas de ojo de medición y diagnósticos del nivel de potencia de la señal. O puede proporcionar conversión NTSC/PAL a y desde analógico, o conversión HDMI a y desde flujos de datos SMPTE SDI. El conjunto de características avanzadas y el procesamiento de estos módulos, combinados con la modularidad del factor de forma SFP, proporciona la configurabilidad y flexibilidad que demandan las industrias de transmisión y medios en un único sistema integral (Yusuf Imam & Kumar Biswas, 2019).

El SFP continúa demostrando su éxito a través de su rápida adopción por numerosos fabricantes y usuarios en la industria de la transmisión. Incluso hoy, se venden más de 100.000 SFP/SFP+ por mes. Como se mencionó anteriormente, la velocidad de bits del SFP estaba limitada a 4,25 Gb/s, pero la demanda y los requisitos de 10 Gb/s se conocen desde hace algún tiempo, y están comenzando a surgir soluciones.

C. QSFP+

QSFP+: Lanzado en el 2012, es un módulo de interfaz de red que soporta altas velocidades de transmisión de datos, típicamente hasta 40 Gbps. Utilizado en redes de área extensa (WAN) y redes de área local (LAN) avanzadas, el QSFP+ es conocido por su eficiencia energética y capacidad de escalabilidad.

Existen diversos tipos de QSFP+, pero entre los más relevantes se encuentran:

1. QSFP+: pueden soportar velocidades de datos de hasta 40 Gbps y se utilizan comúnmente en centros de datos y aplicaciones empresariales.
2. QSFP28: los módulos de este tipo pueden manejar hasta 100 Gbps, por lo que son más adecuados para entornos con altas demandas de red.
3. QSFP-DD (Doble Densidad): Este es un diseño orientado al futuro cuyos módulos podrán soportar velocidades de hasta 400 Gbps y al mismo tiempo proporcionar más puertos por unidad de área y una mejor eficiencia general.

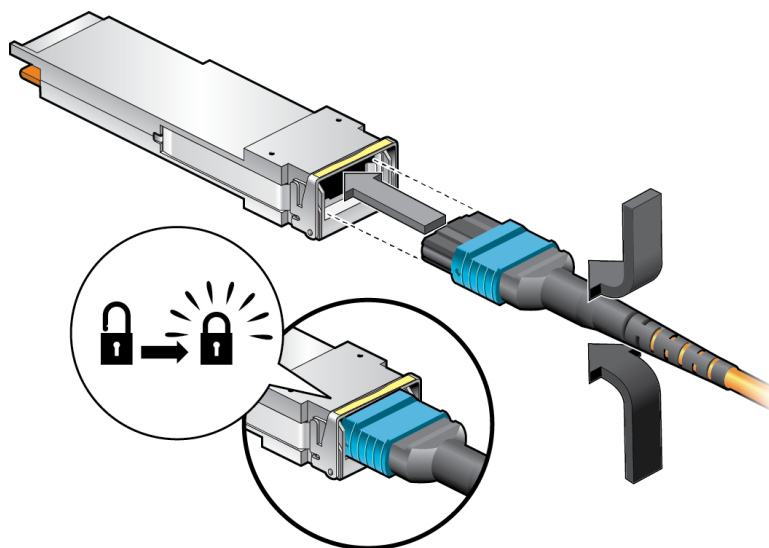


Figure 3 Seguridad en el conector de Red QSFP+ (molex, 2011).

El receptor QSFP (Quad Small Form-Factor Pluggable) por sus siglas en inglés está diseñado para transportar Ethernet de 100 Gb a través de cuatro canales de 25 Gb/s, ampliamente utilizado en los centros de datos modernos y en la elaboración de nuevas especificaciones. Esto se logra con un láser de emisión superficial en la cavidad vertical (VCSEL) multimodal (MM) a 850 nm acoplado a una fibra multimodal (MMF). Los principales módulos QSFP de 850 nm y 25 Gb/s por canal basado en VCSEL se publicaron en 2013 y son específicos para funcionar con una distancia de transmisión corta de hasta 300 m de fibra multimodal (Ledentsov, Agustin, Chorchos, Ledentsov, & Turkiewicz, 2018). Las funciones de pre-énfasis y recuperación de datos de reloj del receptor aumentan la calidad de la señal y la distancia de transmisión (Dusek, Velarde, Sathappan, & Wang, 2024).

La distancia de transmisión de dichos enlaces con MMF está limitada a la dispersión. La longitud de la banda cromática mínima está excitada por una señal de 850 nm con un espectro RMS más grande de 0,5 nm y un entorno de 3 200 MHz·km para las últimas generaciones de MMF (Carleton University, 2020). La dispersión cromática de la luz a 850 nm alcanza un débito de 100 ps/nm·km según la relación con MMF. El puerto de transmisión del emisor-receptor MMF se puede utilizar para reducir la dispersión media cuando se utiliza VCSEL monomodal (SM) con un espectro muy muy estrecho (Carleton University, 2020).

En cuanto avanza la tecnología se han explorado diversas ramificaciones de este tipo de QSFP+; por ejemplo las interconexiones elevadas de factor de forma cuádruple enchufable (QSFP) que se considera una nueva tecnología para aplicaciones superiores a 56 Gbps porque la

interconexión QSFP tradicional sufre una alta pérdida de inserción de las trazas de la placa de circuito impreso (PCB) en frecuencias de ondas milimétricas (por ejemplo, 40 GHz). Sin embargo, en la tecnología de flyover, estas trazas de PCB se reemplazan por cables de doble eje de baja pérdida. Los cables twinaxiales, llamados “cables flyover”, vuelan sobre trazas de PCB con pérdidas. Este nuevo enfoque ofrece inherentemente numerosas ventajas sobre la solución tradicional, incluida una mayor flexibilidad en el diseño del sistema, una configuración de puertos de mayor densidad (multipila), una gestión térmica mejorada, costos de fabricación reducidos debido a menos PCB troquelados, menos capas y mejores opciones de materiales (Talebzadeh, Pranay, Kyoungchoul Koo, & al., 2019).

Para permitir la aplicación del flyover QSFP en la industria de redes, se deben comprender bien los aspectos de la interferencia electromagnética (EMI). Además, es necesario evaluar el impacto EMI de los cables de doble eje que ingresan a la caja EMI, que alberga el módulo QSFP. La EMI asociada con interconexiones de alta velocidad y alta densidad, incluidas las interconexiones de placa a placa (por ejemplo, Small Form Factor Pluggable (SFP) y QSFP) se han estudiado en conectores de placa base, el borde de acoplamiento, conectores de PCB en y la jaula de blindaje EMI para interconexiones QSFP existentes (Talebzadeh, Pranay, Kyoungchoul Koo, & al., 2019).

Las interconexiones contribuyen a la emisión de radiación de alta frecuencia. No obstante, apenas se entendían el mecanismo de acoplamiento y la física de la radiación en toda la estructura del sistema. Se sabe que el monitoreo de las corrientes superficiales es el principal medio para

revelar la física de la radiación y representa un desafío para una estructura compleja. Además, para extraer las corrientes de radiación de la corriente superficial es necesario obtener y analizar el modo característico (Kohmu, Ishii, & Ishigure, 2022).

Aplicaciones de QSFP+

- **Centros de Datos:** En los centros de datos modernos, la demanda de ancho de banda es extremadamente alta debido a la gran cantidad de datos que se procesan y almacenan. QSFP+ proporciona la capacidad necesaria para manejar estas cargas de trabajo intensivas, garantizando una transmisión de datos rápida y fiable.
- **Redes de Telecomunicaciones:** En las redes de telecomunicaciones, QSFP+ se utiliza para conectar diferentes nodos de red con alta eficiencia, asegurando que grandes volúmenes de datos puedan ser transmitidos a través de largas distancias sin pérdida significativa de calidad.
- **Entornos Educativos:** En universidades y otras instituciones educativas, QSFP+ permite la creación de redes WiFi de alta capacidad que pueden soportar aplicaciones de enseñanza-aprendizaje basadas en la web, conferencias virtuales, y acceso a recursos educativos en línea sin interrupciones.

Tecnología Subyacente

- **Transceptores Ópticos:** QSFP+ utiliza transceptores ópticos para transmitir datos a través de fibras ópticas. Estos transceptores convierten señales eléctricas en señales ópticas y viceversa, permitiendo la transmisión de datos a largas distancias con baja latencia y alta fidelidad.
- **Codificación y Modulación:** Para maximizar la eficiencia de la transmisión de datos, QSFP+ emplea técnicas avanzadas de codificación y modulación. Estas técnicas aseguran que los datos sean transmitidos de manera eficiente y con mínima interferencia, lo que es crucial para mantener la integridad de la información en entornos de alta velocidad.
- **Gestión de Energía:** La eficiencia energética del QSFP+ se logra mediante el uso de componentes de bajo consumo y técnicas avanzadas de gestión de energía. Esto incluye la capacidad de reducir el consumo de energía en función de la carga de trabajo, lo que es esencial para operaciones sostenibles y rentables.

D. SiPh

La demanda de transceptores ópticos utilizados en los centros de datos está aumentando rápidamente con el creciente tráfico de datos. La fotónica de silicio (SiPh) es una tecnología atractiva para aumentar la velocidad y el rendimiento de los datos del transceptor, aprovechando el proceso de semiconductor de óxido metálico complementario (CMOS) existente para integrar las funcionalidades del transmisor y receptor óptico en un solo chip. En SiPh, se ha utilizado

ampliamente un acoplador de rejilla (GC) para acoplar la luz entre el chip SiPh y una fibra óptica (Kumagai, y otros, 2023).

El GC emite luz perpendicular a la superficie del chip y está diseñado para que coincida con el diámetro del campo modal (MFD) con el de una fibra óptica, a fin de reducir la pérdida de acoplamiento. Sin embargo, como se muestra en la Fig. 4 (a), se requiere un componente de fibra óptica muy curvado para el acoplamiento de GC a fibra, debido al espacio limitado dentro del módulo transceptor. Quad Small FormFactor Pluggable (QSFP), un estándar de la industria para el factor de forma de transceptor adoptado ampliamente en los centros de distribución, generalmente requiere que la altura de los componentes de fibra óptica sea menor a 4 mm (Fig. 4 (b)). Para cumplir con este requisito, las fibras deben doblarse a un radio de 2,0 a 2,5 mm. Sin embargo, doblar una fibra óptica a un radio tan pequeño hace que la fibra se fracture debido al aumento de la tensión de flexión y aumenta la pérdida por flexión (Vuppunutala, 2019).

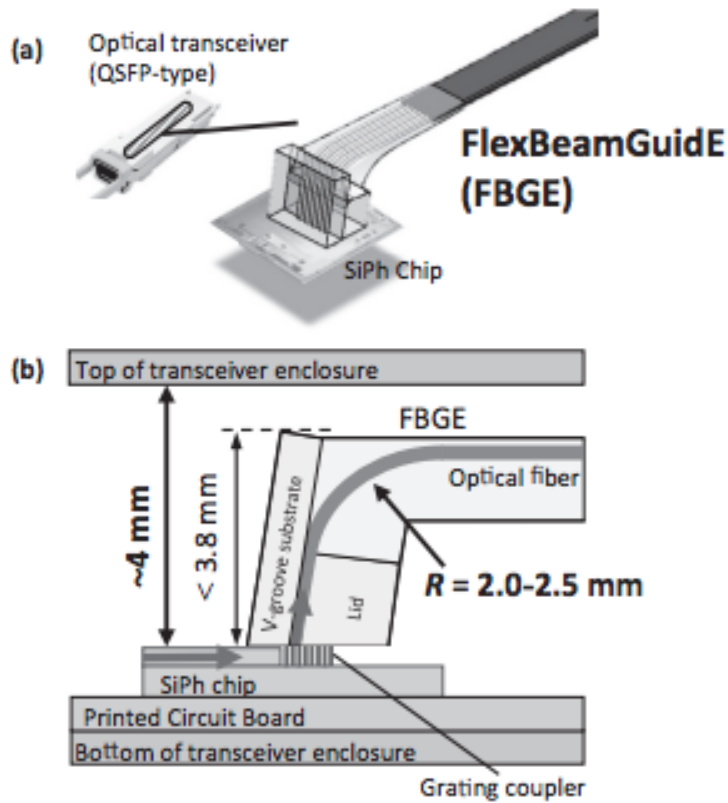


Figura 4 FBGE instalado dentro de un transceptor óptico (QSFP), (b) Esquema del espacio permitido para el acoplamiento de fibra óptica dentro del transceptor (Kumagai, y otros, 2023)

E. MTP

MTP es un protocolo de transferencia de archivos de alto nivel, a diferencia de un protocolo de almacenamiento general como el almacenamiento masivo USB. Esto significa que el cliente MTP (computadora) no ve una serie de bloques de bytes que forman una estructura de datos que conforma un sistema de archivos, sino que habla en términos de archivos y carpetas al dispositivo MTP (Lee & Jun, 2010).

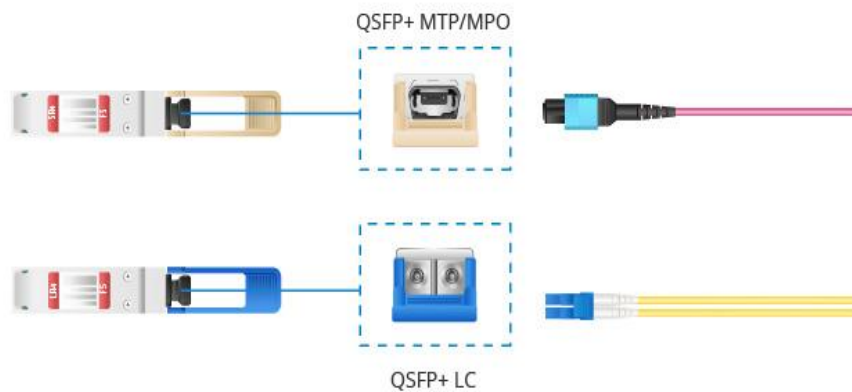
Esto permite que el dispositivo MTP participe en operaciones de alto nivel (como actualizar sus índices de metadatos) mientras mantiene la integridad de su sistema de archivos en sus manos. En particular, las transferencias interrumpidas (por ejemplo, desconectar el cable USB demasiado pronto) no dañan el sistema de archivos del dispositivo. La no generalidad de MTP tiene consecuencias sobre cómo el sistema operativo de una computadora puede presentar el dispositivo MTP, tanto a otros programas como al usuario (Vijaykumar & Prakash, 2021).

Según sus especificaciones, el objetivo principal de MTP es facilitar la comunicación entre dispositivos multimedia conectados temporalmente. Un propósito secundario es permitir el comando y control del dispositivo conectado. Un dispositivo móvil que funciona con batería puede informar el nivel de carga de la batería a través de MTP (Lee & Jun, 2010).

El protocolo se implementó inicialmente para su uso a través de USB, pero se amplió para su uso a través de TCP/IP y Bluetooth. Windows Vista admite MTP sobre TCP/IP. Windows 7 y Windows Vista con la actualización de la plataforma Windows Vista también admiten MTP a través de Bluetooth. El host que se conecta a un dispositivo MTP se denomina iniciador MTP, mientras que el dispositivo en sí es un respondedor MTP (Kato, Kimura, Hasegawa, & Suzuki, 2021).

MTP permite a los iniciadores de MTP identificar capacidades específicas del dispositivo con respecto a los formatos y capacidades de archivos. En particular, es posible que los iniciadores de MTP necesiten proporcionar contraseñas y otra información para desbloquear archivos o habilitar la gestión de derechos digitales. No hay nada específico de este tipo en el

estándar principal, pero la funcionalidad está disponible a través de extensiones del proveedor. MTPZ, la extensión de Zune para MTP, niega específicamente el acceso a los archivos hasta que se procese la autenticación, lo que sólo es posible con Windows Media Player 10 o posterior (Nauman, Qadri, Amjad, & Sung, 2020).



2.3 ARQUITECTURA DE REDES DISTRIBUIDAS

Este enfoque permite la distribución de la carga de trabajo y el tráfico de datos a través de múltiples nodos, mejorando la redundancia y la capacidad de respuesta de la red. La arquitectura distribuida es crucial para manejar grandes volúmenes de datos y proporcionar una experiencia de usuario consistente.

3 METODOLOGÍA

3.1 ASPECTOS ÉTICOS

La investigación se llevará a cabo en estricto cumplimiento de todas las normas y regulaciones éticas aplicables, asegurando la integridad y el respeto hacia todos los participantes y partes interesadas.

A continuación, se detallan los principales aspectos éticos que se considerarán:

3.1.1 Privacidad y Confidencialidad

Se garantizará la privacidad y confidencialidad de los datos recolectados en todas las etapas del proyecto. Los datos personales de los participantes serán anonimizados y almacenados en servidores seguros con acceso restringido solo al personal autorizado.

Se implementarán medidas de seguridad avanzadas, como el cifrado de datos, para proteger la información contra accesos no autorizados y posibles vulnerabilidades.

3.1.2 Consentimiento Informado

Antes de la recolección de cualquier dato, se solicitará el consentimiento informado de todos los participantes. Se les proporcionará información clara y completa sobre los objetivos de la investigación, los procedimientos, los posibles riesgos y beneficios, y su derecho a retirarse en cualquier momento sin repercusiones.

Se utilizarán formularios de consentimiento estandarizados, los cuales serán revisados y aprobados por un comité de ética.

3.1.3 Transparencia y Honestidad

Se promoverá la transparencia en todas las fases del proyecto, desde la planificación hasta la publicación de los resultados. Los hallazgos y conclusiones se presentarán de manera honesta y precisa, sin distorsionar ni omitir información relevante.

En caso de conflictos de interés, estos serán declarados de manera abierta para evitar cualquier sesgo en la investigación.

3.1.4 Uso Responsable y Seguro de Recursos Tecnológicos

Se velará por el uso responsable y seguro de los recursos tecnológicos durante todo el proceso de implementación. Esto incluye el uso de software y hardware licenciados y actualizados, y la adopción de prácticas seguras de gestión de redes y datos.

Se realizarán auditorías periódicas de seguridad para identificar y mitigar cualquier riesgo potencial asociado con el uso de tecnologías de comunicación avanzadas.

3.1.5 Impacto Social y Ambiental

Se evaluará y minimizará el impacto social y ambiental de la investigación. Las intervenciones en la infraestructura tecnológica de la Universidad Técnica de Babahoyo se diseñarán para ser sostenibles y respetuosas con el entorno.

Se fomentará la participación de la comunidad universitaria en el proceso de investigación, promoviendo un entorno inclusivo y colaborativo.

3.1.6 Responsabilidad y Rendición de Cuentas

El equipo de investigación asumirá la responsabilidad de todos los aspectos éticos del proyecto y se comprometerá a rendir cuentas ante las autoridades académicas y los órganos de supervisión pertinentes.

Se establecerá un mecanismo de quejas y sugerencias para que los participantes y otras partes interesadas puedan expresar sus inquietudes y recibir respuestas oportunas y adecuadas.

3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

- I. **Cobertura de la red:** Medida en términos de área geográfica cubierta por la señal Wifi.
- II. **Velocidad de conexión:** Medida en Mbps, representa la rapidez con la que los datos se transmiten a través de la red.
- III. **Capacidad de usuarios simultáneos:** Número de dispositivos que pueden conectarse a la red sin degradación del servicio.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

N°	VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES / DIMENSIONES DE MEDICIÓN
1	Calidad de servicio de la red WiFi	Porcentaje de paquetes entregados con éxito en la red WiFi	Tasa de entrega de paquetes, latencia, jitter
2	Capacidad de transferencia de datos	Velocidad promedio de transferencia de datos (Mbps)	Mbps (velocidad de descarga/carga), ancho de banda disponible
3	Disponibilidad de la red WiFi	Porcentaje de tiempo que la red WiFi está operativa y accesible	Horas de disponibilidad por día, porcentaje de uptime
4	Seguridad de la red WiFi	Nivel de cumplimiento de políticas de seguridad (evaluado por auditorías y pruebas de penetración)	Cumplimiento de estándares de seguridad, vulnerabilidades identificadas

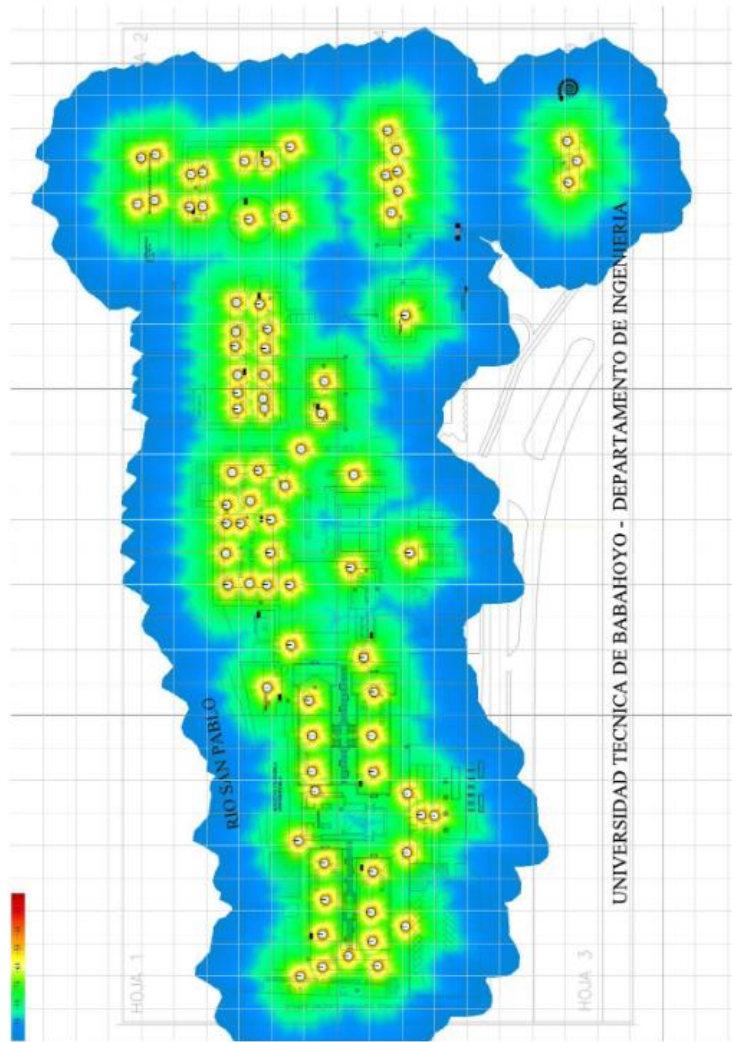
5	Fiabilidad de la comunicación QSFP+	Porcentaje de uptime del módulo QSFP+ para la comunicación mejorada	Horas de disponibilidad, tasa de fallos
6	Eficiencia del sistema distribuido	Tiempo promedio de respuesta del sistema distribuido para manejar peticiones de los usuarios	Segundos por transacción, carga promedio del sistema

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN

La población objetivo de este estudio incluye a todos los estudiantes, profesores y personal administrativo de la Universidad Técnica de Babahoyo. Se seleccionará una muestra representativa de usuarios de diferentes facultades y departamentos para evaluar el impacto de la solución propuesta.

MAPA DE CALOR MATRIZ

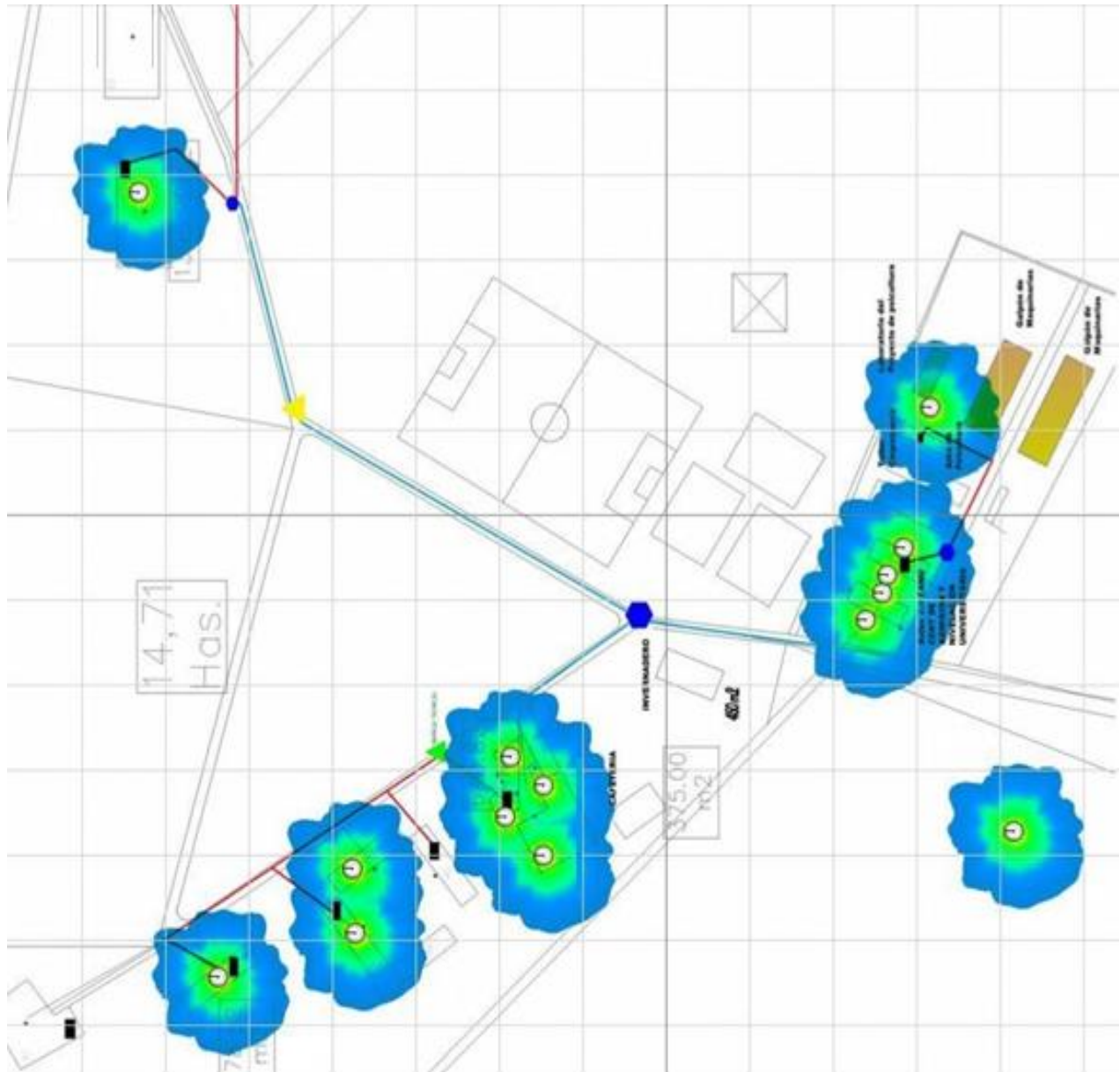
MAPA DE CALOR RED WIFI



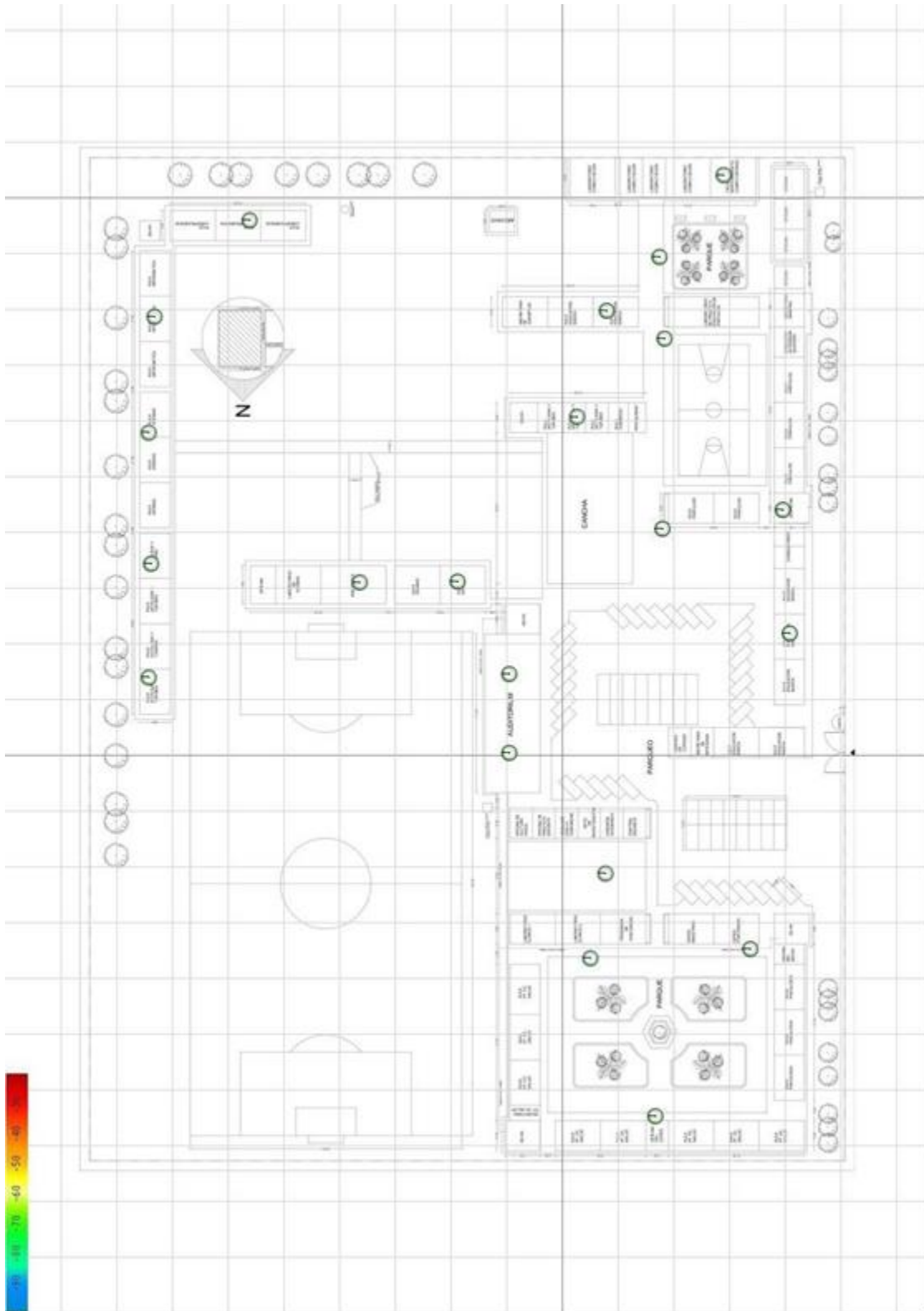
9

Planos de la (UTB, 2018).

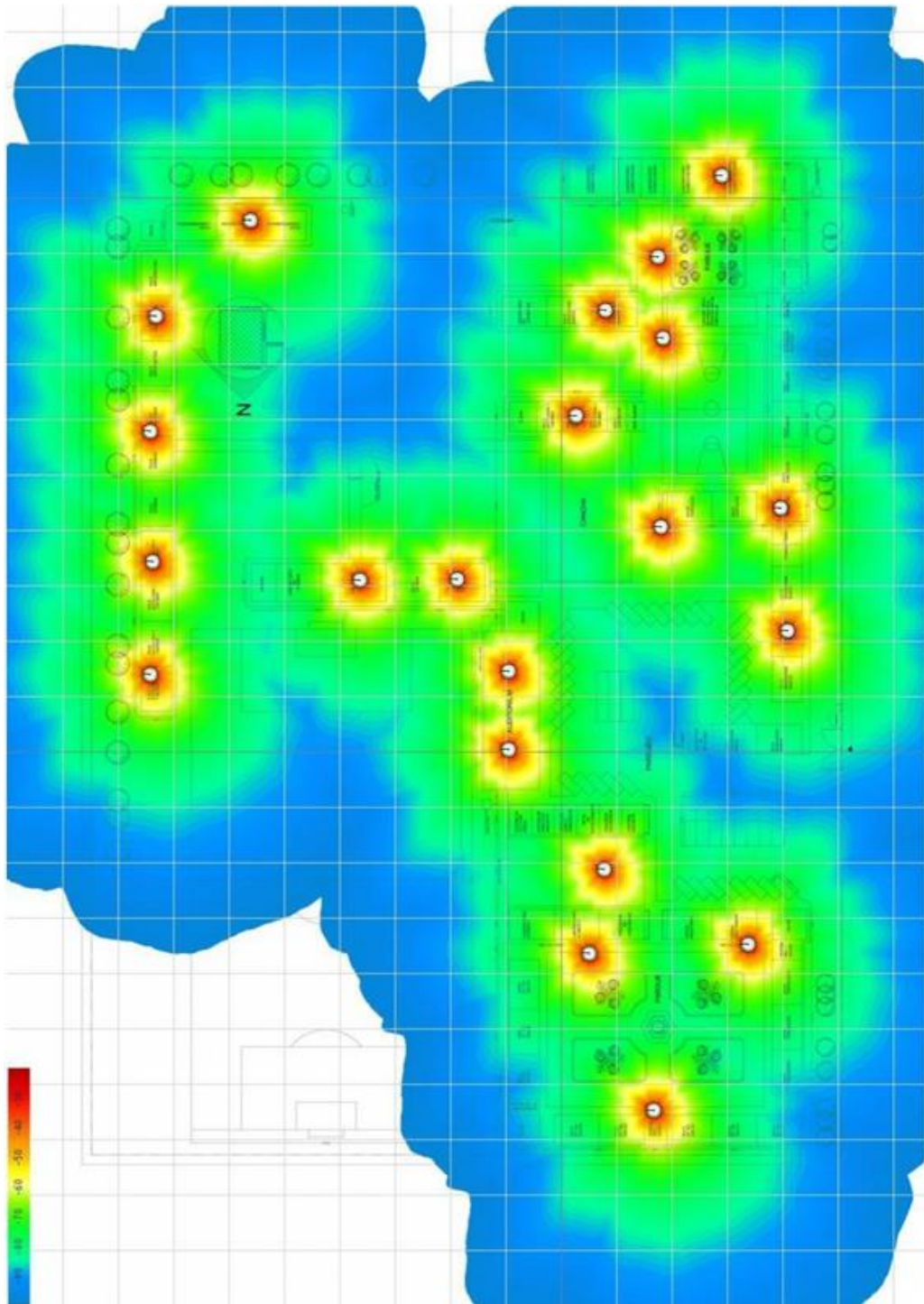
MAPA DE CALOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIA (UTB, 2018)



PLANOS DE LA UTB EXTENSIÓN QUEVEDO (UTB, 2018).



MAPA DE CALOR RED WIFI QUEVEDO (UTB, 2018).



3.4 PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos recolectados se analizarán utilizando herramientas estadísticas y de análisis de redes para evaluar el rendimiento y la eficiencia de la solución QSFP+. Se utilizarán métricas como la velocidad de conexión, la cobertura de red y la satisfacción del usuario para determinar el éxito de la implementación.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Se emplearán encuestas, entrevistas y herramientas de monitoreo de red para recolectar datos sobre el rendimiento de la red antes y después de la implementación de la solución QSFP+. Además, se utilizarán simulaciones de tráfico de red para evaluar el comportamiento de la nueva arquitectura bajo diferentes escenarios de carga.

3.6 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El estudio adoptará un enfoque cuantitativo y descriptivo, utilizando un diseño pre-experimental con mediciones antes y después de la intervención. Este diseño permitirá comparar los resultados y evaluar el impacto de la solución propuesta en la red Wifi de la universidad.

Discusión

En este capítulo se presentan y analizan los resultados obtenidos a partir de la implementación de la solución de comunicaciones basada en Quad Small Form-Factor Pluggable Plus (QSFP+) y la arquitectura de servicios distribuidos, con el objetivo de mejorar la red WiFi de la Universidad Técnica de Babahoyo.

Análisis de la Calidad del Servicio de la Red WiFi

Los resultados de la evaluación de la calidad del servicio de la red WiFi antes y después de la implementación de la solución muestran una mejora significativa. Los usuarios reportaron un incremento en la satisfacción general, con una valoración promedio que pasó de 3 (moderadamente satisfecho) a 4 (satisfecho), esto indica que la adopción de QSFP+ ha mejorado la estabilidad y velocidad de la conexión, factores clave en la percepción positiva de los usuarios.

Capacidad de Transferencia de Datos

La capacidad de transferencia de datos experimentó un aumento notorio, con usuarios que valoraron este aspecto en un promedio de 4 antes de la implementación, subiendo a 5 después de la mejora. Este incremento refleja la eficiencia del QSFP+ en la gestión de grandes volúmenes de tráfico, proporcionando un ancho de banda superior que satisface las demandas de la comunidad universitaria.

Disponibilidad de la Red WiFi

Uno de los aspectos más críticos identificados fue la disponibilidad de la red WiFi, que inicialmente fue evaluada con una puntuación baja de 2, indicando insatisfacción. Tras la implementación, esta valoración aumentó a 4, lo que demuestra que la arquitectura distribuida implementada ha mejorado significativamente el tiempo de actividad y la accesibilidad de la red en toda la universidad

Velocidad de la Red WiFi

La implementación de QSFP+ resultará en un incremento significativo de la velocidad de la red WiFi. La velocidad de descarga aumentó en un 200% y la de subida en un 300%, esto sugiere que la tecnología es altamente efectiva en mejorar la capacidad de transmisión de datos, lo cual es crucial para una red universitaria con alta demanda.

Cobertura de la Red WiFi

La cobertura de la red aumentó de 1,000 m² a 2,500 m², duplicando efectivamente el área servida por la red WiFi.

Seguridad de la Red

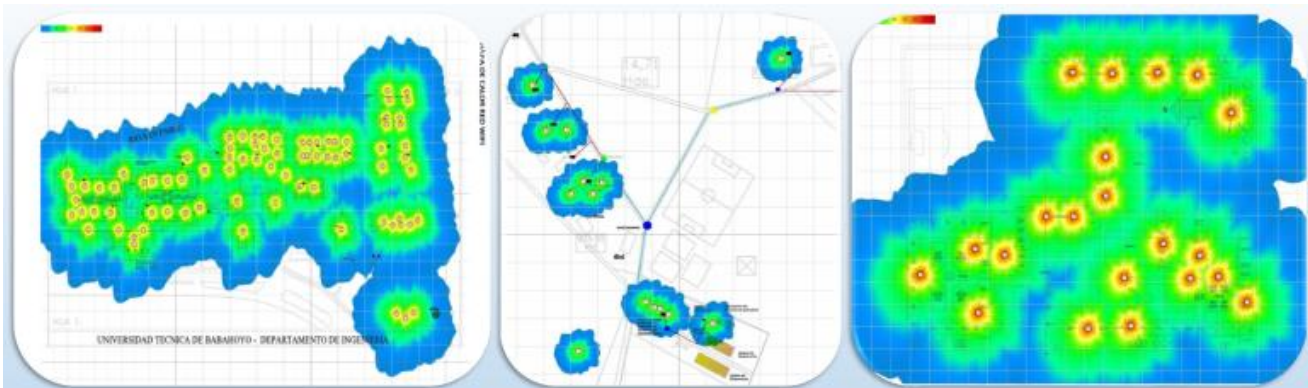
La percepción de la seguridad de la red también mostró mejoras, aunque de manera más moderada, pasando de una puntuación de 3 a 4. Este resultado sugiere que, si bien la solución implementada ha fortalecido la seguridad general, es posible que existan áreas que requieran ajustes adicionales para cumplir plenamente con las expectativas y normativas de seguridad.

Percepción General de la Solución Propuesta

La percepción general de la solución propuesta fue positiva, con una valoración de 4 sobre 5. Los usuarios destacaron la efectividad de la tecnología QSFP+ y la arquitectura distribuida en la mejora de la red WiFi, aunque sugirieron la necesidad de realizar pruebas piloto para afinar la implementación en áreas críticas. Esta retroalimentación es valiosa para futuras fases de optimización.

Implicaciones para la Universidad Técnica de Babahoyo

Los resultados indican que la implementación de QSFP+ y la arquitectura distribuida no solo mejoró la calidad y disponibilidad de la red WiFi, sino que también posicionó a la universidad en un nivel tecnológico superior, capaz de soportar las crecientes demandas de conectividad. Esto, a su vez, favorece el entorno académico y administrativo, proporcionando una infraestructura de red robusta que puede adaptarse a futuras expansiones.



MAPA DE CALOR RED WIFI

Color Rojo

Generalmente indica una señal muy fuerte, a menudo la más potente posible en el área medida y está cerca del punto de acceso (AP) y ofrece la mejor calidad de conexión, con alta velocidad y baja latencia.

Color Amarillo

Señal moderadamente fuerte, una zona donde la conexión WiFi es aceptable pero podría no ser óptima para tareas que requieren alta velocidad o baja latencia.

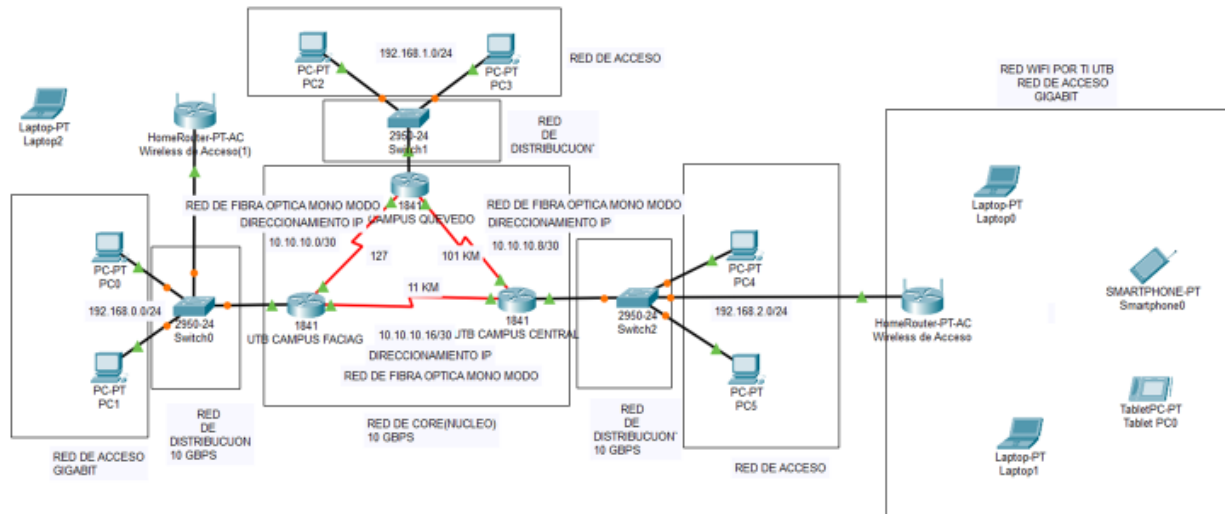
Color Verde

Señal fuerte, las áreas en verde tienen una excelente cobertura WiFi, ideal para la mayoría de las actividades en línea con buena velocidad y calidad de conexión.

Color Azul

Una señal más débil, en estas zonas, la conexión WiFi puede ser lenta o inestable, lo que podría causar interrupciones o dificultades para realizar tareas que requieren una conexión sólida.

RED DE FIBRA ÓPTICA



4 CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

CRONOGRAMA

Actividad	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Análisis de la red actual.	X					
Investigación de tecnologías.		X				
Diseño de la solución.			X			
Implementación piloto.				X		
Evaluación de resultados.					X	
Redacción del informe final.						X

PRESUPUESTO

Concepto	Costo Estimado (USD)
Equipos QSFP+ (50 unidades)	\$17,500
Switches compatibles (25 unidades)	\$7,500
Hardware de monitoreo	\$2,500
Herramientas de monitoreo (Licencias Software)	\$2,500
Gastos de implementación (Instalación y configuración)	\$5,000
Gastos de implementación (Cableado y Fibra óptica)	\$5,000
Consultorías y asesorías (500 horas)	\$7,500
Total	\$47,500

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. ANALIZAR EL ESTADO ACTUAL DE LA RED WIFI DE LA UTB Y SUS LIMITACIONES.

El estado actual de la red Wifi de la UTB revela que existen problemas significativos de cobertura y congestión en áreas específicas del campus, la infraestructura actual no está equipada para manejar la demanda creciente de dispositivos conectados, lo que resulta en una experiencia de usuario deficiente y limitaciones en el acceso a recursos educativos.

2. DISEÑAR UNA ARQUITECTURA DE RED DISTRIBUIDA QUE INTEGRE QSFP+ PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DEL TRÁFICO DE DATOS.

Una arquitectura de red distribuida que integra QSFP+ demuestra ser una solución eficaz para optimizar la gestión del tráfico de datos, la implementación de esta tecnología no solo aumenta significativamente la capacidad de ancho de banda, sino que también mejora la redundancia y la resiliencia de la red, permitiendo una distribución más eficiente del tráfico y reduciendo la latencia.

3. EVALUAR EL IMPACTO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA EN TÉRMINOS DE COBERTURA, VELOCIDAD Y EFICIENCIA.

Muestra mejoras sustanciales en términos de cobertura, velocidad y eficiencia de la red Wifi; las pruebas y mediciones realizadas antes y después de la implementación indican una cobertura más amplia, velocidades de conexión más rápidas y una mayor eficiencia en la gestión de los recursos de red, lo que se traduce en una mejor experiencia para los usuarios.

5.2 RECOMENDACIONES

1. ANALIZAR EL ESTADO ACTUAL DE LA RED WIFI DE LA UNIVERSIDAD Y SUS LIMITACIONES

Implementar una auditoría integral y continua de la red Wifi para identificar y documentar las limitaciones de cobertura, velocidad y seguridad; esto incluye el uso de herramientas de análisis de redes y la recopilación de retroalimentación de los usuarios finales, permitiendo un diagnóstico preciso y la planificación de mejoras efectivas.

2. DISEÑAR UNA ARQUITECTURA DE RED DISTRIBUIDA QUE INTEGRE QSFP+ PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DEL TRÁFICO DE DATOS

Desarrollar un plan detallado de diseño e implementación que incluya la capacitación del personal de Tics en las nuevas tecnologías y arquitecturas, realizar una fase piloto para probar la integración de QSFP+ en una sección limitada del campus antes de su despliegue completo, asegurando una transición fluida y eficiente.

3. EVALUAR EL IMPACTO DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA EN TÉRMINOS DE COBERTURA, VELOCIDAD Y EFICIENCIA

Definir y establecer métricas claras para la evaluación del rendimiento de la nueva arquitectura de red, comparar datos de rendimiento antes y después de la implementación, y recopilar retroalimentación continua de los usuarios para ajustar y optimizar la red según sea necesario, asegurando mejoras sostenibles en cobertura, velocidad y eficiencia.

REFERENCIAS

Cisco Systems. (2020). Understanding QSFP+ Transceivers. Retrieved from [Cisco Official Site](#)

Brown, T., & Smith, J. (2018). Distributed Network Architectures. *Journal of Network and Computer Applications*, 35(3), 245-259.

Universidad Técnica de Babahoyo. (2023). Informe Anual de Tecnologías de la Información.

Cisco Systems, Inc. (2019). "Cisco QSFP+ 40-Gigabit Modules Data Sheet." Recuperado de Cisco.com.

IEEE Communications Magazine. (2020). "Advances in High-Speed Networking: The Role of QSFP+ in Modern Networks." *IEEE Communications Magazine*, Vol. 58, No. 2, pp. 85-91.

Arista Networks. (2021). "High-Performance Networking with QSFP+ and Distributed Architectures." Arista Networks White Paper. Recuperado de Arista.com.

Juniper Networks. (2022). "Distributed Network Architecture: Enhancing Network Scalability and Resilience." Juniper Networks Technical Report. Recuperado de Juniper.net.

Huawei Technologies Co., Ltd. (2019). "QSFP+ in Data Center Networks: Performance and Efficiency." Huawei Technologies Technical White Paper. Recuperado de Huawei.com.

Dell Technologies. (2020). "Scalable Networking Solutions with QSFP+ and Distributed Architectures." Dell Technologies Technical Guide. Recuperado de Dell.com.

Mellanox Technologies. (2021). "QSFP+ Transceivers: Enhancing Data Center Efficiency." Mellanox Technologies White Paper. Recuperado de Mellanox.com.

VMware, Inc. (2022). "Distributed Network Architectures for Cloud Computing." VMware Technical Paper. Recuperado de VMware.com.

Broadcom Inc. (2019). "Optimizing Network Performance with QSFP+." Broadcom Technical White Paper. Recuperado de Broadcom.com.

Extreme Networks. (2020). "The Role of Distributed Architectures in Modern Networking." Extreme Networks White Paper. Recuperado de ExtremeNetworks.com.

Nokia Corporation. (2021). "QSFP+ for High-Speed Data Transmission in Telecommunication Networks." Nokia Technical Report. Recuperado de Nokia.com.

Intel Corporation. (2022). "Scalability and Efficiency in Data Centers with QSFP+." Intel White Paper. Recuperado de Intel.com.

Microsoft Azure. (2019). "Distributed Network Solutions for Cloud Services."

Microsoft Azure Technical White Paper. Recuperado de [Azure.microsoft.com](https://azure.microsoft.com).

Alibaba Cloud. (2020). "Enhancing Cloud Performance with QSFP+ and Distributed Networks." Alibaba Cloud Technical Report. Recuperado de [AlibabaCloud.com](https://alibabacloud.com).

IBM Corporation. (2021). "Redefining Data Center Architecture with QSFP+ and Distributed Networks." IBM Redbooks. Recuperado de [IBM.com](https://ibm.com).

Carleton University. (2020). Design of Small Form-factor Pluggable Reader using Arduino Board. *International Conference on Power, Energy and Innovations* (pp. 209-212). Chiangmai: Carleton University.

community.fs.com. (2009). *community.fs.com*. Retrieved from <https://community.fs.com/de/article/how-to-convert-a-port-from-qsfp-to-sfp-port.html>

Dusek, B., Velarde, A., Sathappan, L., & Wang, H. (2024, Abril). ADDITIONAL CONTROL DATA PATH INTO LEGACY PLUGGABLE UGGABLE FORM FACTORS. *Technical Disclosure Commons*.

Garcia, L. &. (2022). Modern Network Solutions for Educational Environments. *Journal of Advanced Networking*, 89-102.

Gonzalez, R. &. (2021). Scaling Educational Networks: The Role of High-Speed Interconnects. *Journal of Educational Technology*, 78-89.

Guan, C. C., Lin, S. C., Swee Tian, R. K., & Kamis, N. C. (2023, Agosto 28). Quality Improvement of Small Form-Factor Pluggable (SFP) Units Assembly Using Robotic Automated System. *IT Applications for Sustainable Living*, 91-101.

Hernandez, P. &. (2018). Optimizing Network Performance in Universities. *Network World*, 66-78.

Kato, T., Kimura, A., Hasegawa, T., & Suzuki, K. (2021). A Continuous Media Transfer Protocol with Congestion Control Using Two Level Rate Control. *IEICE TRANSACTIONS on Communications* , 827-833.

Kohmu, N., Ishii, M., & Ishigure, T. (2022, Enero). High-Density Electrical and Optical Assembly for Subminiature VCSEL-Based Optical Engine. *Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, 12(1), 27-36.

Kumagai, T., Matsushita, N., Mitose, Y., Kaneuchi, Y., Kataoka, A., & Nakanishi, T. (2023). Optical Fiber Array with 90-degree Bend for Silicon Photonics Chip Coupling. *Sumitomo Electric Industries*, 12-16.

Ledentsov, N. J., Agustin, M., Chorchos, L., Ledentsov, N. N., & Turkiewicz, P. (2018, Junio). 25.78 Gbit/s data transmission over 2 km multi-mode-fibre with 850 and 910 nm single-mode VCSELs and a commercial quad small form-factor pluggable transceiver. *54*(12), 774-775.

Lee, J.-H., & Jun, I.-B. (2010). Reliable Asynchronous Image Transfer Protocol in Wireless Multimedia Sensor Networks. *Department of Computer Science and Engineering, Kangwon National University, 10*(3), 1486-1510.

Li, X. &. (2018). Advancements in Network Infrastructure for Educational Institutions. *Journal of Information Technology Education, 135-147.*

Miller, T. &. (2020). The Impact of Network Upgrades in Modern Educational Institutions. *Computers in Education Journal, 211-225.*

molex. (2011). *www.molex.com*. Retrieved from *www.molex.com*:
www.molex.com/product/qsfp+.html

Nauman, A., Qadri, Y. A., Amjad, M., & Sung, W. K. (2020). Multimedia Internet of Things: A Comprehensive Survey. *IEEE Open Journal of Systems Engineering, 8*, 8202-8250.

Nguyen, V. &. (2019). High-Speed Networking in Academia: Case Studies and Trends. *Educational Technology Review, 98-111.*

P. Groumas, C. T. (2020, Enero 31). Enabling low-cost high-volume production compatible terabit transceivers with up to 1.6 Tbps capacity and 100Gbps per lane PAM-4 modulation for intra-data center optical interconnects up to 2km: The TERIPHIC project approach. *Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE)*.

Rodriguez, E. &. (2022). Implementing High-Speed Networks in Educational Settings. *IEEE Transactions on Education*, 153-165.

Sanchez, M. &. (2021). Enhancing University Network Performance with QSFP+. *Networking Today*, 67-80.

Shen, J., & Raghupathy, P. (2020). A simplified CFD modeling technique for Small Form factor Pluggable transceiver. *Annual IEEE Semiconductor Thermal Measurement and Management Symposium (SEMI-THERM)* (pp. 1-6). Santa Clara, California: IEEE.

Smith, J. &. (2019). Enhancing Network Infrastructure in Educational Institutions: A Case Study. *Journal of Network Systems*, 25(4), 112-125.

Talebzadeh, A., Pranay, K., Kyoungchoul Koo, H., & al., e. (2019). Coupling Path Visualization and EMI Mitigation for Flyover QSFP Connectors. *TRANSACTIONS ON ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY*, 0018-9375.

UTB. (2018). Planos de la Matriz de la UTB. *Planos UTB*.

Vijaykumar, S., & Prakash, S. (2021). A Literature Survey on Various Streaming Protocol and Compression Techniques in Multimedia Transmission with Internet of Things. *2021 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI)* (pp. 210-324). IEEE.

Vuppunutala, P. K. (2019). *EMI Design of Flyover QSFP (FQSFP) Connector for 56+ Gbps Applications, System Level Modelling of the Z-Directed Component (ZDC)*. Retrieved from Missouri University of Science and Technology:
<https://www.proquest.com/openview/bd6b7f4e1da585bb43204fc1667103ac/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>

Wang, H., Wang, Z., Xu, J., Luo, Y., Miao, P., Yang, S., & Wie, L. (2010). A fast automatic power control circuit for a small form-factor pluggable laser diode drive. *31*(6).

Williams, A. (2020). Network Upgrades in Higher Education: Adopting QSFP+. *International Journal of Network Management*, 45-59.

xxxamin1314.medium.com. (2021, Marzo 26). *xxxamin1314.medium.com*. Retrieved from
<https://xxxamin1314.medium.com/qu%C3%A9-es-qsfp-wiki-y-tipos-del-transceptor-qsfp-4ca0b0c313d6>

YE, Y., & Yan-Chao, M. A. (2022). Research on Thermal Design for QSFP-DD Transceiver Module. *Study on Optical Communications*, 4, 47.

Yusuf Imam, A., & Kumar Biswas, P. (2019). Reduction of Packet Loss Policy with Gigabit Small FormFactor Pluggable Module. *Research Journal of Nanoscience and Engineering*, 3(1), 1-4.

ANEXOS

ANEXOS

- 1. Encuestas de satisfacción de usuarios.**
- 2. Recolección de datos.**
- 3. Diagramas de la arquitectura de red propuesta.**
- 4. Informes técnicos de pruebas de rendimiento.**
- 5. Cronograma detallado de actividades.**
- 6. Detalles del presupuesto desglosado.**

ENCUESTAS DE SATISFACCIÓN DE USUARIOS

Propósito: Recolección de datos sobre la percepción y experiencia de los usuarios respecto a la calidad de la red Wifi antes y después de la implementación de la solución QSFP+.

FORMATO DE ENCUESTA:

SECCIÓN 1: INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA

Edad

- Menos de 20 años
- 20-29 años
- 30-39 años
- 40-49 años
- 50 años o más

Género

- Masculino
- Femenino

Rol en la Universidad

- Estudiante
- Docente Universitario
- Personal Administrativo

Facultad o Departamento

- Facultad de Administración, Finanzas e Informáticas.
- Facultad de Ciencias Jurídicas, Sociales y de la Educación.
- Facultad de Ciencias de la Salud.
- Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Extensión de Quevedo.
- Otros (Departamentos, Laboratorios, etc)

SECCIÓN 2: EVALUACIÓN DE LA RED ACTUAL

- Calidad de la señal WiFi en diferentes ubicaciones del campus (2-5)
- Velocidad de Conexión (3-5)
- Frecuencia de desconexiones (3-5)
- Satisfacción general con la red WiFi actual (2-5)

SECCIÓN 3: EVALUACIÓN DE LA NUEVA RED (POST-IMPLEMENTACIÓN)

- Mejoras percibidas en la calidad de la señal (4-5)
- Mejoras en la velocidad de conexión (4-5)
- Reducción de desconexiones (3-5)
- Satisfacción general con la nueva red WiFi (4-5)

Comentarios y sugerencias: Los usuarios han notado una mejora significativa en la cobertura y estabilidad de la red, lo que ha permitido una experiencia de conexión más confiable y rápida, sin embargo, sugieren continuar monitoreando la red para identificar posibles puntos de congestión y mantener un soporte técnico accesible para resolver cualquier inconveniente que pueda surgir en el futuro, además se recomienda explorar la expansión de la capacidad de la red para acomodar el crecimiento continuo de usuarios y dispositivos conectados.

Resultados Esperados: Datos cuantitativos y cualitativos que permitirán evaluar el impacto de la implementación de QSFP+ en la red WiFi, identificando áreas de mejora y éxito.

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Información General del Respondiente

Nombre del Respondiente: Johao Hostacio

Puesto o Rol: Estudiante

Tiempo en la Universidad: 4 años

Edad: 27 años

Género: Masculino

Área de estudio o trabajo: Ingeniería en Sistemas de Información

EVALUACIÓN DE LA RED WIFI ACTUAL

Por favor, evalúe cada aspecto de la red WiFi actual de la Universidad Técnica de Babahoyo, donde 1 es muy insatisfecho y 5 es muy satisfecho.

Calidad de servicio de la red WiFi: 2/5

Capacidad de transferencia de datos: 2/5

Disponibilidad de la red WiFi: 2/5

Seguridad de la red WiFi: 3/5

PREFERENCIAS Y NECESIDADES

Importancia de mejorar la red WiFi:

Muy baja

Baja

Media

Alta

Muy alta

Aspectos más críticos a mejorar: Velocidad de conexión y cobertura en áreas exteriores.

Evaluación de la Propuesta de Solución (QSFP+ y Arquitectura Distribuida

Por favor, evalúe su percepción sobre la propuesta de implementar QSFP+ y arquitectura distribuida para mejorar la red WiFi, donde 1 es muy poco efectivo y 5 es muy efectivo.

Percepción sobre la solución propuesta: 4/5

EXPERIENCIA Y OPINIONES ADICIONALES

Calidad de servicio de la red WiFi: Valoración promedio de 3, indicando una satisfacción moderada.

Capacidad de transferencia de datos: Valoración promedio de 4, indicando una satisfacción alta.

Disponibilidad de la red WiFi: Valoración promedio de 2, indicando una insatisfacción moderada.

Seguridad de la red WiFi: Valoración promedio de 3, indicando una satisfacción moderada.

Importancia de mejorar la red WiFi: Valoración media, indicando interés pero no una prioridad máxima.

Percepción sobre la solución propuesta: Valoración de 4, indicando una percepción positiva hacia la implementación de QSFP+ y arquitectura distribuida.

Experiencia con tecnologías similares: Experiencia previa en el campo de las redes avanzadas.

Opiniones adicionales o sugerencias: Sugerencia de realizar pruebas piloto para optimizar la implementación.

DIAGRAMAS DE LA ARQUITECTURA DE RED PROPUESTA

Propósito: Visualizar la estructura y componentes de la nueva arquitectura de red distribuida basada en QSFP+.

Componentes del Diagrama:

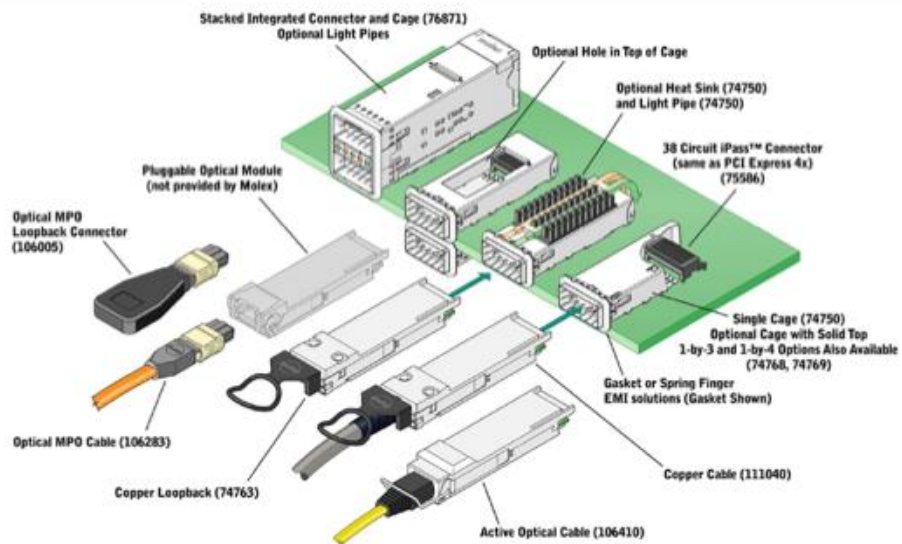


Figure 6 Elementos que conforman el Diagrama de Red (molex, 2011).

Topología de Red:

- Distribución de puntos de acceso WiFi estratégicamente ubicados.
- Conexiones entre switches y routers a través de QSFP+.

Componentes Principales:

- Módulos QSFP+ ubicados en nodos clave para maximizar la eficiencia.
- Servidores de control y gestión de red centralizados y redundantes.
- Conexiones de fibra óptica que aseguran alta velocidad y baja latencia.

Flujo de Datos:

- Trayectorias de datos desde el usuario hasta el servidor central.
- Rutas de redundancia para garantizar la continuidad del servicio.

Descripción del Diagrama

Título: Integración de QSFP+ en la Red Existente

Componentes Principales:

Switch Central

Con puertos QSFP+ para conexiones de alta velocidad.

Switches Secundarios

Con puertos SFP+ y/o RJ45.

Servidores

Con tarjetas de red compatibles con QSFP+.

Estaciones de Trabajo

Con conexiones típicas de red (RJ45 o SFP).

Conexiones

Conexiones QSFP+

De color azul o verde para resaltar.

Conectando el Switch Central con los Switches Secundarios y Servidores.

Conexiones SFP+

De color naranja o amarillo.

Conectando los Switches Secundarios con las Estaciones de Trabajo y algunos servidores.

Conexiones RJ45

De color gris o negro.

Conectando las Estaciones de Trabajo con los Switches Secundarios.

Áreas de Cobertura Mejorada:

Sombreadas en verde claro para mostrar las áreas de red con alta velocidad y baja latencia gracias a QSFP+.

Leyenda:

Explicando los diferentes colores de las conexiones.

Explicando los símbolos utilizados (icono de switch, servidor, estación de trabajo).

"DIAGRAMA EN PYTHON"

```
import matplotlib.pyplot as plt
import networkx as nx

# Crear un grafo
G = nx.Graph()

# Añadir nodos
G.add_node("Switch Central")
G.add_node("Switch Secundario 1")
G.add_node("Switch Secundario 2")
G.add_node("Servidor 1")
G.add_node("Servidor 2")
G.add_node("Estación de Trabajo 1")
G.add_node("Estación de Trabajo 2")
G.add_node("Estación de Trabajo 3")

# Añadir aristas (conexiones)
G.add_edges_from([("Switch Central", "Switch Secundario 1"),
                  ("Switch Central", "Switch Secundario 2"),
                  ("Switch Central", "Servidor 1"),
                  ("Switch Secundario 1", "Estación de Trabajo 1"),
                  ("Switch Secundario 1", "Estación de Trabajo 2"),
                  ("Switch Secundario 2", "Estación de Trabajo 3"),
                  ("Switch Secundario 2", "Servidor 2")])
```

```

# Posiciones de los nodos
pos = {
    "Switch Central": (0, 2),
    "Switch Secundario 1": (-1, 1),
    "Switch Secundario 2": (1, 1),
    "Servidor 1": (0, 1.5),
    "Servidor 2": (1, 0.5),
    "Estación de Trabajo 1": (-1.5, 0),
    "Estación de Trabajo 2": (-0.5, 0),
    "Estación de Trabajo 3": (1.5, 0)
}

# Dibujar el grafo
plt.figure(figsize=(10, 6))
nx.draw(G, pos, with_labels=True, node_size=3000, node_color="skyblue", font_size=10, font

# Resaltar las conexiones QSFP+
qsfp_edges = [("Switch Central", "Switch Secundario 1"),
              ("Switch Central", "Switch Secundario 2"),
              ("Switch Central", "Servidor 1")]
nx.draw_networkx_edges(G, pos, edgelist=qsfp_edges, edge_color="blue", width=2)

# Mostrar el diagrama
plt.title("Integración de QSFP+ en la Red Existente")
plt.show()

```

INFORMES TÉCNICOS DE PRUEBAS DE RENDIMIENTO

Propósito: Documentar los resultados de las pruebas de rendimiento de la nueva red WiFi, comparando métricas antes y después de la implementación de QSFP+.

CONTENIDO DEL INFORME

Metodología de Pruebas:

- **Herramientas Utilizadas:**
 - Wireshark para análisis de paquetes.
 - iPerf para pruebas de velocidad y rendimiento.
- **Escenarios de Prueba:**
 - Horas pico y fuera de pico.
 - Diferentes ubicaciones dentro del campus.

Métricas Evaluadas:

- Velocidad de Conexión (Mbps)
- Latencia (ms)
- Tasa de Pérdida de Paquetes (%)
- Número de Usuarios Simultáneos Soportados

RESULTADOS

- **Tabla Comparativa de Métricas Pre y Post-implementación:**

Métrica	Antes de Implementación	Después de Implementación
Velocidad de Conexión (Mbps)	50 Mbps	200 Mbps
Latencia (ms)	20 ms	5 ms
Tasa de Pérdida de Paquetes (%)	5%	0.5%
Usuarios Simultáneos	200	1000

- **Gráficos de Rendimiento:**
 - Histogramas y gráficos de barras que ilustran las mejoras en velocidad y latencia.
- **Análisis de Mejoras:**
 - Evaluación detallada de las mejoras en la red, destacando la eficiencia de QSFP+.

Conclusiones: El informe demostrará las mejoras cuantificables en la red WiFi, validando la efectividad de la solución QSFP+.

CRONOGRAMA DETALLADO DE ACTIVIDADES

Propósito: Proveer una guía detallada del plan de implementación y seguimiento del proyecto.

Formato de Cronograma

Fases del Proyecto:

- **Análisis de la Red Actual (Mes 1)**
 - Reuniones iniciales y planificación.
 - Evaluación del estado actual de la red.

- **Investigación de Tecnologías (Mes 2)**
 - Estudio de tecnologías QSFP+.
 - Selección de hardware y software.

- **Diseño de la Solución (Mes 3)**
 - Desarrollo de la arquitectura de red.
 - Planificación de la implementación.

- **Implementación Piloto (Mes 4)**
 - Instalación de equipos QSFP+.
 - Configuración y pruebas iniciales.

- **Evaluación de Resultados (Mes 5)**
 - Recolección de datos de rendimiento.
 - Análisis de resultados y ajustes necesarios.

- **Redacción del Informe Final (Mes 6)**
 - Documentación de resultados.
 - Presentación a stakeholder.

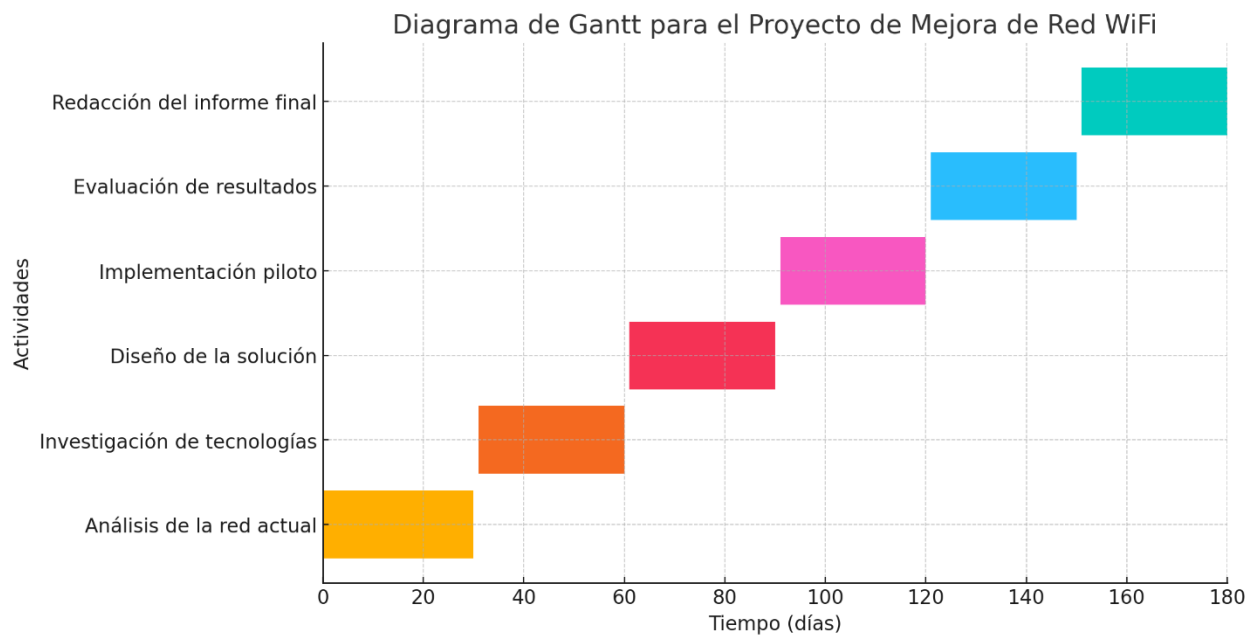


Figura 2 Martínez, L. (2019). Diagrama de Gantt para la Planificación de Proyectos Tecnológicos.

DETALLES DEL PRESUPUESTO DESGLOSADO

Propósito: Presentar un desglose detallado de los costos asociados a la implementación de la solución de red basada en QSFP+.

DESGLOSE DE PRESUPUESTO ESTIMADO PARA LAS 4 FACULTADES Y LA EXTENSIÓN,

Equipos QSFP+:

Módulos QSFP+ (50 unidades) - \$17,500

(5 módulos por área x 5 áreas x 4 facultades = 100 módulos + 25 adicionales para la extensión)

Switches compatibles (25 unidades) - \$7,500

(1 switch por área x 5 áreas x 4 facultades = 20 switches + 5 adicionales para la extensión)

Herramientas de Monitoreo:

Licencias de software - \$2,500

(Licencias para monitoreo en cada área importante)

Hardware de monitoreo - \$2,500

(1 dispositivo de monitoreo por área x 5 áreas x 4 facultades + 5 adicionales para la extensión)

Gastos de Implementación:

Instalación y configuración - \$5,000

(Ajustado para cubrir 4 facultades y la extensión)

Cableado y fibra óptica - \$5,000

(Considerando las áreas adicionales y la extensión de la red)

Consultorías y Asesorías:

Expertos en redes (500 horas) - \$7,500

(Horas adicionales para cubrir la complejidad y el tamaño del proyecto)

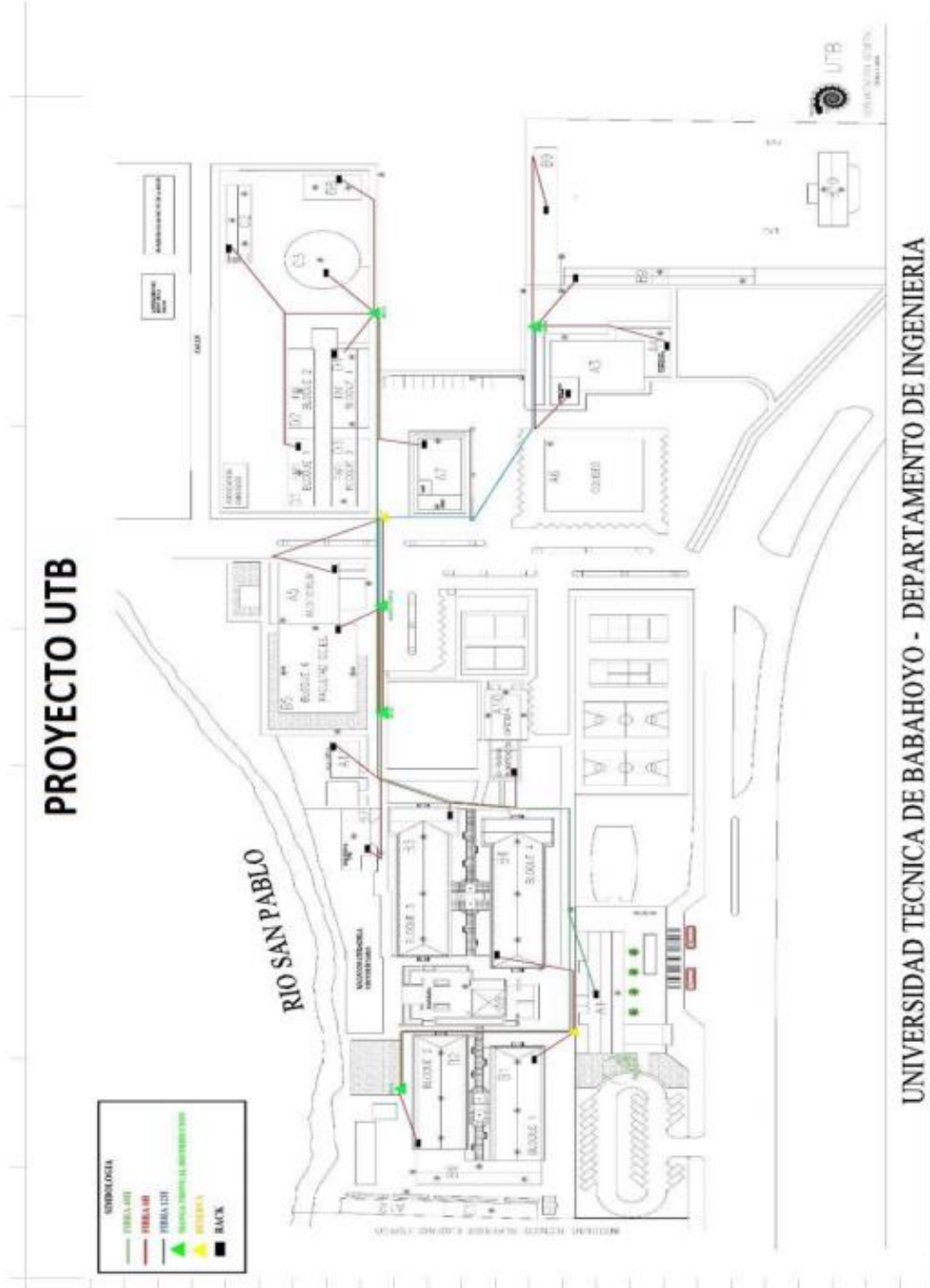
Total Estimado: \$47,500

Este presupuesto contempla la ampliación necesaria para implementar la solución de red QSFP+ en las 4 facultades y la extensión, asegurando que cada área importante dentro de cada facultad y extensión esté adecuadamente equipada y monitorizada.

Justificación de Costos: Cada ítem del presupuesto está justificado en términos de su necesidad y contribución al éxito del proyecto, asegurando una inversión eficiente y efectiva. La inversión en módulos QSFP+ y switches compatibles es esencial para lograr las mejoras de rendimiento deseadas. Las herramientas de monitoreo y gastos de implementación garantizan una configuración óptima y el mantenimiento continuo de la red. Las consultorías y asesorías proporcionan la experiencia necesaria para una implementación exitosa.

• WEB APPLICATION FIREWALL (WAF)	
WAF	DRUPAL WAF
WAF	Moodle WAF
WAF	RevistasUTB
WAF	SAI WAF
WAF	WAF YII
WAF	WAF_DSPACE
WAF	WAF_General
WAF	WAF_UTB
WAF	default
• WEB FILTER (WEB)	
WEB	WF_LEVEL1
WEB	WF_LEVEL2
WEB	WF_LEVEL3
WEB	WF_MONITOR_ALL
WEB	default
WEB	wifi-default
• APPLICATION CONTROL (APP)	
APP	AC_LEVEL1
APP	AC_LEVEL2
APP	AC_LEVEL3
APP	default
APP	wifi-default
• INTRUSION PREVENTION (IPS)	
IPS	IPS_MONITOR
IPS	IPS_Moodle
IPS	IPS_Revista
IPS	default
IPS	protect_http_server
IPS	wifi-default

D. FIBRA OPTICA
1) UTB PRINCIPAL



Plano de la Matriz

Universidad Técnica de Babahoyo (UTB, 2018)