



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

ANÁLISIS DE MAPAS DE CALOR MEDIANTE EKAHAU
DETERMINANDO LA COBERTURA WI-FI DE DISPOSITIVOS

JUMBO PARRALES CARLOS EDUARDO
INGENIERO DE SISTEMAS

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Análisis de mapas de calor mediante Ekahau determinando la
cobertura Wi-Fi de dispositivos

JUMBO PARRALES CARLOS EDUARDO
INGENIERO DE SISTEMAS

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

TRABAJO TITULACIÓN
PROPUESTAS TECNOLÓGICAS

Análisis de mapas de calor mediante Ekahau determinando la cobertura Wi-Fi de dispositivos

JUMBO PARRALES CARLOS EDUARDO
INGENIERO DE SISTEMAS

MOLINA RIOS JIMMY ROLANDO

MACHALA, 01 DE MAYO DE 2020

MACHALA
2020

Trabajo de Titulación - 2019-2

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Privada Boliviana

Trabajo del estudiante

<1%

2

ried.utpl.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

3

www.cades.org.sv

Fuente de Internet

<1%

4

internet.hispavista.com

Fuente de Internet

<1%

5

Submitted to Universidad Santo Tomas

Trabajo del estudiante

<1%

6

nordstarservice.ru

Fuente de Internet

<1%

7

foros.maximopc.org

Fuente de Internet

<1%

8

repositorio.uned.ac.cr

Fuente de Internet

<1%

9

luxforsale.it

Fuente de Internet

<1%

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, JUMBO PARRALES CARLOS EDUARDO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Análisis de mapas de calor mediante Ekahau determinando la cobertura Wi-Fi de dispositivos, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

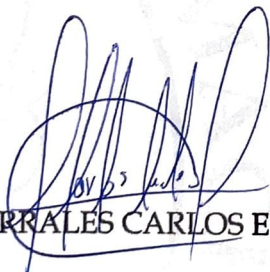
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 01 de mayo de 2020



JUMBO PARRALES CARLOS EDUARDO
0106157688

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación en lo principal lo dedico a Dios, por permitirme con altos y bajos haber llegado a esta etapa de mi vida y formación académica. A mis padres, por su apoyo incondicional desde el inicio de mi carrera, y por ser quienes inspiran a conseguir todos los objetivos propuestos en mi vida. Y a mis hermanos y toda mi familia por su apoyo y motivación día tras día.

Sr. Jumbo Parrales Carlos Eduardo

AGRADECIMIENTO

En lo principal a Dios, por haberme brindado la dicha, salud y sabiduría de culminar mi formación académica con rotundo éxito. A mis padres, quienes con su dedicación me han demostrado que con esfuerzo todos los objetivos planteados pueden ser cumplidos. A mi tutor del trabajo de titulación, el Ing. Jimmy Molina Ríos por su acompañamiento direccionándolo a su éxito.

Sr. Jumbo Parrales Carlos Eduardo

RESUMEN

ANÁLISIS DE MAPAS DE CALOR MEDIANTE EKAHAU DETERMINANDO LA COBERTURA WI-FI DE DISPOSITIVOS

Las redes inalámbricas forman parte de la comunicación, la sociedad busca estar conectada en cualquier parte del mundo mediante el uso de dispositivos inalámbricos existentes, smartphones, tabletas, relojes inteligentes, ordenadores portátiles, dispositivos del hogar digital, etc. Estos tipos de dispositivos hacen que la comunicación sea rápida y óptima; ya que no se necesita de la conexión de cables, se reducen costos de instalación, cuenta con fácil administración, escalabilidad, fácil ventaja de atravesar barreras físicas, etc.

La Universidad Técnica de Machala (UTMACH) es una institución de educación superior que constantemente se encuentra en una búsqueda de mejoramiento de la calidad con la finalidad de formar profesionales con alto nivel académico y humano. Por esta razón y con el fin de mejorar el servicio que presta a sus estudiantes y al personal docente, administrativo y de servicio; se requiere verificar la señal de Wi-Fi que se distribuye en el bloque administrativo de la Facultad de Ingeniería Civil (FIC), cubículos y oficinas; ya que aquí se encuentran presentes las carreras de Ingeniería de Sistemas y Tecnologías de la Información, carreras que por lo general necesitan de una buena conexión a internet por su uso dentro de ellas.

Este trabajo de titulación tiene como objetivo analizar mapas de calor mediante el aplicativo Ekahau determinando la cobertura o señal de los dispositivos inalámbricos dentro del espectro de radiofrecuencia en la Facultad de Ingeniería Civil de la UTMACH. El trabajo en base al análisis de los requerimientos y necesidades de la Facultad de Ingeniería Civil se presenta como una solución a los problemas que mantiene constantemente la red inalámbrica debido al posicionamiento erróneo de los dispositivos inalámbricos instalados o a su vez a la falta de agregar más Access Point (AP) que mejore la calidad del servicio de internet inalámbrico.

En la FIC hay falencias con la red inalámbrica ya que en sectores la señal inalámbrica es limitada o nula, por esto este análisis tendrá como lugar específico el bloque administrativo considerando la planta baja, primera planta alta, segunda planta y tercera planta alta.

El proyecto de titulación consta de varias partes la cual reúne información importante y veraz en cuanto a conexión y redes inalámbricas, foco central de la investigación, ya que

permiten conocer en base a tendencias de diseño soluciones para que la red inalámbrica de la FIC llegue a todos los puntos de ella sin que se manifiesten dentro de ésta puntos muertos donde no llegue la señal inalámbrica, además de esto se recopila información del estado actual de la infraestructura física de red inalámbrica instalada dentro de la FIC, diseño del cual se parte para en base a éste, buscar la mejora sin perder estabilidad y rendimiento de la red tomando en cuenta que se considera obstáculos de toda clase como muros, paredes, mobiliarios que de una u otra manera afectan a la calidad de señal de internet inalámbrico. También se realiza la propuesta que detalla la solución a la problemática encontrada en la red en todos los niveles: físico, lógico y de volumen de Access Point (AP) o dispositivos inalámbricos como routers o switches que requiere la Facultad para una futura mejora en su infraestructura inalámbrica.

PALABRAS CLAVE: MAPAS DE CALOR, COBERTURA, DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS, RED INALÁMBRICA, EKAHAU.

ABSTRACT

ANALYSIS OF HEAT MAPS BY EKAHAU DETERMINING WI-FI DEVICE COVERAGE

Wireless networks are part of communication, society seeks to be connected anywhere in the world through the use of existing wireless devices, smartphones, tablets, smart watches, laptops, digital home devices, etc. These types of devices make communication fast and optimal; Since the connection of cables is not needed, installation costs are reduced, it has easy administration, scalability, easy advantage of crossing physical barriers, etc.

The Technical University of Machala (UTMACH) is an institution of higher education that is constantly in search of quality improvement in order to train professionals with high academic and human level. For this reason and in order to improve the service it provides to its students and to the teaching, administrative and service staff; it is required to verify the Wi-Fi signal that is distributed in the administrative block of the Faculty of Civil Engineering (FIC), cubicles and offices; since here are present the careers of Systems Engineering and Information Technology, careers that usually need a good internet connection for their use within them.

This titration work aims to analyze heat maps using the Ekahau application, determining the coverage or signal of wireless devices within the radio frequency spectrum at the UTMACH School of Civil Engineering. The work based on the analysis of the requirements and needs of the Faculty of Civil Engineering is presented as a solution to the problems that the wireless network constantly maintains due to the incorrect positioning of the installed wireless devices or in turn to the lack of adding more Access Point (AP) that improves the quality of wireless internet service.

In the FIC there are flaws with the wireless network since in sectors the wireless signal is limited or null, so this analysis will have as a specific place the administrative block considering the ground floor, first floor, second floor and third floor.

The degree project consists of several parts which gathers important and truthful information regarding connection and wireless networks, central focus of the research, since they allow to know based on design trends solutions for the FIC wireless network to reach all the points of it without manifesting within this dead spots where the wireless signal does not arrive, in addition to this information is collected of the current state of the physical infrastructure of the wireless network installed within the FIC, design from which it starts based on this, seek

improvement without losing stability and performance of the network taking into account that it is considered obstacles of all kinds such as walls, walls, furniture that in one way or another affect the quality of wireless internet signal. The proposal is also made that details the solution to the problem found in the network at all levels: physical, logical and volume Access Point (AP) or wireless devices such as routers or switches required by the Faculty for a future improvement in its wireless infrastructure.

KEYWORDS: HEAT MAPS, COVERAGE, WIRELESS DEVICES, WIRELESS NETWORK, EKAHAU.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	5
ÍNDICE GENERAL	7
LISTA DE ILUSTRACIONES	8
LISTA DE TABLAS	8
LISTA DE ANEXOS	8
ABREVIATURAS	9
1. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Marco Contextual	11
1.2. Problema	11
1.3. Objetivo general	11
2. DESARROLLO	12
2.1. Marco teórico	12
2.1.1. Espectro electromagnético	12
2.1.2. Mapas de Calor	12
2.1.3. Wi-Fi	12
2.1.4. Redes Inalámbricas (WLAN)	12
2.1.5. Intensidad de señal	13
2.1.6. Nivel de ruido	13
2.1.7. Relación señal a ruido	13
2.1.8. IEEE 802.11	13
2.1.9. Dispositivos Inalámbricos	14
2.1.10. Puntos de Acceso (AP)	14
2.1.11. Ekahau HeatMapper	14
2.2. Solución del problema	14
2.3. Resultados	15
2.3.1. Consideraciones teóricas	27
2.3.2. Solución de la propuesta	27
3. CONCLUSIONES	28
4. BIBLIOGRAFÍA	29
ANEXOS	32

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Edificio Administrativo de la FIC - UTMACH	14
Ilustración 2. Planta Baja	16
Ilustración 3. Pasillo Bloque Administrativo	17
Ilustración 4. Decanato y Subdecanato	17
Ilustración 5. UMMOG	18
Ilustración 6. Sala de Cómputo 1	18
Ilustración 7. Primera Planta Alta	19
Ilustración 8. Estaciones de Trabajo (Ingeniería Civil)	20
Ilustración 9. Salón Informático	20
Ilustración 10. Segunda Planta Alta	21
Ilustración 11. Coordinación de Ingeniería de Sistemas	22
Ilustración 12. Laboratorio Tecnología 1	22
Ilustración 13. Laboratorio MAC Diseño y Multimedia	23
Ilustración 14. Administrador Técnico de Laboratorios	23
Ilustración 15. Tercera Planta Alta	24
Ilustración 16. Laboratorio Hardware y Software 3	25
Ilustración 17. Laboratorio de Telecomunicaciones y Redes de Datos	25
Ilustración 18. Estaciones de Trabajo (Ingeniería de Sistemas)	26
Ilustración 19. Hall Tercera Planta Alta	26

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valores en -dBm de la intensidad de señal y su interpretación	13
Tabla 2. Valores en -dBm del nivel de ruido y su interpretación	13
Tabla 3. Valores -dBm de la Planta Baja	16
Tabla 4. Valores -dBm de la Primera Planta Alta	19
Tabla 5. Valores -dBm de la Segunda Planta Alta	21
Tabla 6. Valores -dBm de la Tercera Planta Alta	24

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Software gratuito de mapeo de cobertura de mapa de calor Wi-Fi (Ekahau)	32
Anexo 2. Sistema	32
Anexo 3. Bloque Administrativo Planta Baja	33
Anexo 4. Bloque Administrativo Primera Planta Alta	33
Anexo 5. Bloque Administrativo Segunda Planta Alta	33
Anexo 6. Bloque Administrativo Tercera Planta Alta	34
Anexo 7. Herramienta Ekahau HeatMapper	34
Anexo 8. Lista de Oficinas recorridas	35
Anexo 9. Lista de Laboratorios recorridos	35
Anexo 10. Lista de Escaleras recorridas	36
Anexo 11. Lista de Baños recorridos	36

ABREVIATURAS

FIC: Facultad de Ingeniería Civil.

UTMACH: Universidad Técnica de Machala.

Wi-Fi: Wireless-Fidelity (Fidelidad Inalámbrica).

WLAN: Wireless Local Area Network (Red de Área Local Inalámbrica).

dBm: decibelio-milivatio.

MAC: Media Access Control (Control de Acceso al Medio).

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica).

UMMOG: Unidad de Matrícula Movilidad y Graduación.

TIC's: Tecnologías de Información y Comunicación.

WECA: Wireless Ethernet Compatibility Alliance.

AP: Access Point (Punto de Acceso).

1. INTRODUCCIÓN

Las LAN inalámbricas (WLAN) basadas en Wi-Fi son ampliamente utilizadas para el acceso a Internet [1], y en las Instituciones de Educación se han implementado mediante redes inalámbricas en Universidades, permitiendo ofrecer acceso a la Web a sus alumnos y personal desde cualquier lugar del campus universitario [2] [3]. Pero, en base a esto, uno de los problemas que constantemente afecta a la transmisión de las señales en un sistema de comunicaciones sea cableado o inalámbrico, es el deterioro que estas presentan por causa de factores como son: la distancia, la temperatura del ambiente, el ancho de banda utilizado, la interferencia electromagnética producida por rayos, motores, generadores, etc , obstáculos (paredes, ventanas, pisos, árboles,) y el medio de transmisión utilizado (par de cobre, coaxial, fibra óptica , espacio libre), entre otros [4]. Ésta interferencia o pérdida de señal se muestra como un degradado de su potencia denominándose ruido.

Por esto, es de suma importancia analizar la interferencia sucedida entre la transmisión de señal y la conexión de dispositivos inalámbricos, ya que, si entre estas dos se presenta demasiado ruido, la comunicación se mostraría de manera ineficiente y a raíz de esto, sería mucho menos confiable.

Es por lo que, mediante este documento se presenta el ANÁLISIS DE MAPAS DE CALOR MEDIANTE EKAHAU DETERMINANDO LA COBERTURA WI-FI DE DISPOSITIVOS.

Este trabajo se ha estructurado en tres capítulos para una mejor comprensión, los cuales son:

Capítulo 1: Se detalla de forma general la información del trabajo, es decir, aquí se define el marco contextual, se plantea el problema y el objetivo a lograr.

Capítulo 2: Aquí se detalla de una manera más amplia el trabajo, explicando las diferentes definiciones para comprender la temática analizada.

Capítulo 3: Se muestra el análisis realizado para alcanzar los resultados pretendidos.

1.1. Marco Contextual

Las redes Wi-Fi han ido evolucionando, y en paralelo a ellas, también los estándares para su conexión con dispositivos inalámbricos compatibles. Con respecto a la compatibilidad hay un crecimiento notable en la cantidad de dispositivos móviles (por ejemplo, teléfonos inteligentes y tabletas) [5] capaces de soportar esta tecnología por lo que hay situaciones en las que una red Wi-Fi suele degradar su señal o potenciar, a tal punto de ocasionar colapsos de la red por este motivo.

La Universidad Técnica de Machala no es la excepción ya que, debido a la afluencia de usuarios, tales como docentes, personal administrativo, de servicio y estudiantes, al ser numerosos deterioran la señal. Por ello, en este trabajo se realiza un análisis mediante la herramienta Ekahau para visualizar la degradación de la señal en ciertos sectores del edificio administrativo de la Facultad de Ingeniería Civil.

1.2. Problema

El uso que se le da en la actualidad a la tecnología Wi-Fi es abrupta ya que se instala fácilmente, su manejo es sencillo y además de esto, sus costos son muy bajos para de esta manera ser accesible a toda la sociedad. Debido a esto, dentro de las Instituciones Educativas el tener una afluencia masiva de usuarios finales para el uso de esta tecnología suelen tener decadencia de potencia de señal al momento de que todos estos usuarios se conectan en un mismo tiempo y en un mismo lugar. La congestión de Wi-Fi es un problema muy real y creciente [6].

Considerando lo mencionado es necesario realizar un análisis para determinar la potencia de cobertura de los dispositivos inalámbricos en la FIC, dando así un aporte significativo al área de redes de datos dentro de la UTMACH.

1.3. Objetivo general

Analizar mapas de calor mediante Ekahau determinando la cobertura Wi-Fi de dispositivos dentro del espectro de radiofrecuencia en la FIC de la UTMACH.

2. DESARROLLO

2.1. Marco teórico

2.1.1. Espectro electromagnético

El espectro electromagnético es el conjunto de todas las frecuencias (número de ciclos de la onda por unidad de tiempo) posibles a las que se produce radiación electromagnética [7]. El espectro electromagnético corresponde a ondas electromagnéticas que constan de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que son mutuamente perpendiculares entre sí y perpendiculares a la dirección de propagación de la onda [8].

2.1.2. Mapas de Calor

Es una gráfica en la que se representan o detallan varios colores en zonas concretas para dividir sectores en base a criterios, como por ejemplo: intensidad, frecuencia, visibilidad, peso, etc.

2.1.3. Wi-Fi

Wi-Fi es una marca de la Wi-Fi Alliance (anteriormente, WECA: Wireless Ethernet Compatibility Alliance), organización comercial que adopta, prueba y certifica los equipos que cumplen los estándares 802.11 [9]. Las redes (Wi-Fi) se han vuelto cada vez más importante para nuestra vida diaria [10]. Permite la comunicación entre dispositivos compatibles sin usar ningún tipo de cable de por medio, si la información se transmite usando medios inalámbricos, la información es transportada por ondas de radio electromagnéticas que representan datos binarios del marco de enlace de datos [11]. El Wi-Fi es una red de infraestructura con uno o más puntos de acceso para cubrir todo el campus [12].

2.1.4. Redes Inalámbricas (WLAN)

A medida que la instalación de la tecnología WLAN aumenta, esta será la pionera en ofrecer servicios web de escala limitada en lugares determinados, como aulas, áreas de campus de universidades y empresas, centros comerciales y otras áreas interiores [13], aunque se debe tener en cuenta que la instalación de una red WLAN no es un simple proceso, se debe tener en cuenta condiciones ambientales asociadas al área en la que se plantea diseñar la red [14].

Los componentes fundamentales que componen una WLAN son los puntos de acceso (AP) y los dispositivos inalámbricos, generalmente un ordenador con una tarjeta de red WLAN compatible [15].

2.1.5. Intensidad de señal

La intensidad de la señal es denominada a la potencia del espectro de radiofrecuencia recibida y aceptada por un dispositivo inalámbrico que se conecta a una red en específica [16]. Mientras la intensidad de señal es mayor, más eficiente y segura es la conexión. Es presentada en formato -dBm.

Tabla 1. Valores en -dBm de la intensidad de señal y su interpretación

INTERPRETACIÓN DE LOS VALORES -dBm	
VALORES	INTERPRETACIÓN
-40dBm o inferior	Máxima señal
-41dBm a -48dBm	Óptima señal
-49dBm a -56dBm	Buena señal
Superior a -57dBm	Mala señal

Fuente: Autor, [17]

2.1.6. Nivel de ruido

Cantidad de ruido de fondo en el ambiente. Mientras el ruido es mayor, más ineficiente e insegura es la conexión. Es presentada en formato -dBm.

Tabla 2. Valores en -dBm del nivel de ruido y su interpretación

INTERPRETACIÓN DE LOS VALORES -dBm	
VALORES	INTERPRETACIÓN
-40dBm o inferior	Mayor ruido
-41dBm a -48dBm	Ruido Regular
-49dBm a -56dBm	Ruido Aceptable
Superior a -57dBm	Ruido Nulo o mínimo

Fuente: Autor

2.1.7. Relación señal a ruido

Es la relación entre la intensidad de señal y el nivel de ruido [18]. Es comparada con el nivel de Wi-Fi y el nivel de interferencia de otros transmisores de radio [19].

2.1.8. IEEE 802.11

El estándar 802.11 es una familia de especificaciones desarrolladas por la IEEE para la tecnología de redes de área local inalámbricas, y que define el uso de los dos niveles más bajos de la arquitectura OSI (capa física y de enlace de datos) [9]. Las especificaciones IEEE 802.11 describen los medios por los cuales los dispositivos compatibles codifican

información en ondas de radio [20], y también definen cómo los diferentes dispositivos organizan su uso del medio de radio compartido usando protocolos MAC para evitar interferencias mutuas [6]. Es un estándar que especifica dos capas a saber, MAC y las capas físicas (PHY), la MAC es responsable de administrar, mantener la transmisión y recepción inalámbrica entre tarjetas de red y AP a través de un canal compartido con protocolos definidos mientras que las capas físicas (PHY) define los requisitos de hardware y sus propiedades para la detección, transmisión y recepción de paquetes de datos [21]. Muchas aplicaciones y dispositivos, incluidas computadoras portátiles, teléfonos móviles y otros tipos de equipos de consumo, son compatibles con IEEE 802.11 [12].

2.1.9. Dispositivos Inalámbricos

Son equipos de usuario final conectados o comandados a distancia ya que no necesitan de cables o conexión física [22].

2.1.10. Puntos de Acceso (AP)

Los puntos de acceso transmiten la señal inalámbrica a corta distancia, generalmente alrededor de 300 pies [12].

2.1.11. Ekahau HeatMapper

La herramienta que se ha seleccionado para esta investigación es Ekahau HeatMapper, en su versión Estándar [23] [24]. Programa de simulaciones profesionales para redes inalámbricas [25].

2.2. Solución del problema

Para el análisis de mapas de calor se plantea como lugar específico el Edificio Administrativo de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Machala, porque aquí funciona la Escuela de Informática, carrera pionera en tecnología que debería contar con una señal inalámbrica excelente y óptima.

Ilustración 1. Edificio Administrativo de la FIC - UTMACH



Fuente: Autor

Se utiliza la herramienta Ekahau Heatmapper la cual se descarga de manera gratuita desde el sitio web del fabricante (Anexo 1) la cual permite diseñar, optimizar y solucionar problemas de redes inalámbricas analizando su estructura, naturaleza y modo de interacción [26].

La herramienta se instala en un ordenador Dell Inspiron 5567 con Windows 10 Pro x64, Procesador Intel® Core™ i7-7500U CPU @ 2.70GHz 2.90GHZ, Memoria RAM de 8192MB (Anexo 2), como un servidor remoto, y la encuesta del sitio Ekahau se ejecuta para definir el plan de red inalámbrica y su detalle [27].

Se procede a realizar el diseño del plano de las 4 plantas del Bloqueo Administrativo de la FIC (Anexo 3) (Anexo 4) (Anexo 5) (Anexo 6).

Una vez ya con la herramienta instalada y los planos listos, se procede a ir agregando las imágenes de los croquis a la herramienta (Anexo 7).

Los recorridos se realizaron por plantas separadas cubriendo un total de 17 oficinas (Anexo 8), 10 laboratorios (Anexo 9), 3 plantas de escaleras (Anexo 10), 8 baños de hombres y mujeres (Anexo 11), gradas y pasillos en general.

2.3. Resultados

Lo primero que se debe hacer es analizar qué tan lejos llega o abarca la señal a cada piso utilizando la herramienta Ekahau Heatmapper, los resultados generados por esta herramienta son un mapa de calor con varios indicadores de color y valor en medidas dBm como se muestra en la Tabla 1 y Tabla 2. [11].

Los recorridos se inician en la Planta Baja del Bloque Administrativo demostrando de manera visual que la potencia de la señal inalámbrica es “Máxima Señal” (Tabla 1).

Ilustración 2. Planta Baja



Fuente: Autor

La intensidad de la señal en la planta se encuentra en los dos primeros niveles denominados: Máxima Señal y Óptima Señal en base a los valores -dBm que muestra la herramienta, a excepción de las Escaleras que se encuentra en la categoría Buena Señal (Tabla 3).

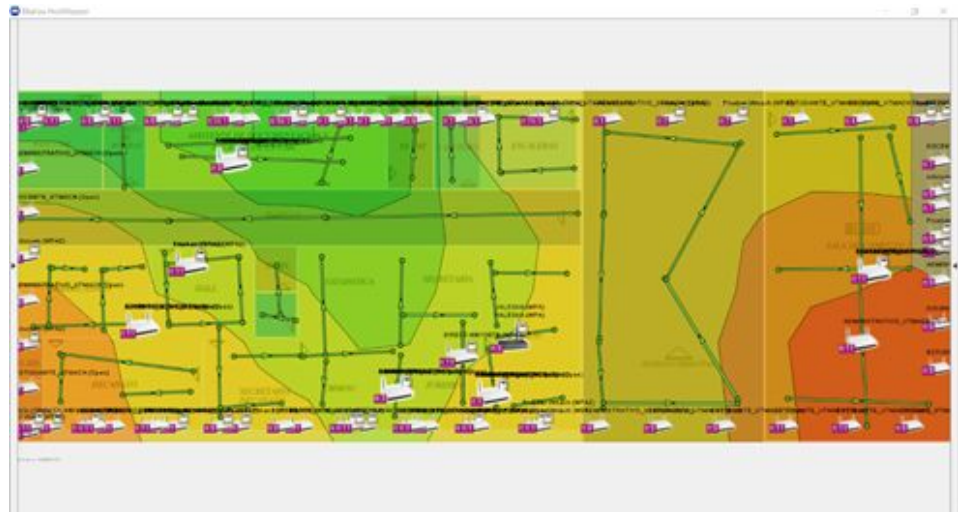
Tabla 3. Valores -dBm de la Planta Baja

INTERPRETACIÓN DE LOS VALORES -dBm		
LUGAR	VALOR	INTERPRETACIÓN
Cuarto de bombas	-35dBm	Máxima señal
Asistente Documentación y Archivo FIC	-35dBm	Máxima señal
Escaleras	-56dBm	Buena señal
Pasillo	-48dBm	Óptima señal
Subdecanato	-30dBm	Máxima señal
Decanato	-30dBm	Máxima señal
Secretaría Decanato	-35dBm	Máxima señal
Estadística - UMMOG - Secretario/Abogado - Secretaría Secretario/Abogado	-35dBm	Máxima señal
Secretaría UMMOG	-35dBm	Máxima señal
Ingreso Principal FIC	-48dBm	Óptima señal
Sala de Cómputo 1	-30dBm	Máxima señal

Fuente: Autor

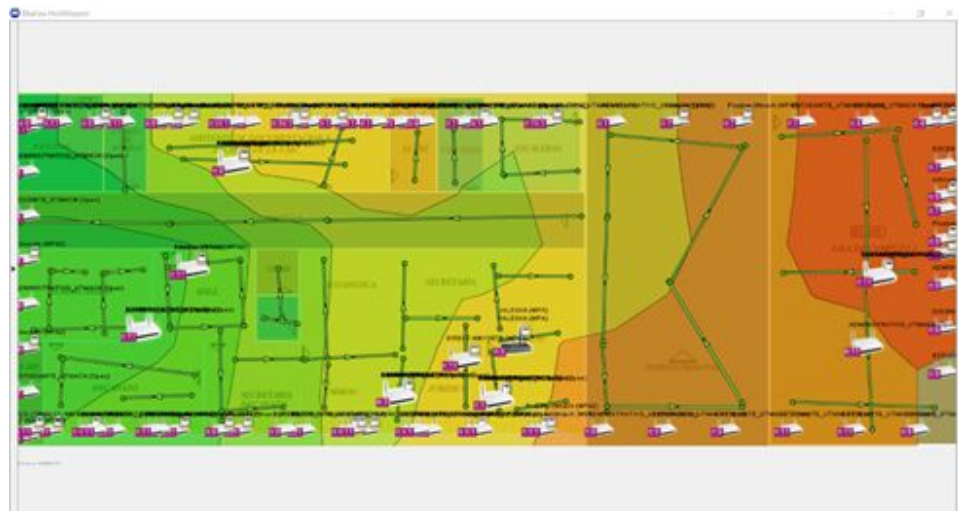
A más de esto al encontrar 4 AP: en la parte del Pasillo (Ilustración 3) de la Planta Baja del Edificio Administrativo, entre Decanato y Subdecanato (Ilustración 4), en UMMOG (Ilustración 5), y en la Sala de Cómputo 1 (Ilustración 6), se ve que, gracias a éstos, se encuentra una gran concentración de señal inalámbrica de la red universitaria.

Ilustración 3. Pasillo Bloque Administrativo



Fuente: Autor

Ilustración 4. Decanato y Subdecanato



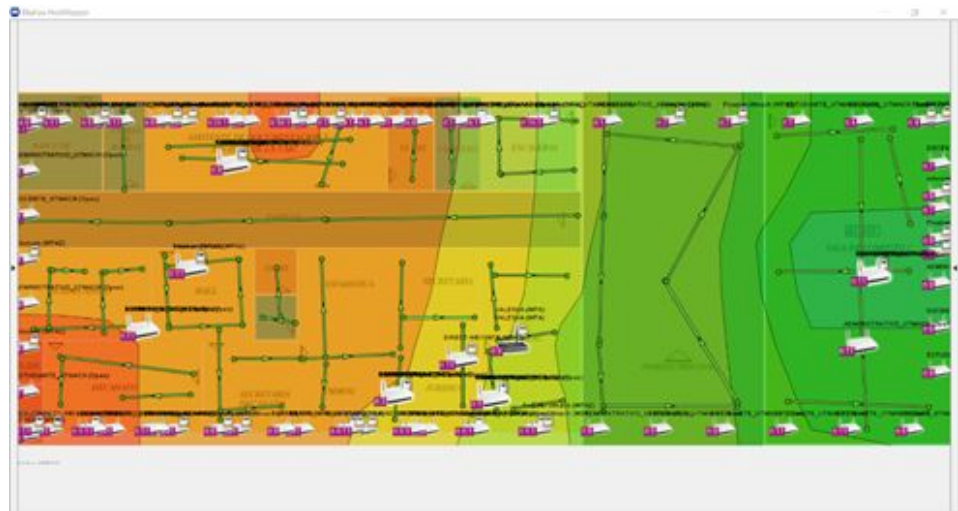
Fuente: Autor

Ilustración 5. UMMOG



Fuente: Autor

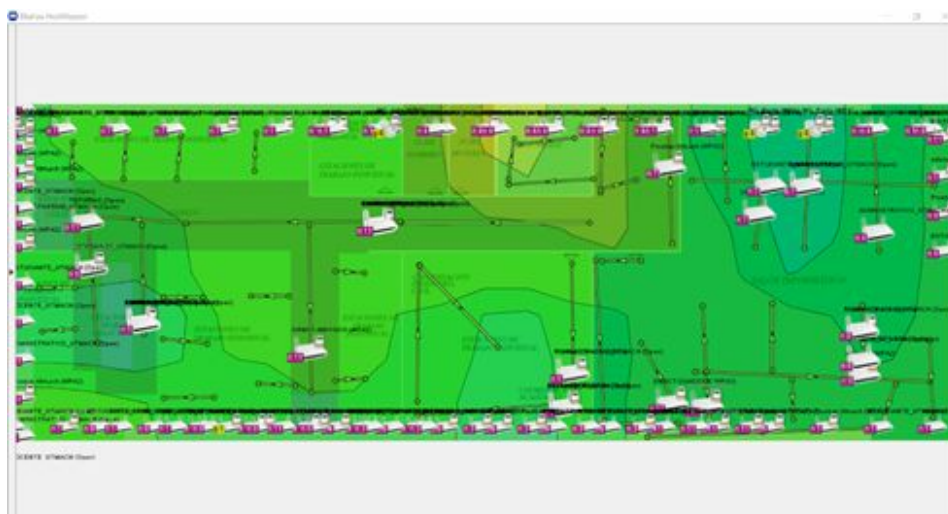
Ilustración 6. Sala de Cómputo 1



Fuente: Autor

Continuando con el recorrido, se procede a analizar la Primera Planta Alta del Bloque Administrativo demostrando al igual que en la planta baja de manera visual que la potencia de la señal inalámbrica también es “Máxima Señal” (Tabla 1).

Ilustración 7. Primera Planta Alta



Fuente: Autor

La intensidad de la señal en la primera planta alta se encuentra en los dos primeros niveles denominados: Máxima Señal y Óptima Señal en base a los valores -dBm que muestra la herramienta, a excepción de las Escaleras de igual manera que se encuentra en la categoría Buena Señal (Tabla 3).

Tabla 4. Valores -dBm de la Primera Planta Alta

INTERPRETACIÓN DE LOS VALORES -dBm		
LUGAR	VALOR	INTERPRETACIÓN
Estaciones de Trabajo (Ingeniería Civil)	-40dBm	Máxima señal
Coordinación Ingeniería Ambiental	-40dBm	Máxima señal
Coordinación Académica - Ingeniería Civil	-40dBm	Máxima señal
Salón Informático	-35dBm	Máxima señal
Escaleras	-56dBm	Buena señal

Fuente: Autor

A más de esto al encontrar 2 AP: en la parte de las Estaciones de Trabajo de Ingeniería Civil (Ilustración 8), y en el Salón Informático (Ilustración 9), se ve que, gracias a éstos, se encuentra una gran concentración de señal inalámbrica de la red universitaria.

Ilustración 8. Estaciones de Trabajo (Ingeniería Civil)



Fuente: Autor

Ilustración 9. Salón Informático



Fuente: Autor

Continuando con el recorrido, se procede a analizar la Segunda Planta Alta del Bloque Administrativo demostrando al igual que en la planta baja y primera planta alta de manera visual que la potencia de la señal inalámbrica también es “Máxima Señal” (Tabla 1).

Ilustración 10. Segunda Planta Alta



Fuente: Autor

La intensidad de la señal en la segunda planta alta se encuentra en los dos primeros niveles denominados: Excelente Señal y Óptima Señal en base a los valores -dBm que muestra la herramienta, a excepción de las Escaleras de igual manera que en las dos plantas anteriores se encuentra en la categoría Buena Señal (Tabla 3).

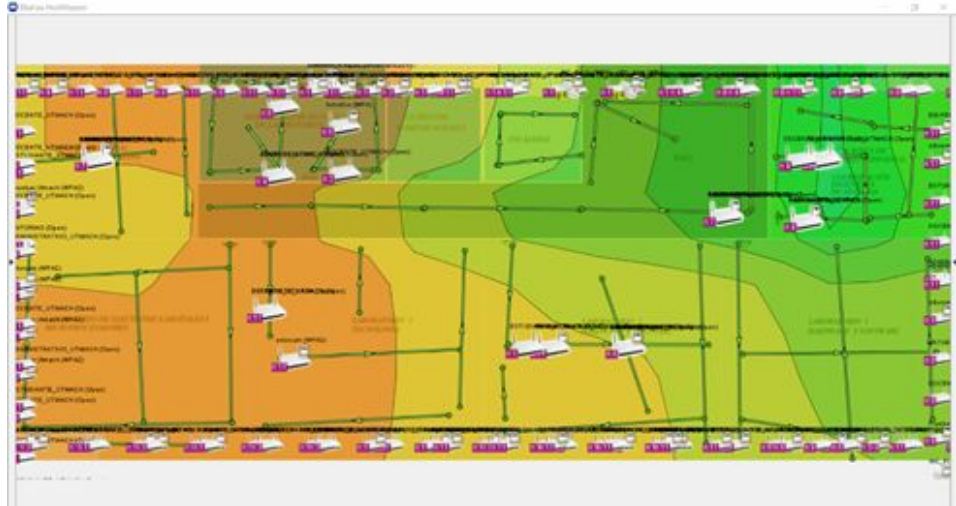
Tabla 5. Valores -dBm de la Segunda Planta Alta

INTERPRETACIÓN DE LOS VALORES -dBm		
LUGAR	VALOR	INTERPRETACIÓN
Laboratorio MAC Diseño y Multimedia	-35dBm	Máxima señal
Administrador Técnico de Laboratorios	-35dBm	Máxima señal
Laboratorio de Electrónica Digitales y Microprocesadores	-48dBm	Óptima señal
Laboratorio Tecnología 1	-40dBm	Máxima señal
Laboratorio Hardware y Software 1	-48dBm	Óptima señal
Laboratorio Hardware y Software 2	-48dBm	Óptima señal
Hall	-48dBm	Óptima señal
Coordinación Ingeniería de Sistemas	-40dBm	Máxima señal
Escaleras	-56dBm	Buena señal

Fuente: Autor

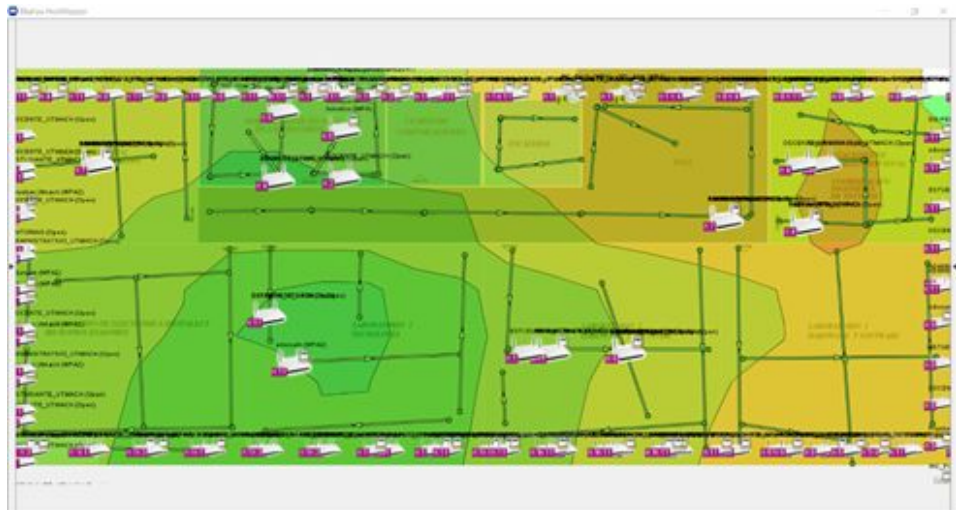
A más de esto al encontrar 4 AP: en la parte de la Coordinación de Ingeniería de Sistemas (Ilustración 11), Laboratorio Tecnología 1 (Ilustración 12), Laboratorio MAC Diseño y Multimedia (Ilustración 13), y en la Administración Técnica de Laboratorios (Ilustración 14), se ve que, gracias a éstos, se encuentra una gran concentración de señal inalámbrica de la red universitaria.

Ilustración 11. Coordinación de Ingeniería de Sistemas



Fuente: Autor

Ilustración 12. Laboratorio Tecnología 1



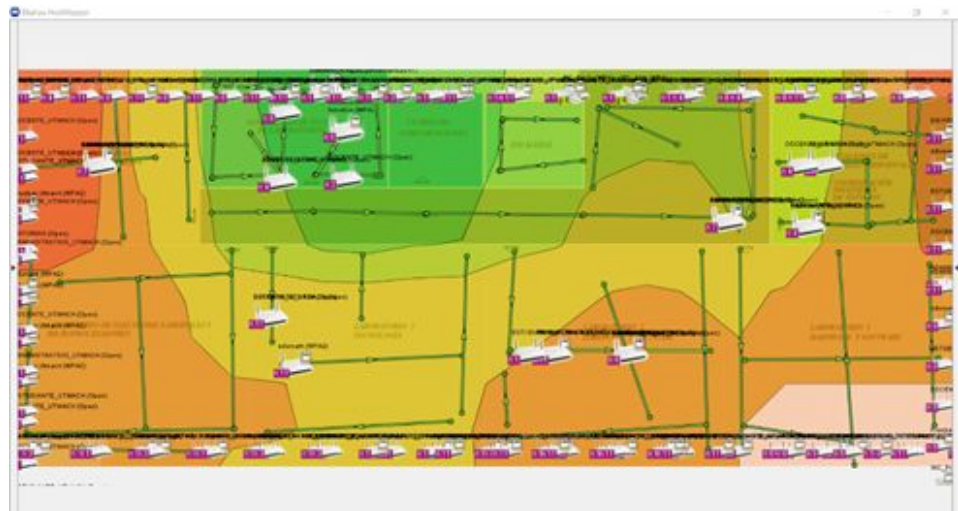
Fuente: Autor

Ilustración 13. Laboratorio MAC Diseño y Multimedia



Fuente: Autor

Ilustración 14. Administrador Técnico de Laboratorios



Fuente: Autor

Continuando con el recorrido, se procede a analizar la Tercera Planta Alta del Bloque Administrativo demostrando al igual que en la planta baja, primera planta alta y segunda planta alta de manera visual que la potencia de la señal inalámbrica también es “Máxima Señal” (Tabla 1).

Ilustración 15. Tercera Planta Alta



Fuente: Autor

La intensidad de la señal en la tercera planta alta se encuentra en los dos primeros niveles denominados: Excelente Señal y Óptima Señal en base a los valores -dBm que muestra la herramienta, a excepción del Baño de Hombres y en la Oficina de Auxiliares de Servicio que se encuentra en la categoría Buena señal y del Baño de Mujeres que se encuentra en la categoría Mala Señal, esto debido a que los sistemas de comunicación inalámbrica experimenta dificultades derivadas de desvanecimientos adversos por trayectos múltiples en canales de transmisión que están más predispuestos a fluctuaciones dinámicas [28].

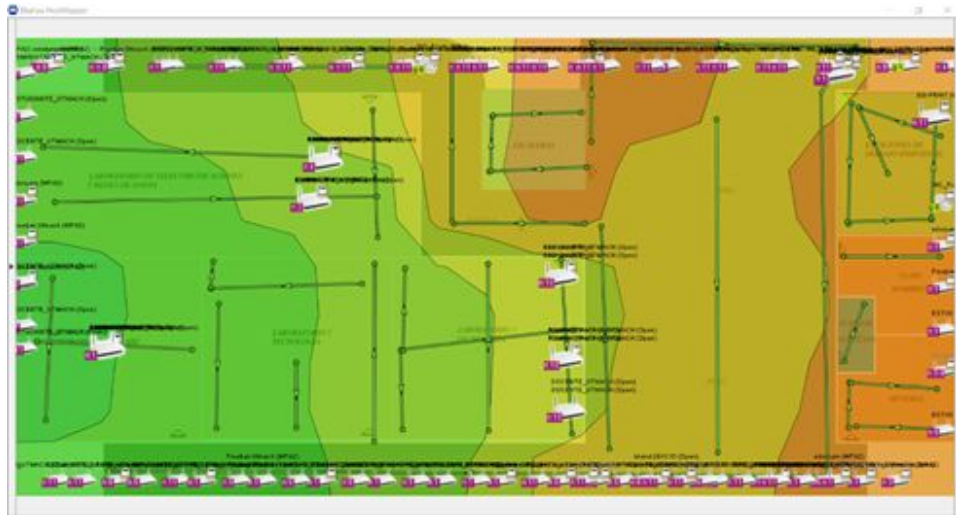
Tabla 6. Valores -dBm de la Tercera Planta Alta

INTERPRETACIÓN DE LOS VALORES -dBm		
LUGAR	VALOR	INTERPRETACIÓN
Laboratorio de Telecomunicaciones y Redes de Datos	-35dBm	Máxima señal
Laboratorio Hardware y Software 3	-40dBm	Máxima señal
Laboratorio Tecnología 2	-48dBm	Óptima señal
Laboratorio Tecnología 3	-40dBm	Máxima señal
Hall	-40dBm	Máxima señal
Est. de Trabajo (Ingeniería de Sistemas)	-48dBm	Óptima señal
Baño Hombres	-56dBm	Buena señal
Baño Mujeres	-64dBm	Mala Señal
Auxiliar de Servicio	-56dBm	Buena señal

Fuente: Autor

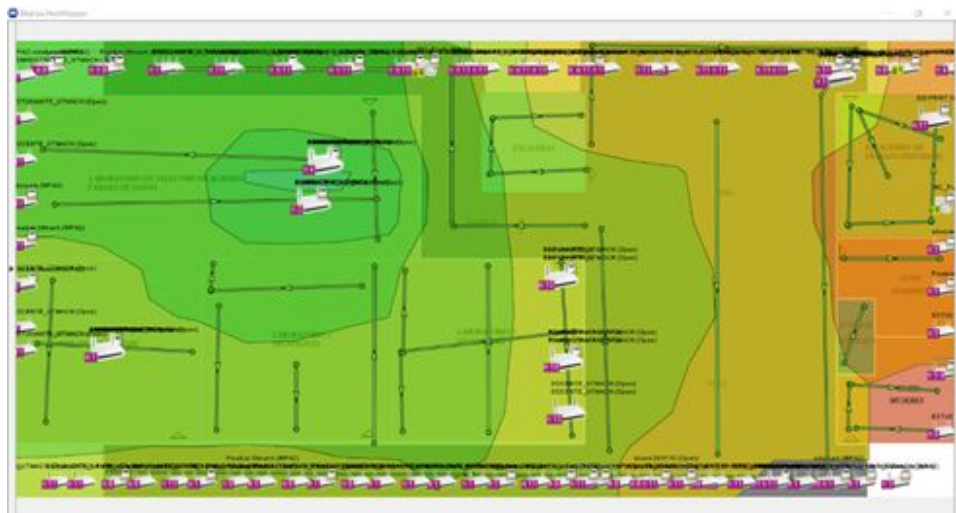
A más de esto al encontrar 4 AP: en la parte del Laboratorio Hardware y Software 3 (Ilustración 16), Laboratorio de Telecomunicaciones y Redes de Datos (Ilustración 17), Estaciones de Trabajo de Ingeniería de Sistemas (Ilustración 18), y en el Hall de la Tercera Planta Alta (Ilustración 19), se ve que, gracias a éstos, se encuentra una gran concentración de señal inalámbrica de la red universitaria.

Ilustración 16. Laboratorio Hardware y Software 3



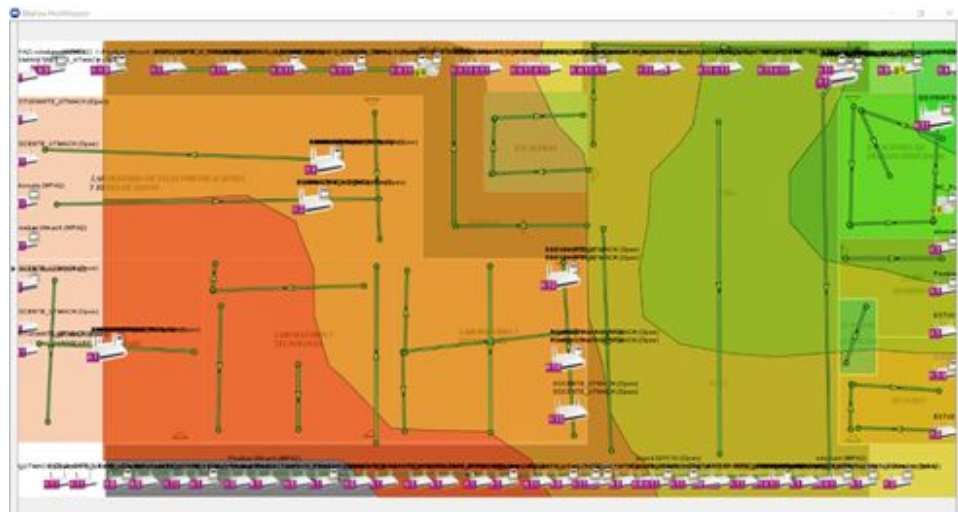
Fuente: Autor

Ilustración 17. Laboratorio de Telecomunicaciones y Redes de Datos



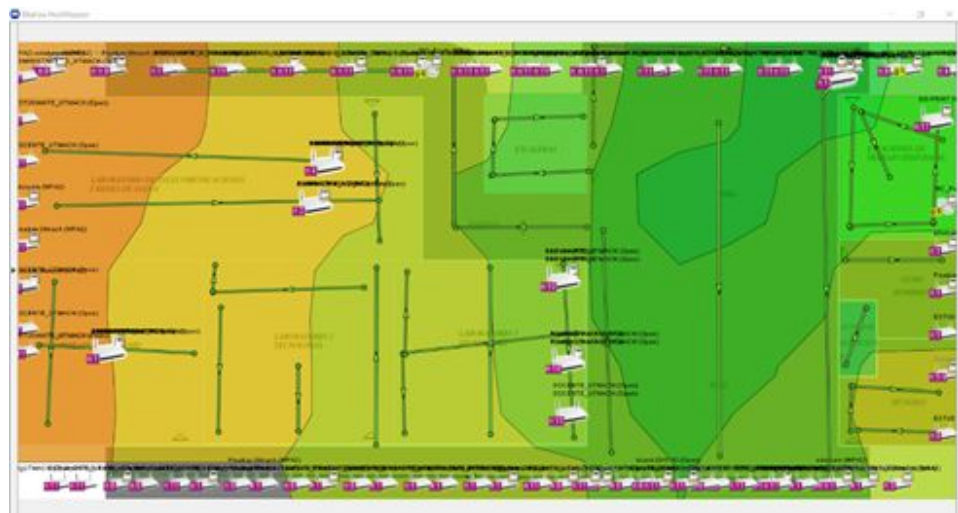
Fuente: Autor

Ilustración 18. Estaciones de Trabajo (Ingeniería de Sistemas)



Fuente: Autor

Ilustración 19. Hall Tercera Planta Alta



Fuente: Autor

Cabe recalcar que los 14 AP analizados son dispositivos inalámbricos Ruckus los cuales, en base a sus características principales [29] alcanzan un radio de 50 Metros y cuentan con tecnología Smart Wi-Fi, que permite resolver un problema muy importante como es: BeamFlex (control de Adaptación de Radio Frecuencia) que descarta zonas muertas, aumentando la señal y el rendimiento de la red, por lo que, en los puntos que se degrada la señal es a razón de las paredes que se presentan en las diferentes plantas analizadas, como lo es principalmente en la tercera planta alta.

2.3.1. Consideraciones teóricas

Considerando los fundamentos teóricos presentados en este trabajo, se determina que este análisis es de mucha ayuda para el Departamento de TIC's de la UTMACH para futuras mejoras en el diseño de la infraestructura inalámbrica de la FIC, ya que permitirá detalladamente visualizar y comprender el alcance de señal de la red universitaria que sufre un rendimiento degradado [30] en ciertos sectores del bloque administrativo de esta Facultad.

2.3.2. Solución de la propuesta

La propuesta que se tenía como parte del trabajo de titulación era el análisis de mapas de calor mediante la herramienta Ekahau determinando la cobertura Wi-Fi de dispositivos, la misma que fue ejecutada y completada con rotundo éxito.

3. CONCLUSIONES

Se ha conocido mediante este trabajo el uso de una herramienta profesional y de gran uso para estudiar redes inalámbricas domésticas y empresariales la cual ha permitido encontrar problemáticas leves que presenta en la distribución de AP en distintos sectores.

En este trabajo, se ha estudiado y analizado el rendimiento de la red Wi-Fi en el Edificio Administrativo de la FIC destacando que la calidad de la red es buena, a pesar de que existen sectores en los que la señal disminuye o se desvanece como se observa en la Tercera Planta Alta cerca del Baño de Mujeres. El desvanecimiento reduce la intensidad de la señal por lo que probar la red con la herramienta Ekahau HeatMapper ayuda a monitorear la decadencia o problemas que presenta la red para corregirlos. Como trabajo futuro, se prevé mejorar el traspaso o movimiento entre AP como lo es el que se encuentra en el Hall de la Tercera Planta Alta apuntando a la reducción del nivel de interferencia que se presenta en la señal.

El análisis de la red universitaria existente ilustra que en todas las plantas del edificio administrativo se muestra algo en común, el acceso a la red en las escaleras de la Planta Baja, Primera Planta Alta y Segunda Planta Alta es buena, pero no excelente, por lo que se sugiere una adaptación de un AP [12] en la Primera Planta Alta y Tercera Planta Alta para que abastezca óptima y eficientemente estos sectores.

Este trabajo fue motivado por afirmaciones ubicuas de que “Wi-Fi está congestionado”. Se entiende lo que significa esta teoría analizando los mapas de calor de todas las plantas del Edificio Administrativo de la FIC y se concluye que cuando se realiza una buena distribución de los routers o AP en este caso, la falta de espectro o poca degradación de la señal es baja o casi nula, y no necesariamente se necesita invertir gran cantidad de dinero en diseñar una red universitaria como es el caso estudiado.

4. BIBLIOGRAFÍA

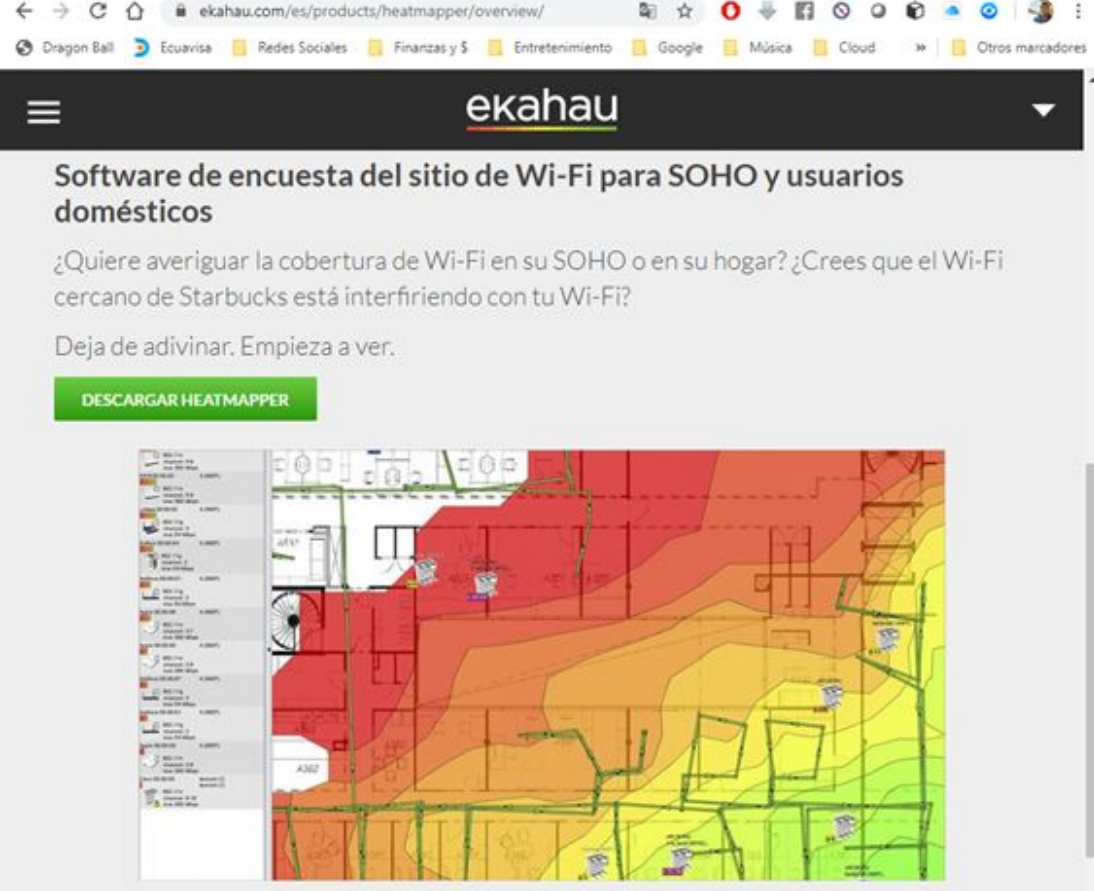
- [1] A. Gupta, J. Min y I. Rhee, «WiFox: escala del rendimiento de WiFi para entornos de gran audiencia,» *CoNEXT '12. Actas de la octava conferencia internacional sobre experimentos y tecnologías de redes emergentes*, pp. 217-228, 2012.
- [2] S. Martín, M. Castro, R. Gil y J. Peire, «Experiencias con un gestor de aplicaciones basado en localización mediante redes inalámbricas,» *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 8, nº 1-2, pp. 269-290, 2005.
- [3] K. Baumann, C. Bouras, V. Kokkinos, N. Papachristos y K. Stamos, «Aplicación WiFiMon que mide el rendimiento de Wi-Fi según lo experimentado por los usuarios finales,» *24a Conferencia Internacional de Telecomunicaciones (TIC) 2017*, pp. 1-5, 2017.
- [4] S. Martínez Cordero, «Análisis de la calidad de señal en una red wifi con la herramienta netstumbler,» *UMBral Científico*, nº 7, pp. 61-71, 2005.
- [5] H. Tabrizi, G. Farhadi, J. M. Cioffi y G. Aldabbagh, «Anclaje cognitivo coordinador en áreas inalámbricas densas,» *ETRI Journal*, vol. 2, nº 38, 2016.
- [6] J. P. De Vries, L. Simic, A. Achtzehn, M. Petrova y P. Mähönen, «La "crisis de congestión" de Wi-Fi: criterios reglamentarios para evaluar los reclamos de congestión de espectro,» *Política de telecomunicaciones*, vol. 38, nº 8-9, pp. 838-850, 2014.
- [7] J. Luque Ordóñez, «Espectro electromagnético y espectro radieléctrico,» *Manual formativo de ACTA, ISSN 1888-6051*, nº 62, pp. 17-31, 2012.
- [8] B. Fontal, *El Espectro Electromagnético y sus Aplicaciones*, Mérida, Venezuela: Escuela Venezolana para la Enseñanza de la Química , 2005.
- [9] P. Corral González, «Mejora de recepción de señal en redes inalámbricas aplicando técnicas de filtrado y diversidad,» *UNIVERSITAS MH Miguel Hernández*, 2015.
- [10] K. Sui, S. Sun, Y. Azzabi, X. Zhang, Y. Zhao, J. Wang, Z. Li y D. Pei, «Comprender el impacto de la densidad AP en el rendimiento de WiFi a través de la implementación en el mundo real,» *Simposio internacional IEEE 2016 sobre redes de área local y metropolitana (LANMAN)*, pp. 1-6, 2016.
- [11] M. Misbahus Surur y N. Surantha, «Evaluación del rendimiento de una red wifi densa basada en el requisito de capacidad,» *Conferencia Internacional sobre Gestión de la Información y Tecnología de 2019 (ICIMTech)*, pp. 466-471, 2019.
- [12] S. Kasture, R. Vatti, S. Divekar, S. Nikam y A. Kusumkar, «Análisis de la dependencia del hardware de las herramientas de medición de la intensidad de la señal WiFi,» *Conferencia internacional sobre tecnologías de control, potencia, comunicación y computación de 2018 (ICCPCT)*, pp. 567-570, 2018.

- [13] B. R., C. C., K. M y M. T., «Posicionamiento interior y exterior en entornos móviles: una revisión y algunas investigaciones sobre posicionamiento WLAN,» *Ciencias de la información geográfica*, vol. 10, nº 2, pp. 91-98, 2004.
- [14] J. N. Davies, V. Grout y R. Picking, «Prediction of Wireless Network Signal Strength within a Building,» *Proceedings of the Seventh International Network Conference (INC2008)*, pp. 193-207, 2008.
- [15] A. Sohail, Z. Ahmad y I. Ali, «Analysis and Measurement of Wi-Fi signals in indoor environment,» *International Journal of Advances in Engineering & Technology IJAET*, vol. 6, nº 2, pp. 678-687, 2013.
- [16] K. An Nguyen, «Un sistema de posicionamiento en interiores con rendimiento garantizado que utiliza predicción conforme y la intensidad de la señal WiFi,» *Revista de Información y Telecomunicaciones*, vol. 1, nº 1, pp. 41-65, 2017.
- [17] Ekahau®, «Preguntas frecuentes - HeatMapper - Ekahau: What are these colors and negative numbers?,» [En línea]. Available: <https://www.ekahau.com/products/heatmapper/faq/#q-colors-negative-numbers>.
- [18] A. R. Sandeep, Y. Shreyas, S. Seth, R. Agarwal y G. Sadashivappa, «Wireless Network Visualization and Indoor Empirical Propagation Model for a Campus WI-FI Network,» *World Academy of Science, Engineering and Technology 42 2008*, pp. 730-734, 2008.
- [19] G. F. Xu y Y. J. Xiu Guo, «Mejora de la experiencia del usuario de la biblioteca: evaluación de la red Wi-Fi,» *Journal of Library Administration*, vol. 58, nº 8, pp. 806-834, 2018.
- [20] I. Cano y F. Almeida, «Análisis del desempeño de una red con tecnología WI-FI para largas distancias en la región costa del Ecuador,» *TELECOMUNICACIONES / SANGOLQUÍ / ESPE / 2012*, pp. 1-6, 2012.
- [21] E. Mok y Y. K. Ying Yuen, «Un estudio sobre el uso de la tecnología de posicionamiento Wi-Fi para la orientación en grandes centros comerciales,» *Geógrafo Asiático*, vol. 30, nº 1, pp. 55-64, 2013.
- [22] J. Leyva Bravo y D. Beltrán Casanova, «La comunicación inalámbrica a través de la banda de los 60 GHz,» *Revista Universidad y Sociedad*, vol. 8, nº 2, pp. 89-96, 2016.
- [23] J. Orozco y G. Siles, «Estudio radioeléctrico y problemáticas en una red WiFi con alta densidad de usuarios,» *ACTA NOVA*, vol. 9, nº 1, pp. 32-52, 2018.
- [24] «Ekahau, Inc. Enables Wireless PDA Map-Based Guidance System for Library Users,» *Computadoras en bibliotecas: Cobertura completa de la tecnología de información de la biblioteca*, nº 8, p. 49, 2003.

- [25] J. J. Alcívar Zambrano, «Análisis y diseño de una red WLAN para dar cobertura de internet en el área,» *Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES*, 2019.
- [26] J. L. Rodríguez Lainz, «Análisis del espectro electromagnético de señales inalámbricas,» *Diario La Ley*, nº 8588, 2015.
- [27] Y. Brian Bai, S. Wu, G. Retscher, A. Kealy, L. Holden y M. Tomko, «Un nuevo método para mejorar la precisión del posicionamiento en interiores basado en Wi-Fi,» *11º Simposio internacional sobre servicios basados n la ubicación*, vol. 8, nº 3, pp. 135-147, 2014.
- [28] G. Suciú, A. Vulpe, M. Vochin, A. Mitrea, M. Anwar y I. Hussain, «Análisis de comunicación de desvanecimiento y Wi-Fi usando Ekahau Heatmapper,» *16a Conferencia Internacional IEEE 2018 sobre Computación Embebida y Ubicua (EUC)*, pp. 145-149, 2018.
- [29] O. E. Cárdenas Villavicencio, «Impacto tecnológico de los dispositivos inalámbricos Ruckus en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala,» 2016. [En línea]. Available: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7163/1/T-UCSG-POS-MTEL-53.pdf>.
- [30] K. Apicharttrisorn, A. O. Fathy Atya, J. Chen, K. Sundaresan y S. V. Krishnamurthy, «Mejora del rendimiento de Wifi con extensores PLC: un estudio de medición,» *Lecture Notes in Computer Science - Conferencia internacional sobre medición pasiva y activa de redes*, vol. 10176, pp. 257-269, 2017.
- [31] Ekahau®, «Software gratuito de mapeo de cobertura de mapa de calor Wi-Fi,» [En línea]. Available: <https://www.ekahau.com/es/products/heatmapper/overview/>.

ANEXOS

Anexo 1. Software gratuito de mapeo de cobertura de mapa de calor Wi-Fi (Ekahau)



Software de encuesta del sitio de Wi-Fi para SOHO y usuarios domésticos

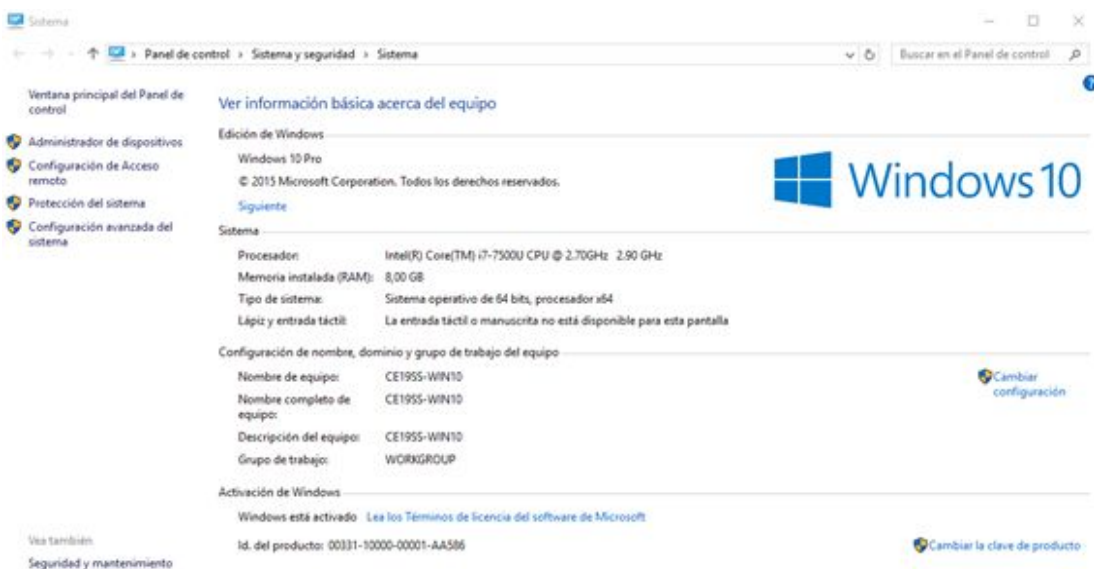
¿Quiere averiguar la cobertura de Wi-Fi en su SOHO o en su hogar? ¿Crees que el Wi-Fi cercano de Starbucks está interfiriendo con tu Wi-Fi?

Deja de adivinar. Empieza a ver.

[DESCARGAR HEATMAPPER](#)

Fuente: [31]

Anexo 2. Sistema



Sistema

Panel de control > Sistema y seguridad > Sistema

Ver información básica acerca del equipo

Edición de Windows

Windows 10 Pro

© 2015 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

Siguiente

Sistema

Procesador: Intel(R) Core(TM) i7-7500U CPU @ 2.70GHz 2.90 GHz

Memoria instalada (RAM): 8,00 GB

Tipo de sistema: Sistema operativo de 64 bits, procesador x64

Lápiz y entrada táctil: La entrada táctil o manuscrita no está disponible para esta pantalla

Configuración de nombre, dominio y grupo de trabajo del equipo

Nombre de equipo: CE1955-WIN10

Nombre completo de equipo: CE1955-WIN10

Descripción del equipo: CE1955-WIN10

Grupo de trabajo: WORKGROUP

Activación de Windows

Windows está activado. Lea los Términos de licencia del software de Microsoft

Id. del producto: 00331-10000-00001-AA586

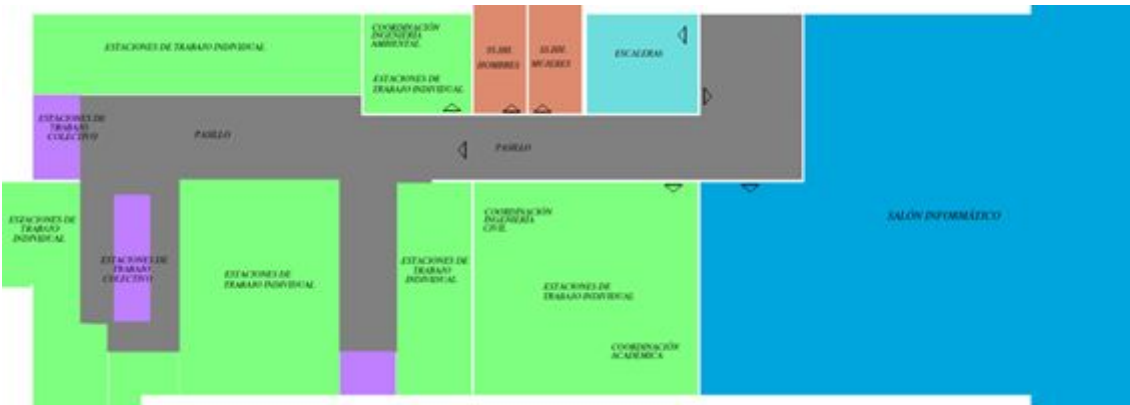
Fuente: Autor

Anexo 3. Bloque Administrativo Planta Baja



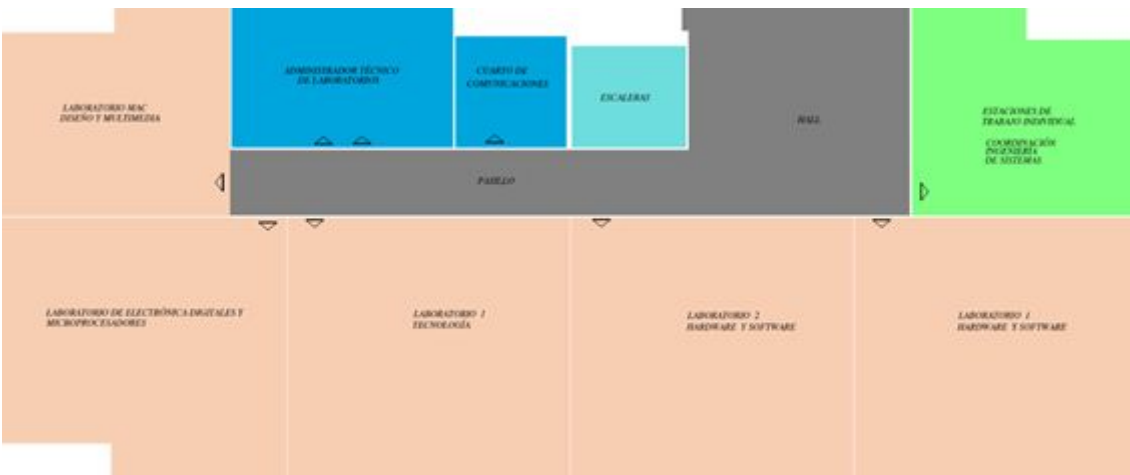
Fuente: Autor

Anexo 4. Bloque Administrativo Primera Planta Alta



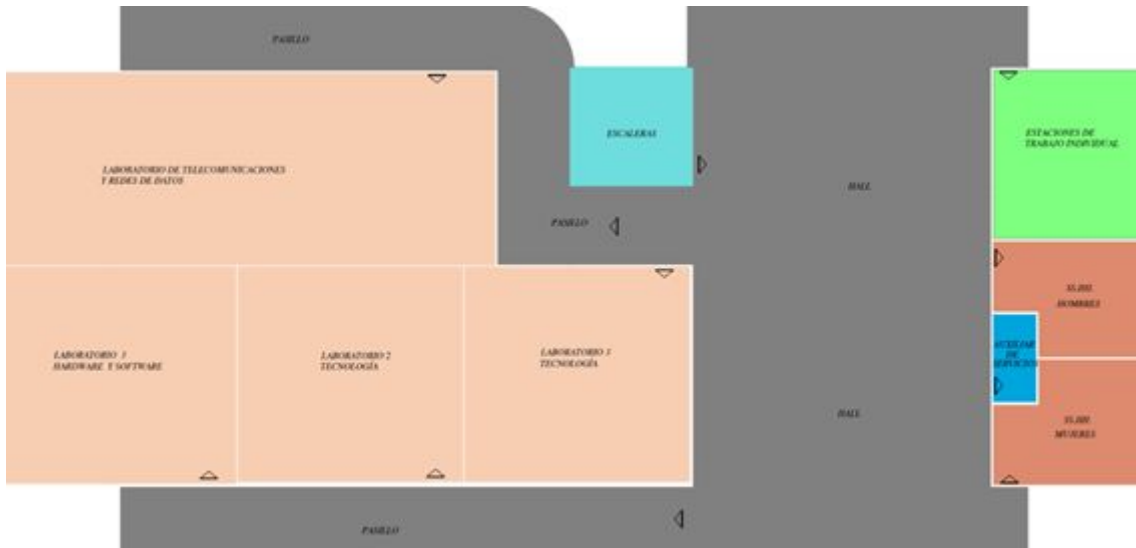
Fuente: Autor

Anexo 5. Bloque Administrativo Segunda Planta Alta



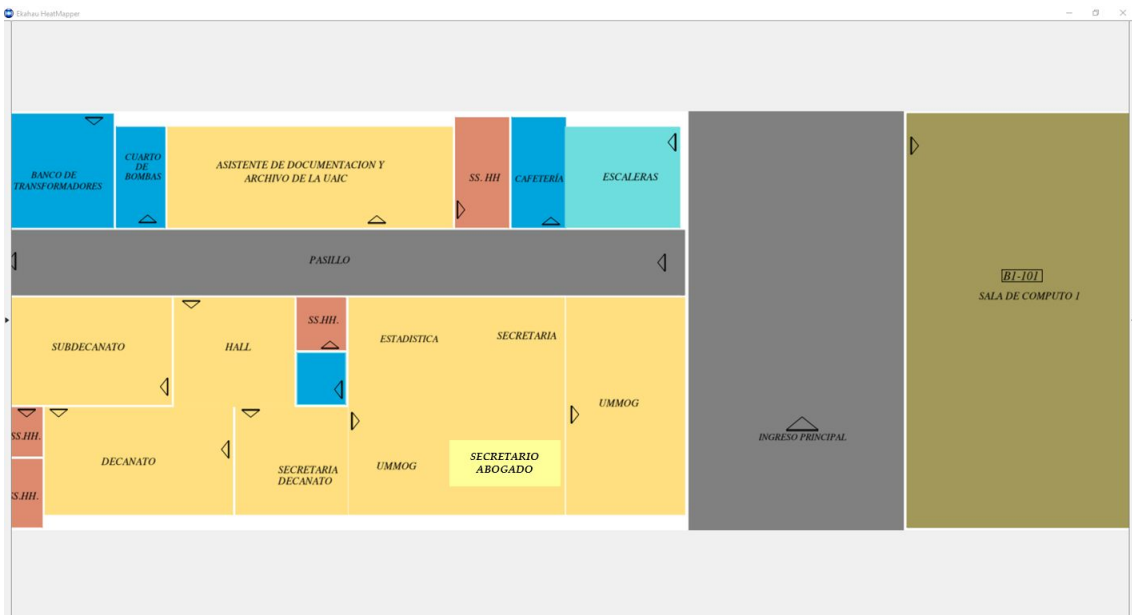
Fuente: Autor

Anexo 6. Bloque Administrativo Tercera Planta Alta



Fuente: Autor

Anexo 7. Herramienta Ekahau HeatMapper



Fuente: Autor

Anexo 8. Lista de Oficinas recorridas

N°	Oficina	Lugar
Oficina 1	Cuarto de Bombas	Bloque Administrativo Planta Baja
Oficina 2	Asistente Documentación y Archivo FIC	
Oficina 3	Cafetería Planta Baja	
Oficina 4	Subdecanato	
Oficina 5	Decanato	
Oficina 6	Secretaría Decanato	
Oficina 7	Cafetería UMMOG	
Oficina 8	Estadística - UMMOG - Secretario/Abogado - Secretaría Secretario/Abogado	
Oficina 9	Secretaría UMMOG	
Oficina 10	Estaciones de Trabajo (Ingeniería Civil)	Bloque Administrativo Primera Planta Alta
Oficina 11	Coordinación Ingeniería Ambiental	
Oficina 12	Coordinación Académica - Coordinación Ingeniería Civil	
Oficina 13	Salón Informático	Bloque Administrativo Segunda Planta Alta
Oficina 14	Administrador Técnico de Laboratorios	
Oficina 15	Coordinación Ingeniería de Sistemas	Bloque Administrativo Tercera Planta Alta
Oficina 16	Estaciones de Trabajo (Ingeniería de Sistemas)	
Oficina 17	Auxiliar de Servicios	

Fuente: Autor

Anexo 9. Lista de Laboratorios recorridos

N°	Laboratorio	Lugar
Laboratorio 1	Sala de Cómputo 1	Bloque Administrativo Planta Baja
Laboratorio 2	Laboratorio Hardware y Software 1	Bloque Administrativo Segunda Planta Alta
Laboratorio 3	Laboratorio Hardware y Software 2	
Laboratorio 4	Laboratorio Tecnología 1	
Laboratorio 5	Laboratorio de Electrónica Digitales y Microprocesadores	
Laboratorio 6	Laboratorio MAC Diseño y Multimedia	
Laboratorio 7	Laboratorio Hardware y Software 3	Bloque Administrativo Tercera Planta Alta
Laboratorio 8	Laboratorio Tecnología 2	
Laboratorio 9	Laboratorio Tecnología 3	
Laboratorio 10	Laboratorio de Telecomunicaciones y Redes de Datos	

Fuente: Autor

Anexo 10. Lista de Escaleras recorridas

N°	Escalera	Lugar
Escalera 1	De Planta Baja a Primera Planta Alta	Bloque Administrativo Planta Baja
Escalera 2	De Primera Planta Baja a Segunda Planta Alta	Bloque Administrativo Primera Planta Alta
Escalera 3	De Segunda Planta Baja a Tercera Planta Alta	Bloque Administrativo Segunda Planta Alta

Fuente: Autor

Anexo 11. Lista de Baños recorridos

N°	Baño	Lugar
Baño 1	Baño Decanato	Bloque Administrativo Planta Baja
Baño 2	Baño Subdecanato	
Baño 3	Baño UMMOG	
Baño 4	Baño Archivo FIC	
Baño 5	Baño Hombres Cubículos Ingeniería Civil	Bloque Administrativo Primera Planta Alta
Baño 6	Baño Mujeres Cubículos Ingeniería Civil	
Baño 7	Baño Hombres Ingeniería de Sistemas	Bloque Administrativo Tercera Planta Alta
Baño 8	Baño Mujeres Ingeniería de Sistemas	

Fuente: Autor