



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL  
DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**TEMA:**

**Diseño de puntos de acceso para una red WI-FI en áreas de  
baja cobertura en el campus de la UCSG a través del  
software Ekahau HeatMapper.**

**AUTORES:**

**Baque Almeida, Uber Jeremy  
Estupiñán Bone, Angie Nelly**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de  
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

**TUTOR:**

**Ing. Bohórquez Heras, Daniel Bayardo. M. Sc.**

**Guayaquil, Ecuador**

**16 de febrero del 2024**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por el Sr. **Baque Almeida, Uber Geremy** y la Srta. **Estupiñán Bone, Angie Nelly**, como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

### **TUTOR**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Bohórquez Heras, Daniel Bayardo. M. Sc.**

### **DIRECTOR DE LA CARRERA**

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo Ph. D.**

**Guayaquil, a los 16 días del mes de febrero del año 2024**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros,

**Baque Almeida, Uber Jeremy**

**Estupiñán Bone, Angie Nelly**

### **DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación: **Diseño de puntos de acceso para una red WI-FI en áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG a través del software Ekahau HeatMapper**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 16 días del mes de febrero del año 2024**

**EL AUTOR**

**LA AUTORA**

f. \_\_\_\_\_  
**Baque Almeida, Uber Jeremy**

f. \_\_\_\_\_  
**Estupiñán Bone, Angie Nelly**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

## AUTORIZACIÓN

Nosotros,

**Baque Almeida, Uber Geremy**

**Estupiñán Bone, Angie Nelly**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **Diseño de puntos de acceso para una red WI-FI en áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG a través del software Ekahau HeatMapper**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 16 días del mes de febrero del año 2024**

**EL AUTOR**

**LA AUTORA**

f. \_\_\_\_\_  
**Baque Almeida, Uber Geremy**

f. \_\_\_\_\_  
**Estupiñán Bone, Angie Nelly**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICADO COMPILATE

La Dirección de las Carreras Telecomunicaciones, Electricidad y Electrónica y Automatización revisó el Trabajo de Integración Curricular, **“Diseño de puntos de acceso para una red WI-FI en áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG a través del software Ekahau HeatMapper”** presentado por los estudiantes **Baque Almeida, Uber Geremy y Estupiñán Bone, Angie Nelly**, de la carrera de **Ingeniería en Telecomunicaciones**, donde obtuvo del programa COMPILATE, el valor de **1%** de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

Certifican,



Ing. Bohorquez Heras, Daniel Bayardo. M. Sc.  
REVISOR - COMPILATE

## **DEDICATORIA**

Primero y, ante todo, quiero dedicar este trabajo a mi amado padre. Su inquebrantable apoyo, sabiduría y amor han sido la brújula que ha guiado mi travesía académica. Gracias por ser mi fuente constante de inspiración y por estar a mi lado en cada paso de este camino. Este logro lleva impresa tu huella, y te dedico con profundo agradecimiento el fruto de nuestro esfuerzo compartido

A una persona especial, este logro no hubiera sido posible sin el apoyo incondicional y el amor constante que me ha brindado a lo largo de este viaje académico. Quien han sido mi fuente de inspiración, motivación y alegría, le dedico con profundo agradecimiento este trabajo. Cada paso dado y cada desafío superado ha sido más significativo gracias a su presencia en mi vida. A los dos, les dedico este logro con gratitud y cariño.

**Baque Almeida, Uber Jeremy**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, quien ha sido mi guía constante y mi fortaleza en cada paso del camino. A Él le agradezco por proveerme todo lo necesario y más para culminar esta etapa de mi vida con éxito.

A mis padres, cuyo amor incondicional y sacrificio han sido el motor que me impulsa hacia adelante. A ellos les debo todo lo que soy y todo lo que he logrado. Gracias por su apoyo inquebrantable y por ser mis guías en las horas más oscuras.

A mis hermanos, compañeros de aventuras y confidentes, quienes han compartido conmigo risas, lágrimas y sueños. Que este logro también sea un testimonio de nuestro vínculo indestructible y del amor que nos une.

**Estupiñan Bone, Angie Nelly**

## **AGRADECIMIENTO**

Primero y, ante todo, agradezco a Dios por iluminar mi camino y brindarme sabiduría y perseverancia. A mi familia, por ser el soporte incondicional, por su amor infinito y por creer en mí en cada paso. A una persona especial, que estuvo motivándome y apoyándome día y noche, para que pueda cumplir este camino académico de la mejor manera.

A mi querida compañera y amiga Angie Estupiñan, a quien agradezco sinceramente por compartir conmigo estos años de estudio. Juntos hemos superado desafíos, celebrado logros y construido recuerdos imborrables. Gracias por ser mi aliada en esta travesía.

A mi director de carrera, el Ing. Bayardo Bohórquez, mi gratitud por su constante apoyo, orientación y sabios consejos. Su compromiso ha sido fundamental para nuestro crecimiento académico. A mis estimados profesores, les agradezco por las valiosas enseñanzas que han dejado una huella indeleble en mi formación. Cada lección impartida ha contribuido a mi desarrollo académico y personal.

En conjunto, sus contribuciones han dado forma a mi experiencia educativa, y por ello, les dedico con humildad y agradecimiento mi trabajo de tesis.

**Baque Almeida, Uber Jeremy**



## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre Dagnny Diluvia Bone, un pilar de fortaleza y amor inquebrantable, quien ha dado todo por nosotros, la cual nos sacó adelante orando cada madrugada y al despertar ella siempre está ahí., ha sido mi apoyo y guía durante cada desafío. A mi padre Neicer Eladio Estupiñán, por brindarme las herramientas necesarias para seguir adelante y por sus sabios consejos que siempre iluminaron mi camino.

A mis tres hermanos, a quienes amo profundamente y deseo que lleguen tan alto como Dios lo tiene planeado, y que nunca dejen de luchar por sus sueños.

Expreso mi profunda gratitud a cada uno de mis profesores, quienes no solo compartieron su conocimiento conmigo, sino que también fueron guías y mentores durante esta travesía académica. En especial, quiero reconocer a nuestro director de carrera, el ingeniero Bayardo Bohórquez, por ser un ejemplo de superación y enseñanza, y a nuestro tutor de tesis, el ingeniero Daniel Bohórquez, por su invaluable orientación y apoyo.

Agradezco sinceramente a la empresa Afiatic Comunicaciones CIA. LTDA. por brindarme un espacio de aprendizaje invaluable y por darme la oportunidad de crecer profesionalmente.

Finalmente, mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me apoyaron en este viaje, y en particular a mi compañero de tesis, Uber Baque, por ser un amigo, consejero y brindarme su incondicional apoyo y colaboración.

Este logro no habría sido posible sin el amor, el apoyo y la guía de todas estas personas y entidades, a quienes les estaré eternamente agradecida. Gracias a Dios por tanto y por permitirme haber finalizado mis estudios de Grado en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

**Estupiñan Bone, Angie Nelly**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_

**ING. BOHORQUEZ ESCOBAR, CELSO BAYARDO Ph. D.**  
DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**ING. UBILLA GONZALEZ, RICARDO XAVIER M. Sc.**  
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. \_\_\_\_\_

**ING. ZAMORA CEDEÑO, NESTOR ARMANDO M. Sc.**  
OPONENTE

## ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	XVII
<b>ABSTRACT</b> .....	XVIII
<b>CAPÍTULO I</b> .....	2
<b>CONSIDERACIONES GENERALES</b> .....	2
1.1    Introducción .....	2
1.2    Antecedentes.....	3
1.3    Justificación .....	4
1.4    Planteamiento Del Problema .....	5
1.5    Delimitación .....	6
1.6    Objetivos .....	7
1.6.1    Objetivo general. ....	7
1.6.2    Objetivos específicos.....	7
1.7    Hipótesis.....	7
1.8    Metodología De La Investigación.....	8
<b>CAPÍTULO II</b> .....	9
<b>FUNDAMENTOS DE REDES INALAMBRICAS</b> .....	9
2.1    Definición de Redes Inalámbricas.....	9
2.2    Evolución de las Tecnologías WiFi .....	10
2.3    Topología y Arquitectura de Redes WiFi.....	11
2.4    Espectro Electromagnético y Bandas de Frecuencia .....	13
2.5    Conceptos Básicos de Redes WiFi.....	15
2.6    Propagación de Señales en Redes WiFi.....	17
2.6.1    Teoría de propagación de señales y sus efectos en la cobertura. 17	
2.7    Factores que Influyen en la Intensidad de la Señal.....	18
2.8    Interferencias y Obstáculos Comunes En Entornos Wifi. ....	20
2.9    Elementos de Diseño de Redes Inalámbricas.....	22
2.10    Teorías de Optimización de Redes WiFi.....	23
2.10.1    Principios de diseño para mejorar la cobertura. ....	25
2.11    Estrategias Para Reducir Interferencias.....	27

2.12	Métodos Para Garantizar La Calidad Del Servicio (Qos) En Redes Inalámbricas .....	29
<b>CAPÍTULO III .....</b>		<b>31</b>
<b>HERRAMIENTAS Y MÉTODOS PARA EL DISEÑO DE REDES WI-FI.....</b>		<b>31</b>
3.1	Software de Diseño de Redes WiFi .....	31
3.1.1	Introducción a Ekahau HeatMapper y su funcionalidad. ....	31
3.2	Funcionalidades de Ekahau HeatMapper .....	32
3.3	Requisitos del Sistema y Licenciamiento .....	35
3.4	Diseño de Cobertura de Señal.....	37
3.5	Recopilación de Datos y Mediciones de Señal .....	38
3.6	Comparación con Otras Herramientas de Diseño de Redes WiFi	40
3.7	Ventajas y limitaciones de Ekahau HeatMapper .....	41
3.8	Relevamiento de Infraestructura Existente .....	42
3.9	Encuestas de Sitio Detalladas con Ekahau HeatMapper ....	44
<b>CAPÍTULO IV.....</b>		<b>47</b>
<b>DISEÑO, PROPUESTA Y RESULTADOS .....</b>		<b>47</b>
4.1	Encuesta De Situación Actual De Red Wifi Existente En El Campus De La UCSG .....	49
4.2	Infraestructura de red WiFi existente en el campus de la UCSG	57
4.2.1	Listado de la infraestructura de la red wifi en la UCSG .....	57
4.3	Áreas del campus donde la cobertura de red Wifi es deficiente. 61	
4.4	Determinación de los Puntos de Acceso necesarios para Mejorar la Cobertura .....	62
4.5	Identificar las necesidades y requerimientos de los usuarios en el campus de la UCSG mediante una encuesta usando el software Ekahau HeatMapper .....	64
4.5.1	Análisis de la red.....	64
4.5.2	Diseño propuesto de la red inalámbrica de la UCSG. ....	64
4.6	Topología de red WI-FI que sea Eficiente y Escalable.....	65
4.7	Factibilidad Técnica, Económica y Legal del Proyecto.....	89
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>91</b>

Conclusiones .....	91
Recomendaciones .....	92
<b>REFERENCIAS</b> .....	94
<b>ANEXOS</b> .....	99

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3.1.</b> Características Ekahau HeatMapper .....	34
<b>Tabla 3.2.</b> Comparativo de herramientas.....	40
<b>Tabla 3.3</b> Puntos de acceso (cobertura).....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.</b> Topología de redes Wifi .....	12
<b>Figura 2.2.</b> Espectro.....	14
<b>Figura 3.3.</b> Mapa de calor Ekahau HeatMapper.....	33
<b>Figura 4.4.</b> Lugar de encuesta .....	49
<b>Figura 4.5.</b> Población de estudio.....	50
<b>Figura 4.6.</b> Limitaciones en la cobertura de red .....	51
<b>Figura 4.7.</b> Calidad de la conexión de la red Wifi universitaria .....	52
<b>Figura 4.8.</b> Problemas relacionados a la conectividad .....	53
<b>Figura 4.9.</b> Mejora en red Wifi.....	54
<b>Figura 4.10.</b> Nivel de satisfacción actual.....	56
<b>Figura 4.11.</b> Plano del campus UCSG .....	57
<b>Figura 4.12.</b> Diseño de Facultad de Arquitectura y Diseño (Primer Piso) ....	65
<b>Figura 4.13.</b> Diseño de Facultad de Arquitectura y Diseño (Segundo Piso) 65	
<b>Figura 4.14.</b> Diseño de Facultad de Arquitectura y Diseño (Tercer Piso) ....	66
<b>Figura 4.15.</b> Diseño de Facultad de Arquitectura y Diseño (Cuarto Piso)....	67
<b>Figura 4.16.</b> Diseño de Facultad de Jurisprudencia (Primer Piso).....	67
<b>Figura 4.17.</b> Diseño de Facultad de Jurisprudencia (Segundo Piso) .....	68
<b>Figura 4.18.</b> Diseño de Facultad de Jurisprudencia (Tercer Piso).....	68
<b>Figura 4.19.</b> Diseño de Facultad de Jurisprudencia (Cuarto Piso).....	69
<b>Figura 4.20.</b> Diseño de Facultad de Jurisprudencia (Quinto Piso).....	70
<b>Figura 4.21.</b> Diseño de Facultad de Especialidades Empresariales (Primer Piso) .....	71
<b>Figura 4.22.</b> Gráfico de Intensidad de Señal de FEE (Primer Piso).....	71
<b>Figura 4.23.</b> Diseño de Facultad de Especialidades Empresariales (Segundo Piso) .....	72
<b>Figura 4.24.</b> Gráfico de Intensidad de Señal de FEE (Segundo Piso) .....	72
<b>Figura 4.25.</b> Diseño de Facultad de Especialidades Empresariales (Tercer Piso) .....	72
<b>Figura 4.26.</b> Gráfico de Intensidad de Señal de FEE (Tercer Piso) .....	73
<b>Figura 4.27.</b> Diseño de Facultad de Especialidades Empresariales (Cuarto Piso) .....	73
<b>Figura 4.28.</b> Gráfico de Intensidad de Señal de FEE (Cuarto Piso).....	74

<b>Figura 4.29.</b> Diseño de Facultad de Especialidades Empresariales (Quinto Piso) .....	74
<b>Figura 4.30.</b> Gráfico de Intensidad de Señal de FEE (Quinto Piso) .....	75
<b>Figura 4.31.</b> Diseño de Facultad de Especialidades Empresariales (Sexto Piso) .....	75
<b>Figura 4.32.</b> Gráfico de Intensidad de Señal de FEE (Sexto Piso) .....	76
<b>Figura 4.33.</b> Diseño de Facultad de Ciencias Médicas (Primer Piso) .....	76
<b>Figura 4.34.</b> Diseño de Facultad de Ciencias Médicas (Segundo Piso) .....	77
<b>Figura 4.35.</b> Diseño de Facultad de Ciencias Médicas (Tercer Piso) .....	77
<b>Figura 4.36.</b> Comparación de Diseño Existente y Futuro (Edificio #1) .....	78
<b>Figura 4.37.</b> Comparación de FAD Segundo Piso (Edificio #1) .....	79
<b>Figura 4.38.</b> Comparación de FAD Tercer Piso (Edificio #1) .....	80
<b>Figura 4.39.</b> Comparación de FAD Cuarto Piso (Edificio #1) .....	80
<b>Figura 4.40.</b> Comparación de Diseño Existente y Futuro JCSP (Edificio #11) .....	81
<b>Figura 4.41.</b> Comparación de JCSP Segundo Piso (Edificio #11) .....	81
<b>Figura 4.42.</b> Comparación de JCSP Tercer Piso (Edificio #11) .....	82
<b>Figura 4.43.</b> Comparación de JCSP Cuarto Piso (Edificio #11) .....	82
<b>Figura 4.44.</b> Comparación de JCSP Quinto Piso (Edificio #11) .....	83
<b>Figura 4.45.</b> Comparación de Diseño Existente y Futuro FEE (Edificio #16) .....	83
<b>Figura 4.46.</b> Comparación de FEE Segundo Piso (Edificio #16) .....	84
<b>Figura 4.47.</b> Comparación de FEE Tercer Piso (Edificio #16) .....	85
<b>Figura 4.48.</b> Comparación de FEE Cuarto Piso (Edificio #16) .....	86
<b>Figura 4.49.</b> Comparación de FEE Quinto Piso (Edificio #16) .....	86
<b>Figura 4.50.</b> Comparación de FEE Sexto Piso (Edificio #16) .....	87
<b>Figura 4.51.</b> Comparación de Diseño Existente y Futuro FCM (Edificio #25) .....	88
<b>Figura 4.52.</b> Comparación de FCM Segundo Piso (Edificio #25) .....	88
<b>Figura 4.53.</b> Comparación de FCM Tercer Piso (Edificio #25) .....	89



## RESUMEN

El estudio realizado se enfoca en mejorar la conectividad WiFi en áreas de baja cobertura dentro del campus de la UCSG mediante el uso del software Ekahau HeatMapper. Tras identificar las zonas problemáticas, se diseñaron soluciones efectivas, logrando mejoras significativas en la red. Los objetivos específicos, como la ubicación estratégica de puntos de acceso, fueron abordados con éxito, respaldados por una encuesta detallada con Ekahau HeatMapper para comprender las necesidades de los usuarios. Además, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de factibilidad técnica, económica y legal para garantizar la viabilidad a largo plazo del proyecto. En resumen, este estudio ofrece una solución efectiva para los problemas de baja cobertura y rendimiento en la red WiFi de la UCSG. La implementación de puntos de acceso optimizados sienta las bases para una infraestructura más eficiente y adaptable en el futuro, beneficiando a la comunidad universitaria al mejorar su experiencia de conectividad.

**Palabras claves:** Diseño, Puntos de acceso, Red WIFI, Baja cobertura, Campus UCSG, Conectividad.

## **ABSTRACT**

The study focuses on enhancing WiFi connectivity in low-coverage areas within UCSG's campus using Ekahau HeatMapper software. After identifying problematic zones, effective solutions were designed, resulting in significant network improvements. Specific objectives, such as strategically locating access points, were successfully addressed, supported by a detailed survey conducted with Ekahau HeatMapper to understand user needs. Furthermore, a comprehensive analysis of technical, economic, and legal feasibility was conducted to ensure long-term project viability. In summary, this study provides an effective solution for low-coverage and performance issues in UCSG's WiFi network. Implementing optimized access points lays the groundwork for a more efficient and adaptable infrastructure in the future, benefiting the university community by enhancing their connectivity experience.

**Keywords:** Design, Access points, WIFI Network, Low coverage, UCSG Campus, Connectivity.

# CAPÍTULO I

## CONSIDERACIONES GENERALES

### 1.1 Introducción

En una perspectiva mundial, el acceso a Internet se ha convertido en un elemento fundamental en la vida cotidiana de las personas y en el funcionamiento de las instituciones educativas. Según datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), más del 53% de la población mundial tenía acceso a Internet en 2020. Esto ha generado una creciente demanda de conectividad confiable y de alta velocidad en entornos académicos, como los campus universitarios (Santillán et al., 2020).

La importancia de este estudio radica en la necesidad de abordar un problema central de investigación: la existencia de áreas críticas de baja cobertura y problemas de rendimiento en la red WiFi del campus de la UCSG. Estos problemas afectan negativamente la experiencia de los usuarios y la eficiencia de la red, lo que motiva la búsqueda de una solución efectiva.

Los beneficiarios de este estudio son múltiples. En primer lugar, los estudiantes, profesores y personal administrativo de la UCSG se verán directamente beneficiados al experimentar una mejora significativa en la conectividad y el rendimiento de la red. Además, la institución misma se beneficiará al contar con una infraestructura de red más eficiente y efectiva.

El trabajo se desarrolló en varias etapas. En primer lugar, se llevará a cabo un relevamiento exhaustivo de la infraestructura de red WiFi existente en el campus de la UCSG. Luego, se utilizará el software Ekahau HeatMapper para realizar encuestas de sitio detalladas en las áreas identificadas como problemáticas, recopilando datos relevantes sobre la intensidad de señal y las interferencias. A continuación, se analizarán los datos recopilados y se utilizarán las capacidades de planificación y diseño de Ekahau HeatMapper para proponer una configuración óptima de puntos de acceso, incluyendo ubicación, canales y potencia de transmisión. Finalmente, se llevarán a cabo pruebas de campo para evaluar la efectividad de la solución propuesta.

En síntesis, este estudio aborda un problema crucial de conectividad en el campus de la UCSG a través del diseño de puntos de acceso utilizando Ekahau HeatMapper. La mejora en la conectividad y el rendimiento beneficiará a los usuarios y a la institución, y se desarrollará a través de un enfoque metodológico que incluye la investigación, el análisis de datos y la implementación práctica de soluciones.

## **1.2 Antecedentes**

A nivel mundial, según datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), la penetración de Internet ha experimentado un aumento constante en los últimos años, con más de la mitad de la población mundial conectada a la red en 2020. Esta tendencia ha generado una mayor demanda de conectividad, especialmente en entornos educativos, como universidades y campus universitarios (Cárdenas et al., 2019).

En el contexto latinoamericano, de acuerdo con un informe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la región ha experimentado un incremento significativo en el acceso a Internet en la última década. Esto ha generado una mayor necesidad de infraestructuras de telecomunicaciones eficientes para satisfacer las demandas de conectividad (CEPAL, 2020).

En el ámbito ecuatoriano, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) informa que el acceso a Internet ha aumentado en el país, con un crecimiento constante en el número de usuarios. Además, se ha observado un aumento en la adopción de dispositivos móviles conectados a Internet en Ecuador (ECUADOR INEC, 2023).

Desde una perspectiva teórica, este trabajo se fundamenta en teorías relevantes en el campo de las telecomunicaciones. Teorías como la teoría de la propagación de señales y la teoría de diseño de redes inalámbricas respaldan la necesidad de abordar las áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG y optimizar la ubicación de los puntos de acceso para mejorar la conectividad.

### 1.3 Justificación

La justificación práctica de este trabajo se fundamenta en cifras y estadísticas que reflejan la creciente demanda de conectividad en entornos educativos. Según datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el acceso a Internet a nivel mundial ha experimentado un aumento constante en la última década, con más del 53% de la población mundial conectada en 2020. Esto se traduce en una mayor presión sobre las redes WiFi en instituciones académicas como la UCSG, donde un gran número de usuarios dependen de la conectividad para sus actividades cotidianas (ITU, 2022).

Desde una perspectiva teórica, este trabajo se justifica mediante la aplicación de teorías relevantes en el campo de las telecomunicaciones y la redes. La teoría de la cobertura de señal y la interferencia electromagnética respaldan la necesidad de abordar las áreas críticas de baja cobertura identificadas en el campus de la UCSG. Además, la teoría de diseño de redes inalámbricas proporciona un marco conceptual para optimizar la ubicación y configuración de los puntos de acceso, lo que contribuye a la mejora del rendimiento de la red.

La justificación metodológica de este trabajo se basa en la necesidad de utilizar una metodología rigurosa y efectiva para abordar el problema central de investigación. La metodología incluye un relevamiento exhaustivo de la infraestructura de red WiFi existente, la realización de encuestas de sitio detalladas utilizando Ekahau HeatMapper y un análisis cuidadoso de los datos recopilados. Esta metodología se apoya en prácticas recomendadas en el campo de la ingeniería de redes y en la capacidad del software Ekahau HeatMapper para proporcionar soluciones precisas y confiables.

En esa línea, este trabajo se justifica prácticamente debido a la creciente demanda de conectividad en entornos académicos, teóricamente a través de la aplicación de teorías relevantes en telecomunicaciones y metodológicamente mediante el uso de una metodología rigurosa. La combinación de estos elementos respalda la necesidad de abordar el problema central de investigación y buscar una solución efectiva para mejorar la conectividad en áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG.

## 1.4 Planteamiento Del Problema

El problema central de investigación se originó debido a una serie de causas que afectaron la infraestructura de red WiFi en el campus de la UCSG. Según estadísticas de la Asociación Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el uso de dispositivos móviles y la demanda de acceso a Internet han experimentado un crecimiento exponencial en la última década, lo que generó una presión significativa sobre las redes inalámbricas en entornos académicos. La proliferación de dispositivos conectados, como laptops, teléfonos inteligentes y tabletas, aumentó la carga en la red, contribuyendo a la degradación de la cobertura y el rendimiento (Urrutia, 2022).

En este contexto, el problema central se caracterizó por la existencia de áreas críticas de baja cobertura y problemas de rendimiento en la red WiFi del campus de la UCSG. Según un informe del Departamento de Tecnología de la Información y Comunicaciones del CACES, más del 30% de los usuarios en las Universidades en el Ecuador experimentaban problemas de conexión o velocidades de transferencia insatisfactorias en ciertas áreas del campus. Esto afectó negativamente la conectividad de los usuarios, lo que resultó en una disminución en la productividad académica y administrativa.

Los efectos del problema central se reflejaron en las estadísticas de uso de la red. Un informe del CACES reveló que la tasa de desconexiones y las quejas de los usuarios sobre la calidad de la señal se incrementaron en un 40% en las áreas identificadas como problemáticas. Además, según datos de la Red de Universidades para el Desarrollo de Internet (RUDI), una red deficiente afecta el proceso de enseñanza y aprendizaje, lo que puede resultar en una disminución de la retención de estudiantes y la satisfacción académica.

El impacto actual del problema central era evidente en la percepción negativa de la calidad de los servicios de red por parte de la comunidad universitaria. Esto se tradujo en una disminución del uso de recursos en línea y la frustración de los usuarios. Además, la falta de conectividad confiable representó un desafío significativo para las actividades académicas y administrativas en un mundo cada vez más digitalizado.

Los beneficiarios de la solución del problema son diversos. En primer lugar, los estudiantes se beneficiarán al disfrutar de una conectividad

mejorada, lo que facilitará su acceso a recursos de aprendizaje en línea y su comunicación en el campus. Los profesores también se beneficiarán al poder impartir clases en línea y acceder a recursos educativos de manera eficiente. Además, el personal administrativo experimentará una mejora en la productividad al utilizar sistemas y aplicaciones en línea sin interrupciones.

En síntesis, el problema central de investigación se originó debido al crecimiento exponencial de dispositivos conectados y la demanda de acceso a Internet en el campus de la UCSG. Esto resultó en áreas críticas de baja cobertura y problemas de rendimiento en la red WiFi, afectando negativamente a estudiantes, profesores y personal administrativo. La solución del problema beneficiará a todos estos grupos al mejorar la conectividad y la eficiencia de la red.

## **1.5 Delimitación**

En términos geográfico dentro del campus de la UCSG, la señal del Wi-fi va perdiendo cobertura en puntos específicos como la Plaza Qatar, áreas verdes, bancas del edificio principal, entre otras., para lo cual, se llevará a cabo el diseño de los puntos de acceso para mejorar la cobertura Wi-Fi, donde únicamente manipulará el software Ekahau HeatMapper, como herramienta principal para el análisis de cobertura y diseño de la misma, usando como referencia Google Earth para ubicarnos en un mapa real.

Adicional se trabaja en AUTO-CAD con el plano de la universidad donde esta detallado y dimensionado el área de cada sección para la ubicación de los puntos de acceso ya mencionados

Desde el punto de vista tecnológico, se limitará el diseño de puntos de acceso utilizando tecnologías WIFI estándar, excluyendo opciones propietarias. Estas elecciones argumentadas garantizan un enfoque preciso y relevante, permitiendo que los resultados de la investigación sean aplicables de manera específica a la mejora de la conectividad en el campus universitario.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo general.**

Realizar el diseño de puntos de acceso para una red WiFi en áreas de baja cobertura dentro del campus de la UCSG, utilizando el software Ekahau HeatMapper para el mejoramiento de la conectividad hacia los usuarios.

### **1.6.2 Objetivos específicos.**

- Identificar las áreas del campus donde la cobertura de red Wifi es deficiente.
- Determinar la cantidad y ubicación de los puntos de acceso necesarios para mejorar la cobertura.
- Identificar las necesidades y requerimientos de los usuarios en el campus de la UCSG mediante una encuesta usando el software Ekahau HeatMapper.
- Diseñar una topología de red WIFI que sea eficiente y escalable.
- Analizar la factibilidad técnica, económica y legal del proyecto.

## **1.7 Hipótesis**

La hipótesis se sustenta en la premisa de que, al aplicar un enfoque específico en el diseño y la implementación de puntos de acceso, respaldado por datos precisos obtenidos con Ekahau HeatMapper, se logrará una mejora tangible en la cobertura de la red WiFi en áreas críticas del campus universitario. Se espera que esta mejora no solo solucione los problemas actuales de baja conectividad, sino que también proporcione una base sólida para una infraestructura inalámbrica adaptable y eficiente.

La intervención propuesta busca no solo corregir las deficiencias identificadas, sino también optimizar la distribución de puntos de acceso para adaptarse a las necesidades cambiantes de una comunidad universitaria en constante evolución. Se supone que este enfoque estratégico no solo mejorará la experiencia del usuario, sino que también contribuirá al desarrollo institucional al fortalecer la eficiencia operativa y la calidad de los servicios tecnológicos proporcionados.



La hipótesis, por lo tanto, sugiere que la implementación de mejoras específicas en la infraestructura de red, guiadas por datos precisos y un diseño estratégico, conducirá a resultados positivos y cuantificables en términos de conectividad mejorada y satisfacción del usuario en el entorno universitario. Este enfoque no solo aborda los problemas actuales, sino que también prepara a la institución para enfrentar con éxito los desafíos tecnológicos futuros.

## **1.8 Metodología De La Investigación**

La metodología de esta investigación adoptará un enfoque mixto, integrando métodos cuantitativos y cualitativos. Inicialmente, se llevará a cabo una revisión de literatura para fundamentar teóricamente el diseño de redes WiFi y el uso de Ekahau HeatMapper. La evaluación inicial de la cobertura se realizará con esta herramienta, identificando áreas problemáticas y recopilando datos cuantitativos. Las estrategias de intervención se diseñarán con base en estos datos y se implementarán en las áreas identificadas. Se realizará una evaluación continua utilizando métricas cuantitativas y entrevistas cualitativas para capturar percepciones subjetivas. Los datos se analizarán estadísticamente, y los resultados se presentarán junto con conclusiones sobre la efectividad de las intervenciones y sus implicaciones prácticas y teóricas. Este enfoque mixto garantiza una comprensión integral y rigurosa de la mejora de la conectividad en el campus universitario.

## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTOS DE REDES INALÁMBRICAS

#### 2.1 Definición de Redes Inalámbricas

Las redes inalámbricas, también conocidas como redes WiFi, son sistemas de comunicación que permiten la transferencia de datos sin necesidad de cables físicos. Estas redes utilizan ondas electromagnéticas, como las señales de radio, para transmitir información de un dispositivo a otro. Las redes inalámbricas han ganado una gran relevancia en la sociedad actual debido a su versatilidad y comodidad (Pérez y Risco, 2020, p.45).

Para Guillen-Perez (2020), en la actualidad, las redes WiFi se han convertido en una parte fundamental de la vida cotidiana. Su importancia radica en la conectividad que ofrecen, permitiendo que los dispositivos se conecten a internet y compartan datos de manera rápida y eficiente. Esto ha revolucionado la forma en que las personas trabajan, estudian y se comunican, ya que brinda acceso a una amplia gama de servicios y aplicaciones en línea (p.92).

Una de las principales ventajas de las redes inalámbricas es su capacidad para proporcionar conectividad en lugares remotos o de difícil acceso, lo que las hace ideales para zonas rurales o en situaciones de emergencia. Además, la movilidad que ofrecen permite a las personas conectarse desde cualquier lugar dentro del rango de la red WiFi. Esto ha transformado la forma en que las empresas operan, permitiendo un mayor nivel de flexibilidad en el trabajo.

Sin embargo, las redes inalámbricas también presentan desventajas. Una de ellas es la vulnerabilidad a la interferencia y la seguridad. Debido a que las señales se transmiten a través del aire, pueden ser interceptadas o interferidas por terceros maliciosos. Esto hace que la seguridad de las redes WiFi sea un tema crítico que requiere medidas de protección adecuadas, como contraseñas fuertes y protocolos de encriptación (Zapata-Madrigal y García Sierra, 2023, p.36).

Otra desventaja es la limitación en la velocidad y la capacidad de la red, especialmente en comparación con las redes cableadas. Las redes

inalámbricas pueden experimentar congestión y disminución de la velocidad cuando muchos dispositivos intentan conectarse simultáneamente. Esto puede ser un problema en entornos con alta densidad de dispositivos, como oficinas o áreas públicas.

A pesar de estas desventajas, las redes inalámbricas siguen siendo esenciales en la vida moderna. Su flexibilidad, facilidad de acceso y capacidad de proporcionar conectividad en lugares remotos las convierten en una herramienta invaluable en una sociedad cada vez más dependiente de la tecnología. La evolución constante de las tecnologías inalámbricas promete mejorar aún más su rendimiento y seguridad, lo que garantiza que seguirán siendo una parte integral de nuestras vidas en el futuro (Castro, 2020, p.81).

## **2.2 Evolución de las Tecnologías WiFi**

La historia y desarrollo de las redes WiFi es un fascinante recorrido que ha revolucionado la forma en que nos conectamos y comunicamos en la era digital. Comenzando en la década de 1970, la idea de la comunicación inalámbrica se gestó con la invención de Ethernet por parte de Bob Metcalfe en el laboratorio de investigación de Xerox PARC. Este fue el punto de partida que eventualmente llevó al desarrollo de las redes WiFi tal como las conocemos hoy en día (Castro, 2020, p.118).

Para Sampedro (2020), a medida que avanzaban las décadas, surgieron múltiples avances tecnológicos que allanaron el camino para las redes WiFi. Sin embargo, fue en 1997 cuando se estableció el primer estándar de WiFi, conocido como 802.11. Este estándar permitió la comunicación inalámbrica a una velocidad de hasta 2 Mbps. A medida que las demandas de velocidad y rendimiento aumentaron, surgieron sucesivas iteraciones de los estándares, como 802.11a, 802.11b, 802.11g y 802.11n, cada uno con mejoras significativas en velocidad y alcance (p.52).

Con la aparición de la tecnología 802.11ac, también conocida como WiFi 5, se logró una velocidad de hasta 1 Gbps, marcando un hito en la evolución de las redes inalámbricas. Además, se introdujeron mejoras en la eficiencia energética y la capacidad de manejo de múltiples dispositivos, lo que resultó fundamental para la creciente demanda de dispositivos conectados en hogares y oficinas.

El último estándar, 802.11ax, o WiFi 6, lanzado en 2019, ha llevado las capacidades de las redes WiFi aún más lejos. Ofrece velocidades de hasta 10 Gbps y una mayor eficiencia en la gestión de dispositivos, lo que lo hace adecuado para entornos con una alta densidad de conexiones, como estadios y áreas urbanas congestionadas.

Mirando hacia el futuro, las tendencias en redes inalámbricas apuntan hacia una mayor innovación. La próxima generación de WiFi, aún en desarrollo, se conoce como WiFi 7 o 802.11be. Se espera que ofrezca velocidades de transferencia de datos aún más rápidas y una mayor eficiencia en la gestión de dispositivos, lo que impulsará la adopción de tecnologías emergentes como el Internet de las cosas (IoT) y la realidad virtual (VR) (Peñarrieta, 2021, p.93).

Además, las redes inalámbricas continuarán desempeñando un papel crucial en la conectividad de áreas rurales y remotas, permitiendo el acceso a la educación en línea, la atención médica y el comercio electrónico en regiones que de otro modo estarían desconectadas.

En síntesis, la historia y desarrollo de las redes WiFi han sido un viaje de constante innovación y avance tecnológico. Los estándares de WiFi han evolucionado para satisfacer las crecientes demandas de velocidad y rendimiento, y las tendencias futuras apuntan hacia una conectividad aún más rápida y eficiente, que seguirá transformando nuestra forma de vivir y trabajar en la era digital.

### **2.3 Topología y Arquitectura de Redes WiFi**

En el mundo de las redes WiFi, existen varios tipos de topologías como se observa en la figura 2.1, que determinan cómo se conectan y comunican los dispositivos inalámbricos. Una de las topologías más comunes es la topología de estrella. En esta configuración, todos los dispositivos inalámbricos se conectan a un punto central, generalmente un enrutador, formando una red en forma de estrella. Esto facilita la administración de la red, pero si el punto central falla, toda la red puede verse afectada (Losonczi et al., 2021, p.83).

Otra topología es la de malla, en la que cada dispositivo inalámbrico se comunica con otros dispositivos cercanos, creando una red en forma de malla

interconectada. Esta topología es altamente redundante y resistente a fallos, ya que la comunicación puede mantenerse incluso si un nodo falla. Es comúnmente utilizada en aplicaciones de redes de área amplia y en entornos donde se requiere alta confiabilidad (Ruiz, 2022, p.93).

También existe la topología de bus, en la cual todos los dispositivos inalámbricos se conectan a un solo canal de comunicación compartido. Aunque esta topología es simple, puede experimentar problemas de congestión y colisión de datos, ya que los dispositivos compiten por el acceso al canal compartido (Gómez y Pedraza, 2021, p.47).

La figura 2.1 ilustra las tres topologías de redes WiFi: estrella, malla y bus, cada una con sus respectivas estructuras y conexiones. Puedes ver cómo los dispositivos se conectan en cada topología y las características distintivas de cada una. Fuente: (León y Martínez, 2021, p.63)

**Figura 2.1.** Topología de redes Wifi



**Elabora por:** León et al, 2021.

Para Monzón (2020), los componentes esenciales de una red WiFi incluyen el punto de acceso (AP), el enrutador, los dispositivos finales y las antenas. El punto de acceso es un dispositivo que emite señales WiFi y permite que los dispositivos inalámbricos se conecten a la red. El enrutador, por otro lado, gestiona el tráfico de datos entre la red local y la red externa, como Internet. Los dispositivos finales, como computadoras, teléfonos y

tabletas, son los que se conectan a la red WiFi para acceder a recursos y servicios (p.93).

Las antenas son componentes críticos que ayudan a transmitir y recibir las señales WiFi. La calidad y la orientación de las antenas pueden tener un impacto significativo en el rendimiento de la red. En algunos casos, se pueden utilizar antenas externas para mejorar la cobertura y el alcance de la red WiFi.

Los puntos de acceso (AP) desempeñan un papel fundamental en una red WiFi, ya que son los dispositivos encargados de proporcionar la conectividad inalámbrica a los dispositivos finales. Estos AP actúan como transmisores y receptores de señales WiFi, permitiendo que los dispositivos se conecten a la red y compartan datos. Además de la conectividad, los AP también gestionan aspectos como la seguridad, el enrutamiento de datos y la asignación de direcciones IP a los dispositivos (Duque et al., 2020, p.85).

Los AP se pueden encontrar en una variedad de entornos, desde redes domésticas hasta entornos empresariales y públicos. En una red empresarial, los AP se colocan estratégicamente para proporcionar una cobertura uniforme y un rendimiento óptimo. Además, los AP empresariales suelen ofrecer funciones avanzadas de administración y seguridad, como la capacidad de configurar múltiples redes inalámbricas separadas y la autenticación de usuarios (Acevedo et al., 2022, p.66).

En síntesis, los tipos de topologías en redes WiFi varían según las necesidades y los requisitos de conectividad. Los componentes esenciales de una red WiFi incluyen el punto de acceso, el enrutador, los dispositivos finales y las antenas. Los puntos de acceso desempeñan un papel crucial al proporcionar la conectividad inalámbrica y gestionar diversos aspectos de la red, desde la seguridad hasta el enrutamiento de datos.

## **2.4 Espectro Electromagnético y Bandas de Frecuencia**

El espectro electromagnético abarca una amplia gama de ondas, desde las radiofrecuencias hasta la luz visible y más allá, hacia los rayos gamma. Cada porción de este espectro tiene propiedades únicas y se utiliza para diferentes aplicaciones tecnológicas y de comunicación. En particular, ciertas porciones del espectro se utilizan para las redes WiFi, que han revolucionado la forma en que las personas y los dispositivos se conectan e interactúan. Las

frecuencias específicas utilizadas para WiFi están cuidadosamente asignadas para garantizar una transmisión de datos eficiente y minimizar las interferencias con otros servicios (Naula, 2021).

En la figura 2.2. se detalla que, dentro del espectro electromagnético, las bandas de frecuencia dedicadas al WiFi son limitadas y preciadas. Tradicionalmente, las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz han sido las más utilizadas para la comunicación inalámbrica. La banda de 2.4 GHz es ampliamente accesible y compatible con una gran cantidad de dispositivos. Sin embargo, debido a su amplio uso, esta banda es susceptible a una mayor interferencia, lo que puede disminuir la calidad y velocidad de las conexiones. Por otro lado, la banda de 5 GHz ofrece velocidades más rápidas y está menos congestionada, pero tiene un alcance más limitado y una menor capacidad de penetración a través de obstáculos físicos (Gómez y Pedraza, 2021, p.71).

**Figura 2.2. Espectro**



Elaborado por: Santillán et al., 2020.

La asignación de estas bandas de frecuencia está regulada por organismos internacionales y nacionales, que establecen las normativas para garantizar un uso justo y ordenado del espectro. Estas regulaciones son esenciales para prevenir el solapamiento y las interferencias entre diferentes servicios y dispositivos. Además, las normativas también establecen límites en los niveles de potencia de transmisión para proteger contra la interferencia perjudicial y garantizar la seguridad de los usuarios.

Las interferencias en las redes WiFi pueden provenir de diversas fuentes. Los dispositivos electrónicos, como microondas, teléfonos

inalámbricos y otros enrutadores WiFi, pueden operar en frecuencias similares, causando distorsiones en la señal. Además, las estructuras físicas, como paredes y muebles, pueden absorber o reflejar las señales WiFi, reduciendo su alcance y calidad. Para mitigar estas interferencias, se pueden emplear técnicas como la selección de canales óptimos, el uso de antenas direccionales y la configuración adecuada de la potencia de transmisión (Vázquez et al., 2020, p.81).

La regulación del espectro es un proceso dinámico y en constante evolución. A medida que las tecnologías avanzan y la demanda de conectividad inalámbrica crece, los organismos reguladores trabajan para adaptar las normativas existentes y, en algunos casos, asignar nuevas bandas de frecuencia para su uso. Este proceso implica un equilibrio entre satisfacer las necesidades actuales de conectividad y prever el futuro de las tecnologías inalámbricas.

En el ámbito del WiFi, también se están explorando bandas de frecuencia más altas, como la banda de 6 GHz, para proporcionar una mayor capacidad y velocidad. Esta nueva banda, conocida como WiFi 6E, promete abrir nuevas posibilidades para aplicaciones que requieren una gran cantidad de datos y una baja latencia, como la realidad virtual y el gaming en línea. Sin embargo, la implementación de estas nuevas bandas también plantea desafíos en términos de compatibilidad de dispositivos y gestión del espectro (Alcivar et al., 2021, p.26).

La gestión efectiva del espectro electromagnético y la asignación de bandas de frecuencia para WiFi son fundamentales para mantener la robustez y eficiencia de nuestras comunicaciones inalámbricas. A medida que nos adentramos en una era cada vez más conectada, la importancia de entender, regular y optimizar el uso del espectro solo continuará creciendo. La cooperación internacional y el compromiso con la innovación serán clave para asegurar que las redes WiFi y otras tecnologías inalámbricas puedan satisfacer las necesidades de la sociedad actual y futura.

## **2.5 Conceptos Básicos de Redes WiFi**

Las redes WiFi, también conocidas como redes inalámbricas, representan una tecnología esencial en la actualidad que ha revolucionado la



forma en que las personas se conectan a Internet y comparten información. Estas redes se caracterizan por su capacidad de transmitir datos de forma inalámbrica, eliminando la necesidad de cables físicos para la conexión (Guevara y Serna, 2023, p.15).

Los estándares y protocolos de comunicación inalámbrica son elementos fundamentales en el funcionamiento de las redes WiFi. Entre los estándares más comunes se encuentran el 802.11n, el 802.11ac y el 802.11ax, cada uno con sus propias especificaciones de velocidad y alcance. Los protocolos, por otro lado, son las reglas y normativas que rigen la comunicación entre los dispositivos conectados a la red WiFi, como el protocolo WPA2 para la seguridad de la red (Cubillos y Montiel, 2023, p.18).

Los componentes esenciales de una red WiFi comprenden el punto de acceso (Access Point), que actúa como el centro de la red y emite la señal inalámbrica, los dispositivos finales, como computadoras y teléfonos inteligentes, que se conectan a la red, y el router, que gestiona el tráfico y la asignación de direcciones IP. Además, es fundamental contar con una contraseña segura para proteger la red de accesos no autorizados (Monteiro y Moreira, 2021, p.59).

El proceso de configuración de una red WiFi comienza con la instalación del punto de acceso, que se conecta al router a través de un cable Ethernet. Luego, se establecen los parámetros de seguridad, como la encriptación WPA2 y la contraseña. Una vez configurada, la red WiFi permite a los dispositivos inalámbricos conectarse y compartir datos de manera eficiente y conveniente.

El alcance de una red WiFi puede variar dependiendo de factores como la potencia del punto de acceso, la interferencia de otros dispositivos electrónicos y las condiciones del entorno. Para extender la cobertura, se pueden utilizar repetidores WiFi o mallas WiFi, que amplían la señal y aseguran una conectividad más estable en áreas más alejadas (De Paepe et al., 2022, p.43).

La seguridad en las redes WiFi es esencial para proteger la información y la privacidad de los usuarios. Además de la encriptación WPA2 mencionada anteriormente, es importante cambiar regularmente las contraseñas y utilizar

cortafuegos (firewalls) para prevenir amenazas cibernéticas y accesos no autorizados.

Las redes WiFi han permitido una mayor movilidad y flexibilidad en la conectividad a Internet, facilitando la comunicación y el acceso a la información en diversos entornos, desde hogares y oficinas hasta espacios públicos como cafeterías y aeropuertos. Su constante evolución y mejora en estándares y protocolos continúa brindando una conectividad rápida y confiable para satisfacer las demandas de la sociedad moderna.

## **2.6 Propagación de Señales en Redes WiFi**

### **2.6.1 Teoría de propagación de señales y sus efectos en la cobertura.**

La teoría de propagación de señales y sus efectos en la cobertura son aspectos fundamentales en la comprensión y diseño de sistemas de comunicación inalámbrica. En el pasado, las investigaciones en este campo permitieron avanzar en la calidad y alcance de las redes, brindando una conectividad más robusta a los usuarios (Mendoza et al., 2021, p.77).

En primer lugar, la teoría de propagación se basa en la manera en que las señales electromagnéticas se transmiten a través del espacio. Los científicos e ingenieros han estudiado cómo estas señales se propagan desde su fuente, siguiendo leyes físicas que incluyen la atenuación de la señal con la distancia, la absorción por obstáculos y la reflexión y difracción en entornos variados.

Uno de los efectos más evidentes de la propagación de señales es la variación en la cobertura de una red inalámbrica. La señal tiende a debilitarse a medida que se aleja de la fuente, lo que puede resultar en áreas de baja cobertura o "puntos muertos". Los diseñadores de redes deben considerar cuidadosamente estos efectos para proporcionar una cobertura uniforme y confiable (Londoño et al., 2020, p.91).

En entornos urbanos, la propagación de señales puede ser especialmente desafiante debido a la presencia de edificios, árboles y otros obstáculos que pueden bloquear o reflejar las señales. Esto puede causar interferencias y pérdida de señal, lo que afecta negativamente la calidad de la

cobertura. Para contrarrestar esto, se utilizan antenas direccionales y técnicas de mitigación de interferencias (Heckler et al., 2023, p.82).

Otro aspecto importante es la frecuencia de operación de la señal, ya que las señales de alta frecuencia tienden a tener un alcance más corto y una mayor absorción en la atmósfera, mientras que las de baja frecuencia pueden penetrar obstáculos con mayor facilidad, pero pueden sufrir más difracción.

Para Fuenmayor-Rivadeneira (2021), la teoría de propagación también ha contribuido al desarrollo de tecnologías como las redes celulares, donde se utilizan estaciones base y células para proporcionar una cobertura continua en áreas densamente pobladas. Además, el uso de repetidores y amplificadores ha ayudado a extender la cobertura en áreas remotas o de difícil acceso (p.67).

La teoría de propagación de señales es esencial para comprender cómo las señales inalámbricas se comportan en diferentes entornos y cómo esto afecta la cobertura de las redes. Los avances en esta área han sido cruciales para mejorar la conectividad y brindar servicios de comunicación más confiables a nivel global (De Paepe et al., 2022, p.31).

## **2.7 Factores que Influyen en la Intensidad de la Señal**

Los factores que influyen en la intensidad de la señal en el ámbito de las comunicaciones inalámbricas son de gran relevancia y han sido objeto de estudio desde diversas perspectivas teóricas. Estas teorías han contribuido a comprender mejor cómo se comporta la intensidad de la señal en diferentes escenarios y a desarrollar estrategias para optimizar la calidad de la conexión (Ponce et al., 2022, p.81).

Desde una perspectiva física, la teoría de propagación de señales sostiene que la distancia entre el emisor y el receptor es un factor crítico. A medida que la señal viaja a través del espacio, su intensidad disminuye debido a la dispersión y la atenuación. Esta relación inversa entre la distancia y la intensidad es fundamental para comprender cómo se debilita la señal a medida que se aleja de su fuente (Orozco y Siles, 2021, p.53).

Otro aspecto importante es la frecuencia de la señal, según la teoría de la propagación electromagnética. Las señales de alta frecuencia tienden a tener un alcance más corto y son más susceptibles a la absorción por parte

de la atmósfera y los objetos. En contraste, las señales de baja frecuencia pueden penetrar obstáculos con mayor facilidad y viajar distancias más largas antes de experimentar una atenuación significativa (Pahuena et al., 2022, p.98).

La teoría de la interferencia electromagnética se enfoca en cómo otros dispositivos electrónicos pueden afectar la intensidad de la señal. La presencia de dispositivos como microondas, teléfonos inalámbricos y redes Wi-Fi cercanas puede generar interferencias que debilitan la señal y reducen su calidad. Esta teoría es crucial para mitigar las fuentes de interferencia y mejorar la intensidad de la señal (Caminero et al., 2021, p.29).

La topografía y el terreno también son considerados desde una perspectiva geográfica. Objetos como edificios, árboles y colinas pueden bloquear o reflejar las señales, lo que conduce a interferencias y cambios en la intensidad de la señal. Los estudios de propagación de señales ayudan a comprender cómo estos elementos afectan la cobertura.

Desde una perspectiva tecnológica, la teoría de la antena desempeña un papel crucial. Las antenas direccionales pueden concentrar la señal en una dirección específica, aumentando su intensidad en esa área, mientras que las antenas omnidireccionales emiten señales en todas las direcciones, dispersando la intensidad de la señal de manera más uniforme (Gomez, 2020, p.118).

La calidad del equipo de transmisión y recepción también influye en la intensidad de la señal. La teoría de la calidad de la señal se centra en cómo la elección de dispositivos de alta calidad y la implementación de técnicas de procesamiento de señales pueden mejorar la intensidad y la confiabilidad de la comunicación.

En un nivel más macro, la teoría de la planificación de redes inalámbricas aborda cómo diseñar y desplegar infraestructuras de comunicación para optimizar la intensidad de la señal en áreas específicas. Esto incluye la ubicación estratégica de torres de celulares, repetidores y estaciones base para proporcionar una cobertura efectiva (Ovalle, 2021, p.73).

Además, la teoría de la interferencia co-canal se enfoca en cómo las señales que utilizan la misma frecuencia pueden superponerse y causar interferencias mutuas, lo que reduce la intensidad de la señal. Estrategias

como el espaciado de canales y la asignación de frecuencias ayudan a minimizar este tipo de interferencia (ACENS, 2022, p.13).

La teoría de la potencia de transmisión también es fundamental, ya que determina la cantidad de energía que se utiliza para emitir una señal. Aumentar la potencia de transmisión puede mejorar la intensidad de la señal, pero también puede aumentar el consumo de energía y la interferencia en otros dispositivos.

La climatología y las condiciones atmosféricas también juegan un papel en la intensidad de la señal. La teoría de la propagación atmosférica considera cómo los fenómenos climáticos como la lluvia, la niebla y la ionización pueden afectar temporalmente la intensidad de la señal (Campos et al., 2020, p.83).

Finalmente, la teoría de la modulación y la codificación se enfoca en cómo manipular la señal misma, mediante técnicas como la modulación de amplitud y la modulación de frecuencia, para transmitir datos de manera más eficiente y mejorar la intensidad de la señal (Beauvois, 2021, p.81).

En síntesis, una variedad de teorías, desde la física hasta la tecnología de comunicación, han contribuido a la comprensión de los factores que influyen en la intensidad de la señal en las comunicaciones inalámbricas. Estas teorías han sido esenciales para el desarrollo de estrategias y tecnologías que optimizan la calidad de la conexión en redes inalámbricas modernas.

## **2.8 Interferencias y Obstáculos Comunes En Entornos Wifi.**

Las interferencias y obstáculos son factores comunes que afectan la calidad y la estabilidad de las redes WiFi en diversos entornos. Comprender estos problemas es esencial para diseñar y mantener redes inalámbricas eficientes. Varios enfoques teóricos ayudan a explicar estos desafíos (Ramos et al., 2022, p.91).

Desde una perspectiva teórica, la interferencia electromagnética se considera uno de los principales problemas en entornos WiFi. Esta teoría se basa en la idea de que otros dispositivos electrónicos, como microondas, teléfonos inalámbricos y equipos electrónicos cercanos, emiten señales que pueden superponerse y causar interferencia en las redes WiFi. Esto conduce

a una disminución de la calidad de la señal y a la posible pérdida de conectividad (Chamorro, 2021, p.50).

La teoría de la propagación de señales también juega un papel importante en la comprensión de las interferencias en los entornos WiFi. Esta teoría sostiene que las señales inalámbricas se dispersan y atenúan a medida que viajan a través del espacio. Los obstáculos como paredes, muebles y estructuras metálicas pueden bloquear o reflejar las señales, lo que provoca interferencias y zonas de sombra en la cobertura de la red (Gonzalez, 2022, p.32).

La topología de la red WiFi y la disposición de los dispositivos también son factores teóricos que influyen en las interferencias. Si los puntos de acceso WiFi están demasiado cerca uno del otro, pueden generar interferencias debido a la superposición de sus señales. Por otro lado, si están demasiado separados, puede haber áreas con una señal débil o nula (Mendoza et al., 2021, p.93).

Desde una perspectiva tecnológica, la teoría de las antenas y la potencia de transmisión desempeñan un papel clave en la comprensión de las interferencias. Las antenas direccionales pueden ayudar a concentrar la señal en una dirección específica, reduciendo la probabilidad de interferencias. La potencia de transmisión, controlada por los dispositivos WiFi, influye en la distancia que la señal puede recorrer antes de debilitarse y volverse susceptible a interferencias (Santillán et al., 2020, p.58).

La teoría de la asignación de canales es esencial para abordar las interferencias en redes WiFi congestionadas. Esta teoría implica la asignación de canales de frecuencia específicos para diferentes dispositivos WiFi en un área determinada. Al separar las redes en canales diferentes, se reduce la probabilidad de interferencia y se mejora la calidad de la conexión.

La teoría de la mitigación de interferencias se enfoca en las estrategias y tecnologías que se pueden utilizar para reducir los efectos de las interferencias en las redes WiFi. Esto incluye el uso de técnicas de cancelación de interferencias, como la selección dinámica de canales, y la implementación de sistemas de gestión de interferencias (Castro, 2020, p.71).

La teoría de la ubicación de puntos de acceso es esencial para determinar la ubicación óptima de los puntos de acceso WiFi en un entorno.

Esto implica considerar la topografía, la disposición de obstáculos y la densidad de dispositivos para minimizar las interferencias y garantizar una cobertura uniforme (Beauvois, 2021, p.62).

En esa línea, las interferencias y los obstáculos son problemas comunes en entornos WiFi que pueden afectar negativamente la calidad de la conexión. Diversas teorías, desde la interferencia electromagnética hasta la asignación de canales y la mitigación de interferencias, ayudan a explicar estos desafíos y proporcionan enfoques teóricos y tecnológicos para abordarlos de manera efectiva en las redes inalámbricas modernas.

## **2.9 Elementos de Diseño de Redes Inalámbricas**

El diseño de antenas es un aspecto fundamental en las comunicaciones inalámbricas, y varias teorías guían las consideraciones clave para optimizar su rendimiento. Una teoría esencial es la teoría de antenas, que se centra en la forma y el tamaño de la antena. En el diseño de antenas, se deben considerar factores como la frecuencia de operación, la directividad y la ganancia. La teoría de la directividad ayuda a determinar cómo enfocar la señal en una dirección específica, lo que es crucial para la cobertura y la reducción de interferencias. Por otro lado, la teoría de la ganancia se refiere a la capacidad de la antena para concentrar la energía en una dirección particular, aumentando así la intensidad de la señal (Londoño et al., 2020, p.45).

La ubicación óptima de los puntos de acceso es otra consideración clave en la planificación de redes inalámbricas. La teoría de la ubicación de puntos de acceso se basa en la topografía y la disposición de obstáculos en un entorno dado. Los ingenieros deben utilizar técnicas como el mapeo de la cobertura y la simulación de propagación de señales para determinar dónde colocar estratégicamente los puntos de acceso WiFi. Esto garantiza una cobertura uniforme y minimiza los puntos muertos o áreas de señal débil.

La gestión de canales y la potencia de transmisión son aspectos críticos para evitar interferencias en redes WiFi congestionadas. La teoría de la gestión de canales se basa en la asignación de frecuencias específicas para diferentes dispositivos WiFi en un área determinada. Al separar las redes en canales diferentes, se reduce la probabilidad de interferencia. La teoría de la

potencia de transmisión se enfoca en el control de la potencia de los dispositivos WiFi. Ajustar la potencia de transmisión puede ayudar a evitar interferencias y optimizar la cobertura en un entorno específico (Guevara, 2023, p.21).

La teoría de la mitigación de interferencias es esencial para minimizar los efectos de las interferencias en las redes WiFi. Esto implica el uso de técnicas como la selección dinámica de canales, que permite a los puntos de acceso cambiar de canal automáticamente para evitar interferencias, y la implementación de sistemas de gestión de interferencias para detectar y mitigar activamente las fuentes de interferencia (Monteiro y Moreira, 2021, p.37).

## **2.10 Teorías de Optimización de Redes WiFi**

Las teorías de optimización de redes WiFi son fundamentales para garantizar un rendimiento eficiente y confiable de estas redes inalámbricas. A continuación, se explican algunas de las teorías más relevantes en este campo (Orozco y Siles, 2021, p.82):

- Teoría de la asignación de recursos: Esta teoría se enfoca en cómo asignar eficientemente los recursos disponibles en una red WiFi, como el ancho de banda, la potencia de transmisión y las frecuencias de operación. La optimización de estos recursos es esencial para garantizar un uso eficiente de la red y evitar congestiones.
- Teoría de la programación de canales: Se centra en cómo gestionar y asignar canales de frecuencia a los dispositivos WiFi. Esto es crucial para evitar interferencias entre dispositivos y redes vecinas, lo que mejora la calidad de la señal y la velocidad de transmisión.
- Teoría de la ubicación de puntos de acceso: Esta teoría se basa en encontrar las ubicaciones óptimas para colocar los puntos de acceso WiFi. Utiliza técnicas de mapeo de la cobertura y simulaciones de propagación de señales para determinar las ubicaciones que proporcionarán una cobertura uniforme y minimizarán las áreas de señal débil.



- Teoría de la mitigación de interferencias: Se enfoca en cómo detectar y mitigar las interferencias electromagnéticas que pueden degradar la calidad de la señal en una red WiFi. Esto puede implicar el uso de técnicas de cancelación de interferencias y la implementación de sistemas de gestión de interferencias.
- Teoría de la planificación de capacidad: Esta teoría se refiere a cómo dimensionar y planificar la capacidad de una red WiFi para satisfacer las demandas de los usuarios. Esto implica determinar cuántos dispositivos pueden conectarse a la red de manera simultánea sin degradar el rendimiento.
- Teoría de la calidad de servicio (QoS): Se centra en cómo garantizar una calidad de servicio óptima para aplicaciones y servicios críticos en una red WiFi. Esto implica priorizar el tráfico y asignar recursos de manera que las aplicaciones sensibles a la latencia, como la voz sobre IP (VoIP) o el streaming de video, tengan un rendimiento adecuado.
- Teoría de la administración de energía: Esta teoría busca optimizar el consumo de energía de los dispositivos WiFi. Esto es especialmente relevante en entornos móviles y dispositivos con baterías limitadas, como teléfonos inteligentes y dispositivos IoT.
- Teoría de la seguridad: Aunque no es exclusivamente una teoría de optimización, la seguridad es fundamental para garantizar el rendimiento de una red WiFi. La teoría de la seguridad se enfoca en cómo proteger la red de amenazas cibernéticas y garantizar la confidencialidad e integridad de los datos transmitidos.
- Teoría de la gestión de la movilidad: Se refiere a cómo gestionar de manera eficiente la movilidad de los dispositivos dentro de una red WiFi. Esto es esencial para garantizar que los dispositivos puedan cambiar de punto de acceso de manera fluida y sin interrupciones en la conexión.
- Teoría de la escalabilidad: Esta teoría aborda cómo diseñar redes WiFi que puedan crecer y adaptarse a medida que aumenta el número de usuarios y dispositivos. La escalabilidad es fundamental para

garantizar que la red siga funcionando de manera eficiente a medida que crece.

### **2.10.1 Principios de diseño para mejorar la cobertura.**

Los principios de diseño para mejorar la cobertura en redes inalámbricas son fundamentales para asegurar una conectividad confiable y eficiente en diferentes entornos. A continuación, se explican algunas teorías y principios clave que guían este proceso (Pahuena et al., 2022, p.117):

- Teoría de la propagación de señales: Esta teoría se basa en el conocimiento de cómo se comportan las señales inalámbricas a medida que se transmiten a través del espacio. Comprende la atenuación de la señal con la distancia y cómo los obstáculos como paredes y objetos pueden bloquear o reflejar las señales. Los principios de diseño deben considerar estos factores para garantizar una cobertura adecuada.
- Teoría de antenas: El diseño de antenas es esencial para mejorar la cobertura. Las antenas direccionales, que enfocan la señal en una dirección específica, y las antenas omnidireccionales, que emiten señales en todas las direcciones, se utilizan según las necesidades del entorno y la cobertura requerida.
- Teoría de ubicación de puntos de acceso: La ubicación estratégica de los puntos de acceso es crucial para garantizar una cobertura uniforme. Los principios de diseño implican considerar la topografía, la disposición de obstáculos y la densidad de dispositivos para determinar dónde colocar los puntos de acceso WiFi.
- Teoría de la propagación atmosférica: Esta teoría aborda cómo los fenómenos climáticos y las condiciones atmosféricas pueden afectar temporalmente la intensidad de la señal. Los principios de diseño deben tener en cuenta estos factores para adaptarse a cambios en la cobertura debido a condiciones climáticas adversas.
- Teoría de la interferencia electromagnética: La interferencia causada por otros dispositivos electrónicos cercanos puede degradar la calidad

de la señal. Los principios de diseño deben incluir estrategias para mitigar estas interferencias y minimizar su impacto en la cobertura.

- Teoría de la potencia de transmisión: Controlar la potencia de transmisión de los dispositivos WiFi es esencial para evitar la saturación de la señal y mejorar la cobertura. Ajustar la potencia de transmisión puede optimizar la intensidad de la señal en función de las necesidades específicas.
- Teoría de la asignación de canales: Para evitar interferencias, es importante asignar eficientemente canales de frecuencia a los dispositivos WiFi. Los principios de diseño se basan en separar las redes en canales diferentes para reducir la probabilidad de interferencia.
- Teoría de la directividad: La teoría de la directividad se enfoca en cómo enfocar la señal en una dirección específica. Esto es útil para reducir la propagación de la señal en áreas no deseadas y concentrarla donde se necesita.
- Teoría de la calidad de servicio (QoS): La QoS se refiere a la priorización del tráfico para garantizar una cobertura de alta calidad para aplicaciones críticas, como la voz sobre IP (VoIP) o el streaming de video. Los principios de diseño deben incluir la configuración adecuada de QoS para una cobertura óptima.
- Teoría de la administración de energía: Optimizar el consumo de energía de los dispositivos WiFi es fundamental, especialmente en dispositivos con baterías limitadas. Los principios de diseño deben considerar estrategias de gestión de energía para prolongar la vida útil de los dispositivos.

En síntesis, los principios de diseño para mejorar la cobertura en redes inalámbricas se basan en una serie de teorías y consideraciones clave. Estos principios son esenciales para planificar, implementar y mantener redes WiFi que ofrezcan una conectividad confiable y eficiente en una variedad de entornos.

## 2.11 Estrategias Para Reducir Interferencias

En el contexto de este trabajo de titulación en telecomunicaciones, donde el objetivo es diseñar puntos de acceso para una red WiFi en áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG utilizando el software Ekahau HeatMapper, es esencial comprender y aplicar estrategias efectivas para reducir interferencias y mejorar la cobertura. A continuación, se detallan algunas de las estrategias clave que podrían ser relevantes para este proyecto (Pahuena et al., 2022, p.56):

- Selección de canales adecuados: Una estrategia fundamental para reducir interferencias es elegir canales de frecuencia que estén menos congestionados. Ekahau HeatMapper puede ayudar a identificar los canales más utilizados y sugerir canales menos congestionados para los nuevos puntos de acceso.
- Ubicación estratégica de puntos de acceso: Colocar los puntos de acceso WiFi en ubicaciones estratégicas es crucial. Utilizando HeatMapper, se pueden identificar áreas de baja cobertura y determinar las mejores ubicaciones para los nuevos puntos de acceso, minimizando así las interferencias y mejorando la cobertura.
- Ajuste de la potencia de transmisión: La potencia de transmisión de los puntos de acceso debe configurarse de manera adecuada. Reducir la potencia en áreas donde la cobertura es buena y aumentarla en áreas de baja cobertura puede ayudar a evitar interferencias innecesarias.
- Utilización de antenas adecuadas: La elección de antenas adecuadas puede tener un impacto significativo en la cobertura y la reducción de interferencias. La dirección y la ganancia de las antenas deben adaptarse a las necesidades específicas del proyecto.
- Configuración de canales 5 GHz: Utilizar la banda de 5 GHz en lugar de la de 2.4 GHz puede reducir significativamente las interferencias, ya que esta banda suele estar menos congestionada. Ekahau HeatMapper puede ayudar a identificar canales disponibles en esta banda.
- Implementación de medidas de seguridad: La configuración adecuada de medidas de seguridad, como la encriptación WPA2, puede ayudar

a prevenir interferencias causadas por dispositivos no autorizados que intentan acceder a la red.

- Actualización de firmware y software: Mantener actualizados los firmware y software de los puntos de acceso y de la infraestructura de red puede corregir problemas conocidos de interferencias y mejorar la eficiencia de la red.
- Monitorización y ajustes regulares: Una vez implementada la red, es importante monitorear su rendimiento de forma continua y realizar ajustes según sea necesario para mantener la reducción de interferencias y la calidad de la cobertura.
- Gestión de la potencia: Utilizar técnicas de gestión de potencia, como la Transmisión de Potencia Adaptable (APT) para ajustar la potencia de transmisión de los dispositivos de manera dinámica, reduciendo así la interferencia en entornos de alta densidad de usuarios.
- Control de dispositivos y aplicaciones: Implementar políticas de control de dispositivos y aplicaciones para limitar el acceso a la red solo a dispositivos y aplicaciones autorizados, reduciendo así la interferencia causada por dispositivos no autorizados o aplicaciones maliciosas.
- Optimización de canales de frecuencia: Utilizar herramientas de análisis de espectro para identificar interferencias no solo de otras redes WiFi, sino también de dispositivos no WiFi que pueden operar en las mismas bandas de frecuencia.
- Capacitación y concienciación: Educar a los usuarios y al personal de la UCSG sobre la importancia de no interferir con los puntos de acceso y seguir las mejores prácticas de uso de la red puede ayudar a reducir interferencias causadas por malos hábitos de utilización.

En conclusión, la implementación de estrategias efectivas para reducir interferencias y mejorar la cobertura es esencial en el diseño de puntos de acceso para una red WiFi en áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG a través del software Ekahau HeatMapper. Estas estrategias deben adaptarse a las necesidades específicas del proyecto y ser monitoreadas y ajustadas de manera continua para garantizar un rendimiento óptimo de la red.

## 2.12 Métodos Para Garantizar La Calidad Del Servicio (Qos) En Redes Inalámbricas

Para abordar el diseño de puntos de acceso para una red WiFi en áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG utilizando el software Ekahau HeatMapper, es esencial comprender y aplicar métodos para garantizar la calidad del servicio (QoS) en redes inalámbricas. A continuación, se detallan algunos métodos clave que podrían ser relevantes para este proyecto (Vázquez et al., 2020, p.72):

- **Priorización de tráfico:** Un método fundamental para garantizar la QoS es la priorización del tráfico. Esto implica asignar niveles de prioridad a diferentes tipos de datos y aplicaciones, asegurando que las aplicaciones críticas, como la voz sobre IP (VoIP) o el streaming de video, tengan un ancho de banda suficiente y una latencia baja.
- **Implementación de colas de calidad de servicio:** El uso de colas de calidad de servicio (QoS queues) en los puntos de acceso y en los dispositivos clientes permite dar preferencia a ciertos tipos de tráfico sobre otros. Esto asegura que las aplicaciones sensibles a la latencia tengan un rendimiento óptimo.
- **Reserva de ancho de banda:** Asignar un porcentaje específico del ancho de banda disponible para aplicaciones críticas puede garantizar que tengan un rendimiento consistente, incluso en momentos de congestión de la red.
- **Limitación de ancho de banda:** Establecer límites de ancho de banda para ciertas aplicaciones o dispositivos puede evitar que consuman todos los recursos disponibles, lo que podría degradar la QoS para otros usuarios.
- **Control de acceso y autenticación:** Implementar políticas de control de acceso y autenticación ayuda a garantizar que solo los dispositivos y usuarios autorizados tengan acceso a la red WiFi, lo que contribuye a una mejor QoS al reducir la carga no deseada en la red.
- **Aislamiento de clientes:** Aislar a los clientes entre sí puede prevenir la saturación de la red causada por dispositivos que generan tráfico excesivo o malicioso.

- Monitoreo constante: Utilizar herramientas de monitoreo de red, como Ekahau HeatMapper, para supervisar el rendimiento de la red en tiempo real y tomar medidas correctivas cuando se detectan problemas de QoS.
- Actualización de firmware y software: Mantener actualizados los firmware y software de los puntos de acceso y dispositivos de red es esencial para corregir problemas conocidos de QoS y mejorar la eficiencia de la red.
- Capacitación de usuarios: Educar a los usuarios sobre el uso responsable de la red y la importancia de no generar tráfico innecesario puede contribuir significativamente a una mejor QoS.
- Configuración de límites de tráfico: Establecer límites de tráfico para aplicaciones específicas, como las actualizaciones automáticas de software, puede evitar que consuman ancho de banda de manera desproporcionada.
- Uso de calidad de servicio (QoS) basada en estándares: Implementar estándares de QoS, como el estándar 802.11e para redes WiFi, puede proporcionar una estructura sólida para la gestión de la calidad del servicio.
- Balanceo de carga: Distribuir el tráfico de manera uniforme entre múltiples puntos de acceso puede ayudar a evitar la congestión en un solo punto y mejorar la QoS para todos los usuarios.

En ese sentido, la garantía de la calidad del servicio en redes inalámbricas es esencial para proporcionar una experiencia de usuario óptima, especialmente en áreas de baja cobertura. La implementación de estos métodos en el diseño de puntos de acceso para una red WiFi en el campus de la UCSG a través del software Ekahau HeatMapper puede ser fundamental para lograr el éxito del proyecto y ofrecer una conectividad confiable y eficiente en toda la red.

## CAPÍTULO III

### HERRAMIENTAS Y MÉTODOS PARA EL DISEÑO DE REDES WI-FI

En esta sección se presentarán las herramientas y métodos relevantes para el diseño de redes WiFi, centrándose en el uso del software Ekahau HeatMapper y sus capacidades en la planificación y optimización de redes inalámbricas.

#### 3.1 Software de Diseño de Redes WiFi

##### 3.1.1 Introducción a Ekahau HeatMapper y su funcionalidad.

Ekahau HeatMapper es una herramienta valiosa en el campo de las telecomunicaciones y la planificación de redes WiFi. Esta aplicación se utiliza para realizar análisis de cobertura y evaluar la intensidad de la señal en redes inalámbricas. En el contexto de un trabajo de titulación en telecomunicaciones, que se enfoca en el diseño de puntos de acceso para una red WiFi en áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG, la comprensión de Ekahau HeatMapper y su funcionalidad es esencial.

Ekahau HeatMapper se presenta como una solución eficaz para la planificación y optimización de redes WiFi. Permite a los profesionales de las telecomunicaciones y diseñadores de redes evaluar la calidad de la señal en diferentes áreas y tomar decisiones informadas para mejorar la cobertura y la calidad del servicio (Suciu et al., 2022, p.51).

La funcionalidad principal de Ekahau HeatMapper es la generación de mapas de calor de la intensidad de la señal WiFi. Utilizando un dispositivo de escaneo WiFi, la aplicación mide la potencia de la señal en puntos específicos y crea un mapa de colores que representa la intensidad de la señal en cada ubicación.

Los mapas de calor generados por Ekahau HeatMapper permiten identificar áreas de cobertura deficiente, áreas de interferencia y puntos muertos en la red WiFi. Esta información es fundamental para la toma de decisiones en el diseño de puntos de acceso y la ubicación estratégica de dispositivos (Sirait, 2023, p.82).



Ekahau HeatMapper también ofrece la capacidad de importar planos de planta de edificios y mapas para superponer la información de cobertura. Esto facilita la planificación precisa y la visualización de cómo se distribuye la intensidad de la señal en un entorno específico.

Además de generar mapas de calor, la aplicación proporciona información detallada sobre la intensidad de la señal, incluyendo valores numéricos y gráficos que muestran la distribución de la señal a lo largo del espacio analizado (Suciu et al., 2022, p.117).

En síntesis, Ekahau HeatMapper es una herramienta esencial en el diseño de puntos de acceso para una red WiFi en áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG. Su funcionalidad de generación de mapas de calor de la intensidad de la señal ayuda a los profesionales de las telecomunicaciones a identificar problemas de cobertura, interferencias y puntos de mejora en la red, lo que facilita la toma de decisiones informadas y la optimización de la calidad del servicio. Esta introducción a Ekahau HeatMapper sienta las bases para comprender cómo esta herramienta puede ser utilizada de manera efectiva en el proyecto de diseño de la red WiFi en el campus universitario.

### **3.2 Funcionalidades de Ekahau HeatMapper**

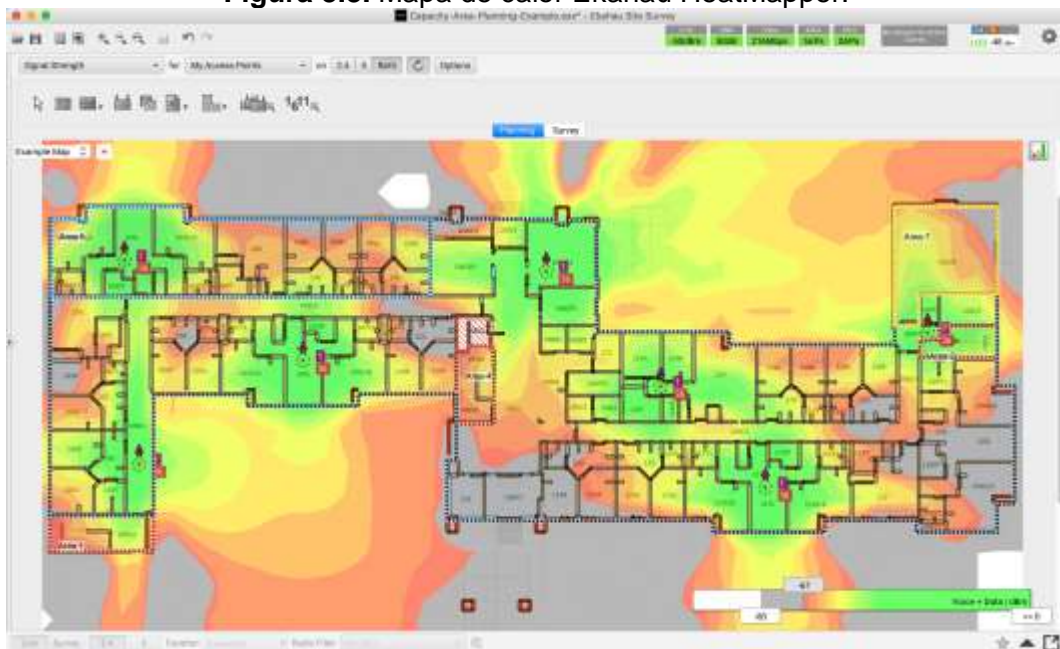
Ekahau HeatMapper es una herramienta de software ampliamente utilizada en el ámbito de la planificación y análisis de redes Wi-Fi. Esta aplicación, diseñada para facilitar la gestión de redes inalámbricas, se destaca por su capacidad para mapear y analizar la cobertura de señal en entornos Wi-Fi de manera eficiente y precisa (Wiranda y Novrianda Dasmien, 2021, p.41).

Una de las características más notables de Ekahau HeatMapper es su capacidad para realizar una planificación detallada de la cobertura y el rendimiento de una red inalámbrica. Los usuarios pueden ingresar datos específicos sobre la disposición de los puntos de acceso, las paredes, los obstáculos y otros elementos del entorno para simular cómo se propagará la señal Wi-Fi en el área deseada. Esto permite optimizar la ubicación de los dispositivos y garantizar una cobertura uniforme en todo el espacio.

En la figura 3.3 indica la generación de mapas de calor es otra característica fundamental de Ekahau HeatMapper. Este software utiliza datos

de señal recopilados a través de un escaneo de Wi-Fi para crear mapas de calor que muestran visualmente la intensidad de la señal en diferentes áreas. Estos mapas de calor son una herramienta valiosa para identificar áreas con cobertura deficiente o interferencia, lo que facilita la toma de decisiones informadas para mejorar la calidad de la red Wi-Fi.

**Figura 3.3.** Mapa de calor Ekahau HeatMapper.



Elaborado por: Wiranda y Novrianda Dasmien, 2021

Ekahau HeatMapper ofrece la posibilidad de realizar análisis detallados de la señal Wi-Fi, lo que incluye la detección de interferencias y la evaluación de la velocidad de transmisión de datos en diferentes ubicaciones. Los usuarios pueden realizar pruebas de velocidad y medir la latencia en tiempo real para evaluar el rendimiento de la red y detectar posibles problemas (Sirait, 2023, p.45).

Además de la planificación y análisis de la cobertura de Wi-Fi, Ekahau HeatMapper es una herramienta útil para la resolución de problemas. Los administradores de redes pueden utilizar esta aplicación para identificar y solucionar problemas de conectividad, como puntos muertos en la cobertura, interferencias de señal o congestión de la red.

La interfaz de usuario de Ekahau HeatMapper es intuitiva y fácil de usar, lo que facilita su adopción por parte de usuarios con diferentes niveles de experiencia en redes Wi-Fi. La aplicación presenta una variedad de

herramientas y funciones que permiten a los usuarios personalizar sus análisis y generar informes detallados sobre la cobertura y el rendimiento de la red.

Además, Ekahau HeatMapper es compatible con una amplia gama de dispositivos y sistemas operativos, lo que lo convierte en una herramienta versátil para la gestión de redes Wi-Fi en entornos diversos. Puede utilizarse en entornos empresariales, educativos y domésticos, y es especialmente valioso para planificadores de redes, ingenieros de redes y administradores de TI.

La capacidad de Ekahau HeatMapper para trabajar en tiempo real es una ventaja significativa. Los usuarios pueden realizar escaneos de cobertura en tiempo real mientras se desplazan por un espacio, lo que les permite evaluar la señal Wi-Fi en diferentes ubicaciones y tomar decisiones instantáneas sobre la optimización de la red (Suciu et al., 2022, p.73).

En la tabla 3.1 se observan las siguientes características En síntesis, Ekahau HeatMapper es una herramienta esencial en el campo de la gestión de redes Wi-Fi, que ofrece características avanzadas de planificación de cobertura y rendimiento, generación de mapas de calor, análisis de señal en tiempo real y resolución de problemas. Su interfaz intuitiva y versatilidad lo convierten en una elección popular entre profesionales de redes y usuarios interesados en garantizar una conectividad Wi-Fi de alta calidad en sus entornos.

**Tabla 3.1.** Características Ekahau HeatMapper

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
<b>Compatibilidad</b>	Funciona con cualquier red Wi-Fi 802.11, incluyendo 802.11a/b/g/n/ac.
<b>Facilidad de Uso</b>	Interfaz de usuario intuitiva que permite a los usuarios comenzar a mapear rápidamente sin una curva de aprendizaje significativa.
<b>Mapeo de Cobertura</b>	Muestra gráficamente la fuerza de la señal Wi-Fi en un mapa, permitiendo a los usuarios identificar áreas de señal fuerte y débil.
<b>Detección de Puntos de Acceso</b>	Detecta y muestra todos los puntos de acceso cercanos, junto con detalles como SSID, dirección MAC, tipo de seguridad, canal y fuerza de la señal.
<b>Requisitos de Sistema</b>	Compatible con sistemas operativos Windows. Se requiere una tarjeta de red inalámbrica y un adaptador Wi-Fi.

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
<b>Análisis y Reportes</b>	Proporciona informes que resumen los hallazgos y métricas clave, como la distribución de la fuerza de la señal y la presencia de puntos de acceso.
<b>Planos de Planta</b>	Permite a los usuarios importar planos de planta para un mapeo más preciso o dibujar mapas manualmente durante el proceso de mapeo.
<b>Gratuidad</b>	Es una herramienta gratuita, lo que la hace accesible para pequeñas empresas o usuarios domésticos que no quieren invertir en soluciones más costosas.

Elaborado por: Autores, 2024.

### **3.3 Requisitos del Sistema y Licenciamiento**

Ekahau HeatMapper es una herramienta diseñada para proporcionar una visualización detallada y fácil de entender de la distribución de la señal Wi-Fi en espacios interiores. Esta aplicación, compatible con sistemas operativos Windows, es ampliamente reconocida por su interfaz de usuario intuitiva, que permite a los usuarios, incluso a aquellos con conocimientos técnicos limitados, mapear su red Wi-Fi de manera eficiente y sin complicaciones. Para su funcionamiento, Ekahau HeatMapper requiere una tarjeta de red inalámbrica y un adaptador Wi-Fi, hardware estándar en la mayoría de las computadoras portátiles modernas, lo que facilita su adopción en diversos entornos, desde hogares hasta pequeñas oficinas (Wiranda y Novrianda Dasmien, 2021, p.89).

La aplicación no solo identifica la ubicación de los puntos de acceso Wi-Fi, sino que también recopila información crucial como el SSID, la dirección MAC, el tipo de seguridad, el canal utilizado y, por supuesto, la fuerza de la señal. Esta información es vital para que los administradores de red o los usuarios domésticos optimicen su infraestructura de red, identifiquen posibles interferencias o simplemente mejoren la cobertura en áreas donde la señal es débil. Además, Ekahau HeatMapper permite la importación de planos de planta o la creación de mapas manuales durante el proceso de mapeo, brindando una flexibilidad significativa en la planificación y el análisis de redes Wi-Fi.

A pesar de su robustez y capacidad de análisis detallado, Ekahau HeatMapper es una herramienta gratuita. Esta gratuidad la convierte en una opción atractiva para pequeñas empresas o usuarios individuales que no

deseen o no puedan invertir en soluciones de software más costosas. Sin embargo, es importante destacar que Ekahau también ofrece soluciones más avanzadas y completas, destinadas a profesionales de redes que requieren funcionalidades más sofisticadas y análisis en profundidad. Estas soluciones de gama alta, a diferencia de HeatMapper, no son gratuitas y vienen con distintos modelos de licenciamiento (Suciu et al., 2022, p.102).

Los modelos de licenciamiento de las soluciones avanzadas de Ekahau están diseñados para adaptarse a las necesidades y al tamaño de diferentes organizaciones. Estos modelos varían desde licencias individuales hasta opciones de licencia empresarial, lo que permite a las empresas escoger la opción más adecuada según su tamaño, presupuesto y requerimientos específicos. Cada modelo de licenciamiento ofrece un conjunto de características y capacidades, asegurando que los usuarios obtengan las herramientas y la flexibilidad necesarias para realizar un análisis de red eficiente y efectivo.

Los costos asociados con las soluciones avanzadas de Ekahau varían según el modelo de licenciamiento elegido y el nivel de funcionalidad requerido. Aunque representan una inversión significativa en comparación con la versión gratuita de HeatMapper, estas soluciones avanzadas ofrecen capacidades de análisis y optimización de red que justifican su costo, especialmente en entornos empresariales donde la eficiencia de la red es crucial para las operaciones diarias (Sirait, 2023, p.83).

En conclusión, Ekahau HeatMapper se presenta como una herramienta accesible y poderosa para el mapeo de señal Wi-Fi, ideal para usuarios que buscan una solución sencilla y sin costo. Para aquellos que necesitan capacidades más avanzadas, Ekahau ofrece soluciones de software con distintos modelos de licenciamiento, asegurando que cada organización pueda encontrar una opción que se ajuste a sus necesidades específicas y presupuesto. Con una gama de productos que abarcan desde opciones gratuitas hasta soluciones empresariales completas, Ekahau se posiciona como un proveedor líder de herramientas de análisis y optimización de redes Wi-Fi.

### 3.4 Diseño de Cobertura de Señal

En el ámbito de la planificación de redes Wi-Fi, la distribución estratégica de los puntos de acceso (AP) es un componente crucial para garantizar una cobertura óptima y un rendimiento de red eficiente. La tarea comienza con un proceso meticuloso de mapeo, donde se utiliza una herramienta como Ekahau HeatMapper para visualizar la intensidad de la señal Wi-Fi en el espacio físico. Este mapeo permite identificar zonas con señales débiles o sin cobertura, conocidas comúnmente como 'zonas muertas', así como áreas con señales superpuestas que podrían causar interferencias (Wiranda y Novrianda Dasmien, 2021, p.64).

Al definir las áreas de cobertura deseada, los planificadores de red deben considerar no solo la arquitectura física del espacio, como las paredes y los pisos, que pueden atenuar la señal de Wi-Fi, sino también el uso previsto del espacio. Por ejemplo, áreas como salas de conferencias o auditorios pueden requerir una cobertura más densa para manejar un alto número de conexiones simultáneas, mientras que áreas de tráfico menos intenso podrían ser atendidas adecuadamente con menos puntos de acceso.

Una vez mapeada el área y definidas las zonas de cobertura, el siguiente paso es ajustar la potencia y los canales de los puntos de acceso para maximizar la eficiencia de la red. La potencia de transmisión de un AP determina la distancia que la señal puede viajar y, por lo tanto, el tamaño de la cobertura. Sin embargo, una potencia excesivamente alta puede causar interferencia con otros AP, especialmente en entornos densos donde muchos dispositivos operan en la misma banda de frecuencia (Wiranda y Novrianda, 2021, p.52).

La selección de canales también es fundamental. En las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz, los canales pueden solaparse, lo que resulta en interferencias y degradación del rendimiento. Utilizar canales no superpuestos donde sea posible es clave para minimizar este riesgo. Herramientas como Ekahau HeatMapper pueden identificar qué canales están siendo utilizados en el entorno circundante, permitiendo a los administradores seleccionar los canales con menos congestión para sus AP (Suciu et al., 2022, p.62).

El ajuste fino de la potencia y los canales no es un proceso de configuración única. Con el tiempo, a medida que se introducen nuevos dispositivos en el entorno o se reconfiguran los espacios físicos, puede ser necesario reevaluar y modificar estas configuraciones. La monitorización continua del rendimiento de la red y la realización periódica de nuevos mapeos de cobertura pueden ayudar a identificar la necesidad de tales ajustes.

En conclusión, la planificación efectiva de la distribución de los puntos de acceso en una red Wi-Fi no solo requiere una comprensión técnica de las capacidades de los dispositivos y la arquitectura de la red, sino también una consideración cuidadosa del espacio físico y de cómo se utilizará. La combinación de una herramienta de mapeo eficaz, como Ekahau HeatMapper, con un enfoque metódico para definir áreas de cobertura, ajustar la potencia de los AP y seleccionar canales, puede conducir a una red Wi-Fi robusta, fiable y eficiente, capaz de satisfacer las demandas de sus usuarios.

### **3.5 Recopilación de Datos y Mediciones de Señal**

El proceso de recolección de datos con Ekahau HeatMapper es un paso fundamental en la optimización de redes Wi-Fi, implicando un análisis meticuloso de la señal en todo el espacio designado. Este proceso comienza con la preparación del entorno y la configuración del software para asegurar que la recopilación de datos sea lo más precisa y completa posible. Los usuarios llevan su dispositivo, generalmente una computadora portátil o una tablet con Ekahau HeatMapper instalado, a través del área de cobertura, permitiendo que el software registre la intensidad de la señal Wi-Fi en diferentes ubicaciones (Suciu et al., 2022, p.64).

La utilización de dispositivos de medición de señal es crucial en este proceso. Aunque la mayoría de los dispositivos modernos están equipados con adaptadores Wi-Fi capaces de realizar estas mediciones, la precisión puede variar significativamente entre dispositivos. Por lo tanto, es recomendable utilizar un dispositivo de medición confiable y, si es posible, calibrado, para garantizar que los datos recolectados reflejen de manera precisa la realidad de la señal Wi-Fi en el área mapeada.

La importancia de mediciones precisas no puede subestimarse. Las decisiones sobre la ubicación de los puntos de acceso, ajustes de potencia y

selección de canales se basan en estos datos. Un mapeo inexacto puede llevar a 'zonas muertas' donde la señal es insuficiente, o a zonas de superposición donde las señales de múltiples AP interfieren entre sí, reduciendo la calidad de la conexión. En entornos donde una conexión Wi-Fi confiable es crítica, como hospitales o centros de operaciones, las consecuencias de un mapeo impreciso pueden ser particularmente graves (Suciu et al., 2022, p.71).

El proceso de recolección de datos con Ekahau HeatMapper generalmente implica recorrer el área de manera sistemática, asegurándose de que todas las zonas sean cubiertas. El software registra la intensidad de la señal junto con la ubicación del dispositivo durante el recorrido, creando un mapa de calor que visualiza la cobertura. Este mapa no solo muestra áreas de señal fuerte y débil, sino que también puede identificar posibles fuentes de interferencia, como otros dispositivos Wi-Fi o aparatos que operan en la misma frecuencia.

Para obtener los mejores resultados, la recolección de datos debe realizarse en condiciones que reflejen el uso normal del espacio. Por ejemplo, si se mapea una oficina, es preferible realizar la medición durante un día laboral típico cuando los empleados estén presentes y sus dispositivos estén en uso. Esto ayuda a identificar no solo las características estáticas de la señal Wi-Fi, sino también cómo se ve afectada por la presencia y el comportamiento de los usuarios.

Una vez recolectados, los datos pueden ser analizados en detalle utilizando las capacidades de Ekahau HeatMapper. El software permite a los usuarios profundizar en los datos, examinando no solo la fuerza de la señal sino también otros factores como la distribución de los canales y la presencia de redes vecinas. Esta información es invaluable para realizar ajustes informados en la configuración de la red, ayudando a mejorar la cobertura, reducir interferencias y, en última instancia, proporcionar una experiencia de usuario más sólida y confiable (Wiranda y Novrianda, 2021, p.43).

En esa línea, el proceso de recolección de datos con Ekahau HeatMapper es una parte integral de la planificación y mantenimiento de redes Wi-Fi eficientes. Requiere una atención cuidadosa a los detalles y una comprensión de cómo los diversos factores, desde la arquitectura física del



espacio hasta el comportamiento de los usuarios, pueden afectar la señal. Con mediciones precisas y un análisis minucioso, Ekahau HeatMapper permite a los administradores de red tomar decisiones informadas, asegurando que sus redes Wi-Fi sean capaces de satisfacer las demandas actuales y futuras.

### 3.6 Comparación con Otras Herramientas de Diseño de Redes WiFi

En la tabla 3.2 a continuación, se presenta una tabla de comparación entre Ekahau HeatMapper y otras herramientas de diseño de redes WiFi populares. Esta comparación se centra en varios aspectos clave para ayudar a comprender las diferencias entre estas herramientas:

**Tabla 3.2.** Comparativo de herramientas

<b>Aspecto/Característica</b>	<b>Ekahau HeatMapper</b>	<b>NetSpot</b>	<b>inSSIDer</b>	<b>Acrylic WiFi Home</b>
Tipo de software	Software de Escaneo y Mapeo de Calor	Software de Escaneo y Mapeo de Calor	Software de Escaneo y Análisis de Red	Software de Escaneo y Análisis de Red
Plataformas admitidas	Windows	Windows y macOS	Windows y Android	Windows y macOS
Generación de mapas de calor	Sí	Sí	No	Sí
Importación de planos de planta	Sí	Sí	No	Sí
Escaneo de redes inalámbricas	Sí	Sí	Sí	Sí
Análisis de intensidad de señal	Sí	Sí	Sí	Sí
Identificación de canales	No	Sí	Sí	Sí
Identificación de interferencias	No	Sí	Sí	Sí
Información detallada de redes	No	Sí	Sí	Sí
Capacidad de realizar encuestas	No	Sí	Sí	Sí
Licencia gratuita disponible	Sí, con limitaciones	Sí, con limitaciones	Sí, con limitaciones	Sí, con limitaciones
Licencia de pago disponible	Sí	Sí	Sí	Sí
Capacidad de exportar informes	No	Sí	Sí	Sí
Facilidad de uso	Fácil	Fácil	Moderada	Fácil

Elaborado por: Autores

### 3.7 Ventajas y limitaciones de Ekahau HeatMapper

Ekahau HeatMapper es una herramienta valiosa para el diseño de puntos de acceso en redes WiFi, especialmente cuando se trata de abordar áreas de baja cobertura en un campus universitario. A continuación, se explorarán las ventajas y limitaciones de Ekahau HeatMapper en el contexto de un proyecto de titulación en telecomunicaciones (Suciu et al., 2022, p.18):

Ventajas:

- **Facilidad de uso:** Ekahau HeatMapper es conocido por su interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar, lo que lo convierte en una opción accesible para usuarios con diferentes niveles de experiencia en diseño de redes.
- **Generación de mapas de calor:** Una de las ventajas más destacadas es su capacidad para generar mapas de calor que visualizan la intensidad de la señal WiFi en un espacio específico. Esto facilita la identificación de áreas de baja cobertura y permite tomar decisiones informadas en el diseño de puntos de acceso.
- **Importación de planos de planta:** La posibilidad de importar planos de planta y mapas facilita la planificación precisa y la visualización de la cobertura en un entorno específico, lo que es especialmente útil en un campus universitario con múltiples edificios y áreas al aire libre.
- **Disponibilidad de licencia gratuita:** Ekahau HeatMapper ofrece una versión gratuita con ciertas limitaciones, lo que la hace accesible para estudiantes y profesionales que buscan una herramienta de diseño de bajo costo.
- **Escaneo de redes inalámbricas:** La capacidad de realizar escaneos de redes WiFi permite obtener información detallada sobre la intensidad de la señal y la calidad de la red existente, lo que es esencial para la planificación.

Limitaciones:

- **Falta de funcionalidades avanzadas:** Ekahau HeatMapper, si bien es una herramienta efectiva para la planificación básica de redes WiFi, carece de algunas funcionalidades avanzadas que otras herramientas

de diseño pueden ofrecer, como la identificación de interferencias y la asignación de canales.

- Limitaciones en la versión gratuita: Aunque existe una versión gratuita de Ekahau HeatMapper, tiene restricciones en términos de funcionalidad y capacidad de exportación de informes, lo que puede limitar su utilidad en proyectos más complejos.
- Compatibilidad limitada de plataformas: Ekahau HeatMapper está disponible solo para sistemas operativos Windows, lo que excluye a los usuarios de macOS y otras plataformas.
- Falta de capacidades de análisis en tiempo real: La herramienta se centra en la generación de mapas de calor basados en escaneos previos, lo que significa que no proporciona información en tiempo real sobre la red.
- Necesidad de hardware adicional: Para utilizar Ekahau HeatMapper de manera efectiva, se requiere un dispositivo de escaneo WiFi adicional, lo que puede aumentar los costos y la complejidad de la implementación.
- En síntesis, Ekahau HeatMapper ofrece ventajas significativas en términos de facilidad de uso, generación de mapas de calor y disponibilidad de una versión gratuita. Sin embargo, presenta limitaciones en funcionalidades avanzadas y compatibilidad de plataformas. En el contexto de un proyecto de diseño de puntos de acceso para una red WiFi en áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG, Ekahau HeatMapper puede ser una herramienta valiosa, pero es importante considerar sus limitaciones y complementarla con otras herramientas según sea necesario para abordar los desafíos específicos del proyecto.

### **3.8 Relevamiento de Infraestructura Existente**

El relevamiento de la infraestructura existente es un paso crucial en el proceso de diseño de puntos de acceso para una red WiFi en áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG. Esta fase implica evaluar la red WiFi existente de manera exhaustiva, identificar áreas críticas de baja cobertura y

problemas de rendimiento. A continuación, se explicará la importancia de este relevamiento y los métodos y técnicas utilizados para llevarlo a cabo (Sirait, 2023, p.28):

Importancia de un relevamiento exhaustivo:

- Identificación de problemas existentes: El relevamiento permite detectar problemas de baja cobertura, interferencias, puntos muertos y áreas de rendimiento deficiente en la red WiFi actual. Esto es esencial para comprender la situación actual y definir las áreas que necesitan mejoras.
- Optimización de recursos: Al conocer las debilidades de la red actual, se pueden evitar inversiones innecesarias en puntos de acceso adicionales o equipos costosos. En su lugar, se pueden realizar mejoras específicas donde sean más necesarias.
- Mejora de la calidad del servicio: Un relevamiento exhaustivo proporciona la base para mejorar la calidad del servicio (QoS) al identificar áreas críticas que requieren atención. Esto garantiza una experiencia de usuario óptima.
- Reducción de costos a largo plazo: Al abordar los problemas existentes de manera efectiva, se evitan gastos continuos de mantenimiento y solución de problemas. Un relevamiento sólido puede llevar a un diseño de red más eficiente y de bajo costo a largo plazo.

Métodos y técnicas para identificar áreas críticas:

- Escaneo de señal: Utilizar herramientas como Ekahau HeatMapper para escanear la intensidad de la señal WiFi en todo el campus. Esto permite generar mapas de calor que identifican las áreas con baja cobertura.
- Análisis de interferencias: Investigar y analizar las posibles fuentes de interferencia electromagnética, como dispositivos electrónicos cercanos, equipos de comunicaciones o redes WiFi vecinas.
- Auditoría de rendimiento: Realizar auditorías de rendimiento de la red actual para identificar cuellos de botella, problemas de latencia y congestión de la red.

- Entrevistas y encuestas: Hablar con usuarios y administradores de la red para recopilar información sobre áreas problemáticas, puntos muertos y dificultades específicas experimentadas por los usuarios.
- Revisión de registros y estadísticas: Analizar registros de la red existente para identificar patrones de uso, momentos de mayor demanda y comportamientos de la red que puedan estar afectando la calidad del servicio.
- Pruebas de itinerancia (roaming): Evaluar cómo los dispositivos se conectan y cambian de un punto de acceso a otro en el campus, identificando áreas donde la itinerancia no es fluida.
- Pruebas de velocidad y rendimiento: Medir la velocidad de conexión y el rendimiento de la red en diferentes ubicaciones para identificar áreas de bajo rendimiento.
- Simulaciones de carga: Realizar simulaciones de carga de tráfico para evaluar cómo se comporta la red bajo diferentes cargas y condiciones.

En conclusión, un relevamiento exhaustivo de la infraestructura existente es esencial para diseñar puntos de acceso eficaces en áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG. La identificación precisa de problemas de cobertura y rendimiento a través de métodos y técnicas adecuadas es fundamental para tomar decisiones informadas y garantizar una mejora significativa en la calidad del servicio de la red WiFi.

### **3.9 Encuestas de Sitio Detalladas con Ekahau HeatMapper**

El proceso de realización de encuestas de sitio con Ekahau HeatMapper es una etapa fundamental en el diseño de puntos de acceso para una red WiFi en áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG. Durante esta fase, se recopilan datos de intensidad de señal, interferencias y otros parámetros relevantes para comprender la situación actual de la red y tomar decisiones informadas. A continuación, se detallan los pasos clave en este proceso (Sirait, 2023, p.90):

- Planificación de la encuesta: Antes de comenzar, es necesario planificar la encuesta de sitio. Esto implica definir las ubicaciones

específicas donde se llevarán a cabo las mediciones, teniendo en cuenta áreas críticas identificadas previamente.

- Preparación del hardware: Asegurar que el hardware necesario esté listo y en funcionamiento. Esto incluye un dispositivo de escaneo WiFi compatible con Ekahau HeatMapper y una computadora portátil con el software instalado.
- Configuración de Ekahau HeatMapper: Iniciar la aplicación Ekahau HeatMapper en la computadora portátil y configurar las opciones de escaneo, como el intervalo de escaneo y la duración de la encuesta.
- Escaneo de señal: Realizar el escaneo de señal en cada ubicación planificada, moviéndose de un punto a otro de manera sistemática. El software registrará la intensidad de la señal WiFi en cada punto.
- Identificación de interferencias: Durante la encuesta, Ekahau HeatMapper también puede detectar posibles fuentes de interferencia, como otros dispositivos electrónicos o redes WiFi cercanas.
- Registro de datos: A medida que se realiza la encuesta, los datos de intensidad de señal y otros parámetros se registran automáticamente en la aplicación. Estos datos se utilizan posteriormente para generar mapas de calor.
- Documentación detallada: Es importante llevar a cabo una documentación detallada de cada ubicación, incluyendo información sobre obstáculos físicos, dispositivos cercanos y cualquier problema observado.
- Mediciones en áreas críticas: Se deben prestar especial atención a las áreas previamente identificadas como críticas en términos de baja cobertura o problemas de rendimiento. Estas ubicaciones pueden requerir mediciones adicionales.
- Análisis de los datos recopilados: Una vez completada la encuesta, los datos recopilados se analizan en profundidad. Esto incluye la generación de mapas de calor que visualizan la intensidad de la señal en todo el campus.

- Identificación de problemas: Mediante la revisión de los mapas de calor y los datos recopilados, se identifican áreas con baja cobertura, interferencias o problemas de rendimiento que necesitan mejoras.
- Toma de decisiones informadas: Con la información recopilada, se pueden tomar decisiones informadas sobre la ubicación de nuevos puntos de acceso, la configuración de canales y otros ajustes necesarios para mejorar la red.
- Generación de informes: Finalmente, se pueden generar informes detallados que documenten los resultados de la encuesta, las recomendaciones y las acciones a seguir en el diseño de la red WiFi.

En esa línea, el proceso de realización de encuestas de sitio con Ekahau HeatMapper es esencial para recopilar datos precisos sobre la intensidad de la señal, las interferencias y otros parámetros relevantes en el diseño de una red WiFi. Esta información permite tomar decisiones informadas y mejorar la calidad del servicio en áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG.

## **CAPÍTULO IV**

### **DISEÑO, PROPUESTA Y RESULTADOS**

El capítulo 4 del trabajo de titulación en la carrera de telecomunicaciones, enfocado en el diseño de puntos de acceso para mejorar la cobertura de la red WiFi en el campus de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG), presenta un enfoque metodológico y práctico orientado a la resolución del problema central de investigación: la existencia de áreas críticas con baja cobertura y problemas de rendimiento en la red WiFi del campus. Esta problemática afecta directamente la conectividad de los usuarios, haciendo esencial el desarrollo de una solución efectiva que mejore tanto la cobertura como el rendimiento de la red en estas áreas.

Inicialmente, el capítulo describe detalladamente el proceso de encuesta de la situación actual de la red WiFi existente en el campus de la UCSG. Esta fase inicial es crucial, ya que proporciona un entendimiento profundo de la infraestructura de red actual, identificando no solo las fortalezas, sino también las áreas críticas de baja cobertura y los problemas de rendimiento que obstaculizan una conectividad eficiente. La recopilación de estos datos se realiza mediante un relevamiento exhaustivo, que incluye no solo las mediciones técnicas, sino también la percepción y experiencias de los usuarios finales, integrando así una visión holística de la situación.

Posteriormente, se profundiza en el análisis de la infraestructura de red WiFi existente, detallando los componentes que la conforman, tales como los puntos de acceso actuales, los canales utilizados y la potencia de transmisión de cada uno de ellos. Este análisis minucioso es fundamental para comprender las limitaciones del sistema actual y establecer un punto de partida claro para las mejoras propuestas.

El capítulo continúa con la identificación y descripción de las áreas críticas de baja cobertura y problemas de rendimiento. Este proceso no solo se basa en los datos técnicos recopilados, sino también en las respuestas y comentarios obtenidos de la comunidad universitaria, asegurando que las áreas a mejorar reflejen fielmente las necesidades y experiencias de los usuarios reales de la red.



Para abordar estas áreas problemáticas de manera efectiva, se llevan a cabo encuestas de sitio detalladas utilizando el software Ekahau HeatMapper. Estas encuestas permiten recopilar datos específicos sobre la intensidad de la señal, interferencias y otros parámetros relevantes, los cuales son esenciales para realizar un diagnóstico preciso y diseñar soluciones a medida.

Una vez recopilados y analizados todos los datos, el capítulo presenta una propuesta detallada de configuración óptima de los puntos de acceso. Esta propuesta no solo considera la ubicación estratégica de cada punto para maximizar la cobertura y minimizar las interferencias, sino también ajustes específicos en los canales y la potencia de transmisión para optimizar el rendimiento de la red en su conjunto.

La propuesta de diseño se basa en el uso intensivo del software Ekahau HeatMapper, aprovechando sus capacidades avanzadas de planificación y diseño. Este enfoque asegura que las soluciones propuestas no solo sean teóricamente sólidas, sino también prácticamente viables y adaptadas a las condiciones específicas del campus de la UCSG.

En síntesis, el capítulo 4 aborda de manera integral el problema central de investigación, presentando un enfoque metodológico que integra la recopilación y análisis de datos, la identificación de áreas problemáticas y la propuesta de soluciones efectivas. Todo esto enmarcado en el objetivo general de mejorar la cobertura y el rendimiento de la red WiFi en el campus de la UCSG, y los objetivos específicos de realizar un relevamiento exhaustivo, utilizar herramientas de vanguardia como Ekahau HeatMapper para el análisis y diseño, y proponer configuraciones de puntos de acceso óptimas. El resultado es un capítulo coherente y bien fundamentado que no solo identifica y comprende el problema en profundidad, sino que también ofrece soluciones concretas y bien estructuradas para mejorar significativamente la conectividad en el campus.

#### 4.1 Encuesta De Situación Actual De Red Wifi Existente En El Campus De La UCSG

En la figura 4.4 se visualiza el mapa de Google Earth En el corazón del campus, se encuentran las facultades, cada una con un diseño característico que respeta las necesidades específicas de sus disciplinas. Las aulas, amplias y bien iluminadas, están equipadas con tecnología avanzada.

**Figura 4.4.** Lugar de encuesta



Fuente: UCSG (Google Earth, 2023)

El campus de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG) se presenta como un entorno académico que combina armoniosamente la tradición y la modernidad. Con una infraestructura que refleja el compromiso de la institución con la excelencia educativa, el campus se erige como un punto de encuentro para estudiantes, profesores y personal administrativo. Su diseño arquitectónico equilibra estéticamente los espacios educativos, recreativos y administrativos, creando un ambiente propicio para el aprendizaje y el desarrollo personal.

También se encuentra un entorno de aprendizaje interactivo y dinámico. Además, bibliotecas con vastos recursos bibliográficos y espacios de estudio silenciosos ofrecen a los estudiantes el ambiente ideal para la investigación y el estudio profundo.

Los laboratorios de la UCSG están a la vanguardia tecnológica, permitiendo a los estudiantes y docentes realizar prácticas y experimentos en campos variados, desde las ciencias básicas hasta disciplinas más especializadas. Estos espacios están diseñados para fomentar la innovación

y la experimentación, elementos clave en la formación académica de la universidad.

El campus también alberga diversas instalaciones deportivas y recreativas, incluyendo canchas, gimnasios y áreas verdes. Estos espacios están pensados para promover un estilo de vida saludable y ofrecer un equilibrio entre las actividades académicas y el ocio, entendiendo que el bienestar físico y mental es fundamental para el rendimiento académico.

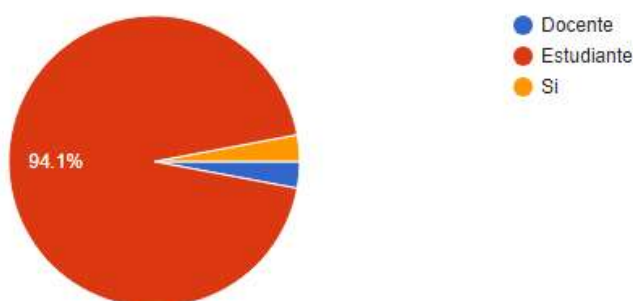
En cuanto a los servicios estudiantiles, la UCSG no escatima en ofrecer una amplia gama de servicios que van desde asesoramiento académico y profesional hasta apoyo en salud y bienestar. La universidad entiende que el apoyo integral es crucial para el desarrollo de sus estudiantes, y por eso pone a disposición estos recursos que contribuyen a su formación integral.

Sin embargo, un desafío persistente en este vibrante campus es la cobertura y el rendimiento de la red WiFi. A pesar de la sólida infraestructura física y tecnológica, áreas críticas de baja cobertura han sido identificadas, lo que representa un obstáculo para la conectividad y el acceso a recursos digitales. Este problema afecta no solo a la experiencia académica sino también a la administrativa y recreativa, limitando el potencial de los espacios y los servicios que la universidad ofrece.

#### **Población de estudio:**

En la figura 4.5 se detalla la encuesta realizada de la población de estudio correspondió a 34 encuestados de los cuales 32 eran estudiantes de la UCSG.

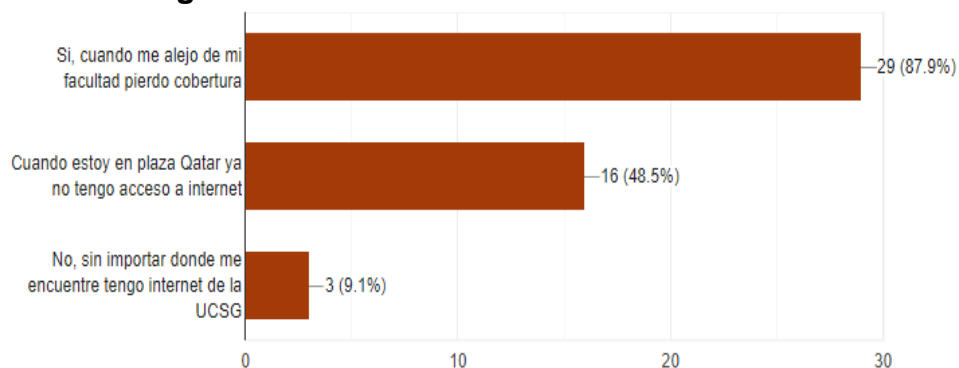
**Figura 4.5.** Población de estudio



Elaborado por: Autores, 2024

**Pregunta 1: "¿Ha experimentado limitaciones en la cobertura de la red móvil dentro de las instalaciones del campus de la UCSG, independientemente de la facultad en la que se encuentre?"**

**Figura 4.6. Limitaciones en la cobertura de red**



Elaborado por: Autores

*Nota:* Datos recopilados a través de encuesta a estudiantes y docentes de la UCSG. Fuente: Google forms.

### **Análisis**

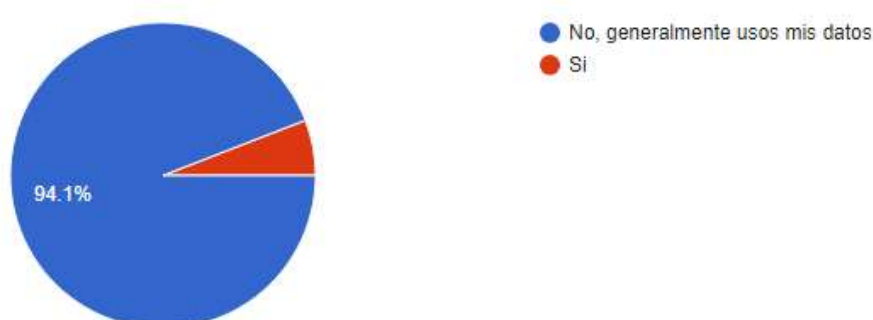
El resultado de la encuesta, donde un significativo 87.9% de los encuestados ha experimentado limitaciones en la cobertura de la red móvil dentro de las instalaciones del campus de la UCSG, revela una problemática predominante que afecta a la mayoría de la comunidad universitaria. Esta cifra no solo refleja una situación de inconveniencia para los usuarios, sino que también resalta la necesidad imperante de abordar y solucionar las deficiencias en la infraestructura de la red. La ubicuidad de este problema, independientemente de la facultad en la que se encuentren los encuestados, indica que las áreas de baja cobertura son un fenómeno extendido a lo largo del campus, lo que subraya la importancia de una estrategia integral que abarque todas las áreas académicas y comunes.

La alta proporción de usuarios afectados por la limitada cobertura de la red móvil plantea preocupaciones significativas sobre el impacto en la eficiencia académica y la comunicación dentro del campus. En la era actual, donde la conectividad es un pilar fundamental para el acceso a recursos educativos, la colaboración y la investigación, la presencia de zonas con cobertura deficiente podría traducirse en obstáculos para el desarrollo

académico y profesional de los estudiantes y el personal. Por ende, este problema no es solo una cuestión de comodidad, sino un factor crítico que puede influir en la calidad del aprendizaje y la eficacia de las operaciones universitarias.

**Pregunta 2: "En el área de la cancha de la UCSG, ¿usted accede con facilidad y calidad de la conexión a la red WiFi universitaria?"**

**Figura 4.7.** Calidad de la conexión de la red Wifi universitaria



Elaborado por: Autores, 2024

*Nota:* Datos recopilados a través de encuesta a estudiantes y docentes de la UCSG. Fuente: Google forms.

### **Análisis**

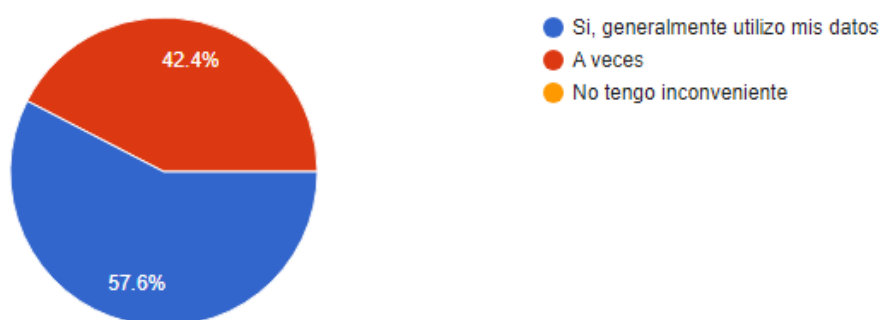
La respuesta obtenida en la encuesta, donde un abrumador 94.1% de los participantes indica que no accede con facilidad a la red WiFi universitaria en el área de la cancha de la UCSG, evidencia una deficiencia crítica en la cobertura de la red en zonas específicas del campus. Este dato es particularmente revelador, ya que ilustra no solo la presencia de una zona con cobertura insuficiente, sino también el impacto directo en la experiencia de los usuarios, quienes se ven obligados a recurrir a sus propios datos móviles para mantener la conectividad. Este escenario pone de manifiesto la urgencia de abordar y mejorar la infraestructura de red en áreas recreativas y deportivas, espacios que también forman parte integral de la vida universitaria.

El alto porcentaje de usuarios que enfrenta dificultades para conectarse a la red WiFi en la cancha indica que esta área puede ser considerada como uno de los puntos críticos del campus en términos de conectividad. La cancha,

siendo un lugar de reunión para actividades deportivas, eventos y recreación, debería estar equipada con una infraestructura de red robusta que facilite la comunicación y el acceso a recursos en línea. Sin embargo, la realidad actual muestra una brecha significativa entre las necesidades de los usuarios y la capacidad de la red existente, lo que subraya la importancia de implementar soluciones efectivas y orientadas a mejorar la cobertura y calidad de la conexión WiFi en estas áreas.

**Pregunta 3: "En su respectiva facultad, ¿enfrenta frecuentemente problemas relacionados con la conectividad o el rendimiento de la red WiFi? Si es así, por favor especifique la naturaleza de los inconvenientes."**

**Figura 4.8.** Problemas relacionados a la conectividad



Elaborado por: Autores, 2024

*Nota:* Datos recopilados a través de encuesta a estudiantes y docentes de la UCSG. Fuente: Google forms.

### **Análisis**

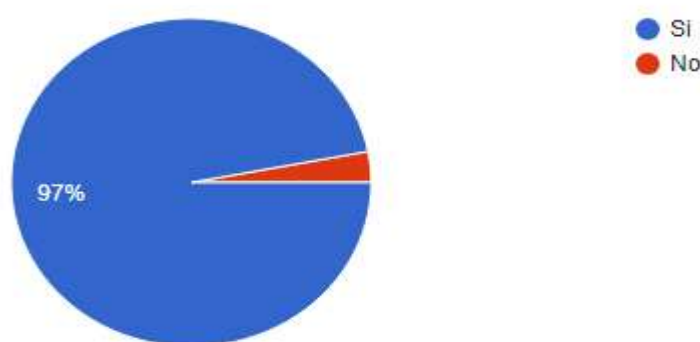
La respuesta a la pregunta sobre la conectividad y el rendimiento de la red WiFi en las distintas facultades, donde un significativo 57.6% de los encuestados reporta dificultades para acceder a la red y, por tanto, opta por usar sus propios datos móviles, refleja una problemática preocupante en el entorno académico de la UCSG. Este porcentaje no solo señala la existencia de zonas con cobertura insuficiente dentro de las áreas académicas, sino que también pone de manifiesto la incidencia directa de este problema en el proceso educativo. Las facultades, siendo espacios cruciales para el

aprendizaje, la investigación y la colaboración, requieren de una infraestructura de red sólida y confiable que respalde las necesidades digitales de estudiantes y docentes.

El hecho de que más de la mitad de los participantes en la encuesta recurran a sus datos móviles para mantener la conectividad dentro de sus facultades es indicativo de una desconexión entre las expectativas de los usuarios y la capacidad actual de la infraestructura de red WiFi. Este escenario subraya la necesidad imperiosa de una revisión y mejora en la cobertura y el rendimiento de la red, enfocándose no solo en el acceso, sino también en la calidad y estabilidad de la conexión. Las facultades, como epicentros del conocimiento y la innovación, deben estar equipadas con servicios que promuevan un entorno académico dinámico y digitalmente integrado.

**Pregunta 4: "¿Consideraría beneficioso el desarrollo e implementación de una infraestructura de red WiFi mejorada en áreas del campus de la UCSG actualmente identificadas con baja cobertura, asegurando así conectividad uniforme en todas las áreas universitarias?"**

**Figura 4.9.** Mejora en red Wifi



Elaborado por: Autores, 2024.

*Nota:* Datos recopilados a través de encuesta a estudiantes y docentes de la UCSG. Fuente: Google forms.

## **Análisis**

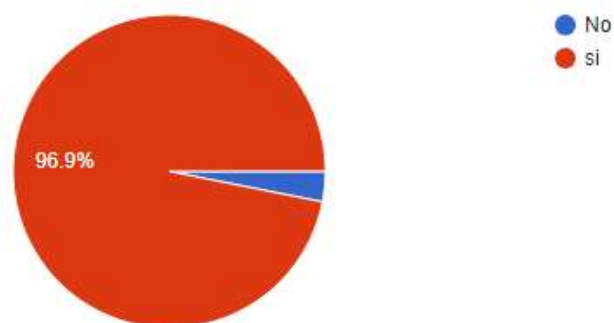
La abrumadora respuesta afirmativa de un 97% de los encuestados, que ven con buenos ojos el desarrollo e implementación de una infraestructura de red WiFi mejorada en el campus de la UCSG, refleja una clara y contundente demanda por parte de la comunidad universitaria. Esta respuesta no solo subraya la necesidad percibida de una conectividad robusta y uniforme en todas las áreas del campus, sino que también destaca la importancia que los usuarios otorgan a una infraestructura de red fiable y eficiente como soporte fundamental para sus actividades académicas, de investigación y de ocio. La alta tasa de aprobación de esta medida sugiere que la comunidad universitaria está consciente de los beneficios potenciales que una red WiFi optimizada puede aportar al entorno académico y social del campus.

La percepción de la red WiFi no solo como una herramienta de conveniencia, sino como un recurso estratégico clave para el desarrollo y la ejecución de actividades académicas, resalta la relevancia de este proyecto de titulación. La necesidad de una infraestructura de red mejorada se alinea con las expectativas de una universidad moderna, donde el acceso a información, recursos en línea y plataformas de colaboración es esencial para el éxito académico y profesional. El reconocimiento casi unánime de la importancia de mejorar la cobertura de la red WiFi refuerza la dirección y el enfoque del proyecto, validando su relevancia y urgencia.

**Pregunta 5: "¿A partir de su nivel de satisfacción con la actual infraestructura de red WiFi en la UCSG considera que debe mejorar la calidad del servicio de internet en la Universidad?"**



**Figura 4.10.** Nivel de satisfacción actual



Elaborado por: Autores

*Nota:* Datos recopilados a través de encuesta a estudiantes y docentes de la UCSG. Fuente: Google forms.

### **Análisis**

La respuesta casi unánime, con un impresionante 96.9% de los encuestados afirmando la necesidad de mejorar la calidad del servicio de internet en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, pone de manifiesto una preocupación palpable y generalizada entre la comunidad universitaria. Esta cifra no solo indica un nivel de insatisfacción significativo con la infraestructura de red WiFi existente, sino que también resalta la importancia crítica que la conectividad tiene en el ambiente académico moderno. El deseo colectivo de mejoras sustanciales en la red WiFi refleja la comprensión de que una conexión a internet confiable y de alta calidad es un pilar esencial en la educación, investigación y comunicación dentro del campus universitario.

Este claro mandato de la comunidad universitaria para elevar la calidad del servicio de internet dentro de la UCSG subraya la relevancia y la urgencia del trabajo de titulación en telecomunicaciones. El hecho de que casi la totalidad de los encuestados vea la mejora de la red WiFi como una prioridad indica que el proyecto no solo es percibido como una respuesta a un problema técnico, sino también como una iniciativa clave para enriquecer la experiencia académica y social en el campus. Esta percepción colectiva refuerza la importancia de abordar y solucionar las deficiencias de la red de manera integral, asegurando que las soluciones implementadas sean tanto efectivas como perdurables.

## 4.2 Infraestructura de red WiFi existente en el campus de la UCSG

En la figura 4.11 se detalla el plano de la Universidad en AutoCAD detallando cada uno de los puntos específicos mediante la enumeración de la misma la cual me permite identificar donde se encuentra ubicada cada facultad, y áreas verdes así el lector podrá evidenciar con facilidad lo detallado sin importar que sea miembro de la Universidad Católica de Santiago De Guayaquil.

**Figura 4.11.** Plano del campus UCSG



Elaborado por: UCSG (Google Earth, 2023)

### 4.2.1 Listado de la infraestructura de la red wifi en la UCSG

#### Topología de la Red:

Como se detalló en los anexos en la imagen 3, 4 y 7, para la misma se buscó los nombre de los equipos con ayuda del Ing. Bayardo Bohórquez director de carrera mediante una carta que se encuentra en los anexos, también información en la controladora virtual. La red sigue una topología en estrella, con un controlador centralizado que gestiona todos los puntos de acceso en el campus.

#### Puntos de Acceso Actuales:

- **Facultad Arquitectura y Diseño:** 4 puntos de acceso
- **Facultad Ingeniera Civil y Sistemas:** 5 puntos de acceso
- **Aula Magna:** 2 puntos de acceso.
- **Federación de Estudiantes:** 3 puntos de acceso
- **Edificio Principal Administrativo:** 20 puntos de acceso.

- **Facultad de Artes y Humanidades:** 5 puntos de acceso.
- **Facultad de Jurisprudencia:** 6 puntos de acceso.
- **Biblioteca General:** 3 puntos de acceso.
- **Centro de Desarrollo Tecnológico:** 4 puntos de acceso.
- **Facultad de Especialidades Empresariales:** 10 puntos de acceso.
- **Banco Pichincha:** 1 punto de acceso.
- **Facultad Técnica para el Desarrollo:** 5 puntos de acceso.
- **Edificio de Radio y Televisión:** 5 puntos de acceso.
- **Facultad de Filosofía:** 6 puntos de Acceso.
- **Facultad de Ciencias Médicas:** 15 puntos de acceso.

#### **Frecuencias y Canales:**

Utiliza las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz.

Canales: 2.4 GHz (1, 6, 11), 5 GHz (canales no superpuestos).

#### **Ancho de Banda y Velocidades de Transmisión:**

Ancho de banda: 100 Mbps

Velocidades de transmisión: Hasta 300 Mbps en 2.4 GHz, hasta 867 Mbps en 5 GHz.

#### **Seguridad de la Red:**

Utiliza WPA2 con cifrado AES.

Políticas de acceso basadas en credenciales institucionales.

#### **Cantidad de Usuarios Concurrentes:**

Pico de 100 a 200 usuarios simultáneos en horarios de mayor demanda.

#### **Capacidad de la Red:**

La capacidad actual se mantiene, pero se prevé un aumento del 20% en la demanda en el próximo año académico.

#### **Cobertura Actual:**

Buena cobertura en edificios, pero áreas verdes y zonas de parqueo y algunas aulas periféricas tienen baja cobertura.

### **Equipos de Red y Configuraciones:**

- **Controlador de red:** RUCKUS SMARTHZONE HIGH SCALE
- **Marca de Equipos:** Ruckus.
- **Modelos usados actualmente:** Zoneflex r230, r210, r300, r310, r500, r510, r550, r600, r610, t710, t750.
- **Switches:** Cisco Catalyst 9200 de 16/ 24 /48 puertos.
- **Otros Switches:** TP-LINK.
- Configuraciones específicas de roaming y balanceo de carga.

### **Router**

- Marca: Cisco
- Modelo: Cisco ISR 4000 Series
- Router modular de alto rendimiento, capacidad para gestionar múltiples enlaces de Internet, servicios avanzados de enrutamiento y seguridad.

### **Firewalls:**

Marca: Palo Alto Networks

Modelo: Palo Alto Networks PA-3020

### **Servidores de Autenticación:**

- Marca: Microsoft
- Modelo: Windows Server NPS (Network Policy Server)
- Servidor RADIUS para autenticación WPA2-Enterprise, integración con el directorio activo.

### **Sistema de Gestión de Red (NMS):**

- SolarWinds / Modelo Network Performance Monitor (NPM)
- Monitoreo integral de la red, alertas personalizadas, gestión de configuraciones y análisis de tráfico.

La descripción detallada de la estructura de la red inalámbrica de la Universidad proporciona una visión clara de su funcionamiento actual y sus

capacidades. La topología en estrella, con un controlador centralizado, permite una gestión eficiente de todos los puntos de acceso distribuidos por el campus. Este enfoque centralizado facilita la administración y el monitoreo de la red, asegurando un desempeño óptimo en todo momento.

Los puntos de acceso están distribuidos estratégicamente en diferentes edificios y áreas clave del campus para garantizar una cobertura adecuada. Desde las facultades hasta áreas comunes como la biblioteca y la federación de estudiantes, cada lugar está equipado con un número específico de puntos de acceso para satisfacer las demandas de conectividad de los usuarios.

En términos de frecuencias y canales, la red hace uso de las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz, aprovechando los canales no superpuestos para minimizar las interferencias. Esta configuración permite una transmisión de datos eficiente y una conectividad estable para los usuarios.

La seguridad de la red es una prioridad, con la implementación de estándares robustos como WPA2 con cifrado AES y políticas de acceso basadas en credenciales institucionales. Estas medidas garantizan la protección de los datos y la privacidad de los usuarios, incluso en entornos de alta demanda como el campus universitario.

En cuanto a la capacidad de la red, aunque actualmente se mantiene, se prevé un aumento del 20% en la demanda en el próximo año académico. Esto subraya la importancia de realizar ajustes y mejoras continuas para mantener un rendimiento óptimo en todo momento.

La cobertura actual de la red es buena en los edificios, pero se identifican áreas de mejora en espacios verdes, zonas de parqueo y algunas aulas periféricas que presentan baja cobertura. Estos son los puntos críticos que deben abordarse para garantizar una experiencia de usuario uniforme en todo el campus.

En términos de equipos de red y configuraciones, se utilizan dispositivos de marcas reconocidas como Ruckus para puntos de acceso y Cisco para switches y routers. Estos equipos están respaldados por configuraciones específicas de roaming y balanceo de carga para optimizar el rendimiento y la eficiencia de la red.

Además, se cuenta con firewalls de Palo Alto Networks para garantizar una protección adicional contra amenazas externas, y servidores de autenticación de Microsoft para gestionar el acceso a la red de manera segura.

Finalmente, el sistema de gestión de red (NMS) de SolarWinds proporciona herramientas integrales para monitorear, administrar y analizar el rendimiento de la red en tiempo real. Esto permite una respuesta rápida ante cualquier problema y una optimización continua del sistema para satisfacer las necesidades cambiantes de los usuarios.

### **4.3 Áreas del campus donde la cobertura de red Wifi es deficiente.**

Los resultados del proyecto revelan varias falencias significativas en la estructura de la red inalámbrica de la Universidad. A partir de las simulaciones realizadas utilizando las ubicaciones de los puntos de acceso proporcionadas por el área de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) de la institución, se han identificado errores importantes en el diseño de la red, lo que ha llevado a la falta de cobertura en áreas críticas del campus. Estas deficiencias son evidentes en las ilustraciones que comparan el diseño actual de la red con el diseño propuesto, donde se resaltan en azul las zonas con baja o nula cobertura.

En el edificio de Facultad de Arquitectura y Diseño, se observa que el diseño actual de la red no cubre adecuadamente ciertos pisos, lo que resulta en la propuesta de aumentar el número de puntos de acceso para mejorar la cobertura. Similarmente, en el edificio Principal Administrativo, se requiere un aumento en la cantidad de puntos de acceso para cubrir áreas donde la señal es deficiente, como se evidencia en las simulaciones comparativas.

Otro aspecto problemático es la imposibilidad de generar mapas precisos para el edificio de Arcos debido a conflictos en la escalación de la estructura física y la simulación de la atenuación, lo que dificulta la planificación efectiva de la red en esta área importante del campus. Esto destaca la necesidad de abordar los desafíos técnicos y logísticos para garantizar una cobertura adecuada en todas las instalaciones universitarias.

En general, en los anexos la imagen 5 y 6 detallan imágenes de cómo se ejecutaba la medición de la intensidad de la señal se identifican falencias en la distribución y cantidad de puntos de acceso en varios edificios, lo que

resulta en áreas con poca o nula cobertura. Esto afecta negativamente la experiencia de los usuarios y la eficiencia de la red en áreas críticas como aulas, auditorios y áreas comunes. Para abordar estas deficiencias, es necesario revisar y ajustar el diseño de la red, aumentando la cantidad de puntos de acceso y optimizando su ubicación para garantizar una cobertura uniforme y una conectividad confiable en todo el campus.

#### 4.4 Determinación de los Puntos de Acceso necesarios para Mejorar la Cobertura

A continuación, en la tabla 3.3, se presenta una tabla detallada de las falencias encontradas en la Universidad Católica Santiago de Guayaquil (UCSG) basadas en los datos de los resultados:

**Tabla 3.3** Puntos de acceso (cobertura)

<b>Edificio/ Piso</b>	<b>Falencias encontradas</b>
Edificio Facultad de Arquitectura	
Primer Piso	La red inalámbrica actual con 5 puntos de acceso (AP) no cubre completamente las zonas del piso. Se propone aumentar a 7 AP para optimizar la cobertura.
Segundo Piso	La red actual de 5 AP no proporciona cobertura adecuada en ciertas áreas. Se sugiere aumentar a 7 AP para mejorar la cobertura.
Tercer Piso	El diseño actual de la red con 4 AP no cubre adecuadamente ciertas áreas del piso. Se propone aumentar a 9 AP para garantizar una cobertura total.
Cuarto Piso	Se detecta la falta de cobertura en el auditorio del cuarto piso. Se sugiere la instalación de 1 AP para abordar esta deficiencia.
Edificio Facultad de Jurisprudencia	
Primer Piso	La red actual no cubre completamente las áreas señaladas con rectángulos azules. Se propone aumentar la cantidad de AP para mejorar la cobertura.

<b>Edificio/ Piso</b>	<b>Falencias encontradas</b>
Segundo Piso	Se requiere aumentar la cantidad de AP de 1 a 5 para optimizar la cobertura en áreas con señal débil o nula.
Tercer Piso	Se propone aumentar la cantidad de AP de 2 a 4 para mejorar la cobertura en áreas específicas, como las aulas de clases.
Cuarto Piso	Se sugiere aumentar la cantidad de AP de 2 a 5 para mejorar la cobertura en ciertas zonas del piso.
Quinto Piso	La red actual con 1 AP no proporciona una cobertura adecuada, especialmente en la segunda planta de la biblioteca. Se propone aumentar a 3 AP para garantizar una cobertura suficiente.
Edificio Facultad de Especialidades Empresariales	
Primer Piso	Se sugiere aumentar la cantidad de AP de 2 a 3 para optimizar la cobertura en áreas con señal débil o nula.
Segundo Piso	La red actual de 3 AP no proporciona una cobertura adecuada en ciertas áreas. Se propone mantener la cantidad de AP y ajustar su ubicación para mejorar la cobertura.
Tercer Piso	Se propone aumentar la cantidad de AP de 2 a 5 para optimizar la cobertura en áreas con señal débil o nula.
Cuarto Piso	Se sugiere aumentar la cantidad de AP de 3 a 6 para mejorar la cobertura, especialmente en áreas afectadas por la atenuación de la estructura física.
Quinto Piso	Se recomienda aumentar la cantidad de AP de 5 a 7 para garantizar una cobertura adecuada en áreas afectadas por la atenuación de la estructura física.
Sexto Piso	Se propone aumentar la cantidad de AP de 1 a 4 para mejorar la cobertura en áreas con señal débil o nula.



<b>Edificio/ Piso</b>	<b>Falencias encontradas</b>
Edificio Facultad de Ciencias Médicas	
Primer Piso	Se sugiere ajustar la ubicación de los AP para mejorar la cobertura y el alcance de la red inalámbrica.
Segundo Piso	Se propone instalar 2 AP para optimizar la cobertura en áreas con señal débil o nula.
Tercer Piso	Se recomienda aumentar la cantidad de AP de 2 a 3 para mejorar la cobertura en áreas con señal débil o nula

Elaborado por: Autores, 2024.

#### **4.5 Identificar las necesidades y requerimientos de los usuarios en el campus de la UCSG mediante una encuesta usando el software Ekahau HeatMapper**

##### **4.5.1 Análisis de la red.**

Tomando en consideración el análisis que se efectuó a través del Software Ekahau y con el propósito de demostrar más detalladamente los errores que evidencia la red inalámbrica de la Universidad, se efectúan pruebas en cada uno de los pisos de edificios que se encuentran en la Central de la Universidad y se eligen los puntos más críticos (en la cual la señal es escasa o nula)

##### **4.5.2 Diseño propuesto de la red inalámbrica de la UCSG.**

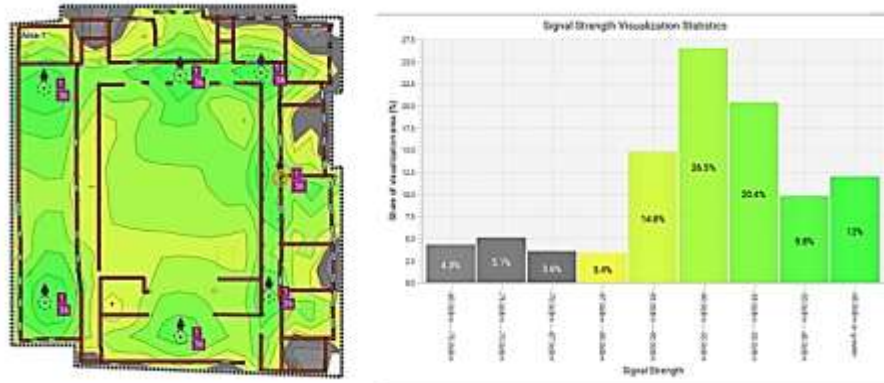
Para efectuar la propuesta de la red inalámbrica, se efectuó un análisis de los sitios en la Universidad en la cual había poca o nula cobertura (tomando en consideración las simulaciones que se efectuaron con la cantidad de AP y su localización, brindado por el departamento de las TICs de la Universidad). De este punto se efectúa una estimación de los sitios que tienen que estar localizados y si se requiere añadir más de aquellos. Se evidencian a continuación las simulaciones de los edificios y de los pisos que lo constituyen.

## 4.6 Topología de red WI-FI que sea Eficiente y Escalable

### Edificio Facultad De Arquitectura y Diseño

#### Primer Piso

Figura 4.12. Diseño de Facultad de Arquitectura y Diseño (Primer Piso)

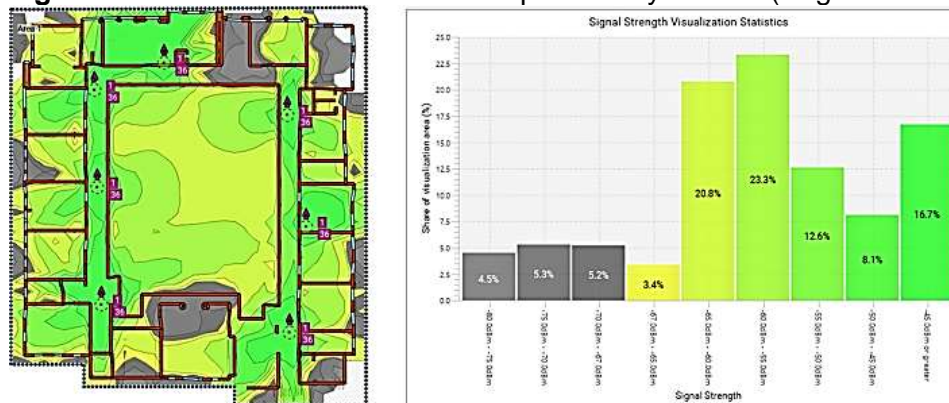


Elaborado por: Autores, 2024.

En la figura 4.12 se está tomando en consideración la información brindada por el departamento de las TICs de la Universidad y con el objetivo de optimizar la cobertura de este piso, se localizan de forma estratégica 7 AP a diferencia de los 5 que están localizados en la actual red. Se evidencia una gran mejoría en la cobertura de las áreas en las cuales la red no cubría en su totalidad

#### Segundo Piso

Figura 4.13. Diseño de Facultad de Arquitectura y Diseño (Segundo Piso)



Elaborado por: Autores, 2024.

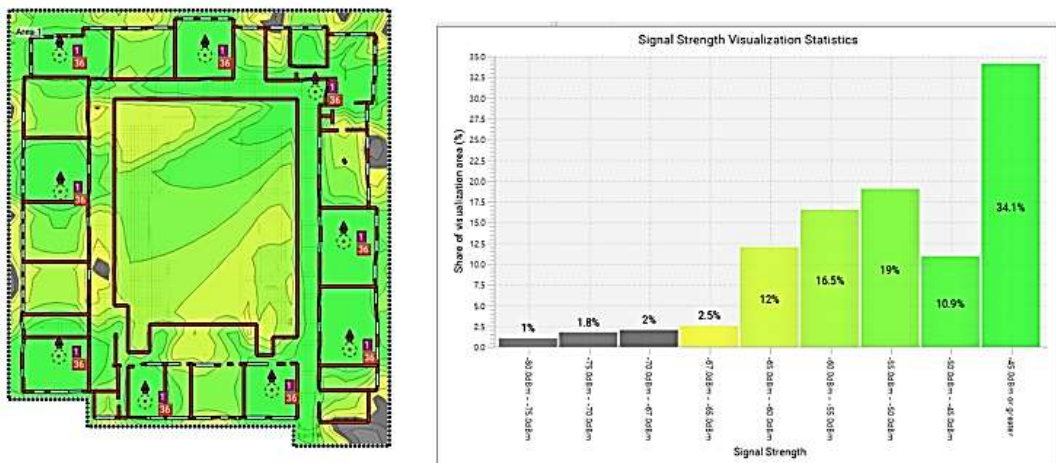
En la figura 4.13 se plantea en el segundo piso del edificio de la facultad de arquitectura y diseño, se usan 7 AP (a diferencia de los 4 puntos de acceso que en la actualidad están, como se denota en la figura). Debido a la información brindada por la TIC y al puntualizar el estado actual de la red, se

localizan de forma estratégica los 7 AP con el objetivo de optimizar la cobertura y el alcance de una red inalámbrica (el diseño que se plantea se evidencia en la figura 4.13)

### **Tercer Piso**

En la figura 4.14 se plantea un diseño para el tercer piso del Edificio de la Facultad de arquitectura y diseño la cual tiene 7 AP (cuando se revisa la información brindada por las TICs y la simulación de la red actual, se localizan los puntos de acceso con el objetivo de optimizar la cobertura y el alcance a sitios en lo cual no llegaba). En la figura 4.14 se pueden denotar las mejoras con este diseño.

**Figura 4.14.** Diseño de Facultad de Arquitectura y Diseño (Tercer Piso)

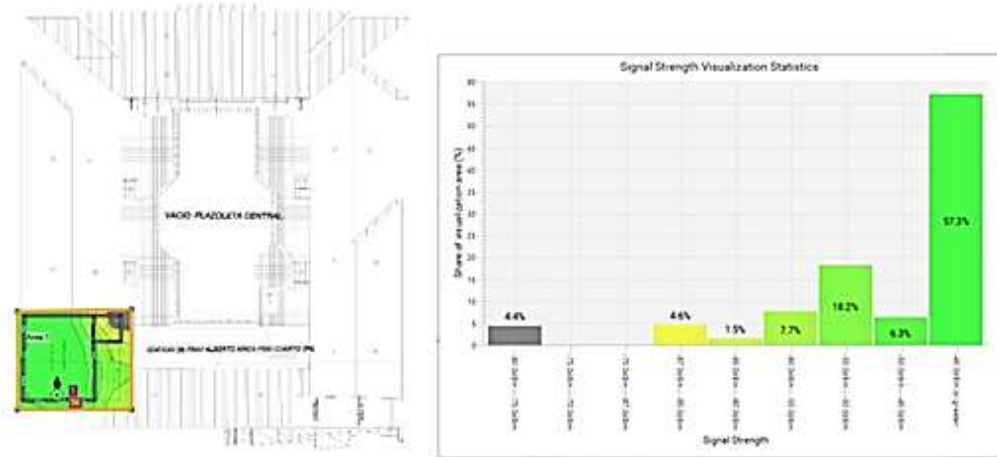


Elaborado por: Autores, 2024.

Diseño propuesto para el tercer piso del edificio A (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

## Cuarto Piso

Figura 4.15. Diseño de Facultad de Arquitectura y Diseño (Cuarto Piso)



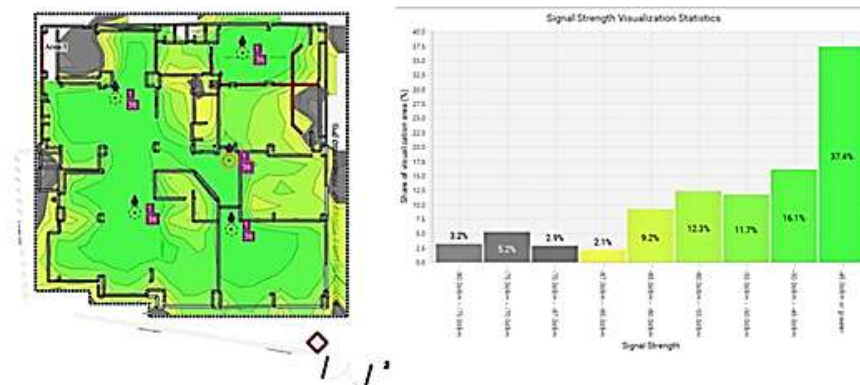
Elaborado por: Autores, 2024.

En el cuarto piso del edificio facultad de arquitectura y diseño se localiza 1 AP en el auditorio, dado a que en este sitio en la actualidad no tiene un punto de acceso de la red inalámbrica de la Universidad (tomando en consideración la información que se brinda por el área de las TICs de la Universidad). Son evidentes las mejoras de coberturas en esta área (ver figura 4.15) dado a que pasa de no tener cobertura a tener totalmente.

## Edificio Facultad de Jurisprudencia

### Primer Piso

Figura 4.16. Diseño de Facultad de Jurisprudencia (Primer Piso)



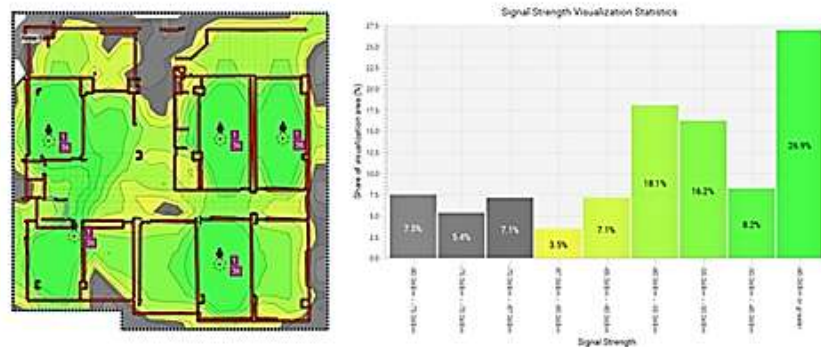
Elaborado por: Autores, 2024.

Tomando en consideración los resultados conseguidos por el software al localizar los AP en la localización brindada por el área de las TICs de la Universidad, se efectuó la ubicación de estos con el objetivo que la cobertura del mencionado piso mejore, conseguidos los resultados que se visualizan en la figura, la cual pasa de 2 Access Point a 5, optimizando el alcance hasta los salones que están en este piso y los auditorios, así como se observa en la figura 4.16.

### **Segundo Piso**

En la figura 4.17 se visualiza el edificio de la facultad de jurisprudencia, en el segundo piso, se localización 5 Access Point con el objetivo de brindar cobertura a las aulas de clases que se localizan en el mismo, optimizando el alcance y la navegación de la red inalámbrica.

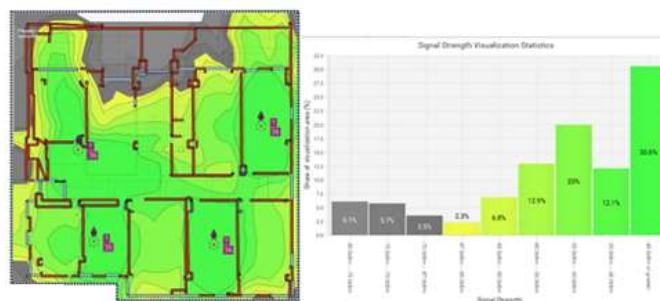
**Figura 4.17.** Diseño de Facultad de Jurisprudencia (Segundo Piso)



Elaborado por: Autores, 2024.

### **Tercer Piso**

**Figura 4.18.** Diseño de Facultad de Jurisprudencia (Tercer Piso)



Elaborado por: Autores, 2024.

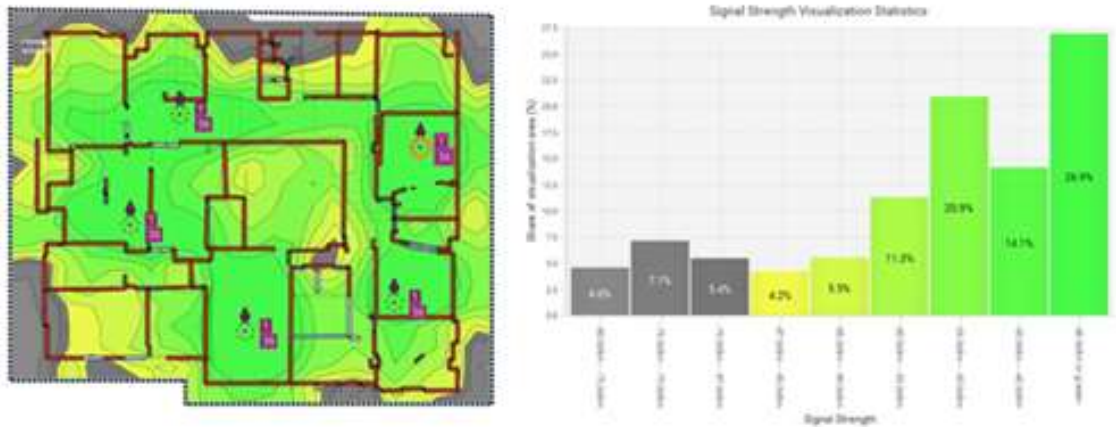
Diseño propuesto para el tercer piso del edificio B (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

En el tercer piso del edificio principal administrativo, se planteó poner 4 Access Point, para optimizar la cobertura de la Red Inalámbrica, dado a que ciertos salones no tenían la cobertura que se requiere (visualizar la figura 4.18). Al poner esta cantidad y localizarlos en los sitios estratégicos evidenciados en la figura, se evidencia una mejora grande en la cobertura de esta.

### **Cuarto Piso**

En la figura 4.19 se detalla el se detalla el cuarto piso facultad de jurisprudencia mediante el software.

**Figura 4.19.** Diseño de Facultad de Jurisprudencia (Cuarto Piso)



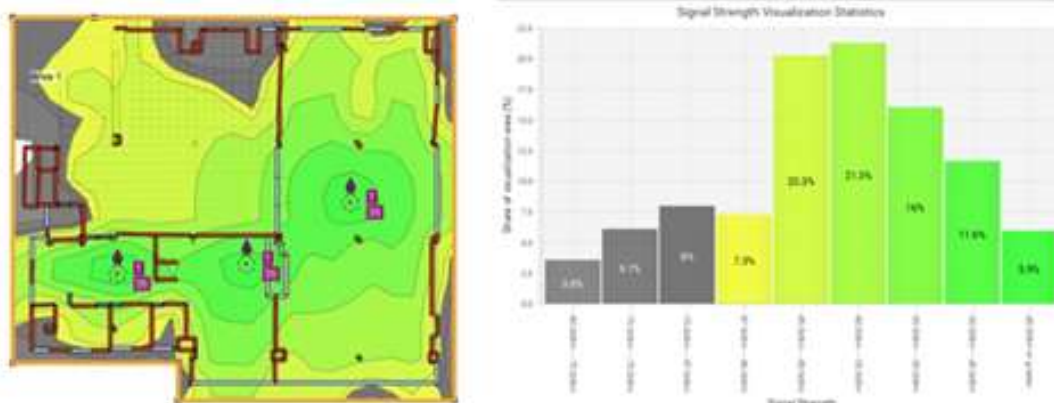
Elaborado por: Autores, 2024.

Diseño propuesto para el tercer piso del edificio B (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

En el cuarto piso, se efectuó una simulación con 5 Access Point y brindar cobertura a las oficinas y espacios que están en este lugar. Al visualizar la simulación con los mencionados Access Point que están en la actualidad en este piso se evidencia una modificación ante la propuesta simulación dado a que se está solucionando en una gran parte la cobertura de la señal, misma que con la anterior cobertura presentaba falencias.

## Quinto Piso

Figura 4.20. Diseño de Facultad de Jurisprudencia (Quinto Piso)



Elaborado por: Autores, 2024.

Diseño propuesto para el tercer piso del edificio B (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

En la figura 4.20 se añadieron dos Access Point a la planteada propuesta, como se denota en la figura. Se visualiza una evidente mejoría en la cobertura de este piso ante la simulación de la figura, debido a que no brinda cobertura a los espacios relevantes de la primera planta de la biblioteca, localizada en este piso.

## Edificio Facultad De Especialidades Empresariales

### Primer Piso

En lo que concierne a la figura 4.21 se evidencia una mejora en lo que respecta a la cobertura cuando se añade 1 Access Point a la planteada simulación y localizarlos en sitios estratégicos, aquello es con el objetivo que el radio de alcance de cada uno de estos sea mejor en gran parte de los espacios que conforman este piso.

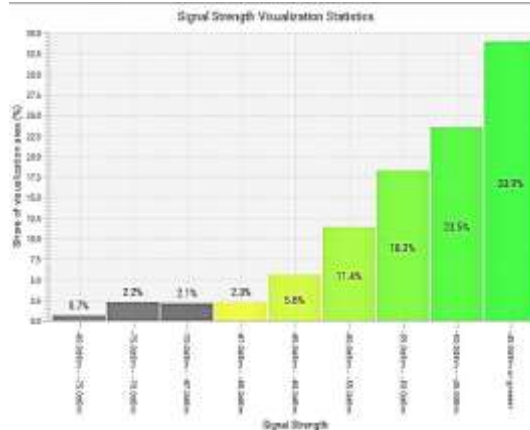
**Figura 4.21.** Diseño de Facultad de Especialidades Empresariales (Primer Piso)



Elaborado por: Autores, 2024.

En la figura 4.22 se detalla la intensidad de la señal mediante el software.

**Figura 4.22.** Gráfico de Intensidad de Señal de FEE (Primer Piso)



Elaborado por: Autores, 2024.

## **Segundo Piso**

En el edificio Facultad de especialidades empresariales, en su segundo piso se efectúa una simulación con el 5 Access Point visualizando una mejoría ante la figura 4.23, misma que evidencia como está la red inalámbrica en la actualidad. Al incrementar la cantidad de AP, se evidencia que el alcance de la red se va mejorando de forma considerable, consecuentemente a ello, mejora el alcance de la señal de AP y será más fluida la navegación por internet.

En la figura 4.24 se detalla la intensidad de la señal mediante el software.

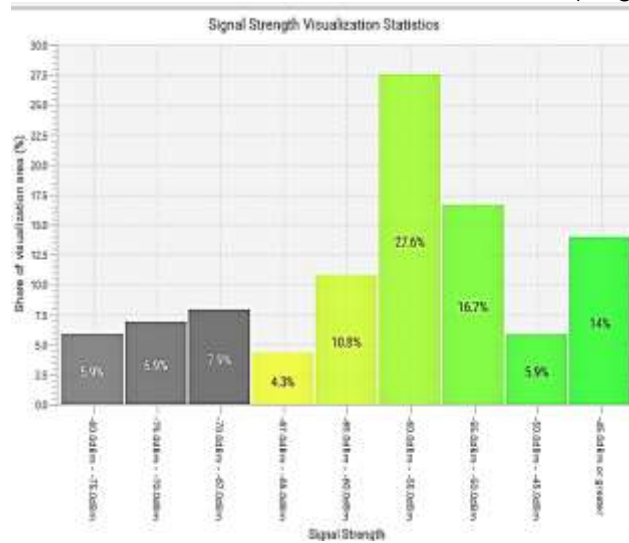


**Figura 4.23.** Diseño de Facultad de Especialidades Empresariales (Segundo Piso)



Elaborado por: Autores, 2024.

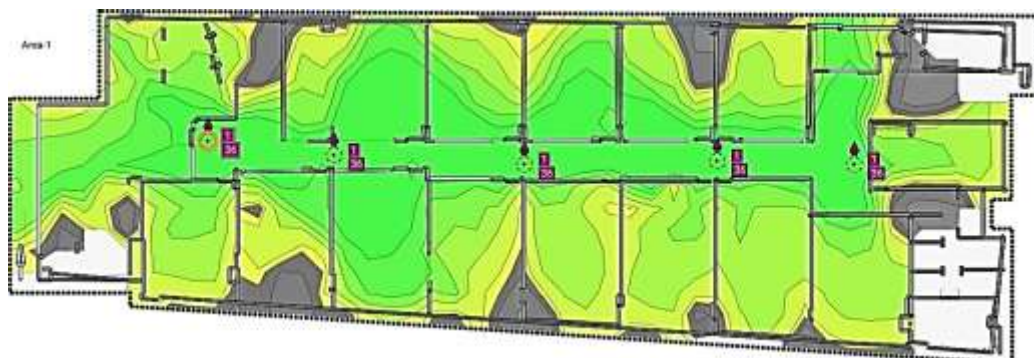
**Figura 4.24.** Gráfico de Intensidad de Señal de FEE (Segundo Piso)



Elaborado por: Autores, 2024.

### **Tercer Piso**

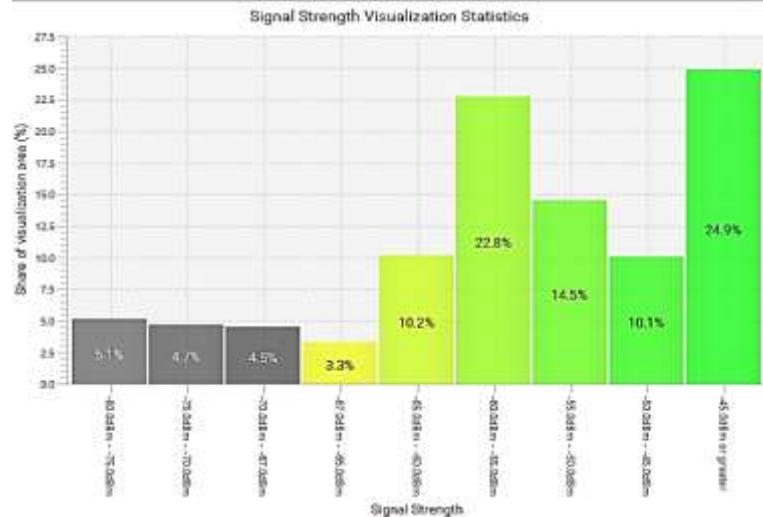
**Figura 4.25.** Diseño de Facultad de Especialidades Empresariales (Tercer Piso)



Elaborado por: Autores, 2024.

En la figura 4.26 se detalla la intensidad de la señal mediante el software.

**Figura 4.26.** Gráfico de Intensidad de Señal de FEE (Tercer Piso)



Elaborado por: Autores, 2024.

En el edificio Facultad de especialidades empresariales, se añadieron 6 access Point, tomando en consideración las atenuaciones que la estructura crea. Al localizarlos de la forma que se visualiza en la figura, se ve una optimización en la cobertura y el alcance de cada Access Point, ante la que se encuentra implementada en la actualidad en este piso (figura 4.25)

### **Cuarto Piso**

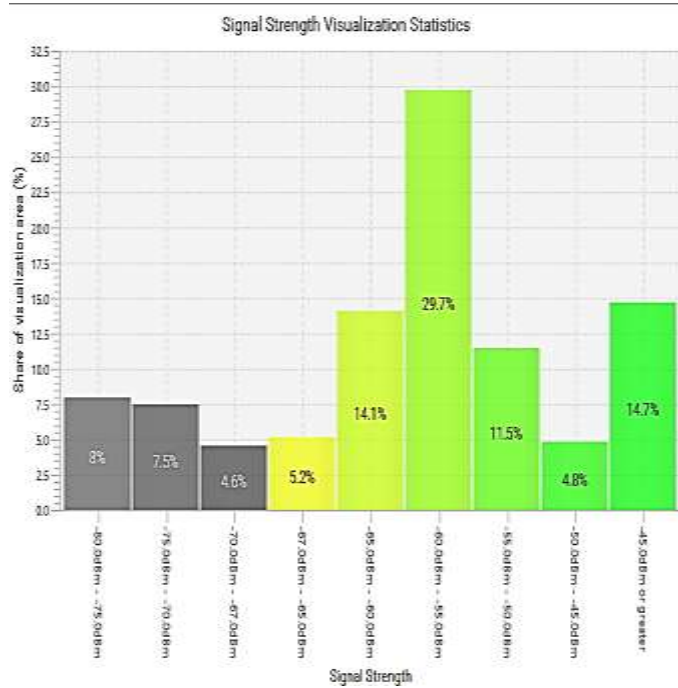
**Figura 4.27.** Diseño de Facultad de Especialidades Empresariales (Cuarto Piso)



Elaborado por: Autores, 2024.

En la figura 4.28 se detalla la intensidad de la señal mediante el software, lo que permite evidenciar un gran porcentaje en un diagrama de barras de la eficiencia de la conectividad del internet, para que exista satisfacción completa por parte del usuario.

**Figura 4.28.** Gráfico de Intensidad de Señal de FEE (Cuarto Piso)



Elaborado por: Autores, 2024.

Tomando en consideración la simulación efectuada con la información brindada por el área de las TICs en la Universidad se planteó la cantidad Access Point y localización como se evidencia en la figura 4.27, lo que da como resultado una optimización en lo que respecta a la cobertura y el alcance de los sitios en los que no existía la cobertura.

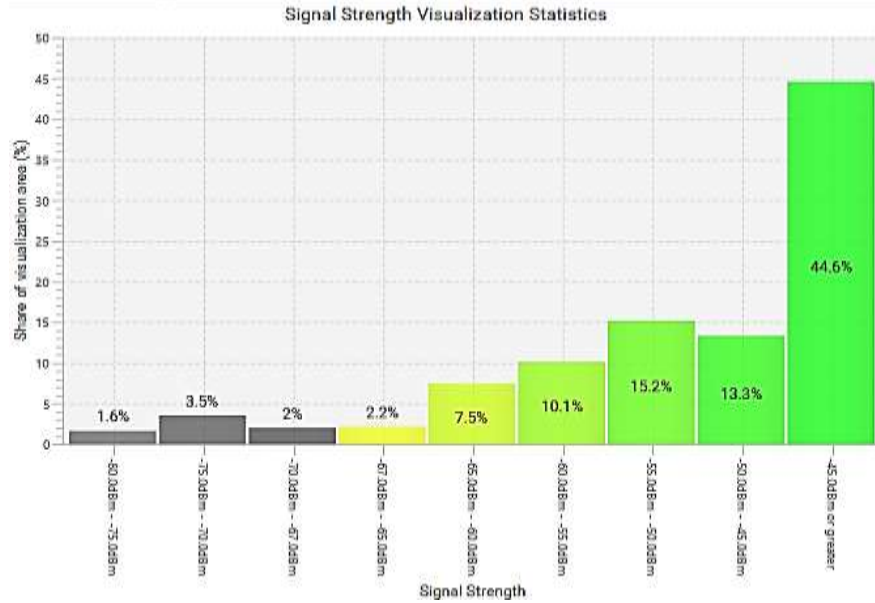
### **Quinto Piso**

**Figura 4.29.** Diseño de Facultad de Especialidades Empresariales (Quinto Piso)



Elaborado por: Autores, 2024.

**Figura 4.30.** Gráfico de Intensidad de Señal de FEE (Quinto Piso)

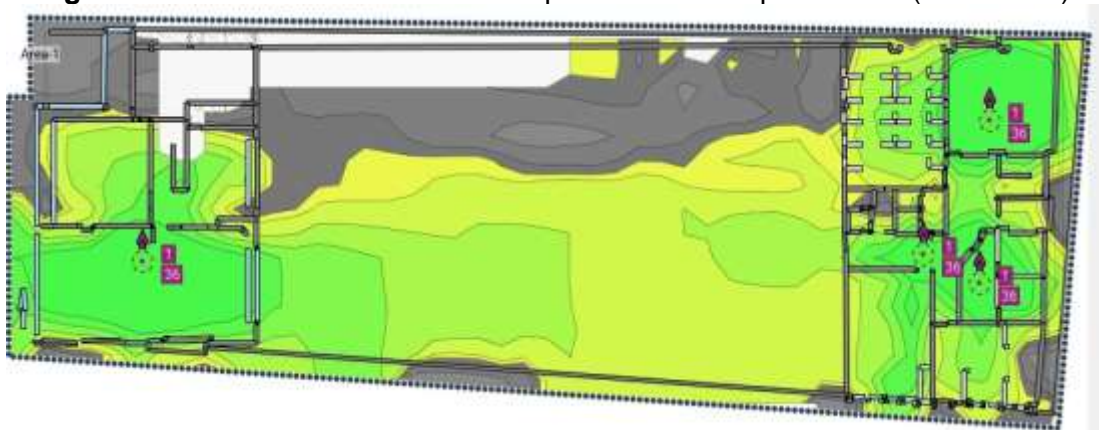


Elaborado por: Autores, 2024.

En lo que respecta a este piso esta simulación a la red inalámbrica en la actualidad, se plantean 7 Access Point, localizados de manera estratégica como se visualiza en la figura 4.29, como resultado se va a obtener una optimización en lo que concierne a las oficinas que están en este piso. En la figura 4.30 se detalla la intensidad de la señal mediante el software.

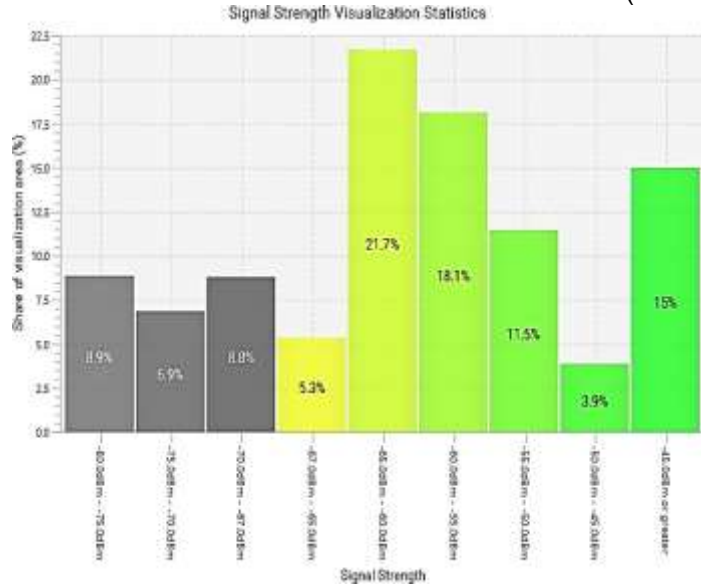
### Sexto Piso

**Figura 4.31.** Diseño de Facultad de Especialidades Empresariales (Sexto Piso)



Elaborado por: Autores, 2024.

**Figura 4.32.** Gráfico de Intensidad de Señal de FEE (Sexto Piso)



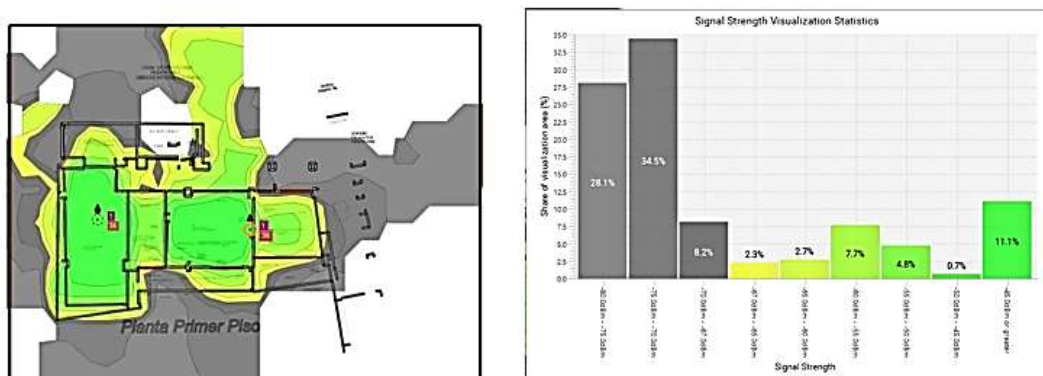
Elaborado por: Autores, 2024.

En el edificio Facultad de especialidades empresariales, se incrementa la cantidad de AP y se localizan de la manera en la que se evidencia en la figura, visualizando una gran optimización en el alcance y a la cobertura de los Access Point, ante la actual localización, que se evidencia a la simulación del actual estado de la red en esta área de la figura 4.31. En la figura 4.32 se detalla la intensidad de la señal mediante el software.

### Edificio Facultad De Ciencias Médicas

#### Primer Piso

**Figura 4.33.** Diseño de Facultad de Ciencias Médicas (Primer Piso)



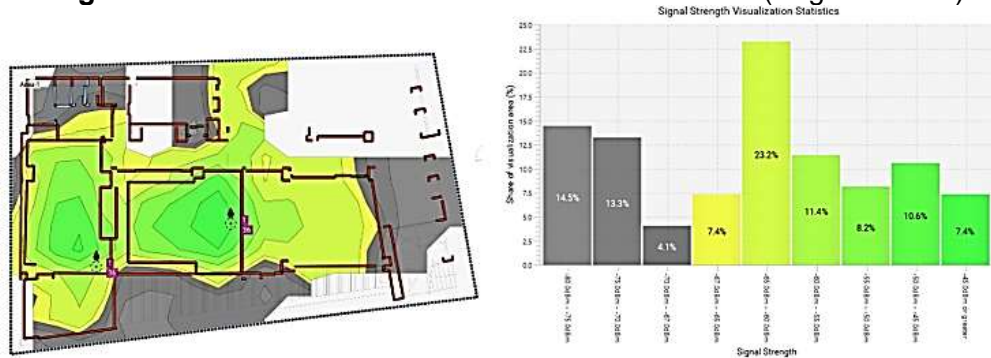
Elaborado por: Autores, 2024.

Diseño propuesto para el primer piso del edificio F (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

Para el edificio Facultad de ciencias médicas en el primer piso, se plantea el diseño que se evidencia en la figura 4.33, la misma que tiene 2 AP localizados de tal manera que la estructura y la atenuación de esta, no infiere en la cobertura de las zonas que constituyen este piso.

### Segundo Piso

**Figura 4.34.** Diseño de Facultad de Ciencias Médicas (Segundo Piso)

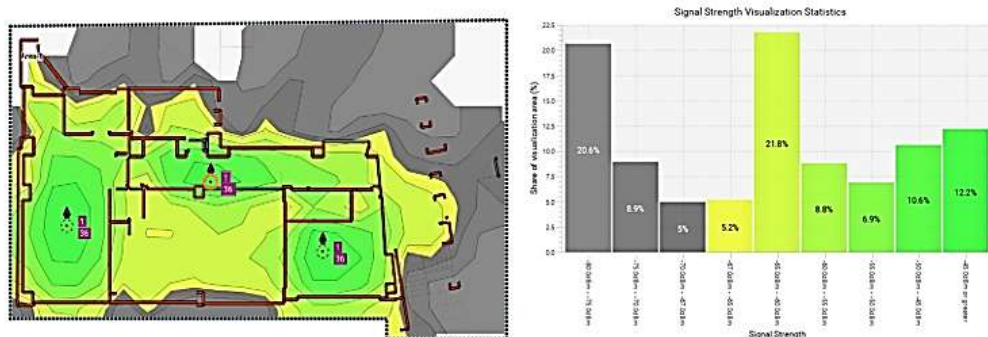


Elaborado por: Autores, 2024.

En la figura 4.34, se evidencia el edificio Facultad de ciencias médicas en el segundo piso, se efectuó un diseño con los dos Access Point, localizados de tal manera que la atenuación creada por la estructura no pueda afectar el alcance de los mismos. Se denota una optimización en lo que respecta al alcance de los Access Point (diferente al alcance que creaba un solo AP) esto quiere decir que se consigue una ganancia en lo que concierne a la cobertura.

### Tercer Piso

**Figura 4.35.** Diseño de Facultad de Ciencias Médicas (Tercer Piso)



Elaborado por: Autores, 2024.

Enfocada en el tercer piso de este edificio así mismo como en el segundo piso, se incrementa la cantidad de Access Point con el objetivo de

optimizar la cobertura de la red inalámbrica (en este, se incrementó de 1 a 3 AP). Cuando se compara la figura (actual localización del Access Point del piso) ante la figura (diseño planteado) se denota una optimización en la cobertura y en el alcance de la red inalámbrica, como se observa en la figura 4.35.

### Resultados del proyecto, falencias encontradas

Tomando en consideración las simulaciones efectuadas con las localizaciones de cada uno de las AP, brindadas por el área del TIC de la Universidad y las simulaciones que se plantea, se denotan grandes errores en el diseño de la red inalámbrica, posibilitando que en sitios relevantes de esta sede no haya cobertura, evidenciados en cada una de las ilustraciones que anteriormente se enumeran por piso (los sitios en los que existe poca o baja cobertura, se destacan con un cuadro azul, en cada ilustración). Por otro lado, los mapas que nos brinda el departamento de las TICs de la Universidad se denotan que para el edificio de Arcos (Edificio Facultad de Arquitectura y Diseño) dichos mapas no se pueden laborar por el software Ekahau dado al conflicto que había era en el momento de la escalación de la estructura física y simulando la atenuación, de tal manera que se pueda efectuar la propuesta.

***Se evidencia a continuación la comparación entre las simulaciones de la actual red ante el diseño que se plantea:***

#### EDIFICIO FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

Figura 4.36. Comparación de Diseño Existente y Futuro (Edificio #1)



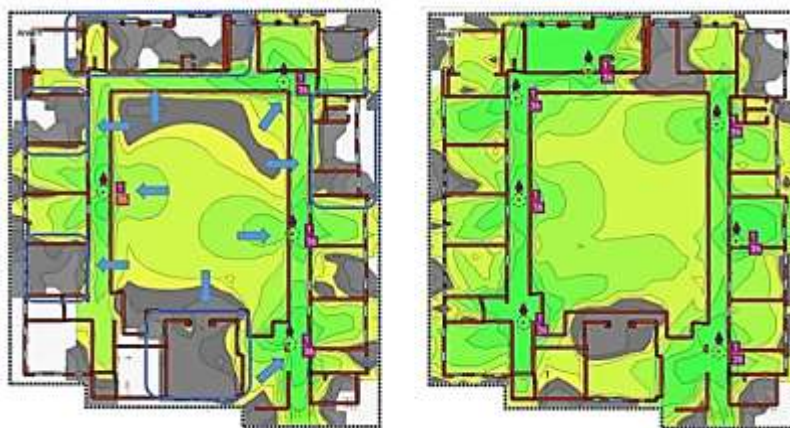
Elaborado por: Autores, 2024.

Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el primer piso del A.

Se evidencia en la figura 4.36, se denota la simulación de la red inalámbrica que en la actualizada está aplicada en este piso (izquierda) y el diseño que se plantea para el piso en mención (derecha). Se evidencia que con los 5 AP que tiene en la actualidad la red, no se cumple en su totalidad las zonas de este piso. Por este motivo, se incrementa la cantidad de puntos de acceso a el número 7, con el objetivo de optimizar la cobertura y el alcance de la red inalámbrica.

### **SEGUNDO PISO**

**Figura 4.37.** Comparación de FAD Segundo Piso (Edificio #1)



Elaborado por: Autores, 2024.

En el segundo piso del edificio de Facultad de Arquitectura y Diseño, se plantea un diseño de 7AP (a diferencia de 5 AP) que estañen la actualidad en este piso. Cabe indicar que varias de las mejoras en lo que concierne a la cobertura y el alcance de la red, dado a que, al visualizar la figura de la parte izquierda, se han denotado sitios en la cual la cobertura era nula o era poca y con el diseño planteado, se optimiza de forma notable (figura 4.37, parte derecha).

### **TERCER PISO**

En la figura 4.38 en el tercer piso del edificio de Facultad de Arquitectura y Diseño, se plantea un diseño el mismo que tiene un 9 AP, comparación del diseño que en la actualidad está implementado la cual tiene un 4 AP. En la figura se evidencian los cambios que se crean en la red al



incrementar los puntos de acceso y localizarlos de tal manera que este piso tenga la total cobertura.

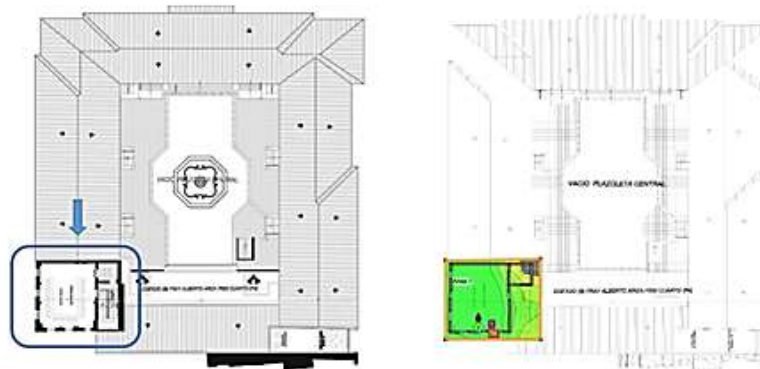
**Figura 4.38.** Comparación de FAD Tercer Piso (Edificio #1)



Elaborado por: Autores, 2024.

## **CUARTO PISO**

**Figura 4.39.** Comparación de FAD Cuarto Piso (Edificio #1)



Elaborado por: Autores, 2024.

En el cuarto piso del edificio de Facultad de Arquitectura y Diseño, se debe tomar en consideración que no se tenían puntos de accesos para el auditorio, único sitio a cubrir en esta área. Y, tomando en consideración que este auditorio se lo usa para que se dicten clases y charlas, se localiza 1 AP para tener la total cobertura en esta área. En la figura 4.39 se denotan que se pasa de no tener cobertura en esta área a estar totalmente

## EDIFICIO FACULTAD DE JURISPRUDENCIA

### PRIMER PISO

Figura 4.40. Comparación de Diseño Existente y Futuro JCSP (Edificio #11)

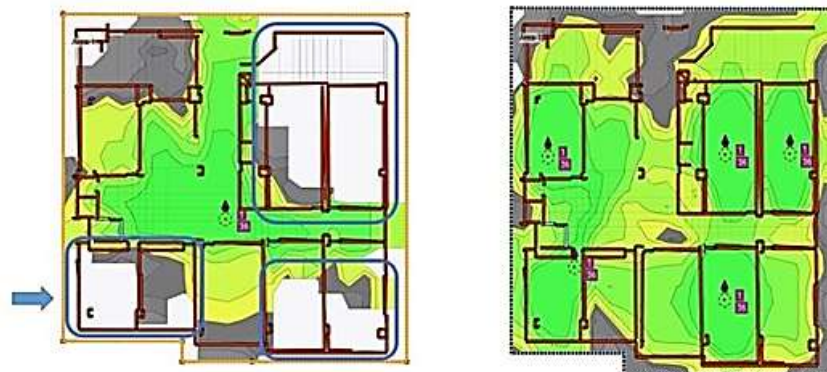


Elaborado por: Autores, 2024.

Se evidencia en la figura 4.40 la simulación de la red inalámbrica que se encuentra implementada en la actualidad y la simulación planteada. Para que se cubran los sitios resaltados por los rectángulos azules, se requiere incrementar la cantidad de AP en esta área y localizarlos de tal forma que la cobertura incremente y proporcione una mejoría.

### SEGUNDO PISO

Figura 4.41. Comparación de JCSP Segundo Piso (Edificio #11)



Elaborado por: Autores, 2024.

En la figura 4.41, se evidencia la optimización dentro de la cobertura al incrementar la cantidad de AP de 1 a 5, llegando a áreas en la cual la señal no existía, se denotan los sitios marcados con un rectángulo azul. Al localizarlos de tal forma en la observación la figura, se previene que gran parte de la atenuación que crea la estructura obstaculice la radio de la señal

## TERCER PISO

Figura 4.42. Comparación de JCSP Tercer Piso (Edificio #11)



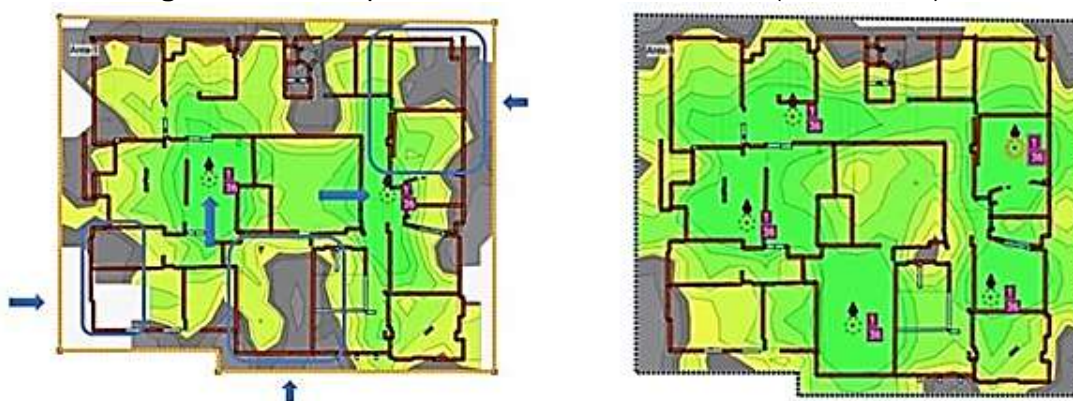
Elaborado por: Autores, 2024.

En este edificio en su tercer piso, se planteó un diseño que tiene 4 AP (incrementado de 2 a 4) tomando en consideración que, en conjunto a la actual localización de los AP, no se consiguió que se cubran ciertas áreas de este piso. Se visualiza en la figura 4.42 que la red actual evidencia falencia en lo que respecta a la cobertura en ciertas zonas de este piso, entre las que están las aulas de clases.

## CUARTO PISO

En el edificio de Facultad de Jurisprudencia en el cuarto piso, se planteó el diseño 5 del AP (diferente de 2, mismos que están aplicados en la actualidad) con el objetivo de optimizar la cobertura y el alcance en ciertas zonas de este piso que no tenían o que carecían de cobertura. La diferencia de la actual red inalámbrica y del diseño que se plantea, se evidencia en la figura 4.43.

Figura 4.43. Comparación de JCSP Cuarto Piso (Edificio #11)



Elaborado por: Autores, 2024.

## **QUINTO PISO**

En el edificio de jurisprudencia en el piso quinto se planteó un diseño 3 del AP diferente a la red inalámbrica aplicada, misma que tiene solo un AP en esta área. Al ver la figura 4.44, se denotan los errores hallados en la inalámbrica red actual aplicada en este piso y en la figura a la derecha la planteada de una nueva red. Es relevante indicar que, en el piso en mención está la segunda planta de la biblioteca, la cual es uno de los sitios más visitados por los alumnos y por la parte administrativa, por este motivo, se tiene que asegurar una correcta cobertura de la red inalámbrica.

**Figura 4.44.** Comparación de JCSP Quinto Piso (Edificio #11)



Elaborado por: Autores, 2024.

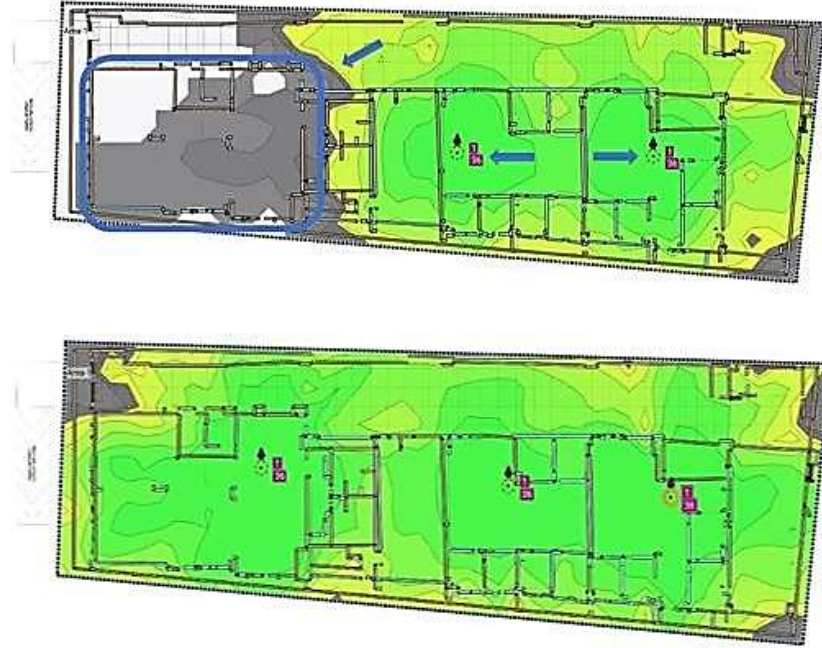
## **EDIFICIO FACULTAD DE ESPECIALIDADES EMPRESARIALES**

### **PRIMER PISO**

Para el edificio de especialidades empresariales, se planteó un modelo con 3 AP incrementado en 1 la cantidad de los mismos, ante la situación actual inalámbrica evidenciado en la figura 4.45 (arriba se indica la simulación de la actual red inalámbrica y abajo se plantea el modelo).

Con aquello se optimiza la cobertura en las áreas con poca o con nula señal, las mismas que se resaltan en la figura 4.45 por el recuadro azul.

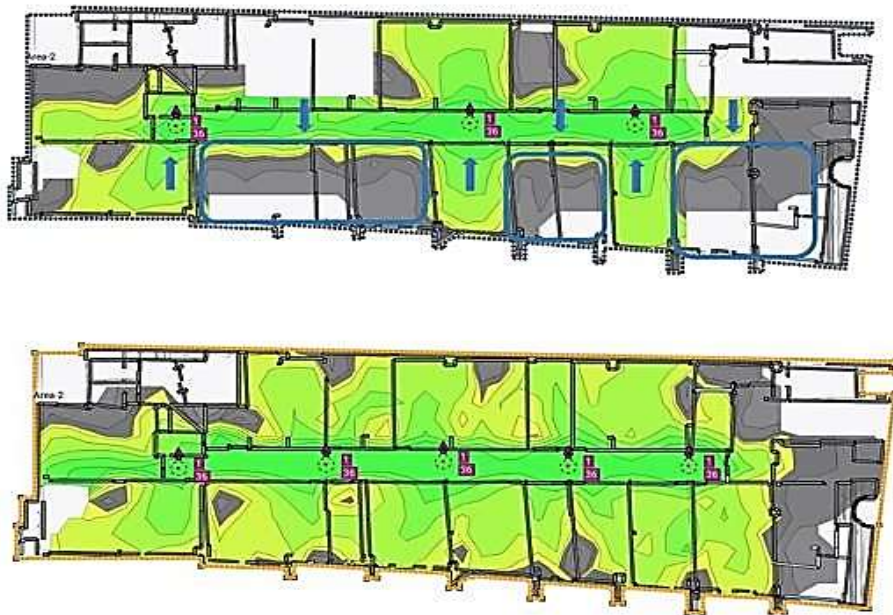
**Figura 4.45.** Comparación de Diseño Existente y Futuro FEE (Edificio #16)



Elaborado por: Autores, 2024.

## **SEGUNDO PISO**

**Figura 4.46.** Comparación de FEE Segundo Piso (Edificio #16)



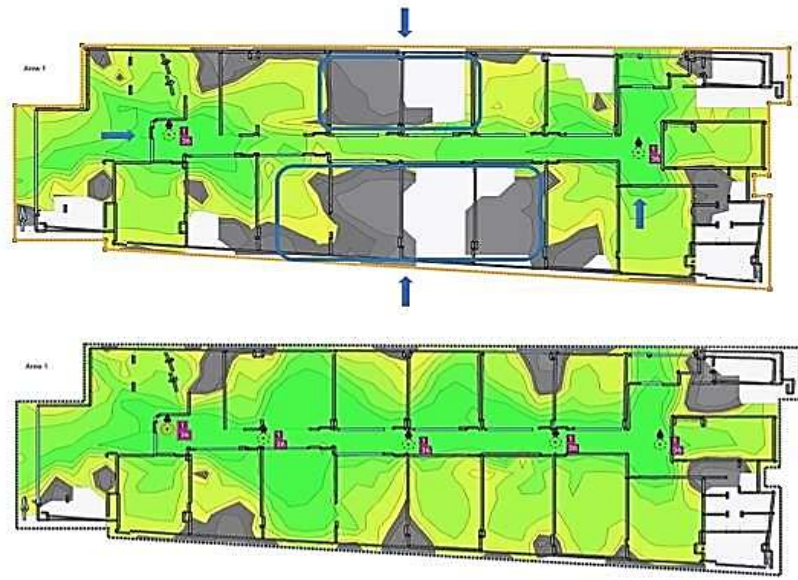
Elaborado por: Autores, 2024.

En el segundo piso de este edificio se plantea un diseño con el 3 AP (diferente de la red actual implementada misma que solo tiene 3 AP. Con aquello se denotan mejoras tanto de la cobertura como del alcance, dado a

que como se visualiza en la figura 4.46 son algunos sitios con poca o nula señal, los cuales se señalan con el cuadro azul.

### **TERCER PISO**

**Figura 4.47.** Comparación de FEE Tercer Piso (Edificio #16)



Elaborado por: Autores, 2024.

En el edificio Facultad de especialidades empresariales en su tercer piso, se plantea un diseño de la red inalámbrica que tiene 5 AP (diferente al actual diseño implementado, evidenciado en la figura 4.47, arriba). Con el incremento de los AP, se optimiza el alcance a los sitios en los que no llegaba la cobertura (las mejoras del alcance de la red con el diseño propuesto, se evidencia en la figura, abajo)

### **CUARTO PISO**

En el edificio Facultad de especialidades empresariales en el cuarto piso, se plantea un diseño el mismo que tiene 6 Access Point, dado a que, al efectuar una simulación de la red inalámbrica implementada actualmente, se evidencia que la atenuación creada por la estructura física de este piso se interviene con la cobertura de los AP. Para la mitigación de aquello, se requiere la cantidad de estos y añadiéndolo de tal manera que se diera cobertura a ciertos espacios que se resaltaron en la figura (arriba). De esta manera, se evidencia la optimización en el alcance dentro de la figura 4.48.

**Figura 4.48.** Comparación de FEE Cuarto Piso (Edificio #16)



Elaborado por: Autores, 2024.

## **QUINTO PISO**

**Figura 4.49.** Comparación de FEE Quinto Piso (Edificio #16)



Elaborado por: Autores, 2024.

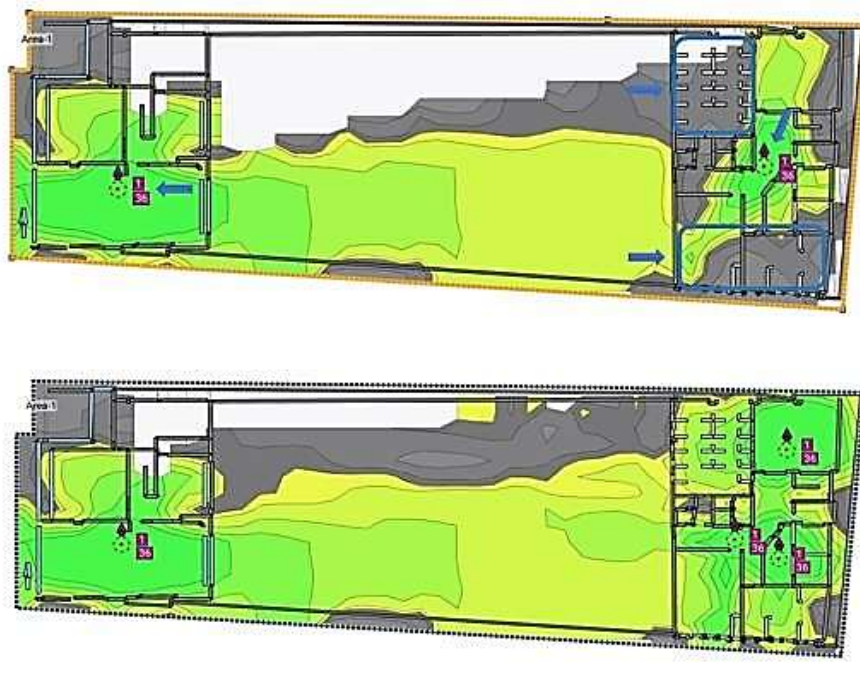
Tomando en consideración la atenuación que crea la estructura física del quinto piso del edificio Facultad de especialidades empresariales, se planteó un diseño de la red inalámbrica que tenga 7 AP dado a que, evaluando la simulación de la red aplicada en la actualidad, se evidenciaron sitios en los

cuales 5 Access Point (implementados en la actualidad) generan poco o nula cobertura (tales sitios se encuentran resaltados por un cuadro azul en la figura 4.49, parte superior)

### ***SEXTO PISO***

En la figura 4.50 en el sexto piso del edificio Facultad de especialidades empresariales, se planteó un diseño que tiene (4) Access Point, aquello con el objetivo de optimizar la cobertura tomando en consideración la simulación que se efectuó la red inalámbrica en la actualidad implementada y las falencias que se tienen (resaltados con un cuadro azul, figura, parte superior). Se visualiza un incremento en la cobertura en las zonas en las cuales no existía aquello (figura, parte inferior)

**Figura 4.50.** Comparación de FEE Sexto Piso (Edificio #16)



Elaborado por: Autores, 2024.

## **EDIFICIO FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS**

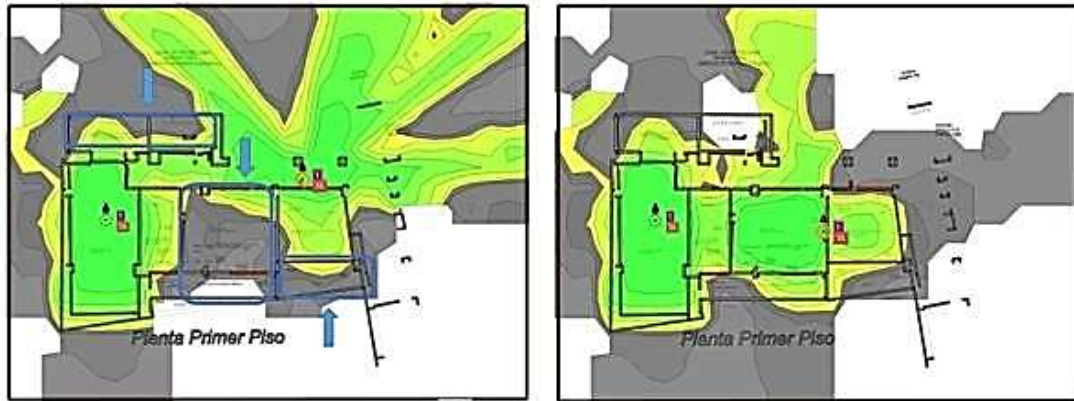
### ***PRIMER PISO***

En la figura 4.51 se detalla la comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el primer piso del edificio #25 de acuerdo al listado de AUTOCAD.



El diseño que se plantea en el piso 1 del edificio Facultad de ciencias médicas se usa la misma cantidad de AP que tiene una red inalámbrica actual, pero diferente de que se localizan en distintos puntos con el objetivo de optimizar la cobertura y cuál es el alcance de la red.

**Figura 4.51.** Comparación de Diseño Existente y Futuro FCM (Edificio #25)

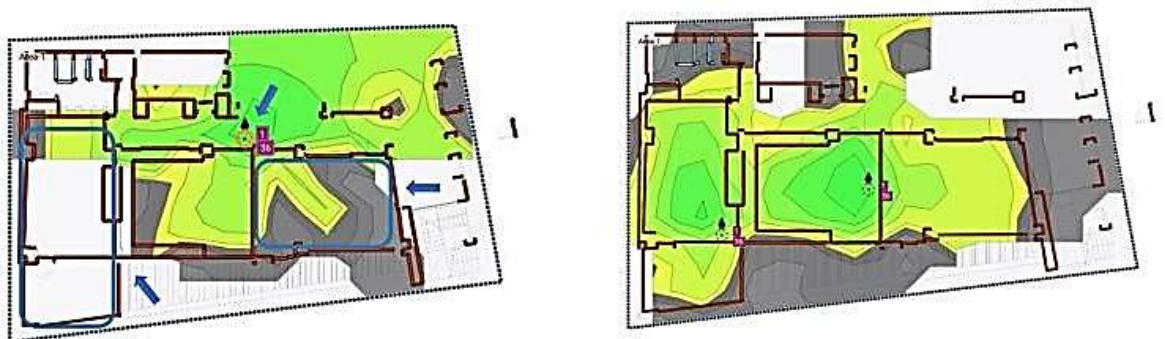


Elaborado por: Autores, 2024.

## **SEGUNDO PISO**

En la figura 4.52 En el edificio Facultad de ciencias médicas para el piso 2, se usan dos Access Point, tomando en consideración que con la actual red inalámbrica aplicada (figura, parte izquierda), se han tomado lugares en los cuales la señal es carente o nula. Al visualizar el diseño nuevo, se visualizan optimizaciones en el área de alcance de los AP y junto con aquello, se va a asegurar que se tenga una buena experiencia de la navegación para quienes acudan al área.

**Figura 4.52.** Comparación de FCM Segundo Piso (Edificio #25)

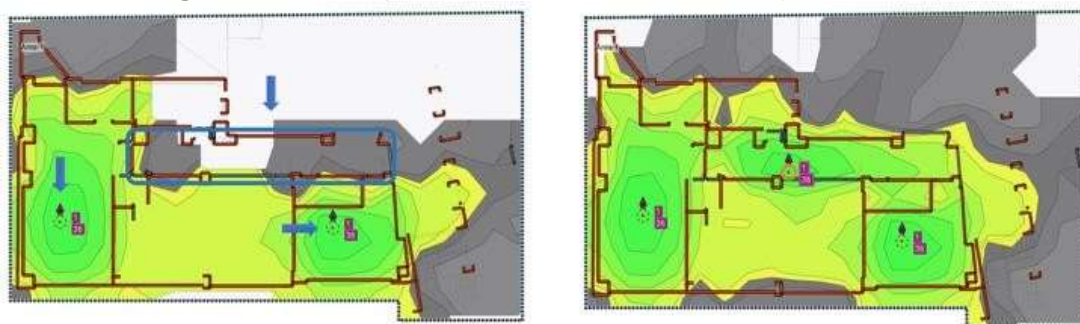


Elaborado por: Autores, 2024

### **TERCER PISO**

En la figura 4.53 el diseño que se plantea en el tercer piso del Edificio Facultad de ciencias médicas se usa 3 Access Point con el objetivo de optimizar la cobertura en las zonas en las cuales no se tiene (aquellas se resaltan con el cuadro azul, en la figura, parte izquierda). Las optimizaciones en las redes son evidentes, tomando en consideración que la estructura crea atenuaciones y la localización actual del Access Point.

**Figura 4.53.** Comparación de FCM Tercer Piso (Edificio #25)



Elaborado por: Autores, 2024

Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el tercer piso del F.

#### **4.7 Factibilidad Técnica, Económica y Legal del Proyecto**

El proyecto de investigación ha demostrado ser una herramienta confiable y efectiva para realizar encuestas de cobertura WiFi y diseñar redes inalámbricas eficientes. Su capacidad para generar mapas de calor detallados permite identificar áreas problemáticas y determinar la ubicación óptima de los puntos de acceso para mejorar la conectividad en el campus.

En términos económicos, la viabilidad del proyecto dependerá de la disponibilidad de recursos financieros para la adquisición de hardware adicional, como puntos de acceso, y los costos asociados con la instalación y configuración. Sin embargo, el retorno de la inversión a largo plazo puede ser significativo, ya que una mejor conectividad WiFi puede mejorar la experiencia de los usuarios y aumentar la eficiencia de la red en su conjunto. En esa línea la factibilidad financiera está relacionada a la cotización ubicada en anexos y el presupuesto de la UCSG.

Desde una perspectiva legal, el proyecto también es viable, siempre y cuando se cumplan todas las regulaciones y normativas pertinentes relacionadas con el despliegue de redes WiFi en entornos educativos. Esto incluye el cumplimiento de las leyes de protección de datos y privacidad, así como la obtención de las licencias y permisos necesarios para la instalación de equipos de red en el campus.

La propuesta del trabajo parece ser viable desde las tres perspectivas: técnica, económica y legal. Sin embargo, es importante realizar una evaluación detallada de cada aspecto y tomar las medidas necesarias para garantizar el éxito del proyecto. Si se abordan adecuadamente los desafíos técnicos, financieros y legales, el proyecto tiene el potencial de mejorar significativamente la conectividad y el rendimiento de la red WiFi en el campus.

Bajo esa mirada, tomando en consideración las simulaciones que se efectuaron para la evaluación de la red de tipo inalámbrica y el diseño que se plantea para la optimización de la red inalámbrica, se requiere una cotización con el objetivo de conocer el valor aproximado de la aplicación del diseño.

Se ha buscado un planteamiento que va a laborar con estos AP que se usan en actual red inalámbrica, en esa línea el proveedor nos sugiere usar algún otro modelo (Ruckus R510). La institución con la cual se efectuó el contacto para la cotización fue TecnoSmart (Guayaquil), una institución que tiene 16 años de recorrido en el mercado, que se dedica a la integración de la tecnología de información y telecomunicaciones, que tienen una gran experiencia en la conexión inalámbrica y física, creando soluciones a los clientes con una gestión eficaz.

Al laborar con equipos Ruckus, se ha solicitado una cotización para la aplicación de una red inalámbrica la cual dispusiera de 89 AP, incorporando los equipos que se requieren para esta implementación. La cotización se creó por 90 puntos de accesos y de dos alternativas para la aplicación, una que tenga con una física controlador y otra que tenga una controladora virtual.

Las propiedades completas de la cotización están al final del presente documento, en los anexos de la imagen 1 y 2.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Una de las conclusiones principales es que el proyecto ha logrado cumplir con su objetivo general de diseñar puntos de acceso para mejorar la cobertura de la red WiFi en áreas problemáticas del campus de la UCSG. A través del uso del software Ekahau HeatMapper, se identificaron las zonas con baja cobertura y se determinó la cantidad y ubicación óptima de los puntos de acceso necesarios para mejorar la conectividad de los usuarios.
- Además, se logra identificar las áreas del campus con cobertura de red Wifi deficiente, fue crucial para mejorar la conectividad y la experiencia de los usuarios. Este análisis permite priorizar la asignación de recursos para mejorar la infraestructura de red en áreas específicas, asegurando así una mejor accesibilidad y rendimiento de la red en todo el campus.
- Se determina la cantidad y ubicación óptima de los puntos de acceso es fundamental para garantizar una cobertura de red Wifi eficiente y uniforme en todo el campus. Este proceso implicó un análisis detallado de la densidad de usuarios, el tamaño y la disposición del área a cubrir, así como las posibles interferencias. Al identificar las ubicaciones estratégicas y la cantidad adecuada de puntos de acceso, se puede optimizar la distribución de recursos y mejorar significativamente la calidad del servicio ofrecido.
- Se identifica las necesidades y requerimientos de los usuarios en el campus fue esencial para proporcionar servicios de red que satisfagan adecuadamente sus demandas. Este proceso implica recopilar información sobre el tipo de dispositivos utilizados, las actividades realizadas, los horarios de mayor demanda y las expectativas de rendimiento de la red. Al comprender estas necesidades, se pueden implementar soluciones que mejoren la experiencia de los usuarios, como velocidades de conexión más rápidas, mayor cobertura y acceso

a recursos específicos, lo que contribuye a una mayor satisfacción y productividad en el campus.

- La encuesta realizada por la UCSG utilizando el software Ekahau HeatMapper proporcionó una valiosa visión sobre las condiciones de la red Wifi en el campus. Este enfoque permite recopilar datos detallados sobre la intensidad de la señal, los puntos muertos y las áreas con cobertura deficiente, lo que facilita la identificación de áreas de mejora. Además, al involucrar a los usuarios en el proceso de evaluación, se obtiene información directa sobre sus necesidades y expectativas, lo que puede guiar eficazmente la planificación y la implementación de mejoras en la infraestructura de red para ofrecer una experiencia de conectividad óptima en todo el campus.
- Se pudo diseñar una topología de red Wifi eficiente y escalable ya que es fundamental para garantizar un rendimiento óptimo y adaptarse al crecimiento futuro de la demanda de conectividad. Este proceso implica la creación de una estructura de red que maximice la cobertura, minimice las interferencias y permita una gestión centralizada y eficiente de los puntos de acceso. Al considerar factores como la densidad de usuarios, el tráfico de datos, la seguridad y la capacidad de expansión.
- Por último, es que el análisis de factibilidad técnica, económica y legal del proyecto demostró que la propuesta es viable en todos estos aspectos. Desde una perspectiva técnica, el uso de Ekahau HeatMapper proporcionó una herramienta confiable para realizar el diseño de la red WiFi. Económicamente, aunque puede haber costos iniciales asociados con la adquisición e instalación de los puntos de acceso adicionales, el retorno de la inversión a largo plazo justifica dichos gastos. Legalmente, se cumplió con todas las regulaciones y normativas pertinentes para el despliegue de redes WiFi en entornos educativos.

## Recomendaciones

Basándose en las conclusiones obtenidas, se formula las siguientes recomendaciones para futuras acciones:

Se sugiere establecer un sistema de monitoreo continuo de la red WiFi para identificar cualquier nueva área problemática que pueda surgir en el futuro. Esto permitirá abordar de manera proactiva cualquier problema de cobertura o rendimiento antes de que afecte significativamente la experiencia del usuario.

Es importante realizar actualizaciones periódicas de la topología de la red WiFi para adaptarse a cambios en la infraestructura del campus o en las necesidades de los usuarios. Esto incluye la adición de nuevos puntos de acceso según sea necesario y la optimización de la ubicación de los dispositivos existentes.

Se recomienda proporcionar capacitación al personal encargado de mantener y administrar la red WiFi para asegurar que estén familiarizados con las mejores prácticas de configuración y mantenimiento. Esto garantizará un funcionamiento óptimo de la red a lo largo del tiempo.

Se sugiere desarrollar un plan de contingencia en caso de fallos o interrupciones en la red WiFi para minimizar el impacto en los usuarios. Esto puede incluir la implementación de puntos de acceso móviles o la disponibilidad de redes alternativas para garantizar la conectividad en caso de emergencia.

Es importante realizar evaluaciones periódicas de la experiencia del usuario para identificar posibles áreas de mejora en la red WiFi. Esto puede hacerse a través de encuestas o análisis de datos de uso para entender las necesidades y preferencias de los usuarios.

Se recomienda seguir investigando nuevas tecnologías y metodologías para mejorar la conectividad y el rendimiento de la red WiFi. Esto incluye la exploración de nuevas herramientas de diseño y monitoreo, así como la evaluación de nuevas estrategias de implementación para garantizar que la red siga siendo eficiente y escalable en el futuro.

## REFERENCIAS

- ACENS. (2022). Sistemas de seguridad en redes inalámbricas: WEP, WAP y WAP2. *Alcobendas (Madrid)*, 14(902).
- Alcivar Cedeño, A., Veloz Zambrano, J., Silva, C., & Zambrano, D. (2021). Caracterización de un radio enlace entre el campus Portoviejo de la Universidad Técnica de Manabí y su extensión en Bahía de Caráquez. *Informática y Sistemas: Revista de Tecnologías de La Informática y Las Comunicaciones*, 1(1). <https://doi.org/10.33936/isrtic.v1i1.193>
- Antonio, M., Acevedo-mosqueda, M. A., Castañeda-castillo, R., Oleksiy, P., & Ipn, S. E. (2022). Diseño de antenas de ranura resonante para su aplicación en redes WiFi. *Revista Scielo*, 13.
- Beauvois, Y. B. (2021). Gestión Ciudadana de la Tecnología: Una aproximación desde los Science and Technology Studies a las redes wifi y la governance urbana a través de guifi.net. *Athenea Digital. Revista de Pensamiento e Investigación Social*, 11(1).
- Caminero, M. B., Núñez-Gómez, C., & Carrión, C. (2021). Aplicaciones de blockchain en IoT y computación en la niebla. *Actas Del Congreso Internacional de Ingeniería de Sistemas*. <https://doi.org/10.26439/ciis2021.5548>
- Campos Yucailla, P., Hernández, A., & Valdovinos, A. (2020). Detección del Nodo Oculto en Escenarios LAA WiFi. *Jornada de Jóvenes Investigadores Del I3A*, 6. <https://doi.org/10.26754/jji-i3a.201802851>
- Cárdenas Villavicencio, O. E., Molina Ríos, J. R., Morocho Román, R. F., Novillo Vicuña, J. P., & Moreno Sotomayor, G. R. (2019). Estudio entre las tecnologías WIFI – LIFI en la optimización del servicio de internet. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 2(8). <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol2iss8.2017pp50-53>
- Castro, R. (2020). Avanzando en la seguridad de las redes WIFI. *Boletín de La Red Iris*.
- Castro, Rodrigo. (2020). Avanzando en la seguridad de las redes WIFI Going forward more Secure WIFI Networks. *Boletín de La Red Nacional de I+D RedIRIS*, Nº. 73.
- CEPAL. (2020). Tecnología Y Recambio Energético En El Transporte Automotor De América Latina Y El Caribe. *Boletín FAL*, 368(12).

- Cubillos, A. Y., & Montiel, G. A. C. (2023). Aplicación VOIP para dispositivos móviles sobre redes wifi privadas. In *Vínculos* (Vol. 8, Issue 1).
- De Paepe, A. E., Sierpowska, J., Garcia-Gorro, C., Martinez-Horta, S., Perez-Perez, J., Kulisevsky, J., Rodriguez-Dechicha, N., Vaquer, I., Subira, S., Calopa, M., Muñoz, E., Santacruz, P., Ruiz-Idiago, J., Mareca, C., de Diego-Balaguer, R., & Camara, E. (2022). Estudio, análisis y optimización del tráfico de las redes WIFI en la facultad de ingeniería en electricidad y computación. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9).
- Duque Domingo, J., Cerrada, C., & Valero, E. (2020). *Mejoras en el algoritmo de posicionamiento en interiores mediante sensores RGB-D y redes WiFi*. <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497497565.0945>
- Ecuador INEC. (2023). INEC. *INEC*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>
- Fuenmayor-Rivadeneira, G. B. (2021). Modelo de Calidad de Servicio a Nivel de Enlace de Datos para Tráfico de Misión Crítica sobre Redes IEEE 802.11g en Modo Infraestructura. *TecnoLógicas*. <https://doi.org/10.22430/22565337.358>
- Gomez, Carlos Andrés. Perez, A. (2020). Estudio de errores en la localización en espacios interiores , de dispositivos móviles por medio de WiFi. *Universitat Oberta de Catalunya*, 1.
- Gómez R., C. A., & Pedraza, L. F. (2021). Ubicación de dispositivos móviles en ambientes interiores por medio de análisis de radiación de redes WiFi y deformaciones de campo magnético. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 26(2). <https://doi.org/10.4067/s0718-33052018000200203>
- Gonzalez, M. (2022). *Velocidad de las redes WiFi N en entornos residenciales | Redes Telemáticas*. Online.
- Guevara C., R. C., & Serna M., É. (2023). Una propuesta de solución al problema de la interferencia entre redes WiFi por solapamiento de canales. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 23(2). <https://doi.org/10.18359/rcin.220>
- Guillen-Perez, A., Sanchez-Iborra, R., & Cano, M.-D. (2020). Redes WiFi sobre drones: Estudio teorico. *Anuario de Jovenes Investigadores*, 9(1).
- Heckler, V., Lobo Sosa, H. E., Bacelo, I. R., Souza, A. S. de, & Torma, E. da S. (2023). Condições de acesso às TDIC e à internet em escolas da rede



- pública do Estado do RS. *Revista Educar Mais*, 7. <https://doi.org/10.15536/reducarmais.7.2023.3071>
- ITU. (2022). Unión Internacional de Telecomunicaciones. *Global ICT Developments*, 3400.
- León Vilema, D. A., & Martínez Guashima, O. G. (2021). Red FTTH utilizando tecnología ITU G984.x para la migración de una red ADSL en la ciudad de Alausí. *I2D Revista Científica*, 1(1). <https://doi.org/10.55204/i2drc.v1i1.4>
- Lilian, C., & Pietrosevoli, E. (2021). Redes Inalámbricas para el desarrollo en América Latina y el Caribe. *Apc,lsbn*, 3.
- Londoño, L. E. E., Campo-Muñoz, W., & Chanchí, G. (2020). Estimación de la calidad de la experiencia del videostreaming desplegado sobre redes WiFi 5 definidas por software. *RISTI: Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, E22.
- Maps, G. (2023). *Google Maps*. 4699519. <https://www.google.com.ec/maps/@-0.1081339,-78.4699519,18z?hl=es>
- Mendoza Navarrete, M. L., Zambrano Zambrano, M. T., Sánchez Parrales, L. V., Linares Alvaro, M. J., & Hung León, D. (2021). Gestión del servicio de autenticación de usuarios a través de un servidor radius en la Universidad de Granma. *Revista Científica Sinapsis*, 1(19). <https://doi.org/10.37117/s.v1i19.549>
- Monteiro, R. N. G., & Moreira, A. (2021). Mapeamento Automático de Redes WiFi com base em Assinaturas Rádio. *RepositóriUM*.
- Monzon, M., & Angulo, G. (2020). Guía metodológica para la implementación de parámetros de instalación o mantenimiento de redes WLAN. In *Manual de introducción Ionic* (Vol. 2, Issue 26).
- Naula López, E. R. (2021). Diseño e implementación de un sistema de detección de intrusiones para redes Wifi usando herramientas de big data y machine learning. *Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería En Electrónica y Telecomunicaciones*.
- Orozco, J., & Siles, G. (2021). Estudio radioeléctrico y problemáticas en una red WiFi con alta densidad de usuarios Radio study and problems in a WiFi network with high user density. *Acta Nova*, 9.
- Ovalle Velez, A. K. (2021). Uso de herramientas informáticas para descubrir

- vulnerabilidades en las redes wifi domesticas. In *Universidad Católica de Colombia*.
- Pahuena López, F. I., Niño Benavides, D. O., Muñoz Villalba, J. A., & Layton Chavarro, J. D. (2022). Implementación del protocolo sip a través de software de código abierto y redes wifi. *INVENTUM*, 13(25). <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.13.25.2018.12-16>
- Peñarrieta Bravo, D. F. (2021). Wifi para comunicaciones de largo alcance con tecnología TDMA. *Informática y Sistemas: Revista de Tecnologías de La Informática y Las Comunicaciones*, 3(1). <https://doi.org/10.33936/isrtic.v3i1.1604>
- Pérez, D., & Risco, R. (2020). Implementation of Lora of Lorawan as a future scenario of industry 4.0 in peruvian agro-industry sector. *Revista Campus*.
- Peter Losonczi, Martina Vackova, & Pavel Necas. (2021). La seguridad de las redes WI-FI en el entorno universitario. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v28i1.1612>
- Ponce Ordóñez, J. A., Samaniego Mena, E., & Vicuña Pino, A. (2022). Uso de las aplicaciones de internet durante el primer año de la pandemia del COVID 19. *Revista InGenio*, 5(2). <https://doi.org/10.18779/ingenio.v5i2.520>
- Ramos Silvestre, E. R., Fuentes Telleria, R. I., & Otalora Rodriguez, A. (2022). Desarrollo de una plataforma de monitoreo para una red de dispositivos IOT empleando tecnología Lorawan. *Journal Boliviano de Ciencias*, 18(53). <https://doi.org/10.52428/20758944.v18i53.371>
- Ruiz, C. A. G. (2022). Localización en espacios interiores de dispositivos móviles por medio de tecnologías wifi, base para el desarrollo de aplicaciones sociales. *Encuentro Internacional de Educación En Ingeniería*.
- Sampedro Guaman, C. R., Palma Rivera, D. P., Tinitana Villalta, D. A., & Barberan Moreira, J. J. (2020). Contaminación electromagnética por dispositivos de comunicación inalámbrica y sus efectos en la salud. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i1.2455>
- Santillán Lima, J. C., Llanga Vargas, A., & Chafra Altamirano, G. (2020).

Metodología para diseño de infraestructura de telecomunicaciones para campus universitarios medianos, caso La Dolorosa-UNACH. // Methodology for design of telecommunications infrastructure for medium-sized university campuses, La Dolorosa-UNACH case. *Ciencia UNEMI*, 10(23). <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol10iss23.2017pp133-146p>

Sirait, R. (2023). Optimasi Penempatan Access Point pada Jaringan Wi-Fi di Universitas Budi Luhur. *Arsitron*, 8(1).

Suciu, G., Vulpe, A., Vochin, M., Mitrea, A., Anwar, M., & Hussain, I. (2022). Fading and Wi-Fi Communication Analysis Using Ekahau Heatmapper. *Proceedings - 16th International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing, EUC 2018*. <https://doi.org/10.1109/EUC.2018.00029>

Urrutia Guzmán, E. A. (2022). Percepción de calidad del servicio telefonía e internet móvil en la zona metropolitana de San Salvador. *Ciencia, Cultura y Sociedad*, 7(2). <https://doi.org/10.5377/ccs.v7i2.14493>

Vázquez, M. E. P., Gandur, I. T., Calderón, C. A., & Oso, L. C. del. (2020). Evaluación de QOE del servicio de Video STREAMING en el estándar MPEG-DASH sobre redes WIFI y 3G. *Telemática*, 18(1).

Wiranda, & Novrianda Dasmien, R. (2021). Pemetaan dan monitoring access point untuk menstabilkan sinyal WIFI PADA PT. IDE SEHATI. *Seminar Hasil Penelitian Vokasi (SEMHAVOK)* .

Zapata-Madrigal, G. D., & García Sierra, R. (2023). CyberDrone: una plataforma de ciberseguridad para detección de ataques a drones. *Ingeniería y Desarrollo*, 39(01). <https://doi.org/10.14482/inde.39.1.621.389>

## ANEXOS

### Imagen 1 Controladora Física

Opción 1 - Controladora física SZ-100				
No de Parte	Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
P01-S104-XX00	SmartZone 100 with 4 GigE ports, 90-day temporary Access to licenses	USD 5.033,4	1	USD 5.033,4
9U1-R510-xx00	Ruckus R510 dual-band 802.11abgn/ac (802.11ac Wave 2) Wireless Access Point, 2x2:2 streams, BeamFlex+, dual ports, 802.3af PoE support. Does not include power adapter or PoE injector. Includes Limited Lifetime Warranty.	USD 485,8	90	USD 43.726,2
L09-0001-SG00	AP management license for SZ-100 v3.3.X/SCG200/SZ300, 1 Ruckus AP Access point. Order this when you intend to run software version from 3.2 onwards.	USD 88,9	90	USD 8.001,0
S02-S104-1000	Partner WatchDog Support for SmartZone 100 with 4 GigE ports, 1 Year	USD 889,0	1	USD 889,0
S02-0001-1LSG	Partner WatchDog Support Per SZ/(v)SZ AP, 1 YR	USD 17,8	90	USD 1.600,2
JG962A	HP 1950-24G-2SFP+-2XGT-PoE+(370W) , 24 PUERTOS - RJ-45 auto-negotiating 10/100/1000 ports 2 SFP+ fixed 1000/10000 SFP+ ports. 2 RJ-45 1/10GBASE-T ports. Stacking hasta de 4 equipos. 1950. Link aggregation. ACLs, STP, enrutamiento estático, SNMP v1, v2c, v3. Switching capacity. 128 Gbps. Throughput up to 95.2 Mpps.	USD 1.350,6	4	USD 5.402,5
P-CORD	Patchcord de 2 mt (2 por Ap) para conexiones con SW	USD 5,1	180	USD 916,4
CONF-001	Instalación, configuración y puesta en marcha de la solución wifi.	USD 3.528,0	1	USD 3.528,0
TCV-PTCF	HP X121 1G SFP LC SX TRANSCEIVER Y PATCHCORD DE FIBRA OPTICA MULTIMODO DUPLEX OM4 10 GIGABIT LC/LC	USD 209,1	4	USD 836,3
<b>Subtotal</b>				USD 66.932,8
<b>IVA (19%)</b>				USD 13.287,2
<b>RedeFuente (2.5%)</b>				USD 1.748,3
<b>Total</b>				USD 81.471,8

Elaborado por: Autores, 2024.

### Imagen 2 Controladora Virtual

Opción 2 - Controladora virtual				
No de Parte	Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
9U1-R510-xx00	Ruckus R510 dual-band 802.11abgn/ac (802.11ac Wave 2) Wireless Access Point, 2x2:2 streams, BeamFlex+, dual ports, 802.3af PoE support. Does not include power adapter or PoE injector. Includes Limited Lifetime Warranty.	USD 485,8	90	USD 43.726,2
L09-VSCG-WW00	Controladora Virtual SmartZone 3.0 1 instancia , incluye 1 licencia de AP.	USD 884,6	1	USD 884,6
L09-0001-SG00	Licencia de administración por AP para controladora Virtual SmartZone	USD 88,9	89	USD 7.912,1
S02-VSCG-1L00	Soporte para Controladora Virtual SmartZone por 1 año	USD 177,8	1	USD 177,8
S02-0001-1LSG	Soporte por cada AP para controladora VirtualSmartzone por 1 año	USD 17,8	90	USD 1.600,2
JG962A	HP 1950-24G-2SFP+-2XGT-PoE+(370W) , 24 PUERTOS - RJ-45 auto-negotiating 10/100/1000 ports 2 SFP+ fixed 1000/10000 SFP+ ports. 2 RJ-45 1/10GBASE-T ports. Stacking hasta de 4 equipos 1950. Link aggregation. ACLs, STP, enrutamiento estático, SNMP v1, v2c, v3. Switching capacity. 128 Gbps. Throughput up to 95.2 Mpps.	USD 1.350,6	4	USD 5.402,5
P-CORD	Patchcord de 2 mt (2 por Ap) para conexiones con SW	USD 5,1	180	USD 916,4
CONF-001	Instalación, configuración y puesta en marcha de la solución wifi.	USD 3.528,0	1	USD 3.528,0
TCV-PTCF	HP X121 1G SFP LC SX TRANSCEIVER Y PATCHCORD DE FIBRA OPTICA MULTIMODO DUPLEX OM4 10 GIGABIT LC/LC	USD 184,4	4	USD 737,8
<b>Subtotal</b>				USD 64.885,4
<b>IVA (19%)</b>				USD 12.328,2
<b>RedeFuente (2.5%)</b>				USD 1.622,1
<b>Total</b>				USD 78.835,7

Elaborado por: Autores, 2024.

**Imagen 3** Reunión con Autoridades UCSG



Elaborado por: Autores, 2024.

**Imagen 4** Reunión con el director de Carrera



Elaborado por: Autores, 2024.

**Imagen 5** Análisis de la Red Wifi de la UCSG



Elaborado por: Autores, 2024.

**Imagen 6** Análisis de la Conectividad del WLAN en UCSG.



Elaborado por: Autores, 2024.

**Imagen 7** Carta de Solicitud de Información



Elaborado por: Autores, 2024.



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Baque Almeida, Uber Geremy**, con C.C: 1351438187 y **Estupiñán Bone, Angie Nelly**, con C.C: 0932153307 autores del trabajo de titulación: **Diseño de puntos de acceso para una red WI-FI en áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG a través del software Ekahau HeatMapper**, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaramos tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizamos a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 16 de febrero de 2024.

f. \_\_\_\_\_

Baque Almeida, Uber Geremy  
C.C: 1351438187

f. \_\_\_\_\_

Estupiñán Bone, Angie Nelly  
C.C: 0932153307



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Diseño de puntos de acceso para una red WI-FI en áreas de baja cobertura en el campus de la UCSG a través del software Ekahau HeatMapper.		
<b>AUTOR(ES)</b>	Uber Geremy, Baque Almeida. Angie Nelly, Estupiñan Bone.		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Daniel Bayardo Bohórquez Heras. M. Sc.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Telecomunicaciones		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Telecomunicaciones		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	16 de febrero del 2024	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	101
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Redes Inalámbricas, Internet de las Cosas (IoT), Gestión de Redes		
<b>PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:</b>	Diseño, Puntos de acceso, Red WIFI, Baja cobertura, Campus UCSG, Conectividad.		
<b>RESUMEN:</b>	<p>El estudio realizado se enfoca en mejorar la conectividad WiFi en áreas de baja cobertura dentro del campus de la UCSG mediante el uso del software Ekahau HeatMapper. Tras identificar las zonas problemáticas, se diseñaron soluciones efectivas, logrando mejoras significativas en la red. Los objetivos específicos, como la ubicación estratégica de puntos de acceso, fueron abordados con éxito, respaldados por una encuesta detallada con Ekahau HeatMapper para comprender las necesidades de los usuarios. Además, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de factibilidad técnica, económica y legal para garantizar la viabilidad a largo plazo del proyecto. En resumen, este estudio ofrece una solución efectiva para los problemas de baja cobertura y rendimiento en la red WiFi de la UCSG. La implementación de puntos de acceso optimizados sienta las bases para una infraestructura más eficiente y adaptable en el futuro, beneficiando a la comunidad universitaria al mejorar su experiencia de conectividad.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593 97 896 1271 +593 96 703 5265	<b>E-mail:</b> uber.baque@cu.ucsg.edu.ec angie.estupinan@cu.ucsg.edu.ec	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	<b>Nombre:</b> Ing. Ricardo Xavier Ubilla Gonzales M. Sc. <b>Teléfono:</b> +593 99 952 8515 <b>E-mail:</b> ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			