UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Modelo de redes Wifi de alta densidad para la Calidad de servicio de la conexión a internet en la EESPP SFA, Chincha, 2024

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS

AUTOR

Bach. Kevin Daniel De la Cruz Ortiz

orcid.org/0009-0001-6282-4158

ASESOR

Dr. Carlos Alcides Almidón Ortiz

orcid.org/0000-0003-1055-9724

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: ALMIDON ORTIZ CARLOS ALCIDES
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 09/09/2025 19:18:55-0500

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Plataforma TIC

Chincha, Perú, 2025

Firma de los Jurados



Firmado digitalmente por:
OSEDA GAGO DULIO
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 16/09/2025 09:47:34-0500

Ph. D. Dulio Oseda Gago
Presidente
Jurado evaluador
Facultad de Ingeniería



Firmado digitalmente por:
LARICO UCHAMACO GUIDO RAUL FIR 02443179 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 26/09/2025 05:36:03-0500

Dr. Guido Raúl Larico Uchumaco
Secretario
Jurado evaluador
Facultad de Ingeniería



Firmado digitalmente por:
ROQUE TITO EDWIN
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 16/09/2025 11:57:28-0500

Dr. Edwin Roque Tito
Vocal
Jurado evaluador
Facultad de Ingeniería

Acta de Sustentación

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

Código: F-M01.03.04-GT-003 Fecha de Aprobación: 16-10-2023	Versión: 04

FACULTAD DE INGENIERIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS

En la ciudad de Cañete, en la sala de sustentaciones N° 01 de la Facultad de Ingeniería, siendo las 09:30 horas, del día 22 de mayo del 2025, se reunió el Jurado Evaluador y el asesor, designados por DECRETO 072-2024-UI-FI/UNDC.

Presidente(a): Ph. D. Dulio Oseda Gago
Secretario (a): Dr. Guido Raúl Larico Uchamaco
Vocal :Dr. Edwin Roque Tito

Asesor : Dr. Carlos Alcides Almidón Ortiz

Para el acto de sustentación de la tesis titulada: **Modelo de redes wifi de alta densidad para la calidad de servicio de la conexión de internet en la EESPP SFA, Chincha 2024**; presentada por el Bachiller (es) **De La Cruz Ortiz Kevin Daniel** para optar al Título Profesional de Ingeniero de Sistemas.

Después de concluido el acto de sustentación y luego de que el sustentante dio respuesta a las preguntas respectivas, el Jurado Evaluador calificó la sustentación o defensa de la investigación según los siguientes criterios, y promediando las notas del jurado se obtuvo:

Criterio	Desaprobado (menor de 14)	Regular (14 -15)	Bueno (16-17)	Muy bueno (18-19)	Excelente (20)	Puntaje
Claridad de la exposición				18		
Dominio del tema				18		
Visión holística del trabajo				18		
Promedio						18

Para obtener la nota final del proceso de investigación, se procedió a calcular la nota final, según detalle:

Nota del Informe (valor 40%)	Nota de Sustentación (valor 60%)	Nota Final
16	18	17

Y, establece como calificación FINAL: 17. (...Diecisiete.....)

- Aprobado, con nota Regular (...), Bueno (X), Muy Bueno (...), Excelente (...)
- Desaprobado (...)

F-M01.03.04-GT-003Toda copia de este documento, sea del entorno virtual o del documento original en físico es considerada "copia no controlada"

Por tanto, el graduado se encuentra expedito(s) ( ), impedido(s) ( ) para realizar los trámites que corresponden a la obtención del Título Profesional de Ingeniero de Sistemas.

Siendo las 10 : 46 horas se dio por terminado el acto de sustentación.

Dr. Guido Raúl Larico Uchamaco **Secretario**	Ph. D. Dulio Oseda Gago **Presidente**	Dr. Edwin Roque Tito **Vocal**	Dr. Carlos Alcides Almidón Ortiz **Asesor**

F-M01.03.04-GT-003Toda copia de este documento, sea del entorno virtual o del documento original en físico es considerada "copia no controlada"

Dedicatoria

A mis amados padres, por su amor incondicional, su apoyo incansable y sus sabios consejos. Gracias por ser mi inspiración constante y por enseñarme a luchar por mis sueños con perseverancia y humildad. Este logro es tanto mío como suyo.

Agradecimientos

A Dios, por brindarme la fortaleza, sabiduría y bendiciones necesarias para alcanzar esta meta.

A la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública "San Francisco de Asís", por el apoyo brindado durante la realización de esta tesis y por ser un pilar fundamental en mi formación profesional.

Al Dr. Carlos Alcides Almidón Ortiz, asesor, por su valiosa guía, paciencia y conocimientos compartidos a lo largo de este proceso. Su orientación fue esencial para la culminación de este trabajo.

Índice de Contenidos

Firma de los Jurados ..... **II**

Acta de Sustentación ..... **III**

Dedicatoria ..... **V**

Agradecimientos ..... **VI**

Índice de Contenidos ..... **VII**

Índice de Figuras ..... **XI**

Índice de Tablas ..... **XIV**

Resumen ..... **XV**

Abstract ..... **XVI**

Capítulo I: Introducción **1**

1.1. Planteamiento del Problema **1**

1.2. Formulación del Problema **4**

1.2.1. Problema General **4**

1.2.2. Problemas Específicos **5**

1.3. Objetivos **5**

1.3.1. Objetivo General **5**

1.3.2. Objetivos Específicos **5**

1.4. Justificación **5**

1.4.1. Justificación Teórica **6**

1.4.2. Justificación Práctica **6**

1.4.3. Justificación Metodológica **6**

1.5. Delimitación de la Investigación **7**

1.5.1. Delimitación Teórica 7

1.5.2. Delimitación Temporal 7

1.5.3. Delimitación Espacial 7

Capítulo II: Marco Teórico 8

2.1. Antecedentes de Investigación 8

2.1.1. Artículos Científicos 8

2.1.2. Tesis Nacionales e Internacionales 10

2.2. Bases Teóricas 13

2.2.1. Variable Independiente: Redes Wifi de alta Densidad **A. Definición.** 13

2.2.2. Variable Dependiente: Calidad de Servicio 31

2.3. Definición de Términos Básicos 35

Capítulo III: Hipótesis y Variables 37

3.1. Hipótesis 37

3.1.1. Hipótesis General 37

3.1.2. Hipótesis Específica 37

3.2. Definición Conceptual de las Variables 37

3.2.1. Redes Wi-Fi de Alta densidad 37

3.2.2. Calidad de Servicio 38

3.3. Operacionalización de variable 39

Capítulo IV: Metodología 40

4.1. Enfoque de Investigación 40

4.2. Tipo de Investigación 40

4.3. Nivel de Investigación 41

4.4. Método de Investigación **41**

4.5. Diseño de Investigación **41**

4.6. Población, Muestra y Muestreo **42**

4.6.1. **Población** **42**

4.6.2. **Muestra** **43**

4.6.3. **Muestreo** **43**

4.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos **44**

4.7.1. ***Técnicas*** **44**

4.7.2. ***Instrumento*** **44**

4.7.3. ***Validez*** **44**

4.7.4. ***Confiabilidad*** **45**

4.8. Técnicas de Análisis de Datos **45**

4.9. Consideraciones Éticas **46**

Capítulo V: Resultados **47**

5.1. Resultados Descriptivos **56**

5.1.1. ***Estadísticas Descriptivas del Indicador Ancho de Banda (Mbps)*** **56**

5.1.2. ***Estadísticas Descriptivas del Indicador Retardo (ms)*** **57**

5.1.3. ***Estadísticas Descriptivas de la Variación del Retardo (ms).*** **58**

5.1.4. ***Estadísticas Descriptivas de la Pérdida de paquetes (%).*** **60**

5.2. Resultados Inferenciales **61**

5.2.1. ***Prueba de Normalidad del Ancho de Banda.*** **62**

5.2.2. ***Contrastación de la Hipótesis Específica 1, Ancho de Banda.*** **63**

5.2.3. ***Prueba de Normalidad del Indicador Retardo.*** **64**

5.2.4. Contrastación de la Hipótesis Específica 2, Retardo. 65

5.2.5. Prueba de Normalidad del Indicador 3, Variación del Retardo. 66

5.2.6. Contrastación de la Hipótesis Específica 3, Variación del Retardo. 67

5.2.7. Prueba de Normalidad del Indicador 4, Pérdida de Paquetes. 68

5.2.8. Contrastación de Hipótesis del Indicador 4, Pérdida de Paquetes. 69

Capítulo VI: Discusión 71

6.1. Respecto a la Dimensión Rendimiento 71

6.2. Respecto a la Dimensión Disponibilidad 74

6.3. Respecto al Objetivo General 75

Capítulo VII: Conclusiones 76

Capítulo VIII: Recomendaciones 77

Referencias 78

Anexos 87

Anexo 1. Matriz de Consistencia 87

Anexo 2. Instrumentos de Recolección de Datos, Fichas de Registro 89

Anexo 3. Certificados de Validez de Contenido 93

Anexo 4. Constancia de Grados y Títulos de los Validadores en SUNEDU 96

Anexo 5. Base de Datos de los Indicadores 99

Anexo 6. Autorización de la Institución para Realizar la Investigación 107

Anexo 7. Desarrollo de la Solución Tecnológica 108

Anexo 8. Constancia de similitud de Turnitin 157

Anexo 9. Autorización de Publicación en el Repositorio Institucional de la UNDC 159

Anexo 10. Artículo Científico 161

Índice de Figuras

Figura 1. Clasificación de Redes Inalámbricas..... 15

Figura 2. Ejemplo de una Topología Lógica de Red..... 22

Figura 3. Tipos de Topologías de Red..... 23

Figura 4. Topología Ad Hoc..... 24

Figura 5. Topología BSS..... 25

Figura 6. Topología ESS..... 26

Figura 7. Topología Típica de una red Wifi de Alta Densidad..... 27

Figura 8. Diseño Lógico sin Wifi de Alta Densidad. 48

Figura 9. Diseño Físico del Piso 1 sin Wifi de Alta Densidad..... 50

Figura 10. Diseño Físico del Piso 2 sin Wifi de Alta Densidad..... 50

Figura 11. Diseño Físico del Piso 3 sin Wifi de Alta Densidad..... 51

Figura 12. Cobertura de 5GHz, Piso 1 sin Wifi de Alta Densidad..... 51

Figura 13. Diseño Lógico con Wifi de Alta Densidad..... 53

Figura 14. Diseño Físico del Piso 1 con Wifi de Alta Densidad..... 54

Figura 15. Diseño Físico del Piso 2 con Wifi de Alta Densidad..... 54

Figura 16. Diseño Físico del Piso 3 con Wifi de Alta Densidad..... 55

Figura 17. Sistema de Gestión Centralizada de Red Unifi Site Manager..... 55

Figura 18. Barra Gráfica del Indicador Ancho de Banda..... 57

Figura 19. Barra Gráfica del Indicador Retardo..... 58

Figura 20. Barra Gráfica del Indicador Variación del Retardo..... 60

Figura 21. Barra Gráfica del Indicador Pérdida de Paquetes..... 61

Figura 22. Organigrama Estructural de la EESPP SFA..... 110

Figura 23. Diseño Lógico sin Wifi de Alta Densidad..... 116

Figura 24. Cobertura de 2.4GHz en el Piso 1 sin WAD..... 117

Figura 25. Cobertura de 5GHz en el Piso 1 sin WAD..... 117

Figura 26. Cobertura de 2.4GHz en el Piso 2 sin WAD..... 118

Figura 27. Cobertura de 5GHz en el Piso 2 sin WAD 118
Figura 28. Cobertura de 2.4GHz en el Piso 2 sin WAD 119
Figura 29. Cobertura de 5GHz en el Piso 3 sin WAD 119
Figura 30. Access Point U6 Lite Unifi 120
Figura 31. Switch TP-Link SG1016D 16-Port Gib. 121
Figura 32. Ancho de Banda PreTest en Iperf 122
Figura 33. Retardo PreTest en SpeedTest de Ookla 123
Figura 34. Variación de Retardo Pretest en SpeedTest de Nperf 124
Figura 35. Pérdida de Paquetes PreTest en SpeedTest de Ookla 125
Figura 36. Diseño Lógico con Wifi de Alta Densidad 127
Figura 37. UCK G2 Plus de Ubiquiti Unifi 133
Figura 38. Switch USW Pro 8 PoE de Ubiquiti Unifi 134
Figura 39. Swtich USW 16 PoE 135
Figura 40. Access Point U6 Pro de Ubiquiti Unifi 136
Figura 41. Cobertura de 2.4GHz en el Piso 1 con WAD 142
Figura 42. Cobertura de 5GHz en el Piso 1 con WAD 142
Figura 43. Cobertura de 2.4GHz con WAD 143
Figura 44. Cobertura de 5GHz en el Piso 2 con WAD 143
Figura 45. Cobertura de 2.4GHz en el Piso 3 con WAD 144
Figura 46. Cobertura de 5GHz en el Piso 3 con WAD 144
Figura 47. Gestión del Ancho de Canales y Co-canales 148
Figura 48. Ancho de Banda PostTest en Iperf 149
Figura 49. Retardo PostTest en SpeedTest de Ookla 149
Figura 50. Variación del Retardo en SpeedTest de Nperf 150
Figura 51. Pérdida de Paquetes en SpeedTest de Ookla 151
Figura 52. Dashboard del Controlador de Red Unifi 153
Figura 53. Panel de Dispositivos Unifi Network controller 153
Figura 54. Panel de Gestión de los Switches 154

Figura 55. Panel de Gestión de los Puntos de Acceso..... 155

Figura 56. Control del Ancho de Banda..... 156

Figura 57. Topología en Tiempo Real en Unifi Site Manager 156

Índice de Tablas

Tabla I. Dimensiones de Variables..... 4

Tabla II. Valores de la Intensidad de la Señal Wifi [36]..... 28

Tabla III. Requisitos de Ancho de Banda en Entornos Educativos [47]..... 33

Tabla IV. Requisitos de Retardo de Comunicación [48]..... 34

Tabla V. Requisitos de Jitter 34

Tabla VI. Operacionalización de Variables..... 39

Tabla VII. Juicio de Expertos 45

Tabla VIII. Anterior Distribución de los Puntos de Acceso (AP)..... 47

Tabla IX. Nueva Distribución de los Puntos de Acceso (AP)..... 52

Tabla X. Estadísticos Descriptivos del Indicador Ancho de banda 56

Tabla XI. Estadísticos Descriptivos del Indicador Retardo..... 57

Tabla XII. Estadísticos Descriptivos del Indicador Variación del Retardo. 59

Tabla XIII. Estadísticos Descriptivos de Pérdida de Paquetes..... 60

Tabla XIV. Prueba de Shapiro Wilk del Indicador Ancho de Banda..... 62

Tabla XV. Prueba de T Student para Pruebas Emparejadas del Indicador Ancho de banda 63

Tabla XVI. Prueba de Shapiro Wilk del Indicador Retardo. 64

Tabla XVII. Prueba T Student de Muestras Emparejadas del Indicador Retardo 65

Tabla XVIII. Prueba T Student de Shapiro Wilk del Indicador Variación del retardo. 66

Tabla XIX. Prueba T Student de Muestras Emparejadas del Indicador Variación del Retardo. 67

Tabla XX. Prueba de Normalidad del Indicador Pérdida de Paquetes 68

Tabla XXI. Prueba de Wilcoxon del Indicador Pérdida de Paquetes 69

Tabla XXII. Anterior Distribución de los APs..... 112

Tabla XXIII. Nueva Distribución de los APs 126

Tabla XXIV. Ejemplos de Máscaras de Subred..... 128

Tabla XXV. Numeración de Direcciones IP 129

Tabla XXVI. Resultados Descriptivos de los Indicadores de QoS..... 152

Resumen

El uso de internet es fundamental para el desarrollo de la educación, ya que facilita el acceso a la información, la comunicación y la generación de nuevo conocimiento. Por ende, un diseño inadecuado de la red WiFi la afecta de manera negativa. Es por ello que el objetivo general fue determinar de qué manera el modelo de redes Wifi de alta densidad mejora la Calidad de servicio de la conexión a internet en la EESPP "San Francisco de Asís" de la provincia de Chincha. Se empleó la metodología Top – Down de Cisco como marco de trabajo para el desarrollo de la solución tecnológica. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo de tipo aplicado, empleando un diseño pre-experimental. La muestra estuvo conformada por 21 hosts de medio inalámbrico seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Para la recolección de datos, se utilizó la técnica de fichaje con fichas de registro como instrumento. Los resultados mostraron que el modelo aumentó el ancho de banda, pasando de 0.483 Mbps a 2.1 Mbps, lo que representó un aumento del 334.78%. Asimismo, el retardo se redujo de 194.09 ms a 46.4 ms, evidenciando una disminución del 76.09%. La variación del retardo también disminuyó, pasando de 49.63 ms a 2.04 ms, lo que equivalió a una reducción del 95.89%. Por último, la pérdida de paquetes disminuyó de un promedio de 10.22 % a 0% de paquetes perdidos, lo que supuso una reducción del 100%. Finalmente, se concluyó que el modelo mejoró la Calidad de Servicio de la conexión a internet.

Palabras clave: redes Wifi de alta densidad, ancho de banda, retardo, variación de retardo, pérdida de paquetes.

Abstract

The use of the Internet is essential for the development of education, as it facilitates access to information, communication and the generation of new knowledge. Therefore, an inadequate design of the WiFi network affects it negatively. That is why the general objective was to determine how the high-density WiFi network model improves the quality of service of the Internet connection at the EESPP in Chincha. Cisco's Top-Down methodology was used as a framework for the development of the technological solution. The research adopted an applied quantitative approach, using a pre-experimental design. The sample consisted of 21 wireless hosts selected using non-probability convenience sampling. For data collection, the registration technique with registration cards was used as an instrument. The results showed that the model increased the bandwidth, going from 0.483 Mbps to 2.1 Mbps, which represented an increase of 334.78%. The delay was also reduced from 194.09 ms to 46.4 ms, which is a 76.09% decrease. The delay variation also decreased, from 49.63 ms to 2.04 ms, which is equivalent to a 95.89% reduction. Finally, packet loss decreased from an average of 10.22% to 0% of lost packets, which is a 100% reduction. Finally, it was concluded that the model improved the Quality of Service of the Internet connection.

Keywords: high density Wifi networks, bandwith, delay, jitter, loss.

Capítulo I: Introducción

1.1. Planteamiento del Problema

En el presente, internet se ha convertido en el mayor acceso a servicios de telecomunicaciones y fuentes de información del mundo, su importancia en la actualidad se manifiesta en múltiples áreas como la comunicación, educación, trabajo, información, economía, innovación y entretenimiento [1]. Hadush et al. [2] menciona que "el aumento del uso de Internet impone la necesidad de una mayor confiabilidad de la red, una mejor comunicación entre las partes y una alta calidad de servicio". En ese sentido, las organizaciones requieren mejores capacidades de conectividad para manejar un gran tráfico de datos y aumentar el rendimiento [3].

La expansión y el uso de las redes inalámbricas WiFi han revolucionado la forma en que se llevan a cabo las comunicaciones, permitiendo la conexión entre personas en cualquier parte del mundo. Estas redes han convertido a las nuevas tecnologías en herramientas esenciales para optimizar las labores y actividades de las organizaciones. Esto resulta especialmente relevante en el sector educativo, donde, al tratarse de un servicio de interés social, es fundamental gestionar los recursos de manera eficiente. En este sentido, un diseño adecuado de la red WiFi puede incrementar significativamente la satisfacción de los usuarios [4].

En este contexto, diversos autores sostienen que el uso de internet está estrechamente vinculado al desarrollo de este ámbito, ya que facilita el acceso a la información, la comunicación y la generación de nuevo conocimiento [5]. Por lo tanto, resulta indispensable que las instituciones educativas cuenten con una calidad óptima en el servicio de su red de datos.

A nivel global, la Calidad de Servicio (QoS) en las redes WiFi enfrenta desafíos significativos debido a la creciente demanda de ancho de banda y el aumento exponencial de dispositivos conectados. Factores como la congestión de la red, la falta de infraestructura adecuada y la ausencia de políticas eficientes de gestión del tráfico de datos afectan

negativamente la experiencia y satisfacción de los usuarios [6]. Esta problemática es especialmente evidente en entornos de alta densidad, como campus universitarios, aeropuertos y centros de convenciones, donde el rendimiento de la red se ve comprometido durante picos de uso [7]. Bajo esta perspectiva Rath et al. [8] menciona que el control de la congestión del tráfico es una cuestión importante que apunta hacia el logro de la Calidad de servicio (QoS).

Un caso representativo sucedió en Albany State University en el estado de Georgia, Estados Unidos [9], donde los entornos de alta densidad abundaban con centros de estudiantes muy concurridos, y por ende existía una congestión de tráfico de red, lo que afectaba de manera negativa su rendimiento. Para solucionarlo, el equipo de TI de la institución implementó estrategias avanzadas de gestión centralizada en la nube y WiFi 6, logrando optimizarla y distribuir adecuadamente el tráfico de datos.

En el contexto nacional, desde la época de la pandemia COVID 19 las instituciones de educación pública han sufrido importantes impactos, entre los cuales destaca el aspecto de la modalidad de provisión del servicio educativo, es decir, que el Perú se encuentra rezagado con respecto a un internet de calidad en sus instituciones de educación pública [10]. Por lo cual ocasiona que las comunidades educativas no gocen de una red estable, dificultando así sus accesos a los servicios de información y comunicación.

Incluso los COAR (Colegio de Alto Rendimiento) sufren problemas con la Calidad de Servicio de la conexión a internet. Ello se evidencia en el siguiente caso de estudio de Pérez [11] realizado en Huancavelica, donde destacó la problemática de que la red Wifi de la institución había sido diseñada como una doméstica, sin dispositivos intermedios administrables, sin evaluación previa de la ubicación de los puntos de acceso (AP), y un cableado ethernet expuesto a vulnerabilidades. Como solución implementó un nuevo diseño basado en Wifi Mesh. Los resultados mostraron mejoras significativas: la velocidad de carga aumentó de 3.02 a 14.65 Mbps y la de descarga de 1.43 a 13.71 Mbps, el tiempo de respuesta de los paquetes se redujo de 708.07 ms a 74.81 ms y la pérdida de paquetes disminuyó del 30%

al 4%. En conclusión, la red Mesh tuvo un impacto positivo considerable en la Calidad del Servicio de la red de datos.

La Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública (EESPP) “San Francisco de Asís”, la cual se dedica a la formación de docentes, ubicada en el distrito de Chincha Alta, en la provincia de Chincha, enfrenta un problema significativo relacionado con su segundo ISP (Proveedor de Servicios de Internet). La institución cuenta con un plan de 1000 Mbps de ancho de banda para esta línea dedicada exclusivamente para el uso de los estudiantes, la cual transmite los paquetes de datos principalmente a través de Puntos de Acceso (AP) que están desplegados en su infraestructura. Sin embargo, este servicio brindado ha comenzado a experimentar congestión en el tráfico de red, es decir, una alta densidad de usuarios.

Las principales causas de esta situación, con base en los conocimientos científicos [12], incluyen la saturación de la red debido al exceso de usuarios simultáneos; el uso intensivo de aplicaciones que demandan un gran ancho de banda, como el streaming de videos o la descarga de archivos pesados; y una infraestructura de red insuficiente para soportar el volumen de tráfico generado por todos los usuarios. Además, la institución carece de políticas adecuadas para el uso eficiente de su red local, y no dispone de un personal especializado en el área de redes para monitorear y gestionar el tráfico de datos.

A continuación, se destacan las consecuencias específicas de la congestión de tráfico que padecen los estudiantes: Lentitud en la velocidad de internet; una latencia elevada, es decir, retrasos en la comunicación de tiempo de respuestas; pérdida de paquetes que no llegan a sus destinos; caídas de la red que ocasionan la interrupción de las actividades de los estudiantes como su acceso a la información en línea o servicios de mensajería como Whatsapp; y el acaparamiento del Ancho de Banda.

De entre todos los problemas específicos anteriormente descritos, el acaparamiento del Ancho de banda es el que más aqueja a la mayoría de estudiantes. Esto ocurre cuando los primeros usuarios que se conectan a la red Wi-Fi, especialmente en una con múltiples puntos

de acceso, utilizan una parte significativa del ancho de banda disponible, dejando menos recursos para los usuarios que se conectan posteriormente. Como resultado, estos últimos experimentan una calidad de servicio deteriorada, con alta latencia y velocidades de conexión más lentas [13]. En síntesis, muchos usuarios tienen una experiencia negativa con la Calidad de servicio de la conexión a internet y solo unos cuantos lo pueden aprovechar de manera eficiente.

Este escenario ha originado constantes reclamos de la comunidad estudiantil hacia la alta Dirección de la institución para que solucione los problemas de su conectividad a internet.

En resumen, la situación problemática de esta investigación se centra en la Calidad de Servicio de la conexión a internet del presente año 2024, la cual se ve afectada por la congestión de tráfico de red. De tal manera que la implementación del modelo de Redes Wifi de Alta densidad mejoraría la resolución de los parámetros de la Calidad de Servicio, los cuales son el Ancho de Banda, la latencia (retardo), fluctuación (variación del retardo), y pérdida de paquetes; debido a que este despliegue permitiría una mayor cobertura en el espacio, así como la gestión centralizada de la red, y de nuevos dispositivos intermedios que puedan soportar el volumen de tráfico generado por los usuarios. De este modo todos los estudiantes de la casa de estudios podrán aprovechar por igual el mismo rendimiento y disponibilidad.

1.2. Formulación del Problema

Tabla I.
DIMENSIONES DE VARIABLES

VI: Redes Wifi de Alta densidad	**VD: Calidad de Servicio**
VID: Modelo de red	VDD1: Rendimiento VDD2: Disponibilidad

1.2.1. Problema General

¿De qué manera el modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad mejora la Calidad de Servicio de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024?

1.2.2. Problemas Específicos

i. ¿De qué manera el modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad incrementa el Ancho de banda de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024?

ii. ¿De qué manera el modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad disminuye el Retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024?

iii. ¿De qué manera el modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad disminuye la Variación de retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024?

iv. ¿De qué manera el modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad disminuye la Pérdida de paquetes de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar de qué manera el modelo de Redes Wi-fi de alta densidad mejora la Calidad de Servicio de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

1.3.2. Objetivos Específicos

i. Determinar de qué manera el modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad incrementa el Ancho de banda de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

ii. Determinar de qué manera el modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad disminuye el Retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

iii. Determinar de qué manera el modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad disminuye la Variación de retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

iv. Determinar de qué manera el modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad disminuye la Pérdida de paquetes de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

1.4. Justificación

Para realizar este estudio, se requiere respaldarlo por las siguientes justificaciones detalladas a continuación:

1.4.1. Justificación Teórica

En el ámbito de la investigación, se considera que existe una justificación teórica cuando el objetivo del estudio es promover la reflexión y el debate académico en torno al conocimiento ya establecido, cuestionar una teoría, comparar resultados o examinar la epistemología del conocimiento existente. Además, si el propósito de una investigación es demostrar las aplicaciones de una tecnología de red, entonces se está realizando una justificación teórica [14].

En este sentido, las Redes WiFi de Alta densidad para la Calidad de servicio de la conexión a internet en la EESPP "San Francisco de Asís" tiene implicaciones teóricas significativas dado que permite examinar y comparar los resultados de su aplicabilidad por medio de su ejecución. Además, pretende difundir las ventajas considerables de cómo el control del tráfico de red que busca contribuir en su utilidad a las organizaciones por medio de la calidad de servicio de la red de datos. Asimismo, busca aportar más conocimiento a la literatura existente de este concepto. Finalmente, la información obtenida de esta tesis servirá de sustento para futuras investigaciones de similar índole.

1.4.2. Justificación Práctica

Se considera práctica porque implica que el estudio está destinado a resolver un problema o propone estrategias que puedan ayudar a resolverlos [14]. En esa misma línea, las Redes Wifi de Alta densidad en la EESPP "San Francisco de Asís" de la provincia de Chincha, se traduce en una influencia significativa en la calidad de servicio en los de los hosts de los estudiantes, lo que facilita una comunicación y acceso a la información más eficiente y, en última instancia, redunda en un servicio de mayor calidad para la comunidad educativa.

1.4.3. Justificación Metodológica

En el ámbito de la investigación científica, la justificación metodológica de un estudio se establece cuando el proyecto a realizar propone un nuevo

enfoque o estrategia que contribuya a la generación de conocimiento válido y fiable [14]. En este sentido, desde el punto de vista metodológico, este estudio utiliza un diseño experimental con carácter preexperimental y un enfoque cuantitativo. Esto garantiza la obtención de datos cuantitativos precisos sobre el impacto de este este diseño de redes Wifi de Alta densidad, lo que contribuirá a una mejor comprensión de su eficacia.

1.5. Delimitación de la Investigación

1.5.1. Delimitación Teórica

Se aplica las Redes Wifi de Alta densidad, como base fundamental para influir sobre el análisis de los indicadores de la Calidad de servicio de la conexión a internet, los cuales son el ancho de banda, retardo, variación de retardo, y pérdida de paquetes. Esto con el fin de evaluar dicha variable dependiente por medio de la manipulación de la variable independiente sobre esta. Para ello se ha optado por el método hipotético deductivo.

1.5.2. Delimitación Temporal

Dentro de la delimitación temporal la investigación fue desarrollada durante el presente año 2024.

1.5.3. Delimitación Espacial

La investigación sobre las Redes Wifi de Alta densidad para la Calidad de Servicio fue desarrollada en la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública “San Francisco de Asís”, ubicada en la provincia de Chincha, en el distrito de Chincha Alta. Enfocada en su red de internet de los estudiantes de dicha institución.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes de Investigación

2.1.1. Artículos Científicos

En primer lugar, Rianto et al. (2023) [15] en su artículo titulado *"Analysis of quality of service (QoS Wi-fi network in UNNES digital center building using Wireshark"* [Análisis de la Calidad de Servicio (QoS) de la red Wi-fi en el edificio del centro digital UNNES usando Wireshark], el objetivo de la investigación fue averiguar la rapidez y la calidad de la red de Internet proporcionada por el Centro Digital UNNES, para apoyar el proceso de aprendizaje basado en lo digital de la Universidad Estatal de Semarang. Se utilizó el método del modelo basado en el análisis de la Calidad de Servicio (QoS) para el monitoreo de la red, y se empleó el software Wireshark como herramienta principal para obtener los datos necesarios para analizar el rendimiento, la pérdida de paquetes, el retraso y la fluctuación de la red. Los resultados mostraron que la calidad de la red de Internet del Centro Digital UNNES era muy buena y adecuada para las actividades de aprendizaje digital, con un rendimiento (ancho de banda) de red de 6122,37 kbits/s, una pérdida de paquetes de 0,7%, un retraso de 214 ms (considerado moderado o bastante bueno) y un jitter de 0,511 ms. La investigación concluyó que el acceso a Internet en el Centro Digital UNNES es suficiente y adecuado para soportar las aplicaciones digitales en los procesos de aprendizaje, demostrando que la infraestructura de red del centro cumple con los requisitos necesarios para un campus digital inteligente.

En esa misma línea, se tiene a Alhari & Lubis (2023) [16] en su artículo titulado *"Quality of Service (QoS) Wifi Network Study Case: Telkom University Dormitory Hall"* [Caso de estudio de red Wifi sobre Calidad de servicio (QoS): Dormitorios de la Universidad de Telkom], El estudio tuvo como objetivo estabilizar el uso del ancho de banda mediante el protocolo SNMP, distribuir las velocidades de carga y descarga uniformemente y mejorar la calidad del servicio (QoS) evaluando parámetros como

rendimiento, retraso, fluctuación y pérdida de paquetes. Utilizando el Ciclo de Vida de Desarrollo de Red (NDLC) como metodología, se gestionó el ancho de banda para mantener la estabilidad de la red, distribuir el tráfico equitativamente y asegurar la conectividad. Los resultados cuantitativos obtenidos indican un rendimiento promedio de 782 ms, un retraso de 6,31 ms, una pérdida de paquetes del 0,009% y un jitter de 0,006 ms, medidos durante pruebas de streaming, reuniones virtuales y acceso a LMS. Estos valores clasifican el desempeño de la red inalámbrica en el dormitorio de la Universidad Telkom en la categoría excelente según los estándares TIPHON. La investigación concluye que las instalaciones de Internet proporcionadas por la Universidad Telkom son de alta calidad y muy satisfactorias, demostrando el compromiso de Telkom en ofrecer las mejores instalaciones para estudiantes, profesores y personal.

Asimismo, Alcívar et al. (2021) [17] en su artículo titulado "Diseño de redes para Instituciones Académicas con criterios de QoS". La investigación académica tuvo por objetivo proponer un diseño topológico con enlaces redundantes y eficientes, fundamentado en la Calidad de Servicio (QoS), para mejorar el rendimiento de redes con una estructura heterogénea en términos de crecimiento. Se empleó la metodología Top – Down de Cisco, donde esta implicó el análisis de distintos mecanismos de QoS en una red simulada del campus utilizando Opnet Modeler, con el fin de determinar el mecanismo más adecuado. Los resultados revelaron que el mecanismo de Weighted Fair Queuing (WFQ) es el más idóneo para esta configuración, puesto que hubo una mejora significativa en lo que respecta a la latencia. Se observó una mínima pérdida de paquetes en la red simulada. Además, la implementación de enlaces redundantes mejora un 70% en la red propuesta en contraste con la actual. Como conclusión, la red logró funcionar de manera óptima.

Por último, Azamuddin et al. [18] en su trabajo titulado *"Quality of Service (QoS) Managment for Local Area Network (LAN) using Traffic Policy Technique to*

secure Congestion" [Gestión de la Calidad de servicio (QoS) para la Red de Área Local (LAN) utilizando la Técnica de política de tráfico para protegerse de la Congestión] en la revista *Computers*, donde el objetivo del artículo fue descubrir los problemas que originan la congestión para posteriormente proponer un método que solucione dichas complicaciones. Esta investigación fue de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo, se utilizó una encuesta a la población del lugar para determinar las causas de la congestión de la red, así como el análisis del tráfico. Aparte, se planteó tres métodos de prueba para determinar cuál daba mejores resultados, los cuales eran: Sin clasificación y política, clasificación del tráfico, y vigilancia del tráfico. Los resultados determinaron que las causas del problema eran un alto nivel de latencia y velocidad lenta, es decir, mala conexión. Por último, el método de vigilancia de tráfico reveló ser más eficiente para la comunicación TCP. En conclusión, este método demostró superar la congestión de la red, por lo que logró estabilizar las conexiones LAN y tener una utilización de alto rendimiento.

2.1.2. Tesis Nacionales e Internacionales

En el ámbito nacional, se tiene a Ormachea (2021) [19] en su tesis titulada "Modelo de Gestión del tráfico de red en la Calidad de servicio (QoS) WAN en la EPS EMAPAT 2021", la investigación tenía como objetivo definir la influencia de un modelo de gestión de tráfico (basado en el balanceo de cargas con Mikrotik) de red en la calidad de servicio (QoS) WAN proporcionado por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (EPS EMAPAT S.A) de Tambopata, Perú, en el año 2021. La metodología fue de una investigación de tipo aplicada con enfoque cuantitativo, con un diseño experimental. La población estudiada constó de 120 hosts (terminales), seleccionados mediante un muestreo no probabilístico que incluyó a 16 hosts. Los resultados indicaron mejoras significativas en la gestión de la tasa de transferencia, que aumentó de 647,25 kbps a 4.592,19 kbps, representando un incremento del 609,49%. Asimismo, se observó una reducción en el retardo de paquetes, disminuyendo de

1.405,13 ms a 87,44 ms (reducción del 93,77%); en la variación del retardo de paquetes, que pasó de 60 ms a 0,49 ms (disminución del 99,12%); y en la pérdida de paquetes, que disminuyó de 9,88 a 1,50 paquetes perdidos promedio, una reducción del 84,82%. En conclusión, se tuvo que el modelo de gestión de tráfico de red basado en balanceo de cargas de Mikrotik, maximiza el uso de recursos y acceso a internet, incluso minimiza los gastos de contratación con mayor ancho de banda.

Por otro lado, Quezada (2021) [20] en su tesis titulada "Diseño de una Red FTTH mediante el Estándar GPON para la mejora de la Calidad de servicio de Internet en los hogares en el distrito de Chorrillos", donde destacó la problemática sobre la falta de una red de fibra óptica en determinadas zonas del Perú. El objetivo de su trabajo de investigación fue diseñar una red FTTH por medio del estándar GPON para mejorar la calidad de servicio del internet de los clientes de las Av. Defensores del Morro y Av. Los Faisanes del distrito de Chorrillos. La metodología trató de una investigación de tipo aplicada con enfoque cuantitativo. Los resultados revelaron que la implementación del diseño de esta red de fibra óptica permitió a los usuarios mejorar sus velocidades de descarga y subida en el acceso de sus anchos de banda, de la misma manera poseer una red *backup* que permite la redundancia y disponibilidad del servicio de la red principal ante problemas de caídas de enlaces. Como conclusión se logró diseñar la red FTTH con tecnología GPON para los habitantes del lugar.

En el panorama internacional, se tiene a Narváez (2022) [21] en su tesis de maestría titulada "Modelo de optimización para la Calidad de servicio (Quality of Service, QoS) en redes Wi-fi (802.11AX) aplicando programación multiobjetivo"; el autor planteó la problemática de que cada día aumenta el número de usuarios de redes Wi-fi (802.11AX) a causa de la evolución de las aplicaciones, originando dificultades como disponer de un menor ancho de banda, retardos y pérdidas de paquetes. Por lo que se hace necesario mejorar la Calidad de servicio por medio del uso de sistemas de gestión. El objetivo del trabajo fue desarrollar un modelo matemático mediante la

recopilación de información utilizando la programación lineal multiobjetivo para la QoS (Calidad de Servicio) de las redes inalámbricas. La metodología empleada fue de una investigación de tipo aplicada con enfoque cuantitativo, con un diseño experimental. Los resultados determinaron que el modelo puede transmitir más información (bits) y al mismo tiempo aumentar la velocidad pico y la eficiencia espectral, así como aprovechar mejor el espectro radioeléctrico de los puntos de acceso. En conclusión, se logró desarrollar el modelo multiobjetivo para redes Wi-fi (802.11AX), el cual tiene los beneficios de garantizar mejor cobertura, optimizar recursos, acceso a la red, y satisfacción de los usuarios.

Finalmente, Carracedo (2021) [22] en su tesis titulada "Diseño de una Red Wifi de Alta densidad para un edificio singular", destacó las problemáticas del cambio en los paradigmas educativos hacia modelos online que requieren una buena señal WiFi para soportar clases en formato streaming, y que las aulas y biblioteca del edificio no estaban equipadas con una infraestructura de red capaz de soportar la alta densidad de estudiantes. En ese sentido el objetivo general de la investigación fue diseñar una red WiFi de alta densidad para el edificio singular y que satisfaga las necesidades de los estudiantes y se adapte al entorno educativo. La metodología empleada fue teórico - práctico. Los resultados arrojaron un diseño de la red WiFi para la biblioteca de Campus Sur, seguido de ajustes basados en mediciones y análisis del entorno físico y la red actual. El estudio concluyó en que la implementación de este diseño es posible, partiendo de que es muy necesario una planificación de *Access Points* a fin de tener un mínimo de interferencias; así como que el estándar 802.11ax con tecnologías OFDMA demuestra ser superior frente a las bandas de 2.4 GHz; por último, la herramienta Ekahau fue de gran apoyo puesto que permitió simular de forma sencilla la red y determinar su eficiencia.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Variable Independiente: Redes Wifi de alta Densidad

A. Definición.

De acuerdo con Cisco Networking (2024) [23] indica que son aquellas redes diseñadas estratégicamente para soportar un gran número de dispositivos y usuarios en un área limitada, como auditorios, estadios, o campus universitarios. Estas redes requieren una planificación y configuración avanzada para manejar la congestión del tráfico y asegurar una conectividad confiable. La optimización incluye la gestión eficiente del espectro, el ajuste de los canales y la potencia de transmisión, y la implementación de puntos de acceso adicionales para asegurar una cobertura adecuada. Por otra parte, Bravo (2022) [7] menciona que las redes Wi-Fi de alta densidad son áreas con un gran número de dispositivos conectados a puntos de acceso (APs) en un espacio físico reducido, donde todos los dispositivos comparten un único dominio de colisión. Además, añade que la creciente cantidad de dispositivos BYOD ("*Trae tu propio dispositivo"*) ha incrementado la demanda de este tipo de redes, las cuales pueden manejar entre cincuenta y quinientos dispositivos por celda. Por lo tanto, el aspecto crucial en este tipo de implementación es la capacidad de proporcionar conectividad a un gran número de personas que están muy cerca unas de otras.

B. Dimensiones.

- ✓ **Modelo de red**

  Se denomina Modelo de red a a aquellos modelos en los que participan tanto orígenes como destinos [24]. En ese sentido, un modelo de red de comunicación es una representación del flujo de información o comunicación entre diferentes entidades. Ejemplos de esto incluyen Internet, redes informáticas y redes sociales. En estos modelos, los nodos simbolizan entidades como computadoras o usuarios, mientras que los bordes representan los canales de comunicación o conexiones entre ellos [25].

C. Indicadores.

- ✓ **0 = Sin redes Wifi de Alta densidad**

  Es el diseño lógico y físico de la red que utilizan los estudiantes de la EESPP “San Francisco de Asís” antes de la implementación del modelo.

- ✓ **1 = Con redes Wifi de Alta densidad**

  Es el nuevo diseño lógico y físico de la red implementado, que ahora utilizan los estudiantes de la EESPP “San Francisco de Asís”.

Teorías

- ✓ **Redes Inalámbricas**

  Las redes inalámbricas, al emplear ondas de radio para conectar dispositivos, eliminan la necesidad de cables. Entre los dispositivos comúnmente conectados a través de estas redes se incluyen ordenadores portátiles, de escritorio, netbooks, asistentes digitales personales (PDA), teléfonos móviles, tablets y dispositivos de localización. A pesar de operar de manera similar a las redes cableadas, las redes inalámbricas deben convertir las señales de información a una forma apta para la transmisión aérea.

  Estas redes son multifuncionales: pueden sustituir redes cableadas o proporcionar acceso a datos corporativos desde ubicaciones remotas. La construcción de infraestructura inalámbrica es generalmente más económica en comparación con las alternativas cableadas tradicionales. Sin embargo, el ahorro monetario es solo uno de los beneficios, ya que ofrecer acceso fácil y económico a la información beneficia directamente a la comunidad. El acceso eficiente a la red mundial de información ahorra tiempo y esfuerzo, incrementando la productividad y, por ende, generando riqueza local.

  Además, la tecnología inalámbrica permite la conexión sin complicaciones de dispositivos remotos, independientemente de la distancia, ya sea de unos metros o varios kilómetros, sin necesidad de instalaciones físicas

complejas como pasar cables o romper paredes. Esta facilidad ha popularizado y extendido rápidamente el uso de redes inalámbricas.

Asimismo, existen diversas tecnologías inalámbricas que varían en frecuencia de transmisión, velocidad y alcance. Sin embargo, la regulación del espectro electromagnético es crucial debido a la susceptibilidad de las ondas a interferencias. Adicionalmente, estas no se confinan fácilmente a áreas geográficas limitadas, lo que permite a hackers interceptar datos no codificados. Por tanto, es esencial implementar medidas de seguridad para garantizar la privacidad de los datos transmitidos a través de redes inalámbricas [26].

- ✓ **Tecnologías Inalámbricas**

Las redes inalámbricas se dividen en cuatro categorías principales basadas en su aplicación y alcance de señal [1-3]: redes inalámbricas de área personal (WPAN), redes inalámbricas de área local (WLAN), redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN) y redes inalámbricas de área amplia (WWAN).

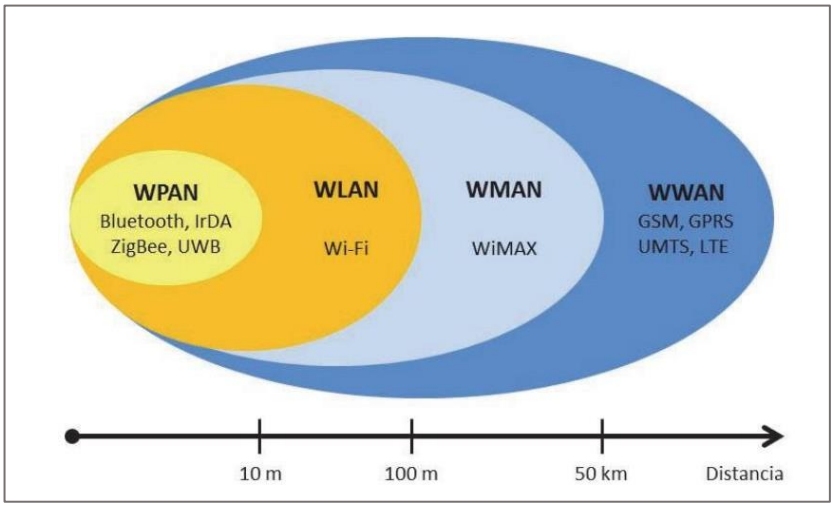


Figura 1. Clasificación de redes inalámbricas *[26]*.

La figura 1 presenta una jerarquía representativa del alcance de las redes inalámbricas en función con sus distancias de cobertura.

- **Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN)**

  Las redes inalámbricas de área personal (WPAN) están basadas en el estándar IEEE 802.15 y permiten la comunicación a distancias muy cortas, aproximadamente 10 metros. A diferencia de otras redes inalámbricas, las conexiones WPAN suelen requerir poca o ninguna infraestructura externa, centrando la conectividad en el enlace establecido. Esto facilita soluciones compactas, energéticamente eficientes y de bajo costo, aplicables a una amplia gama de dispositivos como teléfonos inteligentes y PDAs.

  Las WPAN se caracterizan por su bajo consumo de energía y baja velocidad de transmisión, y utilizan tecnologías como Bluetooth, IrDA, ZigBee y UWB. En términos de aplicaciones, Bluetooth se usa para dispositivos como ratones, teclados y manos libres; IrDA está diseñado para enlaces punto a punto entre dos dispositivos para transferencias de datos simples y sincronización de archivos; ZigBee es ideal para redes inalámbricas confiables destinadas al seguimiento y control de procesos; mientras que UWB está orientado a enlaces multimedia de gran ancho de banda.

- **Redes Inalámbricas de Área Local (WLAN)**

  Las redes inalámbricas de área local (WLAN) están diseñadas para proporcionar acceso inalámbrico en áreas con un rango típico de hasta 100 metros y se utilizan principalmente en hogares, escuelas, salas de ordenadores o entornos de oficina. Esto permite a los usuarios moverse dentro de una zona de cobertura local y permanecer conectados a la red [2, 5]. Las WLAN se basan en el estándar IEEE 802.11 y se comercializan bajo la marca Wi-Fi. Debido a la competencia, otros estándares como HIPERLAN no lograron una amplia aplicación comercial, ya que el

estándar IEEE 802.11 fue más fácil de implementar y llegó más rápido al mercado.

- **Redes Inalámbricas de Área Metropolitana (WMAN)**

  Las redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN) conforman el tercer grupo de redes inalámbricas. Estas redes se basan en el estándar IEEE 802.16, conocido comúnmente como WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access). WiMAX es una tecnología de comunicación con arquitectura punto a multipunto, diseñada para ofrecer una alta velocidad de transmisión de datos a través de redes inalámbricas metropolitanas. Esto permite interconectar redes LAN inalámbricas más pequeñas mediante WiMAX, creando una gran WMAN, y posibilitando la conexión entre ciudades sin la necesidad de cableado costoso.

  WiMAX es similar a Wi-Fi, pero ofrece cobertura en distancias mayores. Mientras que Wi-Fi proporciona cobertura en áreas relativamente pequeñas, como oficinas o puntos de acceso, WiMAX opera en dos bandas de frecuencia: una combinación de bandas con y sin licencia, que van de 2 GHz a 11 GHz y de 10 GHz a 66 GHz. Puede alcanzar velocidades de transmisión cercanas a 70 Mbps en distancias de hasta 50 km, sirviendo a miles de usuarios desde una sola estación base, como se ilustra en la Figura 1.7. Gracias a su capacidad para operar en dos bandas de frecuencia, WiMAX puede funcionar con y sin línea de visión directa. En el rango de frecuencias de 2 a 11 GHz, funciona sin línea de visión directa, permitiendo que un dispositivo dentro de un edificio se comunique con una antena exterior. Las transmisiones en frecuencias bajas no son fácilmente afectadas por obstáculos físicos, mientras que las transmisiones en frecuencias más altas se utilizan en aplicaciones con línea de visión directa, permitiendo la comunicación entre torres/antenas a mayores distancias.

- **Redes Inalámbricas de Área Amplia (WWAN)**

  Las redes inalámbricas de área amplia abarcan distancias superiores a 50 kilómetros y generalmente operan en frecuencias con licencia. Estas redes pueden cubrir grandes regiones, como ciudades o incluso países, mediante múltiples sistemas de satélites o antenas gestionadas por proveedores de servicios de Internet. Principalmente, se utilizan dos tecnologías para este tipo de redes: la telefonía móvil y los satélites.

✓ **El Estándar IEEE 802.11**

El estándar IEEE 802.11 es un conjunto de especificaciones para el control de acceso al medio (MAC) y la capa física (PHY) en redes inalámbricas de área local, operando en las bandas de frecuencias de 2,4 GHz, 5 GHz y 60 GHz. Estas especificaciones son desarrolladas y actualizadas por el grupo de trabajo IEEE 802.11. La versión inicial del estándar fue publicada en 1997 y ha sido modificada en versiones posteriores. Este estándar y sus enmiendas son la base de los productos de redes inalámbricas que utilizan la marca Wi-Fi.

La familia de normas de este estándar provocó una revolución en las redes inalámbricas, con una influencia que se espera continúe en el futuro. Además de ser utilizado en edificios y hogares, se ha implementado en lugares como plazas, trenes, aviones, barcos y automóviles, permitiendo a las personas acceder a Internet en prácticamente cualquier lugar. No obstante, este estándar por sí solo no cubre todas las necesidades de conectividad, por lo que el instituto IEEE ha desarrollado varias extensiones para abordar diferentes escenarios de comunicación.

- **Estándar IEEE 802.11 a y b**

  A finales de septiembre de 1999 se introdujo el estándar IEEE 802.11b, que ofrece una velocidad de transmisión de hasta 11 Mbps en la frecuencia de 2.4 GHz con un ancho de banda de 20 MHz. Este estándar

utiliza la modulación de espectro ensanchado por secuencia directa (DSSS) y la tecnología SISO (Simple Input, Single Output), que emplea una única antena tanto para la transmisión como para la recepción. Sin embargo, debido a su funcionamiento en el rango de 2.4 GHz, es más susceptible a la interferencia.

Para abordar esta limitación, se desarrolló el estándar IEEE 802.11a, que opera en la frecuencia de 5 GHz y también utiliza un ancho de banda de 20 MHz (Abdelrahman et al., 2015). Este estándar se basa en la modulación OFDM (Multiplexión por División Ortogonal de Frecuencia), una técnica de espectro expandido que distribuye la información en pequeños paquetes transmitidos simultáneamente a través de múltiples canales.

Los estándares 802.11a y 802.11b no son compatibles entre sí, ya que operan en diferentes rangos de frecuencia y tienen características de cobertura, capacidad y calidad inferiores en comparación con otros estándares [27].

- **Estándar 802.11 g**

  En junio de 2003 se presentó el nuevo estándar de modulación 802.11g, el cual utiliza la banda de 2.4 GHz y puede alcanzar velocidades de hasta 54 Mbps. A diferencia del estándar 802.11b, el 802.11g puede usar opcionalmente la tecnología OFDMA en lugar de DSS. No obstante, surgió un problema adicional que afecta al rendimiento de la capa MAC. Se ha demostrado que, a velocidades de datos más altas, el rendimiento de la capa MAC puede disminuir entre un 40% y un 50% respecto a la velocidad máxima debido a la sobrecarga provocada por los encabezados de enlace, lo que afecta negativamente al rendimiento [27].

- **Estándar 802.11 n**

  El estándar 802.11n se caracteriza por el uso de múltiples antenas

para acelerar la transmisión de datos, con el objetivo de mejorar la capacidad de la red en comparación con los estándares anteriores. Este estándar incrementó significativamente la velocidad de transferencia de datos, pasando de 54 Mbps a 600 Mbps, y puede operar en dos bandas de frecuencia: 2.4 GHz y 5 GHz.

El 802.11n introduce diversas mejoras en las capas físicas y MAC para optimizar el rendimiento. Además, incorpora la técnica de modulación OFDMA y la tecnología MIMO (Múltiples Entradas y Múltiples Salidas), que permiten una mayor velocidad en las tasas de datos gracias al uso de múltiples antenas y canales de transmisión y recepción. Una de las ventajas de este estándar sobre versiones anteriores es su compatibilidad, lo que significa que los usuarios solo necesitan un adaptador Wi-Fi integrado para conectarse a la red [27].

- **Estándar 802.11 ac**

El estándar 802.11ac está diseñado para ofrecer un rendimiento combinado de al menos 1 Gbps en la banda de 5 GHz. Esta mejora en el rendimiento se logra mediante la implementación de nuevas tecnologías en las capas físicas (PHY) y de control de acceso al medio (MAC), que incluyen un mayor ancho de banda de canal, un esquema de modulación mejorado, transmisiones de múltiples entradas en el enlace descendente (MU-MIMO), y un mecanismo de agregación de tramas obligatorias (Mosquera, 2019). Estas innovaciones permiten una mayor velocidad y aumentan el número de clientes que pueden estar conectados simultáneamente a una red inalámbrica. La tecnología MU-MIMO es particularmente beneficiosa para servicios en tiempo real como videoconferencias y juegos en línea.

Además, MU-MIMO incorpora nuevos mecanismos para reducir la interferencia en las redes inalámbricas y gestionar de manera más

eficiente la potencia. Actualmente, los routers de nueva generación, conocidos como AC Wave 2, ya integran esta tecnología y están diseñados para conectar varios dispositivos simultáneamente a través de una red Wi-Fi. La compatibilidad con estándares anteriores, como 802.11a y 802.11n, está garantizada, lo que permite que el estándar 802.11ac funcione de manera eficiente con estas versiones anteriores y, al transmitir más datos en menos tiempo, también contribuye a mejorar la duración de la batería en dispositivos móviles [27].

- **El Estándar 802.11 ax**

  Conocido como Wifi 6, es el estándar que enfrenta los principales desafíos actuales de la tecnología Wi-Fi, como el rendimiento, la creciente densidad de dispositivos y la variedad de aplicaciones. Para abordar estos problemas, 802.11ax ofrece una mejora en la capacidad de rendimiento de hasta cuatro veces en comparación con el estándar 802.11ac. Además, introduce mejoras adicionales, como la capacidad de operar en las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz, lo que amplía su aplicabilidad a una variedad de situaciones [28].

✓ **Elementos Inalámbricos Básicos de una Red Wi-Fi**

Wi-Fi es una tecnología que permite la creación de redes de área local inalámbricas, siguiendo el estándar IEEE 802.11. Esta compone de los siguientes elementos básicos según Huawei [29]:

- **Estaciones:** Una estación de trabajo se refiere a un dispositivo como una computadora portátil, tableta o teléfono inteligente que cuenta con la función de Wi-Fi.
- **Punto de acceso:** Un punto de acceso se refiere a un ONT, CPE, módem por cable (CM) o enrutador que cuenta con funcionalidad Wi-Fi.
- **Medio inalámbrico:** Un medio de transmisión que utiliza radiofrecuencia (RF) y antenas para enviar señales a través del aire.

- **Sistema de distribución:** Se refiere a la composición de las estaciones, puntos de acceso y medios inalámbricos.

✓ **Factores que Afectan la Señal Wi-fi**

Se destacan principalmente la influencia de los siguientes:

- **La calidad del equipo:** La calidad del router, los repetidores, Access point y los adaptadores de red puede impactar la señal.
- **La interferencia:** Aparatos electrónicos como microondas, teléfonos inalámbricos y otros routers pueden causar interferencias.
- **La distancia al punto de acceso:** La señal se atenúa a medida que aumenta la distancia, especialmente al atravesar paredes y estructuras gruesas.

✓ **Topología de Red**

Se refiere a la estructura o diseño de una red, es decir, que es un modelo que muestra la conexión que esta tiene para intercambiar datos, la cual se puede expresar de manera física y/o lógoica [30].

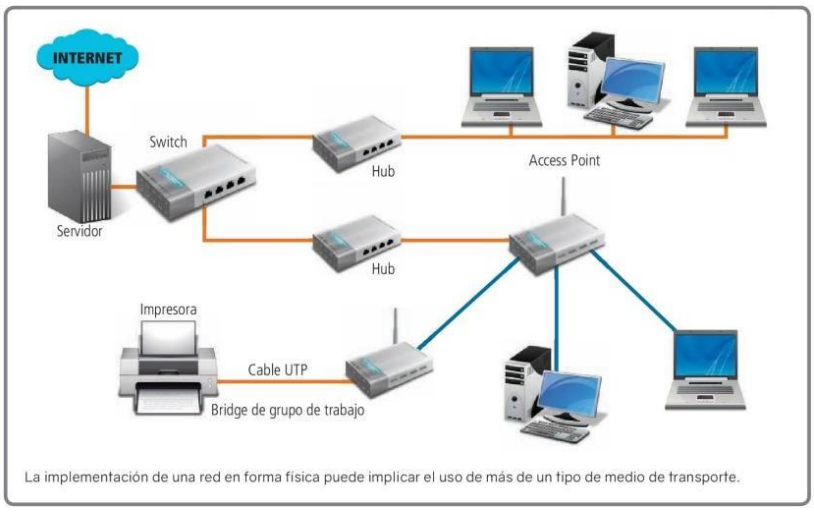


Figura 2. Ejemplo de una topología lógica de red *[31, p. 26].*

En la Figura 2 se destaca el ejemplo de una topología de red física descrita, un switch central conecta un servidor, dos access points, y dos repetidores, formando el núcleo de la red local. Los access points permiten que dispositivos inalámbricos como computadoras, laptops, y una impresora se conecten y comuniquen entre sí y con el servidor, mientras que los repetidores

extienden la cobertura de la red a otras áreas. El servidor, también conectado al switch, gestiona servicios y facilita el acceso a la red de internet, representado a la figura en forma de nube. Este diseño permite una transmisión de datos eficiente tanto a nivel local como hacia la red externa.

En base a lo anterior, se resalta que tener un modelo de red física bien estructurado es fundamental para tener una visión general a fin de facilitar el mantenimiento, y garantizar escalabilidad de la red, entre otras funciones.

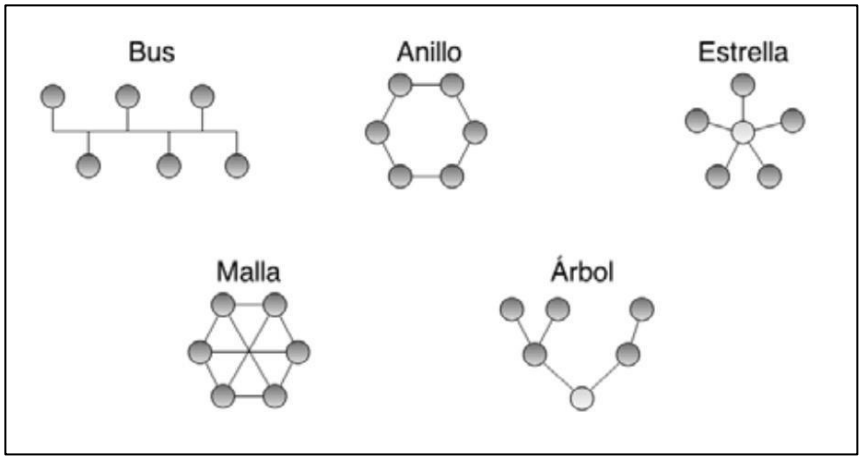


Figura 3. Tipos de topologías de red *[32, p. 34]*.

En la figura 3 se observan los distintos tipos de topologías de red. Comenzando por la topología de Bus, es una configuración en la que todos los dispositivos están conectados a un solo cable principal, compartiendo el mismo canal de comunicación. En la topología de Anillo, cada dispositivo está conectado al siguiente, formando un círculo donde los datos circulan en una dirección. La topología de Estrella tiene un dispositivo central, como un switch o un hub, al que todos los demás dispositivos se conectan; el dispositivo central gestiona el tráfico de red. En la topología de Malla, cada dispositivo está conectado directamente a varios otros, creando múltiples caminos para los datos, lo que aumenta la redundancia y la fiabilidad. La topología de Árbol es una estructura jerárquica que combina varias topologías de estrella, con

dispositivos conectados a nodos superiores, permitiendo una segmentación y organización eficiente de la red.

- ✓ **Topología de una Red IEEE 802.11**

La topología de una red IEEE 802.11 se organiza en un bloque de comunicación llamado BSS, también conocido como celda. Este bloque corresponde a la zona de cobertura proporcionada por un punto de acceso (AP), garantizando que todos los dispositivos dentro de esa área tengan conexión. La red creada por el AP o varios APs recibe un SSID, que la distingue claramente de otras redes. Según la funcionalidad y estructura deseada, existen diferentes tipos de topologías [33].

- **Topología Ad Hoc o IBSS**

Esta estructura se caracteriza por la falta de puntos de acceso (Aps). Las estaciones se conectan entre sí directamente, permitiendo que la información se transmita de una a otra sin necesidad de pasar por un AP. Para que esta comunicación sea efectiva, las estaciones deben estar a una distancia relativamente corta entre ellas.

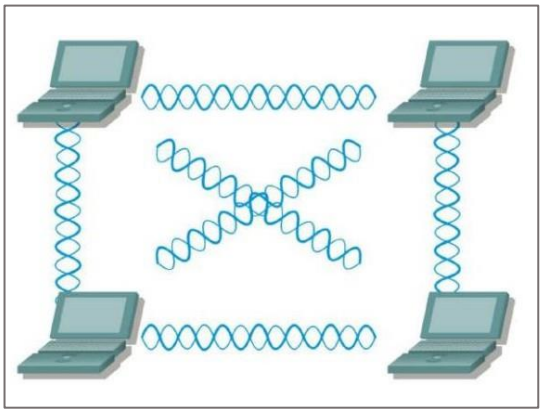


Figura 4. Topología Ad Hoc *[22, p. 23]*.

- **Topología BSS**

En esta topología, un AP conecta todos los dispositivos a la red LAN, aunque estos dispositivos no están conectados entre sí

directamente. Esto reduce la eficiencia de la comunicación entre ellos, ya que toda la información debe pasar por el router. Sin embargo, permite que dispositivos distantes puedan comunicarse. Aunque este aspecto es menos relevante, ya que estas topologías generalmente se implementan para que los usuarios de la red se comuniquen con una LAN externa.

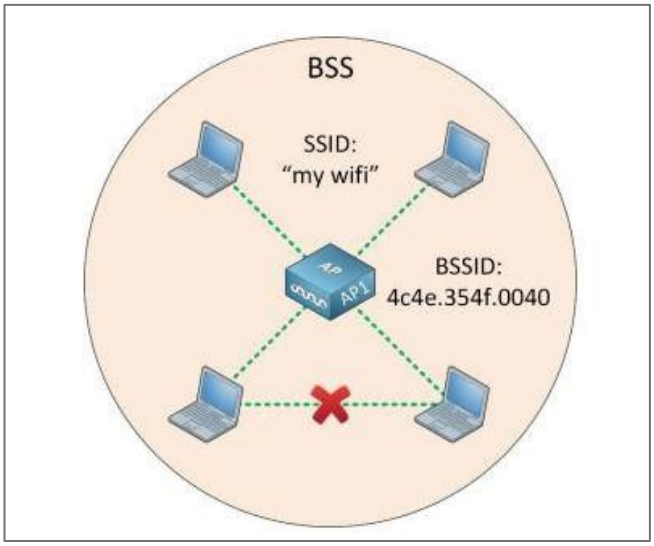


Figura 5. Topología BSS *[22, p. 24]*.

- **Topología ESS**

Esta estructura implica la presencia de dos o más puntos de acceso (Aps) conectados a un controlador o switch, encargado de gestionar la comunicación entre ellos. Cada AP cubre una celda independiente, cuya extensión depende tanto del alcance del AP como de las restricciones de la red. Es crucial calcular adecuadamente la distancia entre los Aps, ya que, si es demasiado grande, el nivel de señal puede disminuir considerablemente. Los usuarios se desplazan de una celda a otra, cambiando de AP, y a cada celda se le asigna un BSSID que permite identificar a cuál de ellos está conectado el usuario.

Los Aps transmiten periódicamente su BSSID y el SSID de la red, facilitando la conexión de los usuarios.

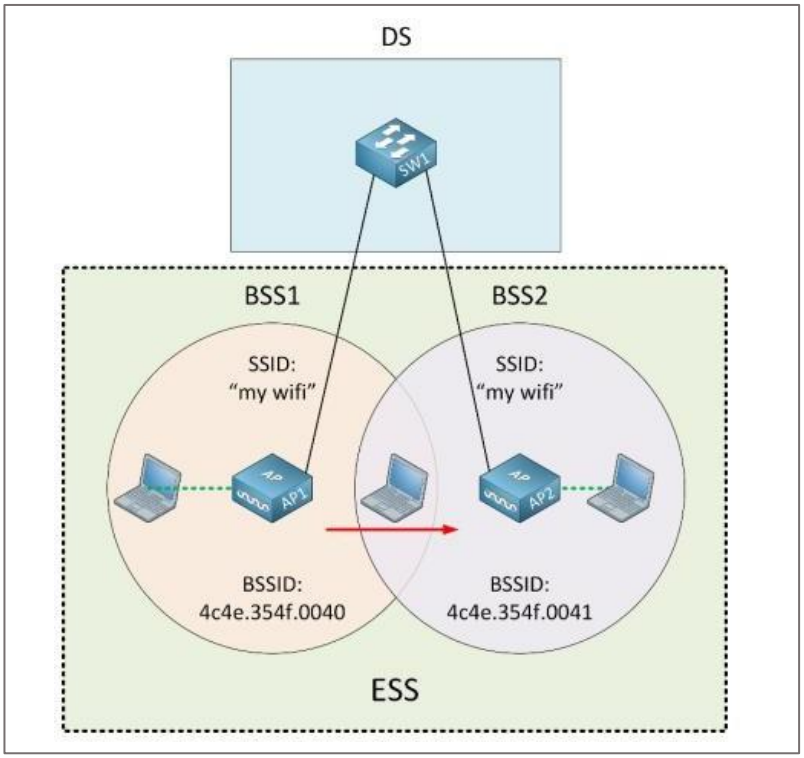


Figura 6. Topología ESS *[22, p. 25].*

- ✓ **Gestión de Redes**

Comprende los procesos y recursos empleados para aprovisionar, configurar, monitorear, operar y mantener una red. Un sistema de gestión de redes asegura la confiabilidad, el rendimiento y la disponibilidad de la red. La adopción extendida de redes gestionadas en la nube, debido a su escalabilidad, agilidad y eficiencia, ha impulsado innovaciones en la gestión de redes, lo que ha dado lugar a plataformas modernas basadas en microservicios y diseñadas específicamente para entornos en la nube [34].

En esa misma línea, esta técnica es un elemento imprescindible de las redes Wi-fi de Alta densidad, tal como señala la corporación Tp – Link [35], evidenciando la siguiente figura.

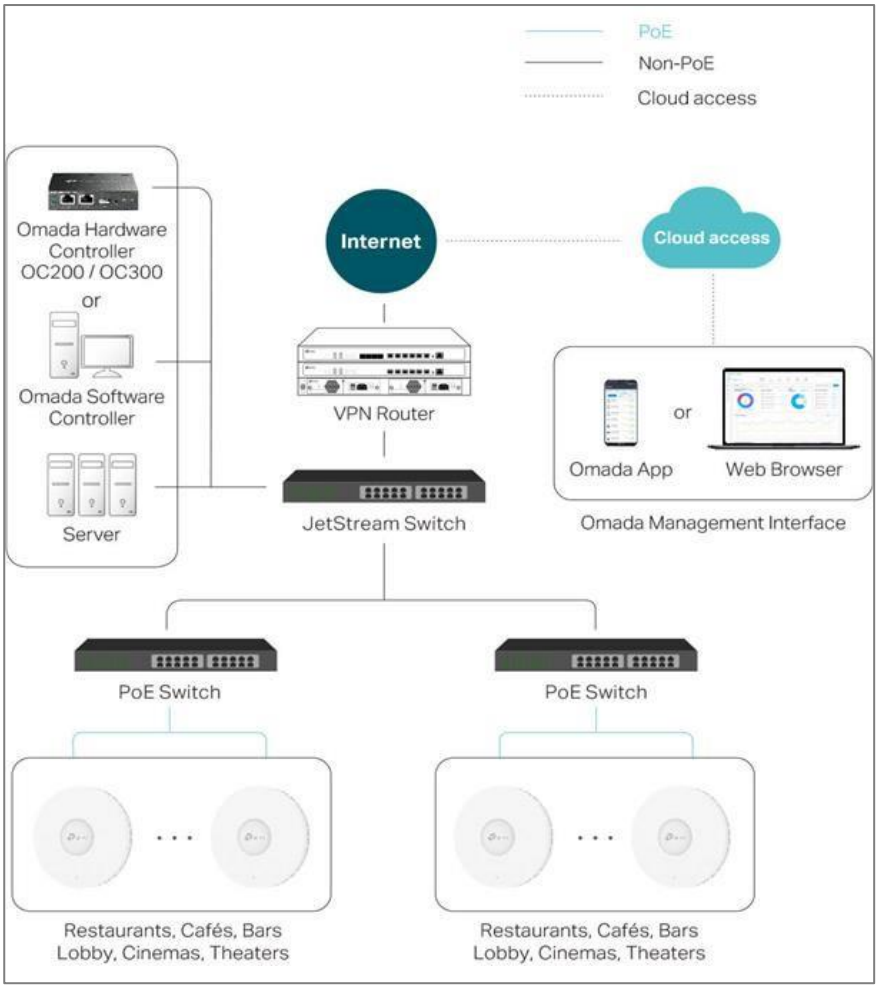


Figura 7. Topología típica de una red Wifi de Alta densidad *[35]*.

En la figura 7 se puede apreciar el Sistema de Gestión de red Omada basado en la nube, el cual es fundamental para optimizar el control y la administración de la red, especialmente en topologías complejas, en este caso, Wifi de Alta densidad. Asimismo, permite gestionar de manera centralizada todos los dispositivos de la red, como puntos de acceso, switches y routers, desde una única interfaz accesible a través de la nube. La capacidad de Omada ofrece configuraciones automáticas, monitoreo en tiempo real y actualizaciones remotas garantizando que la red no solo sea eficiente y segura, sino también altamente escalable.

Por último, es importante destacar que los Access point y switches tienen que ser de una capacidad de rendimiento mayor para manejar el tráfico de datos de muchos usuarios que están conectados de manera simultánea.

✓ **Intensidad de la Señal Wifi**

En las redes inalámbricas esta se suele medir con la unidad de -dBm, potencia de la señal de radiofrecuencia en relación con 1 miliwatt (mW).

Tabla II.
VALORES DE LA INTENSIDAD DE LA SEÑAL WIFI [36]

Intensidad de la señal (-dBm)	Calificación	Usos recomendados
-30	Excelente	Señal máxima disponible, ideal para cualquier uso sin limitaciones.
-50	Excelente	Nivel óptimo de señal, adecuado para todas las actividades de la red.
-65	Muy bueno	Recomendado para el uso de smartphones y tables
-67	Muy bueno	Suficiente para aplicaciones de VoIP y streaming de vídeo.
-70	Aceptable	Señal mínima para una conexión estable, adecuada para navegación web y correo electrónico.
-80	Malo	Conectividad limitada, la transmisión de datos puede ser inestable.
-90	Muy malo	Señal extremadamente débil, con interferencias.
-100	Peor	Prácticamente sin señal, sin posibilidad de conexión funcional

✓ **Metodología Top-Down Network Design de Cisco**

En esta sección se presenta una visión general de la metodología Top Down Network Design. Se explica la importancia de diseñar una red que cumpla con las necesidades del cliente, siguiendo un enfoque sistemático y estructurado que comienza con la identificación de los objetivos del cliente y termina con la implementación y documentación de la red. [37].

- **Parte 1: Identificar las Necesidades y Objetivos del Cliente**

i. **Análisis de objetivos técnicos y compensaciones**: Se examinan las metas técnicas que deben alcanzarse, como la escalabilidad, la disponibilidad y el rendimiento. Aquí se consideran las compensaciones que podrían ser necesarias entre diferentes objetivos técnicos.

ii. **Caracterización de la red existente**: Se realiza un análisis detallado de la red actual del cliente para entender su estructura, desempeño, y cualquier problema existente que necesite ser abordado en el nuevo diseño.

iii. **Caracterización del tráfico de red**: Se estudia el tráfico actual de la red, incluyendo tipos de aplicaciones, patrones de uso, y demanda de ancho de banda, para asegurarse de que el nuevo diseño pueda manejar adecuadamente el tráfico esperado.

- **Parte 2: Diseño Lógico de la Red**

i. **Diseño de una topología de red**: Se crea un diseño lógico de la red que define cómo se organizarán y conectarán los diferentes componentes de la red. Esto incluye la disposición de routers, switches, y otros dispositivos de red.

ii. **Diseño de modelos para direccionamiento y numeración**: Se define la estructura del direccionamiento IP y la asignación de subredes, asegurando que el diseño sea escalable y cumpla con los requerimientos de red del cliente.

iii. **Selección de protocolos de Switching y enrutamiento**: Se eligen los protocolos adecuados para el switching y enrutamiento, basándose en los requisitos de la red, como eficiencia, seguridad, y escalabilidad.

iv. **Desarrollo de estrategias de seguridad de red**: Se diseñan medidas y políticas de seguridad para proteger la red contra amenazas,

incluyendo la segmentación de la red, la implementación de firewalls y otras tecnologías de seguridad.

v. **Desarrollo de estrategias de gestión de red**: Se planifican las herramientas y procedimientos para monitorear, administrar y mantener la red, asegurando un rendimiento continuo y la capacidad de responder a problemas rápidamente.

- **Parte 3: Diseño Físico de la Red**

  i. **Selección de tecnologías y dispositivos para redes de campus**: Se eligen las tecnologías y los dispositivos específicos que se usarán en un entorno de red de campus, considerando aspectos como capacidad, rendimiento y compatibilidad.

  ii. **Selección de tecnologías y dispositivos para redes empresariales**: Se seleccionan las tecnologías y dispositivos adecuados para la red empresarial, adaptados a los requisitos específicos del entorno de la empresa, como la redundancia, el ancho de banda y la seguridad.

- **Parte 4: Probar, Optimizar y Documentar la Red**

  i. **Probando el diseño de la red**: Se realizan pruebas exhaustivas del diseño de la red para verificar que cumple con los objetivos técnicos y comerciales del cliente. Esto incluye pruebas de rendimiento, seguridad y funcionalidad.

  ii. **Optimización del diseño de la red**: Basado en los resultados de las pruebas, se ajusta y mejora el diseño para maximizar el rendimiento y la eficiencia, asegurando que la red esté completamente optimizada antes de la implementación.

2.2.2. Variable Dependiente: Calidad de Servicio

A. Definición.

En palabras de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) [38] se refiere a este concepto como "La totalidad de las características de un servicio de telecomunicaciones que determinan su capacidad para satisfacer las necesidades explícitas e implícitas del usuario del servicio". Por otro lado, Sugeng et al. [12], indica que es un mecanismo que permite que las aplicaciones y servicios de red puedan operar como se espera, así como la capacidad de proporcionar garantía al rendimiento de la red.

B. Dimensiones.

- ✓ **Rendimiento:**

  Según Gacharná (2007) [39] menciona que "Cuando se habla de Calidad de Servicio se hace referencia al efecto colectivo del rendimiento de la red, lo que determina el grado de satisfacción de los usuarios del servicio". Estas últimas necesidades indican la eficiencia con la que se transmiten los datos a través de la red (bits por segundo) y refleja cuántos de estos pueden ser enviados y recibidos correctamente en un período de tiempo determinado.

- ✓ **Disponibilidad**

  La Unión Internacional de Telecomunicaciones (2007) [40] señala que es la capacidad de un elemento para estar en condiciones de realizar una función requerida en un momento específico o en cualquier momento dentro de un intervalo de tiempo determinado, asumiendo que se proporcionan, si es necesario, los recursos externos.

C. Indicadores.

De acuerdo con Valdez et al. (2018) [41] menciona que los parámetros de la Calidad de Servicio (QoS) son los siguientes:

- ✓ **Ancho de Banda**

  El ancho de banda se refiere a la cantidad de datos que se pueden transmitir por unidad de tiempo, medida en bits por segundo (bps). También puede aludir a la capacidad de un cable Ethernet para manejar un determinado volumen de tráfico de datos. Asimismo, el ancho de banda que es suministrado por el proveedor de servicio de internet, varía según el plan contratado por el cliente [42].

- ✓ **Retardo (*Delay*)**

  También conocida como latencia, alude al tiempo que tarda un paquete en llegar del remitente al receptor; por consiguiente, cuanto mayor sea la demora, la red aparentará ser más lenta. Por lo general se suele medir en milisegundos (ms) [43].

- ✓ **Variación de Retardo (*Jitter*)**

  Conocida igualmente como fluctuación se refiere a la variación de la latencia de los paquetes transmitidos en una red, lo que significa que estos no llegan en el orden debido o en el intervalo de tiempo previsto. En las redes de conmutación de paquetes, el jitter representa una variación en los tiempos de llegada de los paquetes recibidos en comparación con los tiempos en que fueron transmitidos originalmente [44, p. 52].

- ✓ **Pérdida de Paquetes**

  Este parámetro hace referencia a la pérdida de paquetes durante una comunicación. En ciertas aplicaciones, como las que requieren transmisión en tiempo real, la pérdida de paquetes puede ser altamente perjudicial, ya que retransmitir los datos perdidos generalmente implica un costo mayor y causa más interrupciones que la pérdida misma de la información. La retransmisión también aumenta el tiempo de transmisión normal. La pérdida de paquetes puede ocurrir debido a errores en los datos, fallos en los equipos o congestión en la red, como cuando los búferes se sobrecargan [45].

Teorías

- ✓ **Importancia de la Calidad de Servicio**

En redes de datos es crucial debido a que prioriza el tráfico, garantiza ancho de banda mínimo, reduce la latencia y controla la congestión [41].

- ✓ **Objetivo de la Calidad de Servicio**

Asegurar que las aplicaciones críticas reciban el rendimiento necesario para funcionar correctamente, mientras se limita o se gestiona el tráfico de otras aplicaciones menos críticas [46].

Ello se logra mediante la asignación de prioridades de red y ancho de banda a las diferentes aplicaciones, garantizando resultados predecibles y fiables.

- ✓ **Requisitos de Ancho de Banda por Aplicación**

Se presentan los requisitos de rendimiento nominal para diversas aplicaciones populares y casos de uso en un entorno de educación superior según Cisco.

Tabla III.
REQUISITOS DE ANCHO DE BANDA EN ENTORNOS EDUCATIVOS [47]

Aplicación por cada caso de uso	Ancho de banda
Web – Casual	500 kilobits per second (Kbps)
Web – Instructiva	1 Megabit per second (Mbps)
Audio – Casual	100 Kbps
Audio – Instructivo	1 Mbps
Streaming de Video – Casual	1 Mbps
Streaming de Video – Instructivo	2-4 Mbps
Impresión	1 Mbps
Intercambio de archivos – Casual	1 Mbps
Intercambio de archivos – Instructivo	2-8 Mbps
Pruebas en línea	2-4 Mbps
Copias de seguridad de dispositivos	10-50 Mbps

Es esencial destacar que no todos los navegadores y sistemas operativos son igual de eficientes; una aplicación que funciona bien a 100 Kbps en una laptop con Windows y navegadores como Internet Explorer o Firefox pueden necesitar más ancho de banda que en un smartphone o tableta con navegadores y sistemas operativos integrados.

- ✓ **Requisitos de Retardo de Comunicación (Delay)**

De acuerdo con la Unión Internacional de Telecomunicaciones [48] menciona que el intervalo de tiempo en milisegundos para diferentes tipos de conexión, como por ejemplo para llamadas de voz sobre IP o streaming de audio o video, donde se considera aceptable un rango de hasta 150 milisegundos. Para aplicaciones como correo electrónico u otros, el rango aceptable es de hasta 400 milisegundos, tal y como se aprecia en el siguiente recuadro.

Tabla IV.
REQUISITOS DE RETARDO DE COMUNICACIÓN [48]

Rango (Milisegundos)	Descripción
0 - 150	Aceptable para todas las aplicaciones
150 - 400	Aceptable para algunas aplicaciones que requieran asegurar con cuidado la satisfacción del usuario.
> 400	Inaceptable para casi todas las aplicaciones

- ✓ **Requisitos de Variación de Retardo (Jitter)**

Tabla V.
REQUISITOS DE JITTER [49]

Jitter estándar	
Categoría	**Rango (Milisegundos)**
Buena	0 – 20
Medio	20 – 50
Pobre	> 50

2.3. Definición de Términos Básicos

a) **Red de datos:** Es la conexión, ya sea física o inalámbrica, que enlaza diversos dispositivos informáticos (como servidores, computadoras, teléfonos móviles, periféricos, entre otros) para que puedan comunicarse entre sí, permitiendo el intercambio de datos y la provisión de servicios [50].

b) **LAN:** Es una Red de Área Local (LAN, por sus siglas en inglés) que interconecta dispositivos informáticos situados en una zona geográfica limitada, como un edificio o una habitación [50].

c) **WAN:** Conocida como Red de Área Amplia (WAN, por sus siglas en inglés), es un conjunto de redes LAN que interconecta dispositivos informáticos ubicados en diferentes lugares físicos [50].

d) **Internet:** Es la red global que conecta múltiples redes de computadoras mediante el uso de un protocolo de comunicación común, el TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Este protocolo proporciona un lenguaje operativo estándar que permite la interconexión entre redes, incluso si estas utilizan diversos protocolos individuales [51].

e) **Punto de acceso (*Access Point*):** Es un dispositivo que permite a otros de medio inalámbrico conectarse a una red cableada mediante Wi-Fi u otros estándares similares [26].

f) **Tráfico de red:** Se define como la cantidad de información o datos transmitidos y recibidos por todos los dispositivos en una red informática [52].

g) **Congestión del tráfico de red:** Fenómeno en las redes de comunicaciones que consiste en una situación en la que la demanda de tráfico de datos excede la capacidad de la red, lo que resulta en retrasos, pérdida de paquetes y disminución del rendimiento en general [53].

h) **Velocidad de internet**: Es la rapidez con la que los datos o contenidos se transfieren desde la web a dispositivos como computadoras, laptops, tabletas, smartphones y otros. Esta velocidad se cuantifica en megabits por segundo (Mbps) [51, p. 430].

i) **Dirección IP:** Para identificar cada dispositivo en Internet, se le asigna un número conocido como dirección IP. Este número se asigna de manera que se optimiza la eficiencia en el enrutamiento de paquetes, ya que codifica tanto la información de la red a la que está conectado como la identificación específica del host [54].

j) **Dirección MAC:** Por sus siglas en inglés *Media Access Control* (Control de Acceso al Medio) es un identificador único asignado a una tarjeta o dispositivo de red. También conocida como dirección física, es exclusiva para cada dispositivo. No todos los protocolos de comunicación utilizan direcciones MAC, y no todos requieren identificadores únicos a nivel global. La razón de esto es que a nivel se codifican directamente en el hardware durante su fabricación [55].

k) **Máscara de red:** También conocida como Prefijo de red extendida, es el número asociado a una dirección IP que indica la cantidad de bits utilizados para la parte de la red, los cuales deben ser comunes para todos los clientes de una red IP [56].

l) **Gateway:** Conocido también como puerta de enlace, se encarga de permitir la conexión de redes de protocolos o arquitecturas diferentes. Un ejemplo de ello es el router, puesto que conecta a una red local (LAN) con la externa (WAN) [31, p. 45].

m) **Firewall:** Corta fuego, por su traducción del inglés a español, es un sistema de seguridad que controla y filtra el tráfico de red, permitiendo o bloqueando datos según reglas de seguridad predefinidas para proteger contra accesos no autorizados y amenazas externas [57].

n) **Calidad:** conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que determina su capacidad para satisfacer necesidades específicas [58].

Capítulo III: Hipótesis y Variables

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

El modelo de Redes Wifi de Alta densidad mejora la Calidad de Servicio de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

3.1.2. Hipótesis Específica

H1: El modelo de Redes Wifi de Alta densidad incrementa el Ancho de banda de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

H2: El modelo de Redes Wifi de Alta densidad disminuye el Retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024

H3: El modelo de Redes Wifi de Alta densidad disminuye la Variación del retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

H4. El modelo de Redes Wifi de Alta densidad disminuye la Pérdida de paquetes de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

3.2. Definición Conceptual de las Variables

3.2.1. Redes Wi-Fi de Alta densidad

Según Cisco Networking (2024) [23] indica que son aquellas redes diseñadas estratégicamente para soportar un gran número de dispositivos y usuarios en un área limitada, como auditorios, estadios, o campus universitarios. Estas redes requieren una planificación y configuración avanzada para manejar la congestión del tráfico y asegurar una conectividad confiable. Así como la implementación de puntos de acceso adicionales para asegurar una cobertura adecuada. La optimización incluye la gestión eficiente del espectro, el ajuste de los canales y la potencia de transmisión, entre otras.

3.2.2. Calidad de Servicio

En palabras de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU, 2020) [59] define este concepto como “Conjunto de características de un servicio de telecomunicaciones que influyen en su capacidad para satisfacer las necesidades declaradas explícitas e implícitas del usuario del servicio.”.

3.3. Operacionalización de variable

Tabla VI.
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	**Definición operacional**	**Dimensiones**	**Indicadores**	**Ítems o fórmula**	**Instrumento y escala de medición**
Redes Wifi de Alta densidad (Independiente)	Se refiere a una infraestructura de red inalámbrica diseñada para proporcionar conectividad de alta calidad a un gran número de dispositivos en espacios específicos.	Modelo de red	0 = Sin redes Wifi de Alta densidad 1 = Con redes Wifi de Alta densidad	-	-
Calidad de Servicio (Dependiente)	Se refiere a la medida del rendimiento y disponibilidad de la red. Donde sus indicadores son el ancho de banda, retardo (latencia), variación del retardo (fluctuación), y la pérdida de paquetes de datos, este último alude a la disponibilidad de la conexión de internet.	Rendimiento	Ancho de banda (Promedio)	$\overline{AB} = \frac{\sum_i^n AB_i}{n}$ AB: Ancho de banda (Mbps) n: Número de hosts	Ficha de registro - Razón
			Retardo (Promedio)	$R = \frac{\sum_i^n R_i}{n}$ R: Retardo (ms) n: Número de hosts	Ficha de registro - Razón
			Variación de Retardo (Promedio)	$\overline{VR} = \frac{\sum_i^n VR_i}{n}$ VR: Variación de Retardo (ms) n: Número de host	Ficha de registro - Razón
		Disponibilidad	Pérdida de paquetes (Promedio)	$\overline{P} = \frac{\sum_i^n P_i}{n}$ P: Pérdida de paquetes N: Número de hosts	Ficha de registro - Razón

Capítulo IV: Metodología

En esta sección, se plantea la metodología de este estudio tomando como referencia las variables y dimensiones planteadas para lograr los objetivos establecidos.

4.1. Enfoque de Investigación

Conforme a los datos, se tiene que la presente investigación se basa en un enfoque cuantitativo. Según Hernández et al. (2014) [60] menciona que este utiliza la obtención de información para verificar hipótesis a través de mediciones numéricas y análisis estadístico, con la finalidad de detectar tendencias conductuales y validar teorías.

En esa misma línea, este enfoque emplea la recolección de datos, mediciones numéricas y análisis estadístico con el propósito de validar suposiciones, identificar patrones de comportamiento y poner a prueba teorías. En este proyecto, se utilizará este enfoque con el propósito de recopilar registros para examinar las hipótesis planteadas. Por ende, se ha optado por la orientación de este debido a que se recolectan datos objetivos y precisos, lo que facilita la obtención de resultados medibles y cuantificables. Esto posibilita evaluar la correlación entre variables y determinar la significancia de los resultados, con el fin de respaldar o refutar las hipótesis enunciadas en la investigación.

4.2. Tipo de Investigación

En consonancia con los objetivos establecidos, se tiene que la investigación es de tipo aplicada, tal y como señala Vargas (2009) [61] “La investigación aplicada constituye un enlace importante entre ciencia y sociedad. Con ella, los conocimientos son devueltos a las áreas de demanda, ubicadas en el contexto, donde se da la situación que será intervenida, mejorada o transformada”.

A partir de lo anterior, se fundamenta la naturaleza de la investigación de tipo aplicada, en vista de que se caracteriza por emplear los conocimientos existentes, al tiempo que se continúa adquiriendo de estos mismos mediante la implementación y coordinación de la práctica con la finalidad de resolver ciertos problemas específicos.

4.3. Nivel de Investigación

La agrupación de esta investigación se enfoca en la búsqueda de explicaciones e interpretaciones de los acontecimientos. En líneas generales, se emplean estudios teóricos que permitan establecer relaciones causales entre distintos tipos, como los estudios de modelos explicativos que se basan en la comparación de métodos, donde la teoría descrita busca comprender este fenómeno. Se trata de una situación en la que una persona busca comprender las causas de un problema en lugar de simplemente explicarlo o abordarlo [62]. Por ese motivo el presente trabajo de investigación tiene un nivel explicativo, dado que busca determinar cómo la variable independiente afecta a la variable dependiente. Bajo estas circunstancias se tiene las redes Wifi de Alta densidad y Calidad de Servicio respectivamente.

4.4. Método de Investigación

Siguiendo con el tema, conforme a la problemática de esta investigación el método empleado es el Hipotético – Deductivo. Puesto que consiste en generar hipótesis basadas en premisas universales, como leyes y teorías científicas, así como premisas empíricas, es decir, hechos observables, para luego someterlas a pruebas empíricas. Su propósito principal es comprender y explicar fenómenos, así como predecir y controlar su ocurrencia. Al partir de premisas generales, se obtienen conclusiones específicas que se convierten en hipótesis, las cuales se ponen a prueba para determinar su validez. Si una hipótesis es confirmada, contribuye al desarrollo de la teoría y puede llevar a soluciones prácticas. En caso contrario, este resultado podría impulsar la revisión o ajuste de la hipótesis [63].

4.5. Diseño de Investigación

Para la realización de esta investigación se empleó el diseño experimental Pre - experimental, el cual incluyó llevar a cabo una prueba preliminar antes de administrar el estímulo o tratamiento experimental a un grupo. Posteriormente, se aplicó el tratamiento y, finalmente, se llevó a cabo una prueba después del estímulo. Este diseño proporcionó una línea base inicial para evaluar el nivel del grupo en las variables dependientes antes de la intervención, lo que facilitó el seguimiento del mismo [64]. Por esta razón, esta tesis, optó por

seleccionar este diseño, dado que esta metodología es esencial en la investigación científica para analizar los efectos de una intervención y establecer relaciones de causa y efecto con mayor certeza. En ese sentido, ello permite generar conocimiento valioso en diversas áreas del saber.

De este modo, el modelo correspondiente a utilizar en el proyecto es:

$$\mathbf{G}: \mathbf{01\ X\ 02}$$

Donde:

G = Grupo de control en los que se realizarán la medición.

O1 = Estado inicial de la variable dependiente, Calidad de servicio, antes de la implementación del modelo de Redes WiFi de Alta densidad.

X = Variable independiente, Redes WiFi de Alta densidad.

O2 = Estado final de la variable dependiente, Calidad de servicio, después de la implementación del modelo Redes WiFi de Alta densidad.

4.6. Población, Muestra y Muestreo

4.6.1. Población

Se refiere a una agrupación de individuos o elementos que están sujetos a investigación, estos constituyen una entidad específica y claramente definida, denominada "población de estudio". Esta puede abarcar seres humanos, muestras biológicas, registros médicos, instituciones, animales, grupos familiares, objetos, organizaciones y otros elementos, que se encuentran definidos y accesibles según criterios preestablecidos. Es importante destacar que el término "población de estudio" no se limita exclusivamente a seres humanos, y para referirse a otros objetos, familias u organizaciones, se puede utilizar un concepto similar, como "universo de estudio" [65].

En este caso particular, considerando que todos los estudiantes de la EESPP de Chincha poseen al menos un dispositivo final de red, como teléfonos

inteligentes, laptops o tablets, y según los datos obtenidos en el año 2024, cuando la institución contaba con 590 estudiantes, se determinó que la población total de estudio estuvo compuesta por 590 hosts.

4.6.2. Muestra

Se trata de un grupo representativo de individuos dentro de la población que ha sido seleccionado con atención y de manera cuidadosa, examinado con el fin de obtener resultados válidos y representativos de toda la población. El tamaño de este grupo se determina de manera meticulosa para asegurar la calidad y exactitud de los resultados obtenidos [66].

En cuanto a la muestra, se consideró que la red Wi-Fi destinada a los estudiantes estaba dividida en 7 zonas con un AP respectivamente, donde cada uno cubría un espacio específico. Además, en todas las zonas operaban los 3 tipos de hosts inalámbricos más comunes: teléfonos inteligentes, tablets y laptops. Por lo tanto, la muestra de estudio se determinó multiplicando los 3 tipos de hosts por las 7 zonas, lo que resultó en un total de 21 hosts.

4.6.3. Muestreo

El tipo de muestreo utilizado en esta investigación será de tipo no probabilístico por conveniencia como señalan Otzen & Manterola (2017) [67] “Permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador.”.

Cabe mencionar que, en el muestreo por conveniencia, los investigadores seleccionan la muestra en función de la facilidad y disponibilidad, en lugar de hacerlo de manera aleatoria. En este caso, la muestra se determina en base a los tipos de hosts presentes en las zonas de acceso de la red, que son fácilmente identificables y accesibles para el estudio. Por lo tanto, la selección de la muestra se basa en los elementos

disponibles y relevantes en las zonas especificadas, lo que es característico del muestreo por conveniencia.

4.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

4.7.1. Técnicas

Se refiere a procesos utilizados por los investigadores para recopilar datos que les permitan responder a sus preguntas de investigación. Estas herramientas pueden ser encuestas, entrevistas, observaciones, cuestionarios, revisión de documentos, entre otras. La selección adecuada de estos métodos es fundamental para garantizar la precisión y la confiabilidad de los datos obtenidos (Cisneros, 2022) [68].

En relación a eso, el presente proyecto utilizará la siguiente técnica

- ✓ **Fichaje**

  De acuerdo con Ñaupas et al. [69] indica que "es una valiosa técnica de estudio y de investigación, auxiliar de la recopilación de documentos, mediante el cual se recopilan datos e informaciones, de documentos impresos o manuscritos, e incluso de observaciones de campo".

4.7.2. Instrumento

- ✓ **Ficha de registro**

  Instrumento seleccionado para la recopilación de datos, puesto que es el que más se adecua para respaldar las hipótesis planteadas. Espinosa et al. (2021) [70] señala que este tipo de instrumento es muy común en investigaciones sociales, empleado para recolectar una cantidad considerable de datos vinculados con las variables y objetivos establecidos en la tesis de investigación.

4.7.3. Validez

Basado en Corral (2009) [71], dice que la validez se relaciona con la capacidad del instrumento para medir con precisión y exactitud lo que se pretende evaluar. Por lo tanto, en este estudio, el instrumento desarrollado pasó por un

proceso de validación mediante el juicio de expertos, quienes evaluaron el contenido del mismo. En este caso, los profesionales son titulados en ingeniería, incluyendo los grados de Magister y Doctor.

Juicio de Expertos

Se consideraron las perspectivas de especialistas en la temática abordada, lo que permitió validar el instrumento utilizado para la recolección de datos en el estudio de investigación.

Tabla VII.
Juicio de expertos

Expertos	Grado	Calificación	Aplicabilidad
Amanda Durán Carhuamaca	Doctor	0.9	Muy buena
Miriam Angoma Astucuri	Doctor	0.88	Muy buena
Claudio Isaías Huancahuire Bravo	Magister	0.92	Muy buena

En relación con la Tabla VII, la evaluación de los instrumentos de recolección de datos llevada a cabo por los tres expertos mostró que sus evaluaciones oscilaron entre 81% y 100%. Según los intervalos establecidos para la calificación, estos fueron considerados muy buenos para su aplicabilidad.

4.7.4. Confiabilidad

En concordancia con Manterola [72], señala que, para evaluar la confiabilidad de un instrumento, es esencial medir el grado en que su aplicación se repite en un mismo objeto, verificando si esto produce resultados similares o iguales en que puedan ser considerados confiables.

4.8. Técnicas de Análisis de Datos

Para la investigación, se empleó el programa SPSS Statistics v.24 con el fin de analizar los resultados tanto en la etapa pre test como en el post test. Este software permite llevar a cabo un análisis estadístico descriptivo e inferencial. Ambos tipos de análisis se realizaron debido a que no operan de manera independiente y no son excluyentes entre sí. En el

análisis descriptivo, se presentan los datos recopilados de la muestra y su evaluación gráfica de los valores del pretest y post test, antes y después de la implementación de la Gestión de tráfico, junto con las explicaciones correspondientes.

4.9. Consideraciones Éticas

Para llevar a cabo este estudio, se ha respetado los principios éticos de originalidad mediante el uso del programa Turnitin, el cual respalda la autenticidad de la investigación y garantiza su integridad. Además, se ha considerado el aspecto ético de la propiedad intelectual al citar adecuadamente a los autores de todas las fuentes consultadas, como artículos, tesis, libros y documentos en línea. Todo ello en función al formato IEEE. Por último, se ha honrado el principio ético de la confidencialidad al manejar los datos obtenidos de la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública “San Francisco de Asís” con fines exclusivamente académicos.

Capítulo V: Resultados

En esta investigación, se realizó un diagnóstico inicial sobre la situación actual de la red Wifi de los estudiantes de la EESPP “San Francisco de Asís” (PreTest). Posteriormente, tras la implementación de la propuesta en la institución, se llevó a cabo una evaluación final (PostTest) con el objetivo de comprobar las hipótesis formuladas en el estudio.

A su vez, el modelo de redes Wifi de alta densidad fue desarrollado siguiendo la metodología Top Down de Cisco, el cual se detalla en el Anexo 7. En la fase inicial, se llevó a cabo una evaluación del entorno de las redes de datos, recopilando información clave sobre el flujo de tráfico desde la LAN hacia la WAN. Por otra parte, se empleó la frecuencia de 5GHz en los diseños físicos en lugar de la de 2.4GHz debido a su mayor capacidad para manejar más tráfico de datos y reducir la congestión de la alta densidad de usuarios.

Modelo de Red: Sin Wifi de Alta Densidad

El desarrollo de la siguiente tabla permite tener una visión panorámica de la organización con referencia a sus puntos de acceso, donde es imprescindible destacar que cada zona ha sido coloreada a fin que se pueda se pueda comprender mejor el diseño lógico desarrollado.

Tabla VIII.
ANTERIOR DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE ACCESO (AP)

Pisos	Zonas	Puntos de Acceso	Ubicación de los APs	Infraestructura
Piso 1	Zona 1	AP 1	AULA 2	Aula 01 - Educación Inicial
				Aula 02 - Educación Inicial
	Zona 2	AP 2	AULA 3	Aula 03 - Educación Inicial
				Aula 04 - Educación Inicial
Piso 2	Zona 3	AP 3	AULA 6	Aula 05 - Educación Primaria
				Aula 06 - Educación Primaria
	Zona 4	AP 4	AULA 8	Aula 07 - Educación Sec. Ciencias Sociales
				Aula 08 - Educación Sec. Ciencias Sociales
	Zona 5	AP 5	AULA 11	Aula 11 - Educación en Idiomas Inglés
				Aula 12 - Educación en Idiomas Inglés
	Zona 6	AP 6	AULA 14	Aula 13 - Educación Sec. Comunicación
				Aula 14 - Educación Física
				Aula 15 - Educación Física
Piso 3	Zona 7	AP 7	AULA 17	Aula 09 - Educación Sec. Matemática

	Aula 10 - Educación Sec. Matemática
	Aula 16 - Educación Sec. Comunicación
	Aula 17 - Educación Sec. Ciencia y Tecnología
	Aula 18 - Educación Sec. Ciencia y Tecnología

- **Diseño Lógico**

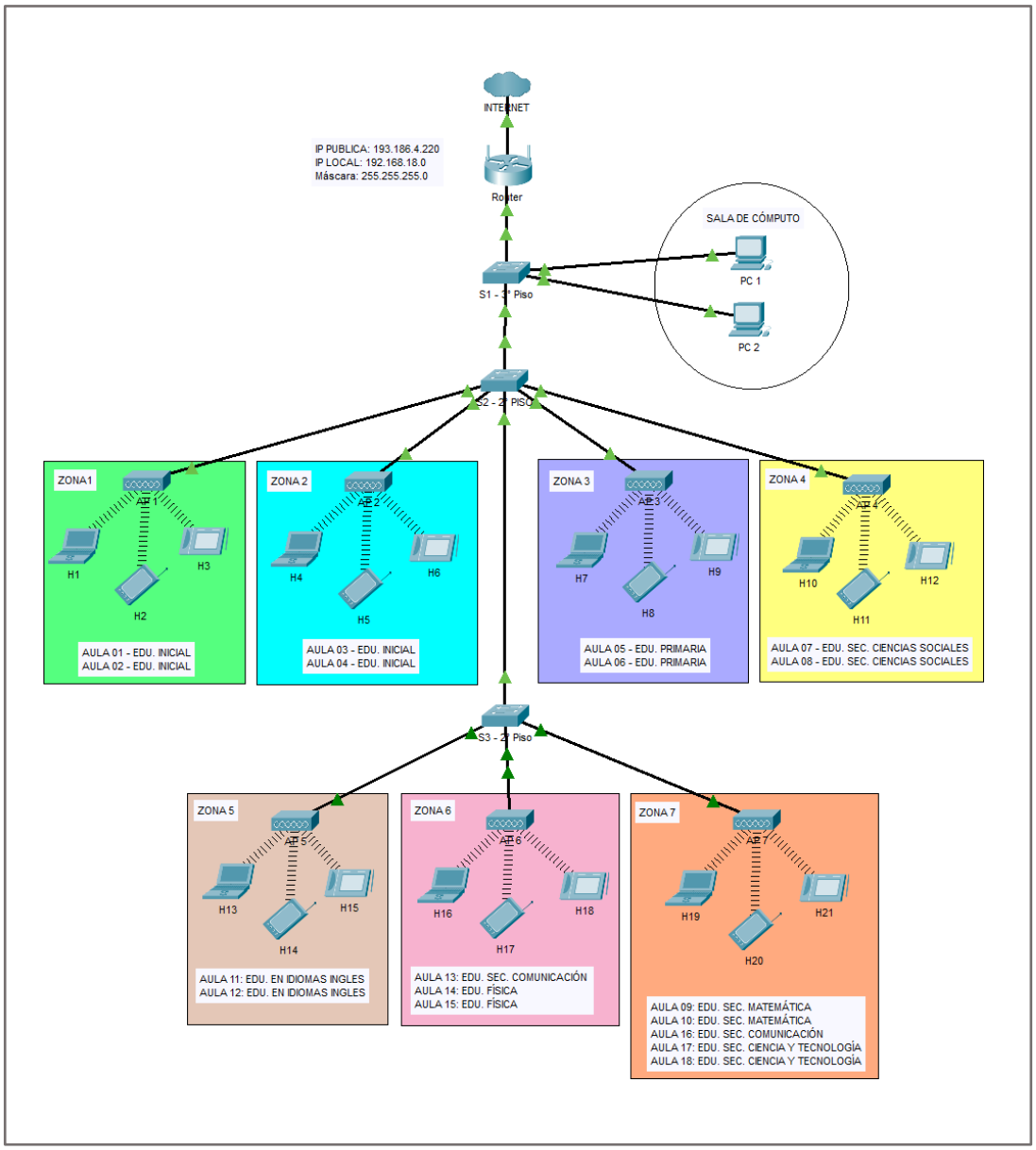


Figura 8. Diseño lógico sin Wifi de Alta densidad.

Respecto a la figura 8 se destaca que, la red Wi-Fi SSID SFA estaba compuesta por 7 puntos de acceso (APs), los cuales fueron instalados con el propósito de proporcionar

conectividad inalámbrica eficiente en las aulas. Además, se observan 3 hosts (smartphones, tablets, y laptops) por cada zona, en total 21 que es la muestra.

En esa misma línea, se observa que la topología actual es similar a una topología de árbol conformada por los dispositivos de red intermedio y finales. Donde esta se caracteriza por tener un nodo raíz que lo conecta todo, en este caso es el router de internet.

Siguiendo con el tema, cada AP fue instalado para cubrir un espacio específico, buscando garantizar que los usuarios dentro de su rango de cobertura recibieran una señal estable y con un buen desempeño. Sin embargo, las Zonas 6 y 7 (AP 6 y AP 7) estaban operando fuera de sus capacidades óptimas, por exceder más de 2 AULAS en su espacio.

Detallando el problema identificado, se observa que el AP 6 estaba cubriendo 3 aulas en lugar de 2, de igual manera con el AP 7 estaba dando una cobertura a 5 Aulas en lugar de 2. Por consiguiente, esto evidencia un exceso de carga en los dispositivos finales, puesto que los APs intentaban proporcionar cobertura a un espacio que excedía su capacidad. En síntesis, esto genera un desequilibrio extremo en la distribución de la red Wi-Fi.

En esa misma línea se destaca la ausencia de un cortafuegos en el modelo de red del Wi- Fi de estudiantes, lo cual dejaba expuesta la infraestructura a amenazas, y accesos no autorizados. Además, sin un control efectivo del tráfico de red se generaba un acaparamiento de ancho de banda en algunos dispositivos finales.

Sumado a esto, la falta de una red gestionable de manera local o remota impide el monitoreo en tiempo real, la detección de fallas y la optimización del rendimiento y disponibilidad, lo que dificulta la administración eficiente de la infraestructura de red. Del mismo modo, la ausencia de un control adecuado en la distribución del ancho de banda permite un uso desordenado de la red, generando congestión y afectando la calidad del servicio para usos académicos. Es por ello que se hizo hincapié en implementar una solución de gestión centralizada que permitiera una mejor supervisión y asignación equitativa de los recursos de red.

- **Diseño Físico**

A continuación, se desarrolló el modelo físico de la red actual con el aplicativo web de Unifi Design Center:

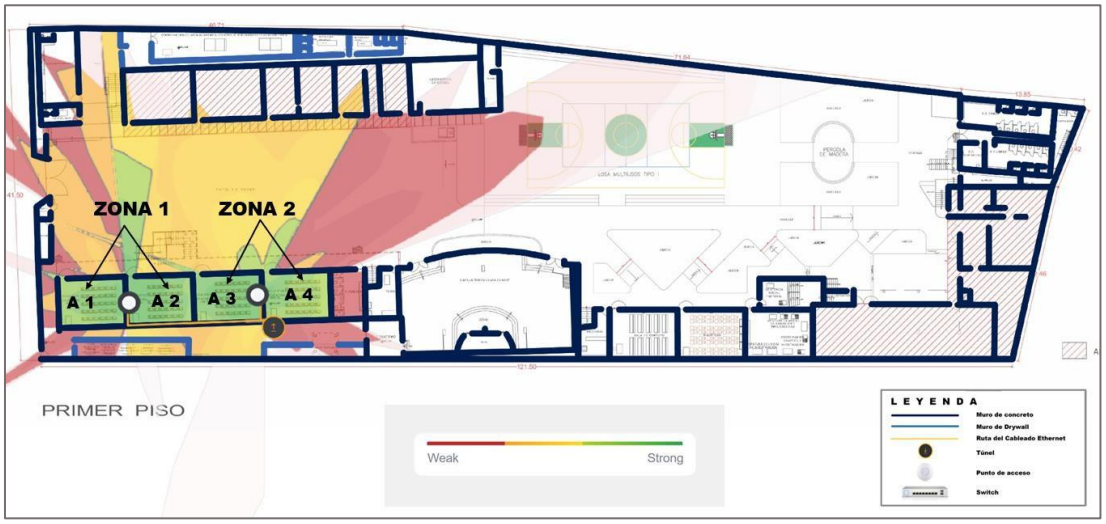


Figura 9. Diseño físico del piso 1 sin Wifi de alta densidad

En la Figura 9 se muestra la cobertura Wi-Fi estimada en la frecuencia de 5 GHz. Se puede observar que tanto la ZONA 1 como la ZONA 2 presentan una intensidad de señal excelente (>-50 dBm), lo cual se representa con la coloración verde en el modelo físico. Esto indica que no hay problemas de cobertura en el primer piso.



Figura 10. Diseño físico del piso 2 sin Wifi de alta densidad

En la Figura 10 se muestra la cobertura Wi-Fi en la frecuencia de 5 GHz. Se observa que las ZONAS 3, 4 y 5 presentan una intensidad de señal excelente (>-50 dBm), representada

con la coloración verde en el modelo físico. Sin embargo, en la ZONA 6, la cobertura solo es excelente en las AULAS 11 y 12, mientras que en el AULA 15 la señal es aceptable y muy mala, representadas en amarillo y rojo respectivamente.

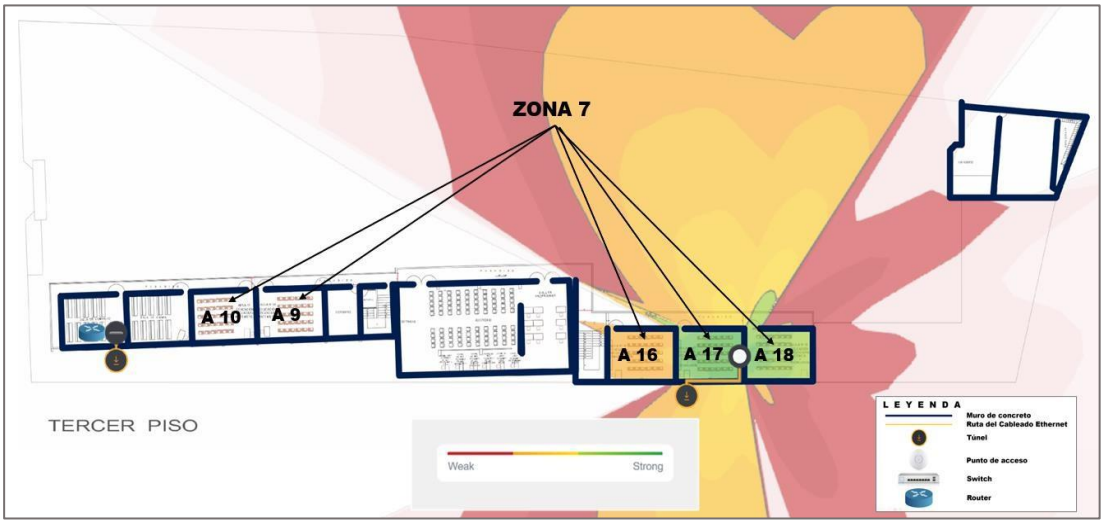


Figura 11. Diseño físico del piso 3 sin Wifi de alta densidad

La figura 11 presenta este espacio perteneciente a la Zona 7, donde únicamente se cuenta con el AP 7, ubicado en el AULA 17. Sin embargo, este único punto de acceso no es suficiente para cubrir de manera excelente todas las aulas del tercer piso. Como resultado se tenía los problemas de conectividad.

Para solucionar este problema, es fundamental la implementación de más puntos de acceso en las aulas donde la cobertura es inexistente, permitiendo una distribución uniforme del espectro de la señal y garantizando que todos los estudiantes tengan acceso a la red.

Modelo de Red: Con Wifi de Alta Densidad

En esta parte se consideró el desarrollo de la siguiente tabla donde se instalaron 3 nuevos AP, uno más en la Zona 6, mientras que en la Zona 7 se implementaron dos.

Tabla IX.
NUEVA DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE ACCESO (AP)

Pisos	Zonas	Puntos de Acceso	Ubicación de los APs	Infraestructura
Piso 1	Zona 1	AP 1	AULA 2	Aula 01 - Educación Inicial
				Aula 02 - Educación Inicial
	Zona 2	AP 2	AULA 3	Aula 03 - Educación Inicial
				Aula 04 - Educación Inicial
Piso 2	Zona 3	AP 3	AULA 6	Aula 05 - Educación Primaria
				Aula 06 - Educación Primaria
	Zona 4	AP 4	AULA 8	Aula 07 - Educación Sec. Ciencias Sociales
				Aula 08 - Educación Sec. Ciencias Sociales
	Zona 5	AP 5	AULA 11	Aula 11 - Educación en Idiomas Inglés
				Aula 12 - Educación en Idiomas Inglés
	Zona 6	AP 6	AULA 14	Aula 13 - Educación Sec. Comunicación
				Aula 14 - Educación Física
		AP 8	AULA 15	Aula 15 - Educación Física
Piso 3	Zona 7	AP 9	AULA 9	Aula 09 - Educación Sec. Matemática
				Aula 10 - Educación Sec. Matemática
		AP 10	AULA 16	Aula 16 - Educación Sec. Comunicación
		AP 7	AULA 17	Aula 17 - Educación Sec. Ciencia y Tecnología
				Aula 18 - Educación Sec. Ciencia y Tecnología

- **Diseño Lógico**

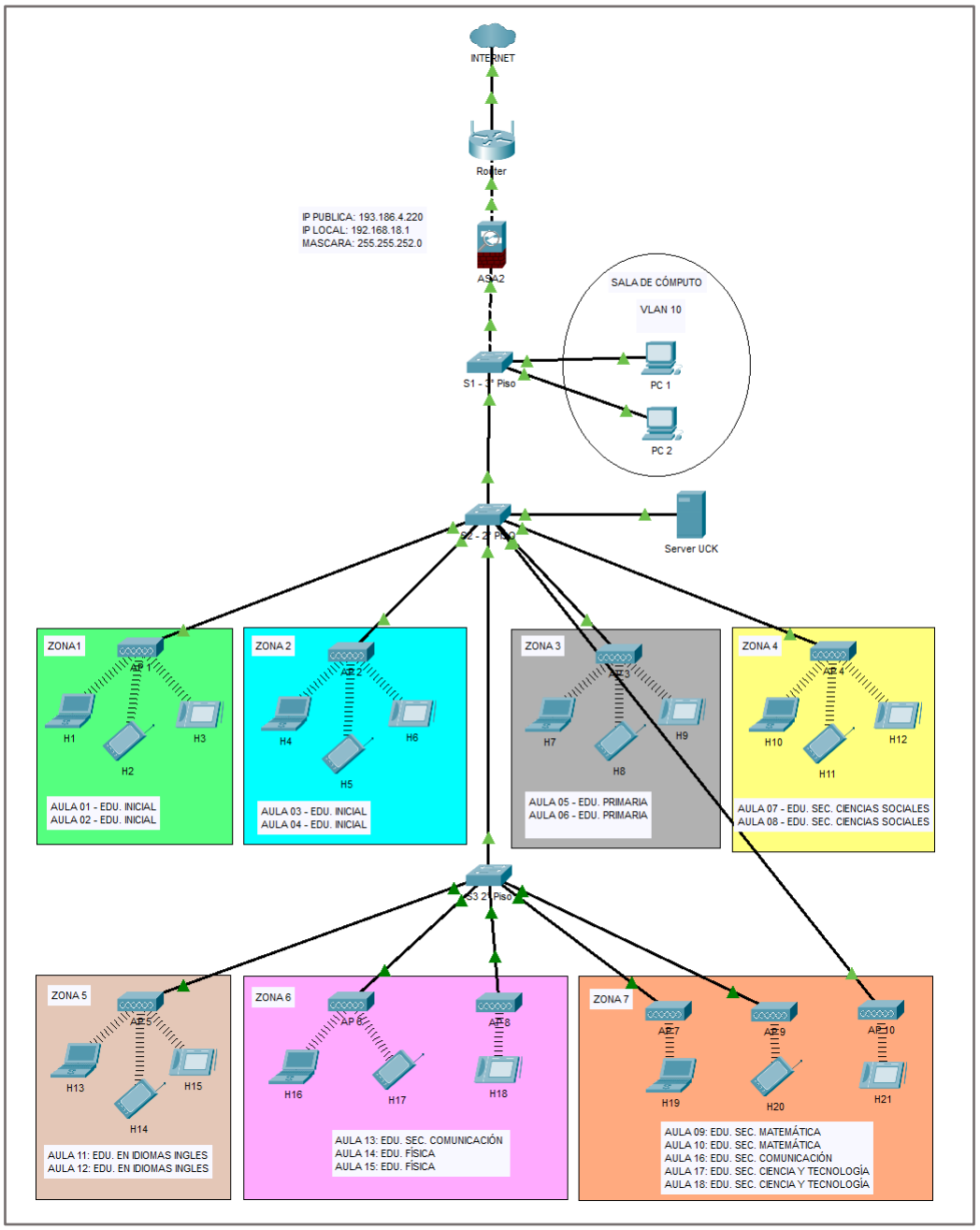


Figura 13. Diseño lógico con Wifi de alta densidad

En la figura 13 se presentó el nuevo diseño lógico, donde se aprecia la implementación de un nuevo punto de acceso (AP 8) en la ZONA 6. De igual manera, la ZONA 7 con los APs 9 y 10. Asimismo se instaló un mini servidor para gestionar la red de manera local y remota, y que guardase información de esta misma. Por último, se montó un cortafuego conectado al modem con la finalidad de filtrar el acceso a aplicaciones de uso no académico.

- **Diseño Físico**



Figura 14. Diseño físico del piso 1 con Wifi de alta densidad

Considerando la figura 14, presenta las ZONAS 1 y 2 donde estas mantienen la misma intensidad de la señal excelente (> -50 dBm) con respecto al diseño anterior, coloreada de verde desde el aula 1 a la 4. La frecuencia empleada fue de 5GHz.

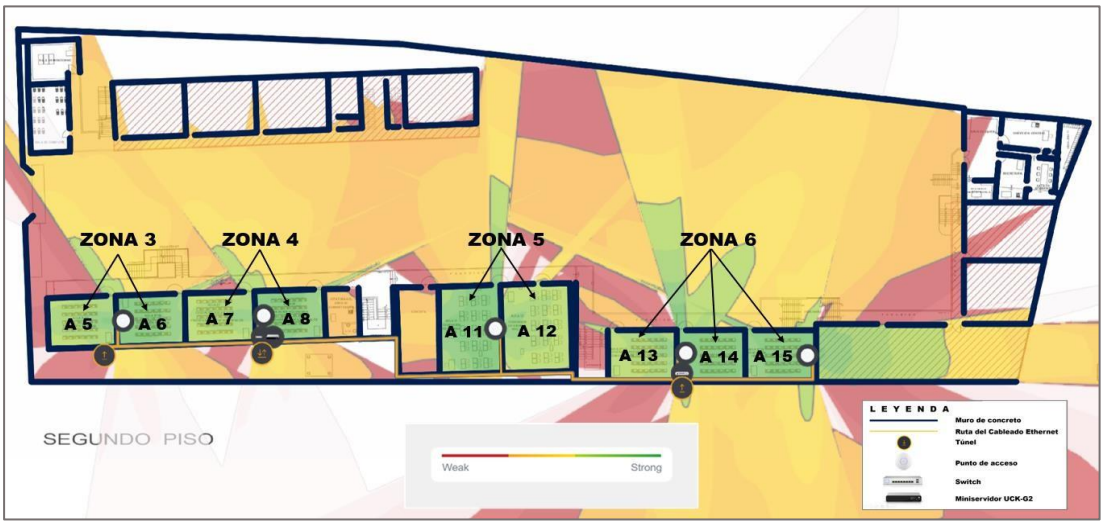


Figura 15. Diseño físico del piso 2 con Wifi de alta densidad

Considerando la figura 15, se visualiza una intensidad de la señal excelente (> -50 dBm) coloreada de verde en todas las zonas del segundo piso. La frecuencia empleada fue de 5GHz.

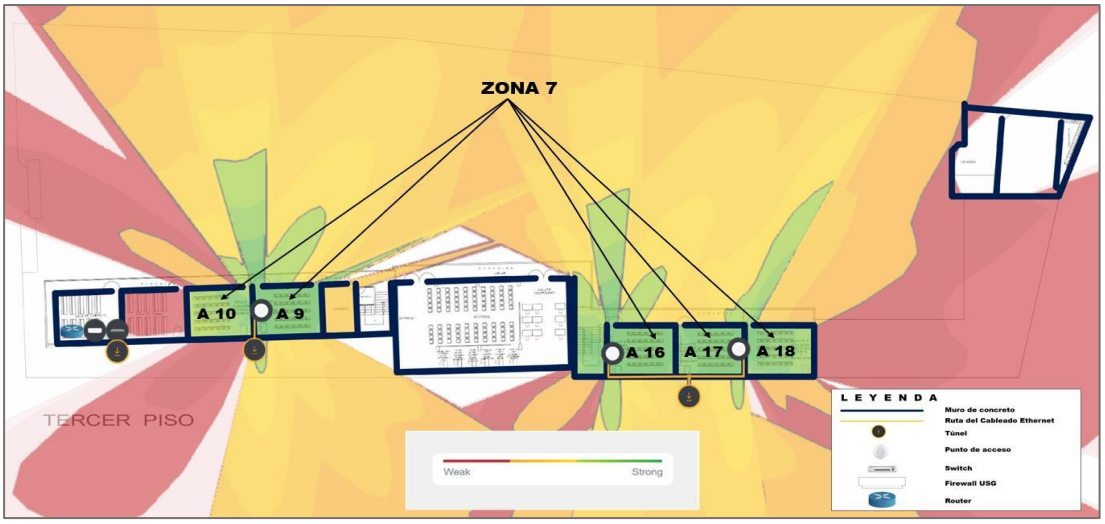


Figura 16. Diseño físico del piso 3 con Wifi de alta densidad

Tomando en cuenta la figura 16, se observa una intensidad de la señal excelente en toda la ZONA 7, la cual está coloreada de verde. La frecuencia manejada fue de 5GHz y una intensidas de la señal excelente (>-50 dBm).

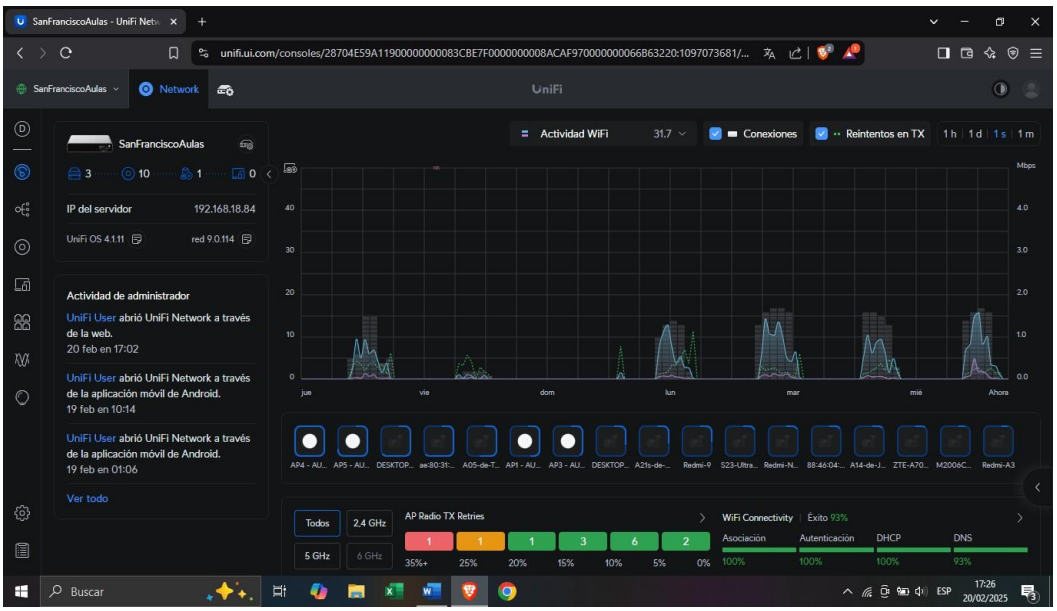


Figura 17. Sistema de gestión centralizada de red Unifi Site Manager

Considerando la figura 17, tras la implementación de los nuevos dispositivos de red intermedios de Ubiquiti Unifi, fue posible hacer la gestión centralizada de la red mediante la unificación de estos en el sistema Unifi Site Manager, el cual posibilita administrarla de manera local y remota por medio del miniservidor UCK-G2 plus.

5.1. Resultados Descriptivos

A continuación, se exponen los hallazgos obtenidos en la investigación.

5.1.1. Estadísticas Descriptivas del Indicador Ancho de Banda (Mbps)

El ancho de banda promedio registrado en el PreTest y PostTest refleja los resultados estadísticos según la siguiente tabla:

Tabla X.
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL INDICADOR ANCHO DE BANDA

Tipo de prueba			Estadístico
Ancho de banda (Megabits por segundo)	Pretest	Media	0.483
		Desviación estándar	0.0685
		Mínimo	0.364
		Máximo	0.643
		Coeficiente de variabilidad (D/M*100)	14.18%
	PostTest	Media	2.1
		Desviación estándar	0.05702
		Mínimo	2.02
		Máximo	2.22
		Coeficiente de variabilidad (D/M*100)	2.72%

De acuerdo con la Tabla X, en el PreTest se registró un Ancho de banda con una media general de 0.483 megabits por segundo, y una desviación estándar de 0.0685 Mbps. Los valores oscilaron considerablemente entre un mínimo de 0.364 Mbps y un máximo de 0.643 Mbps, y con un coeficiente de variabilidad del 14.18%. Luego, en el PostTest el ancho de banda obtuvo una media general de 2.1 megabits por segundo, con una desviación estándar de 0.05702 Mbps, variando entre un mínimo de 2.02 Mbps y un máximo de 2.22 Mbps, y con un coeficiente de variabilidad del 18.3%.

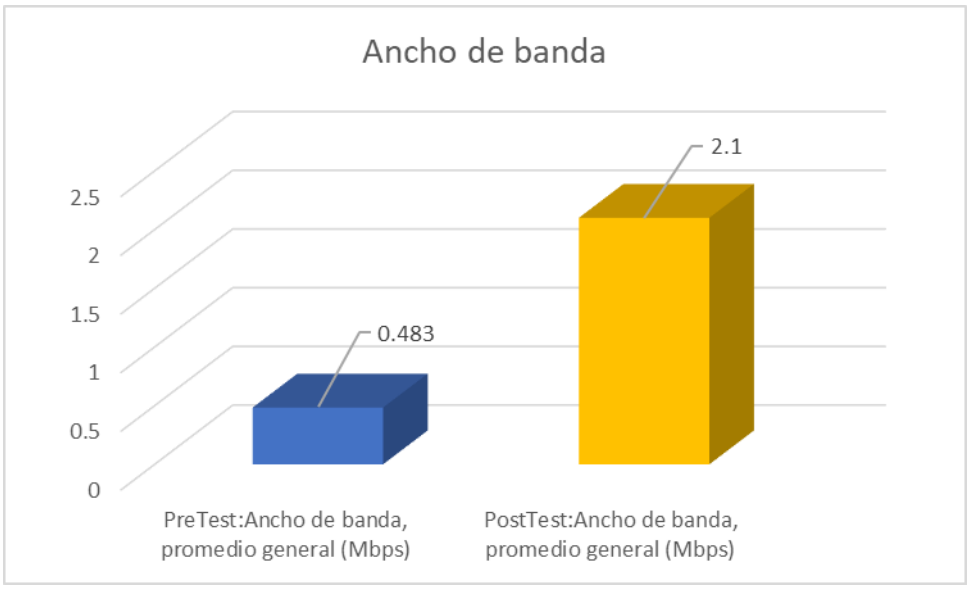


Figura 18. Barra gráfica del indicador Ancho de Banda

Según la Fig. 18, se observa una diferencia de 1.617 megabits por segundo entre el PostTest y el PreTest en el indicador de ancho de banda.

5.1.2. Estadísticas Descriptivas del Indicador Retardo (ms)

El retardo promedio registrado en el PreTest y PostTest refleja los resultados estadísticos según la siguiente tabla:

Tabla XI.
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL INDICADOR RETARDO

Tipo de prueba			Estadístico
Retardo (Milisegundos)	Pretest	Media	194.09
		Desviación estándar	12.21391
		Mínimo	173
		Máximo	219
		Coeficiente de variabilidad (D/M*100)	6.29%
	PostTest	Media	46.40
		Desviación estándar	8.49038
		Mínimo	29
		Máximo	57.86
		Coeficiente de variabilidad (D/M*100)	18.3%

En la Tabla XI, en el PreTest se registró un retardo promedio de 194.09 milisegundos, con una desviación estándar de 12.21391 ms. Los valores oscilaron considerablemente entre un mínimo de 173 milisegundos y un máximo de 219 milisegundos, con un coeficiente de variabilidad del 6.29%. Por otro lado, en el PostTest, el tiempo medio fue de 46.40 milisegundos, con una desviación estándar de 8.49038 ms, variando entre un mínimo de 29 milisegundos y un máximo de 57.86 milisegundos, con un coeficiente de variabilidad del 18.3%.

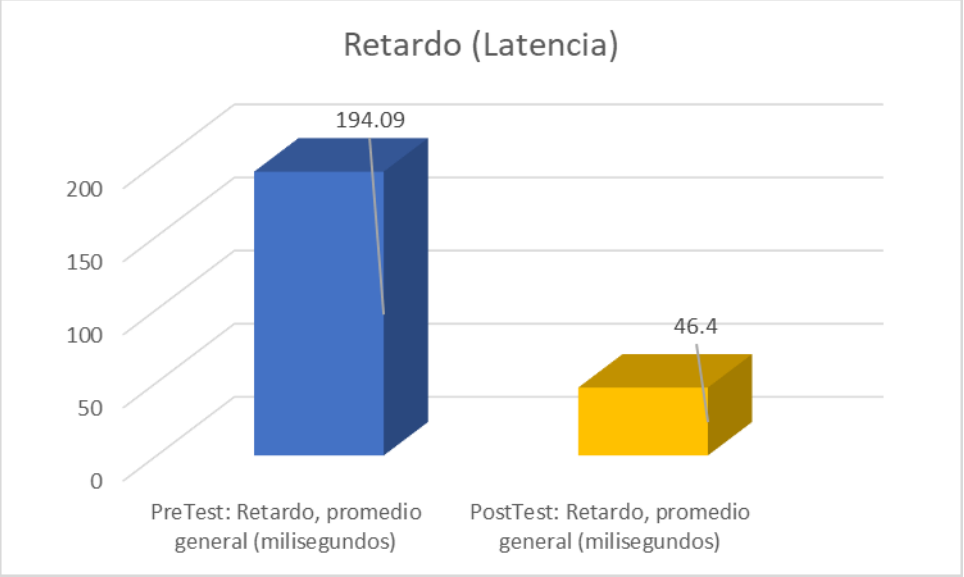


Figura 19. Barra gráfica del indicador Retardo.

Según la Fig. 19, se observa una diferencia de 147.69 milisegundos entre el PreTest y el PostTest en el indicador de retardo (latencia).

5.1.3. Estadísticas Descriptivas de la Variación del Retardo (ms).

La Variación del retardo promedio registrado en el PreTest y PostTest refleja los resultados estadísticos según la siguiente tabla:

Tabla XII.
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DEL INDICADOR VARIACIÓN DEL RETARDO.

Tipo de prueba			Estadístico
Variacíon del retardo (Milisegundos)	Pretest	Media	49.63
		Desviación estándar	4.89
		Mínimo	39.29
		Máximo	59.43
		Coeficiente de variabilidad (D/M*100)	10.49%
	PostTest	Media	2.04
		Desviación estándar	0.49861
		Mínimo	1.16
		Máximo	2.84
		Coeficiente de variabilidad (D/M*100)	24.42%

De acuerdo con la Tabla XII, en el PreTest se registró una Variación del retardo con una media general de 49.63 milisegundos, y una desviación estándar de 4.89 ms. Los valores oscilaron considerablemente entre un mínimo de 39.29 ms y un máximo de 59.43 ms, y con un coeficiente de variabilidad del 10.49%. Luego, en el PostTest, la Variación de retardo obtuvo una media general de 2.04 milisegundos, con una desviación estándar de 0.49861, variando entre un mínimo de 1.16 milisegundos y un máximo de 2.84 milisegundos, y con un coeficiente de variabilidad del 24.42%.

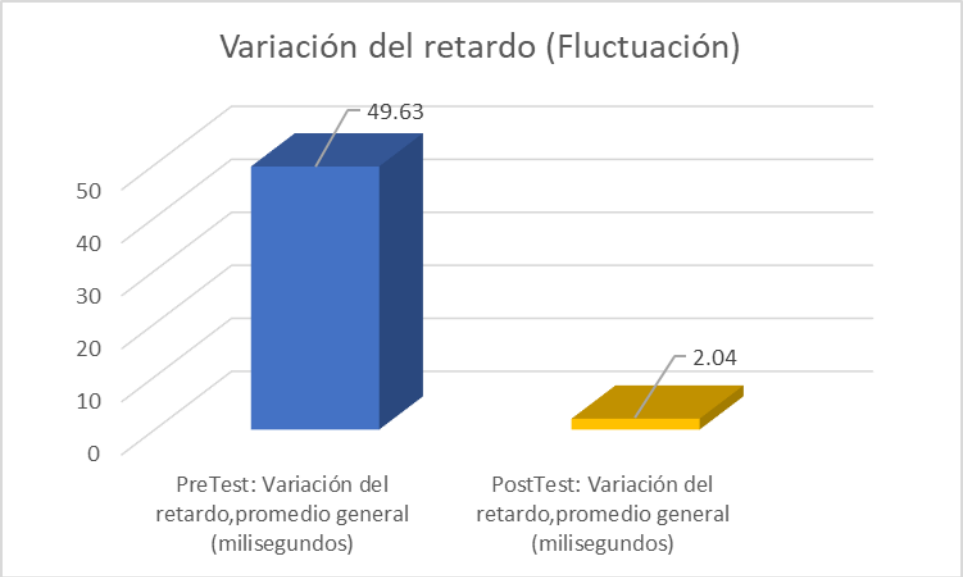


Figura 20. Barra gráfica del indicador Variación del retardo

Según la Fig. 20, se observa una diferencia de 47.59 milisegundos entre el PreTest y el PostTest en el indicador de Variación de retardo (jitter).

5.1.4. Estadísticas Descriptivas de la Pérdida de paquetes (%).

La pérdida de paquetes promedio registrados en el PreTest y PostTest refleja los resultados estadísticos según la siguiente tabla:

Tabla XIII.
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE PÉRDIDA DE PAQUETES

Tipo de prueba			**Estadístico**
Pérdida de paquetes (%)	Pretest	Media	10.22
		Desviación estándar	1.30907
		Mínimo	8.23
		Máximo	13.47
		Coeficiente de variabilidad (D/M*100)	12.81%

PostTest	Media	0
	Desviación estándar	0
	Mínimo	0
	Máximo	0
	Coeficiente de variabilidad (D/M*100)	Indefinido

Según la Tabla XIII, en el PreTest se registró una pérdida de paquetes promedio de 10.22% en tasa porcentual, con una desviación estándar de 1.30907%. Los valores oscilaron considerablemente entre un mínimo de 8.23% y un máximo de 13.47%, con un coeficiente de variabilidad del 12.81%. Por otro lado, en el PostTest, el tiempo medio fue de 0%, con una desviación estándar de 0%, con valores de un mínimo de 0% y un máximo de 0%, con un coeficiente de variabilidad indefinido, donde este último no aplica porque la media es igual a 0.

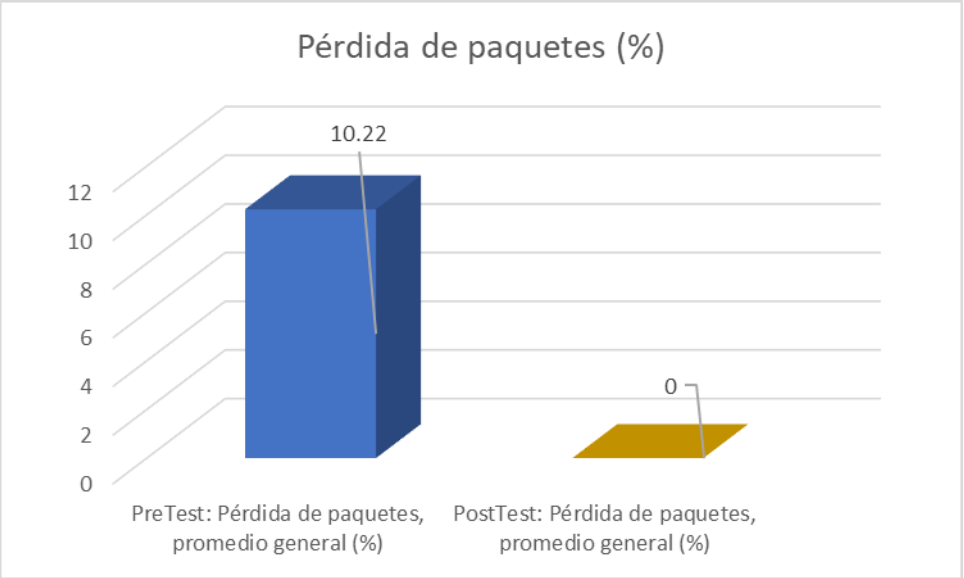


Figura 21. Barra gráfica del indicador pérdida de paquetes.

Conforme con la figura 21 se observa que existe una diferencia del 10.22% en su totalidad entre el preTest y el postTest para el indicador de pérdida de paquetes.

5.2. Resultados Inferenciales

En lo sucesivo, se expone el análisis de los resultados:

5.2.1. Prueba de Normalidad del Ancho de Banda.

Se llevó a cabo la prueba de normalidad para el indicador Ancho de banda mediante el método Shapiro-Wilk, dado que la muestra tiene menos de 50 elementos. El análisis se realizó con un nivel de confianza del 95% utilizando el software SPSS, tomando en cuenta los siguientes parámetros:

Hipótesis Estadísticas:

$\boldsymbol{H_0}$**:** Las variables presentan una distribución normal.

$\boldsymbol{H_1}$**:** Las variables no presentan una distribución normal.

Nivel de Significancia:

El nivel de significancia es 0.05 (el error máximo permitido).

Regla de Decisión:

Sig. <=0.05, entonces se rechaza H0, y se acepta H1.

Sig. > 0.05, entonces se acepta H0, y se rechaza H1.

Tabla XIV.
PRUEBA DE SHAPIRO WILK DEL INDICADOR ANCHO DE BANDA.

		Shapiro Wilk		
	Tipo de prueba	**Estadístico**	**gl.**	**Sig.**
Ancho de banda (Mbps)	PreTest	0.978	21	0.886
	PostTest	0.955	21	0.428

Considerando la tabla XIV, se observa que en ambos casos el p-valor es mayor que 0.05, de manera que esto indica que no hay evidencia suficiente para afirmar que los datos no sean normales. Por lo tanto, se afirma que los datos del Pretest y PostTest siguen una distribución normal, lo que justifica el uso de pruebas paramétricas para el

análisis estadístico posterior, como la prueba t de Student para muestras relacionadas si se quiere comparar el pretest y postTest.

5.2.2. Contrastación de la Hipótesis Específica 1, Ancho de Banda.

Formulación de las hipótesis:

Hipótesis Específica Nula

$\boldsymbol{HE_0}$**:** El modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad no incrementa el Ancho de banda de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

Hipótesis Específica Alterna

$\boldsymbol{HE_1}$**:** El modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad incrementa el Ancho de banda de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

Nivel de Significancia:

El nivel de significancia es 0.05 (el error máximo permitido).

Regla de Decisión:

Sig. <=0.05, entonces se rechaza H0, y se acepta H1.

Sig. > 0.05, entonces se acepta H0, y se rechaza H1.

Tabla XV.
PRUEBA DE T STUDENT PARA PRUEBAS EMPAREJADAS DEL INDICADOR ANCHO DE BANDA

	Media	**Estadístico t**	**gl.**	**Sig.**
Diferencias emparejadas	1.619476	85.722	20	,000

En la tabla XV se presentan los resultados de la prueba T-Student para muestras emparejadas, donde se obtuvo un valor de significancia (Sig.) de ,000; el cual es menor a 0.05. Así que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Esto

evidencia que la implementación del modelo de Redes wifi de Alta densidad incrementa el Ancho de banda (Mbps) de la conexión a internet en la EESPP de Chincha.

5.2.3. Prueba de Normalidad del Indicador Retardo.

Se llevó a cabo la prueba de normalidad para el indicador retardo mediante el método Shapiro-Wilk, dado que la muestra tiene menos de 50 elementos. El análisis se realizó con un nivel de confianza del 95% utilizando el software SPSS, tomando en cuenta los siguientes parámetros:

Hipótesis Estadísticas:

$\boldsymbol{H_0}$**:** Las variables presentan una distribución normal.

$\boldsymbol{H_1}$**:** Las variables no presentan una distribución normal.

Nivel de Significancia:

El nivel de significancia es 0.05 (el error máximo permitido).

Regla de Decisión:

Sig. <=0.05, entonces se rechaza H0, y se acepta H1.

Sig. > 0.05, entonces se acepta H0, y se rechaza H1.

Tabla XVI.
PRUEBA DE SHAPIRO WILK DEL INDICADOR RETARDO.

		Shapiro Wilk		
	Tipo de prueba	**Estadístico**	**gl.**	**Sig.**
Retardo (milisegundos)	PreTest	0.968	21	0.696
	PostTest	0.927	21	0.123

Respecto a la tabla XVI, se observa que en ambos casos el p-valor es mayor que 0.05, por lo que no hay evidencia suficiente para afirmar que los datos no sean normales. Por lo tanto, se afirma que los datos del Pretest y PostTest siguen una

distribución normal, lo que justifica el uso de pruebas paramétricas para el análisis estadístico posterior, como la prueba t de Student para muestras relacionadas si se quiere comparar el pretest y postTest.

5.2.4. Contrastación de la Hipótesis Específica 2, Retardo.

Formulación de las hipótesis:

Hipótesis Específica Nula

HE_0**:** El modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad no disminuye el Retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

Hipótesis Específica Alterna

HE_1**:** El modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad disminuye el Retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

Nivel de Significancia:

El nivel de significancia es 0.05 (el error máximo permitido).

Regla de Decisión:

Sig. <=0.05, entonces se rechaza H0, y se acepta H1.

Sig. > 0.05, entonces se acepta H0, y se rechaza H1.

Tabla XVII.
PRUEBA T STUDENT DE MUESTRAS EMPAREJADAS DEL INDICADOR RETARDO.

	Media	**Estadístico t**	**gl.**	**Sig.**
Diferencias emparejadas	147.68667	48.131	20	,000

En la tabla XVII se visualiza los resultados de la prueba T-Student para muestras emparejadas, donde se obtuvo un valor de significancia (Sig.) de 0.000, el cual es inferior a 0.05. Como consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la

hipótesis alternativa. Esto indica que la implementación del modelo de Redes wifi de Alta densidad disminuye el retardo (ms) de la conexión a internet en la EESPP de Chincha.

5.2.5. Prueba de Normalidad del Indicador 3, Variación del Retardo.

Se llevó a cabo la prueba de normalidad para el indicador Variación del retardo mediante el método Shapiro-Wilk, dado que la muestra tiene menos de 50 elementos. El análisis se realizó con un nivel de confianza del 95% utilizando el programa SPSS de IBM, tomando en cuenta los siguientes parámetros:

Hipótesis Estadísticas:

$\boldsymbol{H_0}$**:** Las variables presentan una distribución normal.

$\boldsymbol{H_1}$**:** Las variables no presentan una distribución normal.

Nivel de Significancia:

El nivel de significancia es 0.05 (el error máximo permitido).

Regla de Decisión:

Sig. <=0.05, entonces se rechaza H0, y se acepta H1.

Sig. > 0.05, entonces se acepta H0, y se rechaza H1.

Tabla XVIII.
PRUEBA T STUDENT DE SHAPIRO WILK DEL INDICADOR VARIACIÓN DEL RETARDO.

		Shapiro Wilk		
	Tipo de prueba	**Estadístico**	**gl.**	**Sig.**
Variación del Retardo (ms)	PreTest	0.972	21	0.771
	PostTest	0.957	21	0.454

Tomando en cuenta la tabla XVIII, se observa que en ambos casos el p-valor es mayor que 0.05, por lo que no hay evidencia suficiente para afirmar que los datos

no sean normales. Por lo tanto, se afirma que los datos del Pretest y PostTest siguen una distribución normal, lo que justifica el uso de pruebas paramétricas para el análisis estadístico posterior, como la prueba t de Student para muestras relacionadas si se quiere comparar el pretest y postTest.

5.2.6. Contrastación de la Hipótesis Específica 3, Variación del Retardo.

Formulación de las Hipótesis:

Hipótesis Específica Nula

$\boldsymbol{HE_0}$**:** El modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad no disminuye la Variación del retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

Hipótesis Específica Alterna

$\boldsymbol{HE_1}$**:** El modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad disminuye la Variación del retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

Nivel de Significancia:

El nivel de significancia es 0.05 (el error máximo permitido).

Regla de Decisión:

Sig. <=0.05, entonces se rechaza H0, y se acepta H1.

Sig. > 0.05, entonces se acepta H0, y se rechaza H1.

Tabla XIX.
PRUEBA T STUDENT DE MUESTRAS EMPAREJADAS DEL INDICADOR VARIACIÓN DEL RETARDO.

	Media	**Estadístico t**	**gl.**	**Sig.**
Diferencias emparejadas	47.59190	43.246	20	,000

En la tabla XIX se visualiza los resultados de la prueba T-Student para muestras emparejadas, donde se obtuvo un valor de significancia (Sig.) de ,000; el cual

es inferior a 0.05. Como consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Esto indica que la implementación del modelo de Redes wifi de Alta densidad disminuye la Variación del retardo (ms) de la conexión a internet en la EESPP de Chincha.

5.2.7. Prueba de Normalidad del Indicador 4, Pérdida de Paquetes.

Se llevó a cabo la prueba de normalidad para el indicador Pérdida de paquetes mediante el método Shapiro-Wilk, dado que la muestra tiene menos de 50 elementos. El análisis se realizó con un nivel de confianza del 95% utilizando el programa SPSS de IBM, tomando en cuenta los siguientes parámetros:

Hipótesis Estadísticas:

$\boldsymbol{H_0}$**:** Las variables presentan una distribución normal.

$\boldsymbol{H_1}$**:** Las variables no presentan una distribución normal.

Nivel de Significancia:

El nivel de significancia es 0.05 (el error máximo permitido).

Regla de Decisión:

Sig. <=0.05, entonces se rechaza H0, y se acepta H1.

Sig. > 0.05, entonces se acepta H0, y se rechaza H1.

Tabla XX.
PRUEBA DE NORMALIDAD DEL INDICADOR PÉRDIDA DE PAQUETES.

		Shapiro Wilk		
	Tipo de prueba	**Estadístico**	**gl.**	**Sig.**
Pérdida de paquetes (%)	PreTest	0.954	21	0.400
	PostTest	No aplica	No aplica	No aplica

Tomando en cuenta la tabla XX, se observa que en el preTest el p-valor es 0.400, el cual es mayor que 0.05, por lo que no hay evidencia suficiente para afirmar

que los datos no sean normales. Por lo tanto, se afirma que los datos del Pretest siguen una distribución normal. Por otra parte, en el postTest la prueba de Shapiro-Wilk no es aplicable puesto que no existe variabilidad de los datos debido a que todos los elementos de la muestra son iguales a 0.

En ese sentido, la mejor opción es usar una prueba no paramétrica como la prueba de rango con signo de Wilcoxon, que no asume normalidad y puede comparar los dos conjuntos de datos sin depender de la diferencia.

5.2.8. Contrastación de Hipótesis del Indicador 4, Pérdida de Paquetes.

Formulación de las hipótesis:

Hipótesis Específica Nula

HE_0: El modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad no disminuye la Pérdida de paquetes de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

Hipótesis Específica Alterna

HE_1: El modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad disminuye la Pérdida de paquetes de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

Nivel de Significancia:

El nivel de significancia es 0.05 (el error máximo permitido).

Regla de Decisión:

Sig. <=0.05, entonces se rechaza H0, y se acepta H1.

Sig. > 0.05, entonces se acepta H0, y se rechaza H1.

Tabla XXII.

PRUEBA DE WILCOXON DEL INDICADOR PÉRDIDA DE PAQUETES.

	PostTest - PreTest
Z	-4.015[b]
Sig. asin. (bilateral)	.000

En la tabla XXII se visualiza los resultados de la prueba de Wilcoxon, donde se obtuvo un valor de significancia (Sig.) de .000, el cual es inferior a 0.05. Como consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Esto indica que la implementación del modelo de Redes wifi de Alta densidad disminuye la Pérdida de paquetes (%) de la conexión a internet en la EESPP de Chincha.

Capítulo VI: Discusión

A partir de los resultados obtenidos, se determina que la implementación del Modelo de redes Wifi de Alta densidad mejora significativamente la Calidad de Servicio de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024; tuvo en cuenta los siguientes detalles.

6.1. Respecto a la Dimensión Rendimiento

En Relación con el Primer Indicador: Ancho de Banda

Según los hallazgos de este estudio, en la medición inicial, Pretest, del indicador Ancho de banda, la capacidad de transmisión máxima registrada fue de 0.643 Mbps. Luego de la implementación del modelo de redes Wifi de alta densidad, PostTest, este flujo de datos aumentó a 2.22 Mbps, reflejando un aumento de 1.577 Mbps. Por otra parte, respecto al promedio general del Ancho de banda, antes de la implementación se obtuvo un valor de 0.483 Mbps, mientras que posteriormente, con el uso del nuevo diseño de la red, este subió a 2,1 Mbps, el cual representa una subida del 334.78%.

En el análisis inferencial, los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk mostraron que en el PreTest se obtuvo un valor de significancia (Sig.) de 0.886, mientras que en el PostTest fue de 0.428. Esto indica que la distribución del PreTest y Postest son normales. Dado este escenario, se justificó el uso de pruebas paramétricas para el análisis estadístico posterior. Debido a esto, se utilizó la prueba estadística T Student para muestras relacionadas si se quería comparar el pretest y postTest para contrastar las hipótesis. Seguidamente se obtuvo un nivel de significancia bilateral de 0.000. Como resultado, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa, lo que demuestra que la implementación del modelo de Redes Wifi de alta densidad incrementa significativamente el Ancho de banda (Mbps) de la conexión a internet en la EESPP “San Francisco de Asís”.

Estos resultados se contrastan con la investigación de Carracedo [21], quien diseñó una red Wi-Fi de alta densidad para una institución educativa, y obtuvo un ancho

de banda de 5.82 Mbps, específicamente en la planta baja. Este valor estaba dentro de lo esperado, en concordancia con un informe de Cisco Networking [47], el cual recomienda un mínimo necesario de 2 Mbps de ancho de banda en entornos educativos para garantizar el funcionamiento adecuado de aplicaciones en línea.

En Relación con el Segundo Indicador: Retardo

De acuerdo con los resultados de este estudio, en la evaluación previa (PreTest) del indicador Retardo, el tiempo máximo registrado fue de 219 milisegundos. Tras la implementación del modelo de redes Wifi de alta densidad, este tiempo se redujo a 57.86 milisegundos, evidenciando una disminución de 161.14 milisegundos. En cuanto al promedio general del retardo, antes de la implementación era de 194.09 milisegundos, mientras que después de integrar las redes Wifi de alta densidad, este redujo su valor a 46.4 milisegundos, lo que equivale a una reducción significativa del 76,09%.

Además, en el análisis inferencial, los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk mostraron que en el PreTest se obtuvo un valor de significancia (Sig.) de 0.696, indicando una distribución normal, mientras que en el PostTest el valor fue de 0.123, lo que sugiere que ambas pruebas tuvieron una distribución normal. Ante este escenario, se justificó el uso de pruebas paramétricas para el análisis estadístico posterior. Debido a ello, se empleó la prueba estadística T Student para muestras relacionadas si se quería comparar el pretest y postTest para contrastar las hipótesis, obteniendo un nivel de significancia bilateral de 0.000. Como resultado, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa, lo que demuestra que la implementación de las redes Wifi de alta densidad disminuye significativamente el retardo (latencia) de la conexión a internet en la EESPP “San Francisco de Asís” de Chincha, 2024.

Estos resultados se comparan con el estudio realizado por Ormachea [19], quien, tras aplicar un modelo de gestión de tráfico de red, consiguió disminuir el tiempo

del retardo de 1405.13 ms a 87.44 ms. Esta reducción equivalió a un 1600%. Este resultado estaba dentro de lo esperado, en concordancia con un protocolo de la Unión Internacional de Telecomunicaciones [48], el cual establece que el rango aceptable para la mayoría de aplicaciones oscilan desde los 0 a to0 milisegundos.

En Relación con el Tercer Indicador: Variación de Retardo

De acuerdo con los resultados de este estudio, en la evaluación previa (PreTest) del indicador Variación del retardo, el tiempo máximo registrado fue de 59.43 milisegundos. Tras la implementación del modelo de redes Wifi de alta densidad, este tiempo se redujo a 2.84 milisegundos, evidenciando una disminución de 56.59 milisegundos. En cuanto al promedio general de la Variación del retardo, antes de la implementación era de 49.63 milisegundos, mientras que después de integrar las redes Wifi de alta densidad, este redujo su valor a 2.04 milisegundos, lo que equivale a una reducción significativa del 95.89%.

Además, en el análisis inferencial, los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk mostraron que en el PreTest se obtuvo un valor de significancia (Sig.) de 0.771, indicando una distribución normal, mientras que en el PostTest el valor fue de 0.454, lo que sugiere que ambas pruebas tuvieron una distribución normal. Ante este escenario, se justificó el uso de pruebas paramétricas para el análisis estadístico posterior. Debido a ello, se empleó la prueba estadística T Student para muestras relacionadas si se quería comparar el pretest y postTest para contrastar las hipótesis, obteniendo un nivel de significancia bilateral de 0.000. Como resultado, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa, lo que demuestra que la implementación de las redes Wifi de alta densidad disminuye significativamente la Variación del retardo (fluctuación) de la conexión a internet en la EESPP “San Francisco de Asís” de Chincha, 2024.

Estos resultados se comparan con el estudio realizado por Ormachea [19], quien, tras aplicar un modelo de gestión de tráfico de red, consiguió disminuir el

tiempo de la variación del retardo en un preTest y postTest que iba desde los 60 ms y terminó en 0.49 ms respectivamente. Esta reducción equivalió a un 12000%. Este resultado estaba dentro de lo esperado, en concordancia como menciona Malisuwan, et al. en su artículo científico [49] basado en los estándares de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, el cual establece que el rango bueno para este parámetro va desde los 0 a 20ms.

6.2. Respecto a la Dimensión Disponibilidad

En Relación con el Cuarto Indicador: Pérdida de Paquetes

De acuerdo con los resultados de este estudio, en la evaluación previa (PreTest) del indicador Pérdida de paquetes, el porcentaje máximo registrado fue de 13.47%. Tras la implementación del modelo de redes Wifi de alta densidad, este porcentaje cayó a 0% en todas las mediciones, evidenciando una disminución del 100%. En cuanto al promedio general de la Pérdida de paquetes, antes de la implementación era de 10.22%, mientras que después de integrar las redes Wifi de alta densidad, este redujo su valor a 0% por completo, lo que equivale a una reducción muy significativa del 100% respecto a la medición preTest.

Además, en el análisis inferencial, los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk mostraron que en el PreTest se obtuvo un valor de significancia (Sig.) de 0.4, indicando una distribución normal, mientras que en el PostTest la prueba de Shapiro-Wilk no fue aplicable, puesto que no existe variabilidad de los datos debido a que todos los elementos de la muestra son iguales a 0. Ante este escenario, se justificó el uso de la prueba no paramétrica de Wilcoxon para el análisis estadístico posterior. El cual arrojó, un nivel de significancia bilateral de 0.00006. Como resultado, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa, lo que demuestra que la implementación de las redes Wifi de alta densidad disminuye significativamente la Pérdida de paquetes de la conexión a internet en la EESPP “San Francisco de Asís” de Chincha, 2024.

Estos resultados se comparan con el estudio realizado por Alcívar et al. [17], quien, tras aplicar un diseño de redes con enlaces redundantes en instituciones de entornos académicos, logró reducir la tasa de pérdida de paquetes al 0%. Esto se debe principalmente a la utilización de hardware en óptimas condiciones, la ausencia de software defectuoso y una distribución adecuada del cableado estrucutrado entre los equipos. En consecuencia, la probabilidad de error en la pérdida de paquetes es mínima.

6.3. Respecto al Objetivo General

El objetivo general de esta investigación fue determinar de qué manera el modelo de Redes Wifi de alta densidad mejoran la Calidad de Servicio de la conexión a internet en la EESPP de Chincha. Con base en los resultados obtenidos de los indicadores, se afirma que el modelo de redes Wifi de alta densidad mejoró significativamente esta variable.

Empezando, con la primera métrica del indicador ancho de banda, se observó un aumento del 334.78% tras la implementación del modelo. De manera similar, la segunda métrica, correspondiente al indicador de retardo (latencia), registró una reducción del 76,09%. Asimismo, la tercera métrica, que midió la variación del retardo (fluctuación), mostró una disminución del 95.89%. Finalmente, el indicador de pérdida de paquetes se redujo a 0%, lo que representó una disminución del 100% en comparación con su valor anterior al preTest.

En esa misma línea, se tiene que a incorporación del modelo de redes Wifi de alta densidad generó un impacto significativo en los indicadores, evidenciando su efecto beneficioso en los parámetros de la Calidad de Servicio (QoS). Tanto el ancho de banda, el retardo, la variación del retardo, y la pérdida de paquetes mejoraron de manera positiva.

Capítulo VII: Conclusiones

Finalmente, se logró mejorar la Calidad de Servicio de la conexión a internet en la red Wi- Fi estudiantil mediante el modelo de redes Wi-Fi de alta densidad en la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública “San Francisco de Asís” de Chincha. Los resultados obtenidos en los indicadores de ancho de banda, retardo, variación del retardo y pérdida de paquetes evidenciaron mejoras significativas en las dimensiones de rendimiento y disponibilidad, cumpliendo los objetivos específicos planteados en la investigación.

Por último, se detalla lo siguiente:

- ✓ El modelo de redes Wifi de alta densidad mejoró significativamente la capacidad de transmisión del ancho de banda de la conexión a internet. Donde el promedio general inicial era de 0.483 Mbps, y el promedio general luego del modelo fue de 2.1 Mbps, reflejando un incremento del 334.78%.
- ✓ El modelo de redes Wifi de alta densidad mejoró significativamente la reducción del retardo (latencia) de la conexión a internet. Donde el promedio general inicial era de 194.09 ms, y el promedio general luego del modelo fue de 46.4 ms, reflejando una disminución del 76.09%.
- ✓ El modelo de redes Wifi de alta densidad mejoró significativamente la reducción de la variación del retardo (fluctuación) de la conexión a internet. Donde el promedio general inicial era de 49.63 ms, y el promedio general luego del modelo fue de 2.04 ms, reflejando una disminución del 95.89%.
- ✓ El modelo de redes Wifi de alta densidad mejoró significativamente la reducción de la pérdida de paquetes de la conexión a internet. Donde el promedio general inicial era de 10.22 %, y el promedio general luego del modelo fue un 0%, reflejando una disminución del 100% respecto al anterior.

Capítulo VIII: Recomendaciones

A partir de los resultados y conclusiones obtenidas, se presentan las siguientes recomendaciones, las cuales pueden servir de guía para futuras investigaciones y optimizaciones.

- ✓ Se recomienda realizar mantenimientos preventivos de manera periódica en la parte física de la red como verificar las conexiones de las interfaces LAN y WAN. Así como actualizar, los dispositivos de red según las necesidades de la institución.
- ✓ Realizar el monitoreo constante del tráfico de red de los estudiantes mediante el sistema de Ubiquiti Unifi, sea de manera local o remota, a fin de detectar anomalías que puedan perjudicar la operatividad de la red y corregir posibles degradaciones que dañen la calidad del servicio.
- ✓ Implementar campañas de sensibilización dirigidas a los estudiantes para promover el uso eficiente de la red Wi-Fi en la institución. Esto puede lograrse a través de charlas, talleres y material informativo que expliquen la importancia de optimizar el ancho de banda y evitar el uso excesivo de aplicaciones de alto consumo no académico. De tal manera que se fomente una cultura de responsabilidad digital, y que garantice una conectividad equitativa y de calidad para todos los usuarios.
- ✓ Finalmente, se recomienda realizar una evaluación de la Calidad de Experiencia (QoE) de la red mediante la realización de encuestas a los estudiantes. A fin de conocer su percepción sobre aspectos como la velocidad de internet, estabilidad, y disponibilidad del servicio. Donde las respuestas obtenidas permitirían identificar posibles áreas de mejora.

Referencias

[1] E. Safrianti, L. Oktavianna y A. Satiarini, «Peer Connection Classifier Method for Load Balancing Technique,» *International Journal of Electrical, Energy and Power System Engineering (IJEEPSE),* vol. 4, nº 1, pp. 127-133, 2021.

[2] D. Hadush, G. Gebrekrstos, E. Admasu y S. Haylu, «Unified study of Quality of Service (QoS) in OPS/OBS networks,» *Optical Fiber Technology,* vol. 36, nº 1, pp. 394-402, 2017.

[3] A. Syahrani y B. Yuliadi, «Load Balancing On Mikrotik at Karang Jaya Health Center Using NTH Method,» *PIKSEL : Penelitian Ilmu Komputer Sistem Embedded and Logic,* vol. 11, nº 2, pp. 267-282, 2023.

[4] G. Moreta, «Diseño de una red Wifi para el colegio "Modelo Politécnico" con Soporte Dual Band,» Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2020.

[5] N. Selwyn, Cambio - Internet y Educación, Madrid: OpenMind BBVA, 2014.

[6] V. Pudya y M. Dermawan, «Analisis Quality of Service (QoS)Jaringan Internet Universitas Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB),» *Journal of Informatics Management and Information Technology,* vol. 3, nº 2, pp. 70-76, 2023.

[7] S. Bravo, «Diseño de redes IEEE 802.11 en entornos extremos: Alta densidad,» Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2022.

[8] M. Rath, U. Rout, N. Pujari, S. Nanda y S. Panda, «Congestion Control Mechanism for Real Time Traffic in Mobile Adhoc Networks,» de *Computer Comunication, Networking and Internet Security*, Singapur, Springer, 2017, pp. 149-146.

[9] Cisco Meraki, «IT for the Connected Campus,» [En línea]. Available: https://meraki.cisco.com/lib/pdf/meraki_higher_education_overview_solution_guide.pdf. [Último acceso: 20 12 2024].

[10] R. Benites, «Los impactos del COVID-19 en la educación,» de *La Educación Superior Universitaria en el Perú post-pandemia*, Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2021, p. 5.

[11] G. Pérez, «Implementación de un diseño de red inalámbrica basada en tecnología Mesh para mejorar la calidad de servicio de la red de datos del área académica del COAR - Huancavelica,» Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancavelica, 2024.

[12] W. Sugeng, J. Istiyanto, K. Mustofa y A. Ashari, «The Impact of QoS Changes towards Network Performance,» *International Journal of Computer Networks and Communications Security*, vol. 3, nº 2, pp. 48-53, 2015.

[13] ManageEngine, «Acaparamientos del ancho de banda,» ManageEngine, [En línea]. Available: https://www.manageengine.com/latam/netflow/acaparamiento-ancho-de-banda.html. [Último acceso: 25 07 2024].

[14] C. Bernal, Metodología de la investigación, Tercera Edición: Pearson, 2010.

[15] N. Rianto, S. Halimah y J. Jumanto, «Analysis of quality of service (QoS) wi-fi network in UNNES digital center building using Wireshark,» *Journal of Student Research Exploration*, vol. 1, nº 1, pp. 21-32, 2023.

[16] M. Alhari y M. Lubis, «Quality of Service (QoS) Wifi Network Study Case: Telkom University Dormitory Hall,» *The 2023 IEEE International Conference on Industry 4.0, Artificial Intelligence, and Communications Technology (IAICT)*, pp. 345-349, 2023.

[17] E. Alcívar, J. Herrera y M. Cruz, «Diseño de redes para Instituciones Académicas con criterios de QoS,» *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, vol. 47, nº 01, pp. 170-183, 2021.

[18] W. Azamuddin, R. Hassan, A. Aman y M. Hasan, «Quality of Service (QoS) Management for Local Area Network (LAN) Using Traffic Policy Technique to Secure Congestion,» *Computers,* vol. 9, nº 2, p. 15, 2020.

[19] M. Ormachea, «Modelo de Gestión del tráfico de red en la Calidad de servicio (QoS) WAN en la EPS EMAPAT 2021,» Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, 2021.

[20] H. Quezada, Diseño de una red FTTH mediante el estándar GPON para la mejora de la Calidad de servicio de Internet en los hogares en el distrito de Chorrillos, Prov. Constitucional del Callao: Universidad Nacional del Callao, 2021.

[21] L. Narváez, Modelo de optimización para la Calidad de servicio (Quality of Service, QoS) en redes Wi-fi (802.11AX) aplicando programación multiobjetivo, Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José De Caldas, 2022.

[22] E. Carracedo, «Diseño de una Red Wi - Fi de Alta densidad para un edificio singular,» Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2021.

[23] Cisco Networking, «High Density Wi-Fi Deployments,» 22 Abril 2024. [En línea]. Available: https://documentation.meraki.com/Architectures_and_Best_Practices/Cisco_Meraki_Best_Practice_Design/Best_Practice_Design_-_MR_Wireless/High_Density_Wi-Fi_Deployments. [Último acceso: 05 29 2024].

[24] J. Bernal, J. Sánchez y S. Martínez, «Optimización con modelos de red en hoja de cálculo,» *Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA,* vol. 13, nº 1, pp. 1-12, 2005.

[25] FasterCapital, «Introducción al Modelado basado en Redes,» 2 Junio 2024. [En línea]. Available: https://fastercapital.com/es/contenido/Introduccion-al-modelado-basado-en-redes.html. [Último acceso: 8 Agosto 2024].

[26] J. Salazar, «Arquitectura de red,» de *Redes Inalámbricas*, TechPedia, 2016, p. 17.

[27] A. Mora, J. Rodríguez, R. Macías y H. Sacón, «Estudio de la tecnología de comunicación inalámbrica en el estándar IEEE 802.11ax orientada al despliegue en Ecuador para el desarrollo del internet de las cosas,» *Dominio de las Ciencias*, vol. 7, nº 4, pp. 729-762, 2021.

[28] Aruba Networking, «Qué es 802.11ax (Wi-Fi 6)? Y por qué lo necesita,» HPE Aruba Networking, [En línea]. Available: https://www.arubanetworks.com/es/resource/que-es-802-11ax-wi-fi-6-y-por-que-lo-necesita/. [Último acceso: 01 08 2024].

[29] Huawei, «Huawei Carrier,» 29 06 2017. [En línea]. Available: https://carrier.huawei.com/~/media/CNBG/Downloads/Technical%20Topics/Fixed%20Network/White%20Paper%20of%20Home%20Wi-Fi%20-en.pdf. [Último acceso: 05 08 2024].

[30] Aruba Networks, «¿Qué es la Topología de Red?,» [En línea]. Available: https://www.arubanetworks.com/es/faq/que-es-la-topologia-de-red/. [Último acceso: 14 Abril 2024].

[31] M. Lederkremer, Redes Informáticas, Buenos Aires: Creative Andina Corp., 2019.

[32] M. Liberatori, Redes de datos y sus Protocolos, La Plata: EUDEM, 2018.

[33] NetworkLessons, «Wireless LAN 802.11 Service Sets,» NetworksLessons, [En línea]. Available: https://networklessons.com/cisco/ccna-200-301/wireless-lan-802-11-service-sets. [Último acceso: 11 Agosto 2024].

[34] Aruba Networks, «¿Qué es la gestión de redes?,» HPE Aruba Networking, [En línea]. Available: https://www.arubanetworks.com/latam/faq/que-es-la-gestion-de-redes/. [Último acceso: 14 08 2024].

[35] Tp-Link, «Soluciones profesionales para entornos de Alta densidad,» Tp-Link, 2024. [En línea]. Available: https://www.tp-link.com/es/business-networking/solution/high-density-environment/. [Último acceso: 07 08 2024].

[36] NetSpot, «¿Qué es la intensidad de la señal WiFI y por qué debería importarme?,» [En línea]. Available: https://www.netspotapp.com/es/wifi-signal-strength/wifi-signal-strength-and-its-impact.html. [Último acceso: 02 12 2024].

[37] P. Oppenheimer, Top Down Network Design, Indianapolis: Cisco Press, 2010.

[38] Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), «E.800: Calidad de los servicios de telecomunicación,» ITU, Ginebra, 2008.

[39] F. Gacharná, «Calidad de servicio en redes IP,» *Revista Inventum*, vol. 2, nº 3, pp. 37-42, 2007.

[40] Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), «E. 802 Marco y metodología para la determinación y la aplicación de parámetros de calidad de servicio,» ITU, Ginebra, 2007.

[41] A. Valdez, C. Miranda, P. Schlesinger, J. Chiozza y A. Grela, «Calidad de Servicio en Redes de Telecomunicaciones,» *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, vol. 4, nº 30, pp. 278-293, 2018.

[42] A. Wishnu y B. Sugiantoro, «Analysis of Quality of Service (QoS) YouTube Streaming video service in Wireless Network in the Environment Faculty Of Science And Technology UIN Sunan Kalijaga,» *International Journal on Informatics for Development*, vol. 7, nº 2, pp. 30-35, 2018.

[43] M. Blanco y C. Lovera, «Evaluación de los Parámetros que Afectan la Calidad de Servicio,» *Ingeniare*, vol. 1, nº 18, pp. 61-71, 2015.

[44] D. Blandón, F. Guerrero, A. Navarro, Y. Díaz, J. Cuellar y C. Ochoa, «Parámetros de calidad de servicio a medir,» de *Medición de la calidad del servicio en Redes de Próxima Generación en Colombia*, Bogotá, Cintel, 2010, p. 52.

[45] A. Saleh, H. Tjahyaningtijas, Nurhayati y L. Rakhmawati, «Quality of Service (QoS) Comparative Analysis of Wireless Network,» *Indonesian Journal of Electrical and Electronics Engineering (INAJEEE)*, vol. 5, nº 2, pp. 30-37, 2022.

[46] IBM, «Calidad de Servicio (QoS),» 07 05 2024. [En línea]. Available: https://www.ibm.com/docs/es/i/7.5?topic=services-quality-service. [Último acceso: 10 05 2024].

[47] Cisco Networking, «Wireless LAN Design Guide For high - density client environments in higher education,» 2017. [En línea]. Available: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/solutions/industries/docs/education/cisco_wlan_design_guide.pdf. [Último acceso: 2024 07 25].

[48] Unión Internacional de Telecomunicaciones, «G. 114 Tiempo de transmisión en un sentido,» ITU, Ginebra, 2001.

[49] S. Malisuwan, D. Milindavanij y W. Kaewphanuekrungsi, «Quality of Service (QoS) and Quality of Experience (QoE) of the 4G LTE Perspective,» *International Journal of Future Computer and Communication*, vol. 5, nº 3, pp. 158-162, 2016.

[50] Cisco Networking Academy, «Conceptos sobre Tecnologías de Redes,» 2019. [En línea]. Available: https://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/small-business/pdfs/smb-redes-mx.pdf. [Último acceso: 16 04 2024].

[51] Osiptel, «Glosario de Términos de Telecomunicaciones en Perú,» Perú, Oficina de Comunicaciones y Relaciones, 2023, p. 76.

[52] R. Duarte y S. Paredes, «Análisis del tráfico de red,» 2016. [En línea]. Available: http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/5293. [Último acceso: 04 12 2024].

[53] V. Cadin y C. Talay, «Evolución de los algoritmos de control de congestión en las distintas variantes del protocolo TCP,» *Informes Científicos Técnicos - UNPA*, vol. 13, nº 1, pp. 125-144, 2021.

[54] F. Salgado, L. Balarezo, P. Esquivel y C. Pinos, «Repositorio Institucional Universidad del Azuay - Funcionamiento de una red IP,» 2003. [En línea]. Available: https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/2131?. [Último acceso: 12 Abril 2024].

[55] UJAEN, «Obtención de la dirección física del interfaz de red (MAC),» 2015. [En línea]. Available: https://www.ujaen.es/servicios/sinformatica/sites/servicio_sinformatica/files/uploads/redes/riuja/ObtenerMAC.pdf. [Último acceso: 12 04 2024].

[56] Microsoft Learn, «Comprender los conceptos básicos de direccionamiento TCP/IP y subredes,» 2023. [En línea]. Available: https://learn.microsoft.com/es-es/troubleshoot/windows-client/networking/tcpip-addressing-and-subnetting. [Último acceso: 12 04 2024].

[57] E. Mora y S. Villero, «Importancia de la implementación de Firewall en Redes empresariales como mecanismo para la Protección de información,» *Ciencia e Ingeniería,* vol. 7, nº 1, pp. 28-35, 2020.

[58] Organización Internacional de Normalización, «ISO 9000:2005 Sistemas de gestión de la calidad,» 2005. [En línea]. Available: https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-3:v1:es. [Último acceso: 29 05 2024].

[59] Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), «E. 812 Enfoque de externalización masiva para la evaluación de la calidad de servicio de extremo a extremo en las redes de banda ancha fija y móvil,» ITU, Ginebra, 2020.

[60] R. Hernández, C. Fernández y M. Baptista, Metodología de la Investigación, Jalisco: McGRAW-HILL, 2014.

[61] Z. Vargas, «La Investigación Aplicada: Una forma de Conocer las realidades con Evidencia Científica,» *Revista Educación,* vol. 33, nº 1, pp. 155-165, 2009.

[62] C. Ramos, «Los Alcances de una Investigación,» *CienciAmérica,* vol. 9, nº 3, pp. 1-6, 2020.

[63] F. Sánchez, «Fundamentos Epistémicos de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa: Consensos y Disensos,» *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria,* vol. 13, nº 1, pp. 102-122, 2019.

[64] R. Hernández, «Metodolofía de la Investigación, Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta,» de *¿Qué es el diseño de investigación?,* Ciudad de México, McGraw Hill Education, 2018, p. 150.

[65] J. Arias, M. Villasís y M. Miranda, «El protocolo de investigación III: La población de estudio,» *Revista Alergia México,* vol. 63, nº 2, pp. 201-206, 2016.

[66] H. Romero, J. Real, J. Ordoñez, G. Gloria y G. Saldarriaga, «La Muestra,» de *Metodología de la Investigación,* Quito, Edicumbre Editorial Corporativa, 2021, p. 201.

[67] T. Otzen y C. Manterola, «Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio,» *International Journal of Morphology,* vol. 35, nº 1, pp. 227-232, 2017.

[68] A. Cisneros, A. Guevara, J. Urdánigo y J. Garcés, «Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que Apoyan a la Investigación Científica en Tiempo de Pandemia,» *Dominio De Las Ciencias,* vol. 8, nº 1, p. 1165–1185, 2022.

[69] H. Ñaupas, J. Palacios, M. Valdivia y H. Romero, «El fichaje y la ficha,» de *Metodología de la Investigación, Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*, Bogotá, Ediciones de la U, 2018, p. 311.

[70] J. Espinosa, N. Pizarro, H. Parra, E. González, O. Talavera y G. Bueno, «Validación de un instrumento que mide el perfil actitudinal de los docentes y el desarrollo de competencias

universitarias y transversales,» *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo,* vol. 12, nº 23, 2021.

[71] Y. Corral, «Validez y confiabilidad de los instrumentos para la recolección de datos,» *Revista ciencias de la educación,* vol. 19, nº 33, pp. 228-247, 2009.

[72] C. Manterola, L. Grande, T. Otzen, N. García, P. Salazar y G. Quiroz, «Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. Métodos de valoración, utilidad y aplicaciones en la práctica clínica,» *Revista chilena de infectología,* vol. 35, nº 6, pp. 680-688, 2018.

Anexos

Anexo 1. Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable	Metodología
¿De qué manera el modelo de **Redes Wi-fi de Alta densidad** mejora la **Calidad de servicio** de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024?	Determinar de qué manera el modelo de **Redes Wi-fi de Alta densidad** mejora la **Calidad de servicio** de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.	El modelo de **Redes Wi-fi de Alta densidad** mejora la **Calidad de servicio** de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.		**Enfoque de investigación:** Cuantitativo **Método de investigación:** Hipotético - Deductivo
Problemas específicos	**Objetivos específicos**	**Hipótesis específicas**		
¿De qué manera el modelo de **Redes Wi-fi de Alta densidad** incrementa del **Ancho de banda** de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024?	Determinar de qué manera el modelo de **Redes Wi-fi de Alta densidad** incrementa el **Ancho de Banda** de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.	El modelo **Redes Wi-fi de Alta densidad** incrementa el **Ancho de banda** de la conexión a internet en la EESPP de Chincha ,2024.	**Independiente:** X = Redes Wi-fi de Alta densidad **Dimensión:** X1: Modelo de red	**Tipo de investigación:** Aplicada **Nivel de investigación:** Explicativa **Diseño de investigación:** Pre experimental **G:** Muestra **X:** Redes Wi-fi de Alta densidad **O1:** Observación pre test **O2:** Observación post test
¿De qué manera el modelo de **Redes Wi-fi de Alta densidad** disminuye el **Retardo** de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024?	Determinar de qué manera el modelo de **Redes Wi-fi de Alta densidad** disminuye el **Retardo** de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.	El modelo de **Redes Wi-fi de Alta densidad** disminuye el **Retardo** de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.		
¿De qué manera el modelo de **Redes Wi-fi de Alta densidad** disminuye la **Variación de retardo** de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024?	Determinar de qué manera el modelo de **Redes Wi-fi de Alta densidad** disminuye la **Variación de retardo** de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.	El modelo de **Redes Wi-fi de Alta densidad** disminuye la **Variación de Retardo** de la conexión a internet en la EESPP, Chincha 2024.	**Dependiente:** Y = Calidad de Servicio **Dimensión:** Y1: Rendimiento Y2: Disponibilidad	**Población:** 590 hosts **Muestra:** 21 hosts **Muestreo:** No Probabilístico por conveniencia. **Técnica de recolección de datos:** Ficha de registro
¿De qué manera el modelo de **Redes Wi-fi de alta densidad** disminuye la **Pérdida de paquetes** de la conexión a internet de en la EESPP Chincha, 2024?	Determinar de qué manera el modelo de **Redes Wi-fi de Alta densidad** disminuye la **Pérdida de paquetes** de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.	El modelo de **Redes Wi-fi de Alta densidad** disminuye la **Pérdida de paquetes** de la conexión a internet en la EESPP, Chincha 2024.		

Anexo 2. Instrumentos de Recolección de Datos, Fichas de Registro

<table>
<tr><th colspan="10">FICHA DE REGISTRO: ANCHO DE BANDA - RENDIMIENTO</th></tr>
<tr><td colspan="3">INVESTIGADOR</td><td colspan="7">De la Cruz Ortiz Kevin Daniel</td></tr>
<tr><td colspan="3">OBJETIVO</td><td colspan="7">Determinar el Ancho de Banda promedio en el Rendimiento de la Calidad de Servicio de la conexión a internet.</td></tr>
<tr><td colspan="3">CONFIDENCIALIDAD</td><td colspan="7">Los datos incluidos en esta ficha serán empleados para propósitos académicos y se manejarán con total confidencialidad.</td></tr>
<tr><td colspan="3">SEDE DE INVESTIGACIÓN</td><td colspan="7">EESPP "San Francisco de Asís"</td></tr>
<tr><td colspan="3">UBICACIÓN</td><td colspan="7">Av. América 209, Chincha Alta 11702</td></tr>
<tr><td>DIMENSIÓN</td><td colspan="2">Rendimiento</td><td>INDICADOR</td><td colspan="6">Ancho de banda</td></tr>
<tr><td>TIPO DE PRUEBA</td><td colspan="2">Pre test y Post test</td><td>UNIDAD DE MEDIDAD</td><td colspan="6">Megabits por segundo</td></tr>
<tr><td colspan="3">FÓRMULA: $\bar{AB} = \frac{\sum_{i}^{n} AB}{n}$</td><td colspan="7">AB: Ancho de Banda (Mbps)
n: Número de hosts</td></tr>
<tr><td colspan="3">HERRAMIENTA</td><td colspan="7">Programa y aplicativo móvil de medición de Ancho de Banda llamado Iperf2.</td></tr>
<tr><td colspan="3">DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MEDICIÓN</td><td colspan="7">Se utilizará el software Iperf2 para medir el Ancho de Banda de cada host inalámbrico, el cual será descargado e instalado en cada dispositivo para empezar el escaneo de la red.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">FECHA</td><td rowspan="2">HOSTS</td><td colspan="7">NÚMERO DE ZONAS</td><td rowspan="2">ANCHO DE BANDA PROMEDIO</td></tr>
<tr><td>Zona 1</td><td>Zona 2</td><td>Zona 3</td><td>Zona 4</td><td>Zona 5</td><td>Zona 6</td><td>Zona 7</td></tr>
<tr><td></td><td>HOST 1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>HOST 2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>HOST 3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>HOST 4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>HOST 5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>HOST 6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>…</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>HOST 21</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="9">PROMEDIO GENERAL</td><td></td></tr>
</table>

FICHA DE REGISTRO: RETARDO - RENDIMIENTO			
INVESTIGADOR	De la Cruz Ortiz Kevin Daniel		
OBJETIVO	Determinar el Retardo promedio en el Rendimiento de la Calidad de Servicio de la conexión a internet.		
CONFIDENCIALIDAD	Los datos incluidos en esta ficha serán empleados para propósitos académicos y se manejarán con total confidencialidad.		
SEDE DE INVESTIGACIÓN	EESPP "San Francisco de Asís"		
UBICACIÓN	Av. América 209, Chincha Alta 11702		
DIMENSIÓN	Rendimiento	**INDICADOR**	Retardo
TIPO DE PRUEBA	Pre test y Post test	**UNIDAD DE MEDIDAD**	Milisegundos.
FÓRMULA: $R = \frac{\sum_{i}^{n} R_i}{n}$	**R:** Retardo (ms) **n:** Número de hosts		
HERRAMIENTA	Programa y aplicativo móvil de medición del Retardo llamado SpeedTest.		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MEDICIÓN	Se utilizará el software SpeedTest para medir el Retardo de cada host inalámbrico, el cual será descargado e instalado en cada dispositivo para empezar el escaneo de la red.		

FECHA	**HOSTS**	**NÚMERO DE ZONAS**							**RETARDO PROMEDIO**
		ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	ZONA 6	ZONA 7	
	HOST 1								
	HOST 2								
	HOST 3								
	HOST 4								
	HOST 5								
	HOST 6								
	…								
	HOST 21								
PROMEDIO GENERAL									

FICHA DE REGISTRO: VARIACIÓN DE RETARDO - RENDIMIENTO			
INVESTIGADOR	De la Cruz Ortiz Kevin Daniel		
OBJETIVO	Determinar la Variación de Retardo promedio en el Rendimiento de la Calidad de Servicio de la conexión a internet.		
CONFIDENCIALIDAD	Los datos incluidos en esta ficha serán empleados para propósitos académicos y se manejarán con total confidencialidad.		
SEDE DE INVESTIGACIÓN	EESPP "San Francisco de Asís"		
UBICACIÓN	Av. América 209, Chincha Alta 11702		
DIMENSIÓN	Rendimiento	**INDICADOR**	Variación de Retardo
TIPO DE PRUEBA	Pre test y Post test	**UNIDAD DE MEDIDAD**	Milisegundos.
FÓRMULA: $\bar{VR} = \frac{\sum_{i}^{n} VR_i}{n}$	**VR:** Variación de Retardo (ms) **n:** Número de hosts		
HERRAMIENTA	Programa y aplicativo móvil de medición de la variación de retardo llamado SpeedTest.		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MEDICIÓN	Se utilizará el software SpeedTest para medir la Variación de retardo de cada host inalámbrico, el cual será descargado e instalado en cada dispositivo para empezar el escaneo de la red.		

FECHA	**HOSTS**	9/**NÚMERO DE ZONAS**/2024							**VARIACIÓN DE RETARDO PROMEDIO**
		ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	ZONA 6	ZONA 7	
	HOST 1								
	HOST 2								
	HOST 3								
	HOST 4								
	HOST 5								
	HOST 6								
	…								
	HOST 21								
PROMEDIO GENERAL									

FICHA DE REGISTRO: PÉRDIDA DE PAQUETES - DISPONIBILIDAD			
INVESTIGADOR	De la Cruz Ortiz Kevin Daniel		
OBJETIVO	Determinar la tasa de Pérdida de paquetes promedio en la Disponibilidad de la Calidad de Servicio de la conexión a internet.		
CONFIDENCIALIDAD	Los datos incluidos en esta ficha serán empleados para propósitos académicos y se manejarán con total confidencialidad.		
SEDE DE INVESTIGACIÓN	EESPP "San Francisco de Asís"		
UBICACIÓN	Av. América 209, Chincha Alta 11702		
DIMENSIÓN	Disponibilidad	**INDICADOR**	Pérdida de paquetes
TIPO DE PRUEBA	Pre test y Post test	**UNIDAD DE MEDIDAD**	Tasa porcentual
FÓRMULA: $P = \frac{\Sigma_i^n P_i}{n}$	**P:** Pérdida de paquetes (%) **n:** Número de hosts		
HERRAMIENTA	Programa y aplicativo móvil de medición de Pérdida de paquetes llamado SpeedTest.		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MEDICIÓN	Se utilizará el software SpeedTest para medir la Pérdida de paquetes de cada host inalámbrico, el cual será descargado e instalado en cada dispositivo para empezar el escaneo de la red.		

FECHA	**HOSTS**	**NÚMERO DE ZONAS**							**PÉRDIDA DE PAQUETES (%) PROMEDIO**
		ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	ZONA 6	ZONA 7	
	HOST 1								
	HOST 2								
	HOST 3								
	HOST 4								
	HOST 5								
	HOST 6								
	…								
	HOST 21								
PROMEDIO GENERAL									

Anexo 3. Certificados de Validez de Contenido

Validez número 1: Dra. Amanda Durán Carhuamaca

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE JUECES

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y nombres del juez : Dra. Durán Carhuamaca, Amanda
1.2 Cargo e institución donde labora : Docente universitario, Universidad Nacional de Cañete
1.3 Nombre del instrumento evaluado: Fichas de registro sobre Redes Wifi de alta densidad y Calidad de Servicio.
1.4. Autor (es) del instrumento : Bach. De la Cruz Ortiz, Kevin Daniel

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1.CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y comprensible					X
2.OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables.					X
3.ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				X	
4.ORGANIZACIÓN	Presentación sistemática y ordenada.				X	
5.SUFICIENCIA	Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente.					X
6.PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.					X
7.CONSISTENCIA	Pretende conseguir datos basados en teorías o modelos teóricos.				X	
8.COHERENCIA	Entre variables, indicadores y los ítems.					X
9.METODOLOGÍA	La metodología responde al propósito de la investigación.				X	
10.APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente y adecuado.				X	

CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)				20	25
	A	B	C	D	E

$$Coeficiente\ de\ Validez = \frac{A+B+C+D+E}{50} = \frac{45}{50} = 0.9$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Niveles	Condición	Intervalos
Desaprobado	( )	[0,00 – 0,50]
Observado	( )	[0,56 – 0,75]
Aprobado	(X)	[0,76 – 1,00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Se considera que el instrumento es adecuado para su aplicación.

Lugar y fecha: Cañete, 24 de agosto del 2024

Firma del juez

Validez número 2: Dra. Mirian Angoma Astucuri

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE JUECES

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y nombres del juez : Dra. Angoma Astucuri, Miriam
1.2 Cargo e institución donde labora : Docente Universitario, Universidad Nacional de Cañete
1.3 Nombre del instrumento evaluado: Fichas de registro sobre Redes Wifi de alta densidad y Calidad de Servicio.
1.4. Autor (es) del instrumento : Bach. De la Cruz Ortiz, Kevin Daniel

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1.CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y comprensible				X	
2.OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables.					X
3.ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				X	
4.ORGANIZACIÓN	Presentación sistemática y ordenada.				X	
5.SUFICIENCIA	Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente.					X
6.PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.					X
7.CONSISTENCIA	Pretende conseguir datos basados en teorías o modelos teóricos.				X	
8.COHERENCIA	Entre variables, indicadores y los ítems.					X
9.METODOLOGÍA	La metodología responde al propósito de la investigación.				X	
10.APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente y adecuado.				X	

CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)	A	B	C	D	E
	0	0		24	20

$$Coeficiente\ de\ Validez = \frac{A+B+C+D+E}{50} = \frac{44}{50} = 0.88$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Niveles	Condición	Intervalos
Desaprobado	( )	[0,00 – 0,50]
Observado	( )	[0,56 – 0,75]
Aprobado	(X)	[0,76 – 1,00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Se recomienda que el instrumento es aplicable.

Lugar y fecha: Cañete, 24 de agosto del 2024

Firma del juez

Validez número 3: Mg. Claudio Isaías, Huancahuire Bravo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN POR CRITERIO DE JUECES

I. DATOS GENERALES

1.1 Apellidos y nombres del juez : Mg. Huancahuire Bravo, Claudio Isaías
1.2 Cargo e institución donde labora : Docente Universitario, Universidad Nacional de Cañete
1.3 Nombre del instrumento evaluado: Fichas de registro sobre Redes Wifi de alta densidad y Calidad de Servicio.
1.4. Autor (es) del instrumento : Bach. De la Cruz Ortiz, Kevin Daniel

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1.CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado y comprensible				X	
2.OBJETIVIDAD	Permite medir hechos observables.					X
3.ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.				X	
4.ORGANIZACIÓN	Presentación sistemática y ordenada.					X
5.SUFICIENCIA	Comprende aspectos de las variables en cantidad y calidad suficiente.				X	
6.PERTINENCIA	Permite conseguir datos de acuerdo a los objetivos planteados.					X
7.CONSISTENCIA	Pretende conseguir datos basados en teorías o modelos teóricos.				X	
8.COHERENCIA	Entre variables, indicadores y los ítems.					X
9.METODOLOGÍA	La metodología responde al propósito de la investigación.					X
10.APLICACIÓN	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente y adecuado.					X
		↓	↓	↓	↓	↓
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)		0 A	0 B	0 C	16 D	30 E

$$Coeficiente\ de\ Validez = \frac{A+B+C+D+E}{50} = \frac{46}{50} = 0.92$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Niveles	Condición	Intervalos
Desaprobado	( )	[0,00 – 0,50]
Observado	( )	[0,56 – 0,75]
Aprobado	(X)	[0,76 – 1,00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

.....

.....

Lugar y fecha: Cañete, 23 de agosto del 2024

Claudio Isaías Huancahuire Bravo
Firma del juez4-

Anexo 4. Constancia de Grados y Títulos de los Validadores en SUNEDU

Grados y títulos 1: Dra. Amanda Durán Carhuamaca



10/4/25, 10:41 about:blank

PERÚ | Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria | Dirección de Registro y Reconocimiento de Grados y Títulos e Información Universitaria

REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES

Graduado	Grado o Título	Institución
DURAN CARHUAMACA, AMANDA **DNI 20114878**	MAGISTER EN INFORMATICA **Fecha de diploma: 02/07/2003** Modalidad de estudios: - Fecha matrícula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ ***PERU***
DURAN CARHUAMACA, AMANDA **DNI 20114878**	INGENIERA DE SISTEMAS **Fecha de diploma: 21/07/2004** Modalidad de estudios: -	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ ***PERU***
DURAN CARHUAMACA, AMANDA **DNI 20114878**	BACHILLER EN INGENIERIA DE SISTEMAS **Fecha de diploma: 12/01/2000** Modalidad de estudios: - Fecha matrícula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ ***PERU***
DURAN CARHUAMACA, AMANDA **DNI 20114878**	DOCTORA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS **Fecha de diploma: 29/10/24** Modalidad de estudios: PRESENCIAL Fecha matrícula: 05/03/2008 Fecha egreso: 15/12/2010	UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL ***PERU***

about:blank 1/1

Grados y título 2: Dra. Miriam Angoma Astucuri

PERÚ | Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria | Dirección de Registro y Reconocimiento de Grados y Títulos e Información Universitaria

REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES

Graduado	Grado o Título	Institución
ANGOMA ASTUCURI, MIRIAM **DNI 20044924**	INGENIERA DE SISTEMAS Y COMPUTACION INGENIERIA DE SISTEMAS Y COMPUTACION INGENIERIA DE SISTEMAS Y COMPUTACION **Fecha de diploma: 17/03/2008** Modalidad de estudios: -	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES ***PERU***
ANGOMA ASTUCURI, MIRIAM **DNI 20044924**	BACHILLER EN INGENIERIA DE SISTEMAS Y COMPUTACION **Fecha de diploma: 22/03/2004** Modalidad de estudios: - Fecha matrícula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES ***PERU***
ANGOMA ASTUCURI, MIRIAM **DNI 20044924**	MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN GESTIÓN DE PROYECTOS GESTIÓN DE PROYECTOS **Fecha de diploma: 14/10/15** Modalidad de estudios: PRESENCIAL Fecha matrícula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ ***PERU***
ANGOMA ASTUCURI, MIRIAM **DNI 20044924**	DOCTORA EN SISTEMAS DE INGENIERÍA **Fecha de diploma: 14/02/17** Modalidad de estudios: PRESENCIAL Fecha matrícula: 21/04/2012 Fecha egreso: 22/01/2014	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ ***PERU***

Grados y título 3 Mg. Claudio Isaías Huancahuire Bravo

PERÚ | Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria | Dirección de Registro y Reconocimiento de Grados y Títulos e Información Universitaria

REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES

Graduado	Grado o Título	Institución
HUANCAHUIRE BRAVO, CLAUDIO ISAIAS **DNI 42734786**	**INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMATICA** **Fecha de diploma: 07/09/2011** Modalidad de estudios: -	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES ***PERU***
HUANCAHUIRE BRAVO, CLAUDIO ISAIAS **DNI 42734786**	**BACHILLER EN INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA** **Fecha de diploma: 21/12/2009** Modalidad de estudios: - Fecha matrícula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES ***PERU***
HUANCAHUIRE BRAVO, CLAUDIO ISAIAS **DNI 42734786**	**MAESTRO EN CIENCIAS MENCIÓN INFORMÁTICA** **Fecha de diploma: 23/09/21** Modalidad de estudios: PRESENCIAL Fecha matrícula: 23/07/2015 Fecha egreso: 06/05/2019	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO ***PERU***

Anexo 5. Base de Datos de los Indicadores

Pretest			
Variable dependiente	Calidad de Servicio	**Dimensión**	Rendimiento
Indicador 1	Ancho de Banda	**Unidad de medida**	Megabits por segundo
FÓRMULA: $\bar{A}\bar{B} = \frac{\sum^{i} AB}{\frac{n}{n}\ i}$		**AB:** Ancho de Banda (Mbps) **n:** Número de hosts	

Fecha	Hosts	Número de zonas							Ancho de Banda promedio (Mbps)
		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	
18/11/2024	Host 1	0.314	0.326	0.734	0.501	0.252	0.623	0.409	0.451
18/11/2024	Host 2	0.784	0.538	0.450	0.384	0.681	0.241	0.631	0.530
18/11/2024	Host 3	0.289	0.296	0.987	0.526	0.419	0.662	0.187	0.481
19/11/2024	Host 4	0.322	0.505	0.520	0.839	0.478	0.252	0.498	0.488
19/11/2024	Host 5	0.362	0.364	0.420	0.421	0.515	0.040	0.541	0.380
19/11/2024	Host 6	0.363	0.306	0.714	0.631	0.415	0.040	0.455	0.418
20/11/2024	Host 7	0.622	0.529	0.418	0.506	0.457	0.332	0.314	0.454
20/11/2024	Host 8	0.359	0.562	0.281	0.338	0.328	0.710	0.332	0.416
20/11/2024	Host 9	0.613	0.390	0.189	0.267	0.587	0.119	0.380	0.364
21/11/2024	Host 10	0.335	0.687	0.440	0.319	0.824	0.551	0.665	0.546
21/11/2024	Host 11	0.584	0.032	0.476	0.560	0.468	0.335	0.526	0.426
21/11/2024	Host 12	0.485	0.392	0.672	0.732	0.379	0.493	0.632	0.541
22/11/2024	Host 13	0.711	0.292	0.378	0.455	0.364	0.657	0.958	0.545
22/11/2024	Host 14	0.498	0.369	0.400	0.480	0.783	0.280	0.587	0.485
22/11/2024	Host 15	0.527	0.267	0.826	0.929	0.258	0.371	0.333	0.502
25/11/2024	Host 16	0.578	0.628	0.359	0.805	0.680	0.429	0.258	0.534
25/11/2024	Host 17	0.954	0.476	0.337	0.267	0.434	0.643	0.952	0.580
25/11/2024	Host 18	0.355	0.463	0.584	0.421	0.506	0.415	0.422	0.452
26/11/2024	Host 19	0.624	0.512	0.373	0.315	0.544	0.328	0.304	0.429
26/11/2024	Host 20	0.875	0.851	0.447	0.465	0.484	0.994	0.387	0.643
26/11/2024	Host 21	0.348	0.498	0.503	0.492	0.615	0.480	0.466	0.486
						PROMEDIO GENERAL			**0.483**

Post Test									
Variable dependiente		Calidad de Servicio			**Dimensión**			Rendimiento	
Indicador 1		Ancho de Banda			**Unidad de medida**			Megabits por segundo	
Fecha	**Hosts**	**Número de zonas**							**Ancho de Banda promedio (Mbps)**
		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	
18/12/2024	Host 1	2.1	2.1	2.18	2.05	2.21	2.03	2.38	2.15
18/12/2024	Host 2	2.01	2.03	2.13	1.96	2.45	2.21	2.01	2.11
18/12/2024	Host 3	1.96	2.01	2.04	1.98	2.04	1.96	2.19	2.03
19/12/2024	Host 4	1.99	1.96	2.37	1.98	2.05	2.43	2.16	2.13
19/12/2024	Host 5	1.9	2.11	1.98	2.04	2.03	2.04	2.04	2.02
19/12/2024	Host 6	1.86	2.14	2.02	2.21	2.15	2.03	1.99	2.06
20/12/2024	Host 7	1.96	2.34	2.03	2.43	1.97	2.04	2.42	2.17
20/12/2024	Host 8	2.05	2.08	2.04	2.03	2.03	2.04	2.02	2.04
20/12/2024	Host 9	1.95	2.38	2.05	1.97	2.35	2.03	2.34	2.15
23/12/2024	Host 10	1.87	1.92	1.96	2.06	2.31	2.24	2.09	2.06
23/12/2024	Host 11	1.89	1.95	2.14	2.18	2.05	2.29	2.13	2.09
23/12/2024	Host 12	2.02	2.37	2.24	1.99	1.98	1.9	2.01	2.07
24/12/2024	Host 13	1.94	2.18	1.99	1.9	2.02	2.13	2.02	2.03
24/12/2024	Host 14	1.92	2.01	2.39	2.14	2.14	1.95	1.98	2.08
24/12/2024	Host 15	1.89	1.98	2.04	2.41	2.28	2.02	2.29	2.13
26/12/2024	Host 16	1.96	2.07	2.06	2.25	2.33	2.02	2.17	2.12
26/12/2024	Host 17	1.95	2.24	2.18	2.41	1.94	2.01	2.19	2.13
26/12/2024	Host 18	1.94	2.24	2.04	2.07	2.02	1.91	2.03	2.04
27/12/2024	Host 19	2.12	2.31	2.25	2.31	2.2	2.04	2.32	2.22
27/12/2024	Host 20	1.87	2.26	2.44	2.05	2.02	2.09	2.22	2.14
27/12/2024	Host 21	1.89	2.16	2.11	2.36	2.2	2.18	2.46	2.19
						PROMEDIO GENERAL			**2.1**

Pretest			
Variable dependiente	Calidad de Servicio	**Dimensión**	Rendimiento
Indicador 1	Retardo	**Unidad de medida**	Milisegundos
FÓRMULA: $R = \frac{\sum_{i}^{n} R_i}{n}$		**R:** Retardo (ms) **n:** Número de hosts	

Fecha	Hosts	Número de zonas							Retardo promedio (Ms)
		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	
18/11/2024	Host 1	163	191	184	158	212	257	221	198.00
18/11/2024	Host 2	191	256	181	179	179	172	219	196.71
18/11/2024	Host 3	182	170	202	174	170	154	256	186.86
19/11/2024	Host 4	169	272	183	170	167	262	247	210.00
19/11/2024	Host 5	177	189	212	185	148	177	194	183.14
19/11/2024	Host 6	178	247	180	181	171	173	239	195.57
20/11/2024	Host 7	160	197	170	205	180	171	248	190.14
20/11/2024	Host 8	195	157	188	180	174	265	274	204.71
20/11/2024	Host 9	156	244	176	184	156	261	252	204.14
21/11/2024	Host 10	223	179	182	198	194	258	283	216.71
21/11/2024	Host 11	163	166	176	165	177	165	199	173.00
21/11/2024	Host 12	171	179	243	170	160	161	215	185.57
22/11/2024	Host 13	142	173	159	241	209	158	194	182.29
22/11/2024	Host 14	162	191	189	182	164	256	217	194.43
22/11/2024	Host 15	177	183	168	162	171	172	196	175.57
25/11/2024	Host 16	192	225	165	186	152	166	262	192.57
25/11/2024	Host 17	188	163	172	287	258	187	278	219.00
25/11/2024	Host 18	183	214	178	181	166	166	181	181.29
26/11/2024	Host 19	167	210	173	198	211	168	247	196.29
26/11/2024	Host 20	214	179	205	172	178	178	241	195.29
26/11/2024	Host 21	201	158	169	181	173	231	249	194.57
						PROMEDIO GENERAL			**194.09**

Post Test									
Variable dependiente		Calidad de Servicio			**Dimensión**			Rendimiento	
Indicador 2		Retardo			**Unidad de medida**			Milisegundos	
Fecha	**Hosts**	**Número de zonas**							**Retardo promedio (Ms)**
		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	
18/12/2024	Host 1	93	39	75	12	57	29	56	51.57
18/12/2024	Host 2	70	59	64	45	21	55	75	55.57
18/12/2024	Host 3	90	28	32	54	69	28	11	44.57
19/12/2024	Host 4	87	22	25	18	16	35	46	35.57
19/12/2024	Host 5	50	54	51	60	68	24	52	51.29
19/12/2024	Host 6	34	14	25	26	16	14	76	29.29
20/12/2024	Host 7	62	61	48	50	15	48	75	51.29
20/12/2024	Host 8	47	59	51	79	18	33	72	51.29
20/12/2024	Host 9	66	20	48	18	60	30	63	43.57
23/12/2024	Host 10	17	51	85	93	36	28	41	50.14
23/12/2024	Host 11	58	75	79	34	66	29	64	57.86
23/12/2024	Host 12	53	40	72	73	77	21	47	54.71
24/12/2024	Host 13	26	45	23	17	35	18	39	29.00
24/12/2024	Host 14	50	15	56	89	25	48	15	42.57
24/12/2024	Host 15	63	26	11	46	16	25	76	37.57
26/12/2024	Host 16	61	40	19	70	24	32	57	43.29
26/12/2024	Host 17	32	49	77	62	16	65	93	56.29
26/12/2024	Host 18	66	47	20	12	56	30	73	43.43
27/12/2024	Host 19	35	18	65	41	41	59	33	41.71
27/12/2024	Host 20	15	9	84	10	91	37	91	48.14
27/12/2024	Host 21	27	61	21	74	77	45	85	55.71
						PROMEDIO GENERAL			**46.40**

Pretest			
Variable dependiente	Calidad de Servicio	**Dimensión**	Rendimiento
Indicador 1	Variación de retardo	**Unidad de medida**	Milisegundos
FÓRMULA: $\bar{V}\bar{R} = \frac{\Sigma^n VR}{\frac{i}{n}}$		**VR:** Variación del retardo **n:** Número de hosts	

Fecha	Hosts	Número de zonas							Pérdida de paquetes promedio (%)
		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	
18/11/2024	Host 1	37	64	63	39	27	44	32	43.71
18/11/2024	Host 2	68	44	63	57	43	59	33	52.43
18/11/2024	Host 3	60	41	70	72	69	29	53	56.29
19/11/2024	Host 4	30	62	45	41	64	56	64	51.71
19/11/2024	Host 5	50	40	30	46	73	48	65	50.29
19/11/2024	Host 6	40	43	68	57	36	63	54	51.57
20/11/2024	Host 7	32	33	56	29	50	44	69	44.71
20/11/2024	Host 8	51	52	29	58	46	68	67	53.00
20/11/2024	Host 9	67	41	31	27	40	30	39	39.29
21/11/2024	Host 10	62	55	44	53	55	39	27	47.86
21/11/2024	Host 11	49	29	40	32	37	66	68	45.86
21/11/2024	Host 12	41	36	67	50	47	40	30	44.43
22/11/2024	Host 13	41	51	71	36	68	69	33	52.71
22/11/2024	Host 14	61	47	57	63	37	54	30	49.86
22/11/2024	Host 15	68	64	58	50	64	61	26	55.86
25/11/2024	Host 16	61	45	36	58	51	45	56	50.29
25/11/2024	Host 17	54	44	65	61	35	59	35	50.43
25/11/2024	Host 18	50	32	48	59	54	45	29	45.29
26/11/2024	Host 19	55	68	57	37	48	58	44	52.43
26/11/2024	Host 20	60	43	42	42	42	35	50	44.86
26/11/2024	Host 21	57	73	67	49	64	67	39	59.43
						PROMEDIO GENERAL			**49.63**

Post test									
Variable dependiente		Calidad de Servicio			**Dimensión**			Rendimiento	
Indicador 3		Variación del Retardo			**Unidad de medida**			Milisegundos	
Fecha	**Hosts**	**Número de zonas**							**Variación del Retardo promedio (Ms)**
		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	
18/12/2024	Host 1	2.6	1.9	4.29	3.33	3.22	1.59	2.98	2.84
18/12/2024	Host 2	2.87	2.5	0.17	0.3	1.22	0.47	3.23	1.54
18/12/2024	Host 3	0.93	0.73	1.04	4.16	0.89	0.2	0.15	1.16
19/12/2024	Host 4	0.43	1.69	2.98	4.33	1.33	4.23	0.88	2.27
19/12/2024	Host 5	4.21	0.43	3.46	4.05	1.85	3.78	1.16	2.71
19/12/2024	Host 6	3.6	0.98	0.5	3.57	1.37	0.27	0.54	1.55
20/12/2024	Host 7	1.73	2.19	0.84	1.92	0.32	2.39	0.32	1.39
20/12/2024	Host 8	1.66	0.53	0.15	3.52	3.39	1.03	2.52	1.83
20/12/2024	Host 9	1.28	0.71	3.6	1.56	1.4	3.5	2.62	2.10
23/12/2024	Host 10	1.54	3.21	1.58	3.42	3.6	0.64	0.38	2.05
23/12/2024	Host 11	1.44	2.75	2.38	1.08	3.24	3.36	3.15	2.49
23/12/2024	Host 12	2.42	1.15	3.23	2.35	3.22	1.17	1.78	2.19
24/12/2024	Host 13	0.44	0.57	1.48	3.31	2.01	0.16	1.38	1.34
24/12/2024	Host 14	4.09	1.23	2.8	2.32	1.17	4.03	3.08	2.67
24/12/2024	Host 15	1.74	1.65	0.9	4.11	1.41	3.71	1.72	2.18
26/12/2024	Host 16	3.48	1.43	3.2	1.41	2.29	3.46	4.38	2.81
26/12/2024	Host 17	2.74	1.75	0.26	3.95	4.02	2.63	0.26	2.23
26/12/2024	Host 18	2.48	1.1	1.05	1.9	3.2	1.33	2.81	1.98
27/12/2024	Host 19	0.55	1.13	2.98	0.7	3.44	0.11	1.43	1.48
27/12/2024	Host 20	3.49	0.9	2.45	2.11	3.74	0.15	0.75	1.94
27/12/2024	Host 21	0.57	2.88	3.16	2.51	1.17	1.95	2.64	2.13
						PROMEDIO GENERAL			2.04

Pretest			
Variable dependiente	Calidad de Servicio	**Dimensión**	Disponibilidad
Indicador 1	Pérdida de paquetes	**Unidad de medida**	Tasa Porcentual
FÓRMULA: $P = \frac{\sum^{n} P_i}{n}$		**P:** Pérdida de paquetes (%) **n:** Número de hosts	

Fecha	Hosts	Número de zonas							Pérdida de paquetes promedio (%)
		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	
18/11/2024	Host 1	8.5	7.9	14.4	1.7	12.8	12.1	14.7	10.30
18/11/2024	Host 2	15.8	10.4	15.2	5.5	6.7	13.2	5.8	10.37
18/11/2024	Host 3	11.6	12.8	15.7	14.2	14.5	9.8	15.7	13.47
19/11/2024	Host 4	10.2	6.6	6.6	9.3	5.2	5.8	13.9	8.23
19/11/2024	Host 5	14.9	10.3	1.6	16.3	5.3	12.1	4.8	9.33
19/11/2024	Host 6	8.4	6.9	12.5	16.5	9.3	15.3	7.6	10.93
20/11/2024	Host 7	10.7	9.4	6.7	14.6	7.9	5.1	15.4	9.97
20/11/2024	Host 8	7.5	8.1	15.2	4.7	8.8	14.2	10.4	9.84
20/11/2024	Host 9	1.9	8.6	13.5	13.8	13.9	14.1	16.6	11.77
21/11/2024	Host 10	12.6	13.7	14.4	10.2	7.6	6.8	13.1	11.20
21/11/2024	Host 11	6.0	9.7	4.9	14.2	10.6	15	7.1	9.64
21/11/2024	Host 12	12.9	7.6	7.5	7.1	6.4	6.3	11.4	8.46
22/11/2024	Host 13	10	13.7	6.5	14.8	13.5	10.9	13.4	11.83
22/11/2024	Host 14	4.6	1.9	12.5	16.6	7.8	11	5.4	8.54
22/11/2024	Host 15	5.6	8.6	11.1	16	5.0	9.6	13.4	9.90
25/11/2024	Host 16	7.7	8	5.7	15.7	14.8	13.4	14.2	11.36
25/11/2024	Host 17	10.4	5.7	9.8	15.2	7.4	13.5	15.8	11.11
25/11/2024	Host 18	8.5	12.8	7.5	9.8	10.7	12.9	7	9.89
26/11/2024	Host 19	2.1	16.1	11.2	16.2	12.1	6.9	6.3	10.13
26/11/2024	Host 20	7.6	5	6.5	7.9	14.1	12.4	4.7	8.31
26/11/2024	Host 21	10.4	5.3	11.8	12.5	8.6	7.9	13.5	10
						PROMEDIO GENERAL			**10.22**

Post test			
Variable dependiente	Calidad de Servicio	**Dimensión**	Disponibilidad
Indicador 1	Pérdida de paquetes	**Unidad de medida**	Tasa Porcentual
FÓRMULA: $P = \frac{\sum^{n} P_i}{n}$		**P:** Pérdida de paquetes (%) **n:** Número de hosts	

Fecha	**Hosts**	**Número de zonas**							**Pérdida de paquetes promedio (%)**
		Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	
18/12/2024	Host 1	0	0	0	0	0	0	0	0
18/12/2024	Host 2	0	0	0	0	0	0	0	0
18/12/2024	Host 3	0	0	0	0	0	0	0	0
19/12/2024	Host 4	0	0	0	0	0	0	0	0
19/12/2024	Host 5	0	0	0	0	0	0	0	0
19/12/2024	Host 6	0	0	0	0	0	0	0	0
20/12/2024	Host 7	0	0	0	0	0	0	0	0
20/12/2024	Host 8	0	0	0	0	0	0	0	0
20/12/2024	Host 9	0	0	0	0	0	0	0	0
23/12/2024	Host 10	0	0	0	0	0	0	0	0
23/12/2024	Host 11	0	0	0	0	0	0	0	0
23/12/2024	Host 12	0	0	0	0	0	0	0	0
24/12/2024	Host 13	0	0	0	0	0	0	0	0
24/12/2024	Host 14	0	0	0	0	0	0	0	0
24/12/2024	Host 15	0	0	0	0	0	0	0	0
26/12/2024	Host 16	0	0	0	0	0	0	0	0
26/12/2024	Host 17	0	0	0	0	0	0	0	0
26/12/2024	Host 18	0	0	0	0	0	0	0	0
27/12/2024	Host 19	0	0	0	0	0	0	0	0
27/12/2024	Host 20	0	0	0	0	0	0	0	0
27/12/2024	Host 21	0	0	0	0	0	0	0	0
						PROMEDIO GENERAL			**0**

Anexo 6. Autorización de la Institución para Realizar la Investigación

ESCUELA DE EDUCACIÓN SUPERIOR PEDAGÓGICA PÚBLICA
"SAN FRANCISCO DE ASÍS"
R.S. 1126 del 29/09/1965 - Ley N° 16044 - R. M. N° 285-2020-MINEDU del 21/07/2020

Congregación de Religiosas Franciscanas de la Inmaculada Concepción

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

Chincha, 24 de octubre de 2024

CARTA N° 074-2024-GORE-ICA-DREI-EESPP "SFA" /D.

Señor:
KEVIN DANIEL DE LA CRUZ ORTIZ

Presente.-

Tengo el agrado de dirigirme a Ud., para expresarle un saludo fraterno de Paz y Bien en el Señor Jesús a nombre de la Comunidad Educativa de la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública "San Francisco de Asís" de la región Ica, en atención a su Expediente N° 2410213086, de fecha, 21 de octubre de 2024, donde solicita desarrollar su Proyecto de Tesis titulado **"Modelo de redes Wifi de Alta densidad para la Calidad de Servicio de la conexión a internet en la EESPP, Chincha 2024"**, y es preciso la aplicación de instrumento de recolección de datos, para tal fin.

Nuestra Escuela se caracteriza por apoyar el desarrollo profesional y la investigación, en tal sentido, autorizo del proyecto de Tesis, asimismo deberá presentar las acciones de mejora resultantes de los resultados de la investigación aplicada, en bien de la escuela.

Fraternalmente,

DIRECCIÓN GENERAL CHINCHA

Hna. Angela Montoya Vargas
DIRECTORA GENERAL

HNA.AMV/DG.EESPP SFA
Eca /s

056-263002
isepsfa@hotmail.com
www.sanfranciscochincha.edu.pe
https://www.facebook.com/sanfranciscochincha

Anexo 7. Desarrollo de la Solución Tecnológica

Metodología Top Down Network Design de Cisco

1. Parte 1: Identificar las Necesidades y Objetivos de la EESPP

En esta etapa, se lleva a cabo un análisis exhaustivo de la infraestructura de red existente y se identifican los requisitos necesarios para el nuevo diseño. Además, se examinan las características del tráfico de la red con el fin de comprender su comportamiento y necesidades específicas.

1.1. Análisis de los Objetivos de la Organización

La Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública se rige por principios axiológicos Franciscanos Marianos, y su misión se centra en el objetivo de dedicar la formación de docentes de calidad, con capacidad innovadora e investigadora, a través de un enfoque basado en competencias. Así como contar con un equipo humano de alto potencial, y una infraestructura con equipamiento óptimo en sus instalaciones.

Por lo tanto, las necesidades presentes de la institución, alineadas con su objetivo de formar docentes de alta calidad con capacidad para innovar e investigar, son las siguientes:

- **Docentes altamente cualificados:** Incorporar y retener profesores con amplia experiencia y formación avanzada en pedagogía, innovación e investigación educativa.
- **Enfoque en competencias:** Implementar un currículo que priorice el desarrollo de competencias esenciales, promoviendo la creatividad, el pensamiento crítico y la investigación.
- **Recursos educativos actualizados:** Garantizar la disponibilidad de bibliografía actualizada, herramientas didácticas y tecnologías modernas para una enseñanza y aprendizaje de calidad.
- **Infraestructura adecuada:** Disponer de instalaciones modernas, bien equipadas y accesibles para optimizar las actividades académicas de estudiantes y docentes.
- **Fomento de la innovación educativa:** Promover proyectos y actividades que estimulen la innovación en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Mientras que su visión es que para el año 2027, la EESPP “San Francisco de Asís” busca convertirse en un referente regional y nacional en la formación inicial y continua de docentes. Se propone garantizar una educación integral e intercultural, basada en los principios de la axiología Franciscana-Mariana.

Con base en la misión de la Escuela de Educación Superior de posicionarse como un referente en formación docente inicial y continua a nivel regional y nacional para el 2027, las necesidades futuras entonces son:

- **Reforzar la formación integral e intercultural**: Implementar programas académicos que integren la diversidad cultural y promuevan una educación inclusiva, enfocada en preparar a docentes que puedan atender a comunidades pluriculturales.
- **Ampliar y diversificar la oferta académica**: Extender los programas de formación continua para docentes, ofreciendo especializaciones y actualizaciones que respondan a las nuevas exigencias educativas a nivel regional y nacional.
- **Colaboración con instituciones nacionales e internacionales**: Establecer acuerdos de cooperación con otras instituciones educativas y centros de investigación para fortalecer el intercambio académico y mejorar la proyección internacional.
- **Capacitación en metodologías innovadoras**: Actualizar continuamente a los docentes en enfoques pedagógicos innovadores, incorporando las tecnologías de la información y comunicación para adaptarse a las tendencias educativas actuales.
- **Fomentar la investigación educativa**: Desarrollar centros y programas de investigación que atiendan las necesidades del contexto educativo regional y nacional, promoviendo la generación de conocimiento para la mejora del sistema educativo.

- **Mejorar infraestructura y tecnología**: Invertir en la actualización de instalaciones y equipos, asegurando que estén adaptados a las demandas actuales y ofrezcan un entorno adecuado para el desarrollo integral de los estudiantes.
- **Fomentar los valores Franciscano-Marianos**: Profundizar en la implementación de valores éticos y espirituales en la formación, garantizando que los egresados cuenten con una sólida base tanto técnica como ética.

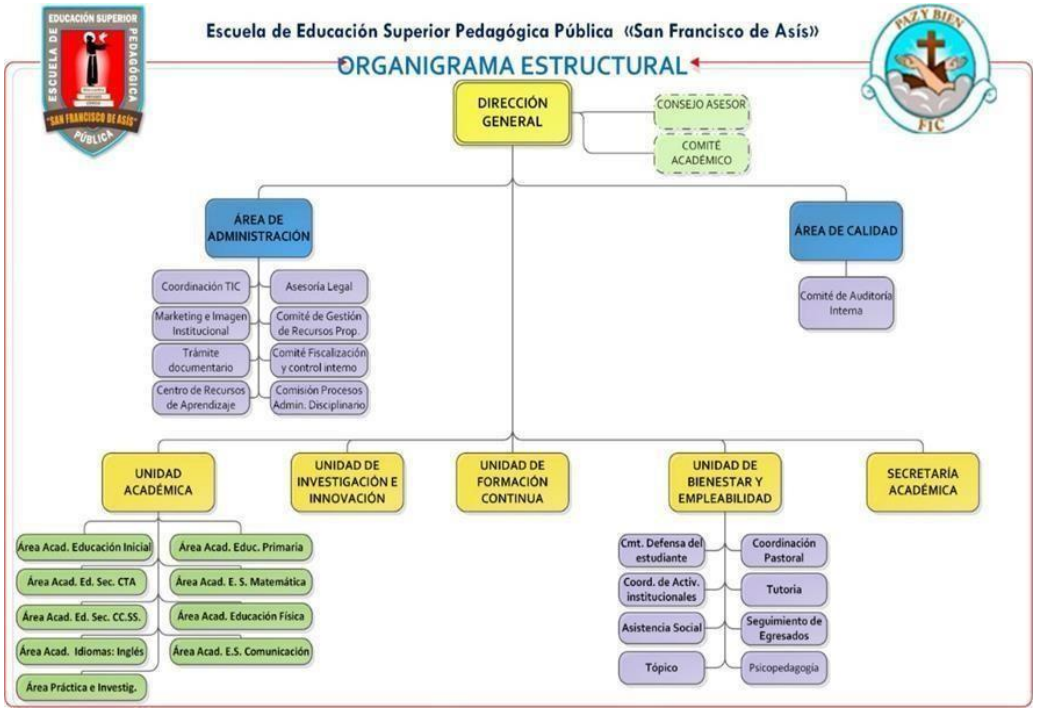


Figura 22. Organigrama estructural de la EESPP SFA

En la figura 22 se señala el organigrama estructural de la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública "San Francisco de Asís", el cual está diseñado para reflejar una jerarquía organizacional enfocada en asegurar la calidad de la formación docente de sus estudiantes. En la cúspide se encuentra la dirección general, que lidera y gestiona la institución. Además, esta estructura incluye una unidad académica, encargada de coordinar los programas educativos, y una subdirección administrativa, responsable de supervisar los recursos y las operaciones. Asimismo, se integran departamentos de apoyo, como el consejo de asesoría pedagógica,

bienestar estudiantil y servicios complementarios, los cuales contribuyen al desarrollo integral de los estudiantes y docentes en un entorno colaborativo y estructurado.

1.2. Análisis de Objetivos Técnicos y Compensaciones

Para la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública que busca formar futuros docentes de calidad con capacidad innovadora e investigadora, y con un enfoque basado en competencias, sus requerimientos para el diseño de su nueva red fueron plasmados mediante los siguientes objetivos técnicos y compensaciones.

- ✓ **Limitar ancho de banda**: La red debe soportar un alto número de dispositivos conectados simultáneamente, asegurando que los recursos se distribuyan de forma equitativa y priorizando las actividades esenciales.
- ✓ **Rendimiento:** La red local deberá proporcionar a los usuarios una conexión hacia las aplicaciones y servicios con una velocidad y confiabilidad adecuadas.
- ✓ **Disponibilidad:** El diseño de la red debe ser capaz de operar y ser accesible en todo momento, permitiendo el flujo continuo de datos sin interrupciones ni pérdida de paquetes para garantizar la continuidad de las actividades educativas.
- ✓ **Gestión eficiente del tráfico**: Es esencial implementar mecanismos para priorizar el tráfico relacionado con actividades académicas (videoconferencias, plataformas educativas) sobre el tráfico de entretenimiento o descargas pesadas, a fin de evitar la congestión de la red.
- ✓ **Seguridad**: Proteger la información sensible de los estudiantes es fundamental. La red debe contar con políticas de seguridad robustas, como firewalls, encriptación y control de acceso para prevenir amenazas y ataques.
- ✓ **Cobertura óptima**: La red debe proporcionar conectividad en todas las áreas del campus, con puntos de acceso adecuados que garanticen cobertura en aulas, bibliotecas, laboratorios, oficinas administrativas y espacios comunes.
- ✓ **Escalabilidad**: A medida que la escuela crece, la red deberá poder expandirse sin perder calidad. Esto incluye la incorporación de más dispositivos conectados y el

aumento de la demanda de ancho de banda a medida que las herramientas digitales y tecnológicas se vuelven más fundamentales en la educación.

1.3. Caracterización de la Red Wifi Actual

En esta etapa del estudio se presenta una descripción detallada de la red actual. Mediante un diagnóstico, a fin de identificar los problemas.

Tabla XXII.
ANTERIOR DISTRIBUCIÓN DE LOS APS

Pisos	Zonas	Puntos de Acceso	Ubicación de los APs	Infraestructura
Piso 1	Zona 1	AP 1	AULA 2	Aula 01 - Educación Inicial
				Aula 02 - Educación Inicial
	Zona 2	AP 2	AULA 3	Aula 03 - Educación Inicial
				Aula 04 - Educación Inicial
Piso 2	Zona 3	AP 3	AULA 6	Aula 05 - Educación Primaria
				Aula 06 - Educación Primaria
	Zona 4	AP 4	AULA 8	Aula 07 - Educación Sec. Ciencias Sociales
				Aula 08 - Educación Sec. Ciencias Sociales
	Zona 5	AP 5	AULA 11	Aula 11 - Educación en Idiomas Inglés
				Aula 12 - Educación en Idiomas Inglés
	Zona 6	AP 6	AULA 14	Aula 13 - Educación Sec. Comunicación
				Aula 14 - Educación Física
				Aula 15 - Educación Física
Piso 3	Zona 7	AP 7	AULA 17	Aula 09 - Educación Sec. Matemática
				Aula 10 - Educación Sec. Matemática
				Aula 16 - Educación Sec. Comunicación
				Aula 17 - Educación Sec. Ciencia y Tecnología
				Aula 18 - Educación Sec. Ciencia y Tecnología

La tabla XXII exhibe la distribución de los APs en la institución, esta refleja una segmentación ordenada por pisos y zonas, el cual ha pretendido optimizar el acceso según las funciones educativas de cada espacio. Por otra parte, es imprescindible destacar que cada zona ha sido coloreada a fin que se pueda se pueda comprender mejor el diseño lógico desarrollado. En el Piso 1, la cobertura se concentra en espacios dedicados a la Educación Inicial, con las Zonas 1 y 2 facilitando el acceso a Internet para actividades específicas en aulas cercanas. En el Piso 2, las Zonas 3, 4, 5, y 6 están orientadas hacia niveles educativos superiores, a incluir aulas de

Educación Primaria y Secundaria, con un enfoque especializado en áreas como Ciencias sociales, Idiomas inglés, Comunicación, educación física.

A continuación, lo más grave que se observa es en el PISO 3, donde solo existe un punto de acceso, el cual tiene que cubrir todo un espacio de 5 aulas, siendo por ahora la Zona 7. Esto en sí representa una problemática más identificada con la cobertura y el acceso a la red, el cual afecta negativamente la satisfacción de los usuarios, es decir los estudiantes que quieren conectarse a internet.

En cuanto al agrupamiento de zonas respecto a las aulas, la red wi-fi fue organizada de esta manera para visualizar de manera panorámica cada piso. Se evaluó si cada zona cuenta con puntos de acceso suficientes para soportar la cantidad de usuarios y dispositivos que utilizan la red.

En resumidas cuentas, en el Piso 1 hay una distribución adecuada de los Puntos de acceso; no obstante, en el segundo piso la zona 6, está el AP 6, que tiene que cubrir 3 aulas, cuando lo ideal sería solo de 2. Peor aún, en el tercer piso se evidenció que la Calidad de Servicio se debe ver muy afectada de manera pesimista, esto debido a la cobertura limitada de 1 solo punto de acceso, y eso sumado al gran número de usuarios que hay en dicho lugar que requieren conectarse a la red para fines académicos.

A continuación, se tomaron fotografías de los dispositivos intermedios de red.



Ilustración 1. Fotografía de la red actual, router en sala de cómputo



Ilustración 2. Fotografía de la red actual, switch principal en sala de cómputo



Ilustración 3. Fotografía de la red actual, switch 1 en aula 8



Ilustración 4. Fotografía de la red actual, switch 2 en aula 14



Ilustración 5. Fotografía de la red actual, Puntos de accesos (AP) en las aulas

Siguiendo con la metodología se procedió a la realización de las siguientes actividades.

- ✓ **Revisión de la documentación de la infraestructura lógica de la red**

  Al solicitar al personal de Coordinación de TIC los registros sobre la infraestructura lógica de la red de datos, se informó que no contaban con ningún documento referente a esta.

- ✓ **Revisión de la documentación de la infraestructura física de la red**

Al consultar al personal del área de Coordinación de TIC acerca de los documentos relacionados con la infraestructura física de la red de datos, se indicó que no existía ningún tipo de documentación al respecto a la infraestructura de la red de estudiantes.

- **Desarrollo del diseño lógico de la red anterior**

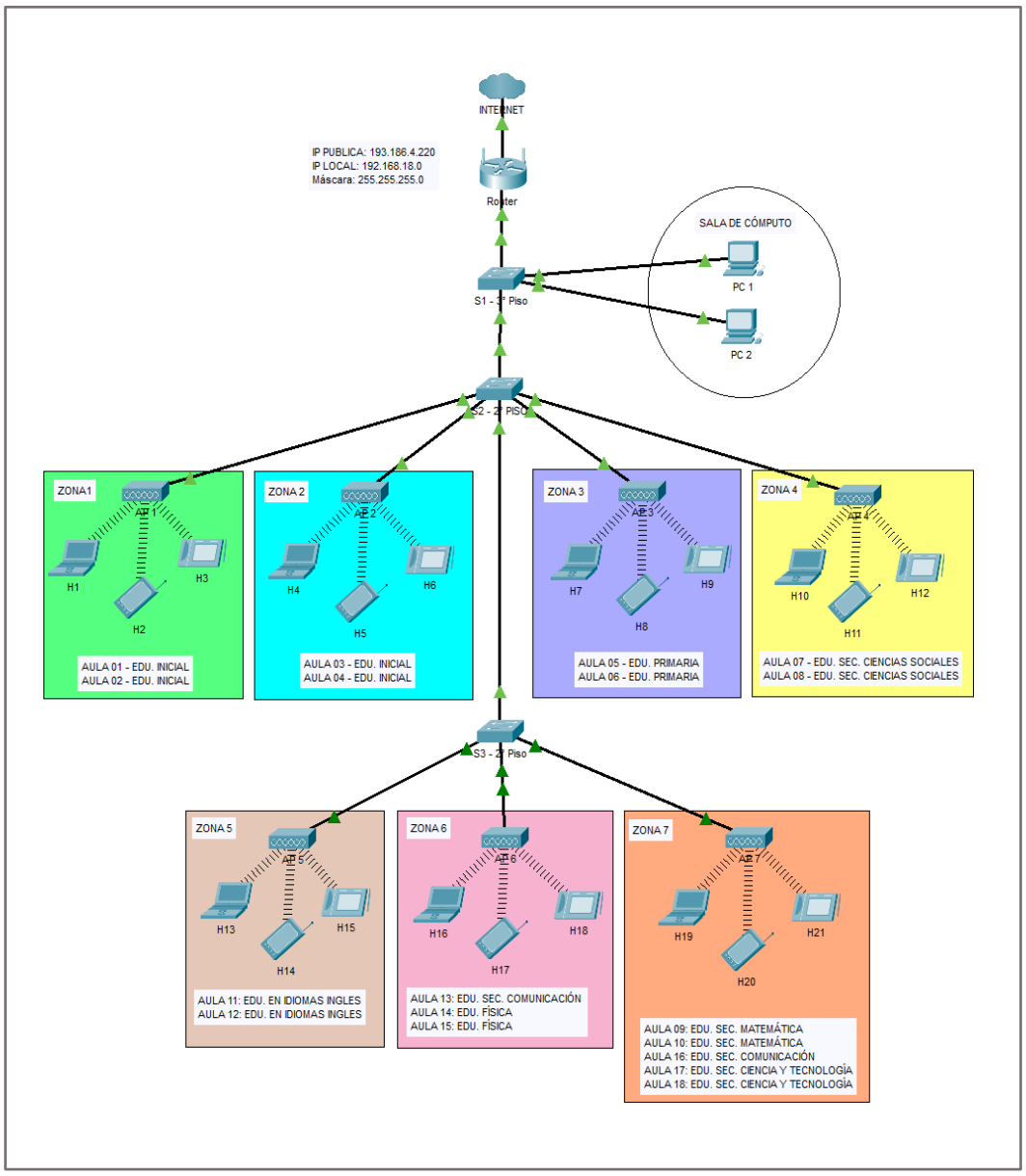


Figura 23. Diseño lógico sin Wifi de alta densidad

Considerando la figura 23, se desarrolló la topología lógica en el programa de diseño de redes de datos de Cisco Packet Tracer. Se observa las 7 zonas en función a un color asignado en la tabla XXIII, donde hay 3 hosts conectado a un AP respectivamente. Destacando las zonas 6 y 7 que cubren más de 2 aulas.

Por otro lado, se hace hincapié en el hecho de la red no cuenta con un firewall para controlar el acceso a aplicaciones o servicios online de uso no académico, lo cual consume ancho de banda innecesario en la conexión a internet. Además, es imprescindible mencionar la falta de más puntos de acceso en las zonas que cubren más de dos aulas, así como implementación de una gestión centralizada de la red.

- **Desarrollo del diseño físico de la red anterior sin Wifi de alta densidad (WAD)**



Figura 24. Cobertura de 2.4GHz en el piso 1 sin WAD

Teniendo en cuenta la figura 24, esta tiene una óptima cobertura coloreada de color verde, lo que indica una intensidad de la señal fuerte (>-50 dBm) respecto a la frecuencia de 2.4GHz.



Figura 25. Cobertura de 5GHz en el piso 1 sin WAD

Considerando la figura 25, esta tiene una cobertura menor en comparación con la frecuencia de 2.4GHz, no obstante, esta tiene más ventaja en no ser tan susceptible a interferencias y

estar diseñada con el propósito de manejar una gran cantidad de datos. Del mismo modo esta tiene una intensidad de la señal excelente (>-50 dBm) en todas sus aulas, los cuales son espacio de alta prioridad, debido a que los estudiantes desarrollan sus actividades académicas en ese espacio.

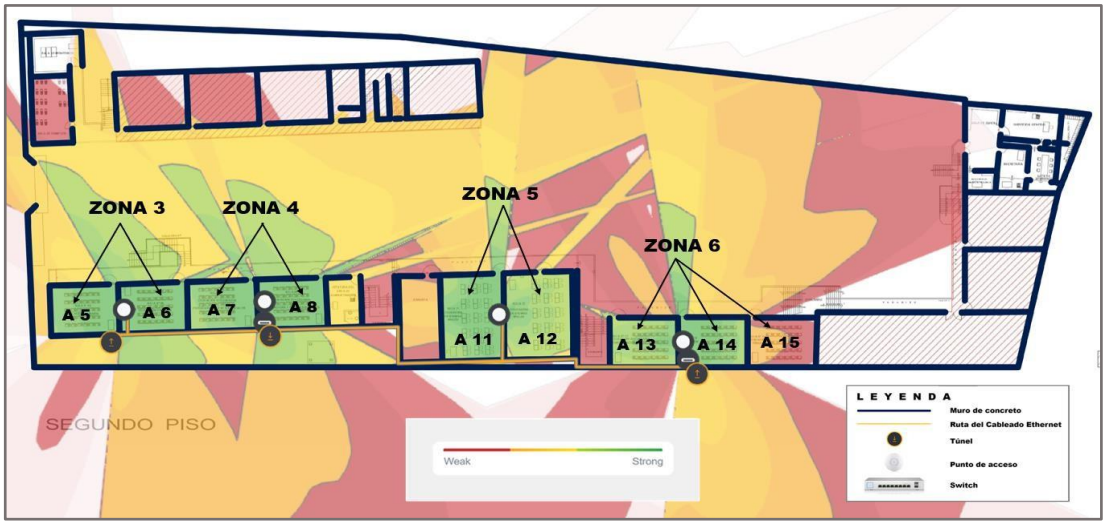


Figura 26. Cobertura de 2.4GHz en el piso 2 sin WAD

Considerando la figura 26, se observa una óptima cobertura en todas las aulas, no obstante, el aula 16 es la única que tiene problemas donde la cobertura se pinta de amarillo y rojo en su espacio, esto indica que la intensidad de la señal es aceptable y mala respectivamente.



Figura 27. Cobertura de 5GHz en el piso 2 sin WAD

En la figura 27 se observa el mismo problema con la banda de 2.4 GHz, el aula 13 tiene una cobertura deficiente coloreada de amarillo y rojo.

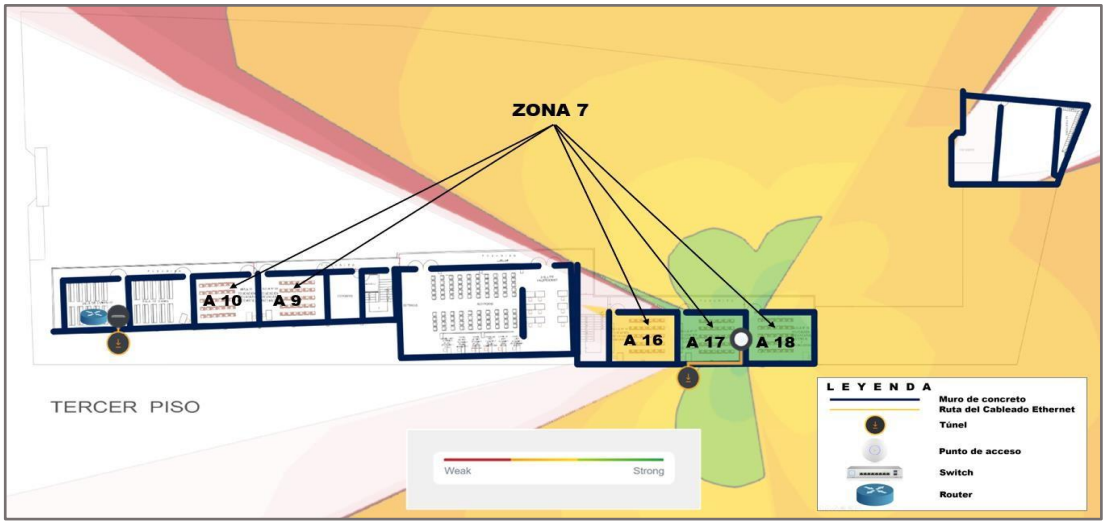


Figura 28. Cobertura de 2.4GHz en el piso 2 sin WAD

La figura 28 muestra la ausencia total de la señal Wifi en las aulas 10 y 9, y el aula 16 mantiene una aceptable (-70 dBm), lo que indica que es lo mínimo necesario. Mientras que solo las aulas 17 y 18 poseen una señal excelente (>-50 dBm). Este resultado evidencia la necesidad de la implementación de más puntos de acceso.

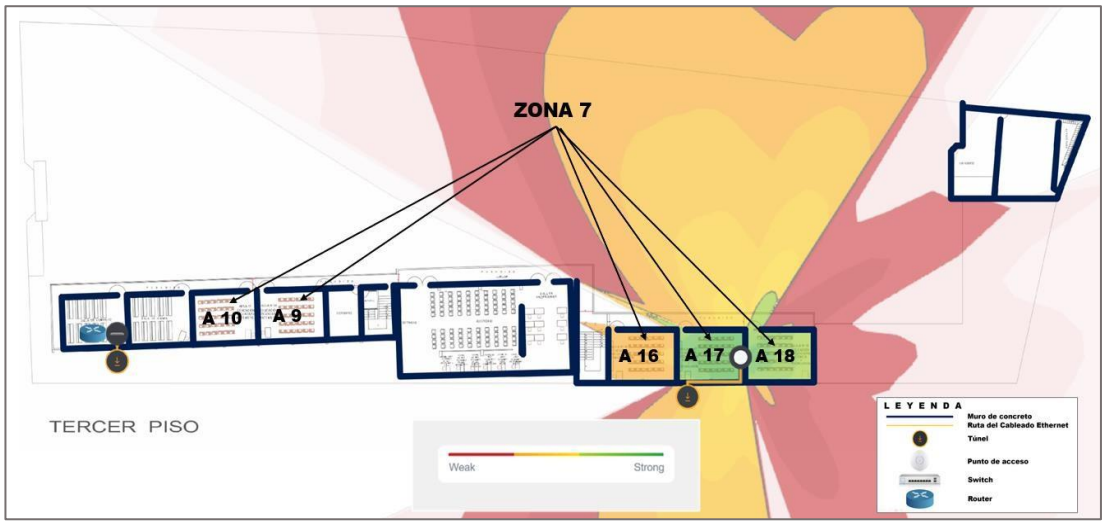


Figura 29. Cobertura de 5GHz en el piso 3 sin WAD

Considerando la figura 29 con la cobertura estimada en la frecuencia de 5GHz, indica la misma problemática que en la figura anterior con la banda de 2.4GHz.

1.4. Dispositivos de Red Intermedios Pretest.

En esta sección se presentan los dispositivos pretest que utilizaba la red Wifi de los estudiantes.

- **Acces Point U6 lite**



Figura 30. Access Point U6 Lite Unifi

La figura 30, presenta al U6 Lite, un punto de acceso inalámbrico de Ubiquiti UniFi diseñado para proporcionar conectividad Wi-Fi 6 (802.11ax) en entornos donde hay muchos usuarios. Este, se destaca por su diseño compacto, facilidad de implementación y compatibilidad con el ecosistema UniFi, lo que permite una gestión centralizada a través del controlador UniFi Network.

Características:

- ✓ Wi-Fi 6 (802.11ax): Mayor eficiencia y menor latencia en comparación con generaciones anteriores.
- ✓ Doble banda: 2.4 GHz y 5GHz
- ✓ Alimentación PoE (802.3af)
- ✓ Cobertura y rendimiento: Ideal para pequeñas y medianas áreas
- ✓ Diseño compacto: Fácil instalación en techos o paredes sin afectar la estética del entorno.
- ✓ Gestión centralizada: Compatible con el software UniFi Network para configuración, monitoreo y análisis del rendimiento en tiempo real.

En síntesis, el U6 Lite es una opción costo-efectiva y de alta capacidad para mejorar la calidad del servicio de internet en universidades e institutos, siempre que se diseñe una red adecuada con la gestión centralizada de UniFi.

- **Switch TP- Link SG1016D 16-Port Gigabit**



Figura 31. Switch TP-Link SG1016D 16-Port Gib.

En la figura 31 se observa un el modelo de switch de la marca TP-Link no gestionado, diseñado para ofrecer una solución más económica y ligera en la expansión de redes en entornos de pequeños espacios y mediana escala.

Características:

- ✓ 16 puertos Gigabit Ethernet
- ✓ Soporte de cables UTP de categorías 5 y 5e
- ✓ Conmutación de 32 Gbps
- ✓ No requiere configuración manual ni software adicional para su implementación.
- ✓ Switch no PoE

En breve, el Switch 16-Port de TP-Link es una solución económica y fácil de instalar, no obstante, la desventaja de no tener puertos PoE aumenta la complejidad y el costo de instalación de los puntos de acceso. De igual manera al ser un switch no gestionable, no permite configurar VLANs, QoS ni monitoreo del tráfico, lo que limita la capacidad de optimizar el rendimiento de la red, priorizar aplicaciones académicas o segmentar el tráfico según necesidades específicas.

1.5. Caracterización del Tráfico de Red

Este concepto se refiere al flujo de datos que circula a través de una infraestructura de comunicación, como una red Wi-Fi o cableada. Cada tipo de tráfico tiene sus características específicas que pueden influir en el rendimiento y disponibilidad de la red, y por tanto en la calidad de servicio (QoS, Quality of Service). Es por esa razón que se evaluó los parámetros de este concepto, a fin de conocer el estado actual de la red.

- **Ancho de Banda**

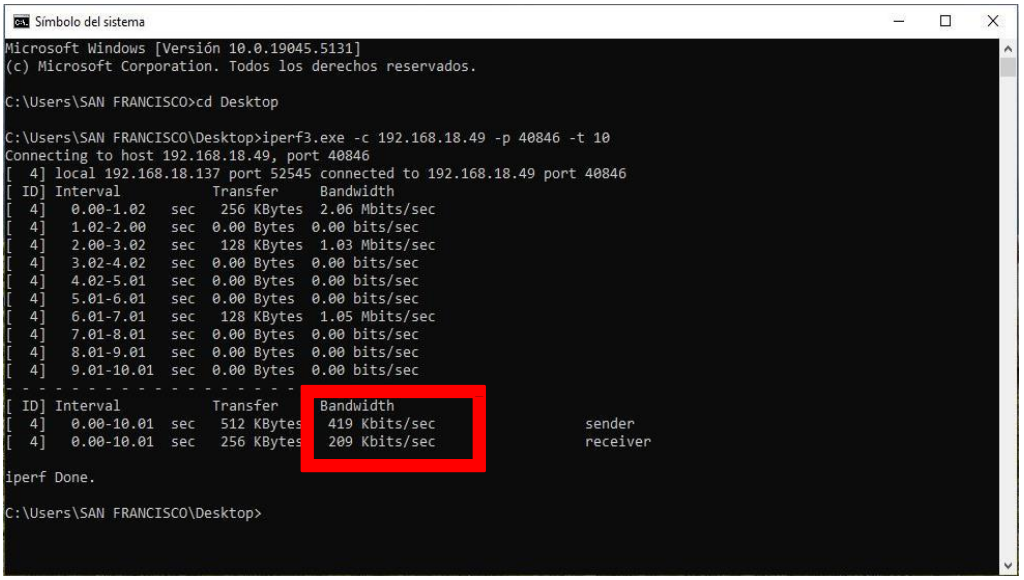


Figura 32. Ancho de banda preTest en Iperf

La figura 32 muestra el indicador de ancho banda tomada durante una de las mediciones de la evaluación pre test, en esta se observa la medida de este parámetro en función de subida y bajada, 0.419 Mbps y 209 Mbps respectivamente, por lo que, sacando una media de ambos, se obtiene un ancho de banda general de 314 Kbps. Este número está por debajo de los requerimientos mínimos necesarios de ancho banda del cual recomienda Cisco Networking en contextos de educación, que en términos es de 2000 Kbps o 2 Mbps.

- **Retardo (Latencia)**

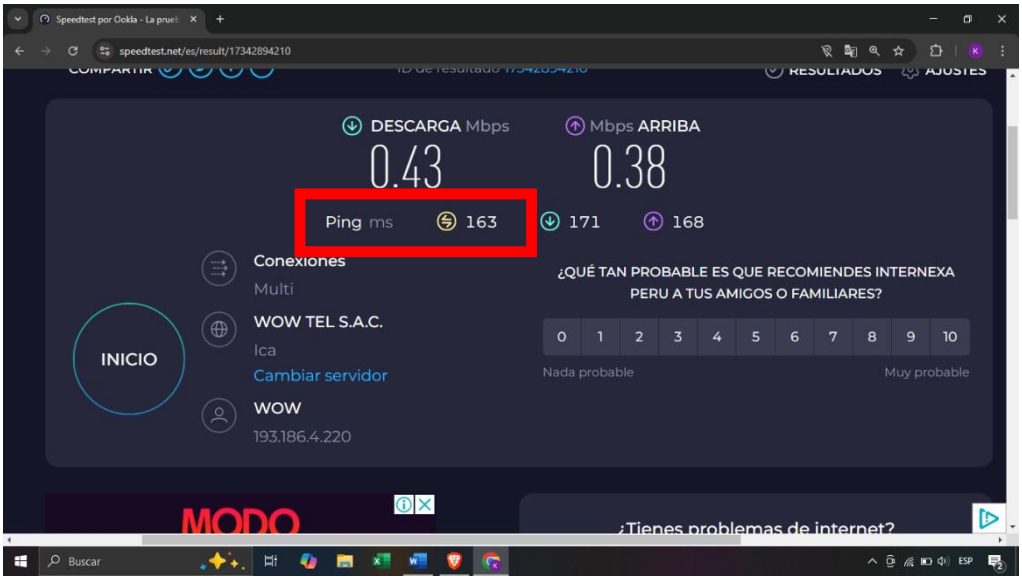


Figura 33. Retardo preTest en SpeedTest de Ookla

En la figura 33, se observa una captura de pantalla de una de las pruebas de PreTest, donde el sitio web de Speed Test, el cual arrojó una latencia de 163 ms, un valor que se encontraba dentro del rango aceptable solo para algunas aplicaciones que requieren asegurar con cuidado la satisfacción del usuario, según la Unión Internacional de Telecomunicaciones, indica que va de 150 a 400 ms. No obstante, este dato seguía siendo elevado para aplicaciones en tiempo real, como llamadas de voz o mensajería, donde lo ideal era una latencia mucho menor a **150 ms**. Por lo tanto, este resultado pudo haber generado ligeros retrasos perceptibles y haber sido consecuencia de la congestión de la red, y en consecuencia la calidad de servicio de la red.

- **Variación del Retardo (Fluctuación)**

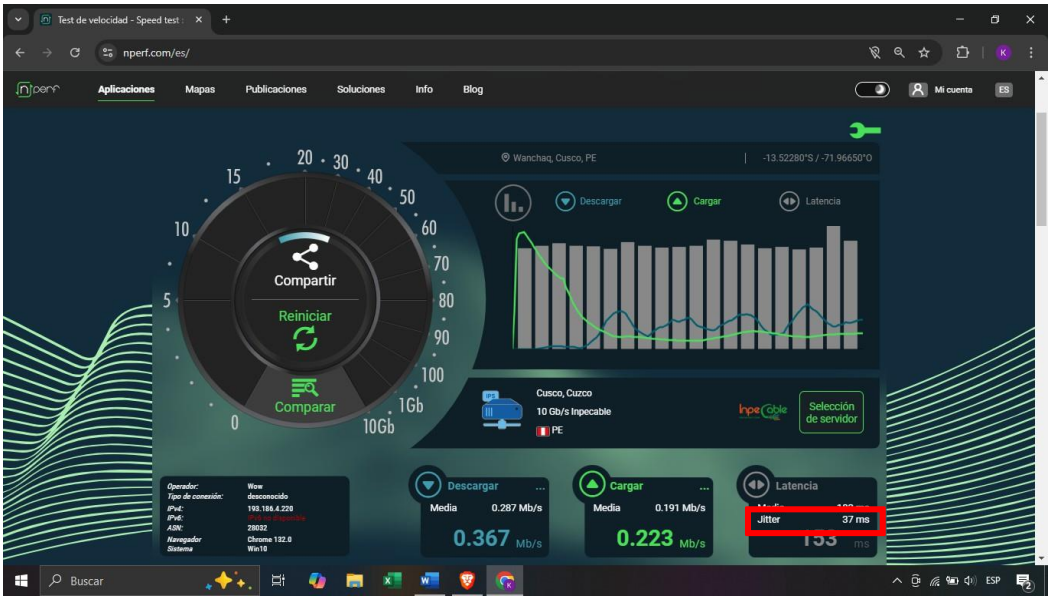


Figura 34. Variación de retardo Pretest en SpeedTest de Nperf

De acuerdo con la figura 34, muestra una de las mediciones realizadas en la prueba de PreTest, donde el aplicativo web Speed Test de Nperf mostró una fluctuación de 37 ms, conocida como fluctuación o jitter, lo que indicaba una alta variabilidad en la llegada de los paquetes de datos, lo que afecta negativamente la calidad del servicio en la red Wi-Fi de la institución. Una fluctuación elevada es causa de problemas como retrasos en la comunicación, interrupciones en videollamadas y distorsión en el audio, lo que impacta de manera negativa en la satisfacción de los usuarios. En ese sentido para que la red fuera estable, el jitter debía ser menor a 20 ms según Malisuwan et al. [49], por lo que este valor reflejaba una inestabilidad en la conexión, evidenciando la necesidad de optimizar la gestión del tráfico y mejorar la infraestructura para garantizar un servicio más confiable.

- **Pérdida de Paquetes**



Figura 35. Pérdida de paquetes preTest en SpeedTest de Ookla

Según la figura 35, presenta una de las mediciones realizadas durante la prueba de pretest, donde el aplicativo SpeedTest mostró una pérdida de paquetes del 8.5%, lo que indicaba que una parte significativa de los datos enviados no llegaba a su destino, lo cual produce una navegación inestable. Para que la red funcione de manera óptima, la pérdida de paquetes debe ser del 0%, por lo que este valor era alto y se debe congestión en la red, interferencias Wi-Fi o fallos en la infraestructura. El resultado de este parámetro solo evidenció la necesidad de mejorar la gestión del tráfico de red y optimizar la infraestructura para lograr un nivel alto en los parámetros de la Calidad de Servicio.

2. Parte 2: Diseño Lógico

En esta parte se diseña la arquitectura de la red sin considerar aún aspectos físicos como modelos de hardware o cableado.

Tabla XXIII.
NUEVA DISTRIBUCIÓN DE LOS APS

Pisos	Zonas	Puntos de Acceso	Ubicación de los APs	Infraestructura
Piso 1	Zona 1	AP 1	AULA 2	Aula 01 - Educación Inicial
				Aula 02 - Educación Inicial
	Zona 2	AP 2	AULA 3	Aula 03 - Educación Inicial
				Aula 04 - Educación Inicial
Piso 2	Zona 3	AP 3	AULA 6	Aula 05 - Educación Primaria
				Aula 06 - Educación Primaria
	Zona 4	AP 4	AULA 8	Aula 07 - Educación Sec. Ciencias Sociales
				Aula 08 - Educación Sec. Ciencias Sociales
	Zona 5	AP 5	AULA 11	Aula 11 - Educación en Idiomas Inglés
				Aula 12 - Educación en Idiomas Inglés
	Zona 6	AP 6	AULA 14	Aula 13 - Educación Sec. Comunicación
				Aula 14 - Educación Física
		AP 8	AULA 15	Aula 15 - Educación Física
Piso 3	Zona 7	AP 9	AULA 9	Aula 09 - Educación Sec. Matemática
				Aula 10 - Educación Sec. Matemática
		AP 10	AULA 16	Aula 16 - Educación Sec. Comunicación
		AP 7	AULA 17	Aula 17 - Educación Sec. Ciencia y Tecnología
				Aula 18 - Educación Sec. Ciencia y Tecnología

Respecto a la tabla XXIII, se puede visualizar la distribución de un punto de acceso (AP) Wi-Fi por cada dos aulas en la institución. Este criterio se fundamenta en base a las normas que recomienda la empresa Ubiquiti, compañía especializada en tecnologías de redes. Donde recomienda 1 punto de acceso máximo por cada 2 aulas en entornos educativos, y que cada AP este separado a una distancia de 20 metros con el fin evitar interferencias en el espectro de la señal.

Acerca del diseño de redes Wi-Fi de alta densidad, no busca únicamente maximizar la cobertura, sino garantizar una conectividad de calidad a través de una infraestructura bien dimensionada, acorde con las mejores prácticas en gestión centralizada y optimización del tráfico.

2.1 Diseño Lógico: Con Wifi de Alta densidad

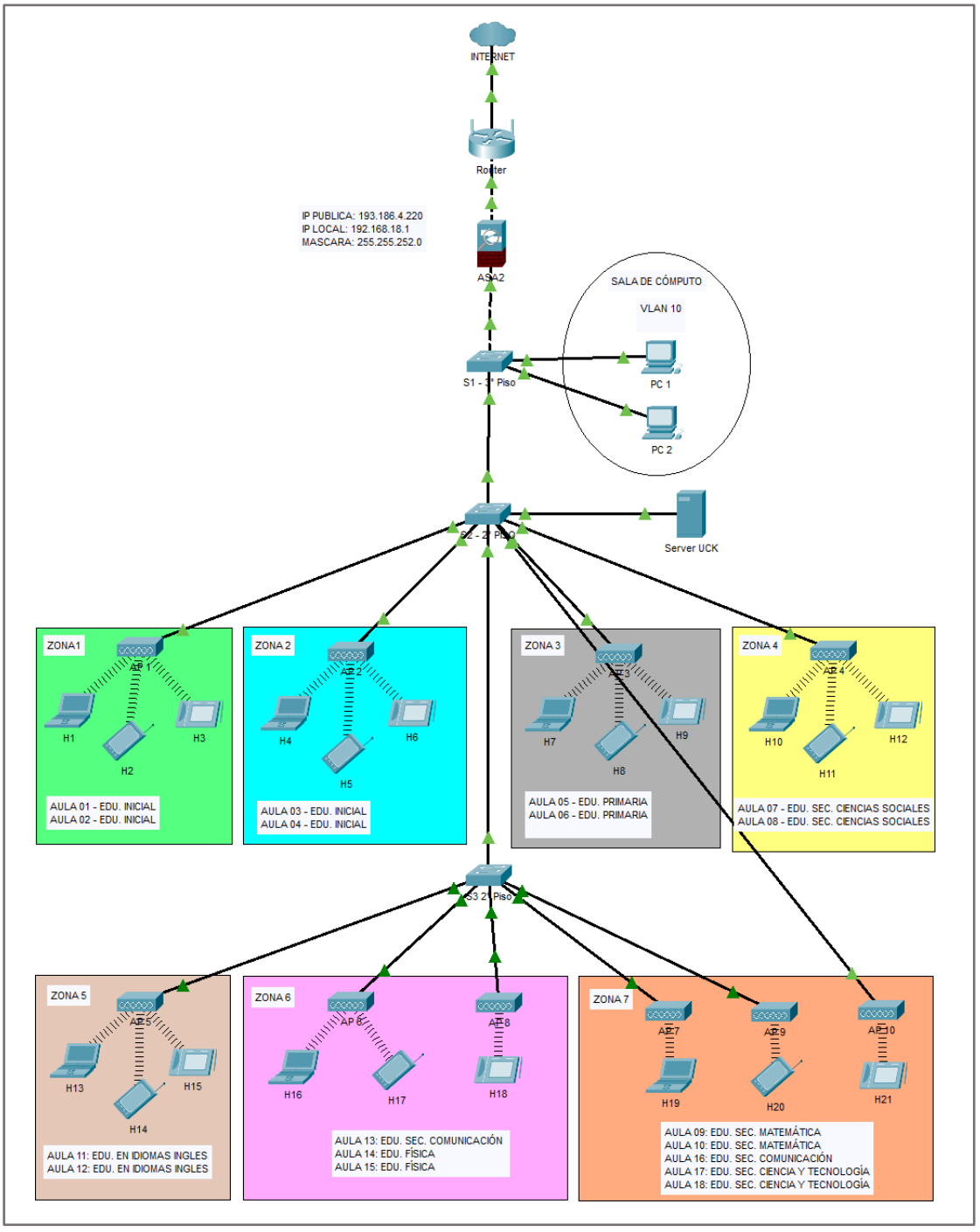


Figura 36. Diseño lógico con Wifi de alta densidad

La figura 36 presenta la implementación de los nuevos dispositivos de red intermedios, como el AP 8 ubicado en la ZONA 6, y los AP 9 y 10 en las aulas 16 y 9 respectivamente. Asimismo, el cortafuego y servidor para realizar la gestión centralizada de la red.

2.2. Diseño de modelos para direccionamiento y numeración

Partiendo del hecho de que la población total de hosts es de 590 hosts, entonces el número de dispositivos que puede tener una red o subred depende de la máscara de red. Para ello se empleó la fórmula de subnetting:

$$Hosts = (2^{\text{bits disponibles para hosts}}) - 2$$

Se restan 2 porque una IP es la dirección de red y otra es la dirección de broadcast.

Ejemplo con la Dirección IP Privada de la Institución, 192.168.18.0/24

Se tiene 192.168.18.0/24, la máscara de subred es 255.255.255.0, lo que significa:

- 24 bits para la red
- 8 bits disponibles para los hosts
- Número de hosts:

$$(2^8) - 2 = 256 - 2 = 254\ hosts$$

El resultado indica que se puede conectar hasta 254 dispositivos en esa red, que va desde la 192.168.18.1 a 192.168.18.254.

Ejemplo con Diferentes Máscaras de Subred

Tabla XXIV.
EJEMPLOS DE MÁSCARAS DE SUBRED

Máscara de subred	Notación CIDR	Hosts disponibles
255.255.255.0	/24	254
255.255.254.0	/23	510
255.255.252.0	/22	1022
255.255.248.0	/21	2046
255.255.240.0	/20	4094
255.255.0.0	/16	65534

Hosts Necesarios en la Red de Estudiantes de la EESPP "San Francisco de Asís"

Sabiendo que se presenta 590 hosts como población total, y teniendo en cuenta el factor de escalabilidad del número de usuarios en un futuro, se recomienda usar la máscara de **255.255.252.0**, para así poder tener **1022 hosts disponibles** como máximo y evitar problemas de direcciones IPs agotadas.

Por lo tanto, la configuración de red utilizada para la línea de estudiantes fue:

- **Red**: 192.168.18.0/22
- **Máscara**: 255.255.252.0
- **IP disponibles**: 192.168.18.1 – 19.168.21.254
- **Hosts permitidos**: 1022

Segmentación de Subredes

Actualmente la segunda línea de internet es solo de uso exclusivo de los estudiantes, el cual hacen uso de este servicio por medio de la conexión de medio inalámbrico, el Wifi. Por lo tanto, se trata de una sola población muy específica, por lo que no habría necesidad de segmentar la red en VLAN´s, puesto que el acceso a internet no se hace por medios cableados. No obstante, existe una sala de cómputo en el 3° tercer piso, la cual ya casi no es utilizada, debido a que los estudiantes emplean las computadoras de la biblioteca y de otra sala de cómputo que está en el primer piso, aunque estas pertenecen a la primera línea de internet, la cual pertenece al uso del personal que labora en la institución.

Para sintetizar, teniendo en cuenta la sala de cómputo del tercer piso, es preferible separar el tráfico de datos de la red cableada y de la inalámbrica. Además, esto sería una buena práctica, si en un futuro se volviese a usar esa aula con regularidad.

En resumidas cuentas, teniendo en cuenta los factores anteriores, se obtiene el siguiente diseño de numeración de direcciones IPs V. 4:

Tabla XXV.
NUMERACIÓN DE DIRECCIONES IP

Sub red	Nombre	Rango IP	Máscara de subred	Política
WLAN	Estudiantes SFA	192.168.18.0 - 192.168.21.19	255.255.252.0	Prioridad alta Ancho de banda limitado
VLAN 10	Sala de computo	192.168.21.220 - 192.168.21.253	255.255.252.0	Prioridad baja Ancho de banda limitado

2.3 Selección de Protocolos de Switching y Enrutamiento

Selección de Protocolos de Switching

Basándose en los requerimientos que comprende la red, donde se busca asegurar una buena calidad de servicio (QoS) para los estudiantes que se conectan a la red Wi-Fi, especialmente en

situaciones de alta congestión causadas por el uso de aplicaciones que consumen grandes cantidades de datos.

Ejemplo:

La red Wi-Fi debe soportar múltiples dispositivos por estudiante (en este caso, cada uno tiene un smartphone, Tablet, o laptop) y manejar aplicaciones que pueden generar congestión como el streaming de video, descargas grandes, etc.

Por lo tanto, los protocolos adecuados para este caso fueron:

- **VLAN´s (Redes virtuales locales):** permiten crear distintas VLANs para separar el tráfico de datos de una organización. Esta separación contribuye a mejorar la eficiencia en el uso del ancho de banda y refuerza la seguridad de la red.

  Se hizo esto para separar el tráfico de datos de medio cableado e inalámbrico, en este caso, la Sala de cómputo del tercer piso, con los dispositivos como smartphones, tablets, y laptops. Asimismo, esto evita que el tráfico no relacionado con las actividades académicas interfiera con las actividades críticas.
- **Spanning Tree Protocol (STP):** En una red con múltiples switches, el protocolo STP se asegura de que no haya bucles de red, que puedan causar una congestión y pérdida de paquetes. Esto es muy importante si se tiene múltiples puntos de acceso conectados entre sí.

Selección de Protocolos de Enrutamiento.

No fue necesario en el desarrollo de esta metodología, puesto que se cuenta con un solo router del ISP (Proveedor de Servicio de Internet), al contar con un único punto de enrutamiento hacia el exterior (el router del ISP), la red no necesita una arquitectura de enrutamiento compleja ni protocolos dinámicos como RIP, OSPF o EIGRP. El tráfico entre los dispositivos dentro de la LAN es gestionado a través de los puntos de acceso y los switches de la marca UniFi, sin que sea necesario el uso de estos protocolos.

2.4 Desarrollo de Estrategias de Seguridad de Red

Para aplicar las estrategias de seguridad de red de la metodología Top-Down en el desarrollo del proyecto, se puede enfocar en garantizar la seguridad de la red Wi-Fi, especialmente en

entornos con un alto volumen de usuarios y dispositivos conectados simultáneamente. Por ende, se planteó los siguientes aspectos:

- **Definición de Políticas de Seguridad**
  - **Tiempo de Sesión Limitado:** Establecer un sistema que cierre automáticamente la sesión tras un período de inactividad (por ejemplo, solo durante horarios académicos) con el fin de prevenir conexiones inactivas que utilicen ancho de banda innecesariamente.
  - **Priorización del Tráfico Académico:** Dar prioridad a aplicaciones y servicios educativos, como plataformas de aprendizaje en línea y bibliotecas digitales.
  - **Bloqueo de Aplicaciones No Académicas:** Se limitó el acceso a aplicaciones que demandan un alto consumo de datos, como TikTok, Instagram, Netflix y los videojuegos en línea.
  - **Seguridad en la Transmisión de Datos:** Se aseguró el cifrado de todo el tráfico de la red utilizando WPA3, con el fin de prevenir ataques de interceptación de datos, como los de tipo man-in-the-middle.
- **Diseño de la Infraestructura de Seguridad**
  - **Cortafuegos:** Se implementó un firewall en el punto de salida a internet con el objetivo de inspeccionar y regular el tráfico de los estudiantes, garantizando que solo se accediera a los servicios autorizados.
  - **Bloqueo de aplicaciones no académicas:** Se configuraron reglas en el firewall para limitar el acceso a aplicaciones de alto consumo de ancho de banda, como TikTok, Netflix, videojuegos en línea y descargas P2P.
  - **Filtrado de contenido web:** Se utilizó un sistema de filtrado basado en categorías para bloquear sitios web inapropiados o que no estuvieran relacionados con fines académicos.

- **SSID exclusivo para estudiantes:** Se configuró un SSID específico solo para los estudiantes, con restricciones predefinidas. La nueva red Wifi fue llamada “Estudiantes SFA” está disponible en las bandas de 2.4 GHz, y 5 GHz.

- **Monitoreo y Análisis de Seguridad**
  - **Registro de Actividad:** Se implementó un sistema de monitoreo para registrar los accesos de los usuarios, incluyendo los sitios visitados y las aplicaciones utilizadas, garantizando el cumplimiento de las políticas de uso.
  - **Evaluaciones Periódicas:** Se realizaron y se harán revisiones periódicas a fin de supervisar y optimizar las políticas de seguridad, así como ajustarlas a las necesidades de la comunidad estudiantil.

2.5. Desarrollo de Estrategias de Gestión de Red

En el contexto de esta tesis la el desarrollo de estrategias de gestión de red en la metodología Top-Down de Cisco podría aplicarse de la siguiente manera:

- **Establecimientos de Políticas y Procedimientos**
  - **Limitación de Ancho de Banda por Usuario:** Se asignó a cada estudiante una cantidad específica de ancho de banda de 2 Mbps para evitar un consumo desproporcionado de la red por parte de los usuarios. Esta cantidad es la mínima necesaria en el contexto de entornos educativos de acuerdo con un informe de Cisco (2018).
  - **Prohibición de aplicaciones de alto consumo de datos:** Se creó una política formal que prohibió el uso de aplicaciones de alto consumo de datos (como TikTok, Instagram, Netflix, etc.) durante las horas de clase. Además, se bloquearon ciertos sitios web y aplicaciones que no estaban directamente relacionados con la educación.
  - **Supervisar el desempeño de la red:** Se desarrolló un procedimiento para utilizar la herramienta de Ubiquiti Unifi Controller, los cuales generan alertas automáticas cuando se detectan condiciones anómalas como saturación de la red o caída del ancho de banda.

- **Priorización de Recursos**

- **Implementación de dispositivos de red de alta capacidad:** Se implementaron los puntos de acceso Wi-Fi 6 en las zonas donde no había la suficiente cobertura inalámbrica. Estos dispositivos de red intermedio son capaces de manejar más conexiones simultáneas, cobertura, y rendimiento gestionado desde su sistema controlador Unifi.

- **Monitoreo y Ajuste Continuo**

  - **Revisión periódica de la red:** Realizar pruebas de los parámetros de la Calidad de Servicio, como el ancho banda, retardo, fluctuación y pérdida de paquetes, a fin de verificar que la infraestructura esté operando adecuadamente.

3. Parte 3: Diseño Físico

El diseño físico de la red en la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública "San Francisco de Asís" es una etapa fundamental en la metodología Top-Down Network Design de Cisco, ya que convierte la estructura lógica establecida anteriormente en una implementación tangible.

3.1 Selección de Tecnologías y Dispositivos

Para garantizar una infraestructura robusta, escalable y eficiente, se han seleccionado dispositivos de la marca Ubiquiti UniFi, reconocidos por su alta capacidad de gestión centralizada, sus buenas referencias, y su facilidad de administración. Los equipos elegidos fueron los siguientes:

- **Controlador Ubiquiti UniFi UCK-G2-PLUS.**



Figura 37.UCK G2 Plus de Ubiquiti Unifi

En la figura 37 se observa el modelo del UniFi Cloud Key Gen2 Plus (UCK-G2-Plus), el cual es un dispositivo de administración de red de Ubiquiti que permite gestionar de manera

centralizada los equipos de la línea UniFi. Es una solución integrada que combina hardware y software para monitorear y controlar la red a través de la plataforma UniFi Controller.

Características:

- ✓ Equipado con un procesador de ocho núcleos y 3 GB de RAM, ofrece un rendimiento optimizado para gestionar redes de gran tamaño.
- ✓ Cuenta con un disco duro de 1 TB (HDD de 2.5"), expandible hasta 5 TB para almacenamiento adicional, ideal para funciones de UniFi Protect (gestión de cámaras de seguridad).
- ✓ Permite la administración centralizada de dispositivos de la marca UniFi (Access Points, switches, gateways, etc.).
- ✓ Dispone de una pantalla LCD en el dispositivo para mostrar información en tiempo real sobre el estado de la red.
- ✓ Se puede alimentar mediante PoE (Power over Ethernet) 802.3af o USB-C, lo que facilita la instalación y la reducción de cables.
- ✓ Acceso remoto mediante la aplicación UniFi Cloud Access, lo que permite administrar la red de forma desde cualquier parte del mundo sin necesidad de una IP pública o VPN.

En pocas palabras este el UCK G-2 Plus permite la administración centralizada de la red de estudiantes de manera remota, optimiza el tráfico con políticas de control de ancho de banda, gestiona accesos y puede restringir aplicaciones no académicas como TikTok e Instagram.

- **Switch PoE Ubiquiti USW Pro de 8 puertos**



Figura 38. Switch USW Pro 8 PoE de Ubiquiti Unifi

En la figura 38 se puede visualizar el modelo USW Pro 8 de Unifi, es un switch gestionable de capa 3 diseñado para redes empresariales.

Características:

- ✓ 8 puertos Gigabit Ethernet con PoE (802.3 at), capaz de alimentar dispositivos como puntos de acceso, cámaras IP y teléfonos VoIP sin necesidad de adaptadores adicionales.
- ✓ 2 puertos SFP (1 Gbps), que permite la conexión con fibra óptica, y por tanto capaz de soportar un alto rendimiento. Asimismo, permite la escalabilidad de la red cuando se requiera hacer conexiones cable UTP mayor a los 100m.
- ✓ Capacidad de switching de 20 Gbps.
- ✓ Se integra con el UniFi Network Controller, permitiendo una configuración y monitoreo simplificados desde una única interfaz.
- ✓ Funciones de capa 3, como soportar un ruteo estático.
- ✓ Potencia de PoE total de hasta 120W.
- ✓ Dispone de una pantalla LCD en el dispositivo para mostrar información en tiempo real sobre el estado de la red.

- **Switch PoE gestionable Ubiquiti USW de 16 puertos.**



Figura 39. Swtich USW 16 PoE

En la figura 39 se aprecia el modelo USW 16 PoE, el cual es un switch gestionable de capa 2 con 16 puertos Gigabit Ethernet, diseñado para ofrecer conectividad estable y alimentación PoE a dispositivos de red como puntos de acceso, cámaras IP y teléfonos VoIP.

Características:

- ✓ 8 puertos PoE+ (802.3at/af) para alimentar puntos de acceso, cámaras de seguridad y otros dispositivos sin necesidad de adaptadores adicionales.

- ✓ 8 puertos estándar sin PoE para conectar otros dispositivos de red.
- ✓ 2puertos SFP (1 Gbps) que permiten conexiones de fibra óptica o enlaces troncales con otros switches, apto para hacer la red escalable.
- ✓ Capacidad de switching de 36 Gbps.
- ✓ Se integra con el UniFi Network Controller, permitiendo una configuración y monitoreo simplificados desde una única interfaz.
- ✓ Potencia total de hasta 42W.
- ✓ Dispone de una pantalla LCD en el dispositivo para mostrar información en tiempo real sobre el estado de la red.

- **Puntos de acceso Ubiquiti UniFi U6 Pro.**



Figura 40. Access Point U6 Pro de Ubiquiti Unifi

En la figura 40 se muestra el modelo U6 Pro, el cual es un punto de acceso de alto rendimiento diseñado para proporcionar conectividad rápida y estable en entornos empresariales y de alta densidad.

Características:

- ✓ Dispone de tecnología Wifi 6 (802.11ax), mayor eficiencia y velocidad de transmisión en comparación con su antecesor Wi-Fi 5.
- ✓ Doble banda con velocidades combinadas de hasta 5.3 Gbps.
- ✓ 5 GHz: Hasta 4.8 Gbps.
- ✓ 2.4 GHz: Hasta 573.5 Mbps.

- ✓ Soporta un gran número de dispositivos simultáneamente sin degradar la calidad de conexión.
- ✓ Alimentación PoE+ (802.3at).
- ✓ Antenas internas optimizadas que proporcionan una cobertura amplia y estable en interiores.
- ✓ Se integra con el UniFi Network Controller, permitiendo una configuración y monitoreo simplificados desde una única interfaz.
- ✓ Diseño compacto y discreto, montable en techos o paredes.

En definitiva, la integración de los dispositivos Ubiquiti UniFi en la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública "San Francisco de Asís" permite una gestión centralizada y eficiente de la red, optimizando el tráfico, mejorando la estabilidad de la conexión y garantizando una mejor calidad de servicio para la población estudiantil. Los switches PoE proporcionarían alimentación a los puntos de acceso UniFi U6 Pro, eliminando la necesidad de adaptadores adicionales, mientras que el UniFi Cloud Key Gen2 Plus facilitaría la administración y monitoreo remoto de toda la infraestructura. Además, ello hace posible controlar el ancho de banda, restringir aplicaciones no académicas y mejorar la seguridad de la red, asegurando un acceso optimizado para el aprendizaje digital.

3.2. Nuevo Diseño Físico

El diseño físico de la red ha sido planificado considerando la cobertura, la distribución de tráfico y la escalabilidad de la infraestructura.

- **Ubicación de los puntos de acceso (AP)**

La instalación de los Access Points UniFi U6 Pro se realizó exclusivamente en las aulas, ya que estas eran los espacios donde se necesitaba mayor estabilidad y capacidad de conexión para el desarrollo de actividades académicas. Para ello, se establecieron los siguientes criterios:

- Se contó con un punto de acceso por cada dos aulas, en algunas solo 1, montado en el techo, para asegurar una cobertura uniforme con señal fuerte y minimizar interferencias con otras redes.

- Los AP fueron configurados para equilibrar la carga de usuarios, garantizando que varios dispositivos pudieran conectarse sin afectar el rendimiento.

- **Distribución de cableado y conectividad**

Para la conexión de los dispositivos, se implementó una infraestructura cableada eficiente basada en switches PoE, eliminando la necesidad de fuentes de alimentación externas para los puntos de acceso.

- El Controlador UniFi UCK-G2-PLUS se ubicó en un aula segura guardad en su gabinete de red, desde donde se administró y monitoreó la red de manera centralizada.
- El Switch PoE USW Pro de 8 puertos se instaló reemplazando a un modelo anterior de menor rendimiento y que no contaba con la función de ser gestionable. De esta manera, el nuevo dispositivo se encarga de conectar y alimentar los APs en un sector específico de la institución.
- El Switch USW de 16 puertos funcionó como el nodo principal, conectando la mayor cantidad de APs y permitiendo una distribución eficiente del tráfico de red. De igual forma este equipo reemplazó a otro modelo con menor rendimiento y sin función administrable.

Con esta distribución, se garantizó un acceso óptimo a internet en las aulas, mejorando la experiencia de los estudiantes sin afectar el rendimiento general de la red institucional.

A continuación, se muestran las fotografías de los nuevos dispositivos de red intermedios adquiridos por la institución:



Ilustración 6. Fotografía de pruebas realizadas con el microservidor de gestión de red UCK Unifi



Ilustración 7. Fotografía del nuevo Switch USW 16 PoE en el aula 8



Ilustración 8. Fotografía de pruebas realizadas con el switch USW 8 pro



Ilustración 9. Fotografía del nuevo punto de acceso U6 pro



Ilustración 10. Instalación y configuración de un AP en un aula



Ilustración 11. Fotografía de la implementación de los dispositivos de

Diseño Físico: Con redes Wifi de Alta Densidad (WAD)



Figura 41. Cobertura de 2.4GHz en el piso 1 con WAD

Considerando la figura 41 con la frecuencia de 2.4GHz, se visualiza una intensidad de la señal excelente (>-50 dBm) coloreada de verde en el aula 1 hasta la 4, de igual manera se observa que la cobertura es aceptable y excelente parcialmente en el patio central de la institución.

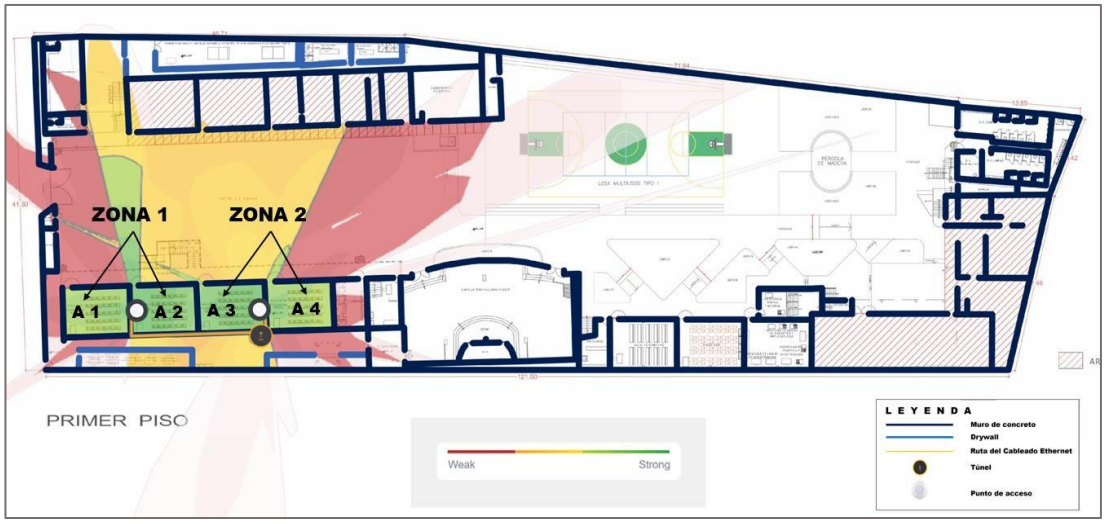


Figura 42. Cobertura de 5GHz en el piso 1 con WAD

Teniendo en cuenta la figura 42, esta tiene una cobertura menor respecto a la frecuencia de 2.4GHz, no obstante, esta fue creada con el propósito de manejar más tráfico de datos y hacer frente a la congestión de red. Lo importante a destacar es que en la imagen se observa que el aula 1 hasta la 4 tienen una intensidad de la señal fuerte (>-50 dBm).

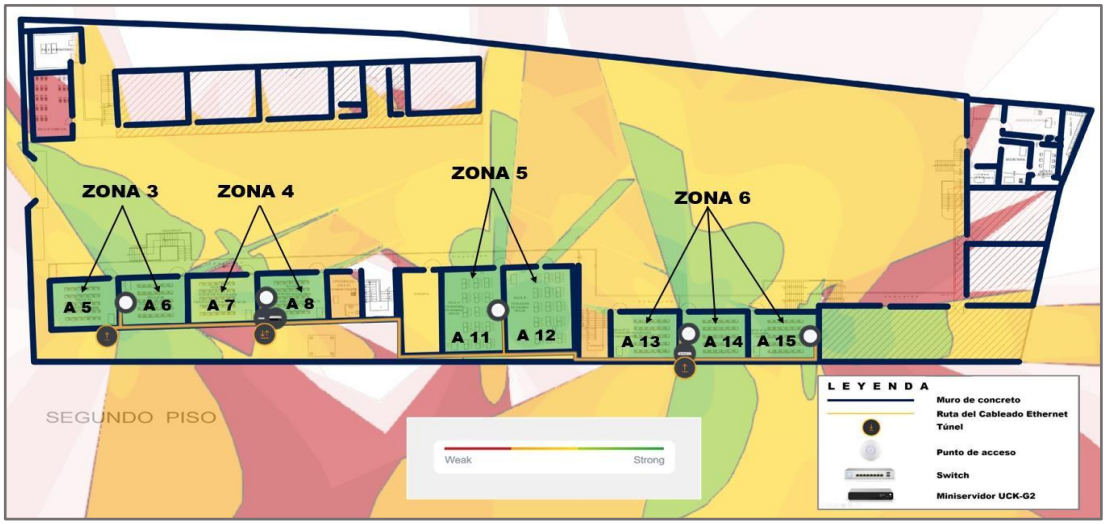


Figura 43. Cobertura de 2.4GHz con WAD

Respecto a la figura 43, se muestra que todas las aulas tienen una intensidad de la señal excelente (>-50 dBm) coloreada de verde, y se destaca la implementación del mini servidor UCK-G2 plus en el aula 8.

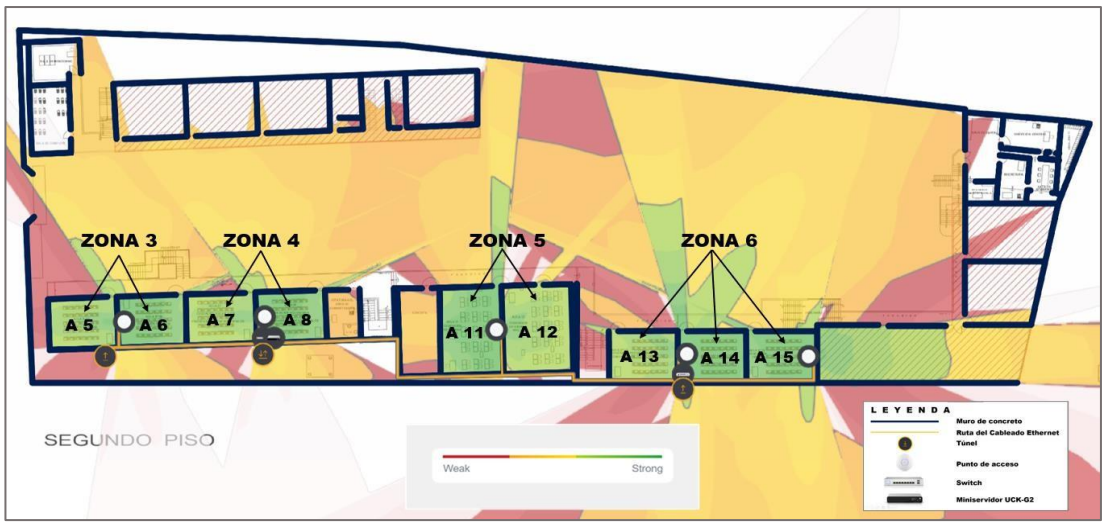


Figura 44. Cobertura de 5GHz en el piso 2 con WAD

Siguiendo con la figura 44, todas las aulas tienen una intensidad de la señal excelente (>-50 dBm) coloreada de verde.

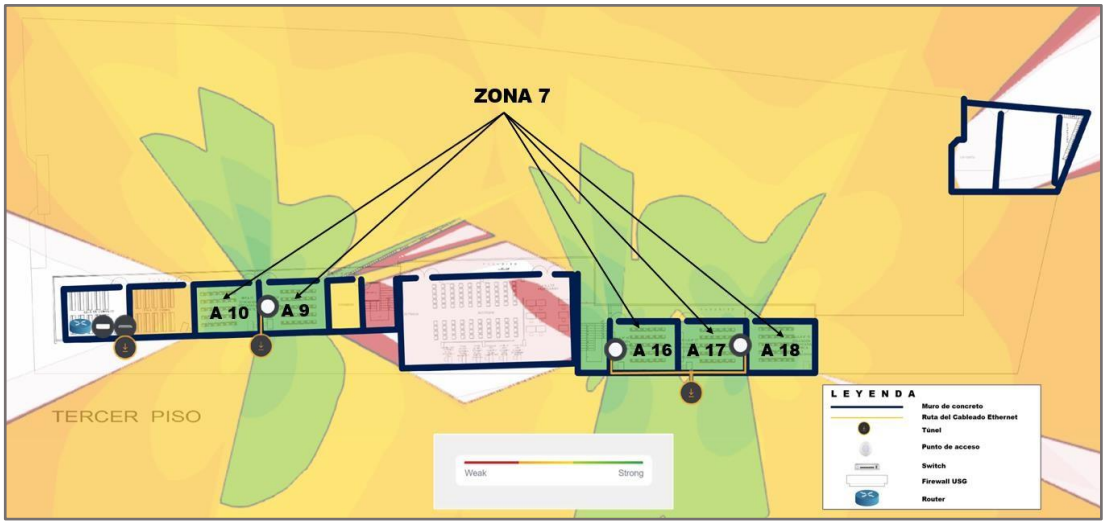


Figura 45. Cobertura de 2.4GHz en el piso 3 con WAD

Considerando la figura 45, se aprecia una óptima cobertura con una intensidad de la señal excelente (>-50 dBm) coloreadas de verde en todas las aulas.

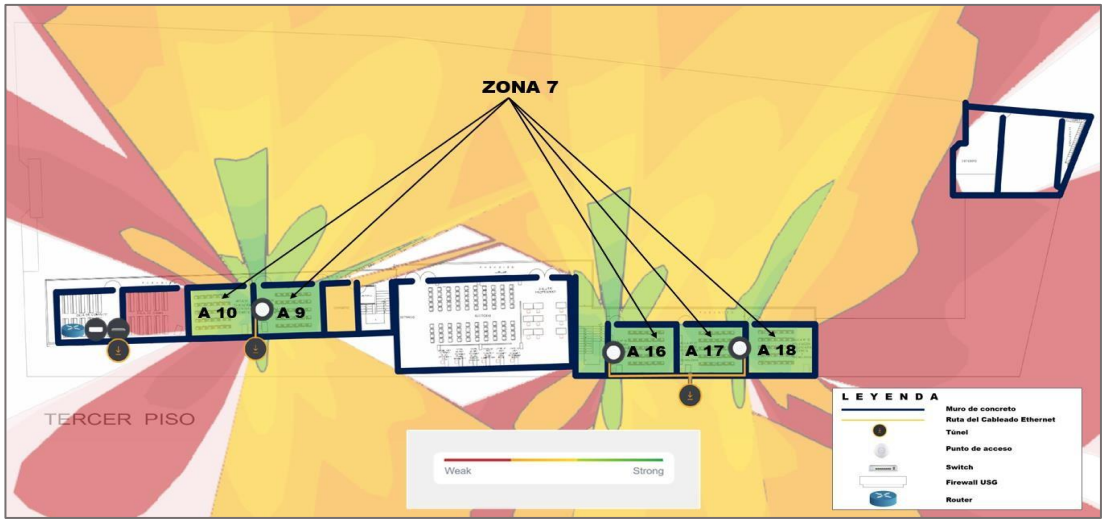


Figura 46. Cobertura de 5GHz en el piso 3 con WAD

Teniendo en cuenta la figura 46 con la banda de 5GHz, esta también cubre todas las aulas del tercer piso con una intensidad de la señal fuerte (>-50 dBm). Se destaca la presencia del router y cortafuego en la sala de cómputo.

Asignación de Ancho de Canal y Canales de Transmisión.

Tras la implementación de los nuevos dispositivos intermedios de red en la institución, fue fundamental seleccionar los canales adecuados para minimizar interferencias y maximizar la reutilización del espectro, esto fue gracias a la gestión centralizada de la red.

En redes Wi-Fi, la selección del ancho de canal en las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz es un aspecto fundamental para evitar interferencias y optimizar la eficiencia del espectro. A continuación, se presentan las configuraciones realizadas:

- **Frecuencia de 2.4 GHz**
  - ✓ **Ancho de canal:** 20 MHz
  - ✓ **Justificación:** La banda de 2.4 GHz dispone únicamente de tres canales no superpuestos (1, 6 y 11). Utilizar un ancho de 40 MHz no es recomendable, ya que incrementa la interferencia y disminuye la capacidad de reutilización de canales.
  - ✓ **Uso recomendado:** Se sugiere reservar esta banda para dispositivos antiguos y tráfico de baja prioridad, debido a que presenta mayor interferencia y menor rendimiento en comparación con la banda de 5 GHz.
- **Frecuencia de 5 GHz**
  - ✓ **Ancho de canal:** 40 MHz.
  - ✓ **Justificación:** Si bien los anchos de 80 MHz o 160 MHz pueden ofrecer velocidades superiores, estos reducen la cantidad de canales disponibles y pueden generar interferencias en entornos con múltiples puntos de acceso (APs).
  - ✓ **Uso recomendado:** Se recomienda para la mayoría de los dispositivos y el tráfico de alto rendimiento. En caso de contar con pocos APs y menor interferencia, se podría evaluar el uso de 80 MHz, aunque esta opción no es la más adecuada en redes de alta densidad.
- **Frecuencia de 2.4 GHz, 20 MHz de ancho de canal**

En la banda de 2.4 GHz, existen únicamente tres canales no superpuestos que se deben utilizar para evitar interferencias:

- ✓ **Canales utilizados:** 1, 6 y 11

- ✓ **Distribución:** Estos canales deben asignarse de manera alternada entre los puntos de acceso (APs) cercanos para evitar interferencias de co-canal.

Asignación:

- AP1 → Canal 1
- AP2 → Canal 6
- AP3 → Canal 11
- AP4 → Canal 1
- AP 5 → Canal 6
- AP 6 → Canal 11
- AP 7 → Canal 1
- AP 8 → Canal 6
- AP 9 → Canal 11
- AP 10 → Canal 1

Frecuencia de 5 GHz. 40 MHz

En la banda de 5 GHz, se dispone de un mayor número de canales, lo que permite reducir la interferencia si se realiza una planificación adecuada.

- ✓ **Canales utilizados:** 36/40, 44/48, 52/56, 100/104, 108/112, 116/120, 132/136, 149/153, 157/161
- ✓ **Distribución:** se recomienda evitar canales DFS (52-144) en caso de que la red presente desconexiones por detección de radar.

Asignación:

- AP1 → Canal 36/40

- AP2 → Canal 44/48
- AP3 → Canal 52/56
- AP4 → Canal 100/104
- AP5 → Canal 108/112
- AP6 → Canal 116/120
- AP7 → Canal 132/136
- AP8 → Canal 149/153
- AP9 → Canal 157/161
- AP10 → Canal 36/40

Para minimizar la interferencia co-canal, es importante que los APs cercanos utilicen canales distintos.



Figura 47. Gestión del ancho de canales y co-canales

La figura 47 evidencia la gestión de uno de los AP´s en el sistema Unifi Site Manager mediante su aplicativo móvil, donde se aplica la asignación de ancho de canal y co-canales en las frecuencias de 2.4GHz y 5GHz.

4. Parte 4: Probar, Optimizar y Documentar la Red

En esta última fase se garantiza que la red funcione correctamente, y cumpla los objetivos específicos planteados en la investigación.

4.1. Probar el Diseño de la Red

Se evaluaron los parámetros de la calidad de servicio de la conexión a internet con la finalidad de comprobar que haya quedado optimizada.

- Ancho de banda

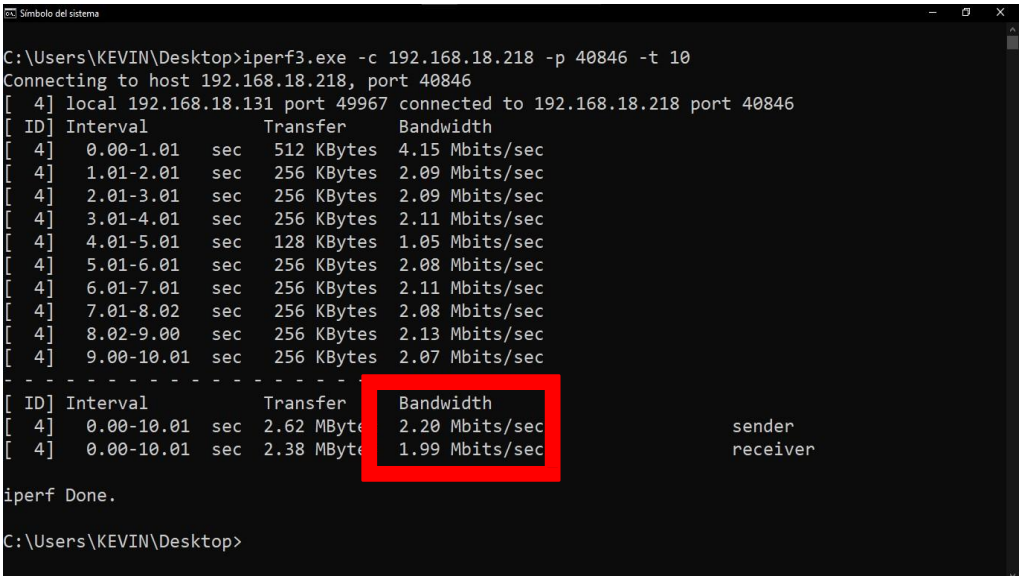


Figura 48. Ancho de banda postTest en Iperf

En la figura 48 se observa una de las mediciones realizadas durante la prueba de postTest, donde el programa Iperf3 arrojó un ancho de banda de subida de 2.20 Mbps, y de 1.99 de bajada. Sacando una media de ambos valores, arroja que el ancho de banda general es de 2.1 Mbps. Este valor indica que la capacidad máxima de transmisión de datos por segundo ha mejorado en contraste con el PreTest. En términos prácticos, esto implica que la red puede manejar más tráfico simultáneo sin degradar la velocidad de conexión.

- Retardo (latencia)

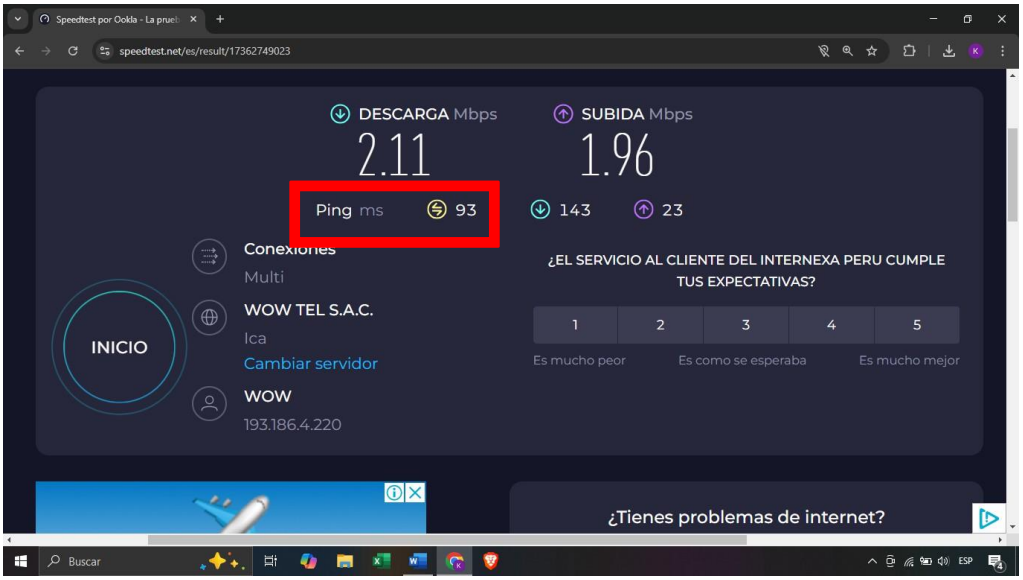


Figura 49. Retardo postTest en SpeedTest de Ookla

La figura 49 es una evidencia de las pruebas realizadas de PostTest sobre la medición del parámetro retardo, también conocido como ping, en esta se puede visualizar un valor de la latencia de 93 ms. Este dato contribuye a reducir los retardos en la transmisión de datos, mejorando la satisfacción del usuario ya que se mantiene dentro del rango de 0 a 150 milisegundos aceptable para todas las aplicaciones, como lo recomienda la UIT.

- Variación de retardo (Jitter)

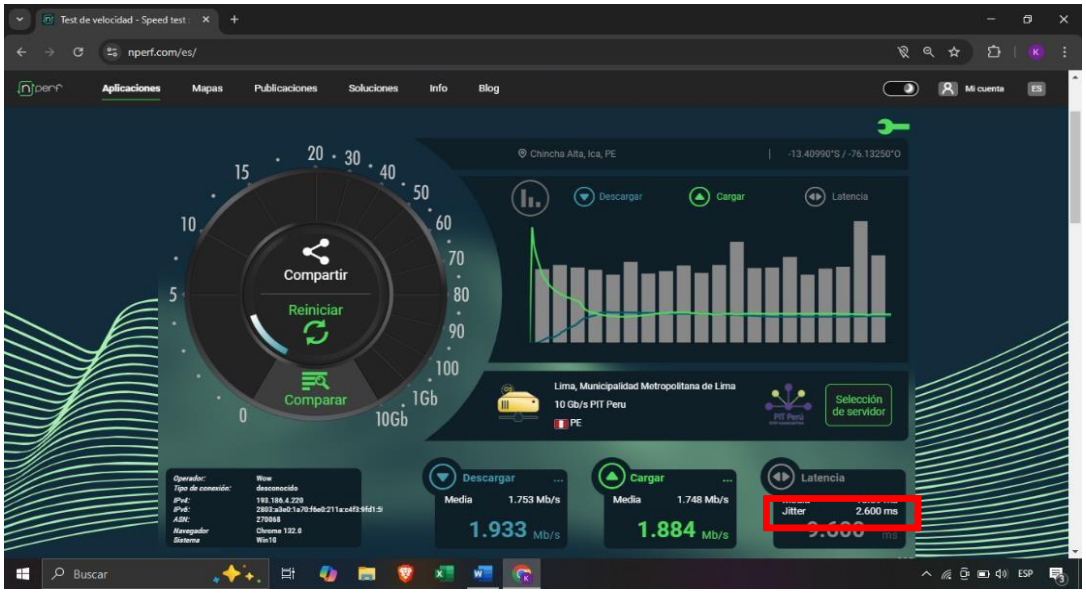


Figura 50. Variación del retardo en SpeedTest de nperf

En la figura 50 se observa la captura de una de las mediciones realizadas en el postTest,

donde el valor de la Variación del retardo (Jitter), el cual mide 2.600 milisegundos. Este dato significa que mientras la fluctuación sea más menor, indicará que la velocidad de conexión se mantiene más estable y constante en el tiempo, sin variaciones bruscas o interrupciones significativas.

- Pérdida de paquetes



Figura 51. Pérdida de paquetes en SpeedTest de Ookla

En la figura 51, se aprecia una de las mediciones realizadas durante el postTest, donde la pérdida de paquetes es igual a 0.0 %, esto significa que una mayor cantidad de datos está llegando correctamente a su destino en contraste con la prueba de preTest, lo que mejora la estabilidad y calidad de la conexión. Además, si la pérdida de paquetes es igual a 0, indica que todos los datos enviados han sido recibidos sin interrupciones ni descartes, lo que es ideal para aplicaciones en tiempo real, ya que garantiza una comunicación fluida y sin cortes.

4.2. Optimización

- **Medición de los indicadores de la Calidad de Servicio, QoS.**

Habiendo culminado con la medición de los parámetros de la calidad de servicio, se puede destacar que hay una mejora significativa respecto a cada indicador en el pretest y postTest.

Tabla XXVI.
RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LOS INDICADORES DE QOS

		Indicadores			
		Ancho de banda (Mbps)	**Retardo (ms)**	**Variación de retardo (ms)**	**Pérdida de paquetes (%)**
PreTest	Media	0.483	194.09	49.63	10.22
	Desv.Str	0.0685	12.21391	4.89	1.30907
	Mínimo	0.364	173	39.29	8.23
	Máximo	0.643	219	59.43	13.47
PostTest	Media	2.1	46.4	2.04	0
	Desv. Str.	0.05702	8.49038	0.49861	0
	Mínimo	2.02	29	1.16	0
	Máximo	2.22	57.86	2.84	0

La tabla XXVI evidencia la influencia significativa del modelo, arrojando datos positivos. Por lo tanto, se afirma que la red SSID llamda Estudiantes SFA ha quedado optimizada por completa, la red es más estable y todos los estudiantes gozan por igual el mismo rendimiento y disponibilidad.

- **Uso del Sistema Unifi Network Controller**

Es un software de gestión centralizada para dispositivos de red Ubiquiti UniFi . Permite monitorear, configurar y optimizar redes Wi-Fi de manera remota, proporcionando métricas en tiempo real sobre tráfico, interferencias y cobertura. Además, facilita la implementación de políticas de QoS, seguridad y gestión de usuarios.

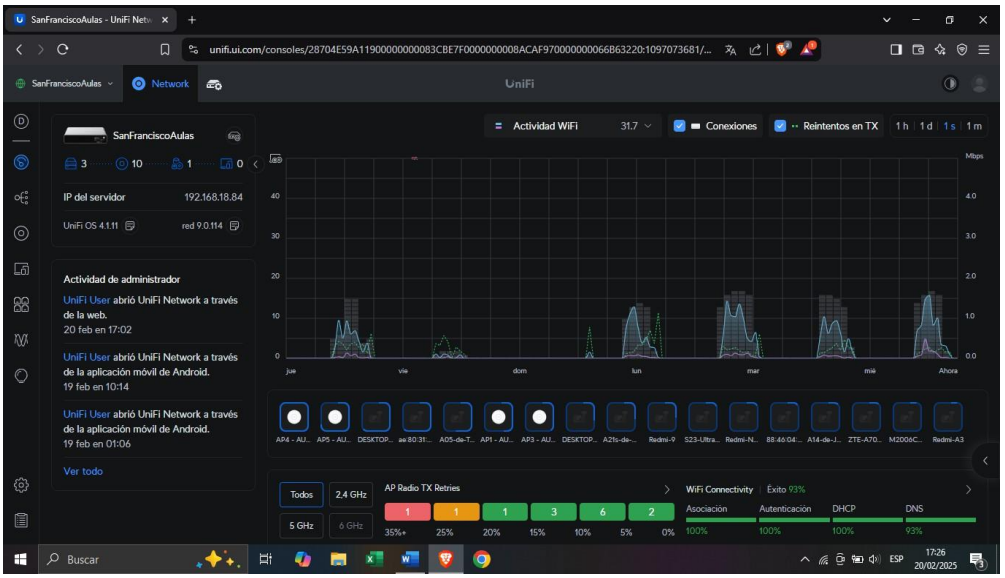


Figura 52. Dashboard del controlador de red Unifi

La figura 52, se observa el Dashboard de la página de inicio de UniFi Network Controller ofrece una visión general del estado de la red en tiempo real. Muestra la salud de la red con el estado de los dispositivos UniFi (APs, switchs y gateway), el número de clientes conectados, su consumo de ancho de banda y calidad de señal. Además, presenta gráficos de tráfico de red, un puntaje de experiencia Wi-Fi basado en interferencias y uso de canal, y una lista de las aplicaciones y dispositivos con mayor consumo de datos, permitiendo un monitoreo y optimización eficiente de la red.

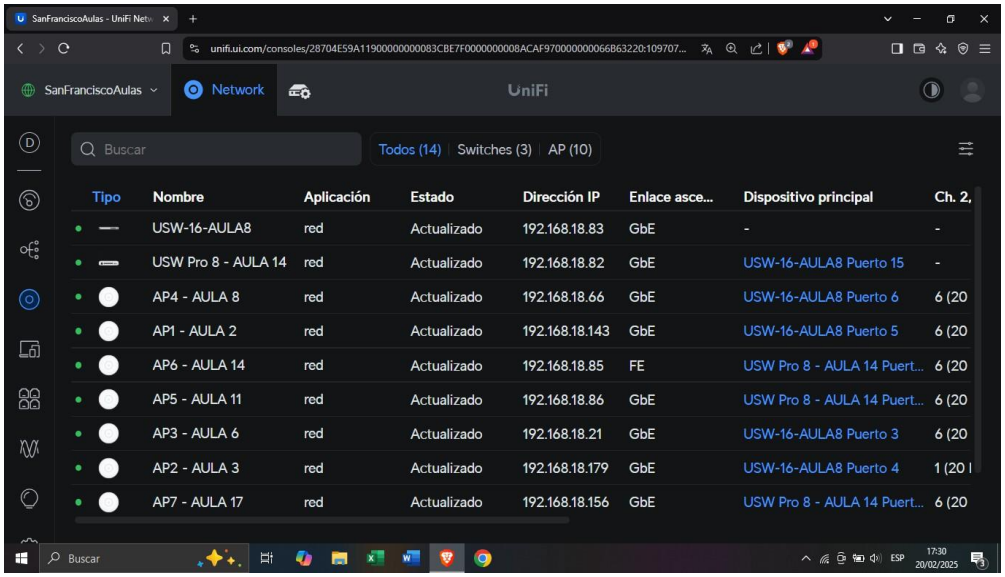


Figura 53. Panel de dispositivos Unifi Network controller

La figura 53, muestra la página de Dispositivos en UniFi Network Application muestra todos los equipos de red UniFi (APs, switchs y gateway) con su estado en tiempo real. Incluye información sobre conectividad, uso de CPU/RAM, tráfico de datos, clientes conectados y métricas de rendimiento como señal Wi-Fi, interferencias y carga del AP. Esta sección es clave para la gestión y monitoreo eficiente de la infraestructura de red.

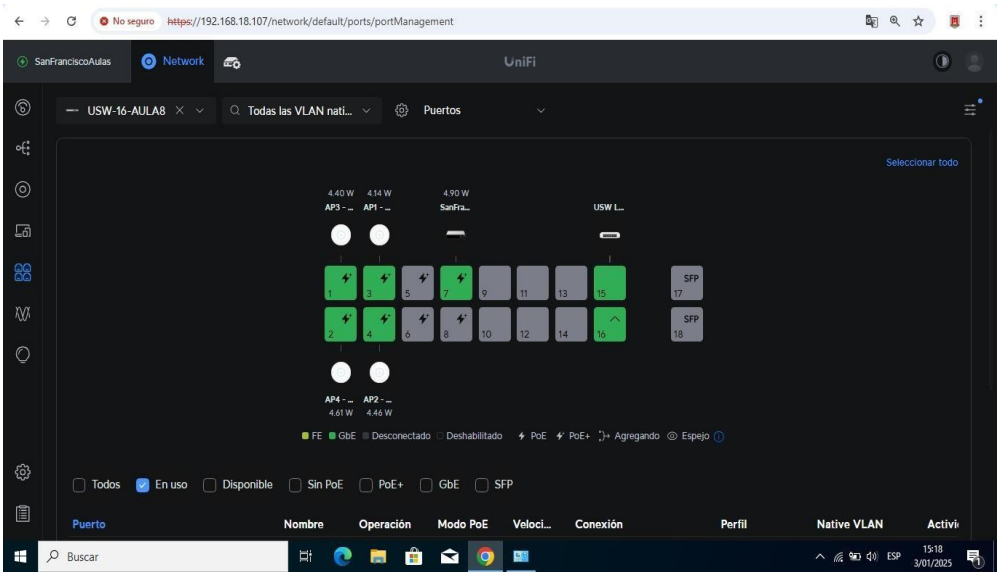


Figura 54. Panel de gestión de los Switches

La figura 54, presenta la página de Ajustes de Switches en UniFi Network Controller, la cual permite configurar y administrar los switchs UniFi. Incluye opciones para VLAN, PoE, agregación de enlaces (LAG), Spanning Tree Protocol (STP) y calidad de servicio (QoS). También muestra métricas en tiempo real como uso de puertos, tráfico de datos, temperatura y consumo de energía. Además, permite habilitar funciones avanzadas como Mirror Port para monitoreo de red y aplicar actualizaciones de firmware, garantizando un control eficiente del tráfico y la infraestructura de red.



Figura 55. Panel de gestión de los puntos de acceso

En la figura 55 se puede visualizar Ajustes de Puntos de Acceso (AP) en la aplicación UniFi Network, esta permite configurar la red Wi-Fi. Incluye opciones para SSID, band Steering, potencia de transmisión, canales Wi-Fi y ancho de banda. También muestra métricas clave como el número de clientes conectados, interferencias, latencia y uso del espectro.

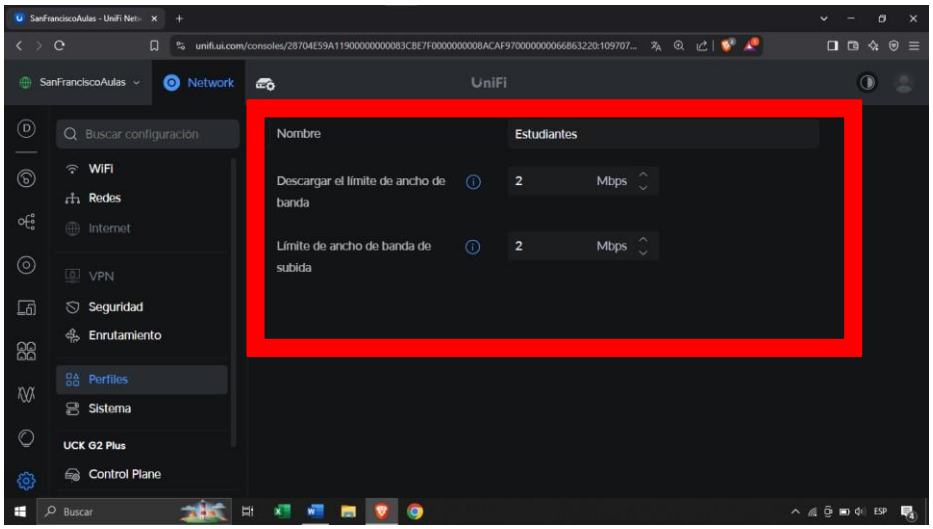


Figura 56. Control del ancho de banda

En la figura 56 se puede apreciar una parte de la gestión que se tiene sobre la red, en este caso se muestra la asignación de un ancho de banda de 2 Mbps de subida y bajada a cada estudiante de la institución, esto quiere decir que la red está balanceada.

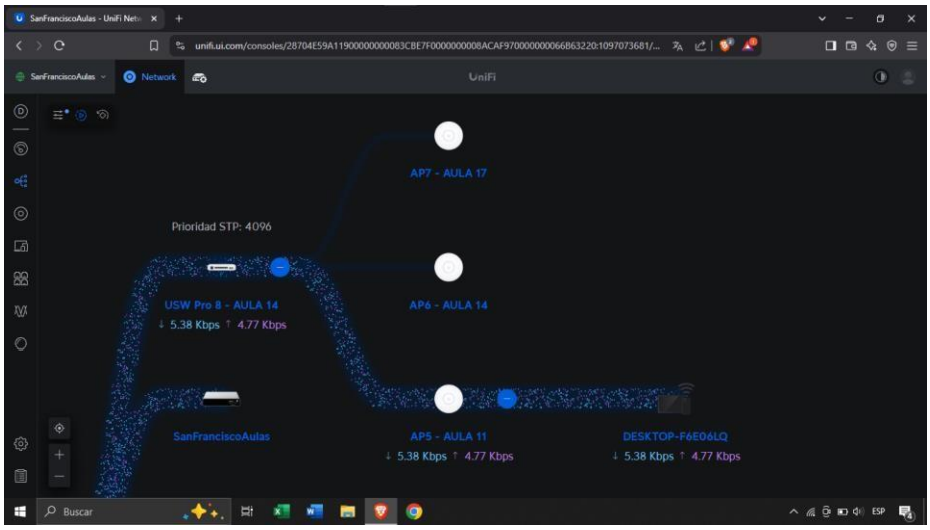


Figura 57. Topología en tiempo real en Unifi Site Manager

La figura 57 muestra la topología lógica de la red en tiempo real, donde se observan los dispositivos intermedios de red, así como los hosts, y el consumo de velocidad de subida y bajada en Kbps.



Ilustración 12. Presentación del sistema Unifi Site Manager a la dirección de la EESPP.

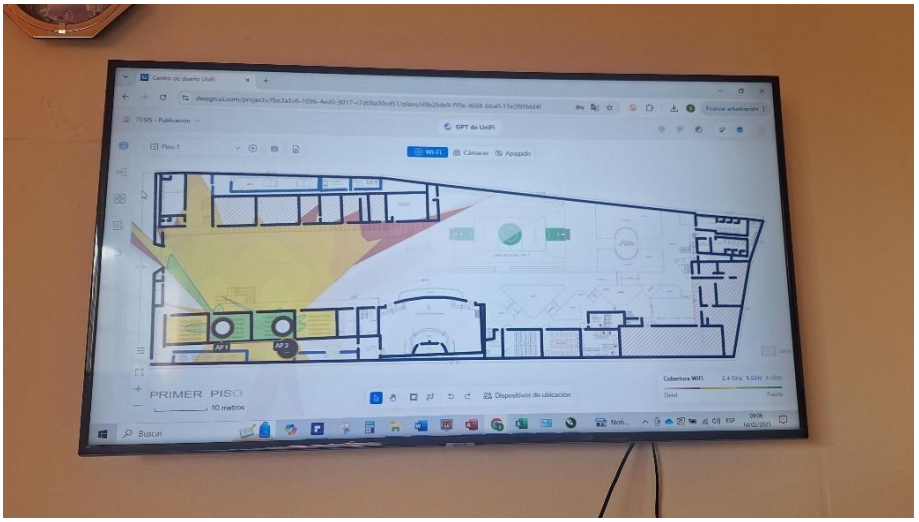


Ilustración 13. Presentación del modelo fisico a la dirección de la institución

Finalmente, la optimización se centró en el monitoreo del tráfico de red y la evaluación comparativa mediante pruebas de medición preTest y postTest de los parámetros de Calidad de Servicio (QoS). A través de la aplicación UniFi Network, se analizaron métricas de uso de ancho de banda, distribución de clientes y estabilidad de la conexión, permitiendo ajustar configuraciones para mejorar el rendimiento. Los resultados del postTest evidenciaron mejoras en la estabilidad, latencia y velocidad de la red, optimizando la experiencia del usuario en un entorno de alta demanda.

Anexo 8. Constancia de similitud de Turnitin

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

INFORME N° 001-2025-UNDC/DOCENTE-CAAO

A : **Dra. Amanda Durán Carhuamaca**
Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería–UNDC

DE : **Dr. Carlos Alcides Almidón Ortiz**
Docente Ordinario de la Facultad de Ingeniería

ASUNTO : **informe de similitud del Turnitin**

REF. : Informe final de tesis – Kevin Daniel De La Cruz Ortiz

FECHA : 14 de mayo del 2025

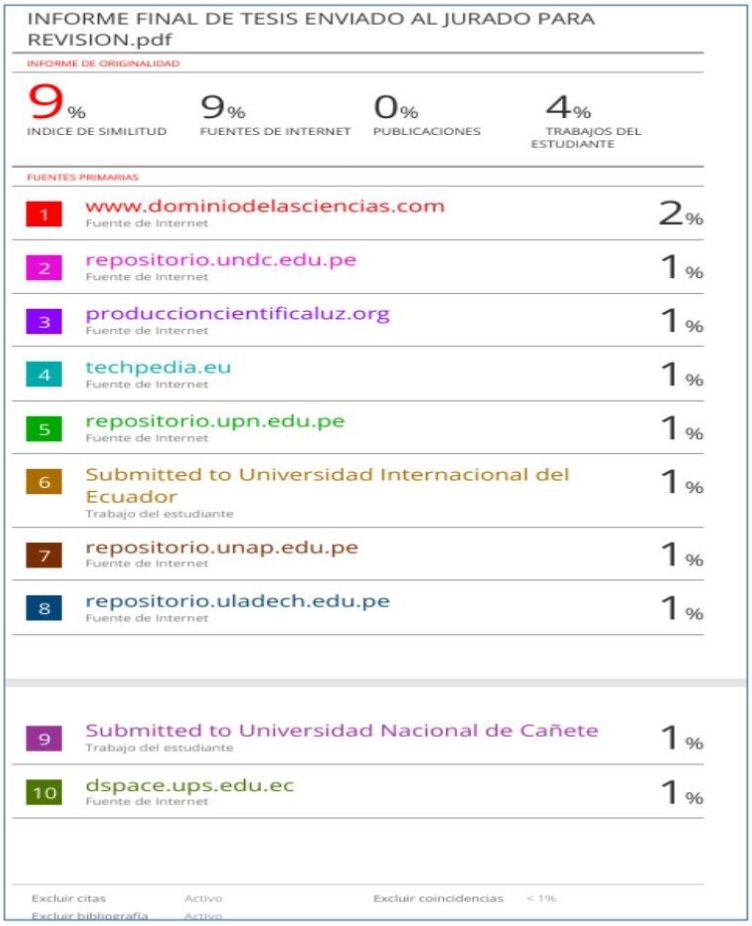
Me dirijo a usted para saludarla cardinalmente, a su vez como es de vuestro conocimiento, mediante DECRETO 072-2024-UI-FI/UNDC, de fecha 03 de septiembre del 2024, fui designado **ASESOR** del del proyecto de tesis denominado: **"Modelo de redes wifi de alta densidad para la calidad de servicio de la conexión de internet en la EESPP SFA, Chincha 2024"**, cuyo autor es **De La Cruz Ortiz Kevin Daniel**, aspirante al Título Profesional, mismo que se encuentra realizando los tramites correspondientes a fin de solicitar la sustentación de la investigación.

Asimismo, en atención a lo dispuesto en el artículo 28º, inciso c) del Reglamento de Grados y Títulos, aprobado mediante R.C.O. Nº 115-2025-UNDC/CO, de fecha 20 de marzo del 2025 y sus modificatorias, indica:

Los requisitos para solicitar lugar, hora y fecha para la sustentación del informe final en la modalidad de trabajo de investigación (grado de bachiller) o tesis (título profesional), previamente debe subir el informe final de la investigación al sistema virtual de registro de proyectos de pre grado, el sustentante deberá remitir al correo institucional de la Unidad de Investigación de su Facultad en formato especificado los siguientes documentos que se detallan:
(…)
c) Informe final de investigación de acuerdo al esquema del Anexo 6, ***adjuntando el informe de similitud del Turnitin debidamente firmado por el asesor****. El informe debe estar en formato pdf editable. El sustentante debe presentar su recibo de pago por ese derecho, estipulado en el TUPA de la UNDC.*

Por cuanto, remito comunico a vuestro despacho que en atención a las funciones conferidas, el suscrito cumplió con realizar el filtro correspondiente del INFORME FINAL DE TESIS denominada: **"Modelo de redes wifi de alta densidad para la calidad de servicio de la conexión de internet en la EESPP SFA, Chincha 2024"**, cuyo autor es **De La Cruz Ortiz Kevin Daniel,** por la plataforma TURNITIN,

cuyo resultado fue un porcentaje de similitud de 9%, adjunto imagen de reporte para verificación:



INFORME FINAL DE TESIS ENVIADO AL JURADO PARA REVISION.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	9%	0%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.dominiodelasciencias.com Fuente de Internet	2%
2	repositorio.undc.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	produccioncientificaluz.org Fuente de Internet	1%
4	techpedia.eu Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Internacional del Ecuador Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Nacional de Cañete Trabajo del estudiante	1%
10	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	1%

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo
Excluir coincidencias < 1%

Es cuanto informo para los fines que considere, hago propicia la ocasión para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: ALMIDON ORTIZ CARLOS ALCIDES
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 14/05/2025 09:47:43-0500

Dr. Carlos Alcides Almidón Ortiz
Docente Ordinario de la
Facultad de Ingeniería–UNDC

Adjunto:

- **Reporte de similitud de turnitin**

Anexo 9. Autorización de Publicación en el Repositorio Institucional de la UNDC

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNDC

I INFORMACIÓN DEL DOCUMENTO

1.1 Título del documento:

Modelo de redes Wifi de alta densidad para la Calidad de Servicio de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024

1.2 Descripción (Seleccionar)

Tesis de Pregrado	X	Libro	
Tesis de Maestría		Capítulo de libro	
Tesis de Doctorado		Monografía	
Trabajo de Investigación		Artículo	
Tesis de Segunda Especialidad		Conferencia	
Trabajo de Suficiencia Profesional		Programa informativo	
Trabajo académico		Datos	

1.3 Autores del documento

Apellidos completos	Nombres completos	Correo electrónico	DNI	ORCID
De la Cruz Ortiz	Kevin Daniel	1974736193@undc.edu.pe	74736193	orcid.org/0009-0001-6282-4158

1.4 Asesor (es)

Apellidos completos	Nombres completos	Correo electrónico	DNI	ORCID
Almidón Ortiz	Carlos Alcides	calmidon@undc.edu.pe	20066294	orcid.org/0000-0003-1055-9724

1.5 Centro de Investigación

Facultad	Faculta de Ingeniería
Escuela Profesional	Escuela profesional de Ingeniería de Sistemas

I. ORIGINALIDAD DEL TRABAJO PRESENTADO

Con la presentación de esta ficha, el(los) autor(es) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal,

Toda copia de este documento, sea del entorno virtual o del documento original en físico es considerada "copia no controlada".

III. AUTORIZACIÓN DEL TRABAJO PRESENTADO

3.1 Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los entregables, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos" que serán incluidos en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cañete (en adelante, la "Universidad").

3.2 Autorizo a la Universidad a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional de la Universidad y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N* 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con su Repositorio Institucional. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

3.3 En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

REPÚBLICA DEL PERÚ Firma Digital
Firmado digitalmente por: DE LA CRUZ ORTIZ KEVIN DANIEL FIR 74736193 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 14/08/2025 01:14:50-0500

Firma	14/08/2025 Fecha

IV: PUBLICACIÓN DIFERIDA

Este ítem solo es de interés para los autores que han decidido la publicación diferida de sus documentos. Caso contrario, obviar este apartado.

Autorización	Motivo (marcar)		Firma
Solicito la publicación diferida del documento depositado en el repositorio, por 12 meses. (indicar el tiempo que solicita)	Exclusividad de revista, editor		
	Por patente		
	Secreto o seguridad nacional		
	Por otras razones		

Cualquier motivo utilizado, el solicitante debe acreditar con documento su pedido (subir junto con la autorización la evidencia que sustenta su solicitud).

Toda copia de este documento, sea del entorno virtual o del documento original en físico es considerada "copia no controlada".

Anexo 10. Artículo Científico

Modelo de redes Wifi de alta densidad para la Calidad de Servicio de la conexión a internet en la EESPP de Chincha

De la Cruz Ortiz, Kevin Daniel – 1974736193@undc.edu.pe

Escuela profesional de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cañete

Resumen

El uso de internet es fundamental para el desarrollo de la educación, ya que facilita el acceso a la información, la comunicación y la generación de nuevo conocimiento. Por ende, un diseño inadecuado de la red WiFi la afecta de manera negativa. Es por ello que el objetivo general fue determinar de qué manera el modelo de redes Wifi de alta densidad mejora la Calidad de servicio de la conexión a internet en la EESPP de Chincha. Se empleó la metodología Top – Down de Cisco como marco de trabajo para el desarrollo de la solución tecnológica. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo de tipo aplicado, empleando un diseño pre-experimental. La muestra estuvo conformada por 21 hosts de medio inalámbrico seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Para la recolección de datos, se utilizó la técnica de fichaje con fichas de registro como instrumento. Los resultados mostraron que el modelo aumentó el ancho de banda, pasando de 0.483 Mbps a 2.1 Mbps, lo que representó un aumento del 334.78%. Asimismo, el retardo se redujo de 194.09 ms a 46.4 ms, evidenciando una disminución del 76.09%. La variación del retardo también disminuyó, pasando de 49.63 ms a 2.04 ms, lo que equivalió a una reducción del 95.89%. Por último, la pérdida de paquetes disminuyó de un promedio de 10.22 % a 0% de paquetes perdidos, lo que supuso una reducción del 100%. Finalmente, se concluyó que el modelo mejoró la Calidad de Servicio de la conexión a internet.

Palabras clave: redes Wifi de alta densidad, ancho de banda, retardo, variación de retardo, pérdida de paquetes.

Abstract

The use of the Internet is essential for the development of education, as it facilitates access to information, communication and the generation of new knowledge. Therefore, an inadequate design of the WiFi network affects it negatively. That is why the general objective was to determine how the high-density WiFi network model improves the quality of service of the Internet connection at the EESPP in Chincha. Cisco's Top-Down methodology was used as a framework for the development of the technological solution. The research adopted an applied quantitative approach, using a pre-experimental design. The sample consisted of 21 wireless hosts selected using non-probability convenience sampling. For data collection, the registration technique with registration cards was used as an instrument. The results showed that the model increased the bandwidth, going from 0.483 Mbps to 2.1 Mbps, which represented an increase of 334.78%. The delay was also reduced from 194.09 ms to 46.4 ms, which is a 76.09% decrease. The delay variation also decreased, from 49.63 ms to 2.04 ms, which is equivalent to a 95.89% reduction. Finally, packet loss decreased from an average of 10.22% to 0% of lost packets, which is a 100% reduction. Finally, it was concluded that the model improved the Quality of Service of the Internet connection.

Keywords: high density Wifi networks, bandwith, delay, jitter, loss.

I. Introducción

El internet es fundamental en áreas como la comunicación, educación, trabajo, economíae innovación. Su creciente uso exige redes más confiables y de alta calidad [1]. En ese sentido, las redes Wi-Fi han transformado las comunicaciones, siendo esenciales para optimizar las actividades en las organizaciones, especialmente en el sector educativo. Un diseño adecuado de estas redes mejora

significativamente la satisfacción de los usuarios [2]. Es por ello que es crucial que las instituciones de educación superior cuenten con un alto nivel de Calidad de Servicio (QoS) para facilitar el acceso a la información y el desarrollo del conocimiento [3].

A nivel global, la Calidad de Servicio (QoS) en redes Wi-Fi enfrenta desafíos debido a la creciente demanda de ancho de banda y la proliferación de dispositivos conectados. Problemas como la congestión de la red, infraestructura insuficiente y falta de políticas eficientes afectan la satisfacción de los usuarios [4], especialmente en entornos de alta densidad como campus universitarios, aeropuertos, o centros de convenciones [5]. Un ejemplo es Albany State University en EE. UU. UU., donde la implementación de estrategias de gestión centralizada en la nube y Wi-Fi 6 permitió optimizar la red y mejorar el rendimiento [6].

En Perú, las instituciones de educación pública enfrentan problemas de Calidad de Servicio (QoS) en sus redes Wi-Fi, especialmente desde la pandemia de COVID-19, lo que dificulta el acceso a servicios de información y comunicación [7]. Incluso los COAR presentan estas dificultades, como se evidencia en un estudio en Huancavelica, donde la red estaba diseñada como una doméstica, sin dispositivos administrables ni una adecuada planificación de los puntos de acceso. No obstante, la implementación de una red Wi-Fi Mesh mejoró significativamente la velocidad, el tiempo de respuesta y la estabilidad, demostrando un impacto positivo en la Calidad de Servicio [8].

La Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública en Chincha Alta enfrenta problemas de Calidad de Servicio (QoS) en su línea de 1000 Mbps de Ancho de Banda destinada al uso exclusivo de los estudiantes. La cual transmite los paquetes de datos principalmente a través de Puntos de acceso (AP) que están desplegados en su infraestructura. Sin embargo, este servicio brindado ha comenzado a experimentar congestión en el tráfico de red, es decir, una alta densidad de usuarios.

Las causas principales son la saturación de usuarios simultáneos, el uso intensivo de aplicaciones que exigen gran ancho de banda y una infraestructura insuficiente. Además, la falta de políticas adecuadas y de personal especializado en el área de redes agrava la situación [9].

Las consecuencias incluyen lentitud en la velocidad, alta latencia, pérdida de paquetes y caídas de la red, afectando negativamente la experiencia de los estudiantes. Otro problema destacable es el acaparamiento del ancho de banda por los primeros usuarios conectados, dejando recursos insuficientes para los demás. Conviene señalar que estos hechos fueron sabidos por las constantes quejas de los usuarios hacia la alta dirección de la institución.

En síntesis, esta investigación se centra en la Calidad de Servicio de la conexión a internet, donde la implementación de un modelo de Redes Wi-Fi de Alta Densidad, con gestión centralizada y dispositivos intermedios adecuados, permitiría mejorar los parámetros de la QoS (ancho de banda, latencia, fluctuación y pérdida de paquetes), garantizando un rendimiento y disponibilidad equitativos para todos los estudiantes.

A. Formulación del problema

a) Problema general

¿De qué manera el modelo de redes Wifi de alta densidad mejora la Calidad de Servicio de la conexión a internet en la EESPP de Chincha?

b) Problemas específicos

¿De qué manera el modelo de redes Wifi de alta densidad incrementa el Ancho de banda de la conexión a internet en la EESPP de Chincha?

¿De qué manera el modelo de redes Wifi de alta densidad disminuye el retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha?

¿De qué manera el modelo de redes Wifi de alta densidad disminuye la variación del retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha?

¿De qué manera el modelo de redes Wifi de alta densidad disminuye la Pérdida de paquetes de la conexión a internet en la EESPP de Chincha?

B. Objetivos

a) Objetivo general

Determinar de qué manera el modelo de redes Wifi de alta densidad mejora la Calidad de Servicio de la conexión a internet en la EESPP de Chincha.

b) Objetivos específicos

Determinar de qué manera el modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad incrementa el Ancho de banda de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

Determinar de qué manera el modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad disminuye el Retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

Determinar de qué manera el modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad disminuye la Variación de retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

Determinar de qué manera el modelo de Redes Wi-fi de Alta densidad disminuye la Pérdida de paquetes de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, 2024.

II. Marco teórico

A. Antecedentes

En primer lugar, Rianto et al. [10] en su artículo titulado *"Analysis of quality of service (QoS Wi-fi network in UNNES digital center building using Wireshark"* [Análisis de la Calidad de Servicio (QoS) de la red Wi-fi en el edificio del centro digital UNNES usando Wireshark], con el objetivo de evaluar su rapidez y calidad para el aprendizaje digital en la Universidad Estatal de Semarang. Este estudio empleó el método modelo de Calidad de Servicio (QoS), donde los resultados mostraron un rendimiento de 6122,37 kbits/s, una pérdida de paquetes del 0,7%, un retraso de 214 ms y un jitter de 0,511 ms. Concluyendo que la red es adecuada para soportar aplicaciones digitales en el campus.

Asimismo, Alcívar et al. [11] en su artículo titulado "Diseño de redes para Instituciones Académicas con criterios de QoS". realizó un estudio con el objetivo de proponer un diseño topológico con enlaces redundantes y eficientes, fundamentado en la Calidad de Servicio (QoS), para mejorar el rendimiento de redes académicas heterogéneas. Utilizando la metodología Top – Down de Cisco, y empleando el programa Opnet Modeler para simular y evaluar los distintos mecanismos de QoS. Donde los resultados indicaron que el Weighted Fair Queuing (WFQ) era el más adecuado, logrando reducir la latencia y minimizar la pérdida de paquetes. De la misma manera, los enlaces redundantes mejoraron el rendimiento de la red en un 70%. La investigación concluyó en que la red logró funcionar de manera óptima.

En esa misma línea, Carracedo [12] en su tesis titulada "Diseño de una Red Wifi de Alta densidad para un edificio singular", abordó los desafíos de adaptar las redes WiFi a los modelos educativos online, destacando que las aulas y la biblioteca de un edificio singular no contaban con la infraestructura adecuada para soportar la alta densidad de estudiantes. Su investigación tuvo como objetivo diseñar una red WiFi de alta densidad que cubriera estas necesidades, utilizando una metodología teórico-práctica. Los resultados incluyen un diseño optimizado para la biblioteca de Campus Sur, basado en mediciones y análisis del entorno. El estudio concluyó que la implementación del estándar 802.11ax con tecnologías OFDMA es efectiva para minimizar interferencias y mejorar el rendimiento, y que la herramienta Ekahau fue clave para simular y evaluar la eficiencia de la red.

Por último, Ormachea [13] en su tesis titulada "Modelo de Gestión del tráfico de red en la Calidad de servicio (QoS) WAN en la EPS EMAPAT 2021", donde el objetivo de su investigación fue determinar la influencia del modelo sobre los parámetros de la QoS. La metodología en la que se basó su desarrollo fue la Top - Down de Cisco. Ello mostró resultados significativos: la tasa de transferencia aumentó de 647,25 kbps a 4.592,19 kbps (un 609,49% más), el retardo de paquetes se redujo un 93,77%, la variación del retardo se redujo un 99,12% y la pérdida de paquetes un 84,82%. En conclusión, el modelo permitió maximizar los recursos y el acceso a internet mediante la mejora de la Calidad de Servicio, y reduciendo los costos por mayor ancho de banda.

B. Bases teóricas

a) Variable independiente

"Redes Wifi de alta densidad"

i. Definición

Según Cisco Networking [14] indica que son aquellas redes diseñadas estratégicamente para soportar un gran número de dispositivos y usuarios en un área limitada, como auditorios, estadios, o

campus universitarios. Estas redes requieren una planificación y configuración avanzada para manejar la congestión del tráfico y asegurar una conectividad confiable. Así como la implementación de puntos de acceso adicionales para asegurar una cobertura adecuada. La inclusión de gestión eficiente del espectro, el ajuste de los canales y la potencia de transmisión, entre otras.

ii. Dimensión

Modelo de red: Se denomina Modelo de red a a aquellos modelos en los que participan tanto orígenes como destinos [15]. En ese sentido, un modelo de red de comunicación es una representación del flujo de información o comunicación entre diferentes entidades.

iii. Indicadores

0 = Sin redes Wifi de alta densidad

1 = Con redes Wifi de alta densidad

b) Variable dependiente

"Calidad de Servicio"

i. Definiciónu

En palabras de la Unión Internacional de Telecomunicaciones [16] se define este concepto como "Conjunto de características de un servicio de telecomunicaciones que influyen en su capacidad para satisfacer las necesidades declaradas explícitas e implícitas del usuario del servicio.".

ii. Dimensiones

Rendimiento: "Cuando se habla de Calidad de Servicio se hace referencia al efecto colectivo del rendimiento de la red, lo que determina el grado de satisfacción de los usuarios del servicio" [17].

Disponibilidad: es la capacidad de un elemento para estar en condiciones de realizar una función requerida en un momento específico o en cualquier momento dentro de un intervalo de tiempo determinado, asumiendo que se proporcionan, si es necesario, los recursos externos [18].

iii. Indicadores

Ancho de banda: Cantidad de datos que se pueden transmitir por unidad de tiempo, su unidad de medida es en bits por segundo (bps) [19] .

Retardo (Delay): Alude al tiempo que tarda un paquete en llegar del remitente al receptor; por consiguiente, cuanto mayor sea la demora, la red aparentará ser más lenta. Por lo general se suele medir en milisegundos (ms) [20].

Variación de retardo (Jitter): Representa una variación en los tiempos de llegada de los paquetes recibidos en comparación con los tiempos en que fueron transmitidos originalmente, y se mide en milisegundos [21, p. 52].

Pérdida de paquetes (Loss): Este parámetro hace referencia a la pérdida de paquetes durante una comunicación, por lo general se mide en porcentaje [22].

III. Metodología

A. Método de investigación

a) Enfoque de investigación

La presente investigación adopta un enfoque cuantitativo, puesto que este se caracteriza por la recolección de información mediante mediciones numéricas y el uso de análisis estadísticos, con el propósito de verificar hipótesis, identificar tendencias en el comportamiento y validar teorías [23].

b) Tipo de investigación

Esta fundamenta su naturaleza en ser de tipo aplicada, en vista de que se caracteriza por emplear los conocimientos existentes, al tiempo que se continúa adquiriendo de estos mismos mediante la implementación y coordinación de la práctica con la finalidad de resolver ciertos problemas específicos [24].

c) Nivel de investigación

Correspondiente al nivel explicativo, donde su enfoque se basa en establecer relaciones

causales a través de estudios teóricos y modelos explicativos [25]. En este caso las redes Wifi de alta densidad y la Calidad de Servicio (QoS.

d) Método de investigación

Se empleó el método Hipotético-Deductivo, ya que formula hipótesis basadas en premisas generales y hechos observables, para luego someterlas a pruebas empíricas. Donde su objetivo es explicar, predecir y controlar fenómenos, permitiendo validar o ajustar las hipótesis según los resultados obtenidos [26].

e) Diseño de investigación

Esta investigación utilizó un diseño pre-experimental, que consistió en realizar una prueba PreTest y PostTest al aplicar un tratamiento a un grupo. Este enfoque permitió evaluar los efectos de la intervención y establecer relaciones de causa y efecto con mayor precisión [27].

De este modo, el modelo utilizado fue el siguiente:

G: O1 X O2

Donde:

G = Grupo de control en los que se realizó la medición.

O1 = Estado inicial de la variable dependiente, Calidad de servicio, antes de la implementación del modelo de Redes WiFi de Alta densidad.

X = Variable independiente, Redes WiFi de Alta densidad.

O2 = Estado final de la variable dependiente, Calidad de servicio, después de la implementación del modelo Redes WiFi de Alta densidad.

f) Población, muestra y muestreo

En este caso particular, considerando que todos los estudiantes de la EESPP de Chincha poseen al menos un dispositivo final de red, como teléfonos inteligentes, laptops o tablets, y según los datos obtenidos en el año 2024, la institución cuenta con 590 estudiantes, por lo tanto, se determinó que la población total de estudio estuvo compuesta por 590 hosts.

En cuanto a la muestra, se consideró que la red Wi-Fi destinada a los estudiantes estaba dividida en 7 zonas, un AP por cada zona, cada uno cubriendo un espacio específico. Además, en todas las zonas operaban los 3 tipos de hosts inalámbricos más comunes: teléfonos inteligentes, tablets y laptops. Por lo tanto, la muestra de estudio se determinó multiplicando los 3 tipos de hosts por las 7 zonas, lo que resultó en un total de 21 hosts.

Por último, se empleó el muestreo por conveniencia, dado que se seleccionaron los tipos de hosts presentes en las zonas de acceso de la red Wifi por su facilidad y disponibilidad, en lugar de hacerlo de forma aleatoria [28].

g) Técnica e instrumento de recolección de datos

En esta parte se manejó la técnica de fichaje, ya que esta posibilita la recolección de datos de los indicadores de la Calidad de Servicio en su prueba previa y posterior de las redes Wifi de alta densidad. Por consiguiente, se empleó la ficha de registró, una por cada indicador, donde se midió (PreTest y PostTest) el promedio general del ancho de banda, retardo, variación del retardo, y pérdida de paquetes.

B. Metodología Top – Down de Cisco

Para llevar a cabo esta investigación, respaldada por documentación adecuada, con el propósito de evaluar el desempeño de los indicadores relacionados con el tema de estudio, junto a sus componentes. La metodología aplicada fue la Top-Down de Cisco [29], cuyas fases se detallan a continuación:

Fase 1: Identificar las necesidades y objetivos de la organización

Fase 2: Elaboración del diseño lógico

Fase 3: Elaboración del diseño físico

Fase 4: Probar, optimizar y documentar la red.

Asimismo, se consideraron los parámetros de la Calidad de Servicio para comprobar y evaluar las mejoras de la red: Ancho de banda, retardo, variación de retardo, y pérdida de paquetes.

Fase 1: Identificar las necesidades y objetivos de la organización

La Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública busca implementar una nueva topología de red que apoye su objetivo de formar docentes de calidad con capacidad innovadora e investigadora. Los requerimientos técnicos para el diseño de esta red son:

Limitar el ancho de banda: Debe soportar un alto número de dispositivos conectados simultáneamente, asegurando que los recursos se distribuyan de forma equitativa y priorizando las actividades esenciales.

Rendimiento: La red debe ofrecer velocidad y confiabilidad adecuadas para el acceso a aplicaciones y servicios.

Disponibilidad: Es esencial que la red funcione continuamente, sin interrupciones ni pérdida de paquetes.

Gestión eficiente del tráfico: Priorizar el tráfico académico (como videoconferencias y plataformas educativas) sobre el tráfico de entretenimiento para evitar congestiones.

Seguridad: Implementar medidas como firewalls, encriptación y control de acceso para proteger la información de los estudiantes.

Cobertura óptima: Garantizar conectividad en todas las aulas del campus mediante puntos de acceso adecuados.

Escalabilidad: Permitir la expansión de la red para soportar más dispositivos y mayor demanda de ancho de banda conforme la institución crece.

Caracterización de la red Wifi actual

A continuación, se desarrolló una tabla que consiste en exhibir la distribución de los APs en la infraestructura de la institución, donde es imprescindible destacar que cada zona ha sido coloreada a fin que se pueda se pueda comprender mejor el diseño lógico desarrollado.

Tabla I.

Anterior distribución de los APs

Pisos	Zonas	AP's	Ubicación de los APs	Infraestructura
Piso 1	Zona 1	AP 1	AULA 2	Aula 01 – Educ. Inicial
				Aula 02 – Educ. Inicial
	Zona 2	AP 2	AULA 3	Aula 03 – Educ. Inicial
				Aula 04 – Educ. Inicial
Piso 2	Zona 3	AP 3	AULA 6	Aula 05 – Educ. Primaria
				Aula 06 – Educ. Primaria
	Zona 4	AP 4	AULA 8	Aula 07 – Educ. Sec. Ciencias Sociales
				Aula 08 – Educ. Sec. Ciencias Sociales
	Zona 5	AP 5	AULA 11	Aula 11 – Educ. en Idiomas Inglés
				Aula 12 – Educ. en Idiomas Inglés
	Zona 6	AP 6	AULA 14	Aula 13 – Educ. Sec. Comunicación
				Aula 14 – Educ. Física
				Aula 15 – Educ. Física
Piso 3	Zona 7	AP 7	AULA 17	Aula 09 – Educ. Sec. Matemática
				Aula 10 – Educ. Sec. Matemática
				Aula 16 – Educ. Sec. Comunicación
				Aula 17 – Educ. Sec. Ciencia y Tecnología
				Aula 18 – Educ. Sec. Ciencia y Tecnología

Siguiendo con el tema, las siguientes fases están detalladas en la siguiente sección.

IV. Resultados

A. Modelo de red: Sin Wifi de alta densidad

i. Diseño lógico actual

Luego de hacer un diagnóstico de la línea de los estudiantes, se desarrolló el siguiente modelo lógico en el programa Cisco Packet:

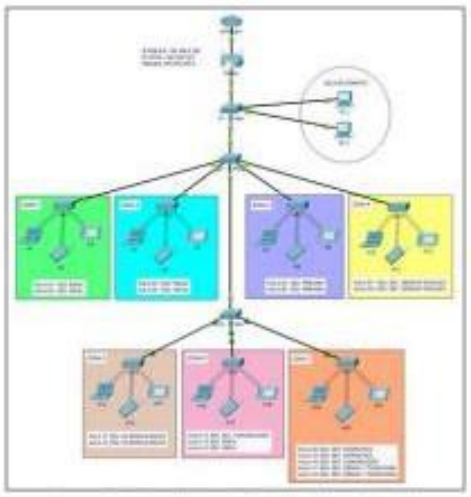


Figura 1. Diseño lógico sin Wifi de alta densidad

Considerando la figura 1, se observa que la topología actual es similar a una topología de árbol conformada por los dispositivos de red intermedio y los 21 hosts, 3 por cada zona. Asimismo, esta se caracteriza por tener un nodo raíz que lo conecta todo, en este caso es el router de internet.

En esa misma línea, se observa que las Zonas 6 y 7 (AP 6 y AP 7) estaban operando fuera de sus capacidades óptimas, por exceder más de 2 AULAS en su espacio de cobertura.

ii. Diseño físico anterior

A continuación, se desarrolló el modelo físico de la red actual con el aplicativo web de Unifi Design Center:



Figura 2. Diseño físico del piso 1 sin Wifi de alta densidad

En la Figura 2 se muestra la cobertura Wi-Fi estimada en la frecuencia de 5 GHz. Se puede observar que tanto la ZONA 1 como la ZONA 2 presentan una intensidad de señal excelente (>-50 dBm), lo cual se representa con la coloración verde en el modelo físico. Esto indica que no hay problemas de cobertura en el primer piso.

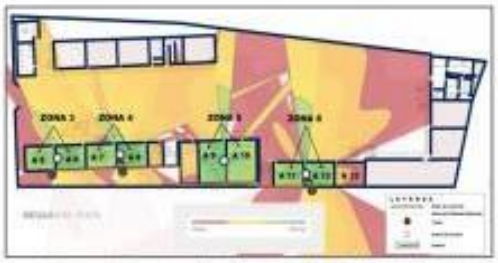


Figura 3. Diseño físico del piso 2 sin Wifi de alta densidad

En la Figura 3 se muestra la cobertura Wi-Fi en la frecuencia de 5 GHz. Se observa que las ZONAS 3, 4 y 5 presentan una intensidad de señal excelente (>-50 dBm), representada con la coloración verde en el modelo físico. Sin embargo, en la ZONA 6, la cobertura es excelente únicamente en las AULAS 11 y 12, mientras que en el AULA 13 la señal es débil y deficiente, representadas en amarillo y rojo, respectivamente.

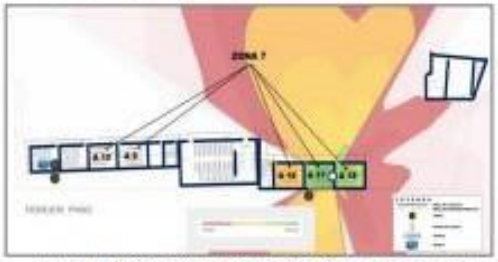


Figura 4. Diseño físico del piso 3 sin Wifi de alta densidad

La figura 4 presenta este espacio perteneciente a la Zona 7, donde únicamente se cuenta con el AP 7, ubicado en el AULA 17, solo las aulas 17 y 18 tienen una señal excelente (>-50). Sin embargo, este único punto de acceso no es suficiente para cubrir de manera eficiente todas las aulas del tercer piso. Como resultado se tenía los problemas de conectividad.

B. Modelo de red: Con Wifi de alta densidad

Fase 2: Elaboración del diseño lógico

A continuación, se desarrolló la siguiente tabla con la finalidad de dar cobertura a las zonas que faltaban una intensidad de la señal fuerte.

Tabla II.
Nueva distribución de los AP's

Pisos	Zonas	AP's	Ubicación de los APs	Infraestructura
Piso 1	Zona 1	AP 1	AULA 2	Aula 01 – Educ. Inicial
				Aula 02 – Educ. Inicial
	Zona 2	AP 2	AULA 3	Aula 03 – Educ. Inicial
				Aula 04 – Educ. Inicial
Piso 2	Zona 3	AP 3	AULA 6	Aula 05 – Educ. Primaria
				Aula 06 – Educ. Primaria
	Zona 4	AP 4	AULA 8	Aula 07 – Educ. Sec. Ciencias Sociales
				Aula 08 – Educ. Sec. Ciencias Sociales
	Zona 5	AP 5	AULA 11	Aula 11 – Educ. en Idiomas Inglés
				Aula 12 – Educ. en Idiomas Inglés
	Zona 6	AP6	AULA 14	Aula 13 – Educ. Sec. Comunicación
				Aula 14 – Educ. Física
		AP 8	AULA 15	Aula 15 – Educ. Física
Piso 3	Zona 7	AP 9	AULA 9	Aula 09 – Educ. Sec. Matemática
				Aula 10 – Educ. Sec. Matemática
		AP 10	AULA 16	Aula 16 – Educ. Sec. Comunicación
		AP 7	AULA 17	Aula 17 – Educ. Sec. Ciencia y Tecnología
				Aula 18 – Educ. Sec. Ciencia y Tecnología

Respecto a la tabla 2, se observa que se aumentaron 3 puntos de acceso en la infraestructura de la institución, en la zona 6 se instaló un AP en el aula 15, mientras que en la zona 7 se implementó 2 AP en las aulas 9 y 10 respectivamente.

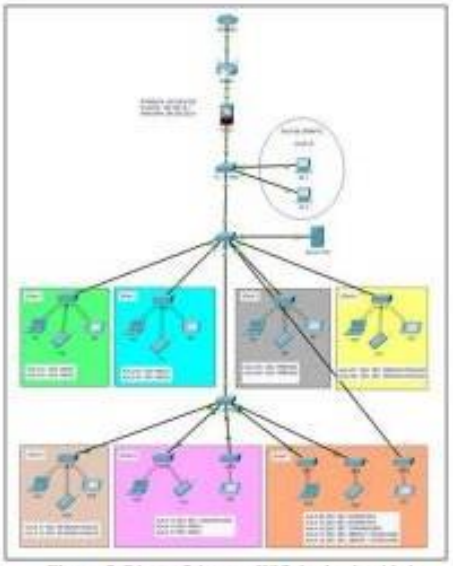


Figura 5. Diseño físico con Wifi de alta densidad

En la figura 15 se presentó el nuevo diseño lógico, donde se aprecia la implementación de un nuevo punto de acceso (AP 8) en la ZONA 6. De igual manera, la ZONA 7 con los APs 9 y 10. Asimismo se instaló un mini servidor para gestionar la red de manera local y remota, y que guardase información de esta misma. Por último, se montó un cortafuego conectado al modem con la finalidad de filtrar el acceso a aplicaciones de uso no académico.

FASE 3: Elaboración del diseño físico



Figura 6. Diseño físico del piso 1 con Wifi de alta densidad

Considerando la figura 6, presenta las ZONAS 1 y 2 donde estas mantienen la misma intensidad de la señal excelente (> -50 dBm) con respecto al diseño anterior, coloreada de verde desde el aula 1 a la 4. La frecuencia empleada fue de 5GHz.

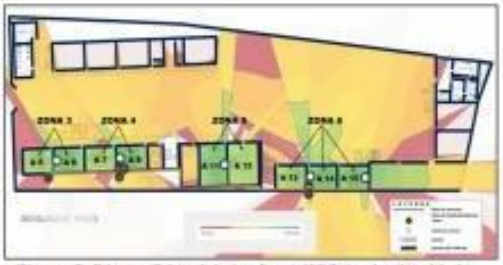


Figura 7. Diseño físico del piso 2 con Wifi de alta densidad

Considerando la figura 7, se visualiza una intensidad de la señal excelente (> -50 dBm) coloreada de verde en todas las zonas del segundo piso. La frecuencia empleada fue de 5GHz.

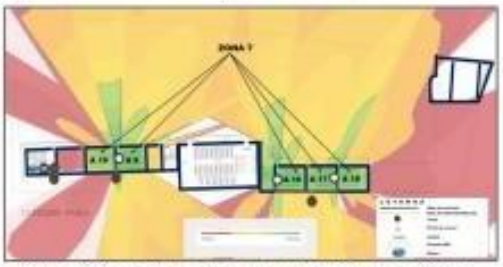


Figura 8. Diseño físico del piso 3 con Wifi de alta densidad

Tomando en cuenta la figura 8, se observa una intensidad de la señal excelente (>-50 dBm) en toda la ZONA 7, la cual está coloreada de verde. La frecuencia manejada fue de 5GHz.



Figura 9. Sistema Unifi Site Manager

Considerando la figura 9, tras la implementación de los nuevos dispositivos de red intermedios de Ubiquiti Unifi, fue posible hacer la gestión centralizada de la red mediante la unificación de estos en el sistema Unifi Site Manager, el cual posibilita administrarla de manera local y remota por medio del miniservidor UCK-G2 plus.

Por otro lado, la fase 4 de la metodología Top – Down se detalla en las siguientes secciones, aludiendo a los resultados de las pruebas realizadas con los indicadores de la Calidad de Servicio, así como la optimización y documentación del nuevo diseño de la red.

C. Resultados descriptivos

Para recopilar estos datos, se llevó a cabo el desarrollo de la solución tecnológica, la cual representa el aporte significativo. Los hallazgos obtenidos de la investigación en las pruebas de pretest y postTest se muestra en la tabla que se presentan a continuación.

Tabla III.
Estadísticos descriptivos de los indicadores

		Indicadores			
		Ancho de banda (Mbps)	Delay (ms)	Jitter (ms)	Loss (%)
Pre Test	Media	0.483	194.09	49.63	10.22
	Desv. Str	0.0685	12.214	4.89	1.309
	Min.	0.364	173	39.29	8.23
	Máx.	0.643	219	59.43	13.47
Post Test	Media	2.1	46.4	2.04	0
	Desv. Str.	0.05702	8.49	0.499	0
	Min.	2.02	29	1.16	0
	Máx.	2.22	57.86	2.84	0

Para el indicador ancho de banda, el PreTest registró una media de 0.483 Mbps y una desviación estándar de 0.0685 Mbps. En contraste, el PostTest presentó una media de 2.1 Mbps con una desviación estándar de 0.05702 segundos. Estos resultados revelaron una diferencia de 1.617 megabits por segundo entre el PostTest y Pretest, lo que demuestra un incremento significativo tras la implementación del modelo de redes Wifi de alta densidad.

Asimismo, en el indicador retardo (delay), el PreTest registró una media de 194.09 ms y una desviación estándar de 12.214 ms. En cambio, el PostTest muestró una media de 46.4 ms con una desviación estándar de 8.49 ms. Estos resultados reflejaron una diferencia de 147.69 milisegundos entre el PreTest y el PostTest, evidenciando una reducción significativa tras la implementación del modelo de redes Wifi de alta densidad.

Además, en el indicador variación de retardo (jitter), el PreTest muestró una media de 49.63 ms y una desviación estándar de 4.89 ms. En contraste, el PostTest registró una media de 2.04 ms y una

desviación estándar de 0.499 ms. Estos resultados revelan una diferencia de 47.59 milisegundos entre el PreTest y el PostTest, lo que demuestró una disminución significativa tras la implementación del modelo de redes Wifi de alta densidad

Por último, en el indicador pérdida de paquetes (loss), el PreTest registró una media de 10.22% y una desviación estándar de 1.309%. En cambio, el PostTest mostró una media de 0% con una desviación estándar de 0 %. Estos resultados reflejaron una diferencia del 10.22% entre PreTest y PostTest en su totalidad, evidenciando una reducción completa tras la implementación del modelo de redes Wifi de alta densidad.

D. Resultados inferenciales

Prosiguiendo con el tema, se presenta el análisis de los resultados, donde se plantearon la siguiente hipótesis específicas:

$\boldsymbol{HE_1}$: El modelo de redes Wifi de alta densidad incrementa el Ancho de banda de la conexión a internet en la EESPP de Chincha.

$\boldsymbol{HE_2}$: El modelo de redes Wifi de alta densidad disminuye el retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha.

$\boldsymbol{HE_3}$: El modelo de redes Wifi de alta densidad disminuye la variación del retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha.

$\boldsymbol{HE_4}$: El modelo de redes Wifi de alta densidad disminuye la pérdida de paquetes de la conexión a internet en la EESPP de Chincha.

Donde se alcanzaron los siguientes resultados mediante el uso del programa SPSS Statistic.

Tabla IV.
Contrastación de hipótesis específicas

HIPÓTESIS	HE_1	HE_2	HE_3	HE_4
NORMALIDAD	Si	Si	Si	No
ESTADÍSTICO T DE DIF. EMPAREJADAS	85.722	48.131	43.246	No Aplica
NIVEL DE SIG.	,000	,000	,000	No Aplica
DECISIÓN	Se Acepta H1	Se acepta H2	Se acepta H3	No Aplica

Como HE_4 no tiene una distribución normal se empleó el uso de la prueba no paramétrica de rango con signo de Wilcoxon, que no asume normalidad y puede comparar los dos conjuntos de datos sin depender de la diferencia. Mediante la utilización del programa SPSS Statistics, se obtuvo el siguiente resultado.

Tabla V.
Contrastación de HE4

HIPÓTESIS	HE_4
NORMALIDAD	NO
ESTADÍSTICO Z	-4.015[b]
NIVEL DE SIG.	,000
DECISIÓN	Se Acepta H4

Posteriormente, con la prueba estadística de T-Student de diferencias emparejadas de la tabla IV, se alcanzaron los siguientes resultados respecto a las hipótesis formuladas.

En primer lugar, para la hipótesis H1, con un estadístico T de diferencias emparejadas de 85.722 y un nivel de significancia de 0.000, se determina que el modelo de redes Wifi de alta densidad incrementa de manera significativa el ancho de banda de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, por lo tanto, se acepta H1.

En segundo lugar, para la hipótesis H2, con un estadístico T de diferencias emparejadas de 48.131 y un nivel de significancia de 0.000, se determina que el modelo de redes Wifi de alta densidad disminuye de manera significativa el retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, por lo tanto, se acepta H2.

Igualmente, para la hipótesis H3, con un estadístico T de diferencias emparejadas de 43.246 y un nivel de significancia de 0.000, se determina que el modelo de redes Wifi de alta densidad disminuye de manera significativa la variación del retardo de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, por lo tanto, se acepta H3.

Por último, para la hipótesis H4, teniendo en cuenta la tabla V, con un estadístico Z de -4.015[b] y un nivel de significancia de 0.000, se determina que el modelo de redes Wifi de alta densidad disminuye de manera significativa la pérdida de paquetes de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, por lo tanto, se acepta H4.

V. Discusión

La presente investigación se realizó con la finalidad de mejorar la Calidad de Servicio de la conexión a internet en la EESPP de Chincha, puesto que presentaba un bajo nivel en sus parámetros de QoS, lo que ocasionaba insatisfacción por parte de los estudiantes que hacían su uso, donde no existía una cobertura Wifi suficiente en la infraestructura de la

institución, no se contaba con una red gestionable ni con políticas para controlar el uso adecuado de esta misma. Por aquellos problemas se propuso la implementación del modelo de redes Wifi de alta densidad a fin de optimizar su rendimiento y disponibilidad.

En relación con el indicador: Ancho de banda

Concerniente a la dimensión de rendimiento, el estudio muestra que, antes de implementar el modelo de redes Wi-Fi de alta densidad en la EESPP de Chincha, el ancho de banda máximo era de 0.643 Mbps y el promedio general de 0.483 Mbps. Después de la implementación, estos valores aumentaron a 2,22 Mbps y 2,1 Mbps, respectivamente, representando un incremento del 334,78%.

El análisis inferencial, utilizando la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, confirmó la normalidad de los datos, lo que permitió aplicar la prueba T de Student. Los resultados mostraron un nivel de significancia de 0.000, lo que llevó a rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa, evidenciando que el nuevo modelo incrementó significativamente el ancho de banda.

Además, estos hallazgos son consistentes con la investigación de Carracedo [12], quien también implementó una red Wi-Fi de alta densidad logrando 5.82 Mbps.

En relación con el indicador: Retardo

Formando parte de la dimensión rendimiento, el estudio revela que, antes de implementar el modelo de redes Wi-Fi de alta densidad en la EESPP de Chincha, el retardo máximo era de 219 ms y el promedio general de 194.09 ms. Tras la implementación, estos valores disminuyeron a 57,86 ms y 46,4 ms, respectivamente, lo que representa una reducción significativa del 76,09%.

El análisis inferencial, a través de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk y la prueba T de Student, mostró un nivel de significancia de 0.000, permitiendo rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa, demostrando que el nuevo modelo reduce significativamente la latencia.

Estos resultados son comparables con el estudio de Ormachea [13], quien logró disminuir el retardo de 1405.13 ms a 87.44 ms tras aplicar un modelo de gestión de tráfico.

En relación con el indicador: Variación del retardo

Correspondiente a la dimensión de rendimiento, el estudio muestra que, antes de implementar el modelo de redes Wi-Fi de alta densidad en la EESPP de Chincha, el valor máximo de la variación del retardo era de 59.43 ms y el promedio general de 49.63 ms. Tras la implementación, estos valores disminuyeron a 2,84 ms y 2,04 ms, respectivamente, lo que representa una reducción significativa del 95,89%.

El análisis inferencial, utilizando la prueba de normalidad Shapiro-Wilk y la prueba T de Student, obtuvo un nivel de significancia de 0.000, permitiendo rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa, lo que demuestra que el nuevo modelo reduce significativamente la variación del retardo.

Estos resultados son comparables con el estudio de Ormachea [13], quien logró reducir la variación del retardo de 60 ms a 0,49 ms tras implementar un modelo de gestión de tráfico de red.

En relación con el indicador: Pérdida de paquetes

Perteneciente a la dimensión de disponibilidad, el estudio revela que, antes de implementar el modelo de redes Wi-Fi de alta densidad en la EESPP de Chincha, el porcentaje máximo de pérdida de paquetes era de 13.47%, con un promedio de 10.22%. Tras la implementación, este porcentaje se redujo a 0% en todas las mediciones, lo que representa una disminución total del 100%.

Debido a la falta de variabilidad en los datos del PostTest, se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon, obteniendo un nivel de significancia de 0.000, lo que permitió rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa. Esto demuestra que el modelo reduce significativamente la pérdida de paquetes.

Estos hallazgos coinciden con el estudio de Alcívar et al. [11], quien también logró eliminar la pérdida de paquetes por completo aplicando un diseño de red con enlaces redundantes y un hardware adecuado en entornos académicos.

Respecto al objetivo general

El objetivo de esta investigación fue evaluar cómo el modelo de redes Wi-Fi de alta densidad mejora la Calidad de Servicio (QoS) de la conexión a internet en la EESPP de Chincha. Los resultados obtenidos demostraron mejoras significativas en todos los indicadores evaluados: el ancho de banda aumentó

en un 334.78%, el retardo (latencia) se redujo en un 76.09%, la variación del retardo (fluctuación) disminuyó en un 95.89%, y la pérdida de paquetes se eliminó por completo, alcanzando un 0%.

Estos hallazgos evidencian que la implementación del modelo tuvo un impacto positivo y significativo en los parámetros de la Calidad de Servicio, mejorando de manera efectiva el rendimiento de la red. Por lo tanto, el modelo propuesto demuestra ser una solución eficiente para optimizar la conexión a internet en entornos educativos con alta densidad de usuarios.

VI. Conclusión

Finalmente, se logró mejorar la Calidad de Servicio de la conexión a internet en la red Wi-Fi estudiantil mediante el modelo de redes Wi-Fi de alta densidad en la Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública de Chincha. Los resultados obtenidos en los indicadores de ancho de banda, retardo, variación del retardo y pérdida de paquetes evidenciaron mejoras significativas en las dimensiones de rendimiento y disponibilidad, cumpliendo los objetivos específicos planteados en la investigación.

En detalle, las medias generales fueron las siguientes: el ancho de banda incrementó de un promedio inicial de 0.483 Mbps a 2.1 Mbps, reflejando un aumento del 334.78%. El retardo (latencia) se redujo de 194.09 ms a 46.4 ms lo que equivale a una reducción del 76.09%. Asimismo, la variación del retardo (fluctuación) bajó de 49,63 ms a 2,04 ms, evidenciando una disminución del 95,89%. Finalmente, la pérdida de paquetes se redujo de un 10,22% a 0%, logrando una reducción completa del 100% respecto al pretest. Estos resultados confirmaron la efectividad del modelo propuesto para optimizar la conexión a internet en entornos educativos con alta densidad de usuarios.

Referencias

[1] E. Safrianti, L. Oktavianna y A. Satiarini, «Peer Connection Classifier Method for Load Balancing Technique,» *International Journal of Electrical, Energy and Power System Engineering (IJEEPSE),* vol. 4, nº 1, pp. 127-133, 2021.

[2] G. Moreta, «Diseño de una red Wifi para el colegio "Modelo Politécnico" con Soporte Dual Band,» Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2020.

[3] N. Selwyn, Cambio - Internet y Educación, Madrid: OpenMind BBVA, 2014.

[4] V. Pudya y M. Dermawan, «Analisis Quality of Service (QoS)Jaringan Internet Universitas Menggunakan Metode Hierarchical Token Bucket (HTB),» *Journal of Informatics Management and Information Technology,* vol. 3, nº 2, pp. 70-76, 2023.

[5] S. Bravo, «Diseño de redes IEEE 802.11 en entornos extremos: Alta densidad,» Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2022.

[6] Cisco Meraki, «IT for the Connected Campus,» [En línea]. Available: https://meraki.cisco.com/lib/pdf/meraki_higher_education_overview_solution_guide.pdf. [Último acceso: 20 12 2024].

[7] R. Benites, «Los impactos del COVID-19 en la educación,» de *La Educación Superior Universitaria en el Perú post-pandemia*, Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú, 2021, p. 5.

[8] G. Pérez, «Implementación de un diseño de red inalámbrica basada en tecnología Mesh para mejorar la calidad de servicio de la red de datos del área académica del COAR - Huancavelica,» Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancavelica, 2024.

[9] W. Sugeng, J. Istiyanto, K. Mustofa y A. Ashari, «The Impact of QoS Changes towards Network Performance,» *International Journal of Computer Networks and Communications Security,* vol. 3, nº 2, pp. 48-53, 2015.

[10] N. Rianto, S. Halimah y J. Jumanto, «Analysis of quality of service (QoS) wi-fi network in UNNES digital center building using Wireshark,» *Journal of Student Research Exploration,* vol. 1, nº 1, pp. 21-32, 2023.

[11] E. Alcívar, J. Herrera y M. Cruz, «Diseño de redes para Instituciones Académicas con

criterios de QoS,» *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação,* vol. 47, nº 01, pp. 170-183, 2021.

[12] E. Carracedo, «Diseño de una Red Wi - Fi de Alta densidad para un edificio singular,» Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2021.

[13] M. Ormachea, «Modelo de Gestión del tráfico de red en la Calidad de servicio (QoS) WAN en la EPS EMAPAT 2021,» Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, 2021.

[14] Cisco Networking, «High Density Wi-Fi Deployments,» 22 Abril 2024. [En línea]. Available: https://documentation.meraki.com/Architectures_and_Best_Practices/Cisco_Meraki_Best_Practice_Design/Best_Practice_Design_-_MR_Wireless/High_Density_Wi-Fi_Deployments. [Último acceso: 05 29 2024].

[15] J. Bernal, J. Sánchez y S. Martínez, «Optimización con modelos de red en hoja de cálculo,» *Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA,* vol. 13, nº 1, pp. 1-12, 2005.

[16] Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), «E. 812 Enfoque de externalización masiva para la evaluación de la calidad de servicio de extremo a extremo en las redes de banda ancha fija y móvil,» ITU, Ginebra, 2020.

[17] F. Gacharná, «Calidad de servicio en redes IP,» *Revista Inventum,* vol. 2, nº 3, pp. 37-42, 2007.

[18] Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), «E. 802 Marco y metodología para la determinación y la aplicación de parámetros de calidad de servicio,» ITU, Ginebra, 2007.

[19] A. Wishnu y B. Sugiantoro, «Analysis of Quality of Service (QoS) YouTube Streaming video service in Wireless Network in the Environment Faculty Of Science And Technology UIN Sunan Kalijaga,» *International Journal on Informatics for Development,* vol. 7, nº 2, pp. 30-35, 2018.

[20] M. Blanco y C. Lovera, «Evaluación de los Parámetros que Afectan la Calidad de Servicio,» *Ingeniare,* vol. 1, nº 18, pp. 61-71, 2015.

[21] D. Blandón, F. Guerrero, A. Navarro, Y. Díaz, J. Cuellar y C. Ochoa, «Parámetros de calidad de servicio a medir,» de *Medición de la calidad del servicio en Redes de Próxima Generación en Colombia*, Bogotá, Cintel, 2010, p. 52.

[22] A. Saleh, H. Tjahyaningtijas, Nurhayati y L. Rakhmawati, «Quality of Service (QoS) Comparative Analysis of Wireless Network,» *Indonesian Journal of Electrical and Electronics Engineering (INAJEEE),* vol. 5, nº 2, pp. 30-37, 2022.

[23] R. Hernández, C. Fernández y M. Baptista, Metodología de la Investigación, Jalisco: McGRAW-HILL, 2014.

[24] Z. Vargas, «La Investigación Aplicada: Una forma de Conocer las realidades con Evidencia Científica,» *Revista Educación,* vol. 33, nº 1, pp. 155-165, 2009.

[25] C. Ramos, «Los Alcances de una Investigación,» *CienciAmérica,* vol. 9, nº 3, pp. 1-6, 2020.

[26] F. Sánchez, «Fundamentos Epistémicos de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa: Consensos y Disensos,» *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria,* vol. 13, nº 1, pp. 102-122, 2019.

[27] R. Hernández, «Metodolofía de la Investigación, Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta,» de *¿Qué es el diseño de investigación?*, Ciudad de México, McGraw Hill Education, 2018, p. 150.

[28] T. Otzen y C. Manterola, «Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio,» *International Journal of Morphology,* vol. 35, nº 1, pp. 227-232, 2017.

[29] P. Oppenheimer, Top Down Network Design, Indianapolis: Cisco Press, 2010.