

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el autor ha autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

Bibliotecas Bucaramanga
Universidad Santo Tomás

Diseño de solución de conectividad de WiFi en el Campus de Floridablanca de la Universidad
Santo Tomás.

Juan David Montero Baquero

Director:

Tatiana Inés Navas Gómez

Ingeniera electrónica

Facultad de Ingeniería de Telecomunicaciones

Universidad Santo Tomas

Bucaramanga, octubre de 2016

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
<hr/> AUTOR <i>Estudiante de Pregrado</i>	<hr/> Director <i>Director del Trabajo de Investigación</i>	Comité de trabajos de grado

Dedicatoria

La presente tesis la dedico primero a Dios, quien me ha guiado en este largo camino y luego a mi familia y a todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron parte de este tan anhelado sueño.

Muy especialmente a mis padres quienes me brindaron su apoyo incondicional, y por estar a mi lado en los momentos que más los he necesitado.

También les dedico este trabajo de grado a mis hermanas quienes me han brindado ese calor de hogar y compañía en todo momento, a mi abuelo Luis Guillermo Montero que, aunque no se encuentre físicamente conmigo, sé que desde cualquier lugar donde se encuentre me está mirando, cuidando, y feliz por mis metas alcanzadas.

Agradecimientos

Al finalizar este proyecto quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a la Ing. Tatiana Inés Navas Gómez, por su acompañamiento en esta etapa final, por aportarme todo su conocimiento como docente y como ser humano para que sea un mejor profesional.

También quiero darle las gracias a todo el cuerpo docente de la Universidad Santo Tomas de la facultad de ingeniería de telecomunicaciones, quienes además de contribuir con mi formación académica, también lo hicieron en mi formación personal, y de quienes voy a estar inmensamente agradecido.

Agradezco también a mis compañeros de clase, ya que con ellos viví los buenos y malos momentos dentro y fuera de la universidad y que con el tiempo pasaran de ser compañeros de clase a ser verdaderos amigos para el resto de la vida.

CONTENIDO

	Pág.
Introducción	14
1. Formulación del problema	15
2. Justificación	16
3. Objetivos	17
3.1 Objetivo general	17
3.2 Objetivo específicos	17
4. Metodología	18
4.1 Conceptualización.	18
4.2 Contextualización técnica.	18
4.3 Diagnóstico.....	19
4.4 Diseño.....	19
4.5 Documentación.....	19
5. Marco Teórico.....	20
5.1 Introducción a las redes inalámbricas	20
5.2 Tecnología WiFi.....	22
5.3 WiFi Alliance.	23
5.4 Estándares 802.11.....	24
5.4.1 Redes de área local inalámbrica.....	26
5.4.2 Protocolos CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA	28
5.4.3 Capas del modelo OSI.	28
5.4.4 Elementos básicos de una red WLAN.	34
5.5 Seguridad en redes de telecomunicaciones.	35
5.6 Aplicaciones de las redes WLAN.	36
5.7 Ventajas y desventajas de las redes WLAN.....	37
5.8 Calidad de servicio QoS.....	39
5.8.1 Introducción a la QoS.	39
6. Identificación de la situación actual.....	41
6.1 Software para el diagnóstico y diseño de la cobertura.	41
6.2 Identificación de los APs actualmente en funcionamiento	42
6.3 Cobertura actual del edificio Fray Angélico.	46
6.4 Cobertura actual del edificio Santander	58

6.5	Cobertura actual de las clínicas de odontología.....	68
6.6	Parámetros de operación de los Access Point en actual funcionamiento.....	73
7.	Propuesta de diseño de solución de conectividad de WiFi.....	75
7.1	Propuesta de diseño de solución para el edificio Fray Angélico.....	77
7.2	Propuesta de diseño de solución para el edificio Santander.....	101
7.3	Propuesta de diseño de solución para el edificio Clínicas Odontologías.....	121
7.4	Análisis de implementación de la propuesta de solución de conectividad de WiFi	128
8.	Conclusiones.....	134
9.	Recomendaciones.....	136
BIBLIOGRAFÍA		137

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1.	22
Tabla 2.	29
Tabla 3.	41
Tabla 4.	45
Tabla 5.	47
Tabla 6.	52
Tabla 7.	59
Tabla 8.	63
Tabla 9.	68
Tabla 10.	70
Tabla 11.	73
Tabla 12.	77
Tabla 13.	79
Tabla 14.	82
Tabla 15.	85
Tabla 16.	88
Tabla 17.	91
Tabla 18.	94
Tabla 19.	97
Tabla 20.	101
Tabla 21.	103
Tabla 22.	106
Tabla 23.	109
Tabla 24.	112
Tabla 25.	116
Tabla 26.	121
Tabla 27.	128
Tabla 28.	129
Tabla 29.	130
Tabla 30.	131
Tabla 31.	131
Tabla 32.	133

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Tecnología WiFi	23
Figura 2. Sello de reconocimiento.	24
Figura 3. Modo AD-HOC	27
Figura 4. Modo infraestructura	27
Figura 5. Gráfica espectro ensanchado por salto de frecuencia.....	30
Figura 6. Método de ensanchado por secuencia directa	31
Figura 7. Transmisión por infrarrojo	32
Figura 8. Software inSSIDer 4.....	43
Figura 9. Software Vistumbler.....	43
Figura 10. Software Tamo Graph Site survey	44
Figura 11. Ubicación gráfica de las muestras	53
Figura 12. Cobertura actual del sótano Edificio Fray Angélico	54
Figura 13. Cobertura actual del semisótano Edificio Fray Angélico.....	54
Figura 14. Cobertura actual del primer piso Edificio Fray Angélico	55
Figura 15. Cobertura actual del segundo piso Edificio Fray Angélico.....	55
Figura 16. Cobertura actual del tercer piso Edificio Fray Angélico	56
Figura 17. Cobertura actual del cuarto piso Edificio Fray Angélico	56
Figura 18. Cobertura actual del quinto piso Edificio Fray Angélico.....	57
Figura 19. Cobertura actual del sexto piso Edificio Fray Angélico.....	57
Figura 20. Ubicación gráfica de las muestras	64
Figura 21. Cobertura actual del sótano edificio Santander	65
Figura 22. Cobertura actual del primer piso Edificio Santander	65
Figura 23. Cobertura actual del segundo piso Edificio Santander.....	66
Figura 24. Cobertura actual del tercer piso Edificio Santander	66
Figura 25. Cobertura actual del cuarto piso Edificio Santander	67
Figura 26. Cobertura actual del quinto piso Edificio Santander	67
Figura 27. Ubicación gráfica de las muestras	70
Figura 28. Cobertura actual del primer piso Clínicas de Odontología	71
Figura 29. Cobertura actual del segundo piso Clínicas de Odontología.....	71
Figura 30. Cobertura actual del tercer piso Clínicas de Odontología	72
Figura 31. Cobertura actual del cuarto piso Clínicas de Odontología	72
Figura 32. Cobertura actual del sótano	78
Figura 33. Cobertura diseño de solución del sótano	78
Figura 34. Cobertura actual del semisótano.....	81
Figura 35. Cobertura diseño de solución del semisótano	81
Figura 36. Cobertura actual del primer piso	84
Figura 37. Cobertura diseño de solución del primer piso	84
Figura 38. Cobertura actual del primer piso	87
Figura 39. Cobertura diseño de solución del primer piso	87
Figura 40. Cobertura actual del primer piso	90
Figura 41. Cobertura diseño de solución del primer piso	90

Figura 42. Cobertura actual del primer piso	93
Figura 43. Cobertura diseño de solución del primer piso	93
Figura 44. Cobertura actual del primer piso	96
Figura 45. Cobertura diseño de solución del primer piso	96
Figura 46. Cobertura actual del primer piso	100
Figura 47. Cobertura diseño de solución del primer piso	100
Figura 48. Cobertura actual del primer piso	102
Figura 49. Cobertura diseño de solución del primer piso	102
Figura 50. Cobertura actual del primer piso	105
Figura 51. Cobertura diseño de solución del primer piso	105
Figura 52. Cobertura actual del primer piso	108
Figura 53. Cobertura diseño de solución del primer piso	108
Figura 54. Cobertura actual del primer piso	111
Figura 55. Cobertura diseño de solución del primer piso	111
Figura 56. Cobertura actual del primer piso	115
Figura 57. Cobertura diseño de solución del primer piso	115
Figura 58. Cobertura actual del primer piso	120
Figura 59. Cobertura diseño de solución del primer piso	120
Figura 60. Cobertura actual del primer piso	124
Figura 61. Cobertura diseño de solución del primer piso	124
Figura 62. Cobertura actual del primer piso	125
Figura 63. Cobertura diseño de solución del primer piso	125
Figura 64. Cobertura actual del primer piso	126
Figura 65. Cobertura diseño de solución del primer piso	126
Figura 66. Cobertura actual del primer piso	127
Figura 67. Cobertura diseño de solución del primer piso	127
Figura 68. Cotización Macrotics SAS	132

Glosario

Access Point (AP): Punto de acceso inalámbrico, dispositivo que interconecta dispositivos de comunicación inalámbrica para formar una red inalámbrica.

Ad-Hoc: Tipo de topología de red en la que los dispositivos inalámbricos se comunican directamente entre sí, sin necesidad de AP para su interconexión.

Antena: Dispositivo encargado de transformar señales eléctricas en medios guiadas a ondas de RF para transmitir sobre medios no guiados como el espacio aéreo.

Autenticación: es el acto de establecer o confirmar algo alguien como autentico. En un sistema se da la autenticación como forma de verificar la identificación de un usuario.

Banda RF: Rango de frecuencia dentro del espectro electromagnético.

DB: Decibel unidad relativa empleada para expresar la relación entre dos magnitudes.

Bit: Acrónimo de *binary digit*, 'dígito binario'. Unidad de medida de información o dígito del sistema de numeración binario de 1 y 0.

Bridge: Puente de red, en telemática es un dispositivo para interconexión de redes locales.

BW: cantidad de información que se transmiten en una conexión establecida, en un determinado rango de tiempo, este se expresa en bits/s, kilobits/s, megabits/s.

Byte: Unidad de información utilizada como un múltiplo del bit. Generalmente equivale a 8 bits.

Cliente: es una aplicación informática o un computador que consume un servicio remoto en otro computador, conocido como servidor, normalmente a través de una red

Cobertura: se denomina cobertura a la zona en la que el receptor puede recibir una señal con un nivel de potencia que le ofrezca al usuario final los servicios esperados (voz, datos) con una calidad aceptable.

Dirección IP (Internet Protocol): es un identificador de 32 bits, Único e irrepetible asignado a un host dentro de una red, dependiendo del diseño de la red pueden existir, clase A, B o C.

IEEE: *Institute of Electrical and Electronics Engineers* o Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica es una asociación mundial de técnicos e ingenieros dedicada a la estandarización y el desarrollo en áreas técnicas.

LAN: *Local Area Network* o red de área local conformada por equipos de red o computadores situados dentro de determinada área geográfica por ejemplo un edificio o campus.

Mbps: Mega bit por segundo (Mb/s, Mbit/s o Mbps) es una unidad que se usa para cuantificar un caudal de datos, 1Mbps es equivalente a 1024 kb/s

Overlapping: Solapamiento o traslape de lóbulos principales o secundarios del patrón de radiación entre antenas de Radio frecuencia, overlapping de celdas WLAN por canal adyacente y elevados niveles de potencia pueden generar interferencia.

ROUTER: Enrutador, dispositivo de red encargado de dirigir las tramas de datos hacia cada destino, para lo cual se vale de la capa 3 del modelo OSI.

SWITCH: Conmutador, dispositivo de red encargado de interconectar equipos a nivel de capa 2 y 3 del modelo OSI.

TIC: Tecnologías de la información y la comunicación.

Wi-Fi: *Wireless Fidelity* o fidelidad inalámbrica es el certificado otorgado por la Wi-Fi Alliance a aquellos dispositivos inalámbricos sometidos a pruebas de operatividad y compatibilidad, de por si aprobadas. Hoy en día sinónimo de WLAN.

Wireless: Inalámbrico, sin cables, que no requiere de alambres para su correcto funcionamiento. Conexión *wireless* que transmite/recibe datos a través del espacio aéreo.

WLAN: *Wireless local área network* o red de área local inalámbrica, red de datos implementada bajo lineamientos del estándar de comunicaciones IEEE 802.11.

WR: *Wireless router* o enrutador inalámbrico equipo de red para rutar datos con la capacidad de operar sin cables a nivel de Radiofrecuencia con antenas internas o externas usando como medio de transmisión el espacio aéreo en las bandas ISM.

Resumen

En el presente proyecto de grado se plasma la cobertura actual de la red inalámbrica en el campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga, con información puntual de los equipos y ubicación de los mismos dentro del claustro universitario. Además, se propone un diseño de solución de conectividad utilizando un software de simulación para cumplir con tal fin.

A través de un trabajo de campo se logra la identificación y recolección de información de todos los Access Point, y así poder diagnosticar los aciertos y falencias de la actual red inalámbrica.

Por último, para el diseño de solución de conectividad se presenta una propuesta donde se enfatiza en brindar conectividad a los espacios netamente académicos y además poder brindar movilidad y un fácil acceso a la red, a toda la comunidad tomasina.

Introducción

La necesidad que tiene el ser humano de comunicarse ha influido en el desarrollo de las telecomunicaciones. A través de la historia las sociedades han evolucionado y de la misma manera lo han hecho también las telecomunicaciones las cuales juegan un papel muy importante debido a que se encuentran involucradas en todos los momentos del diario vivir del ser humano.

Sin duda alguna, las telecomunicaciones tienen la llave del futuro de la sociedad, debido principalmente a que en la actualidad crece a pasos agigantados; permitiendo que al día de hoy se pueda intercambiar información por diferentes tipos de medios y dispositivos.

Dentro de las redes inalámbricas WLAN (Wireless Local Area Network), WiFi (Wireless Fidelity) es una de las más usadas, ya que brinda características tales como la rápida instalación, mayor accesibilidad, movilidad y costos de mantenimiento. Estas características hacen que en el año 2016 WiFi, sea la mejor alternativa de conectividad para los espacios académicos brindando la oportunidad de acceder a Internet al personal estudiantil, docente y administrativo.

En el campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga, se requiere realizar el análisis de la infraestructura tecnológica, en especial, aquella infraestructura que da soporte a la conectividad inalámbrica. Por tal razón el presente proyecto de grado busca identificar las falencias y virtudes de la red inalámbrica actual y basado en los hallazgos, proponer una solución que incluya el rediseño de la estructura de red WiFi, la cual garantice la prestación del servicio de manera satisfactoria donde la comunidad estudiantil, docente y administrativo pueda aprovecharlo al máximo.

1. Formulación del problema

En el campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga, existe una red de acceso WLAN que brinda a toda la comunidad tomasina acceso a Internet; sin embargo, esta red no cumple con las expectativas de quienes la usan, lo que puede evidenciarse en las múltiples solicitudes de apoyo tecnológico que se emiten al Departamento de Tecnología de la Información y la Comunicación debido a la interrupción de la conexión entre los diferentes dispositivos móviles y los puntos de acceso (Access Point - AP).

El Campus de Floridablanca cuenta con cinco salas de cómputo las que son utilizadas para impartir clases de los diferentes programas de las Facultades de la Universidad. Cuando no hay disponibilidad para usar las salas de informática existentes, y debido a los inconvenientes de conexión inalámbrica, algunos docentes y alumnos han optado por conectarse a Internet utilizando un cable de red Ethernet a un punto fijo de la red LAN de la Universidad, favoreciendo la subutilización de los equipos móviles de los usuarios, y de espacios al interior de la institución propicios para la investigación y el desarrollo de conocimientos.

La institución coherente con su misión y propósitos de mejoramiento continuo requiere de una adecuada conexión inalámbrica que permita a los usuarios espacios propicios para el fortalecimiento del conocimiento y la investigación. Para esto se propone el desarrollo del presente proyecto el cual de respuesta a la siguiente pregunta:

¿Se utiliza correctamente la red WiFi en el campus de Floridablanca?

2. Justificación

Las Tecnologías de la Información y las Comunicación están en un constante crecimiento e innovación, y a su vez los usuarios de éstas cada vez son más exigentes. El presente proyecto busca responder a las necesidades de conectividad inalámbrica que requieren los diferentes actores de la Comunidad Académica.

Al contar con un diseño de solución de conectividad se le estará brindando a docentes, estudiantes y administrativos del campus de Floridablanca, un servicio de calidad donde podrán realizar sus actividades de investigación y desarrollo académico. Con el diagnóstico del estado actual de la red WLAN de la Universidad Santo Tomás en el campus de Floridablanca, se pretende realizar el levantamiento de planos de infraestructura de red, para así identificar las áreas de cobertura en su red inalámbrica y mejorar el servicio prestado para fortalecer los procesos de enseñanza – aprendizaje. Adicionalmente, la solución diseñada en este proyecto permitirá que los docentes desarrollen sus actividades académicas con una red que les brinda mayor facilidad de acceso a Internet, acceso a otros recursos de la red y seguridad para desarrollar sus cátedras. De igual manera, los alumnos podrán contar con un servicio de acceso a internet móvil (inalámbrico) que les dará más independencia y movilidad dentro del claustro universitario y que responderá a sus requerimientos y exigencias para el desarrollo de sus actividades educativas las cuales exigen un constante acceso a Internet. Para el personal administrativos se brindará la oportunidad de trabajar en diversos espacios que no estén limitados por la conexión directa de sus equipos (Computadores de escritorio) a la red LAN del Campus de Floridablanca, sino que se les permitirá una conexión que les brinde movilidad en el caso que la requieran.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

- Diseñar una propuesta de red inalámbrica a partir del diagnóstico y revisión de la red WLAN en el campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás para mejorar el servicio de conectividad y la experiencia de usuario existente.

3.2 Objetivo específicos

- Determinar la cobertura y rendimiento de la señal que soporta la WLAN en el Campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás.
- Comparar los parámetros de operación de tres puntos de acceso en funcionamiento en el campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás.
- Diseñar una red inalámbrica como mejora de la existente en el Campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás, con el propósito de mejorar la cobertura y ofrecer una mejor experiencia de usuario en el servicio de navegación en Internet.

4. Metodología

Para el desarrollo del presente proyecto se utilizaron cinco (5) fases, las cuales se listan a continuación.

4.1 Conceptualización.

En esta primera etapa se realizó una consulta detallada acerca de las temáticas relacionadas a las redes inalámbricas, se propuso la exploración de libros, artículos, tesis y bases de datos especializadas (IEEE, EBSCO). Se plantean las siguientes actividades:

- Búsqueda especializada. Duración: 2 semanas.
- Identificación de software para la medición de cobertura. Duración: 1 semana.

4.2 Contextualización técnica.

Esta fase consiste principalmente en la comparación de tres puntos de acceso activos, se propone la realización de las siguientes tres actividades:

- Elección de tres Access Point tenido en cuenta que sean del mismo fabricante. Duración: 1 semana.
- Consulta de los parámetros de funcionamiento como son la frecuencia de trabajo, número de usuarios entre otros parámetros de los AP elegidos. Duración: 2 semanas.
- Identificación de las similitudes o diferencias entre los parámetros de los AP elegidos. Duración: 2 semanas.

4.3 Diagnóstico.

Esta fase consiste en realizar el diagnóstico del estado actual de la red WLAN de la universidad Santo Tomás Bucaramanga, se propone el desarrollo de las siguientes actividades:

- Reconocimiento del espacio. Duración: 2 semanas.
- Revisión de planos. Duración: 2 semanas.
- Mediciones de cobertura Duración: 2 semanas.
- Creación del documento MAPA WLAN USTABUCA Duración: 3 semanas.

4.4 Diseño.

Con los resultados del análisis obtenido en fases anteriores se procede a hacer una propuesta de diseño para el mejoramiento de la red WLAN en Campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás, con el propósito de mejorar la cobertura.

- Simular en software. Duración: 4 semanas

4.5 Documentación.

Documentar el avance del proyecto de grado. Duración: 16 semanas

5. Marco Teórico

5.1 Introducción a las redes inalámbricas

Las telecomunicaciones comprenden todas las normas, procesos y técnicas pertenecientes a la comunicación ya sea desde la transmisión de voz por la línea del teléfono, hasta la transmisión de todo tipo de datos por una red celular. [1]

Las redes inalámbricas son asociadas generalmente, a redes de transmisión de datos, en donde anteriormente se utilizaban redes cableadas o de fibra óptica. Las redes inalámbricas que utilizan el estándar IEEE 802.11 tienen una importante ventaja y es que no se necesita licencia de uso y esto ha producido una gran implantación e innovación de las tecnologías inalámbricas, pero a consecuencia de este libre de la banda frecuencia de 2.4 GHz y 5 GHz (WiFi, Bluetooth, RFID, etc.) también surge un inconveniente y es que esta banda es utilizada por distintas tecnologías donde pueden producir problemas de interferencias. [2]

Las tecnologías inalámbricas brindan grandes ventajas en cuanto a costos y movilidad, esto gracias a que no es necesaria una conexión física entre los dispositivos, además, brinda a los usuarios la posibilidad de estar en movimiento dentro de una amplia área de cobertura.

Actualmente para los dispositivos móviles se evidencia una clasificación de las redes inalámbricas con respecto a su alcance. [1]

- **Redes de área personal Inalámbrica** (*WPAN Wireless Personal Area Network*) estas redes inalámbricas tienen una cobertura limitada a pocos metros y son enfocadas a

permitirles a las personas poder establecer una comunicación con sus dispositivos personales (ejemplo el computador portátil o de escritorio con la impresora), algunas tecnologías que utilizan en este tipo de redes son Bluetooth, IRDA, RFID, ZigBee. [3]

- **Redes de área local inalámbrica** (WLAN *Wireless Local Area Network*) Las redes inalámbricas de área local son sistemas de comunicación flexibles, los cuales están pensados para que su despliegue sea en equipos que se encuentren en una misma edificación. Gracias a la evolución de los estándares 802.11 se han incrementado las velocidades de transmisión. WiFi es una de la tecnología más utilizada dentro de estas redes. [3]
- **Redes de área metropolitana inalámbricas** (WMAN “*Wireless Metropolitan Area Network*”) el objetivo de estas redes es cubrir el área total de la ciudad, tiene una cobertura de hasta varios kilómetros. Wimax es una tecnología que ofrece soluciones dentro de este tipo de redes. [1]
- **Redes de área extendida inalámbricas** (WWAN *Wireless Wide Area Network*) Estas redes inalámbricas pueden llegar a cubrir grandes zonas geográficas, con la utilización de satélites, cables interoceánicos, fibra óptica etc. [3]

En la Tabla 1, se muestra la comparación de los atributos técnicos de las redes inalámbricas anteriormente mencionadas.

Tabla 1.

Comparación entre las tecnologías WLANs

Características	Tipo de red			
	WPAN Wireless Personal Área Network	WLAN Wireless Local Área Network	WMAN Wireless Metropolitan Área Network	WMAN Wireless Wide Área Network
Estándar	IEEE 802.15	IEEE 802.11	IEEE 802.16	GSM/GRPS/UMTS
Implementación	Bluetooth, IRDA, RFID, ZigBee.	WiFi	WiMAX	2G/3G/4G
Velocidad	721 Kb/s	1-2-11-54-300 Mb/s - 1Gb/s	15-134 Mb/s	9.6/170/2000 Kb/s
Frecuencia	2.4 GHz	2.4 GHz y 5 GHz	2-66 GHz	0.9/1.8/2.1 GHz
Rango	10 m	30- 150 m	1.6-50 Km Aprox	Restringido por celdas
Itinerancia	No	Sí	Sí (802.16e)	Sí

Nota: Estándares IEEE, 2009

5.2 Tecnología WiFi.

Indiscutiblemente unas de las tecnologías de comunicación inalámbricas más utilizada hoy día es WiFi, esto es debido a facilidad para la creación de redes inalámbricas en computadores, permitiendo acceso a recursos de internet utilizando ondas de radio. WiFi abarca cualquier variante de tecnología 802.11 y está permite la creación de lo conocido como WLAN (“Wireless Local Área Networks”), la evolución de WiFi está marcada por el avance constante y el compromiso de interoperabilidad. [4]

WiFi es solo un nombre comercial, aunque se ha creído por mucho tiempo que es la abreviatura de “*Wireless Fidelity*”, el término fue incluido por WiFi Alliance quien además entrega un certificado de interoperabilidad a todos equipos que aprueba un testado de funcionamiento. [5]



Figura 1. Tecnología WiFi

Fuente: [1]

5.3 WiFi Alliance.

Desde el año 1999, varias compañías se unieron para crear lo que es un hoy día una asociación industrial global, son ánimo de lucro y que actualmente cuenta con más de 600 compañías miembros de Alliance WiFi en decenas de países que se dedican a impulsar el desarrollo de las redes inalámbricas (WLAN). Esto con el único propósito de mejorar la experiencia de los usuarios. [1]

El liderazgo e innovación de WiFi Alliance continúan intactas y siguen impulsando nuevas aplicaciones y productos que enriquecen la experiencia de los consumidores de todo el mundo. WiFi también está explorando nuevas tecnologías emergentes, llevando siempre el enfoque implacable de la experiencia del usuario final. [1]

El logotipo Wi-Fi CERTIFIED™ esta marquilla solo lo llevan aquellos productos que han logrado pasar con éxito los programas y pruebas que aseguran la interoperabilidad basados en las especificaciones del estándar IEEE 802.11. WiFi Alliance ha certificado más de 10000 productos desde su creación en el año 2000. Todos los productos que están bajo el estándar 802.11 pueden ser llamados como WiFi, pero solo aquellos productos que han aprobado los programas y pruebas pueden llevar la marca registrada Wi-Fi CERTIFIED™ [1]



Figura 2. Sello de reconocimiento.

Fuente: [2]

5.4 Estándares 802.11.

Debido al rápido desarrollo de la tecnología han aparecido diferentes estándares IEEE para esta tecnología.

- **Estándar 802.11a.** El estándar 802.11a utiliza el mismo juego de protocolos de base que el estándar original, este opera en la banda de 5 GHz y utiliza 52 subportadoras “*orthogonal frequency-division multiplexing*” (OFDM) con una velocidad máxima de 54 Mbit/s, esto lo hace un estándar práctico para redes inalámbricas con velocidades

reales de aproximadamente 20 Mbit/s. Una de su limitante quizás la más importante es que no interoperabilidad con equipos del estándar 802.11b. [1]

- **802.11b.** La versión 802.11.b tiene una velocidad máxima de transmisión de 11 Mbit/s y utiliza el mismo método de acceso CSMA/CA definido en el estándar original. El estándar 802.11b funciona en la banda de 2.4 GHz. [1]
- **802.11g.** Este estándar al igual que el que 802.11b utiliza la banda de 2.4 GHz, pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbit/s, y una velocidad real de 24.7 Mbit/s de transferencia, similar a la del estándar 802.11a. Es compatible con el estándar b y utiliza las mismas frecuencias. [1]
- **802.11n.** En el estándar 802.11.n la velocidad real de transmisión podría llegar a los 500 Mbps, y debería ser hasta 10 veces más rápida que una red bajo los estándares 802.11a y 802.11g, y cerca de 40 veces más rápida que una red bajo el estándar 802.11b. [1]

Otros estándares que por su mejora y evolución o por contemplar aspectos importantes también merecen ser mencionados tales como:

- **802.11e.** Se puede definir como la implementación de características de QoS (“*Quality of Service*”) y multimedia para las redes 802.11b. Esta especificación, que está haciendo el IEEE será aplicable tanto a 802.11b como a 802.11a. [1]
- **802.11f.** Básicamente, es una especificación que funciona bajo el estándar 802.11g y que se aplica a la intercomunicación entre puntos de acceso de distintos fabricantes, permitiendo el roaming o itinerancia de clientes. [1]

- **802.11h.** Una evolución del IEEE 802.11a que permite asignación dinámica de canales y control automático de potencia para minimizar los efectos de posibles interferencias.

[1]

- **802.11i.** Este estándar permite incorporar mecanismos de seguridad para redes inalámbricas, ofrece una solución interoperable y un patrón robusto para asegurar datos.

[1]

5.4.1 Redes de área local inalámbrica. Estas redes están basadas en la interconexión de datos mediante ondas electromagnéticas, básicamente en la banda de frecuencia de 2.4 GHz, aunque también pueden funcionar en la banda de 5 GHz. Actualmente las redes inalámbricas están basadas en estándares que funcionan a altas velocidades, se puede decir que es 100 veces más veloz que las tecnologías de acceso telefónico o las redes WAN inalámbricas estándar. las redes inalámbricas se pueden trabajar de dos formas, según su topología Ad- hoc y según la topología de red. [2]

- **Ad-hoc.** También es conocido como punto a punto, en este modo los dispositivos móviles inalámbricos puedan establecer una conexión directa entre sí, sin tener que pasar por un punto de acceso central.

Una red hoc está conformada por un pequeño grupo de usuarios que están dispuestos cerca uno del otro, el rendimiento de esta red, es inversamente proporcional a la cantidad de usuarios. [4]

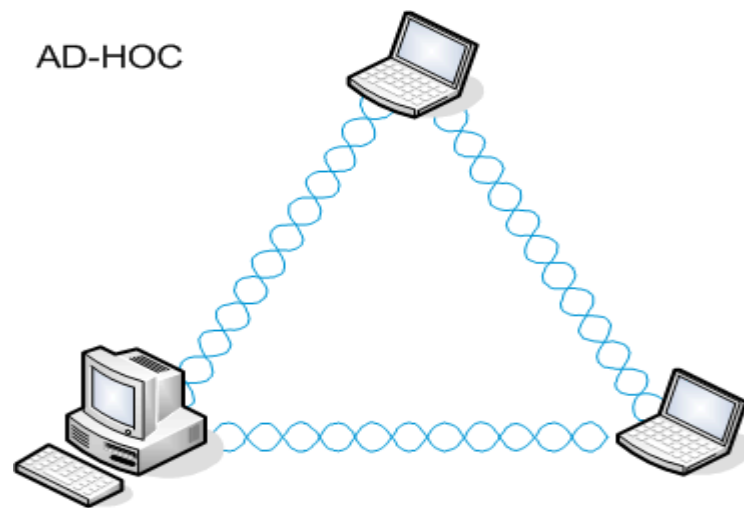


Figura 3. Modo AD-HOC

Fuente: [5]

- **Topología de infraestructura.** Este modo es lo opuesto al modo ad – hoc, debido a que no necesita de un elemento central. Pero si hay un elemento coordinador que se conecta a una red Ethernet cableada, para que los usuarios inalámbricos puedan conectarse a la red fija a través de un punto de acceso. [4]

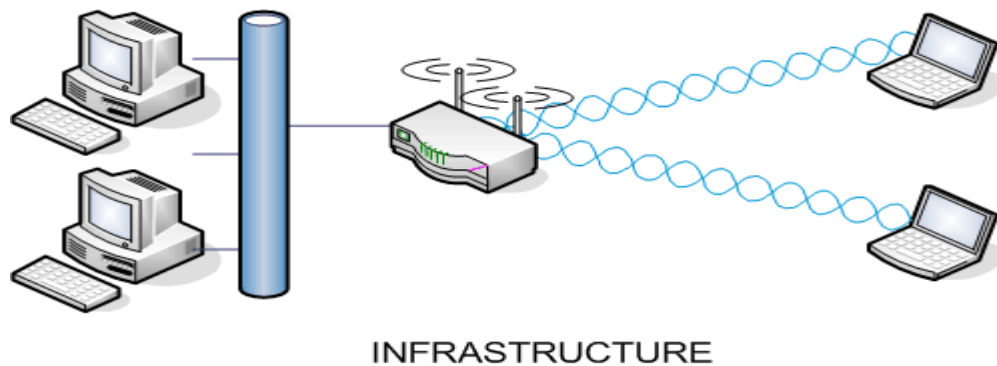


Figura 4. Modo infraestructura

Fuente: [5]

5.4.2 Protocolos CSMA, CSMA/CD, CSMA/CA

- **CSMA:** Se entiende por Acceso Múltiple por Detección de Portadora, el escuchar el medio para saber si existe presencia de portadora en los momentos en los que se ocupa el canal. El fin es evitar colisiones, es decir que dos hosts se comuniquen al mismo tiempo. [2]
- **CSMA/CD:** Es el acrónimo de “*Carrier Sense Multiple Acces/Collision Detect*”. Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Detección de Colisiones, es una técnica usada en redes Ethernet para mejorar sus prestaciones. Ethernet censa constantemente el medio para saber cuándo puede acceder a él y de igual forma también detecta cuando hay colisiones. [1]
- **CSMA/CA:** Intenta evitar colisiones utilizando un paquete explícito de reconocimiento (ACK), en donde un paquete ACK es enviado por la estación receptora confirmando que el paquete de datos llegó intacto. [1]

5.4.3 Capas del modelo OSI. La IEEE “*Institute of Electrical and Electronics Engineers*” como autoridad crea el primer estándar de redes WLAN (802.11), y se diseñó con el fin que se pudiera sustituir las capas inferiores del modelo OSI, que son la capa física y la capa de enlace. [1]

La capa física es la que se encarga de definir las características mecánicas, eléctricas y funcionales del canal de comunicación, también ofrece tres tipos de codificación de información. La capa de enlace de datos compuesta está compuesta por dos subcapas: control de enlace lógico (LLC) y control de acceso al medio (MAC). [1]

Tabla 2.

Protocolos de la red WLAN en el modelo OSI

PROTOCOLOS DE LA RED WLAN EN EL MODELO OSI		
MODELO OSI		PROTOCOLOS
APLICACIÓN	Cualquier protocolo de nivel superior puede utilizarse en una red inalámbrica Wi-Fi de la misma manera que puede utilizarse en una red Ethernet.	HTTP, FTP, POP3, etc.
PRESENTAION		DNS, LDAP, XML, etc.
SESION		UDP, TCP, etc.
TRANSPORTE		IP, ICMP, RSVP, etc.
RED	802.11	LLC, MAC, etc.
ENLACE		Coaxial, FO, Radio, etc.
FISICA		

Nota: microsoft.com, 2013

5.4.3.1 Capa física. Es la capa más baja del modelo OSI, y es la encargada de las conexiones física hacia la red, la capa física comprende los medios guiados (cable coaxial, cable de par trenzado, fibra óptica, etc.) y los medio no guiados como son la radio, infrarrojo, laser y otras redes inalámbricas.

La Capa Física define la modulación y la señalización características de la transmisión de datos en cualquiera que sea la red. Las redes inalámbricas 802.11 operan en la banda de

frecuencia de 2.4 GHz y 5 GHz. Cada país tiene unos límites en cuanto al rango de frecuencia según su regulación. [8]

La IEEE 802.11 fija tres alternativas para la elección de la capa física para la transmisión y recepción de tramas 802.11. Estas tres alternativas fueran propuestas por diferentes miembros del comité de normalización y esto con el fin de darles la posibilidad a los usuarios a que tuvieran la oportunidad de elegir en pro de sus posibilidades. [8]

- FHSS (*"Frequency Hopping Spread Spectrum"*)
 - DSSS (*"Direct Sequence Spread Spectrum"*)
 - IR (Infrarrojo)
-
- **FHSS (*"Frequency Hopping Spread Spectrum"*)** El espectro ensanchado por salto de frecuencia consiste en transmitir los datos en una determinada frecuencia y por un determinado tiempo esto es llamado (*dwelt time*), pasado este tiempo los datos serán transmitidos en otra frecuencia, dando como resultado saltos de frecuencias constantes según un orden de secuencia determinado. Estos saltos de frecuencias son de conocimiento por parte del receptor con anterioridad. [2]

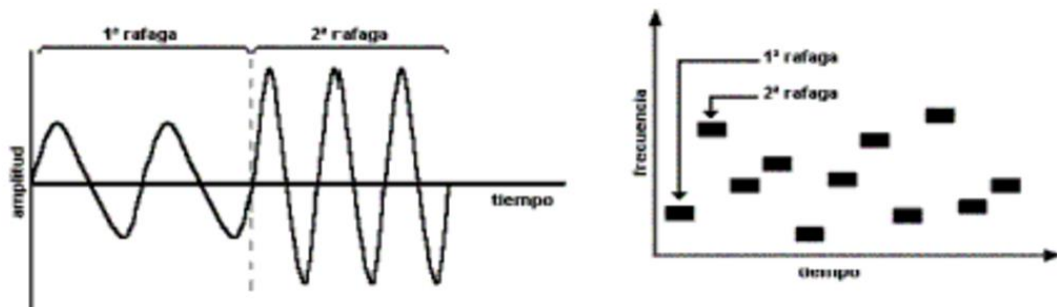


Figura 5. Gráfica espectro ensanchado por salto de frecuencia

Fuente: [6]

- **DSSS (*“Direct Sequence Spread Spectrum”*)** El espectro ensanchado por secuencia directa, soporta velocidades de transmisión de 5.5 y 11 Mbps y es el único que está especificado en el estándar 802.11b. El espectro expandido por secuencia directa consiste en mezclar ruido a los datos ordenadamente y son transmitidos en diferentes frecuencias. El orden de las mezclas y todas las frecuencias utilizadas son determinadas por un algoritmo específico. Lo que se logra en esta técnica es generar un patrón de bits redundantes para cada uno de los bits que conforman la señal. [10]

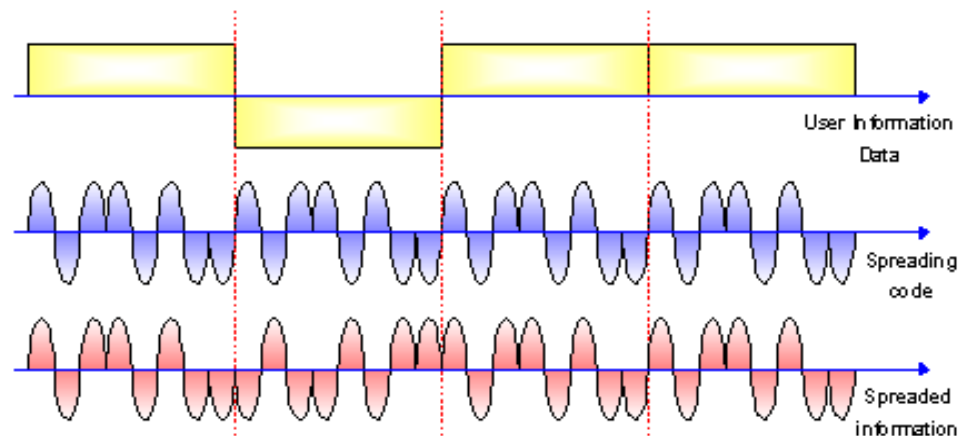


Figura 6. Método de ensanchado por secuencia directa

Fuente: [7]

- **IR (infrarrojo)** La luz infrarroja es un tipo de radiación electromagnética invisible para el ojo humano. Los sistemas de infrarrojos se instalan en las altas frecuencias, justo por debajo del rango de frecuencias de la luz visible. Por tanto, las propiedades de la luz infrarroja y la luz visible son de gran similitud. Es entonces una de los inconvenientes que presenta infrarrojo es la susceptibilidad a interferencias por cuerpos opacos. Cabe resaltar que los sistemas infrarrojos en la comunicación punto a punto son de lo más eficaces. [12]



Figura 7. Transmisión por infrarrojo

Fuente: [8]

5.4.3.2 Capa de enlace. Implementar un protocolo para las redes inalámbricas es mucho más complejo que en las redes cableadas debido a que en las redes inalámbricas entran en juego múltiples factores algunos incontrolables como son los fenómenos naturales, intermitencias en la red, variaciones de la potencia de la señal, entre otros. [13]

A pesar de lo anteriormente mencionado la norma 802.11 define la capa MAC (*“Medium Access Control”*) la cual define todos los procedimientos que hacen posible que los dispositivos móviles puedan compartir el espectro radioeléctrico. [13]

A continuación, se listan algunas funciones principales de capa MAC.

- **Exploración:** Dentro de este proceso se logra identificar la existencia de una determinada red, para cumplir con este objetivo se envían señales que idéntica la estación y están a su

vez incluyen los SSID (Service Set Identifiers), y los ESSID (Extended SSID), con un máximo de 32 caracteres de longitud. [5]

- **Autenticación:** La función de autenticación nos brinda la información de identidad de las estaciones y autoriza la asociación de las mismas. Hay dos formas de autenticación dentro del estándar 802.11: Autenticación abierto y de clave compartida. [5]
- **Autenticación de sistema abierto.** Bajo el estándar IEEE802.11 es la opción predeterminada la cual permite que cualquier usuario forme parte de la red. Este tipo de autenticación la seguridad que nos brinda es nula, debido a que cualquier usuario logra tener acceso a la red sin el menor inconveniente. [5]
- **Autenticación de clave compartida.** Este mecanismo de seguridad requiere que los usuarios de la red conozcan la clave secreta antes de ingresar a la red. [5]
- **Asociación:** es el proceso siguiente una vez terminado la autenticación y en donde se dará acceso a la red. [5]
- **Seguridad:** Con el hecho de tener un AP irradiando señal, ya se convierte en un punto de amenazas, si es el caso en que no se toman las medidas de seguridad necesarias, para contrarrestar estas amenazas hoy en día se cuenta con protocolos como WEP, WPA, WPA2 etc. [5]
- **Gestión de potencia:** Los APs tienen un consumo bastante grande de baterías esto es debido a la gran cantidad de potencia que se necesita para transmitir; para minimizar estos consumo los APs al percibir que la estación está en modo ahorrador de energía colocan en su buffer las tramas de dichas estaciones. [5]

- **Fragmentación:** se le llama fragmentación a la capacidad que tiene un AP para dividir la información en tramas y así garantizar su recepción. [5]

Otras funciones son Sincronización, direccionamiento, comprobación de errores y los servicios de gestión para permitir Roaming dentro de un ESS son otras de las funciones principales del nivel MAC. [5]

5.4.4 Elementos básicos de una red WLAN. Cuando se desea diseñar una red es muy importante conocer aquellos elementos básicos que la componen, no existe un diseño modelo debido a que los equipos y topologías varían en función a los requerimientos del espacio donde se desea implementar una red. Sin embargo, existen unos elementos básicos que son indispensables a la hora de hacer un diseño. [12]

- **APs (“Access Point”)** Se puede decir que los APs son el centro de la mayoría de las redes inalámbricas, los APs reciben información de diferentes dispositivos por medio de ondas de radio frecuencia (*RF*) y la transmite a través del cable Ethernet al servidor de la red LAN o viceversa. Los AP's además de ser la puerta de entrada a la red inalámbrica también tiene una función y es funcionar como puente; cuando un servidor de un proveedor de internet cuenta con un sistema operativo específico y los usuarios que acceden a la red tienen en sus equipos otros distintos a los del proveedor, es cuando el Access Point entra a funcionar como puente entre ellos y evitar que la comunicación se va interrumpida. [12]

- **Tarjeta de red.** Los adaptadores inalámbricos son básicamente unas estaciones de radio, las cuales se encargan de la comunicación con otros adaptadores en el modo ad hoc o con un punto de acceso en el modo infraestructura y así mantener a los dispositivos dentro de la red inalámbrica a la que se han asociado. Existen distintos tipos de adaptadores en función del tipo de cableado o arquitectura que se utilice en la red. En la actualidad, la mayoría de los dispositivos y ordenadores tienen integrado el adaptador de red inalámbrico. [12]
- **Amplificadores y antenas:** estos se pueden ir incorporando, según las necesidades, que va presentando la red WLAN y sirven para direccionar y mejorar las señales de RF (Radio Frecuencia) transmitidas. [12]

5.5 Seguridad en redes de telecomunicaciones. La seguridad es un aspecto a tener en cuenta cuando se piensa en hacer un diseñar cualquier infraestructura de comunicaciones basadas en tecnologías de la información y la comunicación. [7]

Para poder garantizar que la comunicación sea fiable y confidencial es necesario hacer grandes inversiones y desarrollos para la implantación de la tecnología. En las redes WLAN, el uso del aire como medio de transmisión facilita muchos riesgos de seguridad. Estas redes por no tener un medio físico como barrera se hacen muy llamativa para múltiples ataques informáticos. [11]

Existen cinco premisas básicas de seguridad en las redes inalámbricas y que garantizan que los sistemas inalámbricos sean seguros y eficientes. [7]

- **Confidencialidad:** La confidencialidad se basa fundamentalmente en garantizar la privacidad de la información y asegurar que personas, procesos o dispositivos que no estén autorizadas, no podan ver o modificar la información.[6]
- **Integridad:** Esta medida de seguridad está diseñada para garantizar que la información que le es transmitida al usuario final no pueda ser alterada en su forma ni en su contenido conservando su originalidad desde que sale del emisor hasta el receptor final. [6]
- **Autenticación:** Es el proceso de validez de una transmisión, mensaje o remitente, o un medio para verificar la autorización de un individuo para recibir categorías específicas de información (verificación de emisor). [10]
- **Disponibilidad:** Garantiza el acceso oportuno y confiable a datos y servicios de información para usuarios autorizados. Se trata de la resistencia del sistema de ataques y su capacidad de recuperarse rápida y completamente. [10]
- **No repudio:** Es un servicio de seguridad estrechamente relacionado con la autenticación y Consiste en asegurar que el remitente de información es provisto de una prueba de envío y que el receptor es provisto de una prueba de la identidad del remitente, de manera que ninguna de las partes puede negar el proceso de dicha información. [7]

5.6 Aplicaciones de las redes WLAN. Actualmente en las redes WLAN encontramos que las aplicaciones son muy diversas, a continuación, se listan algunas.

- En espacios de difícil acceso para implementación de redes de área local, como son colegios, edificios, estructuras antiguas, donde una solución cableada es casi imposible. [10]

- Oportunidad de reconfigurar la topología de la red sin tener que incorporar nuevos costos para el despliegue de la nueva topología. [10]
- Entornos donde se desea garantizar el acceso a la red, cuando el usuario está en continuo movimiento. [10]
- En ambientes con rigurosas condiciones ambientales, este tipo de redes puede ser la solución para interconectar diferentes dispositivos. [10]
- En la actualidad se están implementando las zonas de WiFi gratuitas en sitios como parques principales, aeropuertos, y otros lugares públicos. [10]

5.7 Ventajas y desventajas de las redes WLAN

A continuación, se listan algunas ventajas que supone las redes inalámbricas.

- **Facilidad de instalación:** solo basta con tener un dispositivo con una tarjeta de red y un nodo de acceso a la red. Las redes inalámbricas con el pasar de los tiempos se han ido simplificando. [2]
- **Movilidad:** La no utilización de cables, es la ventaja más clara. Además, su reducida cobertura puede ampliarse a través de antenas hasta 50 Kilómetros o más. La movilidad se está extendiendo a cada uno de los equipos que vemos en el mercado. Los usuarios tienen acceso a los datos en cualquier lugar y en cualquier momento lo que proporciona un aumento potencial de productividad y servicio sobre las LAN tradicionales. [2]

- **Ancho de banda:** El estándar 802.11b permite velocidades de 11 Mbps. Otros estándares de la misma familia como, por ejemplo, el 802.11a y el 802.11g pueden alcanzar velocidades de transferencias de hasta 54 Mbps. [2]
- **Libre utilización de la frecuencia 2.4 GHz y 5 GHz:** Los avances tecnológicos de los sistemas de baja potencia se solidificaron en las bandas 2.4 GHz y 5 GHz para el desarrollo de redes inalámbricas de banda ancha, dando por resultado la expedición en Colombia de la resolución 1833 de 1.998 que atribuyó para el ejercicio de actividades de telecomunicaciones mediante la operación de redes inalámbricas privadas de banda ancha, baja potencia y corto alcance, conocidas como High performance Radio LAN (Hiperlan) ó “*Unlicensed National Information Instrustructure*” (UNII). Cualquiera puede crear su propia red sin necesidad de solicitar licencia alguna. [2]
- **Reducción de costos:** Evita el despliegue de cables y las costosas instalaes que estas requieren, otro punto a favor de las redes inalámbricas es que los dispositivos de los usuarios traen de fábrica una tarjeta de red incorporada por un costo razonable. [2]
- **Velocidad simétrica:** WiFi nos brinda conexiones simétricas alcanzando las mismas velocidades de subida y de bajada, proporcionando una conexión constate y fluida; propicias para videoconferencias, trabajos compartidos, uso de aplicaciones entre otras.
- **Cobertura en zonas sin infraestructuras de telecomunicaciones:** WiFi nos brinda una solución de acceso a Internet de banda ancha sitios donde por distintas razones han estado excluidos de un despliegue de red. [14]

- **Escalabilidad:** uno de los atractivos de las redes inalámbricas WLAN brinda la posibilidad de aumentar sin límites y de forma paulatina la cobertura de la red y su capacidad de transmisión. [14]
 - **Desventaja:** La principal desventaja de las redes WLAN radica en el campo de la seguridad. Actualmente existen software y programas como inSSIDer 4, Wireshark, SmartSniff, Sniffer entre otros, capaces de capturar paquetes, trabajando con la red WiFi en modo incognito, y de esta forma puedan calcular la contraseña de la red y logra acceder a ella. Las claves de tipo WEP son relativamente fáciles de conseguir con estos sistemas. La Alliance WiFi ha estado trabajando y ha arreglado estos problemas sacando el estándar WPA y posteriormente WPA2, basados en el grupo de trabajo 802.11i. Las redes protegidas con WPA2 se consideran robustas dado que proporcionan muy buena seguridad. Uno de los puntos débiles es el hecho de no poder controlar el área que la señal de la red cubre, por esto es posible que la señal exceda el perímetro que necesitamos cubrir y al no poder delimitar la señal, estamos expuestos a que alguien desde afuera pueda visualizar la red y con conocimientos informáticos puede intentar entrar a la red. [14]
- Hay que señalar que esta tecnología no es compatible con otros tipos de conexiones sin cables como Bluetooth, GPRS, UMTS, etc.

5.8 Calidad de servicio QoS.

5.8.1 Introducción a la QoS. La calidad y el servicio que se ofrecen hoy día han crecido a través del tiempo debido a que las sociedades cada vez son más exigentes. Un concepto

simple de lo es que calidad de servicio es asegurar la ejecución o el cumplimiento de lo pactado entre un proveedor de servicios de internet y el usuario final. [9]

La QoS está regida por una tabla SLA (“*Service Level Agreement*”) acuerdo de nivel, este tipo de acuerdo existe desde hace mucho tiempo, por ejemplo, los contratos de servicios públicos como la electricidad; este término de SLA los han introducido y popularizado las compañías que prestan servicios de informática y telecomunicaciones. [9]

La SLA comprende toda la información clara y precisa de cuales servicios se van a prestar y cuales servicios no, también debe de ir acompañada de una cualificación de parámetros o indicadores de carácter técnico para delimitar a un más el servicio a prestar. [9]

6. Identificación de la situación actual

6.1 Software para el diagnóstico y diseño de la cobertura.

Para realizar el diagnóstico de la situación actual de la cobertura y poder diseñar una propuesta de red inalámbrica en el campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás fue necesario la utilización de diferentes softwares para cumplir con tal fin, en la web existe un número considerable de software de libre de fácil utilización y que brinda muy buenas herramientas. Véase la tabla 3 para observar las herramientas software utilizados.

Tabla 3.

Herramientas software

Nombre del software	Descripción	Licencia	propietario
InSSIDer	Escaneo de redes WiFi existentes una zona alrededor de un pc con tarjeta de red inalámbrica.	Libre	MetaGeek
ViStumbler	Escaneo de redes WiFi existentes una zona alrededor de un pc con tarjeta de red inalámbrica.	Libre	Vistumbler
Tamo Graph Site survey	Simulación de entornos de despliegue y de comportamiento de propagación RF.	Periodo de evaluación libre	MetaGeek

Fuente: Autor del proyecto

Los softwares utilizados para el escaneo de las redes WiFi, fueron escogidos por tener una misma funcionalidad y tener una licencia libre; además la decisión de utilizar los dos softwares de escaneo, se debe a poder comparar los valores de señal recibió por estos dos softwares, dando como resultado que los niveles de señal recibidos de cada AP evaluado siempre fueron iguales.

6.2 Identificación de los APs actualmente en funcionamiento. como se ha mencionado anteriormente las redes inalámbricas cumplen unos estándares que son definidos por la IEEE 802; todos los estándares de WiFi están basados por el estándar IEEE 802.11 y que han venido evolucionando a través de los años. Los estándares más utilizados actualmente son los 802.11b, 802.11g y 802.11n.

Para la identificación de los AP's se utilizaron los softwares inSSIDer 4 y Vistumbler como se muestra en la Figura 8 y Figura 9 quienes proporcionan datos importantes del AP como SSID, MAC Address, Channel, PHT Type, Security, RSSI, Señal recibida a través del tiempo, entre otras.

El software inSSIDer 4, es más gráfico a comparación con Vistumbler muestra las redes cercanas que podrían estar causando interferencia por la cercanía entre los Access Point, o ya sea por que comparten el mismo canal; ambos softwares brindan una información muy importante como lo es la dirección MAC del AP que se estaba evaluando, y es muy relevante cuando las redes alrededor de un punto tienen el mismo nombre, un tipo de seguridad abierta etc.

Por último como se mencionaba anteriormente se seleccionan estos dos softwares de muchos que se pueden encontrar en la web con licencia gratuita, por su gran reconocimiento de funcionalidad, confiabilidad y fácil manejo.

En las figuras 8 y 9 se pueden ver todos los datos que estos softwares nos brindan luego de un escaneo.

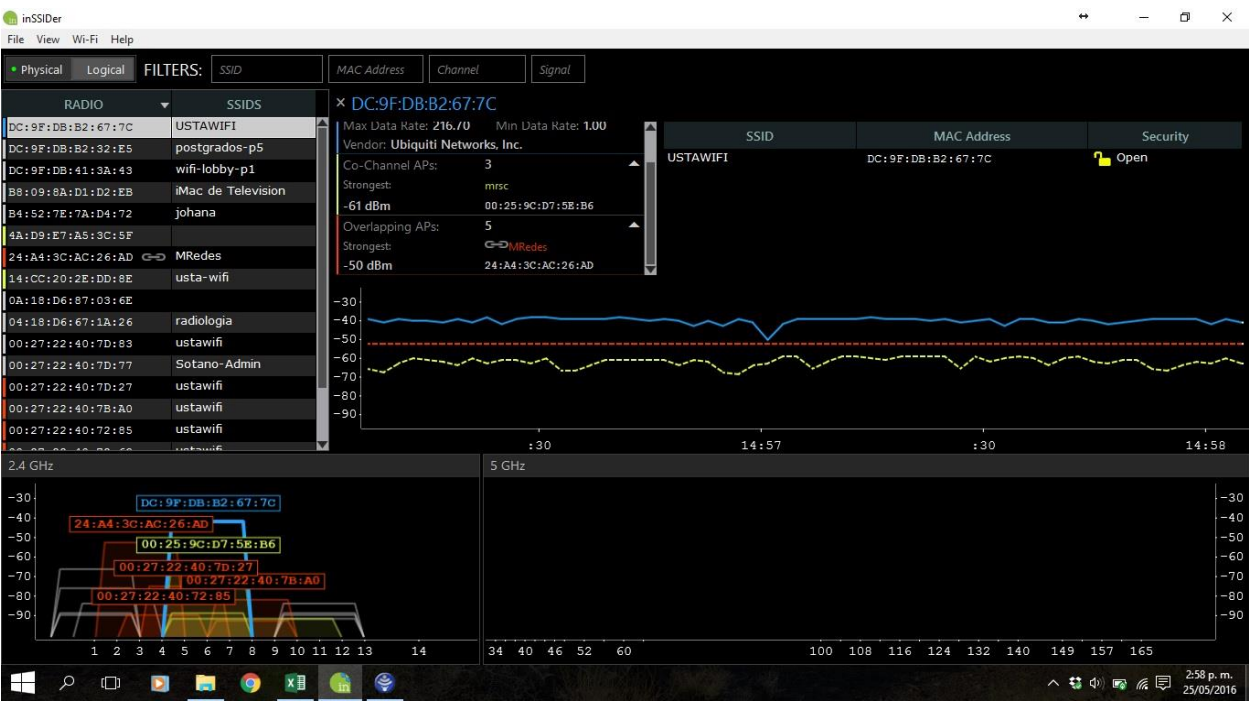


Figura 8. Software inSSIDer 4

Fuente: Autor del proyecto

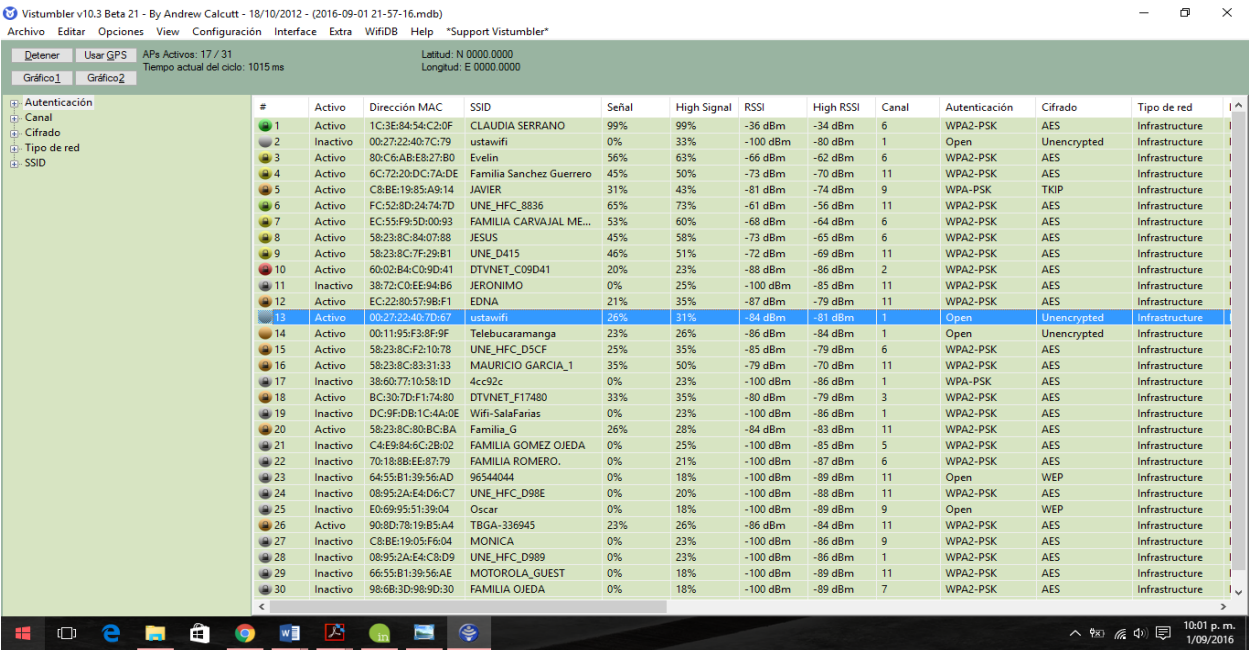


Figura 9. Software Vistumbler

Fuente: Autor del proyecto

Para la identificación física de los AP's, fue necesario realizar desplazamientos con el equipo portátil que utiliza las herramientas inSSIDer 4 y Vistumbler y moverse hasta encontrar valores cercanos al 100% de señal, como se muestra en la figura anterior.

El software Tamo Graph Site survey es un software libre dentro de un periodo de evolución, pero que con algunas limitaciones ofrece diferentes opciones de entornos como cerrados, oficinas, edificios, espacios abiertos entre otros; además de los entornos posee herramientas, como tipo de paredes, antenas, ventanas, puertas para lograr una simulación real, Tamo Graph Site survey es un software muy completo la simulación de RF y fue utilizado para el modelamiento de la cobertura con los AP actuales y para el diseño de solución propuesto más adelante.

En la Figura 10 se muestra el área de trabajo del software anteriormente mencionado.

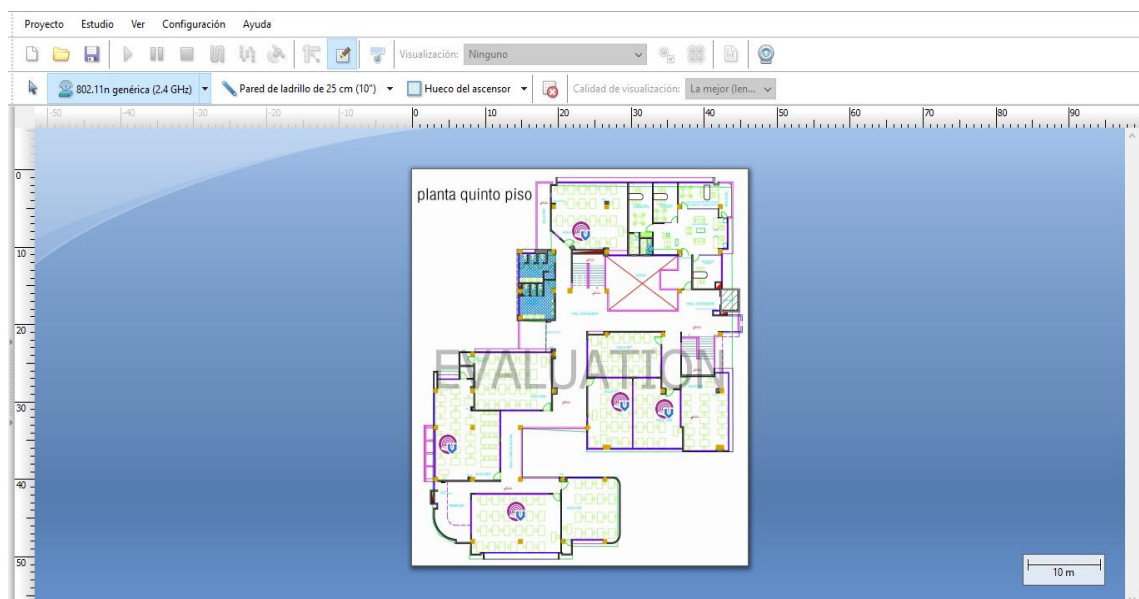


Figura 10. Software Tamo Graph Site survey

Fuente: Autor del proyecto

Luego de este proceso se logró identificar un total de 86 APs en todo el campus de la universidad y todos de un mismo fabricante UBIQUITI, pero 4 referencias diferentes de AP, listadas a continuación; nanostation m2, nanostation loco m2, nanostation loco m900 y el unifi-lr, cada uno con unas características especiales y que los diferencia de los demás. Ver la tabla 4.

Tabla 4.

Identificación total APs en el Campus

Identificación total APs en el Campus				
NANOSTATION M2	NANOSTATION LOCO M2	NANOSTATION LOCO M900	UNIFI	Total
15	30	7	34	86

Fuente: Autor del proyecto

6.3 Cobertura actual del edificio Fray Angélico.

En la tabla 5 que se tiene a continuación se observa de una forma más específica la cantidad y las características de APs identificados en el Edificio Fray Angélico, en cada uno de sus pisos de esta edificación.

La Tabla 5 muestra en la columna uno la numeración que se le asignó al AP para identificarlo en un piso determinado, en la segunda columna se observa el piso donde se encuentra el AP dentro de este edificio, en la tercera columna se observa la ubicación actual del AP, en la cuarta columna se observa el nombre de la red de cada uno de los AP, en la quinta columna se observa la tecnología que utiliza cada uno, donde se evidencia en todo el edificio utiliza el estándar 802.11n y 802.11g, en la sexta columna se observa el tipo de seguridad, en la séptima columna se muestra el nombre del AP, y en la octava columna se muestra las observaciones obtenidas después de hacer el diagnóstico de la red.

Tabla 5.

Características de los AP identificados en el edificio Fray Angélico

<i>Edificio Fray Angélico</i>							
<i>AP</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Descripción Ubicación</i>	<i>SSIDS</i>	<i>PHY Types</i>	<i>Seguridad</i>	<i>Tipo de AP's</i>	<i>Observaciones</i>
#1	Sótano	Bienestar	Bienestar-Angelico	802.11.g	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M2	El AP se encuentra a la mitad del pasillo, donde el área de cobertura está limitada por las paredes del pasillo que comunica los diferentes departamentos que en este espacio funcionan.
#2	Sótano	lobby del paraninfo Santo Domingo de Guzmán	Wifi-Auditorio	802.11.n	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M900	Está ubicado en el centro del techo del lobby, dando cobertura a toda esta área
#1	Subsótano	cerca de las escaleras de la capilla	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M900	Se encuentra el corredor entre las escaleras de la capilla y el hall del ascensor dando cobertura a toda esta área.
#2	Subsótano	Dentro del paraninfo #1 Zona 2	Wifi-Auditorio	802.11.n	WPA2-PSK	UNIFI	Se encuentra en el centro del techo del Auditorio #2 dando cobertura a toda esta área.
#3	Subsótano	Dentro del paraninfo #1 Zona 3	Wifi-Auditorio	802.11.n	WPA2-PSK	UNIFI	Se encuentra en el centro del techo del Auditorio #3 dando cobertura a toda esta área

#4	Subsótano	Dentro del paraninfo #1 Zona 1	Wifi-Auditorio	802.11.n	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M900	Se encuentra en el centro del techo de Auditorio #1 dando cobertura a toda esta área
#5	Subsótano	Dentro del paraninfo #1 Zona 4	Wifi-Auditorio	802.11.n	WPA2-PSK	UNIFI	Se encuentra en el centro del techo del Auditorio #4 dando cobertura a toda esta área
#6	Subsótano	Taller de expresión corporal	LabEspejos	802.11.g	WPA2-PSK	UNIFI	Está ubicado en el centro del techo del aula de expresión corporal dando cobertura a toda esta área.
#1	Piso 1	Torreón 1	Wifi-torreones	802.11.n	Open	UNIFI	El AP se encuentra en el centro del techo del Torreón 1, dando cobertura a todo el área requerida.
#2	Piso 1	Torreón 2	Wifi-torreones	802.11.n	Open	UNIFI	El AP se encuentra en el centro del techo del Torreón 2, dando cobertura a todo el área requerida.
#3	Piso 1	Centro de Cableado	idiomas	802.11.g	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M2	Se encuentra dentro del centro de cableado, el estar en este espacio pequeño y por las características de este AP se está subutilizado, debido a que el área de cobertura que llega a cubrir es prácticamente solo el área del centro de cableado.
#4	Piso 1	Aula de sistemas 3 en toda la puerta	wifi-idiomas	802.11.n	Open	UNIFI	El AP se encuentra en el inicio del pasillo que va hacia los laboratorios de idiomas 1, 2, 3; de tal forma que la cobertura se pierde prácticamente en los

							pasillos que conducen a los laboratorios de inglés.
#5	Piso 1	Mercadeo	Mercadeo	802.11.n	WPA2-PSK	NANOSTATION M2	El AP está ubicado en la pared que da hacia las escaleras principales del Fray, un AP grande para la cantidad de usuarios y el área a dar cobertura.
#1	Piso 2	posgrados de ingenierías y Arquitectura	USTAWIFI-Lobby	802.11.g	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M900	Está ubicado en el techo a dos metros de distancia de la puerta de la oficina de posgrados de ingenierías y Arquitectura, pero su cobertura se ve truncada debido a que esta justo encima del pasillo que conduce esta oficina.
#2	Piso 2	Rectoría	Rectoría	802.11.g	WPA2-PSK	UNIFI	El AP está ubicado en la oficina del rector, dando cobertura a toda esta área
#1	Piso 3	Oficinas de secretaria de división de ingenierías y arquitectura	USTAWIFI	802.11.g	Open	UNIFI	Está ubicado en una de columnas principales del edificio y está orientado hacia las secretarías de decanatura, pero la cobertura de este AP no logra cubrir toda el área requerida.
#2	Piso 3	Sala de profesores	Sala-profesores	802.11.g	WPA2-PSK	UNIFI	El AP está ubicado en el centro del techo de la sala de profesores, es un AP pequeño para la demanda de usuarios.
#3	Piso 3	Cerca al aula 305	USTAWIFI	802.11.g	Open	UNIFI	El AP se encuentra en la parte de atrás de la sala de profesores, dando cobertura al pasillo y al vacío del edificio.

#1	Piso 4	Cerca al aula 406	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	Está ubicado en el muro de la escalera mirando hacia el aula 406, brindando cobertura a parte del aula 406, pero se pierde mucha señal en el pasillo y el vacío
#2	Piso 4	centro de sistemas digitales - Ploters	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	Está ubicado en el pasillo entre el centro de sistemas y el centro del documentación, por las características del AP, la cobertura de pierde en el pasillo que comunico estos departamentos
#3	Piso 4	Cerca al aula 405	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	Se encuentra al frente de la puerta del aula 405, dando cobertura al pasillo y al vacío
#1	Piso 5	Dentro de Vicerrectoría	Frailes	802.11.n	WPA2-PSK	UNIFI	Está ubicado dentro del área que comprende vicerrectoría y cubre totalmente el área requerida.
#2	Piso 5	En el muro de la escalera	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	Está ubicado en el muro de la escalera con orientación hacia el vacío, dando cobertura a todo el vacío.
#3	Piso 5	Dentro del Aula 508	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	Está ubicado en el centro del techo del aula, logrando cubrirlo en su totalidad.
#4	Piso 5	Dentro del Aula 501	Aula501	802.11.n	Open	UNIFI	Está ubicado en el centro del techo del aula, logrando cubrir con totalidad el área del aula.

#5	Piso 5	Al frente del Aula 503	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	Está ubicado en la columna principal del edificio frente la puerta del aula 503, donde todo el área de cobertura de este AP se pierde en el pasillo y el vacío detrás del muro mismo.
#6	Piso 5	Dentro del Aula 502	Aula502	802.11.n	Open	UNIFI	Está ubicado en el centro del techo del aula, logrando cubrir con totalidad el área del aula.
#1	Piso 6	Escalera principal cerca al aula 612	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M900	El AP está ubicado en la escalera mirando hacia abajo dando cobertura al vacío, parte del pasillo y la escalera misma.
#2	Piso 6	aula 608	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M900	Está ubicado en el inicio del pasillo que comunica las aulas 608, 609 y 610; la cobertura de este AP se concentra el pasillo.

Fuente: Autor del proyecto

Para el modelamiento del nivel de señal del edificio Fray Angélico se utilizó el software TamoGraph Site Survey, que como se mencionó anteriormente en un apartado anterior brinda grandes herramientas para hacer una simulación muy parecida al entorno real; para comparar los niveles de señal reales y los de la simulación fue necesario tomar un grupo de mediciones alrededor de un AP al azar y de esta forma validar que tan acertado está el simulador.

Nunca será igual un entorno de simulación a el entorno real, pero se puede afirmar que si bien los valores tabulados no son exactos, se puede concluir que su desfase es de 1 a 2 dBm teniendo en cuenta los diferentes obstáculos presentes alrededor de los AP.

La Tabla 6 muestra las mediciones y promedios de algunos APs para la comprobación de confiabilidad del software Tamo Graph Site Survey.

Tabla 6

Mediciones alrededor de los Access point

<u>Edificio Fray Angélico</u>		
Semisótano		
AP	AP #3 RSSI (dBm)	AP #4RSSI (dBm)
Norte 5m	-35	-28
Este 5m	-32	-26
Oeste 5m	-33	-28
Sur 5m	-31	-29
Norte 10m	-47	-38
Este 10m	-44	-45
Oeste 10m	-47	-38
Sur 10m	-42	-39

Fuente: Autor del proyecto.

Fuente: Autor del proyecto



Figura 12. Cobertura actual del sótano Edificio Fray Angélico

Fuente: Autor del proyecto

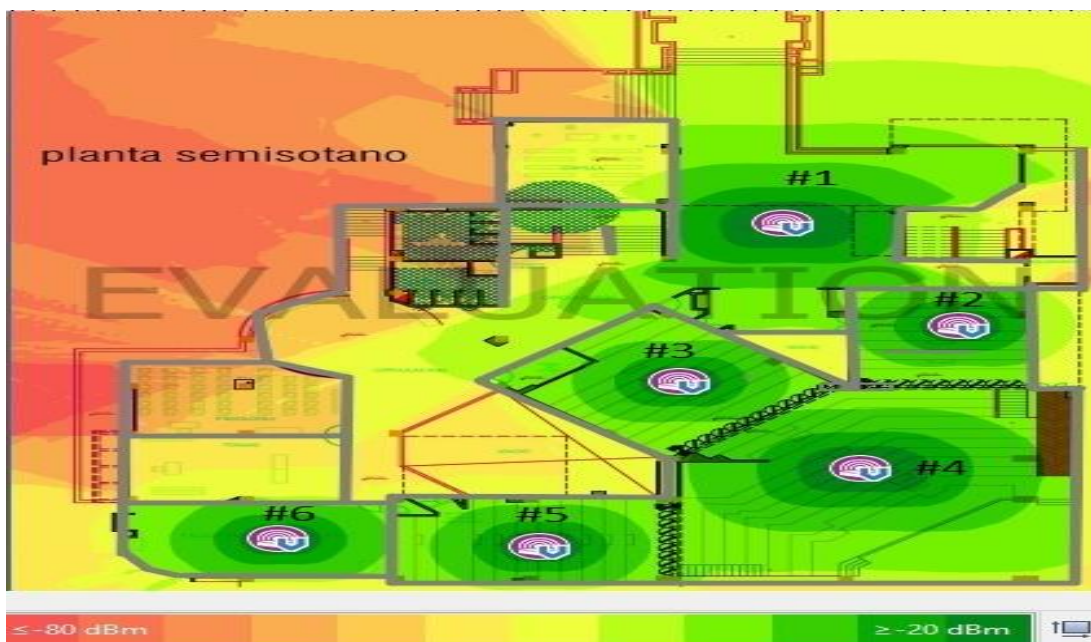


Figura 13. Cobertura actual del semisótano Edificio Fray Angélico

Fuente: Autor del proyecto



Figura 14. Cobertura actual del primer piso Edificio Fray Angélico

Fuente: Autor del proyecto



Figura 15. Cobertura actual del segundo piso Edificio Fray Angélico

Fuente: Autor del proyecto



Figura 16. Cobertura actual del tercer piso Edificio Fray Angélico

Fuente: Autor del proyecto



Figura 17. Cobertura actual del cuarto piso Edificio Fray Angélico

Fuente: Autor del proyecto



Figura 18. Cobertura actual del quinto piso Edificio Fray Angélico

Fuente: Autor del proyecto

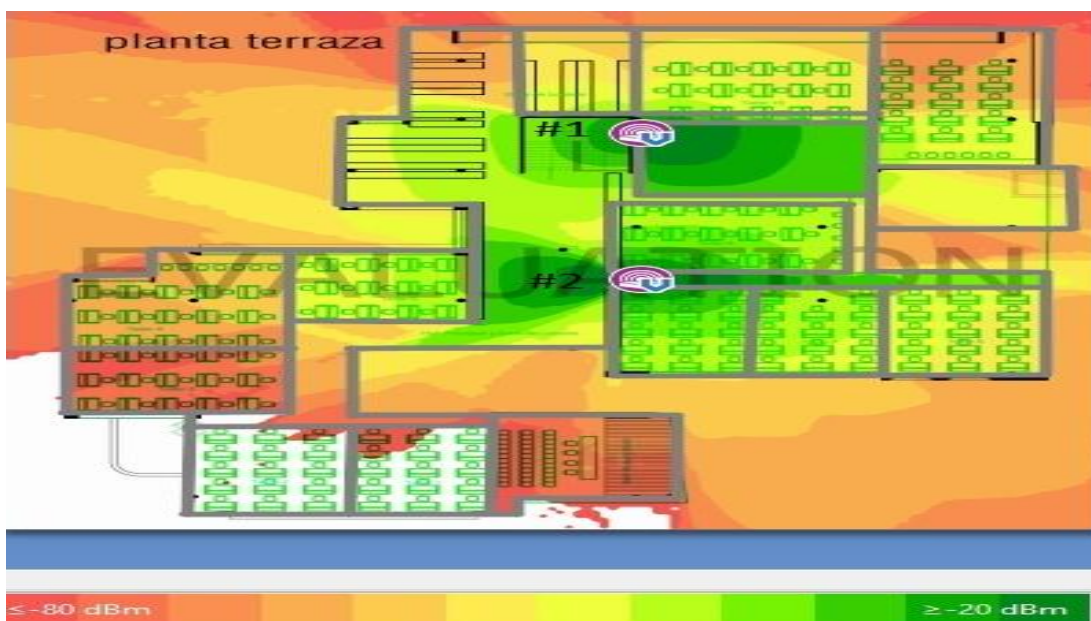


Figura 19. Cobertura actual del sexto piso Edificio Fray Angélico

Fuente: Autor del proyecto

6.4 Cobertura actual del edificio Santander

En la tabla 7 se muestra de una forma detallada de la cantidad y característica de los APs identificados en el Edificio Santander, en cada uno de los pisos de esta edificación.

La Tabla 7 muestra en la columna uno la numeración que se le asignó al AP para identificarlo en un piso determinado, en la segunda columna se observa el piso donde se encuentra el AP dentro de este edificio, en la tercera columna se observa la ubicación actual del AP, en la cuarta columna se observa el nombre de la red de cada uno de los AP, en la quinta columna se observa la tecnología que utiliza cada uno, donde se evidencia en todo el edificio utiliza el estándar 802.11n y 802.11g, en la sexta columna se observa el tipo de seguridad, en la séptima columna se muestra el nombre del AP, y en la octava columna se muestra las observaciones obtenidas después de hacer el diagnóstico de la red.

Tabla 7.

Características de los AP identificados en el edificio Santander.

<i>Edificio Santander</i>							
<i>AP</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Descripción Ubicación</i>	<i>SSIDS</i>	<i>PHY Types</i>	<i>Seguridad</i>	<i>Tipo de AP's</i>	<i>Observaciones</i>
#1	Sótano	AUDITORIO LOS FUNDADORES	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	El AP está ubicado en una esquina del techo del auditorio, logrando cubrir en su totalidad el área del auditorio.
#2	Sótano	AUD. FRAY ANGELICO A. SIERRA	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	El AP está ubicado en una esquina del techo del auditorio, logrando cubrir en su totalidad el área del auditorio.
#3	Sótano	AUD. FRAY VICTOR GELVES	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	El AP está ubicado en una esquina del techo del auditorio, logrando cubrir en su totalidad el área del auditorio.
#4	Sótano	Al frente de almacén ventas odontológicas	Sotano- Admin	802.11.n	WPA2- PSK	NANOSTATION M2	Está ubicado en el techo y de frente al almacén de odontología y recarga del metrolínea, este es un AP que se está subutilizando por la poca concurrencia de usuario en esta zona
#1	Piso 1	Pasillo de caja junto al banco de Bogotá	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION M2	El AP está ubicado en el pasillo de la caja, dando cobertura al pasillo y baños donde no necesario.
#2	Piso 1	Coordinación PAII	PAAI-USTA	802.11.g	WPA2- PSK	NANOSTATION LOCO M2	se encuentra ubicado en la pared a mano izquierda teniendo como referencia la puerta, dando cobertura a todo el área del departamento de coordinación PAII
#3	Piso 1	Departamento de Humanidades	Humanidades- p1	802.11.g	WPA2- PSK	NANOSTATION LOCO M2	El AP se encuentra ubicado en la pared que queda en frente de la puerta, dando cobertura a toda el área del departamento de humanidades
#4	Piso 1	Dirección de pastoral	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION M2	Este es un AP que se está subutilizando por la poca concurrencia de usuario en esta zona
#5	Piso 1	Al frente del director de Biblioteca	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	El AP está ubicado detrás del ascensor principal, dando cobertura totalmente al vacío
#6	Piso 1	Lobby del edificio	wifi-lobby-p1	802.11.n	Open	UNIFI	Está ubicada en el techo a pocos metros del ascensor principal dando cobertura en casi la totalidad del área del lobby

#7	Piso 1	Biblioteca	Biblioteca-P1A	802.11.n	Open	UNIFI	El AP se encuentra en el techo, sobre el puesto del auxiliar de biblioteca, cubriendo gran parte el área de total de biblioteca.
#8	Piso 1	Cafetería	wifi-cafeteria	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M900	El AP está ubicado en la entrada principal de cafetería logrando cubrir totalmente el área de cafetería.
#1	Piso 2	Inicio del pasillo de las preclínicas IV	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION M2	Está ubicado en el inicio del pasillo de las preclínicas dando cobertura prácticamente solo el pasillo
#2	Piso 2	Detrás de preclínicas V	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION M2	Está ubicado en el pasillo hacia las preclínicas, dando cobertura totalmente al vacío
#3	Piso 2	Puerta imágenes diagnósticas	Radiología	802.11.n	WPA2-PSK	UNIFI	El AP está en una de las columnas principales del edificio, al frente de la radiología
#4	Piso 2	Departamento de planta física	PlantaFísica	802.11.g	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M2	Está ubicado en toda la puerta, dando cobertura a todo el departamento de planta física
#5	Piso 2	Admisiones	Admisiones-usta	802.11.g	WPA2-PSK	UNIFI	El AP está ubicado en el techo y al nivel de la puerta dando cobertura a todo el área de este departamento
#6	Piso 2	Puerta de los baños al lado de la escalera	Baños	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	El AP está ubicado en toda la entrada de los baños, y esta es un espacio que no es de importancia cubrir con WiFi
#7	Piso 2	Sala Múltiple (Biblioteca)	SalaMultiple	802.11.n	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M2	Se encuentra en la entrada de la sala múltiple, con orientación hacia la entrada de biblioteca
#8	Piso 2	Biblioteca	Biblioteca-p2A	802.11.n	Open	UNIFI	El AP se encuentra en el techo, sobre el puesto del auxiliar de biblioteca, cubriendo gran parte el área de total de biblioteca.
#1	Piso 3	Clínicas de optometría en la entrada	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION M2	Está ubicado en el pasillo hacia las preclínicas, dando cobertura totalmente al vacío
#2	Piso 3	Unesco	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION M2	está ubicado detrás de los baños principales, dando cobertura a los departamentos que allí se encuentran
#3	Piso 3	Sala de profesores cerca a la puerta	sala-profesores	802.11.n	WPA2-PSK	UNIFI	El AP está en el techo sobre la puerta de la sala de docentes, cubriendo así la totalidad del espacio que se requiere cubrir.

#4	Piso 3	Biblioteca	Biblioteca-p3A	802.11.n	Open	UNIFI	El AP se encuentra en el techo, sobre el puesto del auxiliar de biblioteca, cubriendo gran parte el área de total de biblioteca.
#5	Piso 3	División de ciencias de la salud	salaJuntas	802.11.g	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M2	El AP se encuentra ubicado en el techo y en el centro de la sala de juntas de decanaturas cubriendo todo el área requerida.
#1	Piso 4	En toda la puerta de preclínicas de optometría	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION M2	Está ubicado en la puerta de las preclínicas de optometría, dando cobertura al pasillo
#2	Piso 4	Pasillo antes de llegar a preclínicas de optometría	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION M2	Está ubicado en el pasillo hacia las preclínicas, dando cobertura totalmente al vacío
#3	Piso 4	Sala de juntas 1 al lado de la sala de juntas 2	Proyeccion social 1	802.11.g	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M2	Está en la esquina de esta sala de juntas 1, dando cubrimiento solo a este pequeño espacio
#4	Piso 4	Sala de juntas 2 dentro de la sala en una esquina	Acreditacion	802.11.g	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M2	Está en la esquina de esta sala de juntas, dando cubrimiento solo a este pequeño espacio
#5	Piso 4	Proyección Social	Proyeccion social	802.11.g	WPA2-PSK	UNIFI	Está en el techo sobre la puerta, dando cobertura en gran parte de este departamento
#6	Piso 4	dentro del aula 406	Aula-406	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	El AP está ubicado a mano derecha de la puerta, dando cobertura a todo el área requerida
#7	Piso 4	dentro del aula 405	Aula-405	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	El AP está ubicado a mano derecha de la puerta, dando cobertura a todo el área requerida
#9	Piso 4	dentro del aula 403	Aula-403	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	El AP está ubicado a mano derecha de la puerta, dando cobertura a todo el área requerida
#8	Piso 4	dentro del aula 404	Aula-404	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	El AP está ubicado a mano derecha de la puerta, dando cobertura a todo el área requerida
#10	Piso 4	dentro del aula 402	Aula-402	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	El AP está ubicado a mano derecha de la puerta, dando cobertura a todo el área requerida
#1	Piso 5	dentro del aula 504	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	Está ubicado en el techo y en el centro del aula dando cobertura a todo el área

#2	Piso 5	dentro del aula 503	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	El AP está ubicado en la pared que queda a mano derecha de la puerta, dándole cobertura a todo el aula
#3	Piso 5	dentro del aula 505	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	El AP está ubicado en la pared que queda de frente a la puerta dando cobertura a todo el área requerida en el aula
#4	Piso 5	dentro del aula 506	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	El AP está ubicado en la pared que queda de frente a la puerta dando cobertura a todo el área requerida en el
#5	Piso 5	dentro del aula 507	Mredes	802.11.n	WPA2-Personal	NANOSTATION M2	El AP Esta ubicado en la pared que esta de frente a la puerta dando cobertura a todo el área requerida en el aula
#6	Piso 5	Posgrados	posgrados-p5	802.11.n	WPA2-PSK	UNIFI	El AP se encuentra ubicado en el techo y en el centro de esta área, pero por la concurrencia de usuarios se satura, cubra toda el área de posgrados.
#7	Piso 5	dentro del aula 515	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	Está ubicado en el centro del techo del aula dando cobertura a todo e área requerida
#8	Piso 5	dentro del aula 514	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	Está ubicado en el techo encima de la puerta dando cobertura a todo el aula
#9	Piso 5	Torreón 5	torreones	802.11.g	Open	UNIFI	El AP está ubicado en la pared a mano izquierda de la puerta, dando cobertura a todo el área requerida
#10	Piso 5	Torreón 4	torreones	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	El AP está ubicado en la pared a mano izquierda de la puerta, dando cobertura a todo el área requerida
#11	Piso 5	Torreón 3	torreones	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	El AP está ubicado en la pared a mano izquierda de la puerta, dando cobertura a todo el área requerida
#12	Piso 5	Torreón 2	torreones	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	El AP está ubicado en la pared a mano izquierda de la puerta, dando cobertura a todo el área requerida
#13	Piso 5	Torreón 1	torreones	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	El AP está ubicado en la pared a mano izquierda de la puerta, dando cobertura a todo el área requerida
#14	Piso 5	dentro del aula 511	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	El AP está ubicado en la pared a mano derecha de la puerta, dando cobertura a todo el área requerida

Fuente: Autor del proyecto

Para el modelamiento del nivel de señal del edificio Santander se utilizo el software TamoGraph Site Survey, como se menciono anteriormente, el cual brinda grandes herramientas para hacer una simulacion muy parecida al entorno real; para comparar los niveles de señal reales y los de la simulacion fue necesaria tomar un grupo de mediciones alrededor del un AP al azar y de esta forma validar que tan acertado es dicho el simulador.

Nunca sera igual un entorno de simulacion a el entorno real, pero se puede afirmar que si bien los valores tabulados no son exactos, se puede concluir que su desfase es de 1 a 2 dBm teniendo en cuenta los diferentes obstaculos presentes alrededor de los Ap.

La Tabla 8 muestra las mediciones y promedios de algunos APs para la comprobacion de confiabilidad del software TamoGraph Site Survey.

Tabla 8

Mediciones alrededor de los Access point

<i>Edificio Santander</i>		
Piso 3		
AP	AP #3 RSSI (dBm)	AP #5RSSI (dBm)
Norte 5m	-26	-36
Este 5m	-43	-36
Oeste 5m	-26	-38
Sur 5m	-41	-24
Norte 10m	-44	-80
Este 10m	-80	-78
Oeste 10m	-45	-77
Sur 10m	-47	-48

Fuente: Autor del proyecto

La figura 20 muestra de forma gráfica la ubicación de cada una de las muestras utilizadas para la comprobación de confiabilidad del software TamoGraph Site Survey.

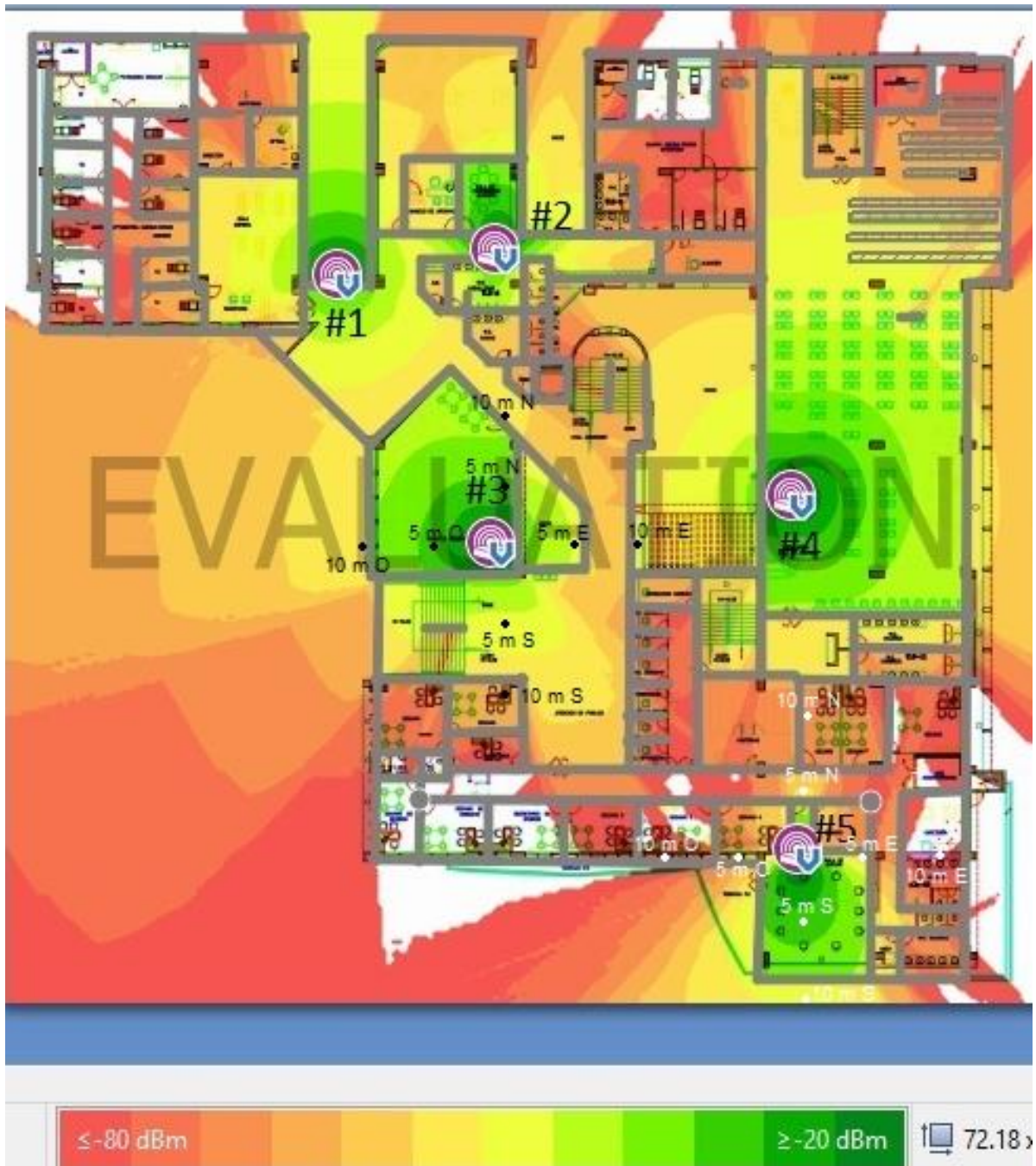


Figura 20. Ubicación gráfica de las muestras

Fuente: Autor del proyecto

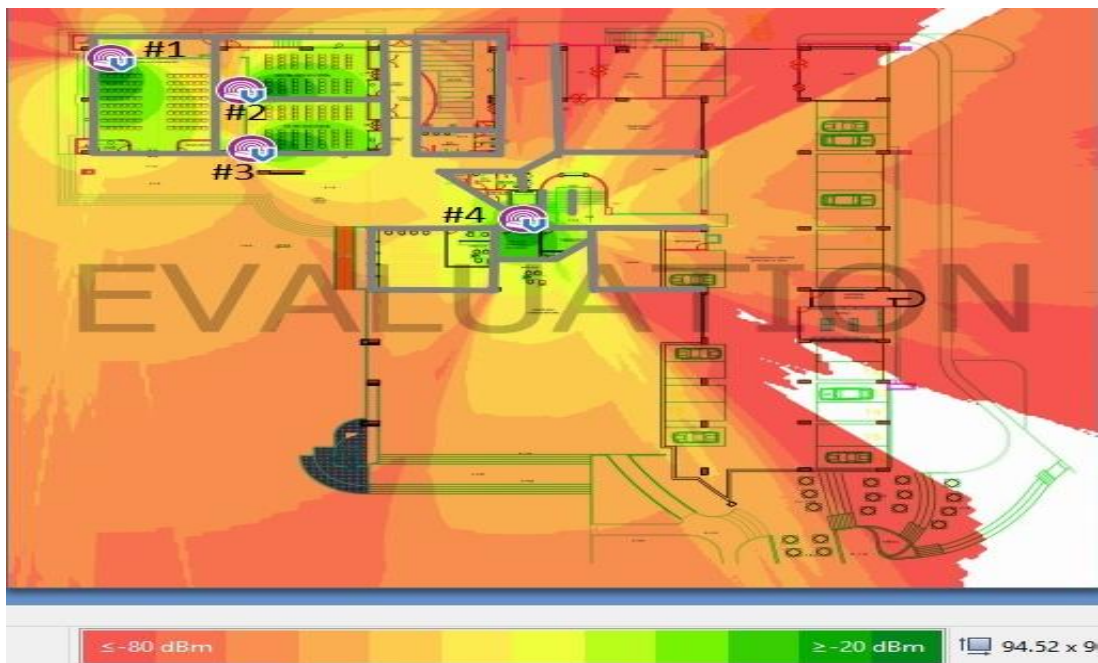


Figura 21. Cobertura actual del sótano edificio Santander

Fuente: Autor del proyecto



Figura 22. Cobertura actual del primer piso Edificio Santander

Fuente: Autor del proyecto



Figura 23. Cobertura actual del segundo piso Edificio Santander

Fuente: Autor del proyecto



Figura 24. Cobertura actual del tercer piso Edificio Santander

Fuente: Autor del proyecto



Figura 25. Cobertura actual del cuarto piso Edificio Santander

Fuente: Autor del proyecto

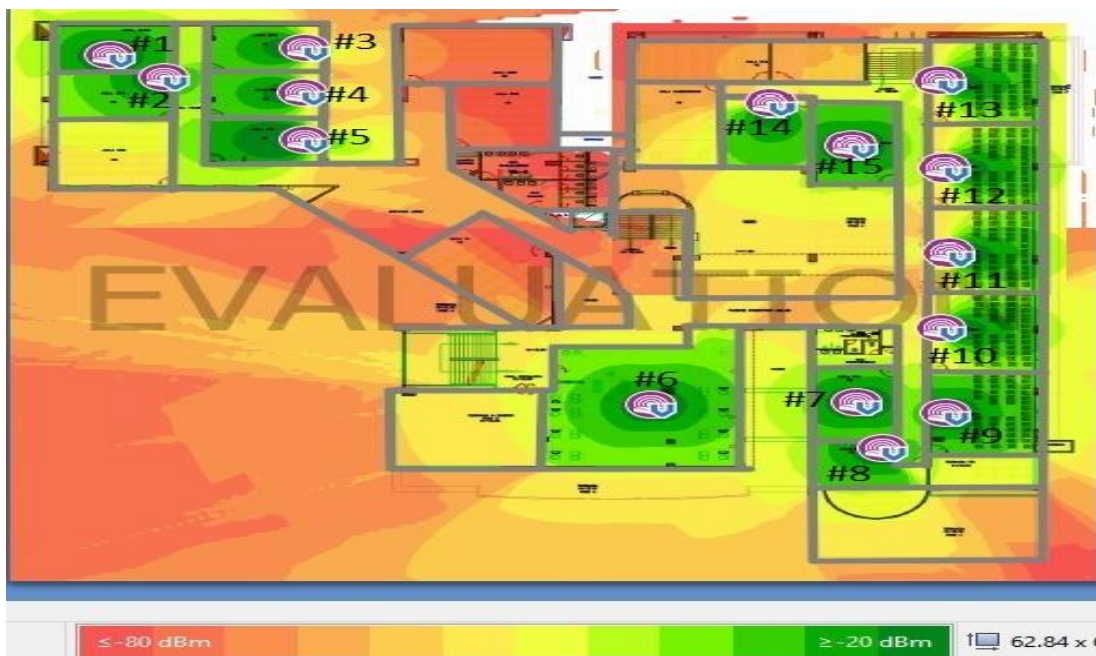


Figura 26. Cobertura actual del quinto piso Edificio Santander

Fuente: Autor del proyecto

6.5 Cobertura actual de las clínicas de odontología.

La tabla 9 muestra de una forma detallada la cantidad y características de los APs existentes en las Clínicas Odontología.

La Tabla 9 muestra en la columna uno la numeración que se le asignó al AP para identificarlo en un piso determinado, en la segunda columna se observa el piso donde se encuentra el AP dentro de este edificio, en la tercera columna se observa la ubicación actual del AP, en la cuarta columna se observa el nombre de la red de cada uno de los AP, en la quinta columna se observa la tecnología que utiliza cada uno, donde se evidencia en todo el edificio utiliza el estándar 802.11n y 802.11g, en la sexta columna se observa el tipo de seguridad, en la séptima columna se muestra el nombre del AP, y en la octava columna se muestra las observaciones obtenidas después de hacer el diagnóstico de la red.

Tabla 9.

Características de los AP identificados en las clínicas de odontología.

<u>Clínicas de Odontología</u>							
<u>AP</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Descripción Ubicación</u>	<u>SSIDS</u>	<u>PHY Types</u>	<u>seguridad</u>	<u>Tipo de AP's</u>	<u>observaciones</u>
1	Piso 1	Preclínicas cerámica	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION M2	El AP se está ubicado sobre la puerta principal de la preclínica, cubriendo gran parte del área.
1	Piso 2	Clínica de rehabilitación oral	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION M2	El AP se está ubicado sobre la puerta principal de la clínica, cubriendo gran parte del área

1	Piso 3	Clínica de endodoncia	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION M2	El AP se está ubicado sobre la puerta principal de la clínica, cubriendo gran parte del área
1	Piso 4	Clínica de ortodoncia	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION M2	El AP se está ubicado sobre la puerta principal de la clínica, cubriendo gran parte del área

Fuente: Autor del proyecto

Para el modelamiento del nivel de señal del edificio Santander se utilizo el software TamoGraph Site Survey, como se menciono anteriormente, el cual brinda grandes herramientas para hacer una simulacion muy parecida al entorno real; para comparar los niveles de señal reales y los de la simulacion fue necesaria tomar un grupo de mediciones alrededor del un AP al azar y de esta forma validar que tan acertado es dicho el simulador.

Nunca sera igual un entorno de simulacion a el entorno real, pero se puede afirmar que si bien los valores tabulados no son exactos, se puede concluir que su desfase es de 1 a 2 dBm teniendo en cuenta los diferentes opstaculos presentes alrededor de los Ap.

La Tabla 10 muestra las mediciones y promedios de algunos APs para la comprobacion de confiabilidad del software TamoGraph Site Survey.

Tabla 10

Mediciones alrededor de los Access point

<i>Clínicas de Odontología</i>	
Piso 1	
AP	AP #1 RSSI (dBm)
Norte 5m	36
Este 5m	40
Oeste 5m	25
Sur 5m	34
Norte 10m	62
Este 10m	64
Oeste 10m	31
Sur 10m	52

Fuente: Autor del proyecto

La figura 20 muestra de forma gráfica la ubicación de cada una de las muestras utilizadas para la comprobación de confiabilidad del software TamoGraph Site Survey.



Figura 27. Ubicación gráfica de las muestras

Fuente: Autor del proyecto



Figura 28. Cobertura actual del primer piso Clínicas de Odontología

Fuente: Autor del proyecto



Figura 29. Cobertura actual del segundo piso Clínicas de Odontología

Fuente: Autor del proyecto



Figura 30. Cobertura actual del tercer piso Clínicas de Odontología

Fuente: Autor del proyecto




Figura 31. Cobertura actual del cuarto piso Clínicas de Odontología

Fuente: Autor del proyecto

6.6 Parámetros de operación de los Access Point en actual funcionamiento. Como se mencionó anteriormente, en el campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga actualmente tiene una infraestructura de red con cuatro tipos de AP, todos de la marca Ubiquiti Networks, en la tabla 11 que se muestra a continuación se comparan los paramentos de operación de los cuatro puntos de acceso en funcionamiento.

Tabla 11.

Parámetros de operación AP

Equipo	Imagen	Características
NANOSTATION M2		<p>El NANOSTATION M2, es una antena mimo 2x2, que opera en la frecuencia de 2.4 GHz, con una ganancia de 11 dBi y una potencia máxima de 28 dBm, este AP es direccional y puede ser utilizado en entornos Indoor/Outdoor, utiliza la tecnología AirMax, esta permite velocidades reales de más de 150 Mbps, esta tecnología fue pensada en la velocidad y el escalamiento; la finalidad de esta tecnología es priorizar la cantidad de tiempo dependiendo del uso de la red de cada cliente. También cuenta con time slot, quien minimiza las colisiones de nodo oculto, cuenta con QoS que prioriza la transmisión de voz y video y por ultimo</p> <p>El NANOSTATION M2 brinda un puerto Ethernet secundario con salida PoE habilitado para la integración vídeo IP. [9]</p> <p>Este AP puede soportar 30 usuarios máximos.</p>

NANOSTATION LOCO M2		<p>El NANOSTATION LOCO M2, es una antena mimo 2x2, que opera en la frecuencia de 2.4 GHz, con una ganancia de 8 dBi y una potencia máxima de 23 dBm, este AP es direccional y puede ser utilizado en entornos Indoor.</p> <p>El NANOSTATION LOCO M2 es una versión menos potente que el NANOSTATION M2, ya que tiene exactamente las mismas funcionalidades y características y este suele usarse en lugares cerrados y que cubran distancias más cortas. [9]</p> <p>Este AP puede soportar 30 usuarios máximos.</p>
NANOSTATION LOCO M900		<p>El LOCO M900, es un AP mimo 2x2 omnidireccional que no necesita línea de vista, y con esto se convierten en una posible solución para esos enlaces que era parcialmente imposible realizar, opera en la frecuencia de 900 MHz, con una ganancia de 8 dBi y una potencia máxima de 28 dBm, además cuenta con todas las funcionalidades de los dos AP anteriormente mencionados en esta tabla.</p> <p>Este AP puede soportar 60 usuarios máximos.</p>
UNIFI -LR		<p>Es un AP mimo 2x2 de largo alcance que puede llevar a velocidades de hasta 300 Mbps, opera en la frecuencia de 2.4 GHz con una ganancia de 8 dBi y una potencia máxima de 28 dBm, es muy utilizado en entornos cerrados, el UNIFI – LR dispone del modo cliente/servidor, sin la necesidad de integrar algún hardware adicional.</p> <p>Este AP puede soportar 30 usuarios máximos</p>

Fuente: Autor del proyecto

7. Propuesta de diseño de solución de conectividad de WiFi

Una vez finalizado el diagnóstico, de cómo está la conectividad de WiFi en el campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga, se plantea una propuesta de solución para dicha red, contemplando factores importantes como son la movilidad, la disponibilidad, seguridad, escalabilidad, logrando así garantizar una cobertura total en espacios académicos, que permita los usuarios espacios propicios para el fortalecimiento del conocimiento y la investigación.

El diseño de solución de conectividad WiFi, que se propone, busca implementar una red de fácil acceso, que le permita al usuario tener una movilidad sin ninguna restricción mientras este se encuentre dentro de los espacios académicos.

La universidad cuenta con tres bloques o edificios y lo que se busca es que en los tres edificios se tenga una excelente cobertura en todos aquellos espacios académicos. La disponibilidad es un factor muy importante a la hora de hacer un diseño, ya que es una de las quejas más frecuentes de los usuarios de la red.

Cuando se dispone de controles y políticas de seguridad, es mucho más fácil administrar e implementar mejoras según sea el funcionamiento de la red. De esta manera se monitorea el tráfico y se pueden designar prioridades por el rol de usuario y del uso de la red.

La propuesta de diseño de solución para los tres edificios que comprenden el campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga, se hizo necesario la utilización del software TamoGraph Site Survey, con esta herramienta se hizo una simulación de

toda la infraestructura toda la planta física de cada piso, respetando los materiales que correspondían en las diferentes instalaciones por ejemplo paredes de concreto, paredes falsas, ventanas, puertas, escaleras, hall del asesor, escritorios, mesas, armarios, entre otras para así lograr una simulación muy parecida a la realidad.

La propuesta de diseño de solución estuvo condicionada por dos aspectos muy importantes, el primero de ellos fue la reubicación de los APs existente bajo el criterio de espacios a cubrir, cantidad de usuarios en dicha zona, y que la ubicación de estos estuviese en espacios académicos y la segunda condición fue utilizar las mismas referencias de APs existentes en caso de llegarlos a necesitar para cumplir con el diseño, y de esta forma no tener problemas de interoperabilidad.

Por último, la ubicación de los APs para la propuesta de diseño de estará determinada en las gráficas de diseño, también es importante mencionar que la descripción de los cambios encontrados será realizada en la tabla (observaciones)

7.1 Propuesta de diseño de solución para el edificio Fray Angélico

Tabla 12.

Características de los AP para el diseño de solución del sótano Edificio Fray Angélico

<u>Edificio Fray Angélico</u>								
<u>AP</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Descripción</u> <u>Ubicación</u>	<u>SSIDS</u>	<u>PHY</u> <u>Types</u>	<u>seguridad</u>	<u>Tipo de AP's</u>	<u>Canal</u>	<u>Observaciones</u>
#1	Sótano	Bienestar	Bienestar-Angelico	802.11.g	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M2	1	En la actualidad el AP #1 se encuentra ubicado en la mitad del pasillo y mi propuesta de solución sugiere dejar el mismo AP Observe la Figura 30
#2	Sótano	lobby del paraninfo Santo Domingo de Guzmán	Wifi-Auditorio	802.11.n	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M900	7	El AP #2 se sugiere dejar el mismo AP y en la misma ubicación actual, debido a que las características del AP es apto para el área a cubrir y a la concurrencia de usuarios. Observe la Figura 30

Fuente: Autor del proyecto

La Tabla 12 evidencia que solo se hizo una modificación de posición del AP #1 para cubrir más área y evitar que la señal se pierda en el pasillo de los diferentes departamentos que en este lugar se encuentran.

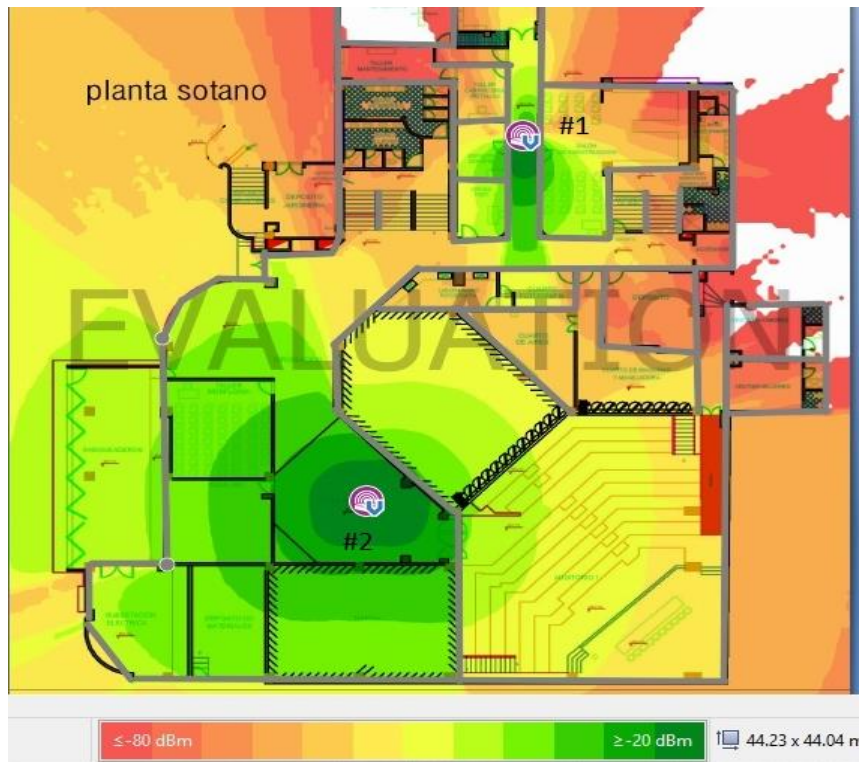


Figura 32. Cobertura actual del sótano

Fuente: Autor del proyecto

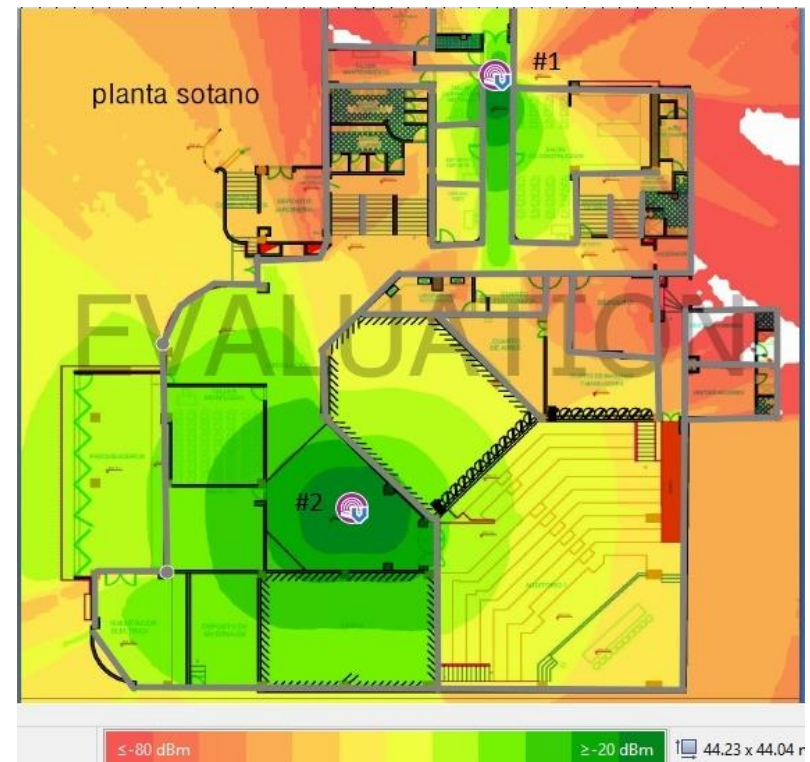


Figura 33. Cobertura diseño de solución del sótano

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 13.

Características de los AP para el diseño de solución del Subsótano Edificio Fray Angélico

<u>Edificio Fray Angélico</u>								
<u>AP</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Descripción Ubicación</u>	<u>SSIDS</u>	<u>PHY Types</u>	<u>Seguridad</u>	<u>Tipo de AP's</u>	<u>Canal</u>	<u>Observaciones</u>
#1	Subsótano	cerca de las escaleras de la capilla	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M900	1	Se sugiere dejar el mismo AP #1 y en la misma ubicación, porque se evidencia que este AP cubre en su totalidad el área requerida y además brinda la cobertura necesaria para la concurrencia de usuarios.
#2	Subsótano	Dentro del paraninfo #1 Zona 2	Wifi-Auditorio	802.11.n	WPA2-PSK	UNIFI	7	Se sugiere dejar el mismo AP #2 y en la misma ubicación, porque se evidencia que este AP cubre en su totalidad el área requerida y además brinda la cobertura necesaria para la concurrencia de usuarios.
#3	Subsótano	Dentro del paraninfo #1 Zona 3	Wifi-Auditorio	802.11.n	WPA2-PSK	UNIFI	13	Se sugiere dejar el mismo AP #3 y en la misma ubicación, porque se evidencia que este AP cubre en su totalidad el área requerida y además brinda la cobertura necesaria para la concurrencia de usuarios
#4	Subsótano	Dentro del paraninfo #1 Zona 1	Wifi-Auditorio	802.11.n	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M900	1	Se sugiere dejar el mismo AP #4 y en la misma ubicación, porque se evidencia que este AP cubre

								en su totalidad el área requerida y además brinda la cobertura necesaria para la concurrencia de usuarios
#5	Subsótano	Dentro del paraninfo #1 Zona 4	Wifi-Auditorio	802.11.n	WPA2-PSK	UNIFI	7	Se sugiere dejar el mismo AP #5 y en la misma ubicación, porque se evidencia que este AP cubre en su totalidad el área requerida y además brinda la cobertura necesaria para la concurrencia de usuarios
#6	Subsótano	Taller de expresión corporal	LabEspejos	802.11.g	WPA2-PSK	UNIFI	13	Aula de catedra de, (danzas, teatro etc.) y donde la concurrencia de usuarios es bastante grande, por tal motivo se sugiere dejar el mismo AP #6 y en la mismo ubicación.

Fuente: Autor del proyecto

En la Tabla 13 se observa que no se hace ninguna modificación en los AP y tampoco en la ubicación del mismo, se entiende que todos los AP están acordes al área a cubrir y a la concurrencia de usuarios; resaltando que este diseño de solución se hace enfocado en darle cobertura a aquellos espacios académicos. En las Figuras 34 y Figura 35 se muestra la cobertura actual y la propuesta de solución para este nivel del edificio en mención.

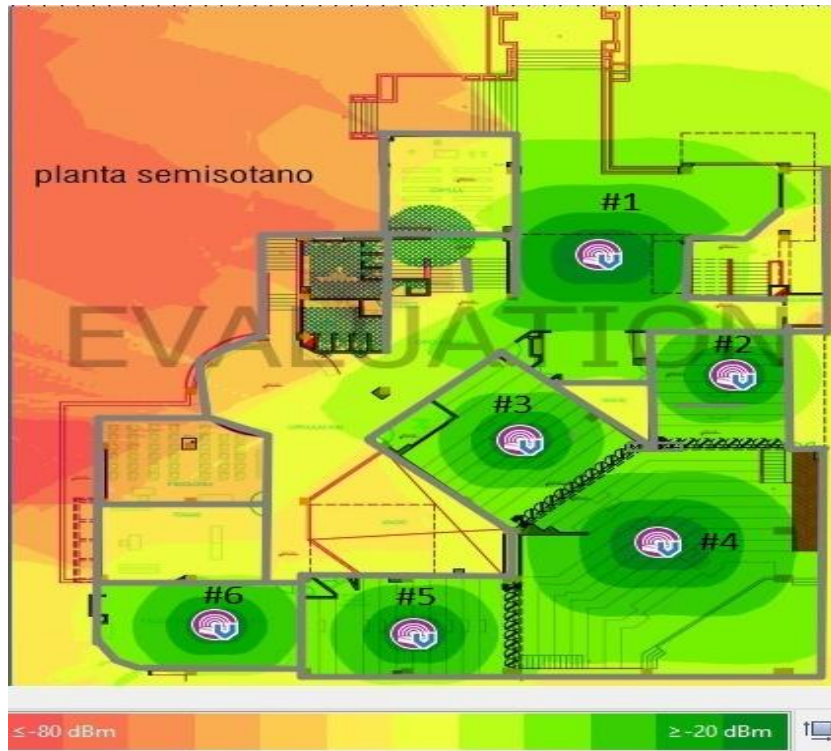


Figura 34. Cobertura actual del semisótano

Fuente: Autor del proyecto



Figura 35. Cobertura diseño de solución del semisótano

Fuente: Autor del proyecto

No se hace ningún cambio esto debido a que la ubicación actual de los APs es propicia para el área a cubrir y la concurrencia de usuarios en este auditorio.

Tabla 14.

Características de los AP para el diseño de solución del primer piso Edificio Fray Angélico

<u>Edificio Fray Angélico</u>								
<u>AP</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Descripción Ubicación</u>	<u>SSIDS</u>	<u>PHY Types</u>	<u>Seguridad</u>	<u>Tipo de AP's</u>	<u>Canal</u>	<u>observaciones</u>
#1	Piso 1	Torreón 1	Wifi-torreones	802.11.n	Open	UNIFI	1	Se sugiere dejar el mismo AP #1 y en la misma ubicación, porque se evidencia que este AP cubre en su totalidad el área requerida y además brinda la cobertura necesaria para la concurrencia de usuarios
#2	Piso 1	Torreón 2	Wifi-torreones	802.11.n	Open	UNIFI	7	Se sugiere dejar el mismo AP #1 y en la misma ubicación, porque se evidencia que este AP cubre en su totalidad el área requerida y además brinda la cobertura necesaria para la concurrencia de usuarios
#3	Piso 1	Puerta de sala de profesores de Idiomas	idiomas	802.11.g	WPA2-PSK	NANOSTATION M2	13	Para el diseño de solución se sugiere eliminar el AP que se encuentra en esta área y colocar el AP #3 en la puerta de sala de profesores de inglés, brindando cobertura a toda esta área.

#4	Piso 1	Oficina del director de virtual	wifi-idiommas	802.11.n	WPA2-PSK	UNIFI	1	Se sugiere cambiar de ubicación el AP #4 que se encuentra en el pasillo que conduce a los laboratorios de inglés, e instalarlo dentro de la oficina del director de virtual, y de esta manera darla cobertura a los espacios que verdaderamente si lo necesita. También se propone cambien el tipo de seguridad para tener más control de la red.
#5	Piso 1	Mercadeo	Mercadeo	802.11.n	WPA2-PSK	NANOSTATION M2	7	Se sugiere cambiar de ubicación, pero dejando el mismo AP #5 de tal manera que el área de cobertura mejore y no se pierda en espacios que no corresponden a esta área.

Fuente: Autor del proyecto

La Tabla 14 muestra algunos cambios en la ubicación y en el tipo de AP, de tal forma que se brinde una mejor cobertura del primer piso del edificio Fray Angélico, en la Figura 36 y Figura 37 se muestra la cobertura actual y la propuesta de solución para este nivel del edificio en mención.



Figura 36. Cobertura actual del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

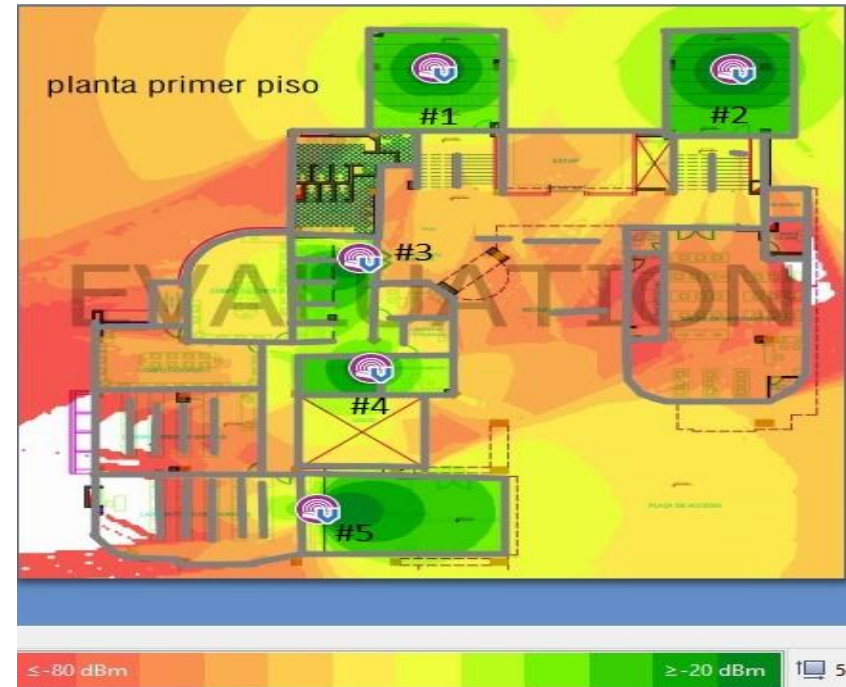


Figura 37. Cobertura diseño de solución del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 15.

Características de los AP para el diseño de solución del segundo piso Edificio Fray Angélico

<u>Edificio Fray Angélico</u>								
<u>AP</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Descripción Ubicación</u>	<u>SSIDS</u>	<u>PHY Types</u>	<u>Seguridad</u>	<u>Tipo de AP's</u>	<u>Canal</u>	<u>observaciones</u>
#1	Piso 2	posgrados de ingenierías y Arquitectura	USTAWIFI-Lobby	802.11.g	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M900	1	Se sugiere dejar el mismo AP #1 ya que por sus características es el más idóneo para cubrir el área del lobby.
#2	Piso 2	Aula 207	USTAWIFI	802.11.g	Open	UNIFI	7	Para brindar cobertura a las aulas 206 y 207 se sugiere usar el AP #2, ya que este por sus características técnicas y por las características del área a cubrir es el más idóneo.
#3	Piso 2	Aula 205	USTAWIFI	802.11.g	Open	UNIFI	13	Para brindar cobertura a las aulas 204 y 205 se sugiere usar el AP #3, ya que este por sus características técnicas y por las características del área a cubrir es el más idóneo.
#4	Piso 2	Aula 203	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION M2	1	Para brindar cobertura al aula 203, se sugiere usar el AP # 4, ya que esta aula es mucho más grande que las mencionadas anteriormente por ende el área a cubrir es mucha más grande.

#5	Piso 2	Rectoría	Rectoria	802.11.g	WPA2-PSK	UNIFI	7	Se sugiere dejar el mismo AP #5 y en la misma ubicación, porque se evidencia que este AP cubre en su totalidad el área requerida y además brinda la cobertura necesaria para la concurrencia de usuarios.
----	--------	----------	----------	----------	----------	-------	---	---

Fuente: Autor del proyecto

La Tabla 15 muestra algunos cambios en la ubicación, en el tipo y en la adición de nuevos AP, de tal forma que se brinde una mejor cobertura del segundo piso del edificio Fray Angélico, a continuación, en la Figura 38 y Figura 39 se muestra la cobertura actual y la propuesta de solución para este nivel del edificio en mención.

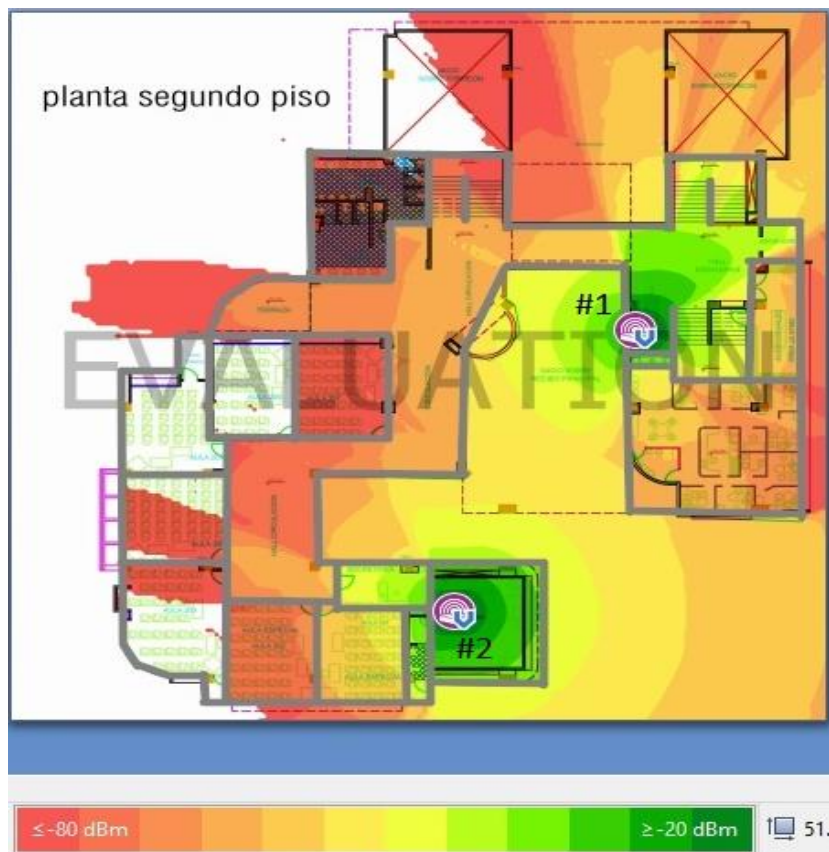


Figura 38. Cobertura actual del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

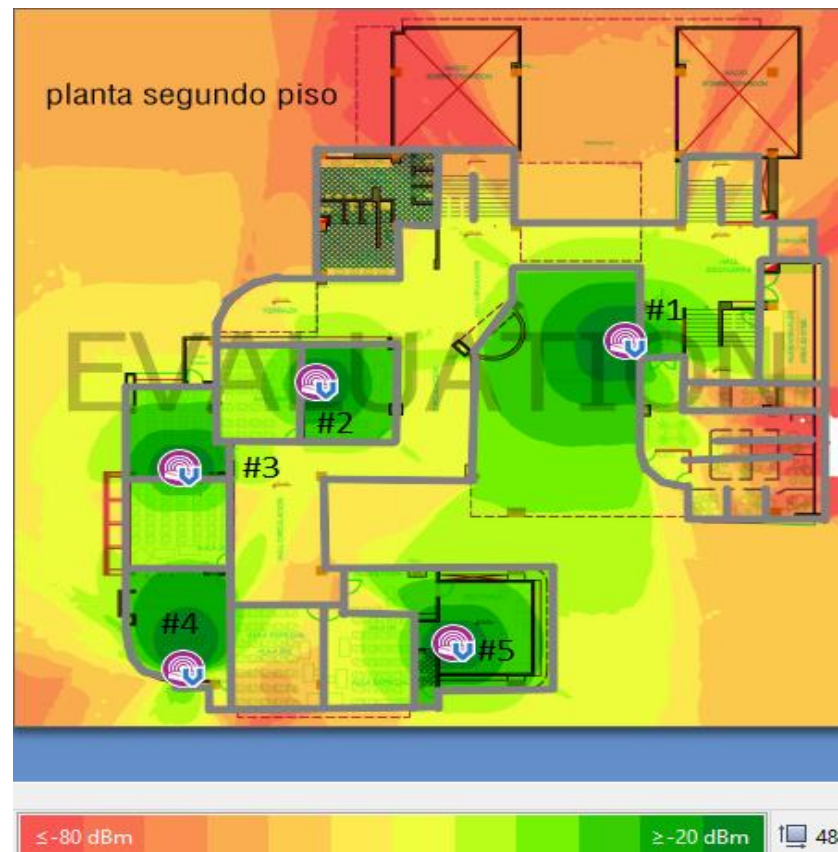


Figura 39. Cobertura diseño de solución del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 16.

Características de los AP para el diseño de solución del tercer piso Edificio Fray Angélico

<u>Edificio Fray Angélico</u>								
<u>AP</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Descripción Ubicación</u>	<u>SSIDS</u>	<u>PHY Types</u>	<u>Seguridad</u>	<u>Tipo de AP's</u>	<u>Canal</u>	<u>Observaciones</u>
#1	Piso 3	Oficinas de secretaria de división de ingenierías y arquitectura y otras	USTAWIFI	802.11.g	WPA2-PSK	UNIFI	1	Se sugiere dejar el mismo AP #1, ya que este es una buena opción para el área a cubrir y para la concurrencia de usuarios que hay en esta área. Pero se cambia de ubicación y se le cambia la seguridad y nombre para tener más seguridad de la red. Vea la Figura 38
#2	Piso 3	Sala de profesores del tercer piso	Sala-profesores	802.11.g	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M900	7	Para la sala de profesores como la cantidad de clientes es bastante grande se sugiere instalar el AP #2 que es un equipo mucho más robusto y que puede cumplir con las necesidades del área a cubrir. Vea la Figura 38
#3	Piso 3	Aula 305	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	13	Se sugiere instalar el AP #3 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 38

#4	Piso 3	Aula 304	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION M2	1	Se sugiere instalar el AP #4 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma ya que el área es bastante grande. Vea la Figura 38
#5	Piso 3	Aula 302	USTAWIFI	802.11.g	Open	UNIFI	7	Para brindar cobertura a las aulas 303 y 302 se sugiere usar el AP #5, ya que este por sus características técnicas y por las características del área a cubrir es el más idóneo. Vea la Figura 38
#6	Piso 3	Aula 301	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	13	Se sugiere instalar el AP #3 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 38

Fuente: Autor del proyecto

La Tabla 16 muestran algunos cambios en la ubicación, en el tipo y en la adición de nuevos AP, de tal forma que se brinde una mejor cobertura del tercer piso del edificio Fray Angélico, a continuación, en la Figura 40 y Figura 41 se muestra la cobertura actual y la propuesta de solución para este nivel del edificio en mención.

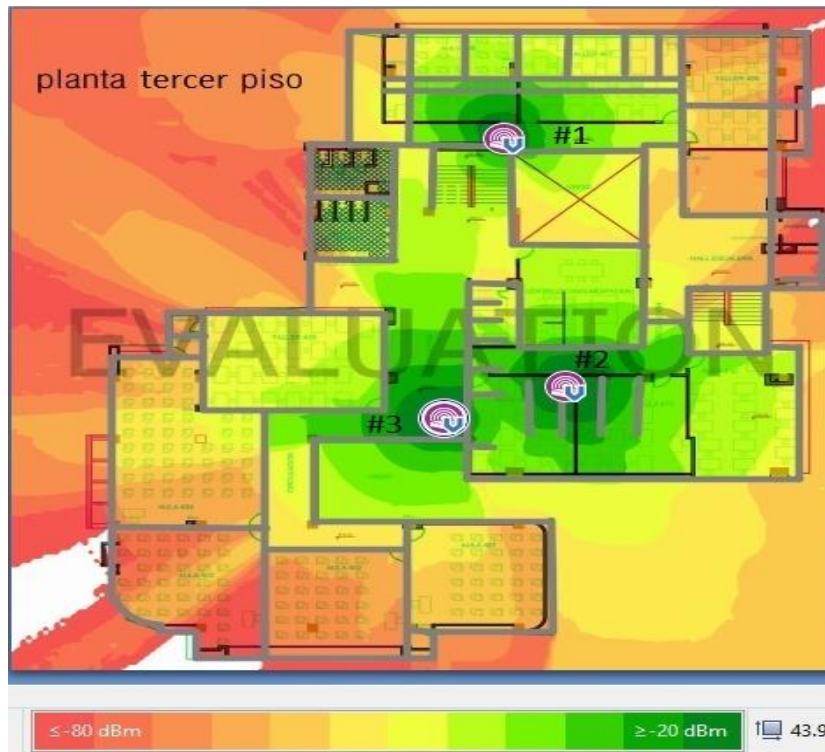


Figura 40. Cobertura actual del primer piso

Fuente: Autor del proyecto



Figura 41. Cobertura diseño de solución del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 17.

Características de los AP para el diseño de solución del cuarto piso Edificio Fray Angélico

<u>Edificio Fray Angélico</u>								
<u>AP</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Descripción Ubicación</u>	<u>SSIDS</u>	<u>PHY Types</u>	<u>Seguridad</u>	<u>Tipo de AP's</u>	<u>Canal</u>	<u>observaciones</u>
#1	Piso 4	Aula 406	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	1	Se sugiere instalar el AP #1 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 40
#2	Piso 4	Aula 4077	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	7	Para brindar cobertura a las aulas 401 y 402 se sugiere usar el AP #2, ya que este por sus características técnicas y por las características del área a cubrir es el más idóneo. Vea la Figura 40
#3	Piso 4	centro de sistemas digitales - Ploters	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	13	Se sugiere dejar el mismo AP #3 y en la misma ubicación actual, esto se sustenta en que las características técnicas de este AP son las idóneas para el área que se necesita dar cobertura. Vea la Figura 40
#4	Piso 4	Aula 405	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	1	Se sugiere instalar el AP #4 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 40

#5	Piso 4	Aula 404	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION M2	7	Se sugiere instalar el AP #5 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma ya que el área es bastante grande. Vea la Figura 40
#6	Piso 4	Aula 402	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	13	Para brindar cobertura a las aulas 401 y 402 se sugiere usar el AP #6, ya que este por sus características técnicas y por las características del área a cubrir es el más idóneo. Vea la Figura 40
#7	Piso 4	Cerca al aula 405	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	1	Se sugiere instalar el AP #7 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 40

Fuente: Autor del proyecto

La Tabla 17 evidencia algunos cambios en la ubicación, en el tipo y en la adición de nuevos AP, de tal forma que se brinde una mejor cobertura del tercer piso del edificio Fray Angélico, a continuación, en la Figura 42 y Figura 43 se muestra la cobertura actual y la propuesta de solución para este nivel del edificio en mención.

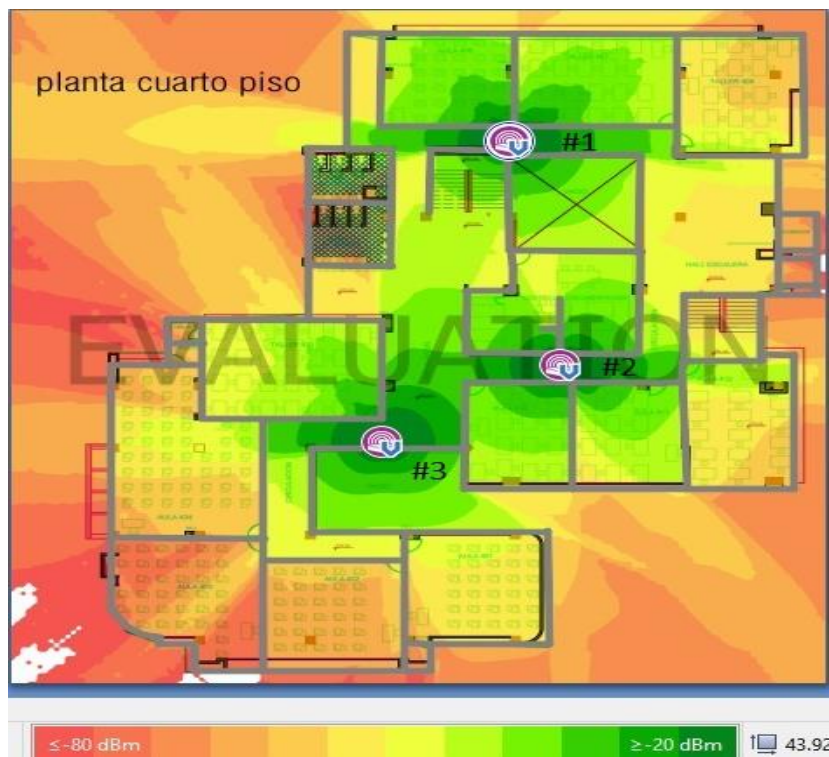


Figura 42. Cobertura actual del primer piso

Fuente: Autor del proyecto



Figura 43. Cobertura diseño de solución del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 18.

Características de los AP para el diseño de solución del quinto piso Edificio Fray Angélico

<u>Edificio Fray Angélico</u>								
<u>AP</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Descripción Ubicación</u>	<u>SSIDS</u>	<u>PHY Types</u>	<u>Seguridad</u>	<u>Tipo de AP's</u>	<u>Canal</u>	<u>observaciones</u>
#1	Piso 5	Aula 506	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	1	Se sugiere instalar el AP #1 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 42
#2	Piso 5	Dentro de Vicerrectoría	Frailes	802.11.n	WPA2- PSK	UNIFI	7	Se sugiere dejar el mismo AP #2, porque es el adecuado para el área que se necesita cubrir y adecuado para a concurrencia de usuarios. Vea la Figura 42
#3	Piso 5	Aula 504	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	13	Se sugiere instalar el AP #3 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 42
#4	Piso 5	Aula 508	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	1	Se sugiere dejar el mismo AP #4 y, pero modificando la ubicación actual, esto se sustenta en que las características técnicas de este AP son las idóneas para el área que se necesita dar cobertura. Vea la Figura 42.

#5	Piso 5	Aula 509	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	7	Se sugiere instalar el AP #5 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 42
#6	Piso 5	Aula 503	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	13	Se sugiere instalar el AP #6 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 42
#7	Piso 5	Aula 501	Aula50	802.11.n	Open	UNIFI	1	Se sugiere dejar el mismo AP #7, porque el AP cubre en su totalidad el área requerida y brinda la cobertura necesaria para la concurrencia de usuarios Vea la Figura 42
#8	Piso 5	Aula 502	Aula502	802.11.n	Open	UNIFI	7	Se sugiere dejar el mismo AP #8, porque el AP cubre en su totalidad el área requerida y brinda la cobertura necesaria para la concurrencia de usuarios Vea la Figura 42

Fuente: Autor del proyecto

La Tabla 18 evidencia algunos cambios en la ubicación, en el tipo y en la adición de nuevos AP, de tal forma que se brinde una mejor cobertura del tercer piso del edificio Fray Angélico, a continuación, en la Figura 44 y Figura 45 se muestra la cobertura actual y la propuesta de solución para este nivel del edificio en mención.



Figura 44. Cobertura actual del primer piso

Fuente: Autor del proyecto



Figura 45. Cobertura diseño de solución del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 19.

Características de los AP para el diseño de solución del sexto piso Edificio Fray Angélico

<u>Edificio Fray Angélico</u>								
<u>AP</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Descripción Ubicación</u>	<u>SSIDS</u>	<u>PHY Types</u>	<u>Seguridad</u>	<u>Tipo de AP's</u>	<u>Canal</u>	<u>observaciones</u>
#1	Piso 6	Aula 611	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	1	Se sugiere instalar el AP #1 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma ya que este AP es directivo y el ara es cubrir es idónea para este tipo de equipo. Vea la Figura 44
#2	Piso 6	Aula 612	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	7	Para brindar cobertura a las aulas 612 y 613 se sugiere usar el AP #2, ya que este por sus características técnicas y por las características del área a cubrir es el más idóneo. Vea la Figura 44
#3	Piso 6	Aula 607	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	13	Se sugiere instalar el AP #3 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 44
#4	Piso 6	Aula 610	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	1	Se sugiere instalar el AP #4 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma ya que este AP es directivo y el ara es cubrir es idónea para este tipo de equipo.

								Vea la Figura 44
#5	Piso 6	Aula 608	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	7	Para brindar cobertura a las aulas 608 y 609 se sugiere usar el AP #5, ya que este por sus características técnicas y por las características del área a cubrir es el más idóneo. Vea la Figura 44
#6	Piso 6	Aula 606	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	13	Se sugiere instalar el AP #6 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 44
#7	Piso 6	Aula 605	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	1	Para brindar cobertura a las aulas 605 y 604 se sugiere usar el AP #7, ya que este por sus características técnicas y por las características del área a cubrir es el más idóneo. Vea la Figura 44
#8	Piso 6	Aula 602	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	7	Para brindar cobertura a las aulas 603 y 602 se sugiere usar el AP #8, ya que este por sus características técnicas y por las características del área a cubrir es el más idóneo. Vea la Figura 44
#9	Piso 6	Aula 601	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	13	Se sugiere instalar el AP #6 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 44

Fuente: Autor del proyecto

En la tabla 18 mostrada anteriormente se muestran cambios en la ubicación, en el tipo y en la adición de nuevos AP, de tal forma que se brinde una mejor cobertura del sexto piso del edificio Fray Angélico, a continuación, en la Figura 46 y Figura 47 se muestra la cobertura actual y la propuesta de solución para este nivel del edificio en mención.

Con esta última grafica se da por finalizado el diseño de solución para el edificio Fray angélico, donde se evidencia una mejora significativa en la cobertura con la reubicación e instalación de nuevos AP. Cabe resaltar que el diseño de solución se hizo pensando en mejorar la experiencia de los clientes dentro de un contexto académico, esto quiere decir que no se tomaron espacios como baños, pasillo, ascensor, lockers, etc.

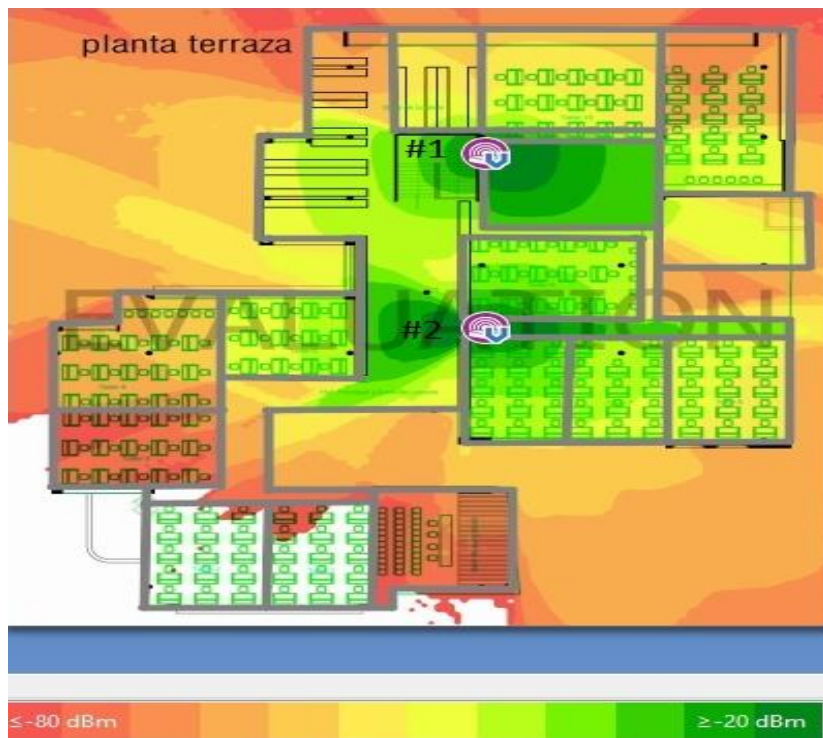


Figura 46. Cobertura actual del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

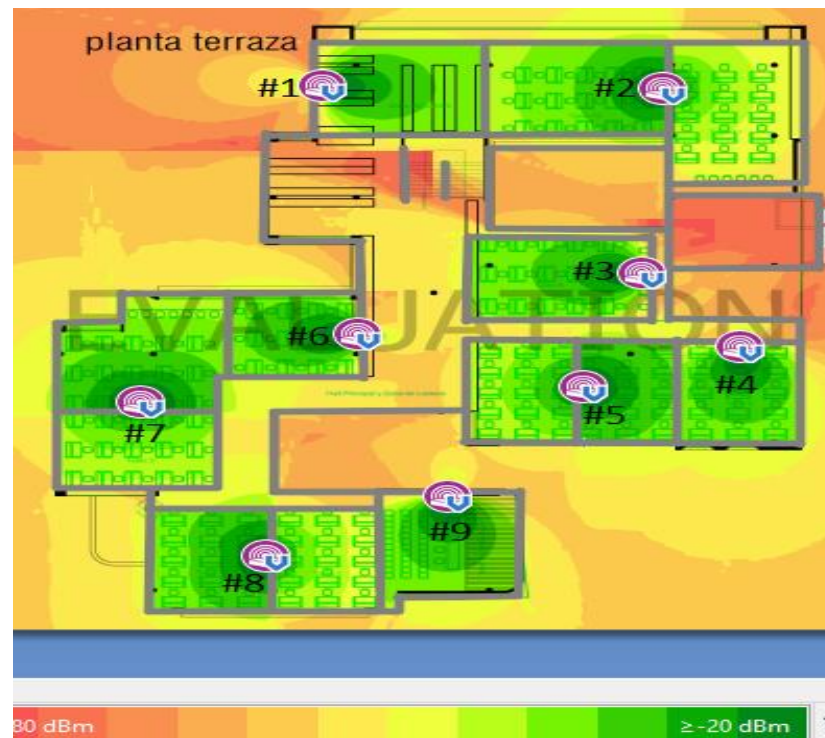


Figura 47. Cobertura diseño de solución del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

7.2 Propuesta de diseño de solución para el edificio Santander

Tabla 20.

Características de los AP para el diseño de solución del sótano Edificio Santander

<u>Edificio Santander</u>								
<u>AP</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Descripción Ubicación</u>	<u>SSIDS</u>	<u>PHY Types</u>	<u>Seguridad</u>	<u>Tipo de AP's</u>	<u>Canal</u>	<u>observaciones</u>
#1	Sótano	AUDITORIO LOS FUNDADORES	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2		Se sugiere dejar el mismo AP y en el mismo lugar ya que este cubre el área requerida. Vea la Figura 46
#2	Sótano	AUD. FRAY ANGELICO A. SIERRA	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2		Se sugiere dejar el mismo AP y en el mismo lugar ya que este cubre el área requerida. Vea la Figura 46
#3	Sótano	AUD. FRAY VICTOR GELVES	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2		Se sugiere dejar el mismo AP y en el mismo lugar ya que este cubre el área requerida. Vea la Figura 46
#4	Sótano	Al frente de almacén ventas odontológicas	Sotano- Admin	802.11.n	WPA2- PSK	NANOSTATION M2		Se sugiere dejar el mismo AP, pero cambiándole la ubicación y orientación del mismo para que brinde cobertura a un área que puede ser requerida para la realización de eventos.

Fuente: Autor del proyecto

La Tabla 20 muestra algunos cambios en la ubicación, en el tipo y en la adición de nuevos AP, de tal forma que se brinde una mejor cobertura en el sótano del edificio Santander, a continuación, en la Figura 48 y Figura 49 se muestra la cobertura actual y la propuesta de solución para este nivel del edificio en mención.

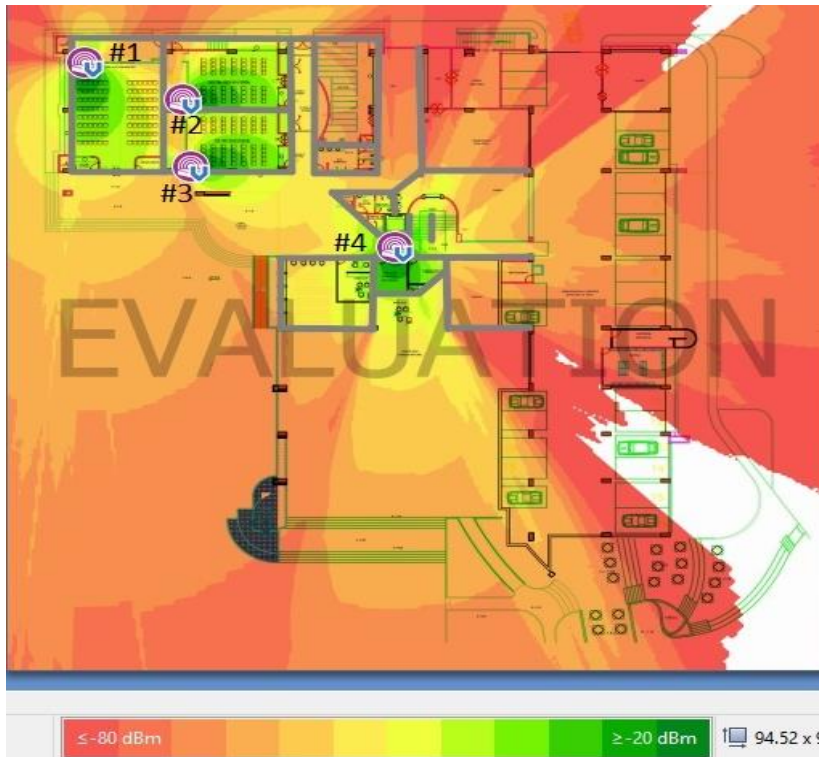


Figura 48. Cobertura actual del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

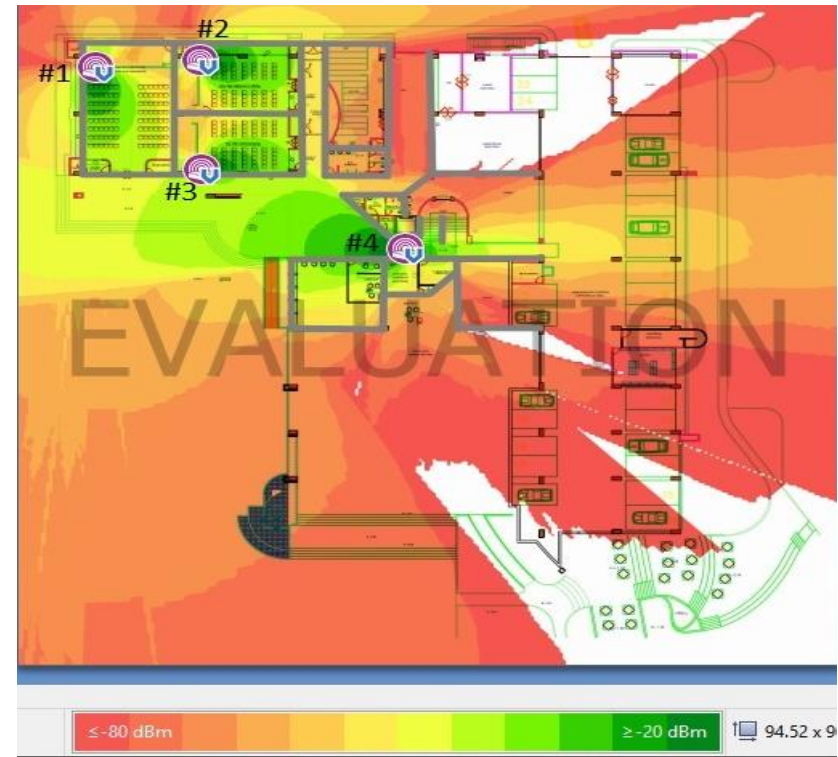


Figura 49. Cobertura diseño de solución del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 21.

Características de los AP para el diseño de solución del primer piso Edificio Santander

<i>Edificio Santander</i>								
<u>AP</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Descripción Ubicación</u>	<u>SSIDS</u>	<u>PHY Types</u>	<u>Seguridad</u>	<u>Tipo de AP's</u>	<u>Canal</u>	<u>observaciones</u>
#1	Piso 1	Coordinación PAII	PAAI-USTA	802.11.g	WPA2- PSK	UNIFI	1	Se sugiere instalar el AP #1 esto se sustenta en que las características técnicas de este AP son las idóneas para el área que se necesita dar cobertura. Vea la Figura 48.
#2	Piso 1	Pasillo Departamento de Humanidades	Humanidades- p1	802.11.g	WPA2- PSK	UNIFI	7	Se sugiere instalar el AP #2 esto se sustenta en que las características técnicas de este AP son las idóneas para el área que se necesita dar cobertura. Vea la Figura 48.
#3	Piso 1	Lobby del edificio	wifi-lobby-p1	802.11.n	Open	UNIFI	13	Se sugiere dejar el mismo AP #3 y en la misma ubicación, porque se evidencia que este AP cubre en su totalidad el área requerida y además brinda la cobertura necesaria para la concurrencia de usuarios
#4	Piso 1	Biblioteca	Biblioteca-P1A	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	1	Se sugiere instalar el AP #4 para complementar la cobertura debido a que es una zona con mucha concurrencia de usuarios y un solo AP puede que no sea suficiente.

#5	Piso 1	Biblioteca	Biblioteca-P1B	802.11.g	Open	UNIFI	7	Se sugiere dejar el mismo AP #5 y en la misma ubicación, porque se evidencia que este AP cubre en su totalidad el área requerida y además brinda la cobertura necesaria para la concurrencia de usuarios
#6	Piso 1	Cafetería	wifi-cafeteria	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M900	13	Para la zona de cafetería se sugiere dejar el AP #6 que se encuentra actualmente instalado, cafetería es una zona muy concurrida, pero como este diseño de solución tiene un enfoque académico, no se hace necesario garantizar cobertura en estos espacios, de todas formas, el AP que se tiene cumple con las características para llegar a cubrir toda el área a requerida. Vea la Figura 38

Fuente: Autor del proyecto

La Tabla 21 muestra algunos cambios en la ubicación, en el tipo y en la adición de nuevos AP, de tal forma que se brinde una mejor cobertura en el primer piso del edificio Santander, a continuación, en la Figura 50 y Figura 51 se muestra la cobertura actual y la propuesta de solución para este nivel del edificio en mención.



Figura 50. Cobertura actual del primer piso

Fuente: Autor del proyecto



Figura 51. Cobertura diseño de solución del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 22.

Características de los AP para el diseño de solución del segundo piso Edificio Santander

<u>Edificio Santander</u>								
<u>AP</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Descripción Ubicación</u>	<u>SSIDS</u>	<u>PHY Types</u>	<u>Seguridad</u>	<u>Tipo de AP's</u>	<u>Canal</u>	<u>observaciones</u>
#1	Piso 2	Puerta de preclínicas imágenes diagnosticas	Radiologia	802.11.n	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M2	1	Se sugiere instalar el AP #1 al frente del laboratorio de imágenes diagnósticas. Vea la Figura 50
#2	Piso 2	Departamento de planta física	PlantaFisica	802.11.g	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M2	7	Se sugiere instalar el AP #2 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Este AP tiene un desempeño muy bueno en espacios reducidos y con poca concurrencia de usuarios Vea la Figura 50
#3	Piso 2	Admisiones	Admisiones- usta	802.11.g	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M2	13	Se sugiere instalar el AP #3 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Este AP tiene un desempeño muy bueno en espacios reducidos y con poca concurrencia de usuarios Vea la Figura 50
#4	Piso 2	Biblioteca	Biblioteca- P1A	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	1	Se sugiere instalar el AP #4 para complementar la cobertura debido a que es una zona con mucha concurrencia de usuarios

								y un solo AP puede que no sea suficiente. Vea la Figura 50
#5	Piso 2	Biblioteca	Biblioteca-p2B	802.11.n	Open	UNIFI	7	Se sugiere dejar el mismo AP #5 y en la misma ubicación, porque se evidencia que este AP cubre en su totalidad el área requerida y además brinda la cobertura necesaria para la concurrencia de usuarios Vea la Figura 50
#6	Piso 2	Sala Múltiple (Biblioteca)	SalaMultiple 1	802.11.n	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M2	13	Se sugiere instalar el AP #6 al frente de las oficinas que en esta zona labora, para darle cobertura a las mismas. Vea la Figura 50
#7	Piso 2	Sala Múltiple (Biblioteca)	SalaMultiple 2	802.11.n	WPA2-PSK	NANOSTATION M2	1	Se sugiere instalar el AP #7 dentro del auditorio para garantizar la cobertura total de la misma ya que el área es bastante grande. Vea la Figura 50

Fuente: Autor del proyecto

En la Tabla 22 se evidencian algunos cambios en la ubicación, en el tipo y en la adición de nuevos AP, de tal forma que se brinde una mejor cobertura en el segundo piso del edificio Santander, a continuación, en la Figura 52 y Figura 53 se muestra la cobertura actual y la propuesta de solución para este nivel del edificio en mención.



Figura 52. Cobertura actual del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

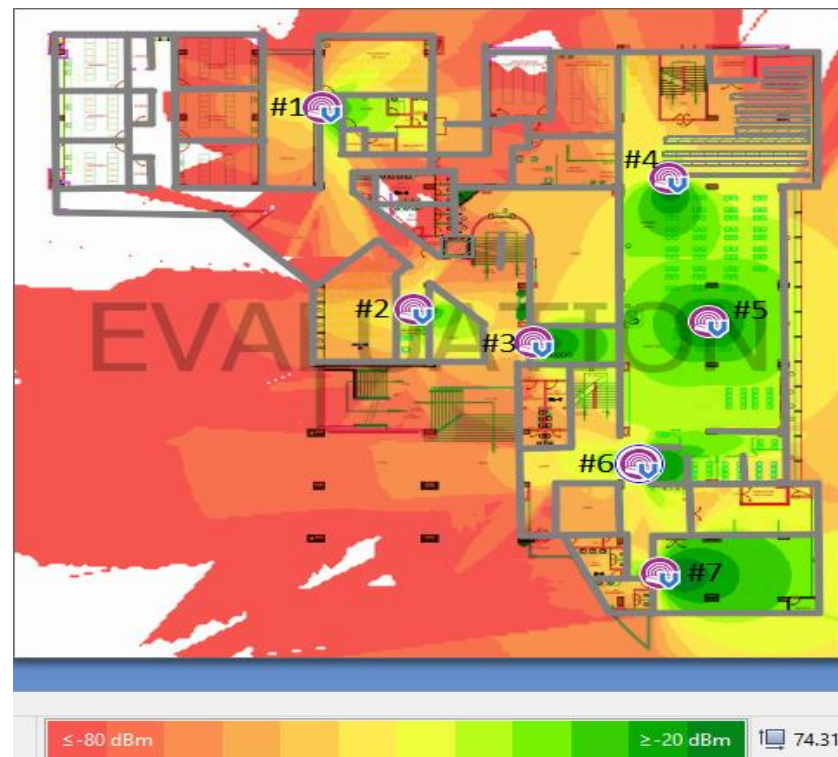


Figura 53. Cobertura diseño de solución del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 23.

Características de los AP para el diseño de solución del tercer piso Edificio Santander

<i>Edificio Santander</i>								
<u>AP</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Descripción Ubicación</u>	<u>SSIDS</u>	<u>PHY Types</u>	<u>Seguridad</u>	<u>Tipo de AP's</u>	<u>Canal</u>	<u>Observaciones</u>
#1	Piso 3	Clínicas de optometría en la entrada	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION M2	1	Se sugiere instalar el AP #1 dentro de la sala de espera de las clínicas de optometría, para garantizar cobertura a todo el área requerida. Vea la Figura 52
#2	Piso 3	Unesco	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	7	Se sugiere instalar el AP #2 en una ubicación diferente a la que se tiene actualmente para brindar cobertura a todas las oficinas que en esta zona laboran. Vea la Figura 52
#3	Piso 3	Sala de profesores cerca a la puerta	sala-profesores	802.11.n	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M900	13	Para la sala de profesores como la cantidad de clientes es bastante grande se sugiere instalar el AP #3 que es un equipo mucho más robusto y que puede cumplir con las necesidades del área a cubrir. Vea la Figura 52
#4	Piso 3	Biblioteca	Biblioteca-p3A	802.11.n	Open	NANOSTATION M2	1	Se sugiere instalar el AP #4 para complementar la cobertura debido a que es una zona con mucha concurrencia de usuarios

								y un solo AP puede que no sea suficiente. Vea la Figura 52
#5	Piso 3	Biblioteca	Biblioteca-p3B	802.11.n	Open	UNIFI	7	Se sugiere dejar el mismo AP #5 y en la misma ubicación, porque se evidencia que este AP cubre en su totalidad el área requerida y además brinda la cobertura necesaria para la concurrencia de usuarios. Vea la Figura 52
#6	Piso 3	División de ciencias de la salud	salaJuntas	802.11.g	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M2	13	Se sugiere dejar el mismo AP #6 y en la ubicación ya que este se encuentra ubicado en el techo y en el centro de la sala de juntas de decanaturas cubriendo toda el área requerida. Vea la Figura 52

Fuente: Autor del proyecto

La Tabla 23 muestra algunos cambios en la ubicación, en el tipo y en la adición de nuevos AP, de tal forma que se brinde una mejor cobertura en el tercer piso del edificio Santander, a continuación, en la Figura 54 y Figura 55 se muestra la cobertura actual y la propuesta de solución para este nivel del edificio en mención.

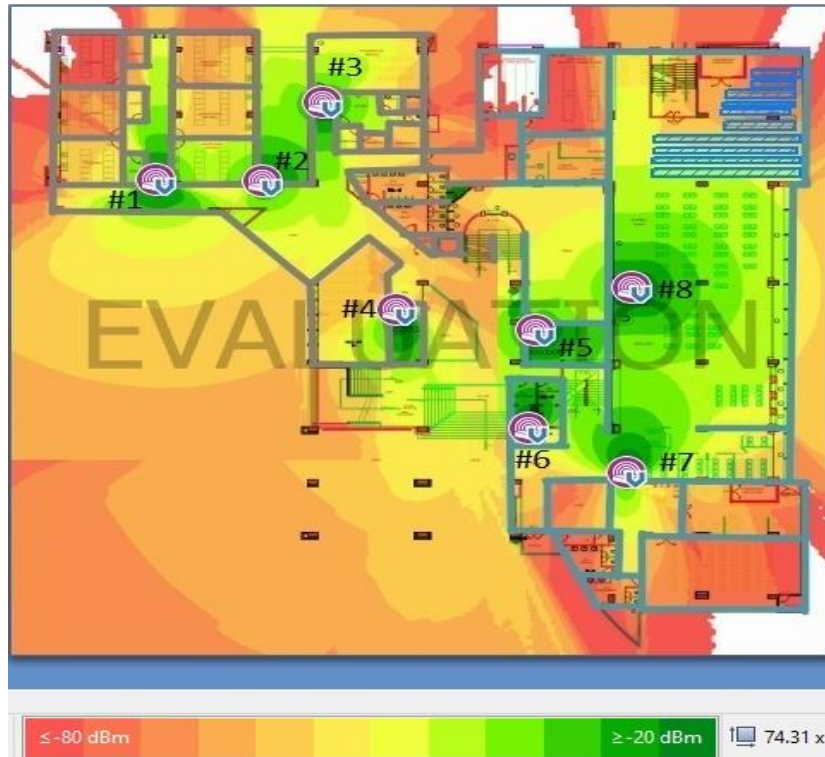


Figura 54. Cobertura actual del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

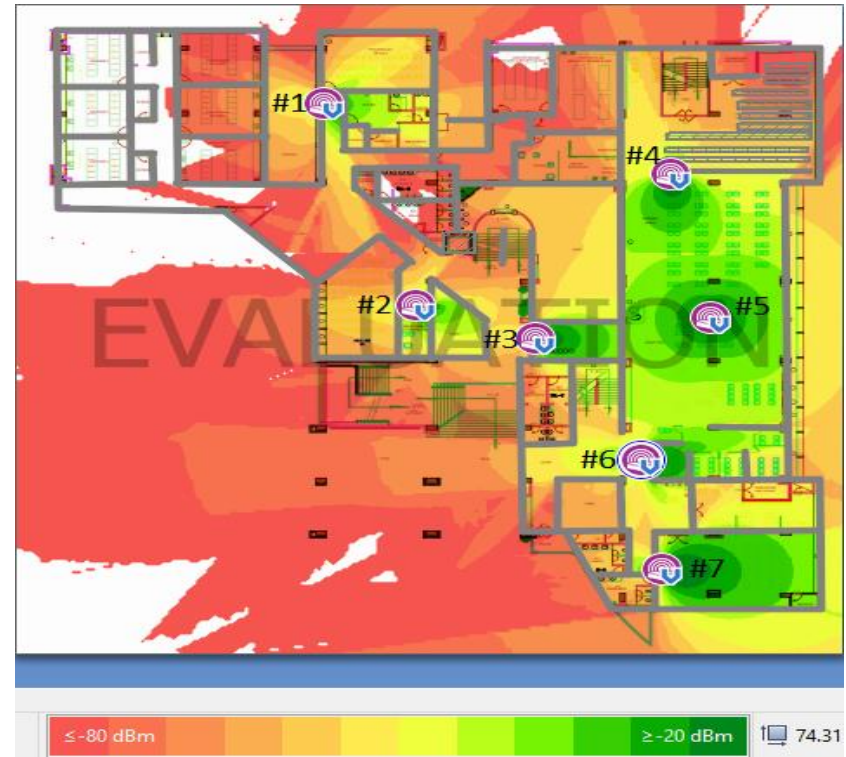


Figura 55. Cobertura diseño de solución del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 24.

Características de los AP para el diseño de solución del cuarto piso Edificio Santander

<i>Edificio Santander</i>								
<u>AP</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Descripción Ubicación</u>	<u>SSIDS</u>	<u>PHY Types</u>	<u>Seguridad</u>	<u>Tipo de AP's</u>	<u>Canal</u>	<u>Observaciones</u>
#1	Piso 4	En la puerta de los laboratorios de optometría	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	1	Se sugiere instalar el AP #1 para darle cobertura a los dos laboratorios de optómetra, que no son frecuentados por muchos usuarios, lo que hace es AP adecuado para cubrir este espacio. Vea la Figura 54
#2	Piso 4	Sala de juntas 1 al lado de la sala de juntas 2	Proyeccion social 1	802.11.g	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M2	7	Se sugiere instalar el AP #2 dentro de la sala de juntas 1 para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 54
#3	Piso 4	Sala de juntas 2 dentro de la sala en una esquina	Proyeccion social	802.11.g	WPA2-PSK	UNIFI	13	Se sugiere instalar el AP #3 esto se sustenta en que las características técnicas de este AP son las idóneas para el área que se necesita dar cobertura.
#4	Piso 4	Proyección Social	Acreditacion	802.11.g	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M2	1	Se sugiere instalar el AP #2 dentro en la entrada de esta zona para darle cobertura a gran parte de los usuarios que allí laboran. Vea la Figura 54
#5	Piso 4	Aula 409	USTAWIFI	802.11.g	Open	NANOSTATION M2	7	Se sugiere instalar el AP #5 dentro del aula para garantizar la

								cobertura total de la misma ya que el área es bastante grande. Vea la Figura 54
#6	Piso 4	Aula 408	USTAWIFI	802.11.g	Open	UNIFI	13	Para brindar cobertura a las aulas 407 y 408 se sugiere usar el AP #6, ya que este por sus características técnicas y por las características del área a cubrir es el más idóneo. Vea la Figura 54
#7	Piso 4	Aula 411	USTAWIFI	802.11.g	Open	UNIFI	1	Para brindar cobertura a las aulas 411 y 410 se sugiere usar el AP #7, ya que este por sus características técnicas y por las características del área a cubrir es el más idóneo. Vea la Figura 54
#8	Piso 4	Aula 406	Aula-406	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	7	Se sugiere instalar el AP #8 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 54
#9	Piso 4	Aula 405	Aula-405	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	13	Se sugiere instalar el AP #9 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 54
#10	Piso 4	Aula 401A	Aula 401A	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	1	Se sugiere instalar el AP #10 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 54
#11	Piso 4	Aula 404	Aula-404	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	7	Se sugiere instalar el AP #11 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma.

								Vea la Figura 54
#12	Piso 4	Aula 403	Aula-403	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	13	Se sugiere instalar el AP #12 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 54
#13	Piso 4	Aula 402	Aula-402	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	1	Se sugiere instalar el AP #13 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 54
#14	Piso 4	Aula 401	Aula-401	802.11.g	Open	UNIFI	7	Para brindar cobertura a las aulas 401 y 401B se sugiere usar el AP #14, ya que este por sus características técnicas y por las características del área a cubrir es el más idóneo. Vea la Figura 54

Fuente: Autor del proyecto

La Tabla 24 muestra algunos cambios en la ubicación, en el tipo y en la adición de nuevos AP, de tal forma que se brinde una mejor cobertura en el cuarto piso del edificio Santander, a continuación, en la Figuras 56 y Figura 57 se muestra la cobertura actual y la propuesta de solución para este nivel del edificio en mención.



Figura 56. Cobertura actual del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

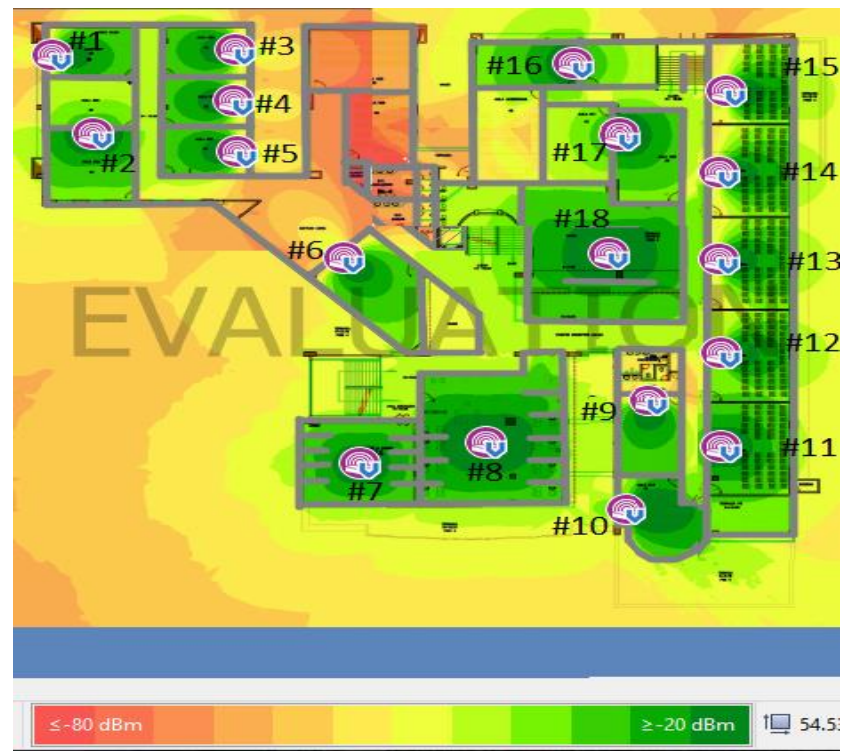


Figura 57. Cobertura diseño de solución del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 25.

Características de los AP para el diseño de solución del quinto piso Edificio Santander

<i>Edificio Santander</i>								
<u>AP</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Descripción Ubicación</u>	<u>SSIDS</u>	<u>PHY Types</u>	<u>Seguridad</u>	<u>Tipo de AP's</u>	<u>Canal</u>	<u>Observaciones</u>
#1	Piso 5	Aula 504	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	1	Se sugiere instalar el AP #1 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 56
#2	Piso 5	Aula 503	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	7	Para brindar cobertura a las aulas 401 y 401B se sugiere usar el AP #2, ya que este por sus características técnicas y por las características del área a cubrir es el más idóneo. Vea la Figura 56
#3	Piso 5	Aula 505	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	13	Se sugiere instalar el AP #3 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 56
#4	Piso 5	Aula 506	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	1	Se sugiere instalar el AP #4 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 56
#5	Piso 5	Aula 507	Mredes	802.11.n	WPA2- Personal	NANOSTATION LOCO M2	7	Se sugiere instalar el AP #5 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 56

#6	Piso 5	Aula 520	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	13	Se sugiere instalar el AP #6 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 56
#7	Piso 5	Posgrados 1	posgrados- p5A	802.11.n	WPA2- PSK	UNIFI	1	Para la sala de posgrados 1 como la cantidad de clientes es bastante grande se sugiere instalar el AP #7 que es un equipo mucho más robusto y que puede cumplir con las necesidades del área a cubrir. Vea la Figura 56
#8	Piso 5	Posgrados 2	posgrados- p5B	802.11.n	WPA2- PSK	NANOSTATION LOCO M900	7	Para la sala de posgrados 2 como la cantidad de clientes es bastante grande se sugiere instalar el AP #8 que es un equipo mucho más robusto y que puede cumplir con las necesidades del área a cubrir. Vea la Figura 56
#9	Piso 5	Aula 515	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION LOCO M2	13	Se sugiere instalar el AP #9 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 56
#10	Piso 5	Aula 514	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION M2	1	Se sugiere instalar el AP #10 dentro del auditorio para garantizar la cobertura total de la misma ya que el área es bastante grande. Vea la Figura 56

#11	Piso 5	Torreón 5	torreones	802.11.g	Open	UNIFI	7	Se sugiere instalar el AP #11 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 56
#12	Piso 5	Torreón 4	torreones	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	13	Se sugiere instalar el AP #12 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 56
#13	Piso 5	Torreón 3	torreones	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	1	Se sugiere instalar el AP #13 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 56
#14	Piso 5	Torreón 2	torreones	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	7	Se sugiere instalar el AP #14 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 56
#15	Piso 5	Torreón 1	torreones	802.11.g	Open	NANOSTATION LOCO M2	13	Se sugiere instalar el AP #15 dentro del aula para garantizar la cobertura total de la misma. Vea la Figura 56
#16	Piso 5	Aula 513	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	1	Para brindar cobertura a las aulas 513 y 513B se sugiere usar el AP #16, ya que este por sus características técnicas y por las características del área a cubrir es el más idóneo. Vea la Figura 56
#17	Piso 5	Aula 510	USTAWIFI	802.11.n	Open	UNIFI	7	Para brindar cobertura a las aulas 511 y 510 se sugiere usar el AP #17, ya que este por sus características técnicas y por las

								características del área a cubrir es el más idóneo. Vea la Figura 56
#18	Piso 5	Sala de profesores	Sala-docentes p5	802.11.n	WPA2-PSK	NANOSTATION LOCO M900	13	Para la sala de posgrados 2 como la cantidad de clientes es bastante grande se sugiere instalar el AP #8 que es un equipo mucho más robusto y que puede cumplir con las necesidades del área a cubrir. Vea la Figura 56

Fuente: Autor del proyecto

Con esta última grafica se da por finalizado el diseño de solución para el edificio Santander, donde se evidencia una mejora significativa en la cobertura con la reubicación e instalación de nuevos AP. Cabe resaltar que el diseño de solución se hizo pensando en mejorar la experiencia de los clientes dentro de un contexto académico, esto quiere decir que no se tomaron espacios como baños, pasillo, ascensor, lockers, etc. observe a continuación la Figura 58 y Figura 59.



Figura 58. Cobertura actual del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

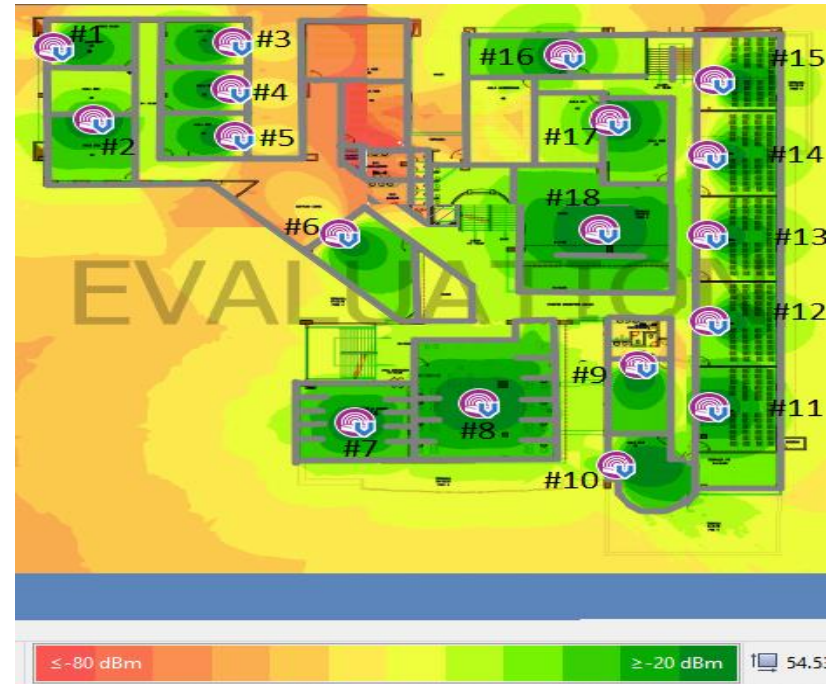


Figura 59. Cobertura diseño de solución del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

7.3 Propuesta de diseño de solución para el edificio Clínicas Odontológicas

Pasa el edificio de las clínicas odontológicas no se propone quitar o adicionar más Access point, porque como se ha mencionado anteriormente la propuesta de solución de conectividad WiFi, está enfocada en garantizar una conectividad WiFi a todos los clientes de la universidad santo tomas en espacios académicos, es decir se excluyen de la propuesta de solución aquellas áreas comunes como pasillos, baños, lockers etc.

En la Tabla 26 que se muestra a continuación se encuentran plasmadas las características de los AP para el diseño de solución propuesto y como debería ser las nuevas ubicaciones de los AP para llegar a cubrir más áreas sin modificar los AP existentes.

Tabla 26.

Características de los AP para el diseño de solución para el edificio de las Clínicas Odontología

<u>Clínicas de Odontología</u>								
<u>AP</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Descripción Ubicación</u>	<u>SSIDS</u>	<u>PHY Types</u>	<u>seguridad</u>	<u>Tipo de AP's</u>	<u>Canal</u>	<u>Observaciones</u>
1	Piso 1	Preclínicas cerámica	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION M2	1	Se sugiere dejar el mismo AP #1, pero modificar la ubicación actual del mismo, y así brindar una mejor cobertura, dentro del área de la clínica. Esta es un área de prácticas odontológicas por lo que no se ve estrictamente necesario garantizar la cobertura total a todos los estudiantes que allí se encuentren.

								Vea la Figura 58
1	Piso 2	Clínica de rehabilitación oral	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION M2	7	Se sugiere dejar el mismo AP #1, pero modificar la ubicación actual del mismo, y así brindar una mejor cobertura, dentro del área de la clínica. Esta es un área de prácticas odontológicas por lo que no se ve estrictamente necesario garantizar la cobertura total a todos los estudiantes en esta área. Vea la Figura 60
1	Piso 3	Clínica de endodoncia	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION M2	13	Se sugiere dejar el mismo AP #1, pero modificar la ubicación actual del mismo, y así brindar una mejor cobertura, dentro del área de la clínica. Esta es un área de prácticas odontológicas por lo que no se ve estrictamente necesario garantizar la cobertura total a todos los estudiantes en esta área. Vea la Figura 62

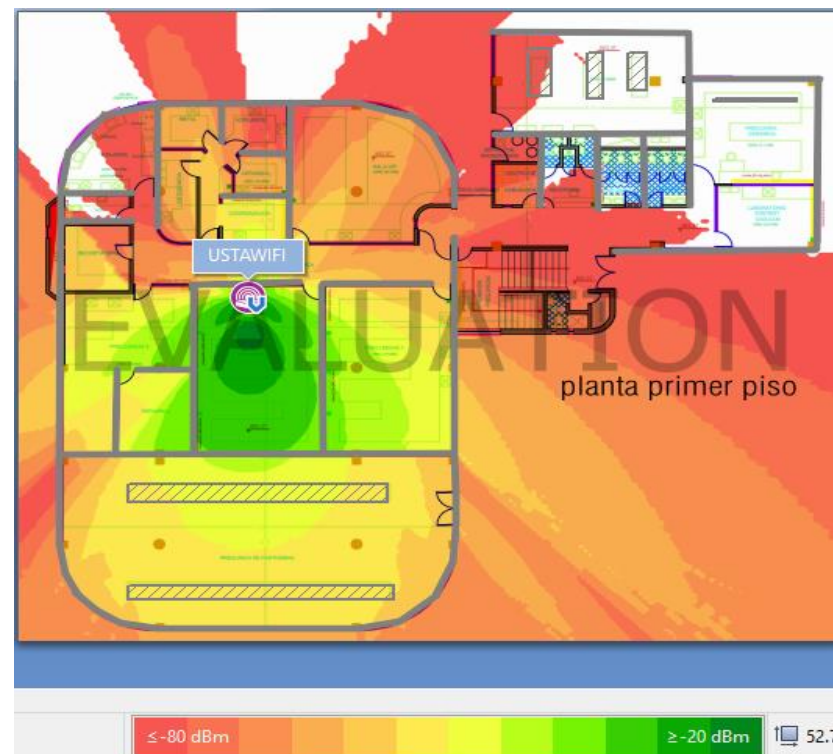
1	Piso 4	Clínica de ortodoncia	USTAWIFI	802.11.n	Open	NANOSTATION M2	1	Se sugiere dejar el mismo AP #1, pero modificar la ubicación actual del mismo, y así brindar una mejor cobertura, dentro del área de la clínica. Esta es un área de prácticas odontológicas por lo que no se ve estrictamente necesario garantizar la cobertura total a todos los estudiantes que allí se encuentren. Vea la Figura 64
---	--------	-----------------------	----------	----------	------	----------------	---	--

Fuente: Autor del proyecto

En la Tabla 26 se evidencian algunos cambios en la ubicación del AP, de tal forma que se brinde una mejor cobertura en el primer piso de las clínicas odontológicas, a continuación, en la Figuras 60 y Figura 61 se muestra la cobertura actual y la propuesta de solución para este nivel del edificio en mención.

**Figura 60. Cobertura actual del primer piso**

Fuente: Autor del proyecto

**Figura 61. Cobertura diseño de solución del primer piso**

Fuente: Autor del proyecto

En la Tabla 26 se evidencian algunos cambios en la ubicación del AP, de tal forma que se brinde una mejor cobertura en el segundo piso de las clínicas odontológicas, a continuación, en la Figura 62 y Figura 63 se muestra la cobertura actual y la propuesta de solución para este nivel del edificio en mención.



Figura 62. Cobertura actual del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

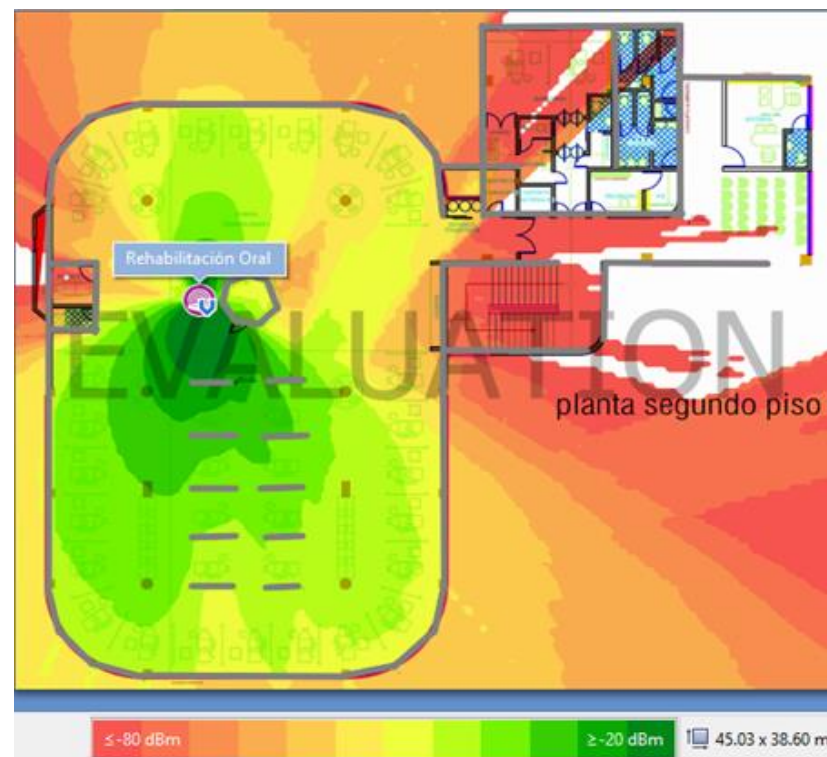


Figura 63. Cobertura diseño de solución del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

En la Tabla 26 se evidencian algunos cambios en la ubicación del AP, de tal forma que se brinde una mejor cobertura en el tercer piso de las clínicas odontológicas, a continuación, en la Figura 64 y Figura 62 se muestra la cobertura actual y la propuesta de solución para este nivel del edificio en mención.

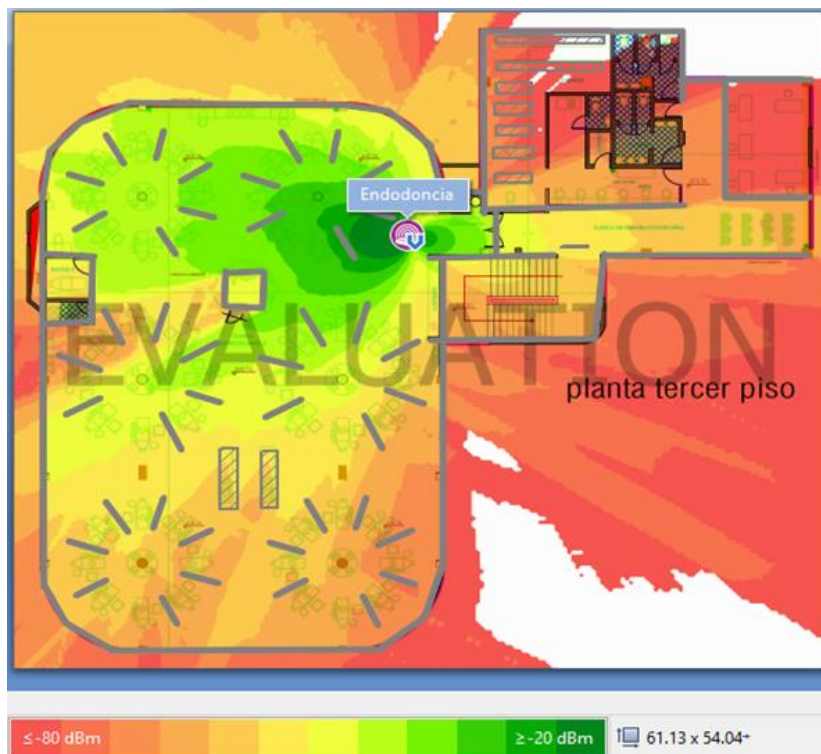


Figura 64. Cobertura actual del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

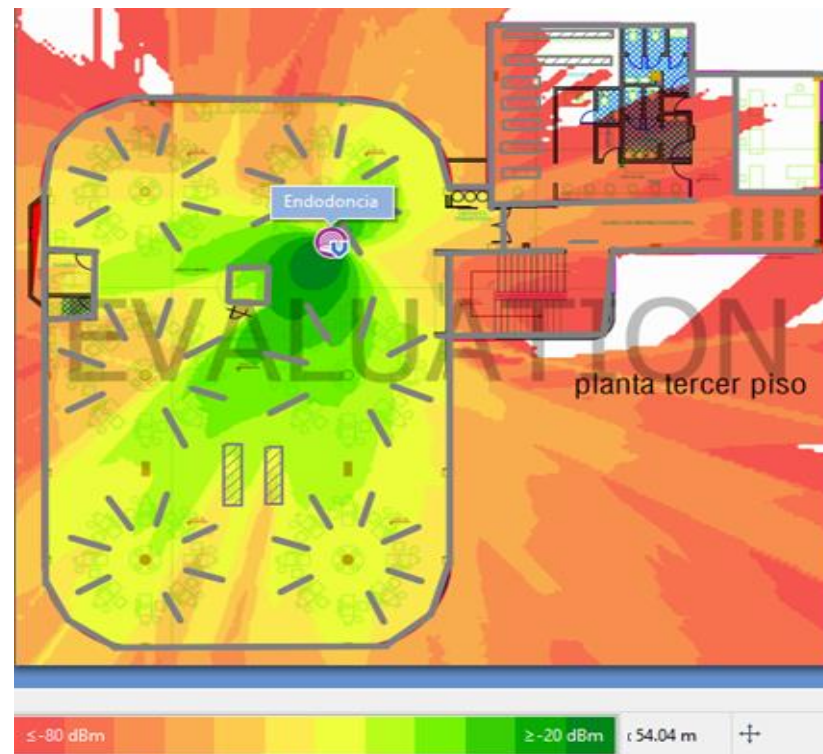


Figura 65. Cobertura diseño de solución del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

En la Tabla 26 se evidencian algunos cambios en la ubicación del AP, de tal forma que se brinde una mejor cobertura en el cuarto piso de las clínicas odontológicas, a continuación, en la Figura 66 y Figura 67 se muestra la cobertura actual y la propuesta de solución para este nivel del edificio en mención.

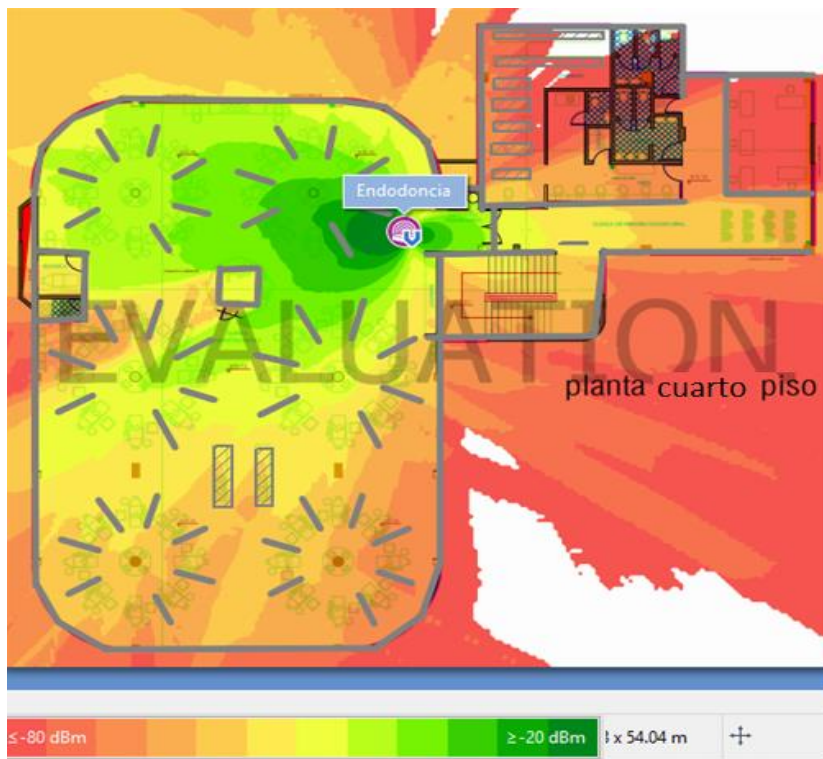


Figura 66. Cobertura actual del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

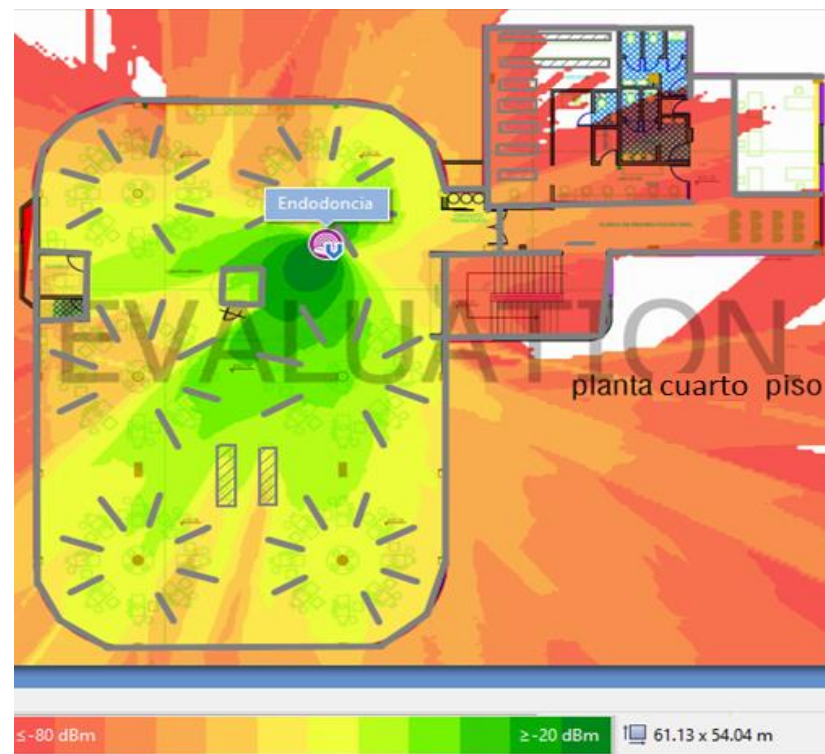


Figura 67. Cobertura diseño de solución del primer piso

Fuente: Autor del proyecto

7.4 Análisis de implementación de la propuesta de solución de conectividad de WiFi

Para la propuesta de solución se pensó en la reutilización y en la reubicación de aquellos Access Point, que por su ubicación y características estaban siendo subutilizados y desperdiciando recursos. Por tal motivo la solución de conectividad se hizo con la redistribución de los equipos ya existentes y la adición de algunos de la misma marca y referencia.

En la Tabla 27 se observa la redistribución por piso dentro de cada edificación, en este caso el edificio Fray Angélico.

Tabla 27.

AP utilizados en la propuesta de diseño de conectividad WiFi edificio Fray Angélico

Edificio Fray Angélico					
UBICACIÓN	NANOSTATION M2	NANOSTATION LOCO M2	NANOSTATION LOCO M900	UNIFI	TOTAL AP / PISO
SOTANO		1	1		2
SEMISOTANO			2	4	6
1 PISO	2			3	5
2 PISO	1		1	3	5
3 PISO	1	2	1	2	6
4 PISO	1	3		3	7
5 PISO		4		4	8
6 PISO		5		4	9
TOTAL AP / Edificio	5	15	5	23	48

Fuente: Autor del proyecto

En la actualidad el Edificio Fray Angélico cuenta con un total de 29 AP, que están distribuidos de la siguiente manera:

- 1 NANOSTATION M2
- 3 NANOSTATION LOCO M2
- 6 NANOSTATION LOCO M900
- 19 UNIFI

En la Tabla 28 se observa la redistribución por piso dentro de cada edificación, en este caso el edificio Santander.

Tabla 28.

AP utilizados en la propuesta de diseño de conectividad WiFi edificio Santander

Edificio Santander					
UBICACIÓN	NANOSTATION M2	NANOSTATION LOCO M2	NANOSTATION LOCO M900	UNIFI	TOTAL AP / PISO
SOTANO	1	3			4
1 PISO		1	1	4	6
2 PISO	1	5		1	7
3 PISO	2	2	1	1	6
4 PISO	1	9		4	14
5 PISO	1	10	2	5	18
TOTAL AP / Edificio	6	30	4	15	55

Fuente: Autor del proyecto

En la actualidad el Edificio Santander cuenta con un total de 53 AP, que están distribuidos de la siguiente manera:

- 10 NANOSTATION M2
- 27 NANOSTATION LOCO M2
- 1 NANOSTATION LOCO M900

- 15 UNIFI

En la Tabla 29 se observa la redistribución por piso dentro de cada edificación, en este caso el edificio Clínicas Odontológicas.

Tabla 29.

AP utilizados en la propuesta de diseño de conectividad WiFi edificio Santander

Clínicas Odontológicas					
LOCACION	NANOSTATION M2	NANOSTATION LOCO M2	NANOSTATION LOCO M900	UNIFI	TOTAL AP / PISO
1 PISO	1				1
2 PISO	1				1
3 PISO	1				1
4 PISO	1				1
TOTAL AP / Edificio	4				4

Fuente: Autor del proyecto

En la actualidad el Edificio Clínicas Odontológicas cuenta con un total de 4 AP, que están distribuidos de la siguiente manera:

- 4 NANOSTATION M2

En resumen, para la propuesta de solución de conectividad de WiFi en el campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga, necesita de 107 AP, en la Tabla 30 que se muestra a continuación se tiene de una forma más específica la distribución de los AP necesarios para este diseño de solución en toda la universidad.

En la actualidad el campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga, cuenta con un total de 86 AP, que están distribuidos de la siguiente manera:

- 15 NANOSTATION M2
- 30 NANOSTATION LOCO M2
- 7 NANOSTATION LOCO M900
- 34 UNIFI

Tabla 30.

APs para el despliegue total en el campus

Total de AP en todo el Campus				
NANOSTATION M2	NANOSTATION LOCO M2	NANOSTATION LOCO M900	UNIFI	Total
15	45	9	38	107

Fuente: Autor del proyecto

En la Tabla 31 se evidencia la diferencia entre la totalidad de AP existentes en todo el campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga, y los AP requeridos para la propuesta de diseño de solución de conectividad WiFi.

Tabla 31.

Diferencia entre AP actuales y AP diseño de solución

Diferencia				
NANOSTATION M2	NANOSTATION LOCO M2	NANOSTATION LOCO M900	UNIFI	Total
0	15	2	4	21

Fuente: Autor del proyecto

Como se observa en la Tabla 31, la adición de nuevos equipos a nivel general en todo el campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga, no es tan grande si se contrasta con el benéfico que este diseño de solución podría traer a la comunidad universitaria.

Para tener un estimado de lo que representaría económicamente la adquisición de los equipos necesarios para la propuesta de solución de conectividad WiFi y para brindar y garantizar una cobertura total en los espacios académicos se consultó a varios proveedores de la marca UBIQUITI y se tomó como mejor opción una distribuidora de esta marca en la ciudad de Cali, cuyo nombre es Macrotics SAS, quien envió una cotización formal de los equipos que se necesita para la propuesta. Vea la figura 68

COD	DESCRIPCION	VR. UNITARIO	CNT	VR. TOTAL
NSM2	2.4GHz Nano MIMO, AIRMAX	254.310	1	254.310
LOCOM2	2.4GHz Loco MIMO, AIRMAX	142.241	1	142.241
UAP-LR	UniFi AP, Long Range	256.034	1	256.034
LOCOM900	900MHz Loco MIMO, AIRMAX	421.552	1	421.552
SUBTOTAL ANTES DE IVA				1.074.137
IVA 16%				171.863
FLETE				0
Valor total a pagar				TOTAL NETO PESOS COP 1.246.000

Figura 68. Cotización Macrotics SAS

Fuente: Autor del proyecto

Multiplicando estos valores por la cantidad de equipos que se necesitan, se obtiene el estimado total para la implementación de la propuesta de solución. Vea la Tabla 32

Tabla 32.

Costos de implementación final

Tipo AP	Precio unitario	Cantidad	Valor Total
NANOSTATION M2	\$ 254,310	0	\$ -
NANOSTATION LOCO M2	\$ 142,241	15	\$ 2,133,615
NANOSTATION LOCO M900	\$ 421,552	2	\$ 843,104
UNIFI	\$ 256,034	4	\$ 1,024,136
		Neto Total	\$ 4,000,855

Fuente: Autor del proyecto

8. Conclusiones

- Con la elaboración de este proyecto se logra identificar la situación actual de la infraestructura de red del campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga, identificando las debilidades como la utilización del mismo canal para AP's con muy poca distancia de separación uno del otro ocasionando solapamiento, Access Point orientados a espacios no utilizables entre otras, y fortalezas como la seguridad para algunos AP's en lugares donde se maneja una información sensible. Posterior al diagnóstico se propone un diseño de solución de conectividad de WiFi para este campus, que está regido por el estándar IEEE 802.11g y IEEE 802.11n, que brinde a los usuarios una mejor experiencia, dando libre y fácil acceso a la red en espacios académicos.
- Con la identificación de los Access Point y las posteriores pruebas realizadas para determinar la cobertura en campus de Floridablanca de la Universidad Santo Tomás, seccional Bucaramanga, se concluye que actualmente existe una mala distribución de los Access Point, teniendo en cuenta que existen zonas donde el patrón de radiación de algunos AP's están abarcando espacios no utilizables como escaleras y vacíos del edificio o que está siendo subutilizado por la poca concurrencia de usuarios, además se observa que varias zonas de la universidad presentan una cobertura limitada lo que genera una caída en el rendimiento total de la red.

- Según las mediciones proporcionadas por el software TamoGraph Site Survey y las confrontadas en campo, se puede observar que en entornos indoor, la cobertura de los AP de la marca UBIQUITI utilizados en este proyecto cubren grandes distancias dependiendo el tipo de AP y con un nivel de señal por encima de los -50 dBm RSSI. Esto cuando se tienen perturbaciones.
- Con el software TamoGraph Site Survey se realizó un estudio de propagación electromagnética, que permitió reubicar de forma aproximada y proponer la ubicación de los nuevos AP's dependiendo de las zonas a cubrir y de las características técnicas del AP seleccionado, esto gracias al entorno de modelamiento de planos que facilita dicho software.

9. Recomendaciones

- La propuesta de diseño de solución que se plantea en este documento fue pensada en la reubicación y adquisición de nuevos AP, pero que estos fueran de la misma marca y de las mismas características técnicas de los existentes. Para un diseño de red se debe tener presente un factor muy importante como es el dimensionamiento de la cantidad de usuarios en un área específica, y para cubrir con esta demanda de clientes se necesitan AP más robustos.
- La seguridad en las redes inalámbricas es vital, es por eso que los AP's que se encuentran en zonas administrativas deben ser redes seguras.
- Por ultimo para descongestionar las redes se debe de implementar un sistema de autenticación, para que solo se tenga un dispositivo móvil por usuario.

Bibliografía

- [1] R. City, «Resnick's City,» 21 Octubre 2010. [En línea]. Available: <https://resnickscity.wordpress.com/2009/10/21/wi-fi-direct-buena-alternativa-al-bluetooth/>. [Último acceso: 22 Junio 2016].
- [2] D. Salgado, «Manejo de redes,» 17 Febrero 2011. [En línea]. Available: <http://dulce-salgado-609-manejo-de-redes.blogspot.com.co/2011/02/estandar-de-la-red-lan-inalambrica.html>. [Último acceso: 22 Junio 2016].
- [3] J. I. Alosno Montes, B. F. Carlos, F. Mellado Garcia y M. Perez Subia, «La Situacion de las Tecnologías WLAN basadas en el Estándar IEEE 802.11 y sus variantes ("WI-FI"),» Colegio Oficia de ingenieros de telecomunicacion , Madrid, 2006.
- [4] J. H. Acuña Ostios y D. C. Aponte Joya, «Análisis en rendimiento en redes WLAN caso estudio». Colombia 2 10 2013.
- [5] J. Barirachina, «observatorio tecnológico,» 30 Junio 2005. [En línea]. Available: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/equipamiento-tecnologico/redes/261-jose-barrachina-bellver>. [Último acceso: 30 Junio 2016].
- [6] U. d. c. l. mancha, «UCLM,» Departamento de Sistemas Informáticos, 22 Enero 2012. [En línea]. Available: http://www.info-ab.uclm.es/labeled/Solar/Comunicacion/Redes_inalambricas/html/02Basics1.html. [Último acceso: 22 Julio 2016].
- [7] P. Lopez, «Imagine Ur World,» 7 Agosto 2013. [En línea]. Available: <http://imagineurworldap2.es.tl/DSSS.htm>. [Último acceso: 13 Julio 2016].
- [8] D. Adan, «sitesgooglecom,» sitesgooglecom, 26 Noviembre 2010. [En línea]. Available: <https://sites.google.com/site/redeslocalesdaniela/medios-de-transmision-no-guiados/infrarrojos>. [Último acceso: 23 Julio 2016].
- [9] UBIQUITI, «UBIQUITI,» 12 Enero 2009. [En línea]. Available: http://dl.ubnt.com/datasheets/nanostationm/nsm_ds_web.pdf. [Último acceso: 28 Julio 2016].
- [10] S. Lederer, C. Müller y C. Timmerer, «Dynamic Adaptative Streaming over HTTP dataset,» de *Proceedings of the ACM Multimedia System Conference* , New York, 2012.

- [11] N. Apellido, «Titulo del articulo en conferencia,» de *Nombre de la conferencia*, Ciudad, 2011.
- [12] O. Alimenti, G. Friedrich, G. Reggiani, S. Tonietti, G. Velásquez y L. Cofré, «Análisis del tiempo de respuesta en entornos de tiempo real sobre el MAC 802.11 e,» *google*, vol. 1, n° 1, p. 40, 2012.
- [13] J. Carracedo Gallardo, «Seguridad en redes Telemáticas,» *Editorial McGraw-Hill.España*, vol. 1, n° 1, p. 23, 2004.
- [14] N. G. Fernández, «Modelo de cobertura en redes inalámbricas basado en radiosidad por refinamiento progresivo,» *Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo*, vol. 1, n° 1, p. 90, 2006.
- [15] R. Flickenger, *Redes inalámbricas en los países en desarrollo: una guía práctica para planificar y construir infraestructuras de telecomunicaciones de bajo costo*, Grab Bretaña: Hacker Friendly LLC, 2008., 2008.
- [16] C. Varela y L. Domínguez, «Redes inalámbricas,» *Google* , vol. 1, n° 1, p. 4, 2002.
- [17] M. E. V. Quiñones, *Calidad y servicio*, Bogotá: Universidad de La Sabana, 2011.