

ESTUDIO PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL WI-FI EN EL HOGAR

**HARRISON ANTONIO BASTO
NICOLAS RAMOS BOLAÑOS**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
ESCUELA TIC
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ D.C.
2022**

ESTUDIO PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL WI-FI EN EL HOGAR

**HARRISON ANTONIO BASTO
NICOLAS RAMOS BOLAÑOS**

Director

Ingeniero FÉLIX ROBERTO GÓMEZ DEVIA

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA
ESCUELA TIC
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ D.C.
2022**

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	5
TABLAS	8
INTRODUCCIÓN	9
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	10
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. ALCANCE DEL PROYECTO	15
4. OBJETIVOS	15
4.1 Objetivo General.....	15
4.2 Objetivos Específicos	15
5. MARCO REFERENCIAL	16
5.1 MARCO CONCEPTUAL	16
5.1.1 Wifi	16
5.1.2 Router.....	16
5.1.3 Red inalámbrica	16
5.1.4 Ancho de banda	17
5.1.5 Bandas de frecuencia WiFi.....	17
5.1.6 Canales WiFi	18
5.1.7 Reflejos e interferencias	19
5.2 MARCO TEÓRICO	20
5.2.1 Redes inalámbricas WiFi.....	20
5.2.2 Estándar IEEE 802.11	22
5.2.3 Tecnología MIMO	24
5.2.4 Tecnología MU-MIMO	26
5.3 ESTADO ACTUAL.....	27
6. DISEÑO METODOLÓGICO	29
7. RECURSOS DISPONIBLES	30
8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	31

9. FACTORES QUE PODRÍAN AFECTAR LAS REDES WIFI.....	33
9.1 Calidad de servicio WiFi (QoS).....	33
9.2 Problemas de las redes inalámbricas WI-FI	34
9.2.1 Interferencia	34
9.2.2 Atenuación y cobertura.....	35
9.2.3 Router.....	37
10. ESTADO ACTUAL DE LA RED WIFI EN DOS HOGARES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ.....	42
10.1 Plataformas de análisis de redes WI-FI	42
10.2.1 Planos y características de los router de cada hogar.	46
10.2.2 Pruebas de cobertura	53
10.2.3 Pruebas de la calidad WiFi.....	59
11. RECOMENDACIONES DE INGENIERÍA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL WIFI EN CADA HOGAR	66
11.1. Recomendaciones generales para el apartamento.	66
11.1.1. Recomendaciones para la red de 2.4GHz del apartamento	67
11.1.2. Recomendaciones para la red de 5GHz del apartamento	68
11.2 Recomendaciones generales para la casa	69
12. IMPLEMENTACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES PROPUESTAS EN LOS DOS HOGARES DE ESTUDIO.	71
12.1 Implementación de las recomendaciones generales del apartamento	71
12.1.1 Implementación de las recomendaciones de la red 2.4GHz del apartamento.	76
12.1.2 Implementación de las recomendaciones de la red 5GHz del apartamento	81
12.2 Implementación de las recomendaciones generales de la casa.....	85
13. CONCLUSIONES	90
14. RECOMENDACIONES	92
Bibliografía.....	93

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Características de las frecuencias y versiones 802.11.	17
Figura 2. Canales de frecuencia 2.4 GHz.	18
Figura 3. Canales de frecuencia 5 GHz	19
Figura 4. Clasificación de las redes inalámbricas	21
Figura 5. Dispositivos que ingresarán al mercado con WiFi 6 y 6E.	24
Figura 6. Funcionamiento tecnología MIMO.	25
Figura 7. Diferencia entre la tecnología SU-MIMO Y MU-MIMO.....	26
Figura 8. Canales de frecuencias	35
Figura 9. Tipos de materiales y su atenuación en redes inalámbricas.....	36
Figura 10. Red 4 GHz y 5 GHz.	40
Figura 11. Orientación de las antenas.	41
Figura 12. Plano apartamento.....	47
Figura 13. Plano casa.	48
Figura 14. Router Archer C20.....	49
Figura 15. Configuración predeterminada de la red 2.4GHz (Router Archer C20).51	
Figura 16. Configuración predeterminada de la red 5GHz (Router ArcherC20). ...	51
Figura 17. Technicolor Tc8305c.....	52
Figura 18. Referencia intensidad de la señal en dBm de los mapas de calor.....	53
Figura 19. Recorrido del apartamento	53
Figura 20. Recorrido casa.....	54
Figura 21. Mapa de calor red 2.4GHz casa	54
Figura 22. Mapa de calor red 2.4GHz apartamento.....	55
Figura 23. Mapa de calor red 5GHz apartamento.....	56
Figura 24. Orientación de 45 grados de las antenas	57
Figura 25. Intensidad de la señal con orientación horizontal de las antenas	57
Figura 26. Orientación vertical de las antenas.....	58
Figura 27. intensidad de la señal con orientación vertical de las antenas	58
Figura 28. Señal de la red 2.4GHz apartamento.....	61

Figura 29. Canal de la red 2.4GHz apartamento.	62
Figura 30. Calidad de la red 2.4GHz apartamento.....	62
Figura 31. Señal de la red 5GHz apartamento.....	63
Figura 32. Canal de la red 5GHz apartamento	63
Figura 33. Calidad de la red 5GHz apartamento.....	64
Figura 34. Señal de la red 2.4GHz casa	64
Figura 35. Canal de la red 2.4GHz casa.....	65
Figura 36. Calidad de la red 2.4GHz casa	65
Figura 37. Ubicación punto de acceso en el apartamento	66
Figura 38. Ubicación punto de acceso en la casa.....	69
Figura 39. Mejor posicionamiento Casa.....	70
Figura 40. Orientación de la antenas	71
Figura 41. Ubicación del router y recorrido	72
Figura 42. Mapa de calor red 2.4GHz.....	73
Figura 43. Mapa de calor red 2.4GHz antes de implementar las recomendaciones	74
Figura 44. Mapa de calor red 5GHz.....	75
Figura 45. Mapa de calor red 5GHz antes de implementar las recomendaciones.	76
Figura 46. Configuración del canal en la red 2.4GHz del apartamento.....	77
Figura 47. Configuración de seguridad en la red 2.4GHz del apartamento	78
Figura 48. Configuración de la versión en la red 2.4GHz del apartamento.....	79
Figura 49. Intensidad de la señal de la red 2.4GHz apartamento	80
Figura 50. Calidad de la red 2.4GHz apartamento.....	80
Figura 51. Configuración del canal en la red 5GHz del apartamento.....	81
Figura 52. Configuración de seguridad en la red 5GHz del apartamento	82
Figura 53. Configuración de la versión en la red 5GHz del apartamento.....	83
Figura 54. Señal de la red 5GHz apartamento.....	84
Figura 55. Calidad de la red 5GHz apartamento.....	84
Figura 56. Ubicación del router y recorrido	85
Figura 57. Mapa de calor red 2.4GHz.....	86

Figura 58. Mapa de calor red 5GHz.....	87
Figura 59. Intensidad de la señal de la red 2.4GHz Casa.....	88
Figura 60. Calidad de la red 2.4GHz Casa	88
Figura 61. Intensidad de la señal de la red 5GHz Casa.....	89
Figura 62. Calidad de la red 5GHz Casa	89

TABLAS

Tabla 1. Comparación de proyectos	27
Tabla 2. Diseño metodológico por objetivo.	29
Tabla 3. Recursos disponibles	30
Tabla 4. Cronograma de actividades.	31
Tabla 5. La calidad esperada en relación con la intensidad de la señal.	38
Tabla 6. Cuadro comparativo de plataformas de análisis WiFi.	44
Tabla 7. Características del router Archer C20.	49
Tabla 8. Características del router TC8305C.....	52

INTRODUCCIÓN

La red WiFi actualmente tiene bastante importancia en los hogares, debido a que la tecnología ha logrado un impacto significativo en nuestras vidas, un aspecto esencial es que cada vez más son los dispositivos que requieren internet, otra razón es a partir de la emergencia sanitaria por el COVID-19, la cual estableció que se pueden realizar diversas actividades desde el hogar con tan solo el acceso a internet, estas son algunas de las razones por la que la calidad del WiFi en los hogares se ha visto afectada en los últimos tiempos.

Este estudio pretende evidenciar el estado actual de la red WiFi de dos hogares ubicados en la ciudad de Bogotá, con el fin de conocer posibles problemas relacionados con la calidad WiFi, de esta manera realizar recomendaciones desde la ingeniería las cuales se ajusten a mejorar la calidad WiFi en cada caso de estudio.

El proyecto es importante para entender el comportamiento de la red WiFi y cómo la calidad afecta en los hogares. En primer lugar, determinar qué factores podrían afectar la calidad de las redes WiFi, en segundo lugar, identificar el estado actual de la red WiFi de los hogares ubicados en la ciudad de Bogotá, en tercer lugar, a partir de los factores que podrían afectar y el estado actual de la red WiFi se elabora recomendaciones de ingeniería para solucionar los problemas encontrados, en cuarto lugar, se implementa cada recomendación con el fin de mejorar la calidad del WiFi en cada hogar.

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La calidad del servicio es importante para las empresas de telecomunicaciones, ya que con esto el usuario tendrá un criterio de que proveedor de servicios de internet elegir, y así mismo exigir sus derechos del servicio contratado, es por ello que los proveedores deberían asegurar una calidad de servicio. Para esto, recientemente Colombia estableció la ley 2108 de 29 de julio de 2021 la cual establece el acceso a internet como un servicio público de carácter esencial en Colombia, en esta ley se evidencia un apartado importante el cual dice “el acceso a internet como uno de carácter esencial, con el fin de garantizar y asegurar la prestación del servicio de manera eficiente, continua y permanente” de igual manera “garantizar un servicio de calidad y de última generación”¹. A pesar de esta ley, es bastante complejo que los usuarios estén informados acerca del cumplimiento en la calidad del servicio.

De acuerdo con el medio de marketing digital Branch en el artículo “Estadísticas de la situación digital de Colombia en el 2021-2022”, Colombia cuenta con una población total de 51.39 millones, de los cuales el 69.1% tienen acceso a internet,² de los cuales la CRC presenta en el Data Flash 2022-011 que 8,4 millones son accesos de internet fijo en diciembre de 2021, lo cual presenta un aumento del 7,6% frente al año anterior.³

En cuanto a quejas en el servicio de internet fijo la comisión de regulación de comunicaciones realiza un “Data Flash 2021-016”⁴ el cual reporta información en cuanto a quejas de servicios de telecomunicaciones, en relación con datos en el

¹Presidencia de la República. (2021). Recuperado el 28 Septiembre 2021, de <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%202108%20DEL%2029%20DE%20JULIO%20DE%202021.pdf>

² Rosgaby Medina, K. (2022). Estadísticas de la situación digital de Colombia en el 2021-2022. branch.com <https://branch.com.co/marketing-digital/estadisticas-de-la-situacion-digital-de-colombia-en-el-2021-2022/>

³ CRC. (2022). Data Flash 2022-011 - Internet Fijo. Gov.co <https://postdata.gov.co/dataflash/data-flash-2022-011-internet-fijo>

⁴ Data Flash 2021-016 - Quejas de Servicios de Telecomunicaciones. (n.d.). Gov.Co. Retrieved October 20, 2021, from <https://www.postdata.gov.co/dataflash/data-flash-2021-016-quejas-de-servicios-de-telecomunicaciones>

servicio de internet fijo los operadores recibieron “2.462.296 quejas en el año 2020”, de las cuales las relacionadas con a la intermitencia es del 13.6% el cual aumentó un 59.8% con relación al año 2019, las relacionadas con la calidad del servicio es del 4% el cual aumentó un 63.7% con el mismo año de referencia.

Durante la emergencia sanitaria por el COVID-19, los colombianos son más conscientes de la importancia de tener servicios de telecomunicaciones en su hogar, por ello la comisión de regulación de comunicaciones en el documento “monitoreo de tendencias tecnológicas y de consumidor 2021”⁵, considera relevante conocer las tendencias y así exponer cifras generales de estos temas. Los usuarios han adquirido nuevos servicios y otros aumentaron sus ofertas, esto a causa de la pandemia, por ende, la infraestructura digital se convirtió esencial para mantener a los usuarios en el hogar, esto ha conllevado a los clientes tener una perspectiva donde valoran la confiabilidad de su conexión sobre la velocidad. Por ello se da un gran valor a una conexión de banda ancha de calidad. Dicho lo anterior se considera la importancia de los servicios de internet fijo donde se tienen 8.05 millones de usuarios de las cuales el 90% son grandes y medianas empresas de telecomunicaciones, es bastante probable que en los hogares se tenga wifi, otro rasgo importante es el crecimiento del acceso fijo inalámbrico (FWA) el cual según la empresa Ericsson “En su reporte 2020 Fixed Wireless Access FWA Handbook, compartió sus estimaciones sobre el crecimiento que tendrían las soluciones para internet fijo a través de la infraestructura de redes móviles.”⁶, en Bogotá la empresa DIRECTV lanzó la primera red de quinta generación a través de conexiones de acceso fijo inalámbrico⁷, esto demuestra que las tecnologías wifi y conexiones de

⁵ MONITOREO DE TENDENCIAS TECNOLÓGICAS Y DE CONSUMIDOR 2021 - Gov.Co. Recuperado octubre 21, 2021, de https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/MONITOREO_TENDENCIAS_CRC_2021.pdf

⁶ En 2025 se triplicarán las conexiones de acceso fijo inalámbrico a nivel mundial. (2020). Org.Co. <https://acis.org.co/portal/content/noticiasdelsector/en-2025-se-triplicar%C3%A1n-las-conexiones-de-acceso-fijo-inal%C3%A1mblico-nivel-mundial>

⁷ En 2025 se triplicarán las conexiones de acceso fijo inalámbrico a nivel mundial. (2020). Org.Co. <https://acis.org.co/portal/content/noticiasdelsector/en-2025-se-triplicar%C3%A1n-las-conexiones-de-acceso-fijo-inal%C3%A1mblico-nivel-mundial>

acceso fijo inalámbrico son más adoptadas en el mundo, es por esto que se estima que para el 2025 se tenga 160 millones de suscriptores a nivel global. Es por esta razón que monitorizar la calidad del wifi es un factor importante para los usuarios ya que pueden tener información sobre el servicio enfocado al wifi.

1.1 Pregunta problema

Por lo anterior, se plantea la siguiente pregunta orientadora ¿Cómo mejorar la calidad del WiFi mediante un estudio realizado en dos hogares en la ciudad Bogotá?

2. JUSTIFICACIÓN

El aumento en la demanda de los dispositivos conectados a internet en el hogar ha aumentado y con ello los problemas en la calidad del wifi son presentes en ciertas condiciones, esto se ve evidenciado a factores como la pandemia del COVID-19 que afectó a millones de personas por el acceso mínimo de banda ancha requerida para las conexiones con las empresas, a raíz de esto se hizo efectivo un monitoreo para saber el comportamiento de las redes ante la nueva realidad de mayor cantidad de usuarios conectados desde sus hogares, para el desarrollo de diversas actividades como las transacciones comerciales, educativas y sociales en línea las cuales aumentaron.

Es así como la CRC requirió información a los operadores e inició la publicación de los Reportes de Tráfico de Internet. El tráfico total de Internet cursado por los operadores con más de 50.000 usuarios durante el mes de marzo de 2021 fue superior en promedio un 11,92% con respecto a febrero del 2021. En marzo de 2021 aumentó 38% con respecto a marzo del 2020. De igual manera la franja horaria de mayor tráfico del servicio de Internet en todo el país siguió ubicándose en horas de la noche, entre las 6:00 p.m. a las 11:00 p.m. y se mantuvo durante la emergencia social⁸.

El país cuenta 8,4 millones de accesos de internet fijo el cual aumentó un 7,6% con respecto al año anterior⁹. Las cuales han generado un cambio en las telecomunicaciones y aún más en los hogares. Según los últimos datos divulgados por la CRC el tráfico en las casas ha crecido un poco más de 38%, las redes están preparadas y se han comportado de manera estable. Ciertamente el

⁸ MONITOREO DE TENDENCIAS TECNOLÓGICAS Y DE CONSUMIDOR 2021 - Gov.Co. Recuperado octubre 21, 2021, de https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/MONITOREO_TENDENCIAS_CRC_2021.pdf

⁹ CRC. (2022). Data Flash 2022-011 - Internet Fijo. Gov.co <https://postdata.gov.co/dataflash/data-flash-2022-011-internet-fijo>

comportamiento no ha sido el de las máximas velocidades que teníamos antes de la situación de aislamiento.

Razón por la cual el proyecto busca a través de un estudio analizar y realizar la calidad de la red WiFi, a partir de dos situaciones en los hogares como lo son una casa y un apartamento, así desde la ingeniera plantear soluciones y recomendaciones para cada situación.

3. ALCANCE DEL PROYECTO

El desarrollo del proyecto se centra en mejorar la calidad WiFi mediante un estudio en dos hogares ubicados en la ciudad de Bogotá, realizando pruebas con herramientas las cuales brindan un análisis detallado de la red WiFi, a partir de esto plantear soluciones desde la ingeniería y con ello mejorar la calidad WiFi de cada hogar.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Elaborar un estudio de las redes WiFi en dos locaciones de la ciudad de Bogotá a fin de identificar problemas relacionados con la calidad de la señal en el hogar y plantear soluciones de mejora desde la ingeniería

4.2 Objetivos Específicos

- Determinar factores que podrían afectar las redes WiFi para reconocer posibles problemas relacionados con la calidad de la señal.
- Identificar el estado actual de la red WiFi en dos hogares mediante herramientas de análisis de WiFi.
- Elaborar recomendaciones para solucionar los problemas técnicos encontrados, si así fuere el caso.
- Implementar las recomendaciones con el fin de mejorar la calidad del WiFi en los hogares objeto de estudio.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO CONCEPTUAL

5.1.1 Wifi

Es una tecnología de red inalámbrica en la cual los dispositivos electrónicos pueden interactuar con internet, así intercambiar información entre ellos y de esta manera establecer una red. La forma en que se conecta internet es por medio de un router inalámbrico, ya que de esta forma la tecnología Wi-Fi maneja un estándar IEEE 802.11 el cual define los protocolos que permiten la comunicación con los dispositivos inalámbricos.¹⁰

5.1.2 Router

Un router es el encargado de dirigir los datos de red mediante paquetes los cuales contiene información, para transportar es necesario un emisor, tipo de datos, tamaño y una dirección IP de destino, al pasar por estas capas logra priorizar los datos y elegir la mejor ruta para obtener una transmisión exitosa.¹¹

5.1.3 Red inalámbrica

Una red de área local (LAN) inalámbrica usa las ondas de radio para conectar dispositivos sin necesidad de cables, estos pueden ser computadoras portátiles, teléfonos móviles y demás dispositivos electrónicos lo cuales permiten una conexión a Internet.¹²

¹⁰ Servicios, P. ¿Qué es la tecnología wifi? Definición y tipos. Recuperado 29 septiembre 2021, de https://www.cisco.com/c/es_mx/products/wireless/what-is-wifi.html

¹¹ ¿Qué es un router? (2021, octubre 17). Cisco. https://www.cisco.com/c/es_mx/solutions/small-business/resource-center/networking/what-is-a-router.html

¹² TI, S., empresas, C., & recursos, R. (2021). ¿Qué es una red inalámbrica? - Cableada frente vs. inalámbrica. Recuperado 29 Septiembre 2021, de https://www.cisco.com/c/es_mx/solutions/small-business/resource-center/networking/wireless-network.html

5.1.4 Ancho de banda

El ancho de banda representa una señal de información la cual está dada por la diferencia entre las frecuencias máxima y mínima, por esta razón la capacidad máxima y la cantidad de datos los cuales se transmiten a través de una conexión representan el ancho de banda de una red, esto es significativo para la calidad y velocidad de conexión que puede ser física o inalámbrica.¹³

5.1.5 Bandas de frecuencia WiFi

Existen dos frecuencias estándar para las redes WiFi las cuales representan la velocidad de transmisión y recepción de datos entre dispositivos de una red inalámbrica, las versiones de estas redes dependen del estándar IEEE 802.11 de esta manera la banda de 2.4 GHz es compatible con las versiones 802.11b, 802.11g y 802.11n, de igual manera la banda de 5 GHz es compatible con las versiones 802.11a, 802.11n y 802.11ac, cada una de estas versiones tienen características en relación con el ancho del canal, velocidad de datos máxima y la tecnología MIMO.¹⁴

Figura 1. Características de las frecuencias y versiones 802.11.

Protocolo	Frecuencia	Ancho del canal	MIMO	Velocidad de datos máxima (en teoría)- Ancho de Banda
802.11ax	2,4 o 5 GHz	20, 40, 80, 160 MHz	Usuario múltiple (MIMO-MU)	2,4 Gbps
802.11ac wave2	5 GHz	20, 40, 80, 160 MHz	Usuario múltiple (MIMO-MU)	1,73 Gbps
802.11ac wave1	5 GHz	20, 40, 80 MHz	Un solo usuario (SU-MIMO)	866,7 Mbps
802.11n	2,4 o 5 GHz	20, 40 MHz	Un solo usuario (SU-MIMO)	450 Mbps
802.11g	2,4 GHz	20 MHz	No se aplica	54 Mbps
802.11a	5 GHz	20 MHz	No se aplica	54 Mbps
802.11b	2,4 GHz	20 MHz	No se aplica	11 Mbps
Tradicional 802.11a	2,4 GHz	20 MHz	No se aplica	2 Mbps

Características de las frecuencias y versiones 802.11. (2022). <https://forum.huawei.com/enterprise/es/bandas-de-frecuencia-en-las-redes-wifi/thread/885177-100239>

¹³ Axessnet, R. (2020, noviembre 6). Qué es ancho de banda, banda ancha, velocidad y latencia en internet. axessnet. <https://axessnet.com/que-es-ancho-de-banda-velocidad-y-latencia-en-una-conexion-de-internet/>

¹⁴ Bandas de Frecuencia en las redes WiFi. (2022). Comunidad Huawei Enterprise. <https://forum.huawei.com/enterprise/es/bandas-de-frecuencia-en-las-redes-wifi/thread/885177-100239>

5.1.6 Canales WiFi

Los canales inalámbricos es una división específica de frecuencias que se encuentran en determinada banda de WiFi, de esta manera la información pasa a través de los canales disponibles, si estos canales están saturados generan problemas en la latencia y reducción de velocidad. En las frecuencias estándar de 2.4 GHz el canal predeterminado es 1 de igual manera se puede establecer un valor entre 1 y 11, para 5 GHz los canales 36, 40, 44 y 48 se asignan de forma predeterminada, en esta frecuencia se tienen 24 canales.¹⁵

Figura 2. Canales de frecuencia 2.4 GHz.

Canal	Inicia en la Frecuencia:	Frecuencia Central:	Termina en la Frecuencia:
1	2401	2412	2423
2	2406	2417	2428
3	2411	2422	2433
4	2416	2427	2438
5	2421	2432	2443
6	2426	2437	2448
7	2431	2442	2453
8	2436	2447	2458
9	2441	2452	2463
10	2446	2457	2468
11	2451	2462	2473
12	2456	2467	2478
13	2461	2472	2483
14	2473	2484	2495

Sánchez, D. (2021). *Canales de frecuencia 2.4 GHz*. <https://info.ita.tech/blog/canales-wifi-2.4-5-6-ghz-dfs>.

¹⁵ Canales RF en una red inalámbrica. (2020). Cisco. https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/smb/wireless/CB-Wireless-Mesh/2069-tz-Changing-RF-Channels.html

Figura 3. Canales de frecuencia 5 GHz

CHANNEL NUMBER	FREQUENCY MHZ	EUROPE (ETSI)
36	5180	Indoors
40	5200	Indoors
44	5220	Indoors
48	5240	Indoors
52	5260	Indoors / DFS / TPC
56	5280	Indoors / DFS / TPC
60	5300	Indoors / DFS / TPC
64	5320	Indoors / DFS / TPC
100	5500	DFS / TPC
104	5520	DFS / TPC
108	5540	DFS / TPC
112	5560	DFS / TPC
116	5580	DFS / TPC
120	5600	DFS / TPC
124	5620	DFS / TPC
128	5640	DFS / TPC
132	5660	DFS / TPC
136	5680	DFS / TPC
140	5700	DFS / TPC
149	5745	SRD
153	5765	SRD
157	5785	SRD
161	5805	SRD
165	5825	SRD

López, A. (2021). Bandas de frecuencia Wi-Fi: 2.4GHz, 5GHz y 6GHz.
<https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-wifi/bandas-frecuencias-wi-fi/>

5.1.7 Reflejos e interferencias

Los puntos de acceso realizan una emisión en todos los sentidos dado que las antenas son diseñadas para que irradian casi igual en cualquier dirección, cuando esto ocurre se pueden encontrar materiales los cuales no absorben la señal si no la refleja ocasionando que al dispositivo conectado le llegue la señal reflejada y no la original, de esta manera cuando una onda emitida llega al destino modificada se conoce como interferencia, estas interferencias pueden ser producidas por diversos materiales o dispositivos electrónicos.¹⁶

¹⁶ Padrisa, P. (s. f.). WiFi: Interferencias y reflejos. Sysadmit.com. Recuperado 10 de agosto de 2022, de <https://www.sysadmit.com/2016/08/wifi-interferencias-y-reflejos-buenas-practicas-capitulo-8.html>

5.2 MARCO TEÓRICO

5.2.1 Redes inalámbricas WiFi

Las redes inalámbricas en el año 1880 donde Graham Bell y Summer Tainter inventaron el primer aparato de comunicación sin cables, el fonógrafo lograba transmitir el sonido por medio de una emisión de luz, pero esto no tuvo mucha repercusión ya que no se tenía una distribución eléctrica. Ya en 1888 el físico alemán Rudolf Hertz logró transmitir sin la necesidad de cables esto a partir de ondas electromagnéticas, con lo anterior la tecnología avanzó y en 1899 Guillermo Marconi consiguió establecer comunicaciones inalámbricas a través del canal de la Mancha, se llega al año 1907 donde se transmitían los primeros mensajes completos a través del Atlántico, luego la segunda guerra mundial dio lugar a avances importantes en el campo de las telecomunicaciones¹⁷.

El avance que se logró para obtener la primera red local inalámbrica fue hasta el año 1971 en la universidad de Hawaii en el cual crearon el primer sistema de conmutación de paquetes mediante una red de comunicación por radio. En la actualidad las redes inalámbricas ya se incluyen en cualquier dispositivo tecnológico donde estas redes deben convertir las señales de información en una forma adecuada para la transmisión a través del medio de aire¹⁸.

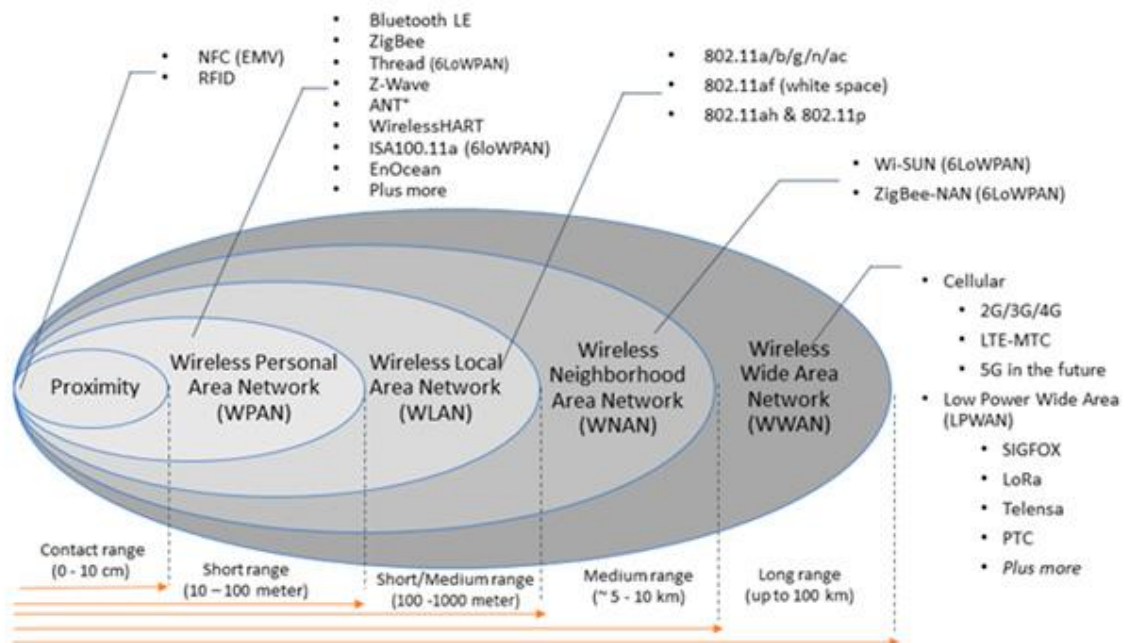
Las redes inalámbricas se clasifican en cuatro grupos a partir del área de aplicación y el alcance de la señal, estas son:

¹⁷ *Historia de las Redes Inalámbricas*. (n.d.). Upv.Es. Recuperado Noviembre 9, 2021, de <https://histinf.blogs.upv.es/2010/12/02/historia-de-las-redes-inalambricas/>

¹⁸ Salazar, J. (n.d.). *REDES INALÁMBRICAS*. Upc.Edu. Recuperado Noviembre 9, 2021, de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf

- Redes inalámbricas de área personal (WPAN -Wireless Personal-Area Networks)
- Redes inalámbricas de área local (WLAN - Wireless Local-Area Networks)
- Redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN - Wireless Metropolitan-Area Networks)
- Redes inalámbricas de área amplia (WWAN - Wireless Wide-Area Networks)

Figura 4. Clasificación de las redes inalámbricas.



Fuente: Ruiz, A. (2018, Julio 4). Infraestructuras (I) Redes Inalámbricas: Capítulo 11. Camaravalencia.com.
<https://ticnegocios.camaravalencia.com/servicios/tendencias/caminar-con-exito-hacia-la-industria-4-0-capitulo-11-infraestructuras-i-redes-inalambricas/>

5.2.2 Estándar IEEE 802.11

La tecnología inalámbrica IEEE 802.11 es un estándar internacional el cual determina las características de una red “WLAN”, es por esta razón por la que existen varios estándares del 802.11 de los cuales se pueden diferenciar con una letra después de los números, las dos características por las cuales se puede diferenciar cada estándar es por la velocidad la cual da un valor teórico para conocer cuántos datos puede transmitir la red, este valor se calcula en Mbps, por otro lado está la frecuencia la cual representa banda donde se genera una comunicación entre dispositivos que se encuentran en la respectiva banda.¹⁹

- **802.11n (WiFi 4)**

El propósito de este estándar fue aumentar la capacidad de la red y transferencia de datos con respecto a los anteriores (802.11a y 802.11g), de esta manera fue aprobado en 2009 donde las principales características son el uso de dos frecuencias de transmisión (2.4 GHz y 5 GHz) a velocidades de hasta 600 Mbps y ser el primer estándar en implementar la tecnología MIMO, la cual consiste en emitir la señal inalámbrica simultáneamente a partir de varias antenas y de esta manera obtener mayor cobertura.²⁰

- **802.11ac (WiFi 5)**

Este estándar opera en la banda de frecuencia 5 GHz la cual mejora el problema de interferencia ya que ofrece más canales inalámbricos y esto reduce la interferencia de dispositivos que operan en la misma banda, al igual que el estándar 802.11n hace uso de la tecnología MIMO de esta manera

¹⁹ Los estándares WiFi. (s/f). NetSpot; Netspotapp software. Recuperado el 17 de agosto de 2022, de <https://www.netspotapp.com/es/blog/wifi-security/explaining-wifi-standards.html>

²⁰ Innercomm. (s/f). Características de los principales estándares Wi-Fi 802.11. Innercomm Technologies. Recuperado el 17 de agosto de 2022, de <https://www.innercomm.eu/2020/06/16/caracteristicas-estandares-wifi/>

hace uso de hasta 4 antenas la cual mejora envío y recepción con el fin aumentar la velocidad hasta 1300 Mbps.²¹

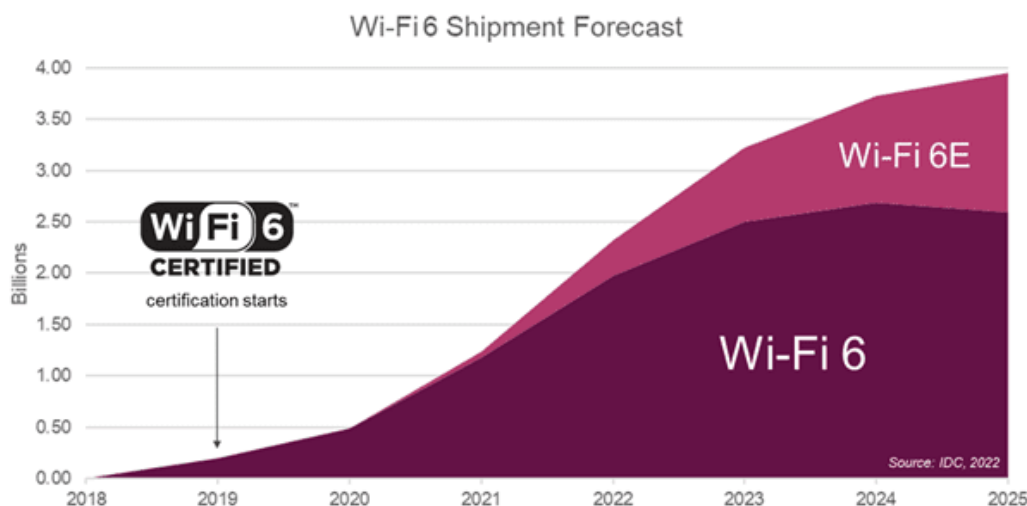
- **802.11ax (WiFi 6)**

El estándar 802.11ax se basa en las ventajas de los anteriores estándares y de esta manera mejora aspectos como la eficacia, la flexibilidad y la escalabilidad, teniendo como objetivo mejorar el rendimiento en escenarios densos de una red inalámbrica, para ello hace uso de modulación 1024 QAM lo cual permite tener un aumento de velocidad del 35%, otra característica es la programación OFDMA (Acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales) la cual divide los datos transmitidos en paquetes pequeños y divide un canal en frecuencias más pequeñas con el fin de transmitir estos paquetes en paralelo a varios dispositivos.²²

²¹ Innercomm. (s/f). Características de los principales estándares Wi-Fi 802.11. Innercomm Technologies. Recuperado el 17 de agosto de 2022, de <https://www.innercomm.eu/2020/06/16/caracteristicas-estandares-wifi/>

²² ¿Qué es Wi-Fi 6? (s/f). Cisco. Recuperado el 17 de agosto de 2022, de https://www.cisco.com/c/es_mx/products/wireless/what-is-wi-fi-6.html

Figura 5. Dispositivos que ingresarán al mercado con WiFi 6 y 6E.



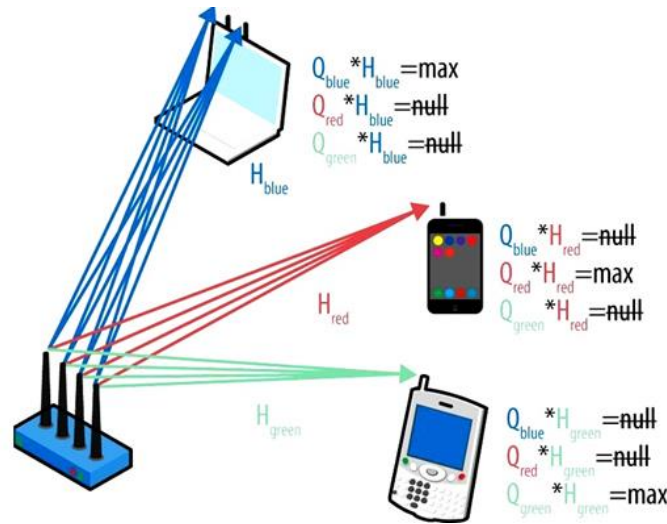
Alonso, A. (2022). Wi-Fi 7 arranca en 2022: Todo lo que tiene que saber.
<https://www.itsitio.com/co/wi-fi-7-arranca-en-2022-todo-lo-que-tiene-que-saber/>

5.2.3 Tecnología MIMO

La tecnología MIMO es del acrónimo (Multiple-Input Multiple-Output) la cual mejora las redes inalámbricas ya que transmite y recibe la señal de una forma simultánea, a partir de las antenas que se encuentran en el router o punto de acceso WiFi lo cual permite la conexión de varios dispositivos en un único enlace a través de varias señales, esta tecnología se encuentra junto al estándar 802.11n (WiFi 4) la cual permite aumentar el ancho de banda teniendo transmisores con dos o más antenas así logrando mejor velocidad, estabilidad y calidad de conexión.²³

²³ Jiménez, J. (2022, mayo). Tecnología MIMO: qué es y para qué se utiliza. RedesZone.
<https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-wifi/tecnologia-mimo-red-wifi-que-es/>

Figura 6. Funcionamiento tecnología MIMO.



Vera, F. C. (2021). Tecnología MIMO. <https://www.atispain.com/blog/tecnologia-mimo/>

- **Rebotes**

En las redes inalámbricas WiFi generalmente las señales se reflejan lo cual hace que la trayectoria y el tiempo en la que se transmite y recibe la señal sean diferentes, de esta forma las señales llegan a la antena de recepción desde ángulos y tiempos distintos para esto se hace uso de códigos de bloque espacio-temporales, lo cual consiste en combinar todas las señales recibidas de un forma óptima y con ello extraer la mayor cantidad de información de cada una de ellas²⁴, con el fin de optimizar la recepción de la señal y por ende un mejor funcionamiento en la red WiFi.²⁵

²⁴ Código de bloque de espacio-tiempo. (s/f). Hmong.es. Recuperado el 21 de agosto de 2022, de https://hmong.es/wiki/Space-time_block_code

²⁵ Jiménez, J. (2022, mayo). Tecnología MIMO: qué es y para qué se utiliza. RedesZone. <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-wifi/tecnologia-mimo-red-wifi-que-es/>

- **Capacidad de dispositivos y velocidad**

La tecnología MIMO permite poseer redes con antenas inteligentes de transmisión y recepción con el fin de aumentar la capacidad de dispositivos conectados sin afectar el rendimiento de la red, de igual manera la velocidad de transferencia tiene una mejora ya que aprovecha al máximo el ancho de banda.

5.2.4 Tecnología MU-MIMO

La tecnología MU-MIMO es del acrónimo (Multi-User Multiple-Input Multiple-Output) la cual hace parte del estándar 802.11ac (WiFi 5) y 802.11ax (WiFi 6), la cual mejora con respecto a un router que hace uso de SU-MIMO (Single-User Multiple-Input Multiple-Output) ya que esta tecnología solo atiende a un usuario generando que los demás usuarios deban esperar la conexión haciendo que disminuya el rendimiento y la capacidad total de la red, a diferencia de MU-MIMO ya que envía o recibe datos con varios dispositivos simultáneamente y de esta manera aprovechar al máximo el ancho de banda.²⁶

Figura 7. Diferencia entre la tecnología SU-MIMO Y MU-MIMO.



Jiménez, J. (2022). Tecnología MIMO: qué es y para qué se utiliza.
<https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-wifi/tecnologia-mimo-red-wifi-que-es/>

²⁶ Anchondo, D. (2022). Redes Inalámbricas - ¿Qué es la tecnología MU-MIMO (Multi-User Multiple Input Multiple Output)? Syscom.mx. <https://soporte.syscom.mx/es/articles/2169951-redes-inalambricas-que-es-la-tecnologia-mu-mimo-multi-user-multiple-input-multiple-output>

5.3 ESTADO ACTUAL

En la siguiente tabla se muestran proyectos similares centrados en la calidad del WiFi, de esta manera conocer diferentes enfoques a un mismo problema.

Tabla 1. Comparación de proyectos.

Estado actual
ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PARÁMETRO DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN RED ZIGBEE CON UN NODO COORDINADOR
Se expone una visión general de la red de sensores inalámbricos, en particular la red Zigbee, cambia la forma de la transmisión de información entre las cosas, u objetos, al fusionar el mundo físico objetivo junto con la red de internet. Se analiza la literatura científica acerca de las políticas de la calidad de servicio (Quality of Service, QoS) en la transmisión de datos en redes Zigbee, ya que presentan problemas que afectan al envío y recepción de datos. ²⁷
PLATAFORMA DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE SERVICIO EN REDES WIFI
Los reclamos hacia las empresas de telecomunicaciones han aumentado mucho, principalmente por problemas de conectividad de sus redes WiFi, lo cual se traduce en incumplimientos en el contrato. De acuerdo a esto, nace la necesidad de crear un método de fiscalización de la calidad de servicio ofrecido por los proveedores de servicios de internet, el cual pueda ser manejado por un usuario promedio que desconoce del tema. ²⁸
PROPUESTA PARA MEJORAR LA COBERTURA DE LA RED INALÁMBRICA WIFI EN LOS HOGARES REALIZANDO UN ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS ACTUALES

²⁷ Romero García, N. V. (24 de agosto del 2017). *ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PARÁMETRO DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN RED ZIGBEE CON UN NODO COORDINADOR*.
<http://201.159.223.180/bitstream/3317/8608/1/T-UCSG-POS-MTEL-81.pdf>

²⁸ GONZALEZ, C. (2021). *PLATAFORMA DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE SERVICIO EN REDES WIFI*. Retrieved 29 September 2021, from <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/180525/Plataforma-de-analisis-de-calidad-de-servicio-en-redes-WiFi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Estado actual
El aumento en la demanda de los dispositivos móviles por usuario y la globalización del Internet; la tecnología Wi-Fi ha generado inconvenientes de velocidad, seguridad e integridad de la información. También en ciertos hogares hay muchas interferencias lo cual reduce la velocidad de conexión, debido a la mala ubicación de los equipos, ubicación geográfica de la casa y la infraestructura de la misma, generando inconformidad en los usuarios.²⁹
ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE LA TECNOLOGÍA WIFI EN CONCORDANCIA CON EL ESTÁNDAR IEEE 802.11AC EN ESCENARIOS INTERFERIDOS Y NO INTERFERIDOS PARA AMBIENTES INTERIORES
En el presente proyecto se logró determinar el rendimiento de una red WiFi en concordancia con el estándar IEEE 802.11ac en dos escenarios de pruebas: en el primer escenario relacionado a Wave 1 se determinaron las métricas QoS de la red sin hacer uso de la tecnología MU-MIMO (del inglés Multi-User Multiple-Input Multiple-Output), mientras que en el segundo escenario referente a Wave 2 se obtuvieron dichas métricas con el uso de MU-MIMO³⁰

Fuente: Elaboración propia.

²⁹ Yépez, A. G. M. (2016). PROPUESTA PARA MEJORAR LA COBERTURA DE LA RED INALÁMBRICA WI-FI EN LOS HOGARES REALIZANDO UN ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS ACTUALES [PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR].

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13142/DISERTACIÓN%20DE%20GRADO%20ANA%20MICHELENA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

³⁰ Chango Vaca, L. X. (2022). Análisis del desempeño de la tecnología WiFi en concordancia con el estándar IEEE 802.11ac en escenarios interferidos y no interferidos para ambientes interiores [PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/28361/1/T-ESPE-019151.pdf>

6. DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología de investigación se enfoca en una investigación mixta y cuantitativa para los respectivos objetivos lo cuales se realizan de la siguiente manera:

Tabla 2. Diseño metodológico por objetivo.

OBJETIVO	DISEÑO METODOLÓGICO
Investigar factores que afectan las redes WiFi para reconocer posibles problemas en los hogares.	Metodología cuantitativa, se realiza una investigación de los diferentes problemas que suceden en las redes WiFi.
Identificar el estado actual de la red WiFi en los hogares mediante herramientas de análisis de WiFi.	Metodología mixta, se identifica el estado actual de la red en los hogares con ayuda de las herramientas de análisis WiFi y de esta forma tener datos reales de red.
Analizar los resultados de esta manera elaborar recomendaciones las cuales solucionan los problemas de la calidad del WiFi.	Metodología mixta, a partir de lo identificado en el estado actual de la red se elaboran recomendaciones las cuales mejoran la calidad del WiFi.
Implementar las recomendaciones con el fin de mejorar la calidad del WiFi en los hogares y así comparar la calidad del WiFi antes y después de las recomendaciones.	Metodología mixta, con las respectivas recomendaciones se dispone a realizar mejoras y con ello concluir con una comparación del estado inicial y el actual.

Fuente: Elaboración propia.

7. RECURSOS DISPONIBLES

El proyecto se desarrolla con distintos recursos lo cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3. Recursos disponibles

Materiales / Software	Recursos institucionales / Fuentes de información
• VisiWave • Acrylic WiFi Professional • Computadores • Routers/ Puntos de acceso	• Biblioteca / Documentos de investigación • Internet / Buscadores académicos • Bases de datos bibliográficas • Microsoft Office 365

Fuente: Elaboración propia.

8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Cada objetivo se desarrolla por actividades las cuales están establecidas a partir de un cronograma con un periodo de 14 semanas.

Tabla 4. Cronograma de actividades.

Objetivos	Actividades	Semana													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Determinar factores que podrían afectar las redes WiFi para reconocer posibles problemas relacionados con la calidad de la señal.	Consultar las características de la calidad del servicio WiFi														
	Investigar factores que afectan las redes inalámbricas WiFi														
	Investigar plataformas de análisis de redes WiFi														
	Realizar una comparación entre las plataformas investigadas														
Identificar el estado actual de la red WiFi en dos hogares mediante herramientas de análisis de WiFi.	Determinar la plataforma en la que se realiza la monitorización y mediciones de los diferentes parámetros de la red WiFi														
	Especificar los dos escenarios en los que se realizan las mediciones														
	Realizar las pruebas en los escenarios mediante herramientas de análisis WiFi														
	Identificar los problemas encontrados en cada escenario														

9. FACTORES QUE PODRÍAN AFECTAR LAS REDES WIFI.

En la actualidad cada vez son más los dispositivos inteligentes los cuales requieren una conexión a internet, por lo tanto es necesario tener un servicio de calidad el cual se puede ver afectado por posibles factores como el entorno en el que se encuentre la red, estos problemas tuvieron mayor impacto en la pandemia del COVID-19 la cual tuvo como resultado que las personas realizarán diversas actividades desde el hogar de lo cual requería el uso de internet, donde en demasiadas ocasiones la conexión se veía afectada por diversos problemas los cuales no se tienen conocimiento, por ello es importante el conocer factores que podrían afectar las redes WiFi con el fin de tener una buena calidad de servicio, de esta manera se detallan los posibles problemas en el hogar.

9.1 Calidad de servicio WiFi (QoS)

Las comunicaciones inalámbricas cada vez son más implementadas en la vida diaria de los usuarios, por esta razón la necesidad de tener una calidad de servicio óptima con el fin de suplir las necesidades que exigen las nuevas tecnologías. La calidad de servicio en las telecomunicaciones su objetivo es cumplir con requisitos mínimos parámetros ya sean con el ancho de banda o retardo, de esta manera se obtiene una satisfacción del usuario la cual se relaciona con el buen funcionamiento de la red, los principales parámetros de la calidad de servicio son:

Retardos, esto sucede cuando los paquetes se toman demasiado tiempo para llegar a su destino, ya sea porque permanecen en largas colas o no toman una ruta directa. Paquetes sueltos, los routers al transmitir paquetes pueden fallar si los buffers están llenos generando que algunos o ningún paquetes queden sueltos dependiendo del estado de la red.³¹

³¹ Cruz Felipe, M. del R., Martínez Gómez, R., & Crespo García, Y. (2013). Análisis de la QoS en redes inalámbricas. Revista cubana de ciencias informáticas, 7(1), 86–96. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2227-18992013000100010&script=sci_arttext&lng=en

9.2 Problemas de las redes inalámbricas WI-FI

En la actualidad existen bastantes dispositivos los cuales están conectados a internet en el hogar a partir de una conexión inalámbrica, es por ello que los problemas en la calidad WI-FI son mucho más probables y comunes que sucedan, por ello algunos de los problemas que pueden suceder en las redes WI-FI son:

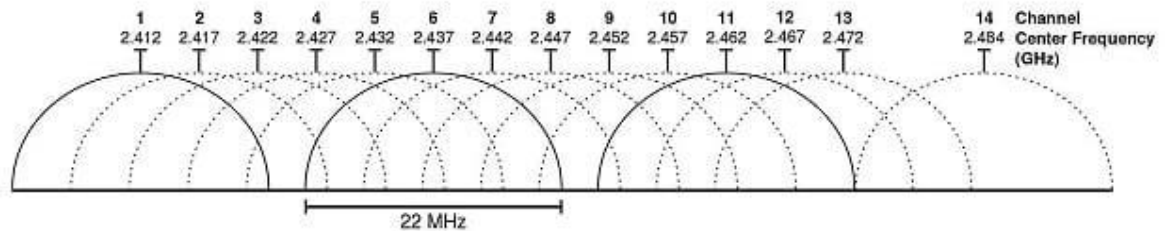
9.2.1 Interferencia

En una red inalámbrica puede presentar fallas, la más frecuentes son la interferencia co-canal que puede suceder cuando hay dispositivos en la misma área y en la misma frecuencia, por ello la red tendrá un bajo rendimiento y la interferencia por canal adyacente sucede cuando las transmisiones se envían a un canal inferior o superior al canal deseado³², de igual manera la interferencia RF es común que suceda en frecuencias de 2,4 GHz y 5 GHz, donde la presencia de señales no deseadas en el espectro de radiofrecuencia son transmitidas por dispositivos los cuales usan las mismas ondas de radio que las del WI-FI, algunas de esta interferencia pueden ser producidas por:

- **Redes WI-FI:** Las redes WI-FI en las bandas de 2,4 GHz y 5GHz son las más comunes en los hogares, es por ello que puede generar la interferencia co-canal en el caso donde dos o más redes WI-FI transmiten en el mismo canal o el caso de transmitir en canales adyacentes lo cual genera una interferencia de canal adyacente, en la figura 8 representa los canales de frecuencia.

³² Collado, V. (2018, enero 18). Interferencia de la red inalámbrica. Cloud Computing | Adaptix Networks | Cómputo en la Nube. <https://www.adaptixnetworks.com/interferencia-red-inalambrica/>

Figura 8. Canales de frecuencias



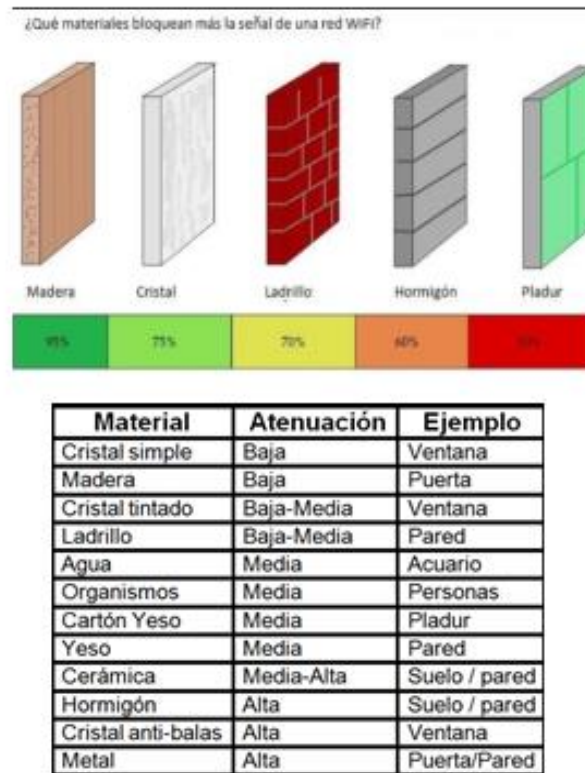
Tomado de: *Interferencia WiFi: Cómo detectarla con*. (2022, marzo 21). NetSpot; Netspotapp software. <https://www.netspotapp.com/es/wifi-interference.html>

- **Hornos microondas:** Algunos hornos microondas son capaces de emitir señales en la banda de 2,4 GHz y con ello generar interferencia, pero este caso podría suceder cuando está en uso, por esta razón es importante no ubicar el router cerca de un horno microondas.
- **Dispositivos Bluetooth:** El número de dispositivos Bluetooth usados en el hogar ha aumentado como lo puede ser el internet de las cosas y dispositivos inteligentes, estos dispositivos utilizan la banda de 2,4 GHz y algunas veces interfiriendo con transmisores 802.11.

9.2.2 Atenuación y cobertura

La atenuación en redes inalámbricas es el decremento progresivo de la potencia de la señal con la distancia, esto es una característica de todos los medios de transmisión, esto puede afectar en la redes inalámbricas ya que estas se propagan en el medio y al pasar por obstáculos se perderá potencia, es por ello como el aire, objetos, materiales de construcción y tamaño de la casa influyen en problemas con la atenuación y cobertura de la conexión, algunos de estos materiales y su atenuación se encuentran en la figura 9.

Figura 9. Tipos de materiales y su atenuación en redes inalámbricas.



Tomado de: ¿Cuál es el alcance de la señal de Wi-Fi del router? (s/f). Com.co. Recuperado el 30 de marzo de 2022, de <https://www.directv.com.co/ayuda/home/asistencia-tecnica/directv-internet/cual-es-el-alcance-de-la-senal-de-wi-fi-del-router.html>

Por otra parte están los problemas relacionados con la cobertura, esto ocurre en lugares del hogar donde no hay la suficiente cobertura por la potencia de la señal WI-FI ya que es muy baja, esto depende de donde esté colocado el router y aspectos técnicos del mismo, otra parte importante son las bandas de frecuencias normalmente los operadores ofrecen routers con doble banda de frecuencia 2,4 GHz o 5 GHz, dependiendo de la banda de frecuencias usada la cobertura será mayor, de igual manera tendrá una mejor estabilidad y velocidad de la conexión inalámbrica.

9.2.3 Router

Actualmente la mayor parte de los hogares cuentan con servicio a internet, por ello el router es fundamental para que la transmisión de la información entre los equipos y dispositivos que están dentro de la misma red y de esta manera lograr una conexión a internet, por esta razón algunos de los problemas con la conexión WI-FI son a partir del router, algunos de ellos a tener en cuenta son³³:

- **Intensidad de la señal y ubicación:** “El nivel de potencia de la señal de radio recibida en una red inalámbrica es RSSI (Received Signal Strength Indicator)”³⁴, normalmente esta potencia se mide en dBm y de esta manera determinar la distancia de cobertura de la señal WI-FI, es por ello que la pérdida de intensidad está relacionada con la ubicación en la que se encuentre, la siguiente tabla muestra la intensidad de la señal y cómo afecta el rendimiento de la red.

³³ Superadmin. (2020, mayo 21). *¿Qué es un router? Concepto, tipos y características*. ITILCom. <https://www.italcom.com/blog/que-es-un-router-concepto-tipos-y-caracteristicas/>

³⁴ Fuerza de la señal WiFi — Cómo potenciarla con. (2022, marzo 25). NetSpot; Netspotapp software. <https://www.netspotapp.com/es/wifi-signal-strength/>

Tabla 5. La calidad esperada en relación con la intensidad de la señal.

Fuerza	Resumen	Calidad esperada	Requerido para
-30 dBm	Increíble	Intensidad de señal mínima para aplicaciones que requieren una entrega muy fiable y oportuna de paquetes de datos.	N/A
-67 dBm	Grandioso	La máxima intensidad de señal que se puede conseguir en condiciones controladas.	Voz sobre IP y streaming de vídeo en tiempo real
-70 dBm	Normal	Intensidad de la señal mínima para entrega fiable de paquetes y tareas como el correo electrónico	Correo electrónico y navegación web ligera
-80 dBm	Deficiente	Intensidad mínima de la señal para la conectividad básica, como la conexión a la red.	Conexión a la red
-90 dBm	Inutilizable	Intensidad de señal extremadamente baja que hace que cualquier funcionalidad, incluida la conexión a la red, sea muy improbable.	N/A

Tomada de: *Fuerza de la señal WiFi — Cómo potenciarla con.* (2022, marzo 25). NetSpot; Netspotapp software. <https://www.netspotapp.com/es/wifi-signal-strength/>

A partir de la tabla anterior otra característica importante que afecta a la intensidad de señal, es el ruido en el entorno producido por dispositivos electrónicos y otras redes inalámbricas, esto puede ser medido a partir de la relación señal ruido (SNR) la cual representa un valor dBm el cual debe tener un mínimo de +25dBm, ya que los valores inferiores son un mal desempeño y velocidad en la red ³⁵.

- **Capacidad de conexiones simultáneas:** Los routers tienen la capacidad de gestionar conexiones simultáneas, esto puede estar definido a partir de la máscara de subred, normalmente es usada la 255.255.255.0 en la cual permite un máximo de 253 conexiones simultáneas determinados por la dirección IP. En los routers de los hogares están configurados para limitar los dispositivos conectados con el fin de evitar la saturación, de igual manera hay que tener en cuenta la velocidad de la conexión y la banda de frecuencia que se esté usando el router soporta estos parámetros, ya que el ancho de banda disponible se transfiere a los dispositivos que lo requieran.³⁶
- **Compatibilidad con bandas de frecuencia:** En la actualidad gran parte de los servicios de internet proporcionan routers y repetidores los cuales hacen uso de las bandas de frecuencia, estas pueden ser 2,4 GHz y 5 GHz, los dispositivos conectados deben ser compatibles con estas frecuencias, es por ello que elegir a qué banda conectarse es importante ya que cada frecuencia tiene ciertas características. ³⁷

³⁵ Fuerza y Niveles de Ruido de la Señal Inalámbrica. (s/f). Watchguard.com. Recuperado el 1 de abril de 2022, de https://www.watchguard.com/help/docs/fireware/12/es-419/Content/es-419/wireless/ap_wireless_signalstrength_c.html

³⁶ Movistar, C., & Emilio-blogger. (2020, abril 8). *¿Cuántos dispositivos pueden conectarse a un router WiFi?* comunidad.movistar.es. <https://comunidad.movistar.es/t5/Blog-Movisfera/Cuántos-dispositivos-pueden-conectarse-a-un-router-WiFi/ba-p/4112941>

³⁷ Lorenzo, J. A. (2020, julio 20). *Qué dispositivos debo conectar en el WiFi de 2,4 GHz y cuáles en 5GHz.* RedesZone. <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-wifi/dispositivos-conectar-wifi-24-ghz-5ghz/>

- **Red de 2.4 GHz:** En una conexión WiFi de 2.4 GHz se tiene una mayor área de cobertura y capacidad de traspasar materiales, pero su velocidad de datos es inferior y la interferencia es más probable ya que generalmente hay más dispositivos con esta misma frecuencia.
- **Red de 5 GHz:** En una conexión WiFi de 5 GHz se tiene mayor velocidad de datos y menos interferencias, pero tiene un área menor de cobertura por ello es más difícil traspasar materiales.

Figura 10. Red 4 GHz y 5 GHz.

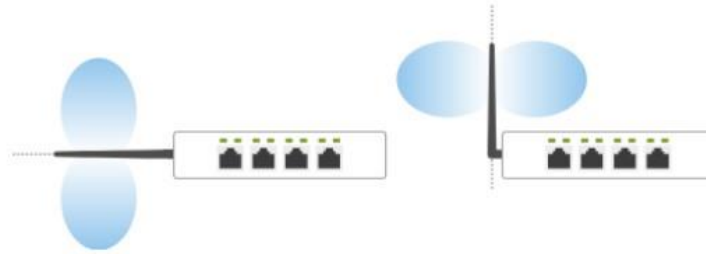


Tomado de: WiFi de 2.4 GHz vs. WiFi de 5 GHz. (s. f.). Recuperado 10 de agosto de 2022, de <https://espanol.centurylink.com/home/help/internet/wireless/which-frequency-should-you-use.html>

- **Antenas:** Las antenas de los routers son importantes ya que con ellas se puede orientar la señal para mejorar la propagación de las ondas inalámbricas, si se tiene una única antena la mejor forma de orientarla es de forma vertical ya que la ondas se propagan de forma horizontal, cuando se tiene dos antenas la mejor manera de orientarlas es una de forma horizontal y otra en vertical de esta manera se aprovecha los recursos disponibles.³⁸

³⁸ Jiménez, J. (2020, abril 23). ¿Sirven para algo las antenas del router? Test de Velocidad. <https://www.testdevelocidad.es/2020/04/23/antenas-router-colocacion/>

Figura 11. Orientación de las antenas.



Tomado de: How to place your wireless router for optimal reception and performance. (2022). <https://www.tp-link.com/us/support/faq/455/>

10. ESTADO ACTUAL DE LA RED WIFI EN DOS HOGARES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

10.1 Plataformas de análisis de redes WI-FI

Existen plataformas que permiten analizar diferentes datos relacionados con la conexión WiFi y la calidad que proporciona en el hogar.

Tal como ha quedado evidenciado en el capítulo anterior, los dispositivos WiFi normalmente usan las bandas de radio de 2.4 GHz o 5 GHz (divididas en múltiples canales) para transmitir datos. Gracias al uso de los analizadores de redes inalámbricas, es posible proporcionar información necesaria para la optimización del WiFi. Algunas de las características que un analizador WiFi logra proporcionar al usuario son las siguientes:³⁹

- **Nombre de la red:** Las redes WiFi pueden tener dos tipos de (SSIDs) uno el cual contenga una longitud de cero a 32 bytes para identificarse a los dispositivos inalámbrico, por otra parte cuando la longitud es cero es un (SSIDs oculto), el analizador es capaz de descubrir y analizar los (SSIDs).
- **Banda y canal de uso:** El estándar de las redes WiFi es el IEEE 802.11 este proporciona varios rangos de radiofrecuencia de las cuales las principales bandas son las de 2,4 GHz y 5 GHz, estas bandas están divididas en múltiples canales para lograr transmitir dato, el analizador puede revelar las redes WiFi que emiten en el mismo canal.

³⁹ *El mejor analizador WiFi para una cobertura perfecta* —. (2022, febrero 14). NetSpot; Netspotapp software. <https://www.netspotapp.com/es/wifi-analyzer/about-wifi-analyzer.html>

- **Configuración de seguridad:** Para el acceso a las redes WiFi existen tecnologías de seguridad con el fin de evitar el acceso no autorizado a la red, estos pueden ser (Wired Equivalent Privacy) “WEP”, (Wi-Fi Protected Access) “WPA o WPA2”, el analizador proporciona información acerca de la seguridad del WiFi.
- **Estándar WiFi:** En las redes WiFi existen varios estándares como lo son el IEEE 802.11 el cual se publicó en 1997 y a lo largo del tiempo se actualizó el estándar, algunos de ellos como el 802.11g, 802.11n y 802.11ac, es por ello que el analizador debe soportar los estándares WiFi tanto antiguos como nuevos.
- **Fuerza de la señal:** La intensidad WiFi es medida en dBm esto hace que se muestre una estimación más precisa en cuanto a la intensidad de la señal.
- **Nivel de ruido:** El ruido es un aspecto importante ya que en las redes WiFi se puede llegar a tener un entorno donde el ruido inalámbrico puede interferir y generar mala conexión, esto se mide en -dBm el cual va del rango de 0 a -100 (dBm).
- **Informes:** La interfaz de usuario debe ser clara y sencilla al manipular y visualizar los datos de la red ya que debe ser capaz de utilizarlos eficientemente.

En la siguiente tabla se muestran características y precios de varias plataformas de análisis WiFi.

Tabla 6. Cuadro comparativo de plataformas de análisis WiFi.

Cuadro comparativo plataformas de análisis WiFi		
Plataformas de análisis WiFi	Características	Costo / Suscripción (Dólares)
NetSpot ⁴⁰	• Permite verificar datos y gráficos de la red inalámbrica en tiempo real del ruido y nivel de señal. • Visualizar datos del punto de acceso como la información del canal, banda de transmisión, seguridad, proveedor, etc. • Generar mapas de calor con información de la red inalámbrica.	Home (\$49) Pro (\$149) Enterprise (\$499)
Acrylic Wi-Fi ⁴¹	• Información detallada de las redes WiFi 802.11/a/b/g/n/ac/ax con sniffer y visualiza dispositivos conectados. • Visualizar el SNR (relación señal-ruido) mediante tarjetas AirPCAP, TX y NX • Site Survey el cual analiza infraestructura WiFi existente, estudio de cobertura y calidad de la señal	Profesional (\$19.95) Heatmaps (\$129)
PTRG Wi-Fi Analyzer ⁴²	• Permite monitorear el estado del dispositivo (router), la carga de la red, tráfico, nivel de la señal. • Configuración de sensores PRTG para	PRTG 500 (\$1,799) PRTG 1000 (\$3,399)

⁴⁰ Gratis WiFi Site Survey y Análisis en MAC OS X Windows. (s/f). NetSpot; Netspotapp software. Recuperado el 23 de agosto de 2022, de <https://www.netspotapp.com/es/>

⁴¹ Software WiFi - Diseña, analiza y diagnostica redes WiFi. (s/f). Acrylic WiFi. Recuperado el 23 de agosto de 2022, de <https://www.acrylicwifi.com/programas-software-herramientas-wifi/>

⁴² Funcionalidades de PRTG. (s/f). Paessler.com. Recuperado el 23 de agosto de 2022, de <https://www.paessler.com/es/prtg/features>

Cuadro comparativo plataformas de análisis WiFi		
Plataformas de análisis WiFi	Características	Costo / Suscripción (Dólares)
	notificar interrupciones o límites del ancho de banda en la red inalámbrica. Utiliza SNMP (Simple Network Management Protocol) el cual consta de dispositivos gestionados, agentes y sistemas de gestión de red.	
WiFi Scanner ⁴³	- Permite escanear, visualizar y comparar la red WiFi. - Filtrar y organizar las redes que se requieran, visualizar gráficos de los canales de 2,4 GHz y 5 GHz y Speed test.	Professional (\$495)
VisiWave ⁴⁴	- Permite recolectar información de la red WiFi 802.11a/b/g/n/ac en un área determinada de una forma manual o utilizando GPS. - Eficaz para estudios en interiores para redes inalámbricas desplegadas o pre-despliegue.	VisiWave Site survey (\$549)

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta las características, se seleccionó la herramienta VisiWave para las pruebas de cobertura (mapas de calor), para el análisis de la red WiFi se hace uso de Acrylic WiFi, estas herramientas son las que mejor se adaptan para realizar el estudio en los hogares ubicados en la ciudad de Bogotá.

⁴³ WiFi Scanner for Windows. (s/f). Wifiscanner.com. Recuperado el 23 de agosto de 2022, de <http://wifiscanner.com/wifiscanner-windows.html>

⁴⁴ VisiWave. (s/f). Visiwave.com. Recuperado el 6 de septiembre de 2022, de <https://www.visiwave.com>

10.2 Procedimientos para medir la calidad wifi en el hogar.

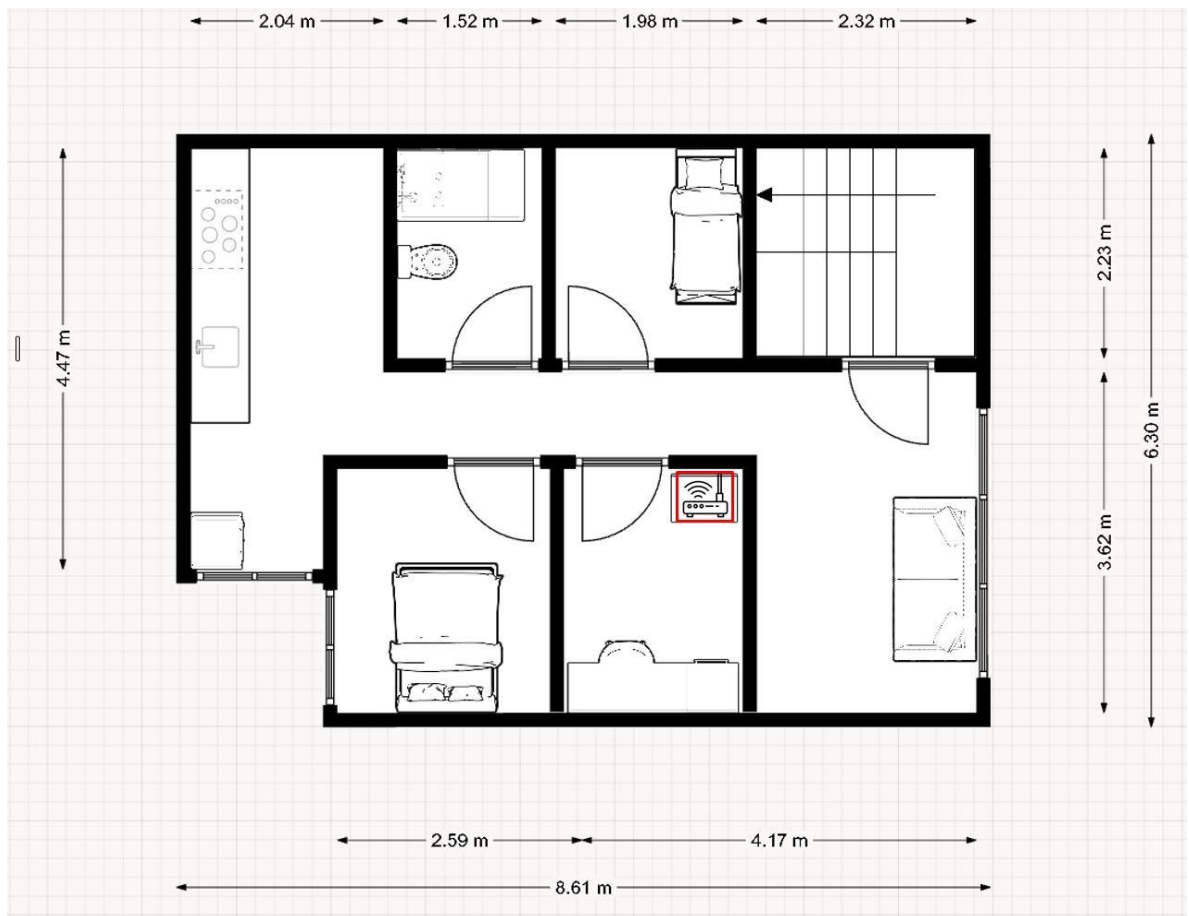
Para conocer el estado actual de la calidad WiFi en los dos hogares ubicados en la ciudad de Bogotá, se realizan los siguientes pasos.

1. Elaborar los planos de cada hogar para conocer la distribución y la ubicación actual del punto de acceso o router.
2. Identificar las características del punto de acceso que está en funcionamiento en la red.
3. Realizar pruebas de la red WiFi y conocer la cobertura a partir de mapas de calor.
4. Realizar pruebas de la red WiFi y conocer el estado de la calidad WiFi.
5. Documentar los datos encontrados en los dos hogares ubicados en la ciudad de Bogotá.

10.2.1 Planos y características de los router de cada hogar.

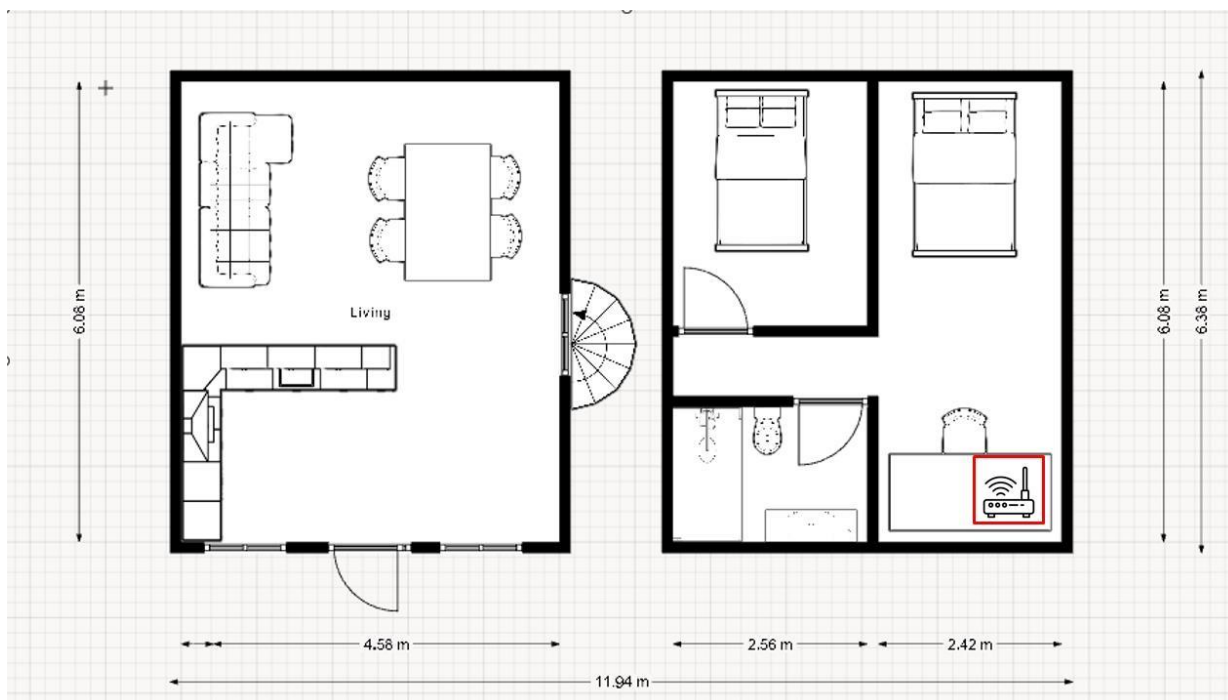
Para realizar la medición de la calidad WiFi se requiere establecer los lugares y así conocer la distribución del hogar y ubicación del punto de acceso, los planos de la figura 12 y 13 son los de un apartamento y casa ubicadas en Bogotá respectivamente, se realiza con la herramienta Floorplanner la cual permite elaborar planos a una escala real.

Figura 12. Plano apartamento.



Fuente: Elaboración propia con herramienta floorplanner.

Figura 13. Plano casa.



Fuente: Elaboración propia con herramienta floorplanner.

Los puntos de acceso son fundamentales para la red WiFi y por ello es importante contar con un equipo que tenga las características necesarias para satisfacer la necesidad de cada hogar; de esta manera, en las figuras 14 y 17 se detallan las características de routers actualmente usados en la red WiFi del apartamento y la casa respectivamente, con ello conocer posibles problemas que puedan tener los dispositivos.

Figura 14. Router Archer C20.



Fuente: Archer C20. (s/f). Recuperado 2022, de <https://www.tp-link.com/co/home-networking/wifi-router/archer-c20/>

Tabla 7. Características del router Archer C20.

Características	
Estándares de funcionamiento	Wi-Fi 5 IEEE 802.11ac/n/a 5 GHz IEEE 802.11n/b/g 2.4 GHz
Velocidad de bandas WiFi	5 GHz: 433 Mbps (802.11ac) 2.4 GHz: 300 Mbps (802.11n)
Protocolos de seguridad inalámbrica	WEP WPA WPA2 WPA/WPA2-Enterprise (802.1x)
Protocolos	IPv4 IPv6
Potencia de transmisión WiFi	CE: <20dBm(2.4GHz) <23dBm(5GHz)

Características	
Sensibilidad de recepción WiFi	5GHz: 11a 54M: -76dBm 11ac VHT20 MCS8: -71 dBm 11ac VHT40 MCS9: -65 dBm 11ac VHT80 MCS9: -61.5 dBm 2.4GHz: 11g 54M: -76 dBm 11n HT20 MCS7: -74dBm 11n HT40 MCS7: -71dBm

Fuente: (S/f). Tp-link.com. Recuperado 2022, de [https://static.tp-link.com/2018/201810/20181022/Archer%20C20\(EU&US\)4.0_datasheet.pdf](https://static.tp-link.com/2018/201810/20181022/Archer%20C20(EU&US)4.0_datasheet.pdf)

Las figuras 15 y 16 muestra la configuración predeterminada del router de la red 2.4GHz y 5GHz, en la cual se encuentran las siguientes opciones:

- **Seguridad:** Los mecanismos de autenticación y cifrado, para el estándar 802.11 existen tres métodos de cifrado.
 - WPA / WPA2 / WPA3
- **Modo:** Especifica un modo de transmisión.
 - 802.11n only
 - 802.11g/n mixed
 - 802.11b/g/n mixed
- **Canal:** Especifica un canal de operación para red WiFi.
 - Canales - Auto o 1 al 11
- **Ancho de banda del canal:** Especifica un ancho de banda para el canal.
 - Auto / 20MHz / 40MHz, para 5GHz 80MHz
- **Potencia de transmisión:** Especifica la potencia de transmisión de datos.
 - Low / Middle / High

Figura 15. Configuración predeterminada de la red 2.4GHz (Router Archer C20).

Wireless Settings 2.4GHz | 5GHz

☒ Enable Wireless Radio

Network Name (SSID): ☐ Hide SSID

Security:

Type: ☐ Auto ☒ Open System ☐ Shared Key

Key Selected:

WEP Key Format: ☒ ASCII ☐ Hexadecimal

Key Type: ☒ 64-Bit ☐ 128-Bit

Key Value:

Mode:

Channel:

Channel Width:

Transmit Power: ☐ Low ☐ Middle ☒ High

Fuente: Elaboración propia con web tplinkwifi.

Figura 16. Configuración predeterminada de la red 5GHz (Router ArcherC20).

Wireless Settings 2.4GHz | 5GHz

☒ Enable Wireless Radio

Network Name (SSID): ☐ Hide SSID

Security:

Type: ☐ Auto ☒ Open System ☐ Shared Key

Key Selected:

WEP Key Format: ☒ ASCII ☐ Hexadecimal

Key Type: ☒ 64-Bit ☐ 128-Bit

Key Value:

Mode:

Channel:

Channel Width:

Transmit Power: ☐ Low ☐ Middle ☒ High

Fuente: Elaboración propia con web tplinkwifi.

Figura 17. Technicolor Tc8305c.



Fuente: (S/f). Com.co. Recuperado 2022, de <https://ayuda.tigo.com.co/hc/es/articles/360001734948-M%C3%B3dem-Technicolor-TC8305C-Tigo-General>

Tabla 8. Características del router TC8305C.

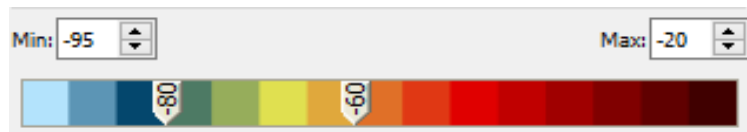
Características	
Estándar	Wi-Fi 2.4 IEEE 802.11n/b/g 2.4 GHz
Velocidad de bandas WiFi	2.4 GHz: 300 Mbps (802.11n)
Protocolos de seguridad inalámbrica	WEP WPA WPA2 WPS
Protocolos	IPv4
Potencia de transmisión WiFi	200 mW
Rango De Frecuencias	5 a 42 MHz
Frecuencia De Operación	2.400-2497 GHz
Niveles De Operación	-15-15 dBmV

Fuente: (S/f). E Mta Wireless Technicolor Tc8305. (s/f). calameo.com. Recuperado 2022, de <https://es.calameo.com/read/00496102441f0e346b44d>

10.2.2 Pruebas de cobertura

Para comprender la cobertura que se tiene en cada hogar es necesario realizar mapas de calor que muestran, a partir de colores, la intensidad de señal. La figura 18 muestra los valores en dBm y la referencia del color.

Figura 18. Referencia intensidad de la señal en dBm de los mapas de calor.



Fuente: Elaboración propia con herramienta VisiWave.

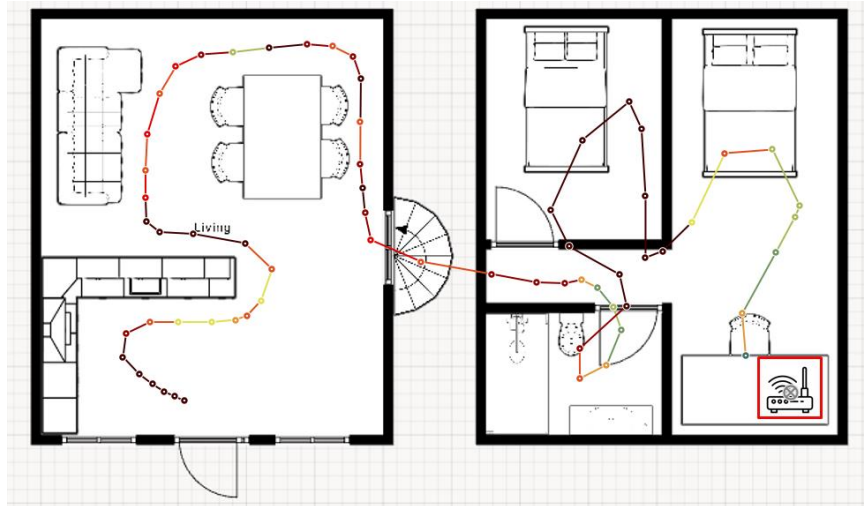
A partir de los planos realizados de los dos hogares ubicados en Bogotá, se realizan los recorridos con la aplicación VisiWave la cual permite recolectar información de la red WiFi a partir de puntos específicos. En la figuras 19 y 20 se muestra la realización del recorrido con el fin de cubrir el área total del hogar.

Figura 19. Recorrido del apartamento.



Fuente: Elaboración propia con herramienta VisiWave.

Figura 20. Recorrido casa.



Fuente: Elaboración propia con herramienta VisiWave.

En la figura 21 se muestra el mapa de calor en la red 2.4GHz en la casa.

Figura 21. Mapa de calor red 2.4GHz casa.

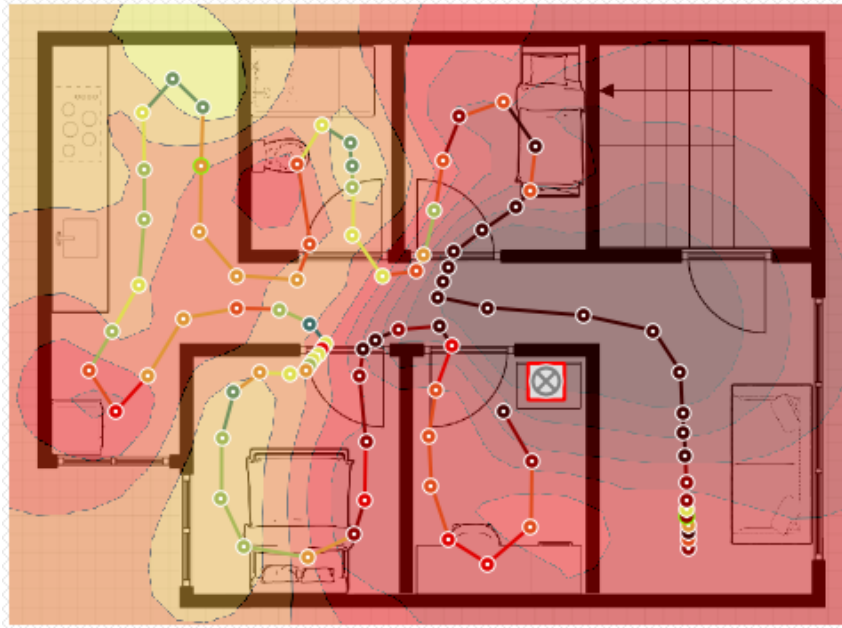


Fuente: Elaboración propia con herramienta VisiWave.

En el mapa de calor de la red 2.4GHz, se tiene en las áreas de color rojo valores entre los -62 dBm y -39 dBm, en las áreas de color amarillo se encuentran valores entre los -74 dBm y -66 dBm.

En la figura 22 se muestra el mapa de calor en la red 2.4GHz en el apartamento.

Figura 22. Mapa de calor red 2.4GHz apartamento.

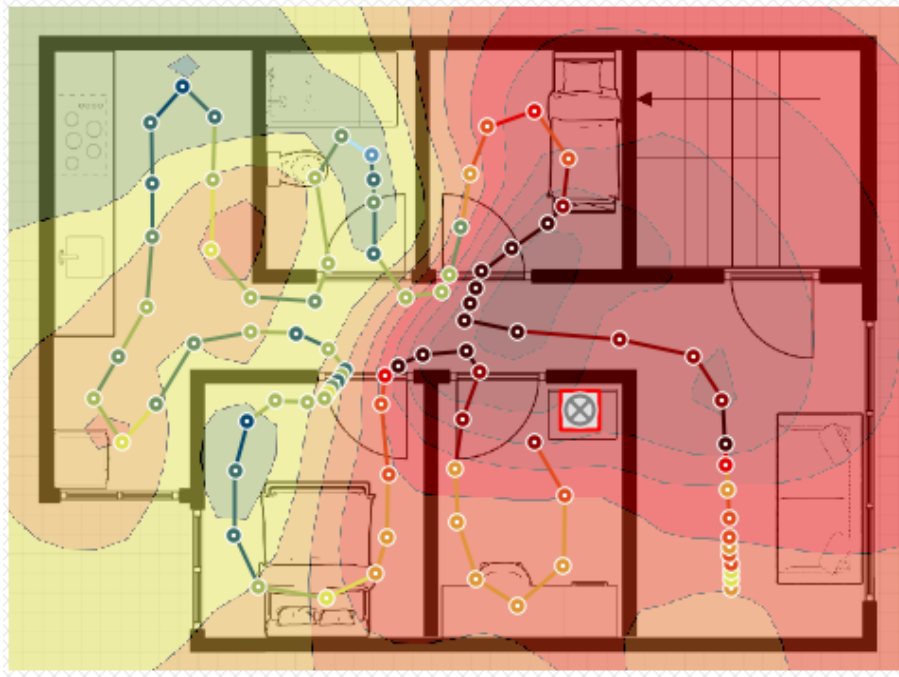


Fuente: Elaboración propia con herramienta VisiWave.

En el mapa de calor realizado para la red 2.4GHz que se encuentra en el apartamento, se tiene en las áreas de color rojo se encuentran valores entre -49 dBm y -30 dBm, en las áreas de color amarillo se encuentran valores entre -68 dBm y -62 dBm, lo cual muestra una buena cobertura para un uso normal de la red.

En la figura 23 se muestra el mapa de calor en la red 5GHz en el apartamento.

Figura 23. Mapa de calor red 5GHz apartamento.



Fuente: Elaboración propia con herramienta VisiWave.

En el mapa de calor para la red 5GHz que se encuentra en apartamento, se tiene en las áreas de color rojo valores entre los -60 dBm y -38 dBm, en las áreas de color amarillo se encuentran valores entre los -72 dBm y -64 dBm y por último en las áreas azules se encuentran valores entre los -80 dBm y -75 dBm, con ello se puede evidenciar que la red de 5GHz tiene una menor cobertura comparado con la red de 2.4GHz.

Se realizan pruebas de intensidad de señal para conocer la mejor orientación, para ello en la figura 24 se muestra una orientación de 45 grados en las antenas.

Figura 24. Orientación de 45 grados de las antenas.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 25 se muestra la intensidad de la señal en tres lugares diferentes, con una orientación de 45 grados en las antenas.

Figura 25. Intensidad de la señal con orientación horizontal de las antenas.

Redmi Note 7		Redmi Note 7		Redmi Note 7	
xiaomi Redmi Note 7 192.168.1.100		xiaomi Redmi Note 7 192.168.1.100		xiaomi Redmi Note 7 192.168.1.100	
AP Model	Archer_C20	AP Model	Archer_C20	AP Model	Archer_C20
SSID	404_NOT_FOUND!5G	SSID	404_NOT_FOUND!5G	SSID	404_NOT_FOUND!5G
PHY Rate	↓ 390 ↑ 433 Mbps	PHY Rate	↓ 263 ↑ 390 Mbps	PHY Rate	↓ 325 ↑ 390 Mbps
Channel	36 (80 MHz)	Channel	36 (80 MHz)	Channel	36 (80 MHz)
WiFi Signal	-40 dBm	WiFi Signal	-44 dBm	WiFi Signal	-50 dBm
DNS Server	192.168.1.1	DNS Server	192.168.1.1	DNS Server	192.168.1.1
Name	Redmi Note 7	Name	Redmi Note 7	Name	Redmi Note 7
Manufacturer	Xiaomi	Manufacturer	Xiaomi	Manufacturer	Xiaomi
Model	xiaomi Redmi Note 7	Model	xiaomi Redmi Note 7	Model	xiaomi Redmi Note 7
System Version	Android 10	System Version	Android 10	System Version	Android 10
WiFi Signal Cell (Sim 2)		WiFi Signal Cell (Sim 2)		WiFi Signal Cell (Sim 2)	

Fuente: Elaboración propia

Se realizan pruebas de intensidad de señal, para ello en la figura 26 se orientan las antenas de forma vertical.

Figura 26. Orientación vertical de las antenas.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 27 se muestra la intensidad de la señal en tres lugares diferentes, con la orientación de las antenas en vertical.

Figura 27. intensidad de la señal con orientación vertical de las antenas.

Redmi Note 7		Redmi Note 7		Redmi Note 7	
xiaomi Redmi Note 7 192.168.1.100		xiaomi Redmi Note 7 192.168.1.100		xiaomi Redmi Note 7 192.168.1.100	
AP Model	Archer_C20	AP Model	Archer_C20	AP Model	Archer_C20
SSID	404_NOT_FOUND!5G	SSID	404_NOT_FOUND!5G	SSID	404_NOT_FOUND!5G
PHY Rate	↓ 433 ↑ 433 Mbps	PHY Rate	↓ 433 ↑ 433 Mbps	PHY Rate	↓ 433 ↑ 433 Mbps
Channel	36 (80 MHz)	Channel	36 (80 MHz)	Channel	36 (80 MHz)
WiFi Signal	-17 dBm	WiFi Signal	-28 dBm	WiFi Signal	-39 dBm
DNS Server	192.168.1.1	DNS Server	192.168.1.1	DNS Server	192.168.1.1
Name	Redmi Note 7	Name	Redmi Note 7	Name	Redmi Note 7
Manufacturer	Xiaomi	Manufacturer	Xiaomi	Manufacturer	Xiaomi
Model	xiaomi Redmi Note 7	Model	xiaomi Redmi Note 7	Model	xiaomi Redmi Note 7
System Version	Android 10	System Version	Android 10	System Version	Android 10

Fuente: Elaboración propia

A partir de las pruebas realizadas, se tiene que los valores de la intensidad de la señal con una orientación de 45 grados son de -40dBm, -44dBm y -50dBm. Para la orientación vertical se tienen valores de -17dBm, -28dBm y -39dBm.

Con estos valores se evidencia que la orientación vertical es la mejor configuración para el apartamento, ya que se necesita cubrir solo un piso.

10.2.3 Pruebas de la calidad WiFi

Para conocer la calidad de la red WiFi se realizan pruebas con la herramienta Acrylic WiFi professional, la cual permite conocer la fuerza de la señal en el tiempo mostrando el RSSI en dBm. La aplicación Acrylic WiFi valora la calidad de la red a partir de cinco parámetros, donde se le da un valor entre 0 y 10 los cuales representan un color específico. Los parámetros determinan lo siguiente:

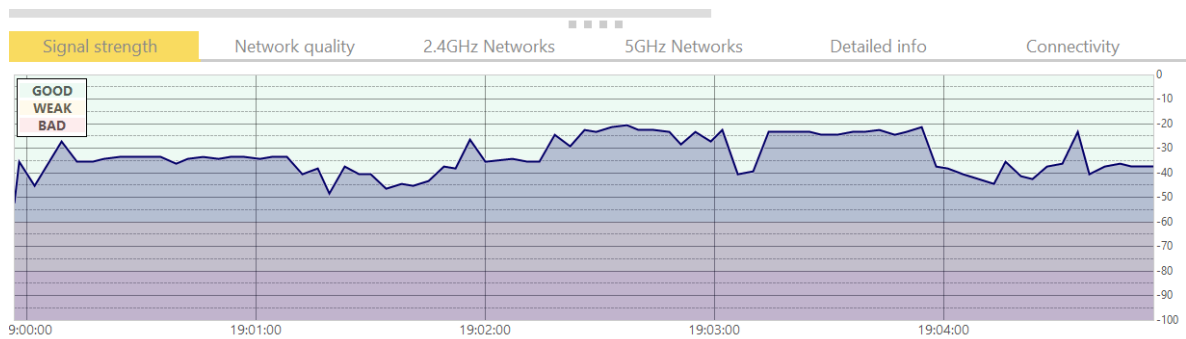
- **Calidad del canal:** Se valora el canal de la red WiFi a partir de posibles solapamientos con canales de otras redes y con ello conocer el rendimiento de la red si es adecuada para el uso intensivo, uso normal o un uso no intensivo.
- **Calidad de la señal:** Se toma el valor de RSSI el cual es utilizado para medir la calidad de la señal recibida por un dispositivo, lo cual el estándar IEEE 802.11 especifica una escala de 0 a 255 con ello los fabricantes definen su propio valor de RSSI máximo.
- **Seguridad de la red:** La seguridad de la red WiFi se mide a partir de los mecanismos de autenticación y cifrado, para el estándar 802.11 existen tres métodos de cifrado

- **WPA:** Usa el protocolo de integridad de clave temporal, el cual cambia dinámicamente la clave que usan los sistemas, estas claves son de 256 bits
- **WPA2:** Usa el mecanismo de red de seguridad robusta lo cual funciona de dos maneras.
 - **Modo personal (WPA2-PSK):** Se basa en un código de acceso compartido y se usa en entornos domésticos.
 - **Modo empresarial (WPA2-EAP):** Realiza una autenticación al servidor lo cual permite que un cliente se autentique con solo el uso de un PSK, su uso se centra en empresas u organizaciones
- **WPA3:** Agrega más funciones para uso personal y empresarial, lo cual utiliza un sistema de protocolo de aprovisionamiento de dispositivos WiFi, hace uso de cifrado GCMP-256 y retro compatibles con dispositivos que utilizan el protocolo WPA2
- **Velocidad de transmisión:** La velocidad de transmisión depende de las capacidades del punto de acceso y de cómo esté configurado, de igual manera el estándar usado permite tener diferentes configuraciones de velocidades de transmisión, estas configuraciones dependen de dos parámetros
 - **Spatial Streams:** Es la capacidad de transmitir datos simultáneamente a través de diferentes antenas haciendo uso de la tecnología MIMO

- **Ancho de canal:** Indica el conjunto de frecuencias que hacen uso para transmitir datos, al usar anchos de canal mayores se pueden alcanzar velocidades de transmisión más altas
- **Estándares 802.11:** Los estándares han evolucionado en distintas versiones las cuales tienen mejoras en la velocidad de transferencia de datos y cambios en la modulación de la señal, por esta razón mantener la compatibilidad de versiones poco usadas en los puntos de acceso afectan negativamente el rendimiento de la red

A partir del uso de la herramienta Acrylic WiFi, en la figura 28 se muestra la red 2.4GHz que se encuentra en funcionamiento en el apartamento; con ello se tiene que la red se encuentra con un RSSI entre los -40 dBm y -30 dBm en promedio, el cual es una fuerza de la señal que garantiza una buena estabilidad para la red.

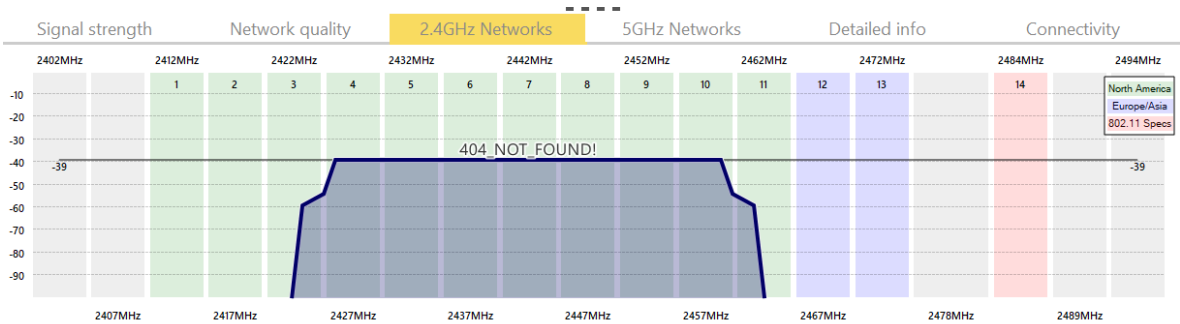
Figura 28. Señal de la red 2.4GHz apartamento.



Fuente: Elaboración propia con herramienta Acrylic WiFi.

Los canales de transmisión de la red 2.4GHz son el 4,5,6,7,8,9 y 10 ya que el punto de acceso está configurado para seleccionar el canal de forma automática, con un ancho de canal de 40MHz

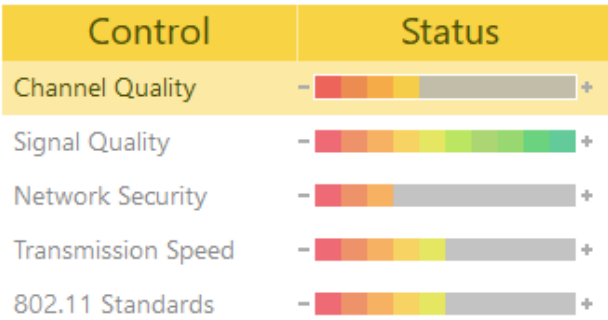
Figura 29. Canal de la red 2.4GHz apartamento.



Fuente: Elaboración propia con herramienta Acrylic WiFi.

En la figura 26 se muestra la calidad de la red de 2.4GHz en el apartamento.

Figura 30. Calidad de la red 2.4GHz apartamento.

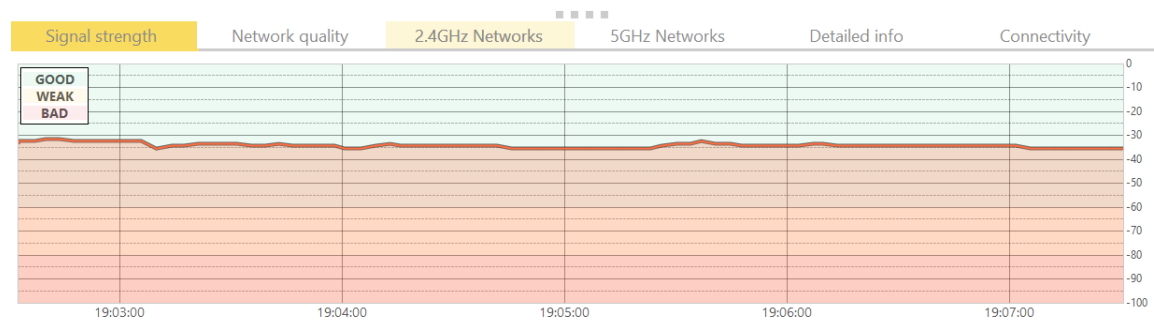


Fuente: Elaboración propia con herramienta Acrylic WiFi.

Teniendo en cuenta lo anterior, los valores en la medición de la calidad de la red de 2.4GHz, se evidencia que se puede configurar el punto de acceso de una mejor manera, para los parámetros del canal, seguridad de la red y la versión del estándar 802.11, la velocidad de transmisión no puede ser configurada ya que depende de la tecnología del punto de acceso.

A partir del uso de la herramienta Acrylic WiFi, en la figura 31 se evidencia que la red de 5GHz tiene un RSSI constante de -35dBm, en comparación con la red de 2.4GHz la cual cambia entre -40dBm y -30dBm; de esta manera se tiene que la red de 5GHz en el tiempo es más estable.

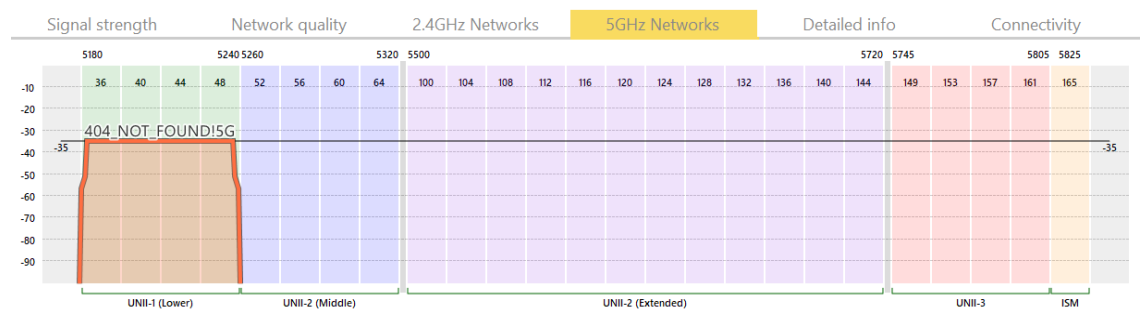
Figura 31. Señal de la red 5GHz apartamento.



Fuente: Elaboración propia con herramienta Acrylic WiFi.

Los canales de transmisión de la red de 5GHz son 36,40,44 y 48 con un ancho de canal de 80MHz, estos valores son tomados automáticamente por el punto de acceso.

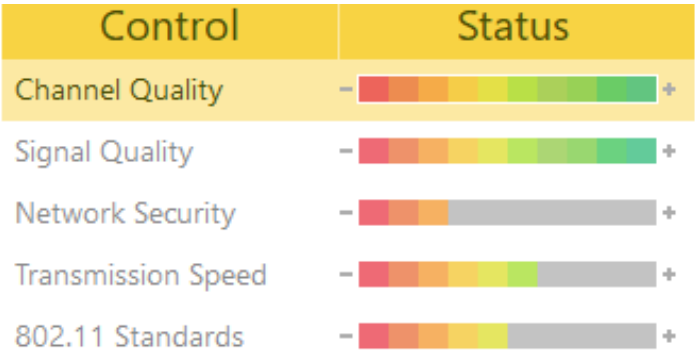
Figura 32. Canal de la red 5GHz apartamento.



Fuente: Elaboración propia con herramienta Acrylic WiFi.

En la figura 33 se muestra la calidad de la red de 5GHz en el apartamento.

Figura 33. Calidad de la red 5GHz apartamento.

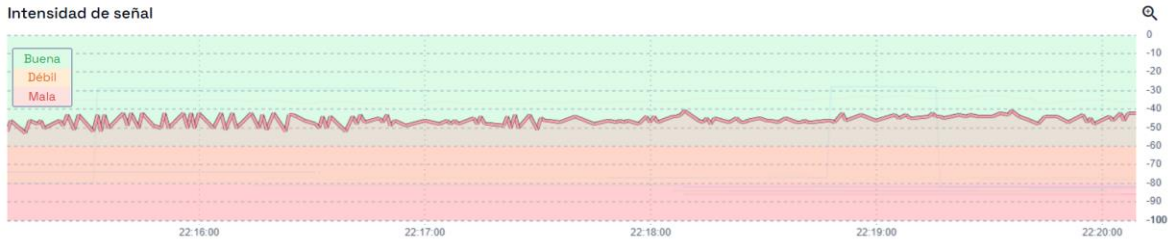


Fuente: Elaboración propia con herramienta Acrylic WiFi.

Los valores en la medición de la calidad de la red de 5GHz, se evidencia que se puede configurar el punto de acceso de una mejor manera, para los parámetros, seguridad de la red y la versión del estándar 802.11, la velocidad de transmisión no puede ser configurada ya que depende de la tecnología del punto de acceso.

A partir del uso de la herramienta Acrylic WiFi, en la figura 34 se evidencia que la red de 2.4GHz, que se encuentra en funcionamiento en la casa, tiene un RSSI entre los -40dBm y -35dBm, esto indica una buena estabilidad de la red.

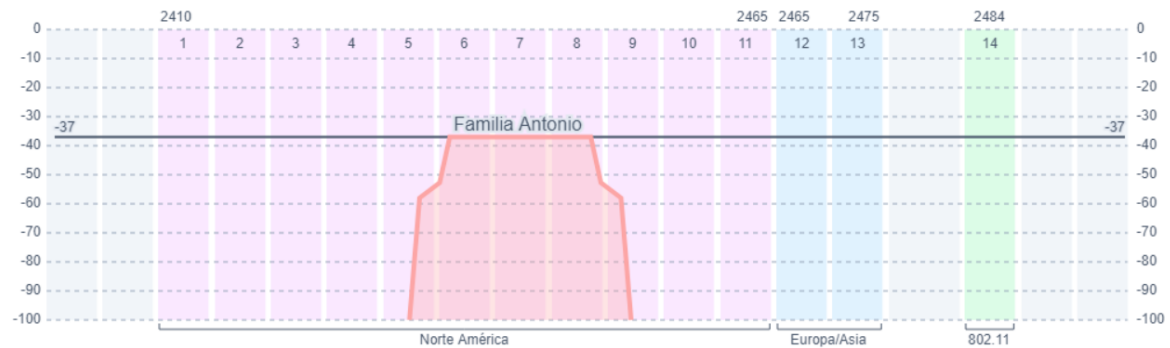
Figura 34. Señal de la red 2.4GHz casa.



Fuente: Elaboración propia con herramienta Acrylic WiFi.

Los canales de transmisión de la red de 2.4GHz son el 5,6 y 7 con un ancho del canal de 20MHz.

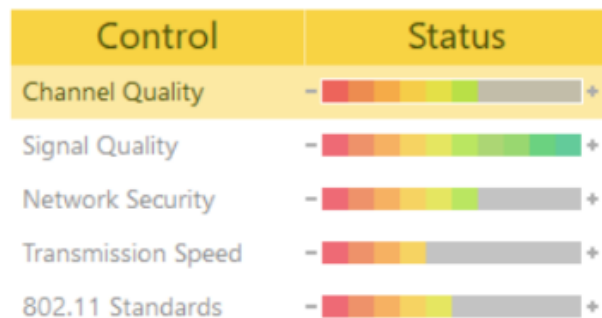
Figura 35. Canal de la red 2.4GHz casa.



Fuente: Elaboración propia con herramienta Acrylic WiFi.

En la figura 32 se muestra la calidad de la red de 2.4GHz en la casa.

Figura 36. Calidad de la red 2.4GHz casa.



Fuente: Elaboración propia con herramienta Acrylic WiFi.

A partir de la mediciones se realiza un análisis de ingeniería, el cual permite conocer los posibles problemas en la calidad del WiFi de cada hogar y realizar recomendaciones que podrían ser implementadas con el fin de mejorar la calidad del WiFi.

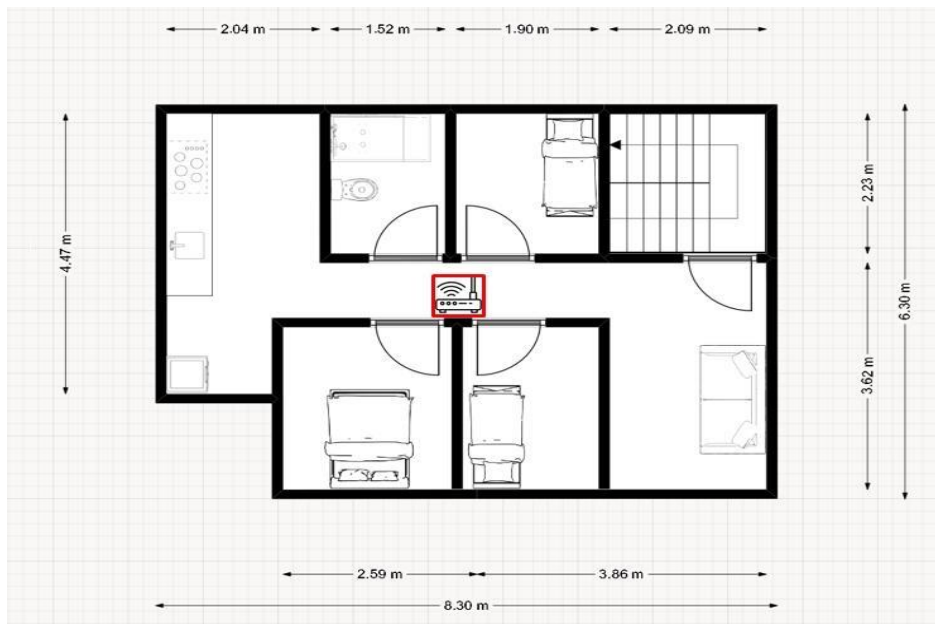
11. RECOMENDACIONES DE INGENIERÍA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL WIFI EN CADA HOGAR

A partir de los resultados del estado actual de los dos hogares ubicados en la ciudad de Bogotá, se realizan recomendaciones para cada hogar donde se plantea solucionar los problemas técnicos encontrados con la calidad de la red WiFi.

11.1. Recomendaciones generales para el apartamento.

- Para optimizar y mejorar la cobertura de la red, se recomienda elegir correctamente la ubicación del punto de acceso, de una manera que se encuentre en una zona central. En la figura 33 se muestra la que podría ser la mejor ubicación para el punto de acceso.

Figura 37. Ubicación punto de acceso en el apartamento.



Fuente: Elaboración propia.

- Para evitar posibles interferencias, el punto de acceso no debe estar ubicado cerca de equipos como hornos microondas, teléfonos inalámbricos, dispositivos con bluetooth
- Para evitar problemas en la atenuación de la señal, el punto de acceso debe estar en una zona abierta la cual no se encuentre con demasiada obstrucción con paredes u objetos
- A partir de las pruebas realizadas se recomienda que, la orientación de las antenas debe ser de forma vertical, ya que en este caso se requiere irradiar en un solo piso, y esta orientación es la óptima para la cobertura en el mismo nivel.

11.1.1. Recomendaciones para la red de 2.4GHz del apartamento

- El router es compatible con la selección automática de canales, por ello se recomienda hacer uso de esta configuración ya que el router selecciona el mejor canal de WiFi.
- Se recomienda mejorar los niveles de seguridad y privacidad de las comunicaciones, en este caso se debe cambiar la configuración del punto de acceso, ya que se encuentra con el protocolo WEP el cual es antiguo y su seguridad no es la mejor, para cambiar esto el punto de acceso tiene la opción de hacer uso del protocolo WPA/WPA2 personal recomendado para entornos del hogar
- El punto de acceso implementa la versión 802.11b/g/n mixed, lo cual mantiene compatibilidad con versiones antiguas como lo son la 802.11b, 802.11g, esto puede afectar negativamente el rendimiento de la red, los usuarios que emplean el uso de la red de 2.4GHz no requieren el uso de

estas versiones, por ello se recomienda configurar el punto de acceso con la versión 802.11n.

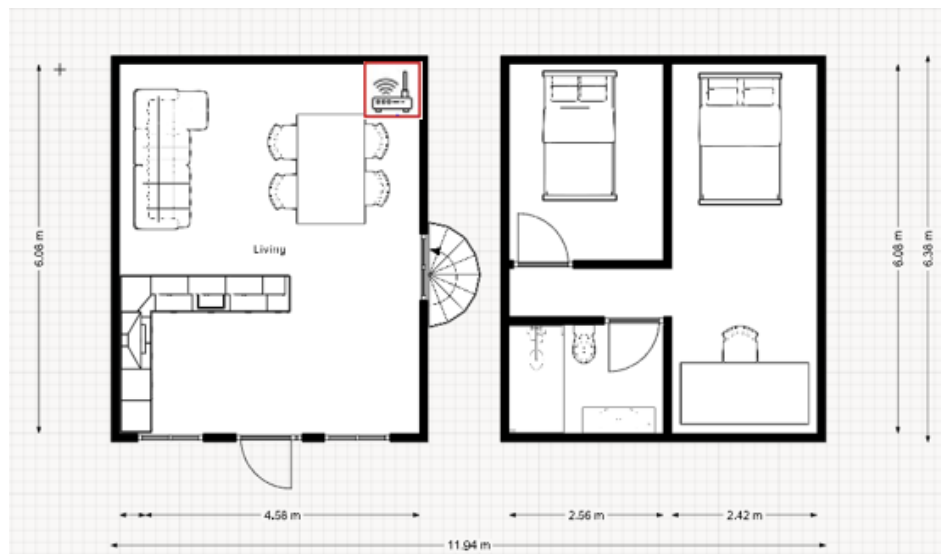
11.1.2. Recomendaciones para la red de 5GHz del apartamento

- El router es compatible con la selección automática de canales, por ello se recomienda hacer uso de esta configuración ya que el router selecciona el mejor canal de WiFi.
- Se recomienda incrementar los niveles de seguridad y privacidad de las comunicaciones, en este caso se debe cambiar la configuración del punto de acceso, ya que se encuentra con el protocolo WEP el cual es antiguo y su seguridad no es la mejor, para cambiar esto el punto de acceso tiene la opción de hacer uso del protocolo WPA/WPA2 personal recomendado para entornos del hogar
- El punto de acceso implementa la versión 802.11a/n/ac mixed, lo cual mantiene compatibilidad con la versión antigua 802.11a, esto puede afectar negativamente el rendimiento de la red, los usuarios que emplean el uso de la red de 5GHz no requieren el uso de esta versión, por ello se recomienda configurar el punto de acceso con la versión 802.11ac/n mixed.

11.2 Recomendaciones generales para la casa

- Para optimizar y mejorar la cobertura de la red, se recomienda elegir correctamente la ubicación del punto de acceso, de una manera que se encuentre en una zona central. En la figura 34 se muestra la que podría ser la mejor ubicación para el punto de acceso.

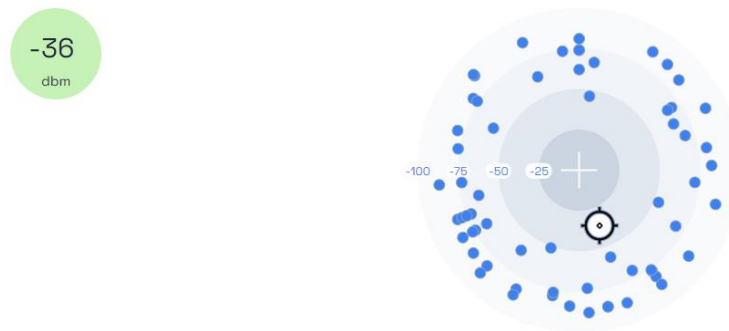
Figura 38. Ubicación punto de acceso en la casa



Fuente: Elaboración propia.

A partir de los resultados obtenidos con la nueva ubicación del router, se establece cual es el mejor posicionamiento para la casa tal y como lo muestra la figura 39, se evidencia la mejor señal mediante puntos los cuales se interpretan en dBm, cuando se verifica que estén bien las señales se muestran distribuidas por todo el router.

Figura 39. Mejor posicionamiento Casa



Fuente: Elaboración propia herramienta Acrylic WiFi.

- Para evitar posibles interferencias, el punto de acceso no debe estar ubicado cerca de equipos como hornos microondas, teléfonos inalámbricos, dispositivos con bluetooth
- Para evitar problemas de cobertura por causa de atenuación, es recomendable no instalar el router dentro de un espacio cerrado, tampoco debe ser colocado sobre superficies o estructuras metálicas.
- Verificación del cableado hacia donde llega el router, ya que este es reutilizado de otro proveedor de servicios y está generando interferencia de señales con el acces point.
- En el punto de acceso que se encuentra actualmente no cuenta con doble banda de frecuencia 2.4GHz y 5GHz, es por ello que se recomienda hacer cambio de router el cual cuente con estas dos bandas ya que actualmente es necesario tener las dos bandas para el uso en el hogar.

12. IMPLEMENTACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES PROPUESTAS EN LOS DOS HOGARES DE ESTUDIO.

Se implementan las recomendaciones de cada hogar y se realizan pruebas con las herramientas Acrylic WiFi y VisiWave, con el fin de conocer la calidad del WiFi.

12.1 Implementación de las recomendaciones generales del apartamento.

- La orientación de las antenas debe ser de forma vertical, ya que en este caso se requiere irradiar en un solo piso, y esta orientación es la óptima para la cobertura en el mismo nivel, con ello en la figura 40 se muestra la orientación que mejor se adapta para el uso del apartamento.

Figura 40. Orientación de la antenas.

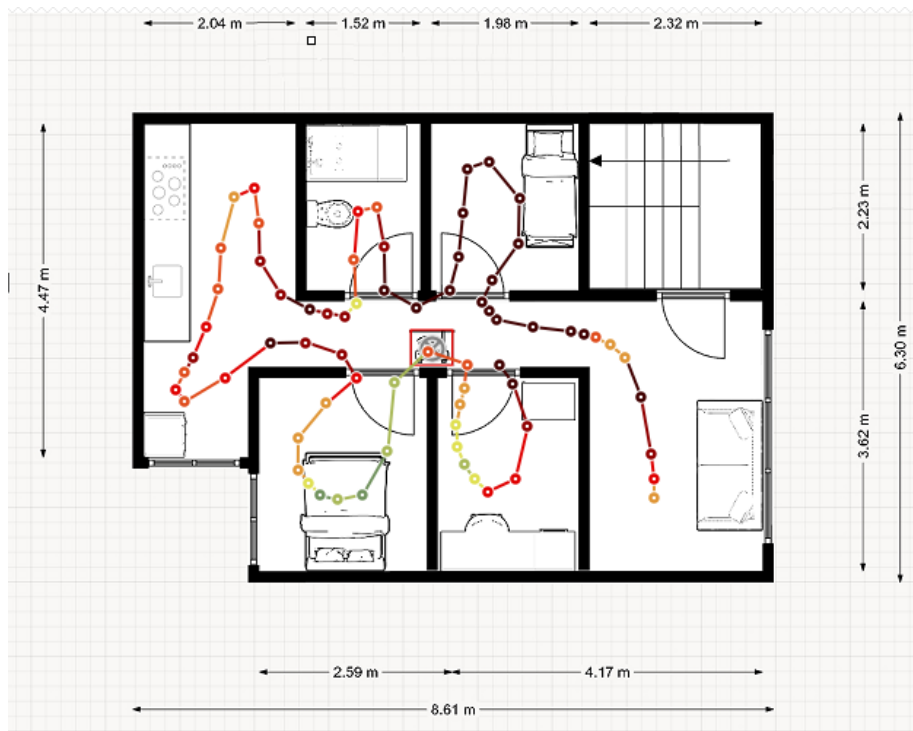


Fuente: Elaboración propia.

De esta manera se realizan las pruebas de cobertura a partir de la orientación de las antenas y la ubicación propuesta.

- A partir de la recomendación general del apartamento, en la figura 41 se muestra la mejor ubicación para el router, ya que se encuentra en una zona central y libre de posibles interferencias con otros dispositivos.

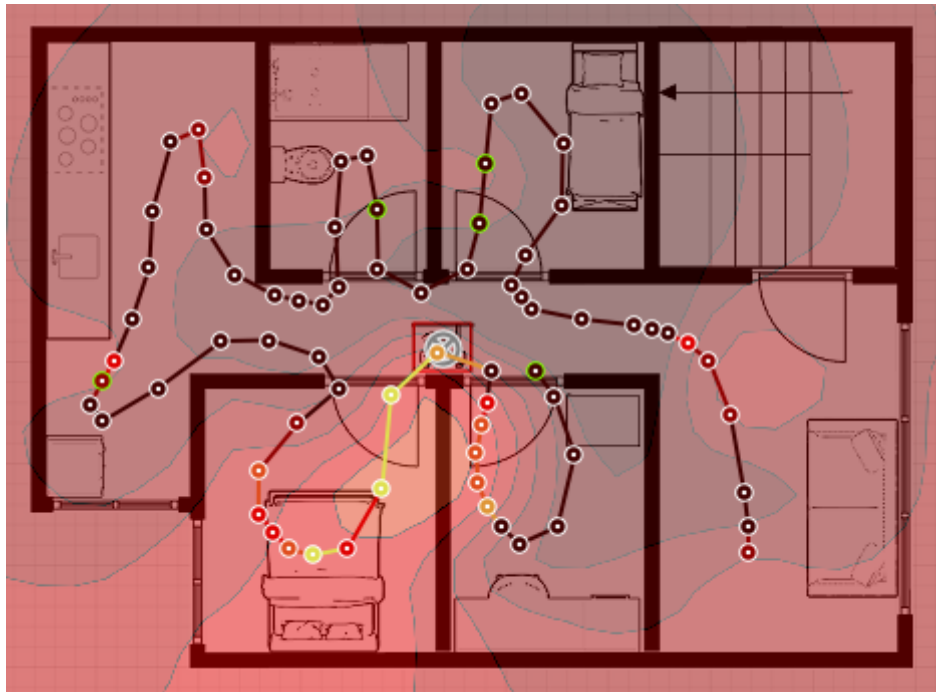
Figura 41. Ubicación del router y recorrido.



Fuente: Elaboración propia con herramienta VisiWave.

A partir de la nueva ubicación del router, en la figura 42 se muestra el mapa de calor de la red 2.4GHz del apartamento.

Figura 42. Mapa de calor red 2.4GHz



Fuente: Elaboración propia con herramienta VisiWave.

En el mapa de calor de la red 2.4GHz, se tiene en las áreas de color rojo valores entre los -30dBm y -40dBm, en las áreas de color amarillo se encuentran valores entre los -50dBm y -55dBm, lo cual se evidencia una mejora de cobertura con respecto a la figura 43 que muestra la cobertura antes de implementar las recomendaciones de la red 2.4GHz del apartamento.

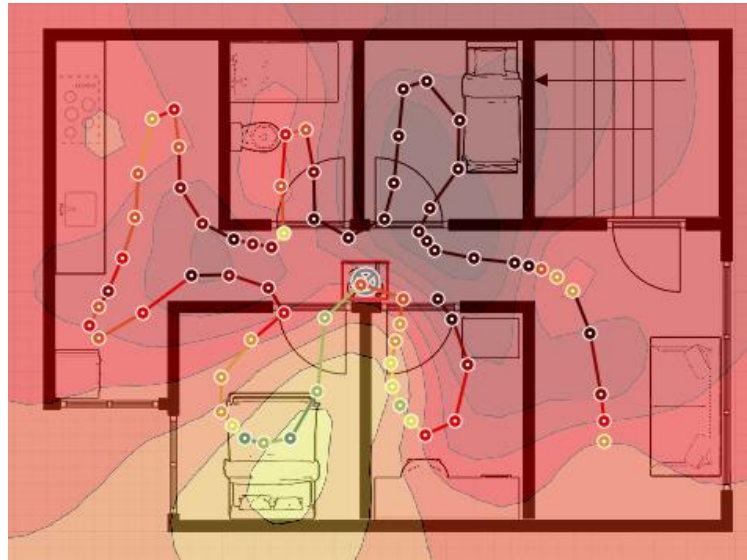
Figura 43. Mapa de calor red 2.4GHz antes de implementar las recomendaciones



Fuente: Elaboración propia con herramienta VisiWave.

A partir de la nueva ubicación del router, en la figura 44 se muestra el mapa de calor de la red 5GHz del apartamento.

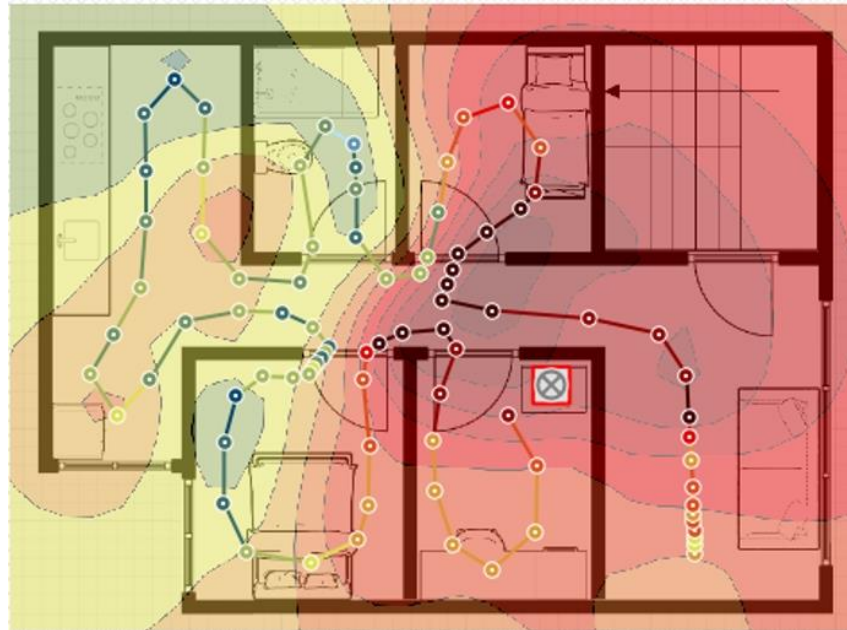
Figura 44. Mapa de calor red 5GHz.



Fuente: Elaboración propia con herramienta VisiWave.

En el mapa de calor de la red 5GHz, se tiene en las áreas de color rojo valores entre los -23dBm y -45dBm, en las áreas de color amarillo se encuentran valores entre los -52dBm y -67 dBm, lo cual se evidencia una mejora en la cobertura con respecto a la figura 45 que muestra la cobertura antes de implementar las recomendaciones de la red 5GHz del apartamento.

Figura 45. Mapa de calor red 5GHz antes de implementar las recomendaciones.



Fuente: Elaboración propia con herramienta VisiWave.

12.1.1 Implementación de las recomendaciones de la red 2.4GHz del apartamento.

- A partir de la recomendación del canal de la red 2.4GHz, en la figura 46 se muestra la configuración automática de canales, de esta manera el router selecciona el mejor canal WiFi.

Figura 46. Configuración del canal en la red 2.4GHz del apartamento.

Wireless Settings 2.4GHz | 5GHz

☒ Enable Wireless Radio

Network Name (SSID): ☐ Hide SSID

Security:

Version: ☐ Auto ☒ WPA2-PSK

Encryption: ☐ Auto ☐ TKIP ☒ AES

Password:

Mode:

Channel:

Channel Width:

Transmit Power: ☐ Low ☐ Middle ☒ High

Fuente: Elaboración propia con web tplinkwifi.

Cuando se configura el router con la selección automática de canales el router elige el mejor canal para la red WiFi, en el caso que el router no sea compatible con la selección automática se debe realizar un análisis en el entorno de la red con el fin de conocer posibles interferencias.

- A partir de la recomendación de la seguridad en la red 2.4GHz, en la figura 47 se muestra la configuración de la seguridad que más se ajusta al hogar, teniendo en cuenta la tecnología del router.

Figura 47. Configuración de seguridad en la red 2.4GHz del apartamento.

Wireless Settings 2.4GHz | 5GHz

☒ Enable Wireless Radio

Network Name (SSID): ☐ Hide SSID

Security: WPA/WPA2 Personal (Recommended) ▼

Version: ☐ Auto ☒ WPA2-PSK

Encryption: ☐ Auto ☐ TKIP ☒ AES

Password:

Mode: 802.11n only ▼

Channel: Auto ▼

Channel Width: 40MHz ▼

Transmit Power: ☐ Low ☐ Middle ☒ High

Fuente: Elaboración propia con web tplinkwifi.

El punto de acceso con esta configuración tiene la siguiente seguridad.

- WPA/WPA2 personal, protocolo cifrado el cual protege el tráfico de internet en redes inalámbricas, lo hace a partir de claves criptográficas para cifrar datos.
- Versión WPA2-PSK (AES), Hace uso de contraseñas más extensas para los datos y con ello ofrecer más seguridad para usuarios de la red doméstica.
- A partir de la recomendación de la versión en la red 2.4GHz, en la figura 48 se muestra la configuración de hacer uso sólo de la versión 802.11n.

Figura 48. Configuración de la versión en la red 2.4GHz del apartamento.

The image shows a web interface for configuring wireless settings. At the top, it says 'Wireless Settings' and '2.4GHz | 5GHz'. Below this, there are several configuration options:

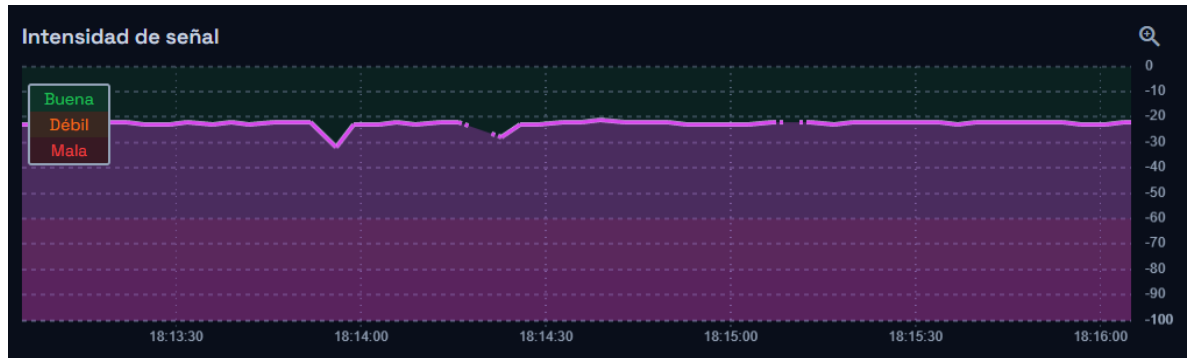
- Enable Wireless Radio:** A checkbox that is checked.
- Network Name (SSID):** A text field containing '404_NOT_FOUND!' and a 'Hide SSID' checkbox.
- Security:** A dropdown menu set to 'WPA/WPA2 Personal (Recommended)'.
- Version:** Radio buttons for 'Auto', 'WPA2-PSK' (selected), and others.
- Encryption:** Radio buttons for 'Auto', 'TKIP', and 'AES' (selected).
- Password:** A text field.
- Mode:** A dropdown menu highlighted with a red box, set to '802.11n only'.
- Channel:** A dropdown menu set to 'Auto'.
- Channel Width:** A dropdown menu set to '40MHz'.
- Transmit Power:** Radio buttons for 'Low', 'Middle', and 'High' (selected).

Fuente: Elaboración propia con web tplinkwifi.

Al implementar versiones anteriores como la 802.11b o 802.11g puede afectar el rendimiento de la red, por esta razón se hace uso de la versión 802.11n ya que los dispositivos que se conectan a la red de 2.4GHz son compatibles con esta versión.

Una vez implementadas las recomendaciones para la red de 2.4GHz, en la figura 49 se muestra la intensidad de la señal.

Figura 49. Intensidad de la señal de la red 2.4GHz apartamento.



Fuente: Elaboración propia con herramienta Acrylic WiFi.

En la figura 50 se muestra la calidad de la red 2.4GHz.

Figura 50. Calidad de la red 2.4GHz apartamento.



Fuente: Elaboración propia con herramienta Acrylic WiFi.

A partir de las recomendaciones implementadas y los datos anteriores, se tiene que la red de 2.4GHz es adecuada para el uso doméstico, ya que los usuarios no hacen un uso excesivo de la red WiFi.

12.1.2 Implementación de las recomendaciones de la red 5GHz del apartamento

- A partir de la recomendación del canal de la red 5GHz, en la figura 51 se muestra la configuración automática de canales, de esta manera el router selecciona el mejor canal WiFi.

Figura 51. Configuración del canal en la red 5GHz del apartamento.

Wireless Settings 2.4GHz | 5GHz

☒ Enable Wireless Radio

Network Name (SSID): ☐ Hide SSID

Security:

Version: ☐ Auto ☒ WPA2-PSK

Encryption: ☐ Auto ☐ TKIP ☒ AES

Password:

Mode:

Channel:

Channel Width:

Transmit Power: ☐ Low ☐ Middle ☒ High

Fuente: Elaboración propia con web tplinkwifi.

Cuando se configura el router con la selección automática de canales el router elige el mejor canal para la red WiFi, en el caso que el router no sea compatible con la selección automática se debe realizar un análisis en el entorno de la red con el fin de conocer posibles interferencias.

- A partir de la recomendación de la seguridad en la red 5GHz, en la figura 52 se muestra la configuración de la seguridad que más se ajusta al hogar, teniendo en cuenta la tecnología del router.

Figura 52. Configuración de seguridad en la red 5GHz del apartamento

Wireless Settings 2.4GHz | 5GHz

☒ Enable Wireless Radio

Network Name (SSID): ☐ Hide SSID

Security: WPA/WPA2 Personal (Recommended)

Version: ☐ Auto ☒ WPA2-PSK

Encryption: ☐ Auto ☐ TKIP ☒ AES

Password:

Mode: 802.11ac/n mixed

Channel: Auto

Channel Width: 80MHz

Transmit Power: ☐ Low ☐ Middle ☒ High

Fuente: Elaboración propia con web tplinkwifi.

El punto de acceso con esta configuración tiene la siguiente seguridad.

- WPA/WPA2 personal, protocolo cifrado el cual protege el tráfico de internet en redes inalámbricas, lo hace a partir de claves criptográficas para cifrar datos.
- Versión WPA2-PSK (AES), Hace uso de contraseñas más extensas para los datos y con ello ofrecer más seguridad para usuarios de la red doméstica.

- A partir de la recomendación de la versión en la red 5GHz, en la figura 53 se muestra la configuración de hacer uso de la versión 802.11ac/n mixed.

Figura 53. Configuración de la versión en la red 5GHz del apartamento

Wireless Settings 2.4GHz | 5GHz

☒ Enable Wireless Radio

Network Name (SSID): ☐ Hide SSID

Security:

Version: ☐ Auto ☒ WPA2-PSK

Encryption: ☐ Auto ☐ TKIP ☒ AES

Password:

Mode:

Channel:

Channel Width:

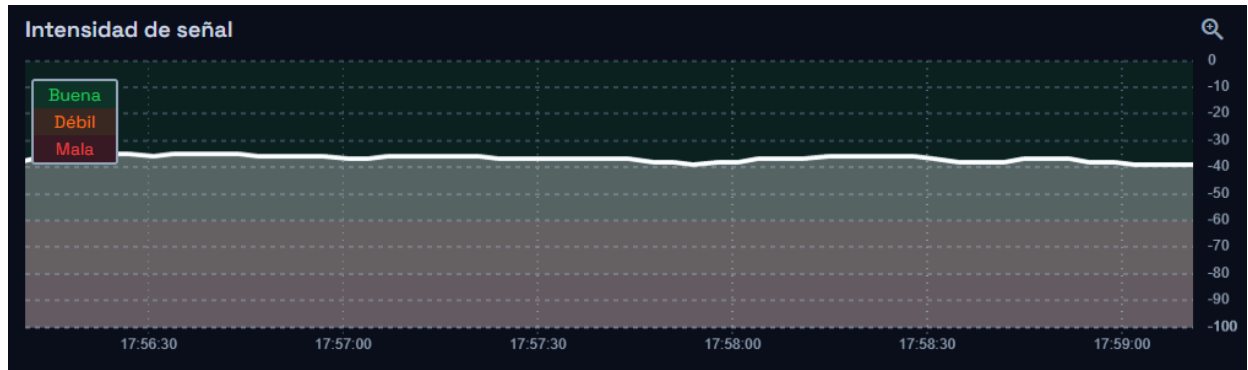
Transmit Power: ☐ Low ☐ Middle ☒ High

Fuente: Elaboración propia con web tplinkwifi.

Al implementar la versión anterior como la 802.11a puede afectar el rendimiento de la red, por esta razón se hace uso de la versión 802.11ac/n ya que los dispositivos que se conectan a la red de 5GHz son compatibles con esta versión.

Una vez implementadas las recomendaciones para la red de 5GHz, en la figura 54 se muestra la intensidad de la señal.

Figura 54. Señal de la red 5GHz apartamento.



Fuente: Elaboración propia con herramienta Acrylic WiFi.

En la figura 55 se muestra la calidad de la red 5GHz.

Figura 55. Calidad de la red 5GHz apartamento.



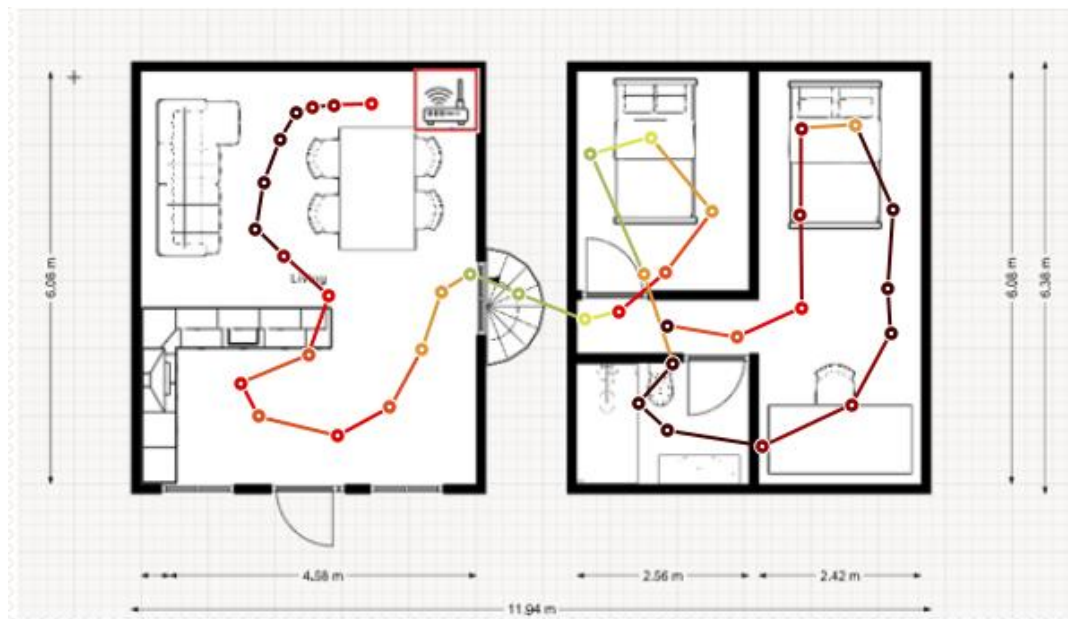
Fuente: Elaboración propia con herramienta Acrylic WiFi.

A partir de las recomendaciones implementadas y los datos anteriores, se tiene que la red de 5GHz es adecuada para el uso doméstico, ya que los usuarios no hacen un uso excesivo de la red WiFi.

12.2 Implementación de las recomendaciones generales de la casa

- Cuando se implementa la red cableada se escoge un correcto posicionamiento del punto de acceso, para que este quede ubicado en un punto central de tal manera que la señal no sea emitida con gran irradiación hacia las afueras de la casa, para esta recomendación si no se llega a dar una buena cobertura con la nueva ubicación del punto de acceso, posiblemente por su extensión y por qué en la casa hay 2 pisos la mejor solución es incorporar un repetidor wifi para ampliar la cobertura.
- Para lograr la incorporación del punto de acceso según la recomendación de la casa es como lo muestra la figura 56 la cual está en el punto más central de la vivienda.

Figura 56. Ubicación del router y recorrido.

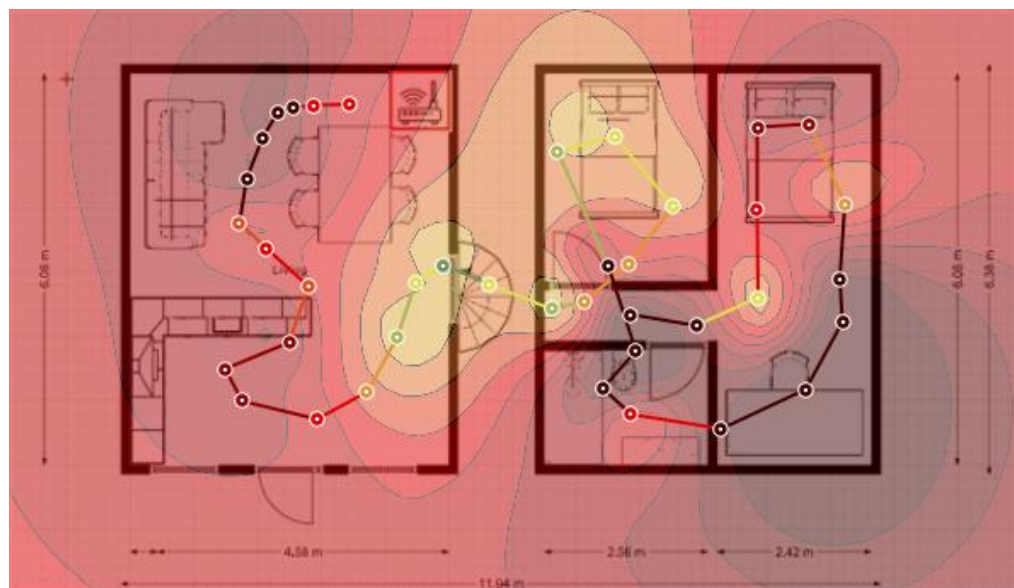


Fuente: Elaboración propia con herramienta VisiWave.

Con la nueva ubicación del punto de acceso se tiene una mayor cobertura y esto genera que en los mapas de calor se refleje mayor intensidad en la señal.

- A partir de la nueva ubicación del router se muestra el mapa de calor para la red de 2.4 GHz

Figura 57. Mapa de calor red 2.4GHz



Fuente: Elaboración propia con herramienta VisiWave.

A partir de los resultados obtenidos del mapa de calor en la red de 2.4 GHz se tiene en las áreas de color rojo valores entre los -64 dBm y -42 dBm, en las áreas de color amarillo se encuentran valores entre los -70 dBm y -62 dBm, que en comparación con la primera simulación realizada.

- Con las nuevas incorporaciones realizadas en el cableado de la casa y el cambio del router se incorpora la red 5 GHz como lo muestra la figura 58

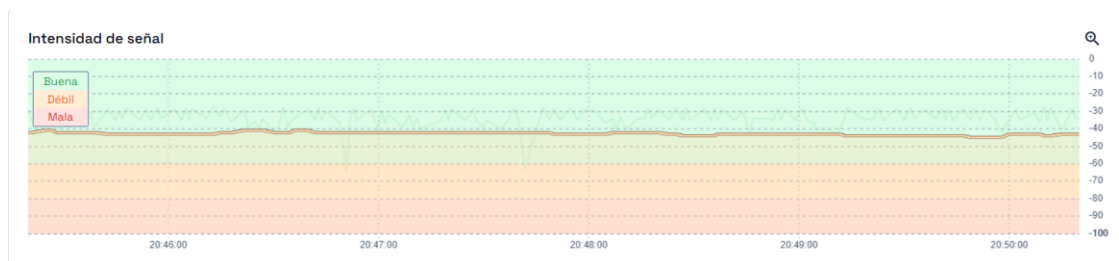
Figura 58. Mapa de calor red 5GHz



Fuente: Elaboración propia con herramienta VisiWave.

Cuando se establece la nueva implementación del router y sus características nos muestra los nuevos resultados en la intensidad de la señal para la red de 2.4 GHz como lo muestra la figura 59

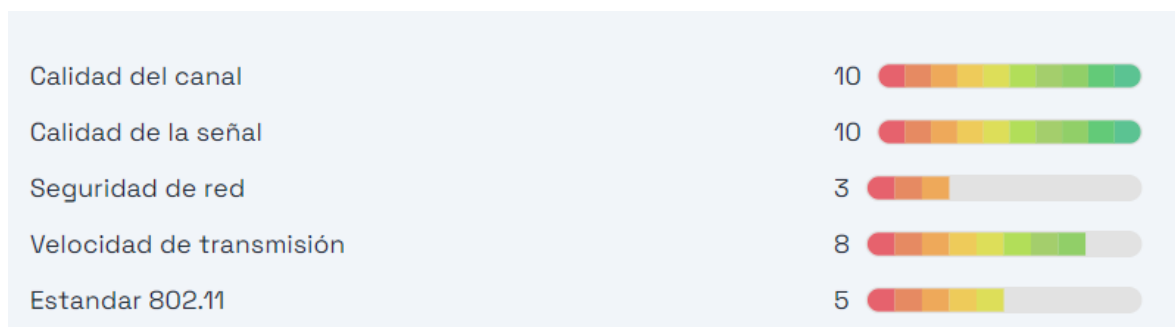
Figura 59. Intensidad de la señal de la red 2.4GHz Casa



Fuente: Elaboración propia con herramienta Acrylic WiFi.

Una vez realizada las mediciones en la intensidad de la señal, se calculan los datos para la calidad y comprobar los parámetros necesarios garantizando una buena conexión como lo muestra la figura 60

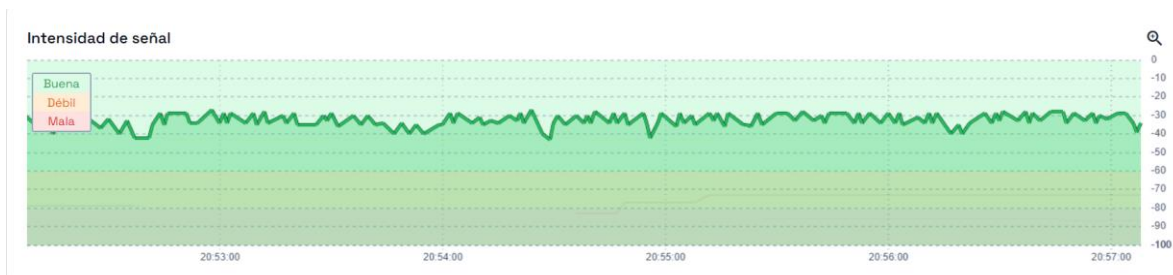
Figura 60. Calidad de la red 2.4GHz Casa



Fuente: Elaboración propia con herramienta Acrylic WiFi.

Al momento de ejecutar los resultados en la intensidad de la señal para el canal de 5GHz por primera vez, se observa cómo tiene una mayor potencia tal y como lo muestra la figura 61

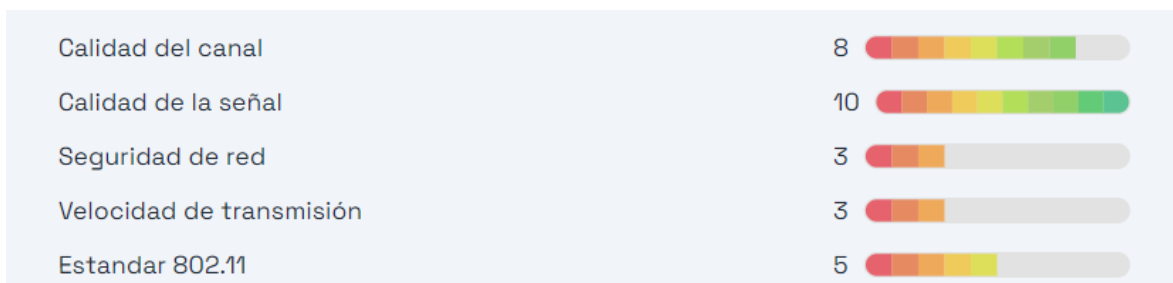
Figura 61. Intensidad de la señal de la red 5GHz Casa



Fuente: Elaboración propia con herramienta Acrylic WiFi.

Una vez realizada las mediciones en la intensidad de la señal se calculan los datos para la calidad en 5GHz, se requiere comprobar los parámetros necesarios y garantizar que se obtengan los mejores resultados.

Figura 62. Calidad de la red 5GHz Casa



Fuente: Elaboración propia con herramienta Acrylic WiFi.

A partir de las recomendaciones implementadas y los datos anteriores, se tiene que la red de 2.4GHz y 5GHz es adecuada para el uso doméstico, ya que los usuarios no hacen un uso excesivo de la red WiFi.

13. CONCLUSIONES

- Al realizar mediciones y comparar las bandas de 2.4GHz y 5GHz de los hogares objeto de estudio, se comprueba que cada frecuencia cuenta con características de cobertura, velocidad, estándar 802.11 utilizado, canales y ancho del canal, lo cual hace que cada frecuencia sea usada para una situación específica, ya que la red de 2.4GHz cuenta con más mayor cobertura y compatibilidad con dispositivos, pero es una frecuencia bastante saturada lo cual genera problemas de interferencia, en cambio la red de 5GHz cuenta con mayor velocidad y es una frecuencia menos saturada, pero la cobertura es menor en comparación a la de 2.4GHz.
- Al analizar la orientación de las antenas se identifica la repercusión en la red WiFi, ya que es necesario conocer la manera en la que se realiza la propagación de las ondas inalámbricas y el espacio donde se requiere implementar la red, de esta manera aprovechar los recursos disponibles en los puntos de acceso.
- La ubicación del punto de acceso es fundamental para la cobertura de la red, esto se evidencia al comparar los mapas de calor antes y después de realizar el cambio de ubicación, considerando que algunos dispositivos electrónicos pueden generar interferencias y los materiales los cuales atenúan la señal inalámbrica.
- El punto de acceso el cual se implementa en la red del apartamento, a partir de los cambios en la configuración del canal, seguridad y versión de 802.11 se confirman las mejoras y con ello se determina que el equipo es adecuado para el uso del apartamento, ya que cumple la necesidad de los usuarios de la red.

- Cuando se realiza el análisis de los inconvenientes identificados en la red de la casa, se puede confirmar que los inconvenientes generados en la cobertura y calidad del wifi se deben a un mal posicionamiento en el punto de acceso y en el cableado que tiene un problema de reutilización por los proveedores de servicios.
- Las pruebas realizadas cuando se cambia el punto de acceso nos permiten identificar la calidad nueva obtenida y con esto se puede visualizar la banda de 5G que me permite garantizar mayor conectividad en la red y mayor velocidad.
- La tecnología ha innovado la conectividad de la red wifi permitiendo mejorar los puntos de acceso, Estos avances se ponen en desarrollo gracias a las pruebas que se realizan día a día en lugares de fabricación para que tengan una mayor vida útil, esto a la vez es muy amigable con el medio ambiente de hoy en día ya que los proveedores ayudan a reducir el impacto ambiental con nuevas tecnologías modernas.
- Algunos router implementan el programador horario, el cual permite configurar el momento en el que se enciende y apaga el router, de esta manera reducir el uso energético en horas donde no se requiere su uso en los hogares.

14. RECOMENDACIONES

- Al implementar un punto de acceso en el hogar, el cual tenga dos o más antenas, se recomienda que si se requiere dar cobertura a un solo nivel la orientación de las antenas debe ser vertical, si se requiere dar cobertura a dos niveles la orientación de las antenas debe ser horizontal y vertical, con ello poder cubrir el área necesaria.
- Se recomienda al ubicar un punto de acceso en el hogar, instalarlo en un lugar donde no genere posibles interferencias por equipos, como hornos microondas, teléfonos inalámbricos y dispositivos con bluetooth, de igual debe estar en una zona abierta la cual no se encuentre con demasiada obstrucción con paredes u objetos.
- Se recomienda para los hogares hacer uso de las frecuencias 2.4GHz y 5GHz, ya que cada una cuenta con características que permiten una mejor calidad WiFi, ya que la frecuencia de 2.4GHz permite mayor cobertura y compatibilidad con dispositivos, y la frecuencia de 5GHz permite mayor velocidad y los canales se encuentran menos saturados.
- Se recomienda que el punto de acceso seleccione los canales de forma automática ya que elige el mejor canal, en el caso donde el punto de acceso no permita esta función, se debe realizar un análisis más detallado para los canales de redes cercanas y con ello conocer que canal no tiene saturación.
- Si el punto de acceso del hogar permite configurar la versión 802.11, se recomienda implementar versiones más recientes, ya que al mantener la compatibilidad con versiones antiguas puede repercutir negativamente en el rendimiento de la red.

Bibliografía

Alvino, C. (2021). Estadísticas de la situación digital de Colombia en el 2020-2021. Recuperado 7 octubre 2021, de <https://branch.com.co/marketing-digital/estadisticas-de-la-situacion-digital-de-colombia-en-el-2020-2021/>

Analizador WiFi para una cobertura perfecta —. (2022, febrero 14). NetSpot; Netspotapp software. <https://www.netspotapp.com/es/wifi-analyzer/about-wifi-analyzer.html>

Anchondo, D. (2022). Redes Inalámbricas - ¿Qué es la tecnología MU-MIMO (Multi-User Multiple Input Multiple Output)? Syscom.mx. <https://soporte.syscom.mx/es/articles/2169951-redes-inalambricas-que-es-la-tecnologia-mu-mimo-multi-user-multiple-input-multiple-output>

Axessnet, R. (2020, noviembre 6). Qué es ancho de banda, banda ancha, velocidad y latencia en internet. axessnet. <https://axessnet.com/que-es-ancho-de-banda-velocidad-y-latencia-en-una-conexion-de-internet/>

Bandas de Frecuencia en las redes WiFi. (2022). Comunidad Huawei Enterprise. <https://forum.huawei.com/enterprise/es/bandas-de-frecuencia-en-las-redes-wifi/thread/885177-100239>

Canales RF en una red inalámbrica. (2020). Cisco. https://www.cisco.com/c/es_mx/support/docs/smb/wireless/CB-Wireless-Mesh/2069-tz-Changqing-RF-Channels.html

Código de bloque de espacio-tiempo. (s/f). Hmong.es. Recuperado el 21 de agosto de 2022, de https://hmong.es/wiki/Space-time_block_code

Collado, V. (2018, enero 18). Interferencia de la red inalámbrica. Cloud Computing | Adaptix Networks | Cómputo en la Nube. <https://www.adaptixnetworks.com/interferencia-red-inalambrica/>

Collado, V. (2018, enero 18). Interferencia de la red inalámbrica. Cloud Computing | Adaptix Networks | Cómputo en la Nube. <https://www.adaptixnetworks.com/interferencia-red-inalambrica/>

Colombia superó los 8 millones de accesos fijos a internet en el primer trimestre de 2021”: Karen Abudinen, ministra TIC. (2021). Recuperado 19 Octubre 2021, de <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/178505:Colombia-supero-los-8->

[millones-de-accesos-fijos-a-internet-en-el-primer-trimestre-de-2021-Karen-Abudinen-ministra-TIC](#)

CRC. (2022). Data Flash 2022-011 - Internet Fijo. Gov.co
<https://postdata.gov.co/dataflash/data-flash-2022-011-internet-fijo>

Cruz Felipe, M. del R., Martínez Gómez, R., & Crespo García, Y. (2013). Análisis de la QoS en redes inalámbricas. Revista cubana de ciencias informáticas, 7(1), 86–96.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2227-18992013000100010&script=sci_arttext&lng=en

Data Flash 2021-016 - Quejas de Servicios de Telecomunicaciones. (n.d.). Gov.Co. Recuperado octubre 20, 2021, de <https://www.postdata.gov.co/dataflash/data-flash-2021-016-quejas-de-servicios-de-telecomunicaciones>

Devopedia. 2021. "Wi-Fi Performance Testing." Version 6, June 5. Accessed 2021-09-09. <https://devopedia.org/wi-fi-performance-testing>

En 2025 se triplicarán las conexiones de acceso fijo inalámbrico a nivel mundial. (2020). Org.Co. <https://acis.org.co/portal/content/noticiasdelsector/en-2025-se-triplicar%C3%A1n-las-conexiones-de-acceso-fijo-inal%C3%A1mbrico-nivel-mundial>

Fuerza de la señal WiFi — Cómo potenciarla con. (2022, marzo 25). NetSpot; Netspotapp software. <https://www.netspotapp.com/es/wifi-signal-strength/>

Fuerza y Niveles de Ruido de la Señal Inalámbrica. (s/f). Watchguard.com. Recuperado el 1 de abril de 2022, de https://www.watchguard.com/help/docs/fireware/12/es-419/Content/es-419/wireless/ap_wireless_signalstrength_c.html

Fuerza y Niveles de Ruido de la Señal Inalámbrica. (s/f). Watchguard.com. Recuperado el 1 de abril de 2022, de https://www.watchguard.com/help/docs/fireware/12/es-419/Content/es-419/wireless/ap_wireless_signalstrength_c.html

Funcionalidades de PRTG. (s/f). Paessler.com. Recuperado el 23 de agosto de 2022, de <https://www.paessler.com/es/prtg/features>

Gómez R., C. A., & Pedraza, L. F. (2018). 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), 203–212. GONZALEZ, C. (2021). PLATAFORMA DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE SERVICIO EN REDES WIFI. Recuperado 29 Septiembre 2021, de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/180525/Plataforma-de-analisis-de-calidad-de-servicio-en-redes-WiFi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernandez, M. D. F. (2017). *Mapeo de la señal WiFi mediante un dispositivo implementado en Arduino*: <http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/3294>

Historia de las Redes Inalámbricas. (n.d.). Upv.Es. Recuperado noviembre 9, 2021, de <https://histinf.blogs.upv.es/2010/12/02/historia-de-las-redes-inalambricas/>

Historia de las Redes Inalámbricas. (n.d.). Upv.Es. Recuperado noviembre 9, 2021, de <https://histinf.blogs.upv.es/2010/12/02/historia-de-las-redes-inalambricas/>

Innercomm. (s/f). Características de los principales estándares Wi-Fi 802.11. Innercomm Technologies. Recuperado el 17 de agosto de 2022, de <https://www.innercomm.eu/2020/06/16/caracteristicas-estandares-wifi/>

Interferencia de RF: Qué es y cómo minimizarla. (2022, marzo 21). NetSpot; Netspotapp software. <https://www.netspotapp.com/es/what-is-rf-interference.html>

Jiménez, J. (2020, abril 23). ¿Sirven para algo las antenas del router? Test de Velocidad. <https://www.testdevelocidad.es/2020/04/23/antenas-router-colocacion/>

Jiménez, J. (2022, mayo). Tecnología MIMO: qué es y para qué se utiliza. RedesZone. <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-wifi/tecnologia-mimo-red-wifi-que-es/>

Ley de internet como servicio público esencial y universal. (n.d.). Com.Co. Recuperado octubre 25, 2021, de <https://bu.com.co/es/noticias/ley-de-internet-como-servicio-publico-esencial-y-universal>

Lorenzo, J. A. (2020, julio 20). Qué dispositivos conectar en el WiFi de 2,4 GHz y cuáles en 5GHz. RedesZone. <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-wifi/dispositivos-conectar-wifi-24-ghz-5ghz/>

Lorenzo, J. A. (2020, julio 20). Qué dispositivos debo conectar en el WiFi de 2,4 GHz y cuáles en 5GHz. RedesZone. <https://www.redeszone.net/tutoriales/redes-wifi/dispositivos-conectar-wifi-24-ghz-5ghz/>

Los estándares WiFi. (s/f). NetSpot; Netspotapp software. Recuperado el 17 de agosto de 2022, de <https://www.netspotapp.com/es/blog/wifi-security/explaining-wifi-standards.html>

Mellinas, J. P. (2017). La relativa importancia de la velocidad en las conexiones WIFI. In *Congresos - Seminario Destinos turísticos Inteligentes 2017 - Libro de Actas* (pp. 38–51). Servicio de Publicaciones de la UA.

MONITOREO DE TENDENCIAS TECNOLÓGICAS Y DE CONSUMIDOR 2021 - Gov.Co. Recuperado octubre 21, 2021, de https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/MONITOREO_TENDENCIAS_CR_C_2021.pdf

Monitoreo de tendencias tecnológicas y de consumidores. (2020). Recuperado 16 septiembre 2021 de <https://www.crcom.gov.co/uploads/images/files/MONITOREO%20TENDENCIAS%20AGOSTO20.pdf>

Movistar, C., & Emilio-blogger. (2020, abril 8). ¿Cuántos dispositivos pueden conectarse a un router WiFi? comunidad.movistar.es. <https://comunidad.movistar.es/t5/Blog-Movisfera/Cuántos-dispositivos-pueden-conectarse-a-un-router-WiFi/ba-p/4112941>

Padrisa, P. (s. f.). WiFi: Interferencias y reflejos. Sysadmit.com. Recuperado 10 de agosto de 2022, de <https://www.sysadmit.com/2016/08/wifi-interferencias-y-reflejos-buenas-practicas-capitulo-8.html>

Presidencia de la República. (2021). Retrieved 28 septiembre 2021, de <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%202108%20DEL%2029%20DE%20JULIO%20DE%202021.pdf>

Queiroz, Andre. SearchDataCenter en español. *Tendencias de migración inalámbrica que las universidades deben considerar*. [En línea] agosto de 2016. [Citado el: 20 de agosto de 2018.] <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/opinion/Tendencias-de-migracion-inalambrica-que-las-universidades-deben-considerar>.

Romero García, N. V. (24 de agosto del 2017). *ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL PARÁMETRO DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN RED ZIGBEE CON UN NODO COORDINADOR*. 223.180.
<http://201.159.223.180/bitstream/3317/8608/1/T-UCSG-POS-MTEL-81.pdf>

Rosgaby Medina, K. (2022). Estadísticas de la situación digital de Colombia en el 2021-2022. branch.com <https://branch.com.co/marketing-digital/estadisticas-de-la-situacion-digital-de-colombia-en-el-2021-2022/>

Salazar, J. (n.d.). *REDES INALÁMBRICAS*. Upc.Edu. Recuperado noviembre 9, 2021, de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf

Servicios, P. ¿Qué es la tecnología wifi? Definición y tipos. Recuperado 29 Septiembre 2021, de https://www.cisco.com/c/es_mx/products/wireless/what-is-wifi.html

Software WiFi - Diseña, analiza y diagnostica redes WiFi. (s/f). Acrylic WiFi. Recuperado el 23 de agosto de 2022, de <https://www.acrylicwifi.com/programas-software-herramientas-wifi/>

Superadmin. (2020, mayo 21). ¿Qué es un router? Concepto, tipos y características. ITILCom. <https://www.italcom.com/blog/que-es-un-router-concepto-tipos-y-caracteristicas/>

TI, S., empresas, C., & recursos, R. (2021). ¿Qué es una red inalámbrica? - Cableada frente vs. inalámbrica. Recuperado 29 septiembre 2021, de https://www.cisco.com/c/es_mx/solutions/small-business/resource-center/networking/wireless-network.html

Vasco, J. (2020). Estudio sobre la deserción de clientes de la empresa de telecomunicaciones TIGO en el Área Metropolitana Centro Occidente – AMCO. Recuperado 17 septiembre 2021, de https://repository.eafit.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10784/17015/JoseLuis_Vasco_Garcia_2020.pdf?sequence=2&isAllowed=y

VisiWave. (s/f). Visiwave.com. Recuperado el 6 de septiembre de 2022, de <https://www.visiwave.com>

WiFi Scanner for Windows. (s/f). Wifiscanner.com. Recuperado el 23 de agosto de 2022, de <http://wifiscanner.com/wifiscanner-windows.html>

WiFi Site Survey y Análisis en MAC OS X Windows. (s/f). NetSpot; Netspotapp software. Recuperado el 23 de agosto de 2022, de <https://www.netspotapp.com/es/>

Yepetz, A. G. M. (2016). PROPUESTA PARA MEJORAR LA COBERTURA DE LA RED INALÁMBRICA WI-FI EN LOS HOGARES REALIZANDO UN ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS TECNOLOGÍAS ACTUALES [PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR]. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13142/DISERTACIÓN%20D E%20GRADO%20ANA%20MICHELENA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

(N.d.). (2020, mayo 21). *¿Qué es un router? Concepto, tipos y características*. ITILCom. <https://www.italcom.com/blog/que-es-un-router-concepto-tipos-y-caracteristicas/>

(N.d.). Edu.Ec. Recuperado septiembre 29, 2021, de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13142/DISERTACI%C3%93 N%20DE%20GRADO%20ANA%20MICHELENA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

(N.d.). Gov.Co. Recuperado octubre 25, 2021, de <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%202108%20DEL%202 9%20DE%20JULIO%20DE%202021.pdf>

(N.d.). Uchile.Cl. Recuperado septiembre 29, 2021, de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/100026/browse?type=title>

¿Qué es Wi-Fi 6? (s/f). Cisco. Recuperado el 17 de agosto de 2022, de https://www.cisco.com/c/es_mx/products/wireless/what-is-wi-fi-6.html