



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

**FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS E
INFORMÁTICA**

**ESCUELA DE TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION Y LA
COMUNICACIÓN.**

CARRERA DE SISTEMAS DE INFORMACION

**PROCESO DE TITULACIÓN
TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

**TEMA:
DISEÑO DE UNA RED WIFI MESH PARA MEJORAR LA COBERTURA DE
INTERNET EN ÁREAS DE LA FACULTAD DE ADMINISTRACION,
FINANZAS E INFORMÁTICA.**

**ESTUDIANTE:
NAJERA RUIZ DENISSE SCARLETH**

**TUTOR:
ING. HUGO GUERRERO TORRES**

**PERIODO:
SEPTIEMBRE 2024 - MARZO 2025**

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo a todos aquellos que han sido parte de mi vida, quienes de una u otra manera han dejado una huella imborrable en mi corazón y en mi historia personal.

A mis padres, que son mi ejemplo de vida, por su amor incondicional, por su inmenso sacrificio y por enseñarme a luchar con dignidad y humildad por mis sueños. Gracias por ser mi refugio y mi inspiración diaria. Todo lo que soy y lo que he logrado se los debo a ustedes. A mi familia, que ha estado a mi lado en cada etapa, apoyándome con palabras de aliento, con abrazos en los momentos difíciles, y celebrando conmigo cada pequeño logro. Su presencia constante me ha dado la fortaleza para seguir avanzando, incluso en los momentos más inciertos. Gracias por la paciencia, por las risas, por los consejos, por las noches de estudio compartidas y por ayudarme a creer en mí cuando más lo necesitaba.

A mis docentes, por ser guía, ejemplo y faro. Gracias por compartir su conocimiento con pasión y por ayudarme a crecer no solo académicamente, sino también como persona.

A quienes me pusieron obstáculos, porque sin saberlo, me enseñaron a ser más fuerte, a confiar en mí misma y a no renunciar a mis metas.

Y, sobre todo, me dedico este trabajo a mí misma, por no rendirme, por cada noche sin dormir, por cada lágrima transformada en aprendizaje, por cada duda enfrentada con valentía. Este logro es una prueba de mi capacidad, de mi compromiso y de mi amor por lo que hago.

AGRADECIMIENTO.

A Dios, por darme la vida, la salud, y la fuerza interior para seguir adelante cada día. Por darme luz en los momentos de oscuridad, fe en medio de la incertidumbre y paz en los momentos de ansiedad. Sin su presencia, este camino habría sido mucho más difícil.

A mis padres, por todo lo que me han dado: no solo apoyo económico o logístico, sino también afectivo, emocional y espiritual. Gracias por escucharme, por confiar en mí, por ser mis cómplices en esta meta. Su esfuerzo, que muchas veces pasó desapercibido, ha sido el motor que me impulsó a llegar hasta aquí.

A mi familia en general: hermanos, tíos, primos, por su cariño, por sus palabras de aliento, por las oraciones, los mensajes inesperados y las muestras de afecto que me ayudaron a mantener el ánimo cuando sentía que no podía más.

A mis profesores, quienes me brindaron herramientas esenciales, pero también me inspiraron a mirar el mundo con pensamiento crítico, sensibilidad y compromiso.

A mis compañeras y compañeros, que se convirtieron en familia elegida durante estos años. Gracias por compartir risas, dudas, materiales, cafés, silencios, angustias y alegrías. Ustedes hicieron de este proceso algo mucho más humano y llevadero.

A quienes, con pequeños gestos, me brindaron su ayuda sin esperar nada a cambio: bibliotecarios, administrativos, personal de apoyo, y todos aquellos que, con una sonrisa o una palabra amable, hicieron que los días difíciles fueran un poco más llevaderos.

Y finalmente, agradezco a la vida por las lecciones aprendidas, por las caídas que me enseñaron a levantarme, por los momentos de crisis que me hicieron más fuerte, y por las personas maravillosas que se cruzaron en mi camino y lo hicieron más significativo.

Gracias a todos, desde lo más profundo de mi corazón.

RESUMEN.

La Facultad de Administración, Finanzas e Informática (FAFI) de la Universidad Técnica de Babahoyo enfrenta problemas de conectividad debido a una infraestructura WiFi anticuada, generando áreas con baja señal, lentitud e interrupciones frecuentes. Esto afecta considerablemente el proceso académico, administrativo y la percepción general sobre la calidad educativa de la institución. Para solucionar esta problemática, se propone implementar una red inalámbrica con tecnología WiFi Mesh, usando equipos avanzados que permitirán ampliar significativamente la cobertura, estabilidad y velocidad del internet en toda la facultad.

El proyecto incluye un análisis detallado de la situación actual mediante herramientas especializadas, además de un diseño de red basado en dispositivos WiFi Mesh capaces de optimizar la conectividad en zonas críticas. Se determinó que esta solución es viable técnica y económicamente, asegurando no solo una mejora inmediata sino también una plataforma tecnológica adaptable para futuras necesidades académicas y administrativas.

PALABRAS CLAVES: WiFi Mesh, Conectividad, Infraestructura.

ABSTRACT.

The Faculty of Administration, Finance and Informatics (FAFI) of the Technical University of Babahoyo faces connectivity problems due to an outdated WiFi infrastructure, generating areas with low signal, slowness and frequent interruptions. This considerably affects the academic and administrative process and the general perception of the educational quality of the institution. To solve this problem, it is proposed to implement a wireless network with WiFi Mesh technology, using advanced equipment that will significantly expand the coverage, stability and speed of the internet throughout the faculty.

The project includes a detailed analysis of the current situation using specialized tools, as well as a network design based on WiFi Mesh devices capable of optimizing connectivity in critical areas. It was determined that this solution is technically and economically feasible, ensuring not only an immediate improvement but also an adaptable technological platform for future academic and administrative needs.

KEY WORDS: WiFi Mesh, Connectivity, Infrastructure.

INDICE

DEDICATORIA.	2
AGRADECIMIENTO.	3
RESUMEN.	4
ABSTRACT.	5
1. INTRODUCCION.	7
2. MARCO TEORICO.	14
3. METODOLOGIA.	23
4. RESULTADOS Y DISCUSION.	28
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	44
6. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA	46
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	48
ANEXOS	53

1. INTRODUCCION.

1.1. Contextualización de situación problemática.

1.1.1.Contexto Internacional.

La dependencia de tecnología de manera inevitable ha ido siendo necesaria en las universidades y demás instituciones de educación superior en el mundo, sobre todo en su infraestructura inalámbrica, que debe soportar una gran variedad de dispositivos y servicios académicos digitales. Con la creciente demanda de recursos en línea como las bibliotecas digitales, las plataformas de aprendizaje electrónico y los sistemas de gestión de aprendizaje es indispensable poseer redes robustas y con una gran extensión de cobertura de red Wifi. El cambio se ha acelerado en la última década en donde se han adoptado tecnologías para mejorar la conectividad y la calidad de los diferentes servicios educativos. En la mayoría de los países desarrollados el acceso a internet de alta velocidad en los campus universitarios se ha convertido en una norma.

En países como los Estados Unidos las universidades han optado por implementar tecnologías avanzadas como las redes Wifi Mesh y también sistemas de gestión de tráfico inteligente, esto garantiza que estudiantes y personal administrativo puedan acceder a los diferentes recursos digitales de manera, rápida y sin interrupciones, incluso en aquellas horas donde existe mayor demanda. Estas universidades también han integrado soluciones IoT para automatizar y mejorar la eficiencia de los servicios de la facultad, lo cual requiere tener una infraestructura robusta y extensa. En Europa, algunas universidades han adoptado estrategias similares, centrándose en la seguridad de la red y la capacidad para soportar una gran cantidad de dispositivos conectados simultáneamente y en Asia las universidades han invertido en redes extensas y densamente interconectadas que facilitan la educación en línea y el acceso a recursos digitales, además también soportan iniciativas de investigación que requieren grandes cantidades de transferencia de datos en tiempo real.

1.1.2. Contexto Nacional

En nuestro país ha tomado mucha importancia de parte de las Instituciones de Educación Superior robustecer las infraestructuras tecnológicas a nivel nacional, sobre todo como una respuesta a los retos emergentes en la educación en línea. Con el crecimiento exponencial de esta modalidad de estudio que tomo fuerza por la necesidad de adaptarnos a las circunstancias impuestas por la pandemia de COVID-19, muchas de las universidades ecuatorianas tuvieron que enfrentar desafíos significativos para mantener la continuidad y la calidad de la educación. El Consejo de Educación Superior ha lanzado varias iniciativas para lograr promover la integración de las TIC'S en las diferentes Instituciones de Educación Superior del País, cuyas iniciativas se han centrado en la mejora de la conectividad para asegurar el acceso equitativo para toda la comunidad universitaria a los diferentes recursos digitales que poseen las IES, lo que ha permitido la inversión en infraestructura para proyectos de ampliación de cobertura de la red dentro de los campus universitarios, mejorando el ancho de banda y las plataformas digitales puedan soportar toda la gestión académica en línea.

A nivel nacional se ha observado que las universidades aun batallan con redes anticuadas que soportan el creciente volumen del tráfico de datos ni la variedad de dispositivos conectados, este problema en lo particular es muy grave en áreas de menos urbanización, donde la infraestructura de telecomunicaciones es generalmente menos desarrollada, por lo que el desafío se extiende para garantizar la cobertura, seguridad y fiabilidad de las conexiones. Estos aspectos son fundamentales para la calidad académica y la confianza de los sistemas en línea.

1.1.3. Contexto Local.

La Facultad de Administración, Finanzas e Informática está ubicada en el noreste de la ciudad de Babahoyo específicamente en el Km 2,5 de la Av. Universitaria en el campus Vicente Vanegas López de la Universidad Técnica de Babahoyo, su mayor afluencia de estudiantes pertenecen a los diferentes cantones de la provincia, como Montalvo, Baba, Pueblo Viejo, Vinces, Palenque, Ventanas, además de cantones de provincias cercanas como Jujan, Simón Bolívar, Yaguachi de la provincia del Guayas, y de la Provincia del Bolívar, cantones como San Miguel y Chimbo, sin embargo la mayor porcentaje viven en la ciudad de Babahoyo. La situación de la conectividad en la facultad es un reflejo de los desafíos tecnológicos que enfrentan muchas IES en el Ecuador, que han experimentado problemas significativos en su infraestructura de red debido a sistemas obsoletos y de capacidad insuficiente para satisfacer el creciente número de usuarios y la variedad de equipos conectados.

La FAFI posee una infraestructura combinada entre tecnologías desactualizadas y nuevas implementaciones desarrolladas que no han sido realizadas de manera efectiva, lo que ha permitido que existan áreas de cobertura inadecuadas de Wifi, de manera especial en aulas, laboratorios y en espacios comunes de la facultad, lo que da como resultado conexiones deficientes a los recursos digitales necesarios para el aprendizaje de los estudiantes y los procesos administrativos al personal. El no poseer una red confiable y eficiente produce interrupciones frecuentes en las diferentes actividades de enseñanza-aprendizaje y también en la administración de la facultad, esta situación se vuelve más crucial en los momentos de la toma de exámenes en línea o entrega de trabajos o proyectos importantes por parte de los estudiantes que enfrentan estas significativas dificultades debido a desconexiones o a una velocidad deficiente del internet, lo que no permite el cumplimiento de las responsabilidades académicas y su afectación en la percepción de la calidad y eficiencia de la facultad y universidad.

Esta actual situación permite ver una oportunidad única para la Facultad de Administracion Finanzas e Informática y a la Universidad Técnica de Babahoyo para liderar un proyecto de innovación en nuestra región, al implementar una Red Wifi Mesh resolvería los problemas actuales de cobertura y capacidad en la facultad, además de establecer un precedente para la modernización de infraestructura Tecnológica en las demás facultades y universidades en similares condiciones, lo que permite la mejora de la experiencia educativa y administrativa, además de elevar la posición de la Universidad y la facultad como un centro de excelencia tecnológica y educativa.

1.2. Planteamiento del Problema.

La Facultad de Administracion, Finanzas e Informática posee una infraestructura de red Wifi antigua y que denota ciertas deficiencias, sobre todo en la calidad de señal en ciertas zonas del edificio, esto dificulta el desempeño de las funciones académicas y administrativas.

Actualmente esta red Wifi no brinda una cobertura de señal adecuada para las diferentes zonas de la facultad, existen zonas donde la señal es muy baja sobre todo en zonas más alejadas de los Access Point, teniendo como resultado una conexión intermitente, afectando directamente a los estudiantes, docentes y administrativos La red Wifi actual no proporciona una cobertura adecuada para las diferentes áreas de la facultad, al existir zonas una baja intensidad de señal en sus instalaciones, donde la red inalámbrica es muy deficiente e incluso inexistente en lugares como aulas, laboratorios, pasillos y algunas áreas comunes, y esto da como resultado una conectividad con intermitencia, lo que afecta de manera directa a los estudiantes y profesores que dependen del acceso a los diferentes recursos en línea de la universidad para sus actividades educativas y de investigación.

Esta deficiencia afecta seriamente al normal desarrollo de clases virtuales, acceso a materiales de estudio en línea, a la actualización de datos y la gestión académica, lo que conlleva a retrasos en la entrega de tareas, produciendo frustración en los estudiantes y personal administrativo, por lo cual la eficiencia y eficacia de estas operaciones son muy importante para mantener los estándares de calidad académica y de administración de la facultad.

Además de la presente deficiencia en cobertura, también existe una velocidad de internet muy variable dentro de los predios de la facultad, con una gran tendencia a la baja sobre todo en periodos donde existe un alto tráfico de red, dificultando al usuario el uso correcto del internet en momentos de entregas de tareas, proyectos y toma de exámenes.

Adicionalmente estas deficiencias producen un gran problema al proceso enseñanza – aprendizaje y se crea un gran riesgo en la pérdida de datos de los usuarios que usan plataformas en línea, esto podría crear una mayor carga de trabajo al poder perderse gran información como trabajos o tareas que se estén realizando en ese momento.

Esta incapacidad para proporcionar una infraestructura de red adecuada también afecta la imagen de la facultad ante los actuales y potenciales estudiantes y profesores. En una era donde la tecnología es un factor determinante en la elección de una institución educativa, el mantener una infraestructura obsoleta podría disminuir la competitividad de la facultad en atraer talento y recursos.

1.3. Justificación.

En el contexto de la educación superior moderna la conectividad a internet se ha convertido en un recurso tan crítico como lo son las bibliotecas y los laboratorios físicos. Una infraestructura de red adecuada es esencial para poder acceder a una gran cantidad de recursos educativos, realizar investigaciones y participar en interacciones académicas globales. Por lo cual la Universidad Técnica de Babahoyo en su Facultad de Administración, Finanzas e Informática al mejorar su infraestructura de red asegurara que sus estudiantes y personal administrativo puedan competir y colaborar a nivel internacional.

La infraestructura actual de la red inalámbrica de la FAFI presenta muchas deficiencias que afectan directamente a la calidad de la educación y a los diferentes servicios administrativos, el diseñar una red Wifi Mesh va a permitir solventar estos problemas de manera sistemática, proporcionando una amplia cobertura y consistente que asegurara una conectividad sin interrupción en todas las áreas de la facultad.

El diseñar una red robusta y confiable es la base sobre la cual se va a construir y desplegar las tecnologías educativas avanzadas, lo que incluye desde plataformas de aprendizaje en línea hasta laboratorios virtuales y simulaciones complejas que requerirán una gran capacidad de transferencia de datos y una baja latencia para su ejecución, esto facilitara poseer un entorno de aprendizaje innovador y tecnológicamente enriquecido.

La gestión administrativa se beneficiará con una mejora en sus procesos administrativos como matriculación, pagos, gestión de expedientes académicos, al poseer una red más rápida y confiable, minimizará las interrupciones, mejorando la experiencia del usuario y reduciendo el trabajo del personal administrativo.

Otro punto que este ligado a la calidad de los servicios académicos y administrativos es la satisfacción de los estudiantes, profesores y personal administrativos, por lo cual es poseer una infraestructura de red deficiente puede ser una fuente de frustración significativa y afectar negativamente la percepción del estudiante sobre la institución. Al proporcionar una conexión estable y rápida, la facultad mejorara la satisfacción estudiantil, su potencia de retención y atracción de nuevos estudiantes.

El mejorar la infraestructura de red es responsabilidad institucional ante sus estudiantes y el personal, ya que una universidad que invierte en tecnología muestra compromiso con la mejora continua y la excelencia educativa, además, al mantenerse al día con las tecnologías modernas la facultad mejora su imagen y atractivo como líder en innovación tecnológica dentro del sector educativo.

Por lo cual establecer una red Wifi Mesh es la solución a los problemas presentes y también prepara a la facultad para futuros desarrollos tecnológicos. La educación superior esta en proceso de cambio constante, y las IES deben estar preparadas para adaptarse rápidamente a nuevas tecnologías y métodos de enseñanza que seguirán emergiendo, a lo que una red robusta es fundamental para esta adaptabilidad, lo que asegura que la FAFI pueda mantenerse relevante y competitiva en un panorama educativo en rápida y constante evolución.

1.4. Objetivos de Investigacion.

1.4.1. Objetivo General.

Diseñar una red inalámbrica con Tecnología Wifi Mesh para la mejorar la cobertura de internet en áreas de la Facultad de Administracion, Finanzas e Informática de la UTB.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Analizar las Deficiencias de la Infraestructura Wifi actual de la Red.
- Diseñar la Arquitectura de una Red WiFi Mesh.
- Desarrollar un Plan de Viabilidad del diseño de una red WiFi Mesh en la FAFI.

1.5. Hipótesis.

El implementar una Red WiFi con tecnología Mesh ayudara a eliminar las zonas afectadas por falta de cobertura de la red WiFi actual, proporcionando una conexión estable y una velocidad de internet optimizada, permitiendo un fácil acceso a los recursos y plataformas en línea. Se espera que el diseño de la nueva red mejore la experiencia de los usuarios y se garantice una conexión eficiente y continua en toda la facultad.

2. MARCO TEORICO.

2.1. Antecedentes.

Ante la necesidad de búsqueda de soluciones efectivas para la mejora de infraestructura de red en las Instituciones de Educación Superior es fundamental realizar

una revisión exhaustiva de antecedentes de universidades que hayan actualizado su tecnología de red y poder conocer estas experiencias previas tanto en el contexto nacional e internacional su desarrollo, estos antecedentes de implementación de tecnología Wifi Mesh en universidades en el país y alrededor del mundo ofrecen motivaciones valiosas sobre como estas instituciones abordaron estos desafíos similares en la mejora de cobertura y calidad de red.

El analizar diferentes casos de aplicación permite extraer lecciones críticas acerca de la planificación, ejecución y resultados del diseño e implementación de redes Wifi Mesh, las cuales servirán de guía para el diseño propuesto en la Facultad de Administración, Finanzas e Informática, estos antecedentes ayudan a justificar la adopción de estas nuevas tecnologías y el impacto positivo que tiene una red eficiente en la funcionalidad académica y administrativa de una universidad.

Antecedentes Internacionales.

La Universidad de Stanford en California realizó la implementación de una extensa red Wifi Mesh que mejora la cobertura en áreas académicas, administrativas, zonas residenciales y espacios abiertos, la implementación de esta tecnología permitió la mejora en la capacidad de red y ha eliminado casi completamente las “zonas muertas” de cobertura en el campus. Esta nueva red facilita una amplia gama de actividades digitales y en línea, desde conferencias en línea hasta proyectos de investigación que requieren de una gran cantidad de datos para su ejecución. Este proyecto de Stanford ha sido destacado en innumerables estudios sobre infraestructura de red en campus universitarios y además es frecuentemente citado como ejemplo exitoso de implementación de tecnologías modernas en instituciones educativas. (Doe, 2015)

La Universidad Tecnológica de Delft en Países Bajos, se diseñó una red Wifi Mesh que se adapte a las necesidades específicas de un campus que aloja instalaciones avanzadas de investigación y desarrollo, esta red mejoro la cobertura general y también optimizo el manejo de las comunicaciones criticas para la seguridad de laboratorios donde se manejan materiales peligrosos y experimentos de alta precisión. El diseño a sido publicado en varias revistas europeas sobre tecnologías en instituciones educativas, haciendo énfasis siempre por su impacto en la seguridad y la eficiencia operativa. (Van der Berg, 2012)

La Universidad de Tsinghua en China, tiene una de las infraestructuras de red mas avanzadas de Asia, utilizando tecnologías Wifi Mesh para realizar la conexión de varios edificios académicos y residenciales. Lo que es parte de un proyecto mas grande, el de integrar completamente el campus con tecnología IoT, teniendo un entorno educativo totalmente interconectado y altamente tecnológico. Los resultados de este proyecto han sido publicados en varios estudios internacionales sobre digitalización de campus universitarios. (Wang, 2018)

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en Ciudad de México, es considerada una de las mejores universidades de América latina y ha implementado redes utilizando la tecnología Wifi Mesh para enfrentar los desafíos de una infraestructura de red dispersa e inadecuada, esta implementación es crucial para garantizar que los estudiantes y el personal de todas las áreas del campus tengas acceso a los recursos digitales de la institución. La experiencia de la UNAM a sido documentada en varios artículos y conferencias sobre tecnologías en la educación, lo que ha permitido proporcionar lecciones valiosas acerca de la gestión de proyectos de red en grandes campus. (Martínez, 2016)

La Universidad de Melbourne en Australia, ha utilizado tecnología Wifi Mesh para enfrentar desafíos específicos de su histórico campus, donde los edificios antiguos se presentan como obstáculos únicos para la señal de Wifi, por tal razón al integrar la tecnología Mesh, se ha logrado la integración de dispositivos móviles en el entorno educativo. Este proyecto además de haber sido ampliamente reconocido y citado en varios estudios, también a recibido varios premios por su innovación y efectividad. (Smith, 2017)

Antecedentes Nacionales.

La Escuela Politécnica Nacional (EPN) en Quito, llevo a cabo una importante actualización en su infraestructura de red al implementar tecnologías Wifi Mesh, el proyecto busco mejorar la cobertura en áreas críticas del campus, especialmente en las áreas de estudio y biblioteca, que era donde los estudiantes enfrentaban mayor dificultad en la conectividad. El impacto de esta mejora fue significativo, y como resultado se obtuvo un aumento en el uso de los diferentes recursos digitales de la institución y una mejora en la satisfacción estudiantil. (Lopez, 2014)

La Universidad de Guayaquil (UG) en Guayaquil, fue parte de un proyecto piloto para instalar redes Wifi Mesh en su campus, para resolver problemas históricos de conectividad en sus muy extensas instalaciones. Este proyecto se centro especialmente en las áreas donde los estudiantes y profesores reportaban frecuentemente desconexiones. (Torres, 2019)

La Universidad de Cuenca (UC) en Cuenca, desarrollo un proyecto de expansión de red donde uso tecnologías Wifi Mesh para la cobertura completa del campus, incluyendo las áreas al aire libre y edificios de difícil acceso, esta implementación forma parte de la iniciativa para digitalizar completamente el campus universitario y poder facilitar el acceso a plataformas de aprendizaje en línea. (Salazar, 2015)

La Universidad Técnica particular de Loja (UTPL) en Loja, es el líder en la implementación de tecnologías de redes avanzadas, para el apoyo de sus programas de educación a distancia, el implementar tecnologías Wifi Mesh ha permitido a la UC una conexión mucho más estable, especialmente para los estudiantes que dependen completamente de los recursos en línea para su educación. (Álvarez, 2018)

La Universidad San Francisco de Quito (USFQ) de Quito, ha podido implementar una red inalámbrica usando la tecnología Wifi Mesh como estrategia para la actualización de su infraestructura tecnológica y poder promover un campus completamente interconectado, lo que ha mejorado la conectividad en toda la comunidad universitaria y además a servido para aquellos programas que han requerido de una alta capacidad de transferencia de datos. (Castillo, 2020)

2.2. Bases Teóricas.

2.2.1. Redes Mesh.

Introducción a las Redes Mesh.

Las redes mesh permiten que los diferentes dispositivos se conecten entre si de manera sencilla y dinámica, esto permite que se cree una red red robusta y adaptable, además cada nodo puede conectarse con cualquier otro nodo cercano, generando múltiples caminos por donde se pueden enviar los datos, haciendo una red más confiable y flexible. (González, 2020)

A principio de los años 2000, las redes mesh se han popularizado al permitir ampliar la cobertura de internet inalámbrico sin necesitar invertir mucho en infraestructura. (Smith, 2020), estas redes han evolucionado gracias a la necesidad de contar con infraestructura de red mas robusta y con la capacidad de repararse automáticamente.

Características de las Redes Mesh.

Este tipo de redes tienen como característica la capacidad de configurarse y gestionarse de manera automática, también cada dispositivo funciona como un puente hacia los demás dispositivos, esto permite que la conexión no dependa de un solo punto de transmisión, ayudando a que la red sea más robusta y fiable. (Chiluisa, 2019)

Las redes Mesh pueden ser completas, donde cada nodo está conectado a todos los demás nodos de la red, o parciales, donde los nodos se conectan solo a algunos otros nodos de la red. Las redes mesh completas ofrecen la mayor redundancia y la mayor resistencia a las interrupciones, pero también requieren más recursos y gestión. (Firetide, 2009)

Tecnología y Protocolos en Redes Mesh.

Los protocolos como Optimized Link State Routing (OLSR), Better Approach To Mobile Adhoc Networking (B.A.T.M.A.N.), y Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) son fundamentales en las redes Mesh para determinar la ruta más eficiente a través de la red (Johnson, 2021).

Las redes Mesh usan diferentes tecnologías inalámbricas para su transmisión como WiFi, ZigBee o Bluetooth, haciendo que el uso de este tipo de redes sea versátil y fácil de usar en diferentes escenarios. (Scott, 2001)

Implementación de Redes Mesh.

El diseño de una red Mesh debe considerar factores como la topología física, la densidad de nodos, y los obstáculos del entorno. Las herramientas de software de mapeo y simulación pueden ayudar a optimizar el diseño antes del despliegue real. (Acuña, 2007)

Estas redes necesitan un mantenimiento y supervisión constante, para su correcto funcionamiento, esto incluye actualizar de manera regular el software, administrar su

capacidad y rendimiento, además de solucionar cualquier problema que pueda presentarse. (Idrovo, 2009)

Aplicaciones de Redes Mesh.

Una de las aplicaciones de las redes mesh y la reducción de cableado, sobre todo en áreas urbanas por la cercanía de dispositivos, mientras que en áreas rurales si es necesario más cableado para conectar lugares alejados. (García, 2005)

Las redes Mesh son ideales para situaciones como festivales al aire libre, operaciones de rescate en desastres naturales, y en ciudades inteligentes donde la conectividad y la resistencia son cruciales. (Doe, 2021)

Seguridad en Redes Mesh.

La naturaleza abierta y distribuida de las redes mesh plantea desafíos únicos en términos de seguridad, como la protección contra accesos no autorizados y ataques de intermediarios. (Izaskun, 2006)

Las estrategias incluyen el uso de cifrado fuerte, autenticación de nodos, y técnicas de segmentación de red para proteger la integridad y la privacidad de los datos.

2.2.2 Planificación y Diseño de Redes WiFi Mesh.

Fundamentos de Redes WiFi Mesh.

Las redes Mesh permiten que los dispositivos puedan conectarse de manera directa entre sí, sin la necesidad de depender de un router central (Martínez, 2021). Este tipo de conexión permite crear una red amplia, robusta, escalable y adaptativa en los diferentes espacios. Además, al no depender de un router para la conexión de cada uno de los equipos, se facilita obtener una extensa cobertura y conexiones estables y flexibles.

Sus componentes principales son los dispositivos Mesh, también llamados Nodos o Access points (AP), estos dispositivos son los encargados de transmitir y recibir las diferentes señales WiFi, cada AP se conecta con otro AP cercano formando una especie de malla que puede reorganizarse automáticamente si alguno de las AP deja de funcionar. (Stalling, 2002)

Ventajas y Desafíos de las Redes WiFi Mesh.

La mayor ventaja de las redes Mesh es una mayor cobertura, mayor redundancia por su conexión entre nodos y una gran escalabilidad, Las redes Mesh ofrecen ventajas significativas como mayor cobertura, mejor redundancia, y fácil escalabilidad. Son mayormente utilizadas en áreas extensas y de compleja instalación y una red WiFi tradicional no es suficiente para solventar la conexión. (Lee, 2018).

Las desventajas que posee este tipo de red es la interferencia que existen entre nodos y la gestión que existe en una red extensa, por su planificación y mantenimiento. (Kim, 2020).

Fases de Planificación de Redes Wifi Mesh.

En esta fase se analiza las necesidades específicas de la red, como la cantidad de usuarios que se conectaran, el tipo de aplicación que soportara la red y los diferentes requisitos de seguridad. El análisis de requisitos y la selección del sitio son pasos cruciales para garantizar la viabilidad y eficacia de las redes Mesh (López y Hernández, 2022).

La selección del sitio es crucial para el éxito de la instalación de la red Mesh. Se deben considerar aspectos como la topografía del área, la existencia de obstáculos físicos que puedan bloquear la señal, y la disposición de las fuentes de alimentación para los nodos. (Xue, 2009)

Diseño de Redes Wifi Mesh.

La organización de una red Mesh debe planificarse para aprovechar al máximo su calidad y cobertura de servicio, esto se puede desarrollar por medio de simulaciones para encontrar los puntos específicos de ubicación de los AP (Acuña, 2009)

Se deben considerar varios factores para la elección de los equipos a utilizar en una red WiFi Mesh, como su compatibilidad con los estándares WiFi, la capacidad de cada dispositivo para el manejo de tráfico previsto y la robustez de cada uno de ellos. (Idrovo, 2009)

Implementación y Configuración.

La instalación debe seguir el diseño planificado cuidadosamente para asegurar que todos los nodos estén correctamente posicionados y configurados. Esto incluye la fijación física de los dispositivos, la conexión de energía y la configuración inicial. (Smith, 2019)

Configuración de Software.

Configurar la red implica ajustar los parámetros de software para maximizar la eficiencia. Esto incluye configurar los protocolos de enrutamiento, la seguridad de la red y otros ajustes de red específicos. (Lee, 2018)

Pruebas y Optimización.

Antes de que la red esté completamente operativa, se deben realizar pruebas exhaustivas para asegurar que todos los nodos funcionan como se espera y que la cobertura cumple con los requisitos. Esto puede implicar pruebas de velocidad, latencia y confiabilidad. (Johnson, 2021)

Con base a los resultados obtenidos de las pruebas, es posible realizar ajustes para un mejor funcionamiento de la red, dichos cambios podrían ser cambiar la posición de los dispositivos de red, modificar la configuración o incluso actualizar el firmware. (García, 2007)

Mantenimiento y Escalabilidad.

Se debe realizar mantenimientos constantes para garantizar el funcionamiento óptimo de la red, estos mantenimientos incluyen actualización de software, remplazo de hardware dañado (si existiera), y una revisión periódica de los software de seguridad de la red. (Hiertz, 2010)

Es importante considerar el crecimiento de la red en el tiempo, lo cual debe ser planificado desde su inicio del diseño, lo que podría incrementar los AP y la actualización de equipos. (Doe, 2021)

3. METODOLOGIA.

3.1. Tipo y Diseño de Investigación.

La investigación sobre la implementación de redes WiFi Mesh en la FAFI es una investigación aplicada, porque busca resolver un problema real: mejorar la cobertura, la intensidad de señal y la estabilidad del internet. También se la considera una investigación de campo, porque recoge la información desde el lugar mediante mediciones y análisis de la conexión de red, además se la puede considerar descriptiva, ya que estudia el funcionamiento de la red actual y señala los problemas específicos que esta posee, de donde se sustenta la solución adecuada. Por último, también se considera una investigación transversal por que se realiza en un tiempo específico, evalúa la situación actual y propone mejoras sin la necesidad de realizar un seguimiento en el tiempo.

Método de Investigación:

Se combinan dos enfoques en el método de investigación: un enfoque inductivo y un enfoque deductivo. En lo que respecta al enfoque inductivo se obtienen datos concretos sobre el estado de la red y su conexión actual en la FAFI, se identifican los problemas existentes como una baja señal, interferencias y lentitud en la navegación, esto se obtuvo usando herramientas de simulación como NetSpot. En cambio, con el enfoque deductivo, se parte de conceptos ya establecidos sobre redes WiFi Mesh, aplicando teorías como la ubicación ideal de los puntos de acceso, distribución equilibrada del tráfico y elección adecuada de frecuencias, para proponer una solución práctica que mejore significativamente la cobertura y la estabilidad del internet en la facultad.

Operacionalización de Variables.

Cobertura de Red. - Área geográfica dentro de la cual los dispositivos pueden conectarse a la red Mesh sin interrupciones significativas en la calidad de la señal.

Velocidad de Conexión. - Tasa a la que los datos se transmiten desde y hacia dispositivos dentro de la red Mesh.

Tipo de Variable	Variable	Definición Operacional	Instrumentos de Medición	Tipo de Dato	Escala de Medición
Independiente	Diseño de la Red WiFi Mesh	Incluye la cantidad y distribución de nodos mesh, la selección de	Planos técnicos, configuraciones de software	Cualitativo	Descriptiva (tipo de tecnología, configuraciones)

		tecnología y configuraciones de dispositivos.			
Dependiente	Cobertura de Internet	Calidad y extensión de la señal WiFi dentro de las áreas especificadas de la facultad.	Software de mapeo WiFi, análisis de red	Cuantitativo	Porcentual (%)

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variable.

Fuente: El Estudiante

3.2. Población y Muestra de la Investigación.

Población (Universo)

La población incluye todos los usuarios que hacen uso de la red de la facultad, lo cual abarca estudiantes, profesores y personal administrativo, ya que serían los potenciales usuarios de la red. De manera adicional se considera al director del departamento de TIC'S de UTB como fuente de información.

Muestra

La Facultad cuenta con 2237 estudiantes matriculados en el periodo Octubre 2024 – Marzo 2025, existen 113 docentes entre titulares y contratados y 12 personas que cumplen actividades administrativas dando un total de 2362 usuarios, por lo que se considera realizar un muestreo aleatorio simple para conocer el nivel de satisfacción de

los usuarios con el servicio de Wifi actual que brinda la institución para el acceso a las plataformas digitales tanto administrativas y académicas, por lo cual se considera la siguiente fórmula para obtener la muestra:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Donde:

Población: 2362 usuarios.

- n es el tamaño de la muestra **Muestra:** 330 usuarios.
- N es la población Total
- Z es el valor de Z para el nivel de confianza deseado (1.96 para 95%)

3.3. Técnicas e Instrumentos de Medición.

Se realizarán Encuesta a estudiantes, docentes y personal administrativo, además de una entrevista al director del departamento de Tic's de la Universidad y se realizara inspección in situ para evaluar las áreas problemáticas.

Instrumento	Elementos Clave	Detalles Específicos
Encuestas	Información Demográfica	Recoger afiliación (estudiante, docente, administrativo), departamento, cargo o año de estudio.
	Experiencia de Uso	Frecuencia de uso, ubicaciones específicas, dispositivos utilizados.
	Evaluación de la Calidad de la Red	Percepciones sobre velocidad, estabilidad, facilidad de acceso y problemas técnicos.
	Satisfacción General	Escala de satisfacción y preguntas abiertas para comentarios adicionales.

Entrevista con el director de TIC	Visión General del Sistema de Red	Configuración actual, hardware y software, capacidad de la red.
	Desafíos y Limitaciones	Discusión sobre problemas técnicos, operativos y limitaciones de cobertura y capacidad.
	Planes Futuros	Detalles sobre actualizaciones planeadas y deseos de expansión o mejoras.
	Estrategias de Seguridad	Medidas de seguridad implementadas para proteger la red y los datos de los usuarios.
	Perspectivas sobre Mejoras	Opiniones sobre mejoras potenciales y su impacto en la comunidad universitaria.
Inspección In Situ	Chequeo de Infraestructura Física	Inspección de routers, switches y puntos de acceso; ubicación y condiciones físicas.
	Mediciones de Rendimiento	Uso de herramientas para medir la intensidad de la señal, interferencias y cobertura.
	Identificación de Áreas Problemáticas	Localización de zonas con señal débil o problemas recurrentes.
	Evaluación de la Configuración de la Red	Revisión de la configuración actual para identificar mejoras o ajustes necesarios.
	Feedback Visual	Recoger opiniones y comentarios directos de

		los usuarios durante la inspección.
--	--	-------------------------------------

Tabla 2: Instrumentos de recolección de datos.

Fuente: El Estudiante.

3.4. Procesamiento de Datos.

Se utilizarán herramientas estadísticas como Microsoft Excel para el análisis de los datos recogidos por las encuestas y software como Wireshark y NetSpot para el análisis y monitoreo de redes. Para determinar el éxito del diseño, se recomendará un plan de viabilidad para su posible instalación.

3.5. Aspectos Éticos.

La investigación se realizará en cumplimiento de todas las normas regulaciones éticas aplicables en el proyecto, siempre asegurando la integridad y respeto hacia todos los interesados.

Los principales aspectos éticos a considerar son:

- Privacidad y Confidencialidad.
- Información Consensuada.
- Honestidad y Transparencia.

4. RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1. RESULTADOS.

Una encuesta realizada al director del Departamento de TI de la Universidad Técnica de Babahoyo indica que se usa una topología tipo Árbol para la distribución de equipos alrededor de la universidad, por ende la distribución de Access Point en la Facultad de Administración, Finanzas e Informática también están distribuidos en la misma topología, también que las conexiones entre backbone se realizan por medio de

enlaces de fibra óptica a 10 GbE aunque también existen enlaces a 1 GbE y a Fast Ethernet.

La velocidad que posee la Universidad es de 2,5 Gbps distribuidos en 1,5 Gbps en el Campus Central, 500 Mbps para la Facultad de Ciencias Agropecuarias y 500 Mbps para la Extensión Universitaria de Quevedo, cabe recalcar que en el campus central el ancho de banda no se encuentre segmentado por facultad sino en Bridge, que significa que todo el tráfico del campus posee la misma velocidad, aunque su segmentación se a realizado por VLANs, una para cada facultas y departamento, en la entrevista también se recalcó que el Firewall que se usa en los servidores centrales es un Fortinet Next Generation, y los la mayoría de Hardware usados, sobre todo los Access points también son marca Fortinet. (Anexo 1)

Adicionalmente se desarrolló una encuesta a estudiantes, docentes y personal administrativo para conocer su opinión acerca de la calidad de servicio de internet actual de la facultad a lo cual se puedo conocer que de los 330 encuestados, 125 personas opinaron que es una calidad aceptable, mientras que 157 personas dijeron que tiene una calidad pobre, además 219 encuestados opinan que la velocidad de internet es moderada, mientras que 83 personas indican que es lenta, por ultimo 196 encuestado opinan que la conexión es moderadamente estable, pero 98 personas indican que es poco confiable al momento de navegar; estas opiniones ayudan a fortalecer la necesidad de un nuevo diseño de infraestructura de red wifi como la tecnología Mesh y solventar estas deficiencias como la cobertura de red, la velocidad de internet y la confiabilidad de la red wifi al momento de su uso. (Anexo 2)

Infraestructura FAFI

En lo que respecta a la infraestructura wifi de la facultad de Administracion, Finanzas e Informática el enlace desde la dirección de Sistemas llega a la oficina de

Sistemas que está ubicada junto al laboratorio de sistemas # 2 y frente a la biblioteca de la facultad en la planta baja, desde aquí es distribuida por una topología árbol hacia los Access Point de marca Fortinet, específicamente el FortiAP 224E y el FortiAP 221E.

Especificación		FortiAP 224E	FortiAP221E
1	Tipo	Punto de Acceso Wifi Empresarial	Punto de Acceso Wifi Empresarial
2	Estándar Wifi	Wifi 5 (802.11 ac Wave 2)	Wifi 5 (802.11 ac Wave 2)
3	Frecuencias	Dual-Band (2.4 GHz y 5.8 GHz)	Dual-Band (2.4 GHz y 5.8 GHz)
4	Velocidad Máxima	2.4 GHz: 300 Mbps 5 GHz: 867 Mbps	2.4 GHz: 300 Mbps 5 GHz: 867 Mbps
5	Números de Radios	2 (dual-radio)	2 (dual-radio)
6	Capacidad de Usuarios	Máximo 512 usuarios	Máximo 256 usuarios
7	Puertos Ethernet	2x Gigabit Ethernet	1x Gigabit Ethernet
8	Soporte PoE	Si (PoE 802.3af)	Si (PoE 802.3af)

Tabla 3: Especificaciones de Access Points instalados.

Fuente: El Estudiante.

La red esta distribuida de la siguiente manera:

PLANTA BAJA

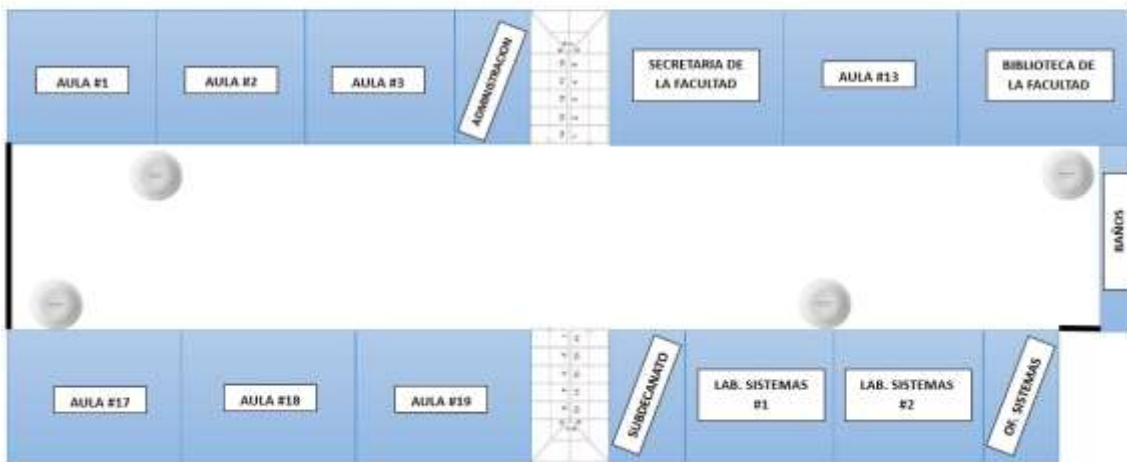


Imagen 1: Distribución de Access Points instalados en la planta baja de FAFI.
Fuente: El Estudiante.

La planta baja consta de 4 Access point un FortiAP 221E teniendo un total 1024 usuarios que podrían conectarse según el máximo de usuarios como indica la tabla #1, además con una conexión máxima de 867 Mbps para usuarios que se conecten a la frecuencia de 5 GHz y de 300 Mbps para aquellos que se conecten a la frecuencia de 2.4 GHz. (Anexo 3 – Ficha de Observación)

PLANTA ALTA 1



Imagen 2: Distribución de Access Points instalados en la planta alta 1 de FAFI.
Fuente: El Estudiante.

La planta alta 1 consta de 2 Access point un FortiAP 224E y un FortiAP 221E teniendo un total 768 usuarios que podrían conectarse según el máximo de usuarios como indica la tabla #1, además con una conexión máxima de 867 Mbps para usuarios que se conecten a la frecuencia de 5 GHz y de 300 Mbps para aquellos que se conecten a la frecuencia de 2.4 GHz. (Anexo 3 – Ficha de Observación)



Imagen 3: Distribución de Access Points instalados en la planta alta 2 de FAFI.
Fuente: El Estudiante.

La planta alta 2 consta de 3 Access point un FortiAP 221E teniendo un total 768 usuarios que podrían conectarse según el máximo de usuarios como indica la tabla #1, además con una conexión máxima de 867 Mbps para usuarios que se conecten a la frecuencia de 5 GHz y de 300 Mbps para aquellos que se conecten a la frecuencia de 2.4 GHz. (Anexo 3 – Ficha de Observación)

Cobertura y Calidad de Señal actual.

En total la infraestructura actual permite que puedan conectarse un máximo de 2560 usuarios a la vez según las especificaciones técnicas de los Access points instalados, sin embargo, al realizar un estudio del nivel de señal (Mapas de Calor)

usando la aplicación móvil NetSpot de uso gratuito, se realiza el análisis en puntos estratégicos de cada piso de la facultad, donde se nota una deficiencia en la estabilidad de la señal en ciertos sectores en donde los dispositivos se conectan a la red PorTiUTB.

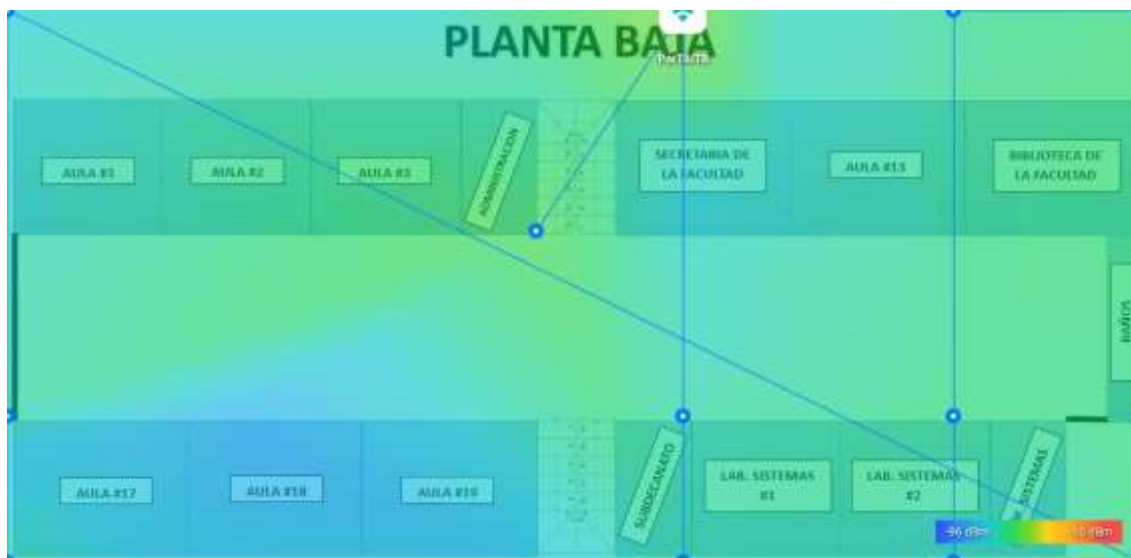


Imagen 4: Mapa de calor del nivel de señal en la planta baja de FAFI.

Fuente: El Estudiante.

Se puede notar en la imagen anterior el mapa de calor realizado a la planta baja de la Facultad de Administración, Finanzas e Informática, donde los tonos de color verde y azul indican una señal moderada a débil, y los tonos más cercanos a amarillo y naranja indican una buena calidad de señal, por lo consiguiente se puede notar en la imagen 6 que existe una señal moderada a fuerte en la zona central (Color verde/Azul claro), específicamente donde está ubicada la secretaría de la facultad y las aulas que se encuentran cercanas como la aula #3 y la aula #13.

También se observa en los extremos de la planta baja como en el aula #19, aula #17 y la oficina de sistemas una degradación de la señal (Color Azul Oscuro), lo que significa que la señal no llega con suficiente potencia a estas áreas o que existen

interferencias, y en la parte izquierda del mapa cerca del aula #1 y aula #17 existe una baja intensidad de señal (Color Azul muy oscuro).

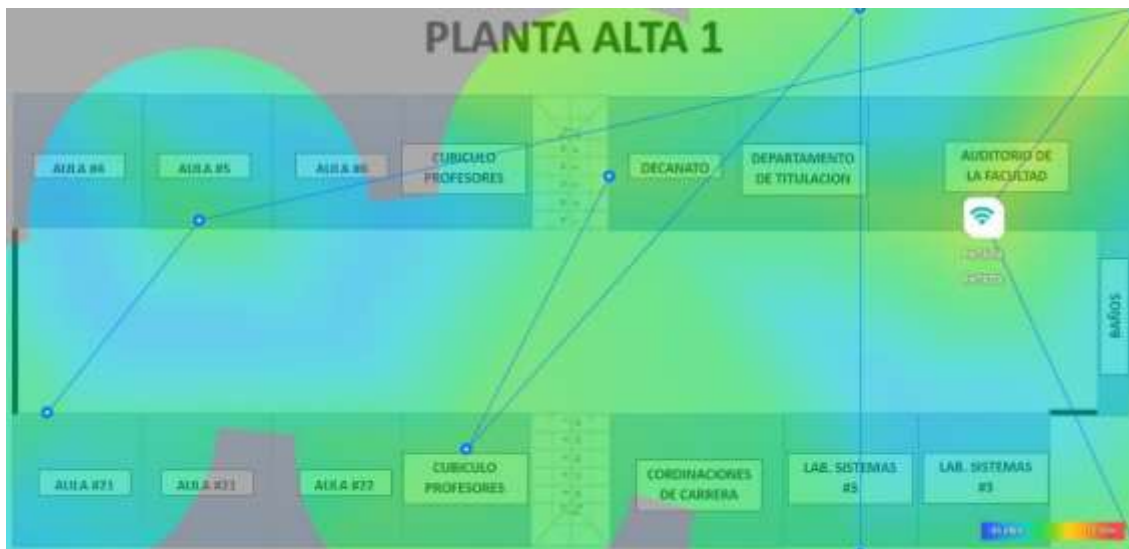


Imagen 5: Mapa de calor del nivel de señal en la planta alta 1 de FAFI.

Fuente: El Estudiante.

Según la estructura de colores antes mencionadas, se muestra el mapa de calor del nivel de señal de la planta alta 1 de la Facultad de Administración, Finanzas e Informática, donde se puede notar zonas con buena cobertura (Color verde/ Amarillo Claro) en las áreas cercanas donde se encuentra el Access Point FortiAP 224E, específicamente en el bloque donde se encuentra el Auditorio de la Facultad, la oficina de titulación y el Decanato, también existen zonas que tienen cobertura moderada o señal aceptable (Color Azul/Verde Claro), como en las aulas #5 y #6, en la oficina de cubículos de profesores, coordinación de carrera y en laboratorio #3, además existen zonas donde la señal es muy débil (Color Azul Oscuro) que son las que están más alejadas del AP, como el aula #4 y #21.



Imagen 6: Mapa de calor del nivel de señal en la planta alta 2 de FAFI.

Fuente: El Estudiante.

De la misma manera siguiendo la misma estructura de colores anteriormente mencionada se muestra un mapa de calor realizado a la planta alta 2 de la FAFI, donde se puede notar las zonas que poseen una buena cobertura (Color verde/ Amarillo Claro) como cerca del aula #16, #15, #17, #14 y la sala de docentes, también existen zonas con una cobertura moderada (Color Azul/Verde Claro) como cerca del aula #10, aula #9, oficina de vinculación y las aulas #27 y #28, y las zonas con una señal débil (Color Azul Oscuro) ubicadas cerca de las aulas #7, #8, #23, #24, #25 y el extremo de la sala de docentes.

Adicionalmente en Wireshark se analiza el tráfico de la red Wifi PorTiUTB, esta información sirve para confirmar las deficiencias de la red sobre todo en rendimiento y tráfico de la red, este análisis se realizó en un punto neutro de la red, en las afuera de la oficina de coordinación de carrera, y se obtuvieron las siguientes capturas:

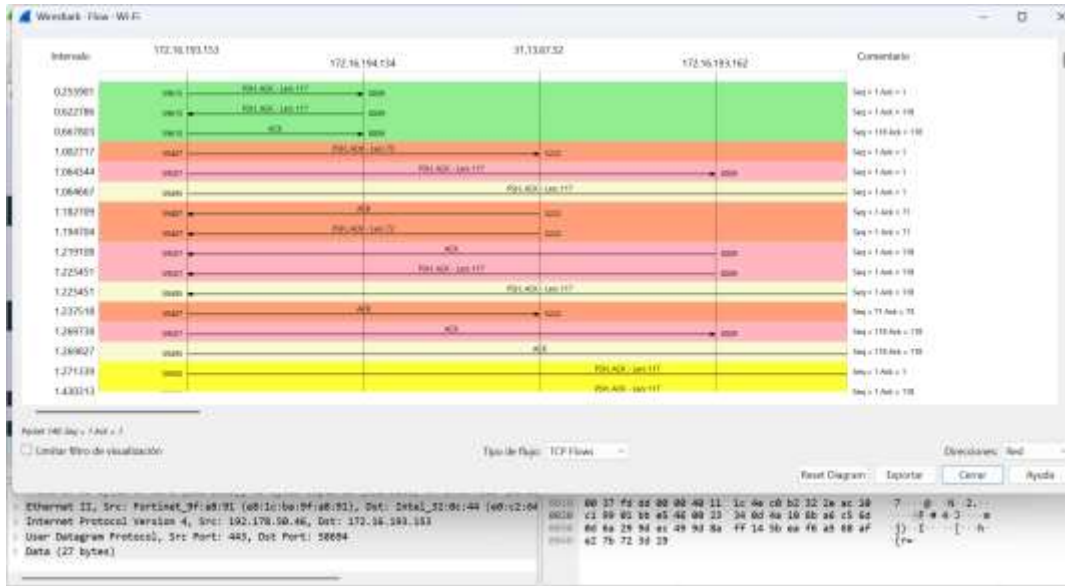


Imagen 7: Análisis de Flujo TCP en la Red PorTiUTB en FAFI
Fuente: El Estudiante.

En la imagen anterior se observa un flujo de paquetes TCP entre direcciones IP internas (172.16.193.153 y 172.16.194.134) y una dirección externa (31.13.67.52, posiblemente un servidor remoto), los colores indican ciertas características, el verde indica un flujo estable de datos sin interrupciones y el Amarillo/Rojo son retransmisiones detectadas, esto puede ser debido a congestión en la red.

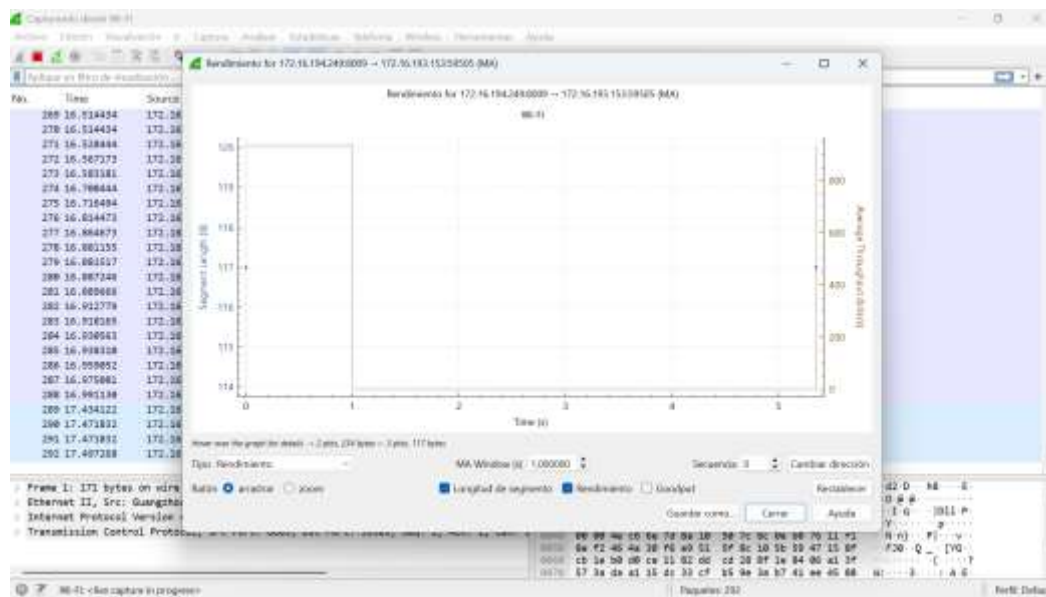


Imagen 8: Análisis de Rendimiento de la Red PorTiUTB en FAFI
Fuente: El Estudiante.

En la imagen se visualiza un gráfico de rendimiento WiFi de la Red PorTiUTB entre 172.16.194.249 y 172.16.193.153, donde se analiza la cantidad de datos transmitidos en el tiempo. El pico inicial de transmisión indica que hay un flujo de datos alto al comienzo, pero luego la curva parece mantenerse en un nivel bajo, la transferencia de datos inicia con una alta velocidad, luego se estabiliza, lo que podría deberse a una congestión o interrupción en la conexión.

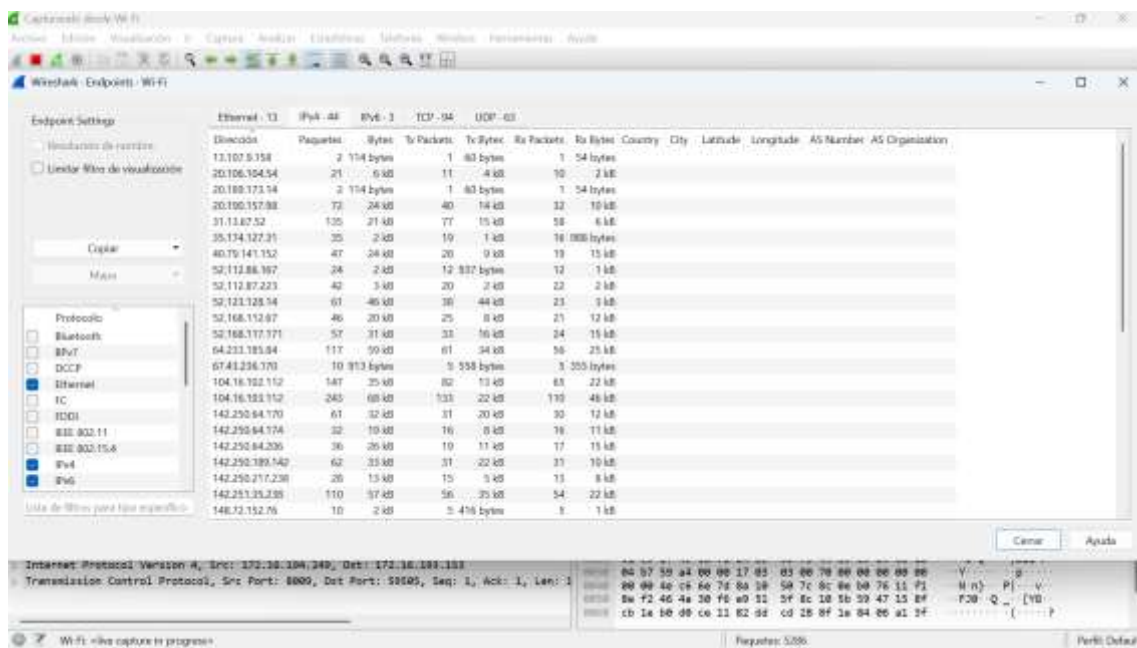


Imagen 9: Análisis de Trafico de la Red PorTiUTB en FAFI
Fuente: El Estudiante.

En la imagen se analiza direcciones IP activas que se encuentran en la Red, mostrando paquetes enviados y recibidos por cada EndPoint, existe un tráfico IPV4 e IPV6, indicando una red con soporte dual-stack, además se identifican a algunas de estas conexiones con un bajo volumen de datos, dando a entender que existen dispositivos conectados con una baja participación en la red, esto sugiere que algunos EndPoint están generando más carga que otros, y esto puede influir en la calidad de las conexiones.

Plan de Viabilidad del Diseño de la Red.

Análisis de la situación actual.

Actualmente, la red WiFi en FAFI está basada en Access Points Fortinet (FortiAP 224E y 221E) distribuidos en una topología en árbol y conectados mediante enlaces de fibra óptica de 10 GbE, 1 GbE y Fast Ethernet, sin embargo, los estudios de mapas de calor indican deficiencias en la cobertura WiFi, especialmente en aulas alejadas, laboratorios y cubículos de profesores.

Justificación Técnica.

El diseño de una Red de WiFi Mesh con ASUS ZenWiFi Pro XT12 y XT8 es viable debido a:

Mayor Cobertura, la Tecnología Mesh permite interconexión automática entre APs, eliminando zonas muertas sin necesidad de cableado adicional.

Mejor Rendimiento, el WiFi 6/6E con bandas 2.4 GHz, 5 GHz y 6 GHz mejora la estabilidad y reduce interferencias.

Alta Capacidad de Usuarios, los access points ASUS ZenWiFi Pro XT12 soporta 600+ usuarios y ZenWiFi XT8 hasta 300 usuarios.

Fácil Gestión, por su configuración mediante ASUS Router App o Web UI, sin requerir conocimientos avanzados en redes.

Compatibilidad con la Infraestructura Actual, se integra con el firewall Fortinet en modo Bridge, sin afectar la seguridad de la red.

Costos estimados.

Elemento	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
ASUS ZenWiFi Pro XT12	2	\$450	\$900
ASUS ZenWiFi Pro XT8	8	\$330	\$2640
Instalación y Configuración			\$1500
Cables y accesorios	1 lote	\$300	\$300
Software de gestión de red		\$500	\$500
Soporte técnico	1 año	\$1000	\$1000
Total Aproximado			\$6840

Tabla 5: Costos aproximados para la implementación de la red Mesh.

Fuente: El Estudiante.

4.2. DISCUSION.

Actualmente la red Wifi de la FAFI esta distribuida en una topología Árbol, con Access Points Fortinet, que están conectados a una red de Fibra Óptica con canales de 10 GbE, 1 GbE y Fast Ethernet, gestionado por el firewall Fortinet Next Generation, sin embargo los mapas de calor mostrados muestran deficiencia en la cobertura Wifi, generando varias zonas con señal débil y casi inexistente, por tal razón se recomienda el diseño de una red Wifi Mesh para solucionar estos inconvenientes, la cual se diseñara con equipos Access Point de la marca ASUS como el ASUS Zen Wifi Pro XT12 y el ASUS Wifi Pro XT8, ya que su costo – Beneficio es muy importante y solventara las deficiencias antes mencionadas, además son compatibles con el firewall Fortinet en modo Bridge, como se encuentra la Red PorTiUTB.

La implementación de la red WiFi Mesh con ASUS ZenWiFi Pro XT12 y XT8 mejorará significativamente la cobertura, velocidad y seguridad en la FAFI, eliminando zonas muertas en aulas críticas y optimizando la conexión con Roaming Inteligente. Con WiFi 6E y WiFi 6, estos APs proporcionan mayor velocidad y estabilidad en redes

congestionadas, superando el rendimiento de los FortiAP actuales. Su fácil gestión a través de la App ASUS Router o Web UI permite control de tráfico y monitoreo en tiempo real sin necesidad de conocimientos avanzados. Además, la red contará con AiProtection Pro de Trend Micro para seguridad avanzada, compatibilidad con VPN y bloqueo de tráfico sospechoso. Esta actualización garantizará una red eficiente, estable y segura, mejorando la experiencia de estudiantes y docentes.

Características	Fortinet FortiAP 224E/221E	ASUS ZenWiFi Pro XT12	ASUS ZenWiFi Pro XT8
Tecnología Wifi	Wifi 5 (802.11ac)	Wifi 6E (802.11ax)	Wifi 6 (802.11ax)
Frecuencia	Dual Band (2.4 GHz y 5 GHz)	Tri-Band (2.4 GHz, 5 GHz y 6 GHz)	Tri-Band (2.4 GHz, 5 GHz y 6 GHz)
Velocidad Máxima	867 Mbps (5 GHz)	4.8 Gbps (5 GHz y 6 GHz)	4.8 Gbps (5 GHz y 6 GHz)
Capacidad de Usuarios	512 (224E), 256 (221E)	Maximo de 600 usuarios	Maximo de 300 usuarios
Gestión de Red	Firewall Fortinet y VLANs	AP ASUS Router y QoS	AP ASUS Router y QoS
Seguridad	Firewall Avanzado (NGFW)	Ai Protection Pro	Ai Protection Pro
Cableado	Si, conexión cableada	No, Wifi Mesh	No, Wifi Mesh
Uso	Empresas y redes administradas	Campus, oficinas grandes	Hogares, Oficina pequeñas

Tabla 4: Cuadro comparativo entre FortiAP, ASUS Zen Wifi Pro XT12, ASUS Zen Wifi Pro XT8.

Fuente: El Estudiante.

Esta comparación entre Fortinet FortiAP 224E/221E y ASUS Zen WiFi Pro XT12/XT8, muestra que Fortinet es ideal para redes empresariales con gestión avanzadas de VLANs y seguridad centralizada, a diferencia de ASUS Wifi Mesh se

destaca por su facilidad de implementación, coberturas mejoradas y tecnología Wifi 6/6E, además ASU Zen Wifi no requiere cableado adicional.

PLANTA BAJA

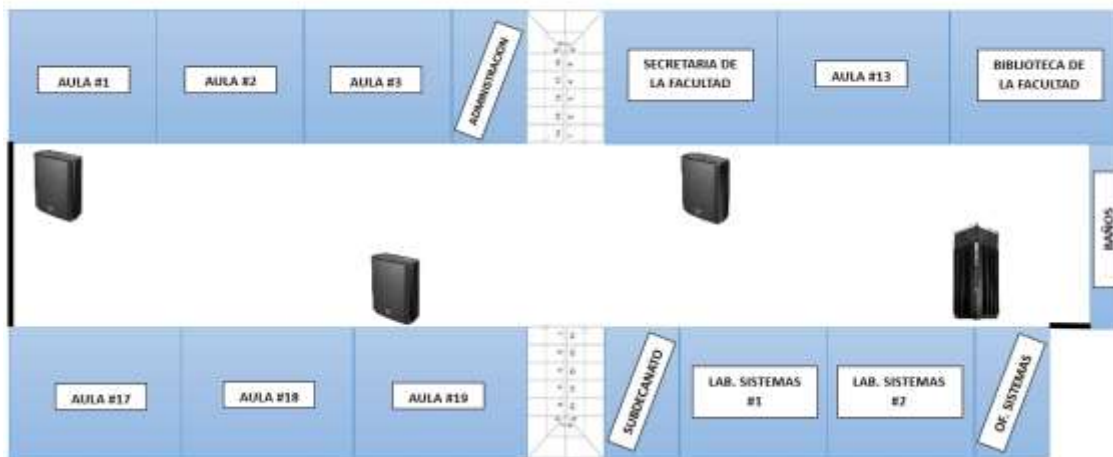


Imagen 12: Diseño de Red Wifi Mesh en la planta baja de la FAFI.

Fuente: El Estudiante.

Se instalarían un Access Point Zen XT12 que se ubicara afuera de la oficina de Sistemas y 3 Access Point Zen XT8 que se ubicaran uno fuera de secretaria, otro fuera del Aula #19 y el ultimo fuera del Aula #1, cubriendo todas las zonas con una calidad de señal deficiente y soportando un máximo total de 1500 usuarios en la planta baja, pero estos equipos al tener la calidad del enmallado Mesh se comunican automáticamente con los equipos que se encuentren en la parte superior.

PLANTA ALTA 1

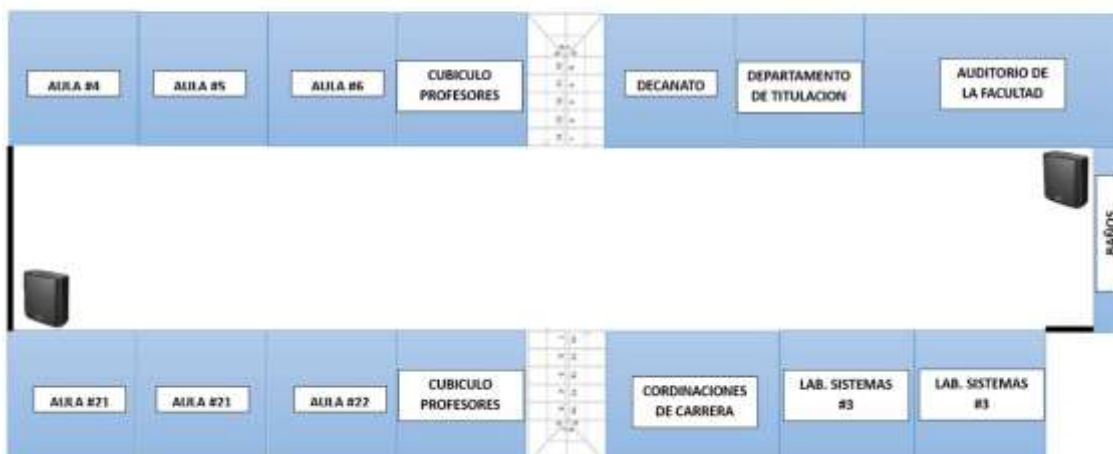


Imagen 13: Diseño de Red Wifi Mesh en la planta alta 1 de la FAFI.

Fuente: El Estudiante.

En el primer piso alto se instalarán 2 Zen X8, en la esquina del auditorio de la facultad y en las afueras del aula #21, dando un total de 600 usuarios conectados, pero estos equipos podrán enmallarse con los equipos que se encuentren en la parte superior e inferior con lo que permitirán que los usuarios puedan compartir otro Zen Wifi según como se mueva por la facultad.



Imagen 14: Diseño de Red Wifi Mesh en la planta alta 2 de la FAFI.

Fuente: El Estudiante.

En el segundo piso alto se instalarán 1 Access Point Zen Wifi Xt12 en las afueras de las aulas #29 y #30, mientras que se colocaran 3 Access Point Zen Wifi XT8 específicamente en las afueras de la sala docente, otro en las afueras del aula #25 y en las afueras del aula #7, logrando cubrir todas las zonas que poseían un nivel de señal deficiente.

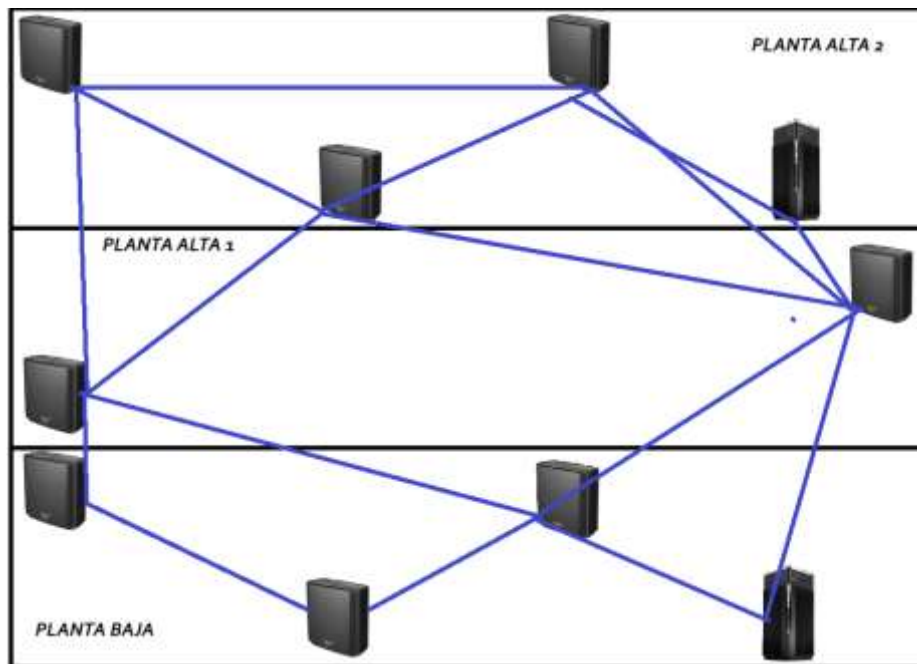


Imagen 15: Enmallado de Access Point con tecnología Mesh.
Fuente: El Estudiante.

Ubicación de los Puntos de Acceso.

Planta Baja:

- 1 ASUS ZenWiFi XT12 en Oficina de Sistemas.
- 3 ASUS ZenWiFi XT8 en Secretaría, Aula #19 y Aula #1.

Planta Alta 1:

- 2 ASUS ZenWiFi XT8 en Auditorio y Aula #21.

Planta Alta 2:

- 1 ASUS ZenWiFi XT12 en Aulas #29 y #30.
- 3 ASUS ZenWiFi XT8 en Sala de Docentes, Aula #25 y Aula #7.

Cada nodo Mesh se conectará automáticamente con los demás por su enmallado, asegurando cobertura total en toda la facultad.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES.

Según el análisis desarrollado acerca de las deficiencias de la infraestructura actual de la red Wifi de la Facultad de Administración, Finanzas e Informática se identificó que esta muestra varias zonas muertas y de muy baja calidad de señal Wifi, especialmente en aulas alejadas de los Access Points, laboratorios y cubículos de docentes, a pesar de contar con equipos robustos como lo son los Fortinet FortiAP 224E y 221E, ya que estos dispositivos no logran cubrir a toda la facultad de manera uniforme, esto genera congestión en la red y pérdidas de estabilidad sobre todo en horas de gran demanda.

Se desarrolló el diseño de una arquitectura de una red Wifi Mesh, utilizando equipos ASUS Zen Wifi Pro XT12 y XT8, permitiendo una distribución eficiente de la señal, eliminando las zonas muertas y optimizando el roaming entre dispositivos sin cortes de conexión, además esta estructura aprovecha la capacidad de interconexión automática de los nodos Mesh, mejorando la velocidad y estabilidad de la red Wifi sin necesidad de requerir cableado extra.

Se realiza un estudio de viabilidad donde se demuestra que el diseño de una Red Wifi Mesh es factible en términos de costos, compatibilidad con la infraestructura actual y facilidad de gestión, se prevé que esta nueva red en su diseño que permitirá conectar hasta 3600 usuarios de manera simultánea, aumentando la capacidad y calidad de la conexión Wifi.

5.2. RECOMENDACIONES.

Implementar una red Wifi Mesh sobre todo en esas áreas donde existe deficiencia de señal es recomendable, además es importante tener una cultura de monitorización del tráfico de la red, para con esto evitar colisiones y pérdidas de señal más que todo en horas de alta demanda.

Es importante mantener en una capacitación constante al personal de TI sobre todo en gestión y mantenimiento de redes Wifi Mesh mediante las App ASUS Router y Web UI, asegurando en todo momento que los Aps tengan una óptima condición y distribución de usuarios, además se recomienda habilitar reportes del estado de la red para detectar posibles fallas y actuar de manera preventiva.

Se sugiere establecer políticas de Calidad de Servicio (QoS) para priorizar el tráfico crítico y evitar la saturación, asegurando así que según el diseño los 3600 usuarios simultáneos puedan conectarse con alta estabilidad y rendimiento.

6. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

6.1. PRESUPUESTO

Se presenta un presupuesto tentativo que costaría la implementación de una red Mesh en la Facultad de Administración, Finanzas e Informática, solo para un futuro estudio de factibilidad, ya que este estudio tiene como propósito realizar el diseño de la red Mesh mas no su implementación.

Categoría	Descripción	Cantidad	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
Hardware				
Puntos de acceso Mesh	Incluye nodos y routers Mesh	10	354	\$ 3540,00
Cables y accesorios	Cables Ethernet, conectores, etc.	1 lote	300	\$ 300,00
Software				
Software de gestión de red	Licencias para software de gestión y monitoreo	1	500	\$ 500,00
Instalación				
Mano de obra	Instalación y configuración inicial	40 horas	50	\$ 1.500,00
Soporte y Mantenimiento				
Soporte técnico	Contrato de servicio para soporte continuo	1 año	1000	\$ 1.000,00
Total				\$ 6.840,00

Tabla 8: Presupuesto
Fuente: El Estudiante.

6.2. CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ANALISIS DE LA RED ACTUAL	X	X	X	X																				
INVESTIGACION DE LAS TECNOLOGIAS					X	X	X	X																
DISEÑO DE LA SOLUCION									X	X	X	X												
SIMULACION DE LA SOLUCION													X	X	X	X								
EVALAUCION DE LOS RESULTADOS FINALES																	X	X	X	X				
ELABORACION DEL INFORME FINAL																					X	X	X	X

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- García, A., & López, B. (2021). Fundamentos de redes inalámbricas. Madrid: Editorial Universitaria.
- Torres, P. (2020). Introducción a las redes WiFi y tecnologías de conectividad. Barcelona: Ediciones Técnicas.
- Sánchez, M. (2019). Redes Mesh: Principios, tecnología y aplicaciones. Valencia: Publicaciones Politécnicas.
- Ortiz, H., & Ramírez, J. (2018). Seguridad en redes inalámbricas: Desafíos y soluciones. Sevilla: Editorial Tecnológica.
- Vidal, C. (2022). Las nuevas tecnologías en la educación: el impacto de las redes WiFi Mesh. Bilbao: Ediciones Académicas.
- Navarro, L. (2019). Gestión y planificación de redes WiFi Mesh. Zaragoza: Editorial Redes.
- Molina, V. (2020). El futuro de las comunicaciones: Internet de las Cosas y redes Mesh. Málaga: Editorial Innovación.
- Hernández, R., & Gómez, C. (2017). Análisis y diseño de redes inalámbricas. Santander: Universidad de Cantabria.
- Fernández, A. (2018). Tecnologías de conectividad inalámbrica: De WiFi a Mesh. Córdoba: Editorial Universitaria de Córdoba.
- López, E., & Martínez, F. (2021). Redes WiFi: Configuración, seguridad y optimización. Granada: Ediciones de la Red.
- Doe, J. (2015). *Implementation of Mesh Networking Technology at Stanford University*. Stanford University Press.
- Van der Berg, L. (2012). *Advances in Wireless Mesh Networks: A Case Study of Delft University of Technology*. Delft University of Technology Publications.

- Wang, H., & Li, C. (2018). *The Development and Application of Mesh NetwTsinghua University*. Journal of Network Innovations, 10(2), 134-145.
- Martinez, R. (2016). *Wireless Network Expansion Using Mesh Technology in UNAM*. University of Mexico Press.
- Smith, A. (2017). *Mesh Network Deployment at the University of Melbourne*. Australian Journal of Information Technology, 22(4), 200-210.
- López, E. (2014). *Mesh Network Innovations at Escuela Politécnica Nacional*. Quito University Engineering Review, 5(1), 55-65.
- Torres, G. (2019). Improving Campus Connectivity: The Role of Mesh Networks in Guayaquil University. Guayaquil University Journal of Technology, 8(3), 112-123.
- Salazar, J. (2015). *Network Enhancement Through Mesh Technologies at the University of Cuenca*. Proceedings of the Ecuadorian Symposium on Network Technologies.
- Álvarez, S., & Zambrano, Q. (2018). *Application of Mesh Networks to Support Distance Learning at UTPL*. Loja Academic Press.
- Castillo, D. (2020). *Exploring the Potential of Mesh Networks in Educational Environments: A Study at USFQ*. San Francisco de Quito University Review, 12(1), 95-110.
- Gonzalez, A. (2018). *Fundamentals of Wireless Communication*. New York, NY: TechPress.
- Smith, J. (2020). *WiFi Technologies: Evolution and Future Trends*. Los Angeles, CA: Academic Publishing.
- Liu, H., & Zhang, P. (2019). *Design and Implementation of Mesh Networks*. Springer Nature.

- Davis, M. (2017). *Wireless Standards and Protocols: The Complete Guide*. Boston, MA: Networking Series.
- Thompson, R. (2021). *Securing Wireless Networks: Best Practices and Strategies*. Chicago, IL: Cybersecurity Press.
- Gonzalez, A. (2020). *Fundamentals of Wireless Networks*. New York, NY: Academic Press.
- Smith, J. (2018). Historical development of wireless communication technologies. *Journal of Technology History*, 12(3), 234-250.
- Johnson, M., & Lee, H. (2019). The future of wireless: How emerging tech will shape communications. *Advanced Tech Review*, 15(2), 45-59.
- Johnson, M. (2020). *The Evolution of Wireless Networking Technologies*. New York, NY: Tech Publishers.
- Smith, F. (2019). Advances in WiFi technology: From 802.11b to 802.11ax. *Journal of Network Innovations*, 14(4), 102-118.
- Doe, J. (2021). *WiFi Networks: Setup and Configuration Manual*. Chicago, IL: Networking Press.
- Lee, A. (2018). Securing wireless networks: From WEP to WPA3. *Security Solutions Today*, 22(2), 56-75.
- Gonzalez, A. (2020). *Comprehensive Guide to Mesh Networking*. New York, NY: Tech Publishers.
- Smith, F. (2019). Evolution of mesh networking: A 20-year perspective. *Journal of Network Innovations*, 14(4), 102-118.
- Johnson, M., & Lee, H. (2021). Routing protocols in mesh networks: An analytical approach. *Advanced Tech Review*, 15(2), 45-59.

Martinez, J. (2021). *Design and Management of WiFi Mesh Networks*. New York, NY: Networking Academic Press.

Lopez, R., & Hernandez, S. (2022). Effective strategies for planning and deploying WiFi Mesh networks. *Journal of Network Solutions*, 29(3), 45-59.

Kim, J. (2020). Technical challenges in the deployment of mesh networks and their solutions. *International Journal of Wireless Technology*, 18(2), 202-218.

STALLINGS, WILLIAM. (2002) “Comunicaciones y Redes DE Computadoras”, Sexta Edición, Prentice Hall, España.

Chiluisa, M., & Ulcuango, J. (Marzo de 2009). Diseño de una red inalámbrica Mesh (SMS) para las parroquias rurales del canton Latacunga de laprovincia de Cotopaxi.

GRUPO FIRETIDE. (2008) “Designing and Deploying Mesh Network Planning and Installing your Wireless Mesh”

SCOTT KEAGY (2001) “Integración de redes de voz y datos”, Editorial: Cisco Press, Madrid-España

ACUÑA M. y RONCALLO, R. (2007) “Redes Inalámbricas Malladas Metropolitanas”: Colombia.

HIDROBO j. (2009) “Redes y servicios de Telecomunicaciones”, Segunda Edición, Editorial: Paraninfo, Madrid-España CARBALLAR JOSÉ, “Wi-Fi Como construir una red inalámbrica”, Segunda Edición, España 2004

D. GARCIA, J. PARADELLS, (2005) “Improving Performance of a Real Ad-Hoc Network by Tuning OLSR Parameters”, Colombia

Izaskun Pellejero, Fernando Andreu y Amaia Lesta, (2006). Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes Wlan. Barcelona:España: Marcombo S.A.

Acuña Martínez, D. (2009, julio). Redes inalámbricas enmalladas metropolitanas. Universidad Tecnológica de Bolívar.

García Fernández, A., Pina Amargós, J., & Leyva Pérez, E. (2007). Estado del arte de las redes inalámbricas. Ingeniería Industrial, 28(3), 50-56.

Hiertz, G., Denteneer, M. S. P., & Walke, B. (2010). IEEE 802.11s: The WLAN mesh standard. IEEE Wireless Communications, 1-9.

ANEXOS

ANEXO 1

Entrevista al director del Departamento de TIC de la UTB

Información del Encuestado

- 1. Nombre:**
- 2. Cargo: director del Departamento de TIC**
- 3. Fecha:**

Información General de la Red

- 1. ¿Podría describir la arquitectura actual de la red de la Universidad y FAFI?**

Solicitar detalles sobre la topología de la red, tipos de dispositivos utilizados, y la configuración general, adicional si existe algún plano de la distribución de la red en FAFI.

- 2. ¿Cuáles son los principales componentes de hardware de la red?**

Pregunta por servidores, conmutadores, routers, dispositivos de seguridad, cuantos Access Point hay en la FAFI y como están distribuidos.

- 3. ¿Qué sistemas operativos y software de red están actualmente en uso?**

Incluye sistemas en servidores, dispositivos de red y estaciones de trabajo.

- 4. ¿Cómo se maneja la seguridad de la red? ¿Qué protocolos y herramientas de seguridad están implementados?**

Pregunta sobre firewalls, antivirus, sistemas de detección de intrusos, etc.

Desempeño y Capacidad

- 5. ¿Cómo evalúa el rendimiento actual de la red?**

Busca conocer su opinión sobre la velocidad ¿Cuál es la velocidad y capacidad total que posee la red de la universidad y como está distribuida a la FAFI?, la estabilidad y la capacidad de respuesta de la red.

6. ¿Existen problemas recurrentes de rendimiento o estabilidad en la red?

¿Podría dar ejemplos?

Pide detalles específicos sobre cualquier incidencia regular.

7. ¿Cómo se realiza el monitoreo y la gestión de la red?

Indaga sobre las herramientas y estrategias de monitoreo en uso.

Limitaciones y Deficiencias

8. ¿Cuáles son las principales limitaciones de la infraestructura de red actual?

Pregunta sobre restricciones de capacidad, problemas tecnológicos.

9. ¿Ha identificado áreas donde la red no cumple con las necesidades operativas o estratégicas de la empresa?

Solicita ejemplos específicos y áreas de mejora sobre todo en FAFI.

10. ¿Cuáles son los desafíos más grandes al intentar escalar o actualizar la red?

Pregunta por desafíos técnicos, financieros o de capacitación del personal.

Planificación Futura

11. ¿Hay planes para mejorar o expandir la red en el futuro cercano?

Indaga sobre cualquier proyecto planificado que involucre la red.

12. ¿Cómo se priorizan las inversiones en tecnología de red en la estrategia general de TIC de la Universidad?

Conoce cómo se alinea la estrategia de red con los objetivos de la Universidad.

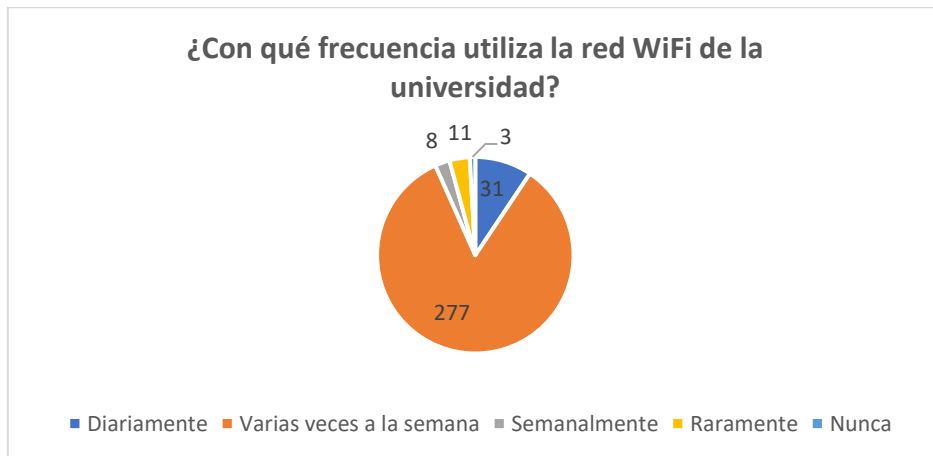
ANEXO 2

Encuesta de Satisfacción de la Red Wifi actual para Estudiantes y Profesores de la Universidad

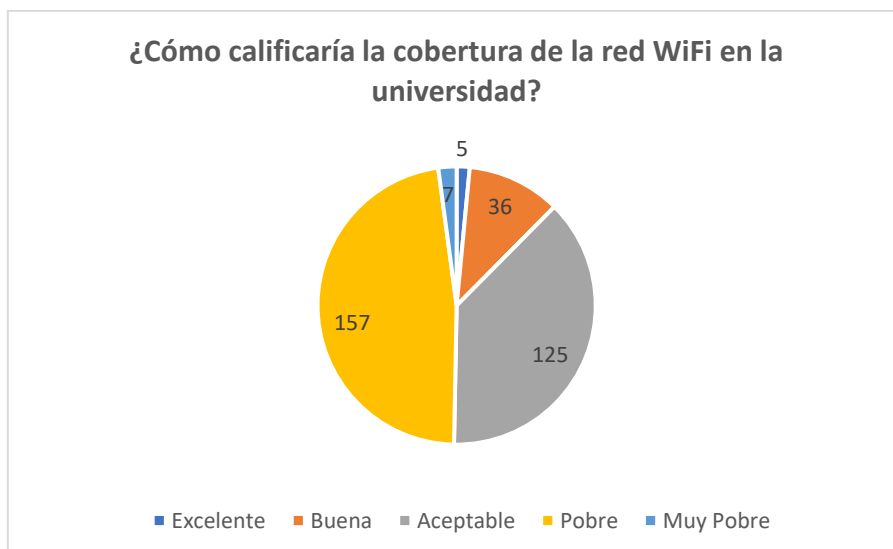
Esta encuesta está diseñada para evaluar el nivel de satisfacción de estudiantes y profesores con la red WiFi actual en la universidad. Sus respuestas ayudarán a identificar áreas de mejora y a tomar decisiones informadas para el diseño de la red Wifi Mesh.

Instrucciones: Por favor, seleccione la opción que mejor refleje su opinión o experiencia para cada pregunta. Todas las respuestas son confidenciales.

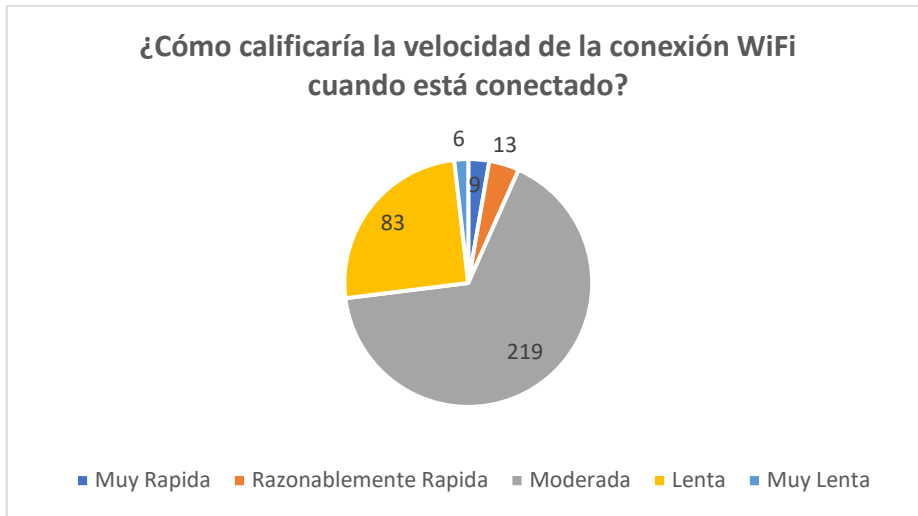
1. ¿Con qué frecuencia utiliza la red WiFi de la universidad?



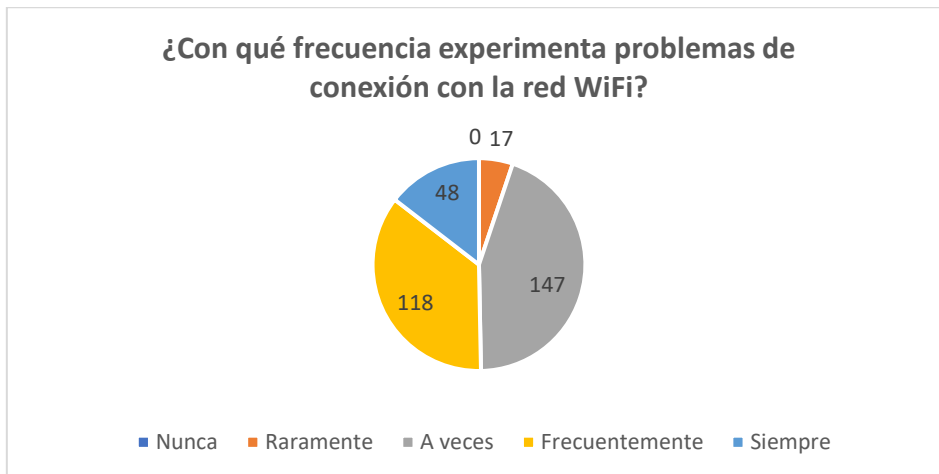
2. ¿Cómo calificaría la cobertura de la red WiFi en la universidad?



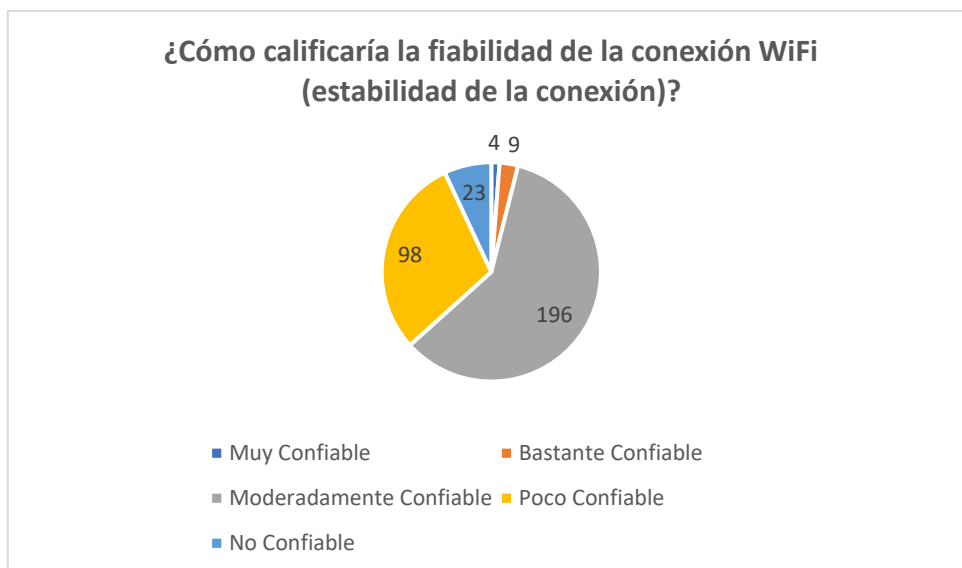
3. ¿Cómo calificaría la velocidad de la conexión WiFi cuando está conectado?



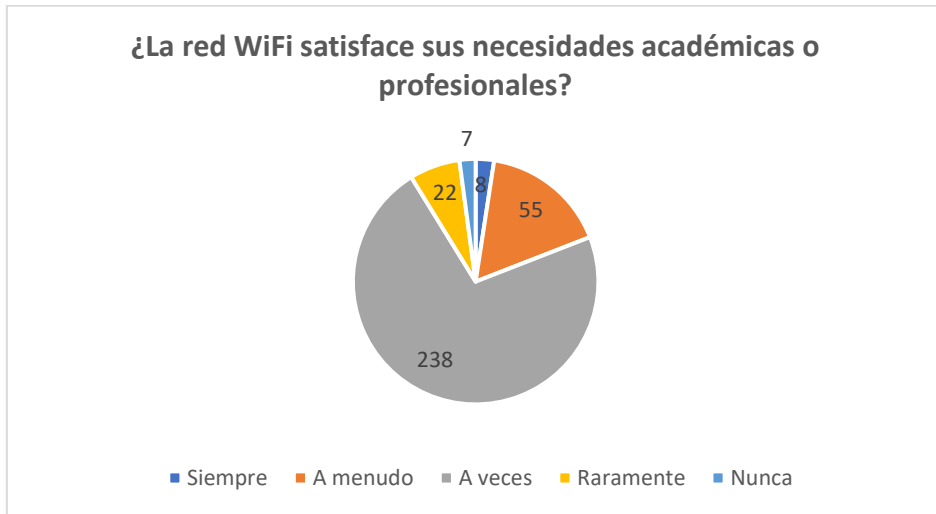
4. ¿Con qué frecuencia experimenta problemas de conexión con la red WiFi?



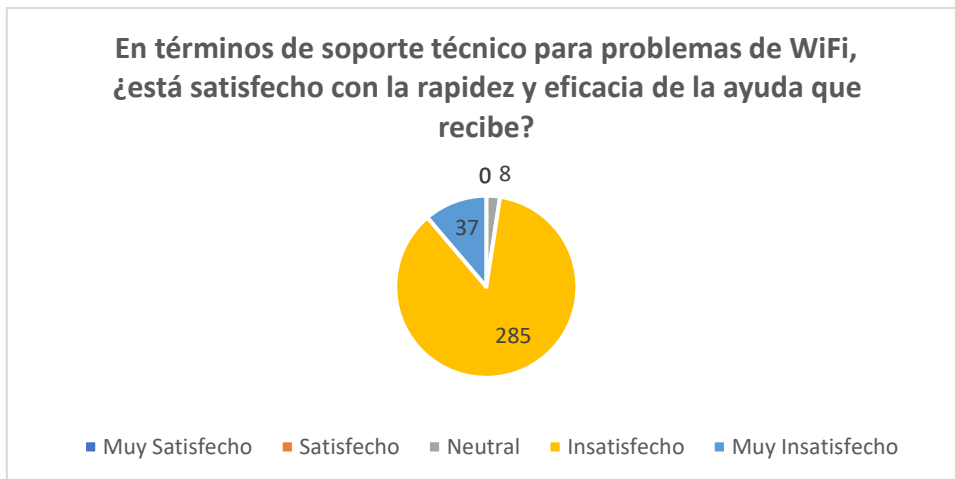
5. ¿Cómo calificaría la fiabilidad de la conexión WiFi (estabilidad de la conexión)?



6. ¿La red WiFi satisface sus necesidades académicas o profesionales?

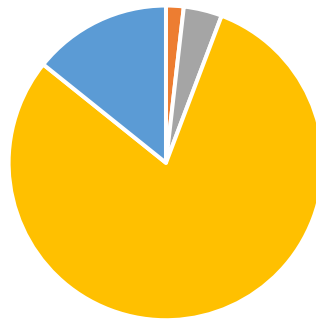


7. En términos de soporte técnico para problemas de WiFi, ¿está satisfecho con la rapidez y eficacia de la ayuda que recibe?



8. ¿Recomendaría la red WiFi de la universidad a un nuevo estudiante o colega?

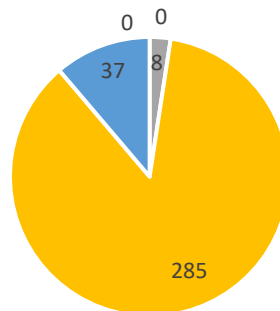
¿Recomendaría la red WiFi de la universidad a un nuevo estudiante o colega?



■ Definitivamente Si ■ Probablemente Si ■ No estoy Seguro/a
 ■ Probablemente No ■ Definitivamente No

9. En general, ¿cómo calificaría su satisfacción general con la red WiFi de la universidad?

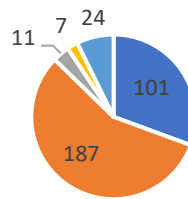
En general, ¿cómo calificaría su satisfacción general con la red WiFi de la universidad?



■ Muy Satisfecho ■ Satisfecho ■ Neutral ■ Insatisfecho ■ Muy Insatisfecho

10. ¿Qué mejoras sugeriría para la red WiFi de la universidad?

¿Qué mejoras sugeriría para la red WiFi de la universidad?



- Mejorar la cobertura en todo el campus
- Aumentar la velocidad de conexión
- Mejorar la fiabilidad de la conexión
- Mejorar el soporte tecnico
- No necesito ninguna demora

Agradecemos su tiempo y sus respuestas, que son vitales para mejorar la infraestructura de WiFi en nuestra universidad.

ANEXO 3

FICHA DE OBSERVACION - ANÁLISIS DE UBICACIÓN DE ACCESS POINTS (APs)

1. Información General

- **Nombre del Edificio:** Facultad de Administración, Finanzas e Informática (FAFI)
- **Ubicación:** Universidad Técnica de Babahoyo
- **Fecha de Análisis:**
- **Analista Responsable:** Denisse Nájera
- **Herramientas Utilizadas:** NetSpot / Wireshark

2. Datos de la Infraestructura de Red

Parámetro	Detalle
-----------	---------

Parámetro	Detalle
Tipo de Red	Inalámbrica
Tecnología WiFi	WiFi 2.4 GHz y 5 GHz
Velocidad del Enlace Principal	10 GbE (Fibra Óptica)
Tipo de AP Utilizado	FortiAP 224E/221E
Cantidad de APs Analizados	9 APs
Método de Alimentación	PoE (Power over Ethernet)

3. Distribución y Ubicación de APs

#	Ubicación y Tipo de AP	Altura de Instalación (m)
1	FortiAP 221E, Planta Baja – Aula #17	2.5 m
2	FortiAP 221E, Planta Baja – Entre Aula #1 y #2	2.8 m
3	FortiAP 221E, Planta Baja – Entre lab. De Sistemas #1 y #2	2.5 m
4	FortiAP 221E, Planta Baja – Biblioteca de la Facultad	3.0 m
5	FortiAP 221E, Planta Alta 1 – Aula #5	2.7 m
6	FortiAP 224E, Planta Alta 1 – Auditorio Facultad	
7	FortiAP 221E, Planta Alta 2 – Aula #25	
8	FortiAP 221E, Planta Alta 2 – Aula #10	
9	FortiAP 221E, Planta Alta 1 – Aula #29	

4. Análisis del Nivel de Señal.

	Zona Evaluada	Nivel de Señal (dBm)
1	Planta Baja - Aula #1	-65 dBm
2	Planta Baja - Aula #17	-72 dBm
3	Planta Baja – Of. Administracion	-57 dBm
4	Subdecanato	-62 dBm
5	Secretaria de la Facultad	-66 dBm
6	Planta Baja - Aula #13	-64 dBm
7	Planta Baja – Lab. Sistemas #2	-61 dBm
8	Planta Alta 1 - Aula #21	-61 dBm
9	Planta Alta 1 - Aula #5	-56 dBm
10	Planta Alta 1 – Cubículo Profesores	-55 dBm

11	Planta Alta 1 - Decanato	-58 dBm
12	Planta Alta 1 – Lab. Sistemas #3	-63 dBm
13	Planta Alta 1 – Depart. Titulación	-67 dBm
14	Planta Alta 1 - Auditorio	-47 dBm
15	Planta Alta 2 - Aula #23	-58 dBm
16	Planta Alta 2 - Aula #8	-67 dBm
17	Planta Alta 2 - Aula #10	-62 dBm
18	Planta Alta 2 - Aula #26	-57 dBm
19	Planta Alta 2 - Aula #16	-41 dBm
20	Planta Alta 2 - Aula #27	-50 dBm
21	Planta Alta 2 - Aula #30	-45 dBm
22	Planta Alta 2 – Sala Docentes	-56 dBm

ANEXO 4

Fortinet FortiAP 221E





Specifications

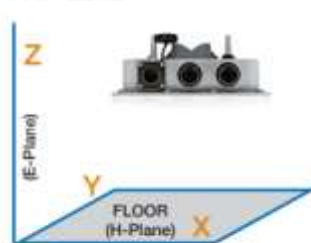
FAP-224E	
Hardware	
Hardware Type	Outdoor AP
Number of Radio	2
Number of Antennas	4 Internal + 1 BL2 Internal
Antenna Type and Peak Gain	Dipole 5 dBi for 2.4 GHz, 5 dBi for 5 GHz
Frequency Bands (GHz)*	2.4GHz-2.4835, 5.150-5.250, 5.250-5.350, 5.470-5.725, 5.725-5.800
Radio 1 Capabilities	2.4 GHz (high DSSS) streams: 20/40 MHz (250 QAM)
Radio 2 Capabilities	5 GHz (OFDM) streams: 20/40/80 MHz (256 QAM)
Maximum Data Rate	Radio 1: up to 430 Mbps Radio 2: up to 867 Mbps
Bluetooth Low Energy Radio	Bluetooth scanning and beacon advertisement @ 4 dBm max TX power
Interfaces	1x 10/100/1000 Base-T RJ45, 1x 10/100/1000 Base-T (RJ45 PoE), 1x optical fiber SFP cage
Power over Ethernet (PoE)	802.3af, 802.3at
Simultaneous SSIDs	Up to 16 (14 if background scanning enabled)
EAP Types	EAP-TLS, EAP-TLS/MSCHAPv2, EAP-PEAP-MECHANIC, PMP/UCAP (DT, EAP-SM, EAP-AKA, EAP-FRST)
User Device Authentication	802.1X, WPA2™, WPA3™, 802.11r, 802.11k, 802.11s, 802.11v, 802.11m, 802.11n, 802.11ac, 802.11ax, 802.11be, 802.11e, 802.11g, 802.11a, 802.11b, 802.11c, 802.11d, 802.11f, 802.11h, 802.11i, 802.11j, 802.11l, 802.11m, 802.11p, 802.11q, 802.11r, 802.11s, 802.11t, 802.11u, 802.11v, 802.11w, 802.11x, 802.11y, 802.11z, 802.11aa, 802.11ab, 802.11ac, 802.11ad, 802.11af, 802.11ag, 802.11ah, 802.11ai, 802.11aj, 802.11ak, 802.11al, 802.11am, 802.11an, 802.11ao, 802.11ap, 802.11aq, 802.11ar, 802.11as, 802.11at, 802.11au, 802.11av, 802.11aw, 802.11ax, 802.11ay, 802.11az, 802.11ba, 802.11bb, 802.11bc, 802.11bd, 802.11be, 802.11bf, 802.11bg, 802.11bh, 802.11bi, 802.11bj, 802.11bk, 802.11bl, 802.11bm, 802.11bn, 802.11bo, 802.11bp, 802.11bq, 802.11br, 802.11bs, 802.11bt, 802.11bu, 802.11bv, 802.11bw, 802.11bx, 802.11by, 802.11bz, 802.11ca, 802.11cb, 802.11cc, 802.11cd, 802.11ce, 802.11cf, 802.11cg, 802.11ch, 802.11ci, 802.11cj, 802.11ck, 802.11cl, 802.11cm, 802.11cn, 802.11co, 802.11cp, 802.11cq, 802.11cr, 802.11cs, 802.11ct, 802.11cu, 802.11cv, 802.11cw, 802.11cx, 802.11cy, 802.11cz, 802.11da, 802.11db, 802.11dc, 802.11dd, 802.11de, 802.11df, 802.11dg, 802.11dh, 802.11di, 802.11dj, 802.11dk, 802.11dl, 802.11dm, 802.11dn, 802.11do, 802.11dp, 802.11dq, 802.11dr, 802.11ds, 802.11dt, 802.11du, 802.11dv, 802.11dw, 802.11dx, 802.11dy, 802.11dz, 802.11ea, 802.11eb, 802.11ec, 802.11ed, 802.11ee, 802.11ef, 802.11eg, 802.11eh, 802.11ei, 802.11ej, 802.11ek, 802.11el, 802.11em, 802.11en, 802.11eo, 802.11ep, 802.11eq, 802.11er, 802.11es, 802.11et, 802.11eu, 802.11ev, 802.11ew, 802.11ex, 802.11ey, 802.11ez, 802.11fa, 802.11fb, 802.11fc, 802.11fd, 802.11fe, 802.11ff, 802.11fg, 802.11fh, 802.11fi, 802.11fj, 802.11fk, 802.11fl, 802.11fm, 802.11fn, 802.11fo, 802.11fp, 802.11fq, 802.11fr, 802.11fs, 802.11ft, 802.11fu, 802.11fv, 802.11fw, 802.11fx, 802.11fy, 802.11fz, 802.11ga, 802.11gb, 802.11gc, 802.11gd, 802.11ge, 802.11gf, 802.11gg, 802.11gh, 802.11gi, 802.11gj, 802.11gk, 802.11gl, 802.11gm, 802.11gn, 802.11go, 802.11gp, 802.11gq, 802.11gr, 802.11gs, 802.11gt, 802.11gu, 802.11gv, 802.11gw, 802.11gx, 802.11gy, 802.11gz, 802.11ha, 802.11hb, 802.11hc, 802.11hd, 802.11he, 802.11hf, 802.11hg, 802.11hh, 802.11hi, 802.11hj, 802.11hk, 802.11hl, 802.11hm, 802.11hn, 802.11ho, 802.11hp, 802.11hq, 802.11hr, 802.11hs, 802.11ht, 802.11hu, 802.11hv, 802.11hw, 802.11hx, 802.11hy, 802.11hz, 802.11ia, 802.11ib, 802.11ic, 802.11id, 802.11ie, 802.11if, 802.11ig, 802.11ih, 802.11ii, 802.11ij, 802.11ik, 802.11il, 802.11im, 802.11in, 802.11io, 802.11ip, 802.11iq, 802.11ir, 802.11is, 802.11it, 802.11iu, 802.11iv, 802.11iw, 802.11ix, 802.11iy, 802.11iz, 802.11ja, 802.11jb, 802.11jc, 802.11jd, 802.11je, 802.11jf, 802.11jg, 802.11jh, 802.11ji, 802.11jj, 802.11jk, 802.11jl, 802.11jm, 802.11jn, 802.11jo, 802.11jp, 802.11jq, 802.11jr, 802.11js, 802.11jt, 802.11ju, 802.11jv, 802.11jw, 802.11jx, 802.11jy, 802.11jz, 802.11ka, 802.11kb, 802.11kc, 802.11kd, 802.11ke, 802.11kf, 802.11kg, 802.11kh, 802.11ki, 802.11kj, 802.11kl, 802.11km, 802.11kn, 802.11ko, 802.11kp, 802.11kq, 802.11kr, 802.11ks, 802.11kt, 802.11ku, 802.11kv, 802.11kw, 802.11kx, 802.11ky, 802.11kz, 802.11la, 802.11lb, 802.11lc, 802.11ld, 802.11le, 802.11lf, 802.11lg, 802.11lh, 802.11li, 802.11lj, 802.11lk, 802.11ll, 802.11lm, 802.11ln, 802.11lo, 802.11lp, 802.11lq, 802.11lr, 802.11ls, 802.11lt, 802.11lu, 802.11lv, 802.11lw, 802.11lx, 802.11ly, 802.11lz, 802.11ma, 802.11mb, 802.11mc, 802.11md, 802.11me, 802.11mf, 802.11mg, 802.11mh, 802.11mi, 802.11mj, 802.11mk, 802.11ml, 802.11mm, 802.11mn, 802.11mo, 802.11mp, 802.11mq, 802.11mr, 802.11ms, 802.11mt, 802.11mu, 802.11mv, 802.11mw, 802.11mx, 802.11my, 802.11mz, 802.11na, 802.11nb, 802.11nc, 802.11nd, 802.11ne, 802.11nf, 802.11ng, 802.11nh, 802.11ni, 802.11nj, 802.11nk, 802.11nl, 802.11nm, 802.11nn, 802.11no, 802.11np, 802.11nq, 802.11nr, 802.11ns, 802.11nt, 802.11nu, 802.11nv, 802.11nw, 802.11nx, 802.11ny, 802.11nz, 802.11oa, 802.11ob, 802.11oc, 802.11od, 802.11oe, 802.11of, 802.11og, 802.11oh, 802.11oi, 802.11oj, 802.11ok, 802.11ol, 802.11om, 802.11on, 802.11oo, 802.11op, 802.11oq, 802.11or, 802.11os, 802.11ot, 802.11ou, 802.11ov, 802.11ow, 802.11ox, 802.11oy, 802.11oz, 802.11pa, 802.11pb, 802.11pc, 802.11pd, 802.11pe, 802.11pf, 802.11pg, 802.11ph, 802.11pi, 802.11pj, 802.11pk, 802.11pl, 802.11pm, 802.11pn, 802.11po, 802.11pp, 802.11pq, 802.11pr, 802.11ps, 802.11pt, 802.11pu, 802.11pv, 802.11pw, 802.11px, 802.11py, 802.11pz, 802.11qa, 802.11qb, 802.11qc, 802.11qd, 802.11qe, 802.11qf, 802.11qg, 802.11qh, 802.11qi, 802.11qj, 802.11qk, 802.11ql, 802.11qm, 802.11qn, 802.11qo, 802.11qp, 802.11qq, 802.11qr, 802.11qs, 802.11qt, 802.11qu, 802.11qv, 802.11qw, 802.11qx, 802.11qy, 802.11qz, 802.11ra, 802.11rb, 802.11rc, 802.11rd, 802.11re, 802.11rf, 802.11rg, 802.11rh, 802.11ri, 802.11rj, 802.11rk, 802.11rl, 802.11rm, 802.11rn, 802.11ro, 802.11rp, 802.11rq, 802.11rr, 802.11rs, 802.11rt, 802.11ru, 802.11rv, 802.11rw, 802.11rx, 802.11ry, 802.11rz, 802.11sa, 802.11sb, 802.11sc, 802.11sd, 802.11se, 802.11sf, 802.11sg, 802.11sh, 802.11si, 802.11sj, 802.11sk, 802.11sl, 802.11sm, 802.11sn, 802.11so, 802.11sp, 802.11sq, 802.11sr, 802.11ss, 802.11st, 802.11su, 802.11sv, 802.11sw, 802.11sx, 802.11sy, 802.11sz, 802.11ta, 802.11tb, 802.11tc, 802.11td, 802.11te, 802.11tf, 802.11tg, 802.11th, 802.11ti, 802.11tj, 802.11tk, 802.11tl, 802.11tm, 802.11tn, 802.11to, 802.11tp, 802.11tq, 802.11tr, 802.11ts, 802.11tt, 802.11tu, 802.11tv, 802.11tw, 802.11tx, 802.11ty, 802.11tz, 802.11ua, 802.11ub, 802.11uc, 802.11ud, 802.11ue, 802.11uf, 802.11ug, 802.11uh, 802.11ui, 802.11uj, 802.11uk, 802.11ul, 802.11um, 802.11un, 802.11uo, 802.11up, 802.11uq, 802.11ur, 802.11us, 802.11ut, 802.11uu, 802.11uv, 802.11uw, 802.11ux, 802.11uy, 802.11uz, 802.11va, 802.11vb, 802.11vc, 802.11vd, 802.11ve, 802.11vf, 802.11vg, 802.11vh, 802.11vi, 802.11vj, 802.11vk, 802.11vl, 802.11vm, 802.11vn, 802.11vo, 802.11vp, 802.11vq, 802.11vr, 802.11vs, 802.11vt, 802.11vu, 802.11vv, 802.11vw, 802.11vx, 802.11vy, 802.11vz, 802.11wa, 802.11wb, 802.11wc, 802.11wd, 802.11we, 802.11wf, 802.11wg, 802.11wh, 802.11wi, 802.11wj, 802.11wk, 802.11wl, 802.11wm, 802.11wn, 802.11wo, 802.11wp, 802.11wq, 802.11wr, 802.11ws, 802.11wt, 802.11wu, 802.11wv, 802.11ww, 802.11wx, 802.11wy, 802.11wz, 802.11xa, 802.11xb, 802.11xc, 802.11xd, 802.11xe, 802.11xf, 802.11xg, 802.11xh, 802.11xi, 802.11xj, 802.11xk, 802.11xl, 802.11xm, 802.11xn, 802.11xo, 802.11xp, 802.11xq, 802.11xr, 802.11xs, 802.11xt, 802.11xu, 802.11xv, 802.11xw, 802.11xx, 802.11xy, 802.11xz, 802.11ya, 802.11yb, 802.11yc, 802.11yd, 802.11ye, 802.11yf, 802.11yg, 802.11yh, 802.11yi, 802.11yj, 802.11yk, 802.11yl, 802.11ym, 802.11yn, 802.11yo, 802.11yp, 802.11yq, 802.11yr, 802.11ys, 802.11yt, 802.11yu, 802.11yv, 802.11yw, 802.11yx, 802.11yy, 802.11yz, 802.11za, 802.11zb, 802.11zc, 802.11zd, 802.11ze, 802.11zf, 802.11zg, 802.11zh, 802.11zi, 802.11zj, 802.11zk, 802.11zl, 802.11zm, 802.11zn, 802.11zo, 802.11zp, 802.11zq, 802.11zr, 802.11zs, 802.11zt, 802.11zu, 802.11zv, 802.11zw, 802.11zx, 802.11zy, 802.11zz
SSD Types Supported	Large Platters, NVRAM & M.2 (when managed by controller)
Per Radio Client Capacity	Up to 512
Cellular Co-existence	No
LED Off Mode	Yes
Advanced 802.11 Features	
802.11ac MU-MIMO Wave 2	Yes
Transmit Beam Forming (TxBF)	Yes
Low-Density Parity Check (LDPC) Encoding	Yes
Maximum Likelihood Demodulation (MLD)	Yes

FAP-224E	
Maximum Rate Combining (MRC)	Yes
A-MPDU and A-MSDU	Yes
Packet Aggregation	Yes
MIMO Power Save	Yes
Short Guard Interval	Yes
Wireless Monitoring Capabilities	
Rogue Scan Radio Modes	Background, Full time
WIPS / WIDS Radio Modes	Background, Full time
Packet Sniffer Mode	Yes
Spectrum Analyzer	Yes
Dimensions	
Length x Width x Height	8.4 x 8.4 x 2.06 inches (214 x 214 x 52.5 mm)
Weight	3.9 lbs (1.7 kg)
Package (shipping) Weight	5.02 lbs (2.24 kg)
Mounting Options	Wall Mount or Pole Mount
Included Accessories	Mounting kit for Wall or Pole, Grounding cable
Environment	
Power Supply	DP-115, or DP-130
Power Consumption (Maximum)	12.95 W
Humidity	5-95% non-condensing
Operating / Storage Temperature	4-140°F (-20-60°C) / -4-156°F (-20-70°C)
Directives	Low Voltage Directive • RoHS
UL2043 Plenum Material	No
Mean Time Between Failures	>10 years
IP Rating	IP67
Surge Protection Built In	Yes
Hi-Imp PUE Follower	No
Certifications	
Wi-Fi Alliance Certified	Yes
DFS	CE
Warranty	
Limited Lifetime Warranty	No - 1 Year Limited Warranty

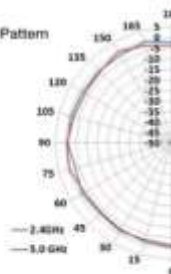
* Frequency selection and power may be restricted to comply with regional regulatory compliance laws.

Antenna Radiation Patterns

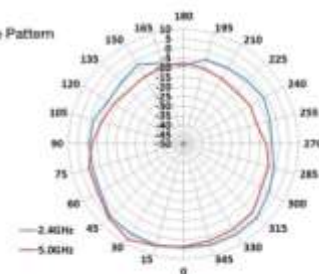
FAP-224E



H-Plane Pattern



E-Plane Pattern



Asus Zen WiFi Pro XT12

ASUS ZenWiFi Pro XT12
AX11000 Tri-band Mesh WiFi 6 System

Features

- AX11000 WiFi 6 tri-band mesh system (5GHz-1 AX:4x4 + 5GHz-2 AX:4x4 + 2.4GHz AX:4x4)
- RangeBoost Plus for coverage up to 6,000 Sq. ft. (2pk)
- Dual 2.5G WAN and LAN ports
- AiProtection Pro powered by Trend Micro™
- VPN function: Instant Guard, VPN server, VPN client



Specifications

Network Standard	IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac, IEEE 802.11ax
Product Segment	AX11000 ultimate AX performance : 1148 Mbps+ 4804 Mbps+ 4804 Mbps
Coverage	Very large homes
Data Rate	<ul style="list-style-type: none"> • 802.11b : up to 11 Mbps • 802.11a/g : up to 54 Mbps • 802.11ax (2.4GHz) : up to 1148 Mbps • 802.11ax (5GHz-1) : up to 4804 Mbps • 802.11ax (5GHz-2) : up to 4804 Mbps
Antenna	Internal antenna x 10
Transmit / Receive	2.4 GHz 4x4; 5GHz-1 4x4; 5GHz-2 4x4
Memory	256MB Flash, 1GB RAM
Encryption	WPA2-PSK, WPA-PSK, WPA-Enterprise, WPA2-Enterprise, WPA3-Personal, WPS

Specifications

Management	UPnP, IGMP v1/v2/v3, DNS Proxy, DHCP, NTP Client, DDNS, System Event Log
VPN Support	IPSec Pass-Through; PPTP Pass-Through; L2TP Pass-Through; OpenVPN server; PPTP client; L2TP client; OpenVPN client; PPTP server
WAN Connection Type	Internet connection type : Automatic IP, Static IP, PPPoE(MPPE supported), PPTP, L2TP
Ports	2 x 2.5G/1Gbps multi-Gig ports(configurable) 2 x Gigabit LAN ports
Features	Router app ; MU-MIMO; Traffic Analyzer; Adaptive QoS; AiProtection Pro; Parental Control; Guest Network; VPN server, VPN client; IPTV support ; Roaming Assist; OFDMA; AiMesh
Button	Pair Button, Reset Button, WPS
OS Support	Windows® 11 Windows® 10 Windows® 8.1 Windows® 8 Windows® 7 Mac OS Linux
LED Indicator	1 x Status Breathing LED 1 x Power LED
Router Special Features	Parental Control, Multiple SSIDs, Parental Control, Instant Guard, Rangeboost Plus
Operation mode	<ul style="list-style-type: none"> • Wireless router mode • Access point mode • Media bridge mode

Asus Zen WiFi Pro XT8

ASUS ZenWiFi AX (XT8)

AX6600 Tri-band Mesh WiFi 6 System

Features

- AX6600 WiFi 6 tri-band mesh system (5GHz-1 2X2 + 5GHz-2 4X4 + 2.4GHz 2X2)
- Coverage up to 5,500 Sq. ft. (2pk)
- AiProtection Pro powered by Trend Micro™
- VPN function: Instant Guard, VPN server, VPN client
- USB 3.2 Gen 1x1 (USB 3.0) port for business applications



Specifications

Network Standard	IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac, IEEE 802.11ax
Product Segment	AX6600 ultimate AX performance : 574 Mbps+ 1201 Mbps+ 4804 Mbps
Coverage	Very large homes
Data Rate	<ul style="list-style-type: none"> • 802.11b : up to 11 Mbps • 802.11a/g : up to 54 Mbps • 802.11ax (2.4GHz) : up to 574 Mbps • 802.11ax (5GHz-1) : up to 1201 Mbps • 802.11ax (5GHz-2) : up to 4804 Mbps
Antenna	Internal antenna x 6
Transmit/Receive	2.4 GHz 2x2; 5GHz-1 2x2; 5GHz-2 4x4
Memory	256MB Flash, 512MB RAM

Specifications

Encryption	WPA2-PSK, WPA-PSK, WPA-Enterprise, WPA2-Enterprise, WPS support
Management	UPnP, IGMP v1/v2/v3, DNS Proxy, DHCP, NTP Client, DDNS, System Event Log
VPN Support	IPSec Pass-Through; PPTP Pass-Through; L2TP Pass-Through; OpenVPN server PPTP client; L2TP client; OpenVPN client; PPTP server
WAN Connection Type	Internet connection type : Automatic IP, Static IP, PPPoE (MPPE supported), PPTP, L2TP
Ports	1 x 2.5G/1Gbps multi-Gig port for WAN/LAN 3 x Gigabit LAN ports 1 x USB 3.2 Gen 1x1
Features	Router app; MU-MIMO; Traffic Analyzer; Adaptive QoS; AiProtection Pro; Parental Control; Guest Network; VPN server ; VPN client; Enhanced media server AiCloud; 3G/4G data sharing; Printer Server; Download Master; AiDiskfile server; IPTV support ; Roaming Assist; OFDMA; AiMesh
Button	Pair Button, Reset Button, WPS
OS Support	Windows® 11 Windows® 10 Windows® 8.1 Windows® 8 Windows® 7 Mac OS Linux
LED Indicator	1 x Breathing LED
Router Special Features	Parental Control, AiCloud, Printer server, Download Master, AiDisk, Multiple SSIDs, Parental Control
Operation mode	<ul style="list-style-type: none"> • Wireless router mode • Access point mode • Media bridge mode