

ANÁLISIS Y REDISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DE LA UNIVERSIDAD SANTO
TOMÁS SEDE PRINCIPAL

JUAN CAMILO MURILLO GACHANCIPÁ
JONATHAN IVÁN RODRÍGUEZ SUÁREZ

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

BOGOTÁ D.C

2019-1

ANÁLISIS Y REDISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DE LA UNIVERSIDAD SANTO
TOMÁS SEDE PRINCIPAL

JUAN CAMILO MURILLO GACHANCIPÁ
JONATHAN IVÁN RODRÍGUEZ SUÁREZ

TUTOR:

ING. MARCO ANTONIO VEGA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
BOGOTÁ
2019-1

NOTA DE ACEPTACIÓN:

Firma del Asesor

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, fecha: día (), mes (), año ()

A nuestros padres por ser el pilar fundamental en todo lo que somos, en toda nuestra educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

AGRADECIMIENTO

Este documento demuestra todo el esfuerzo que se ha logrado a lo largo de nuestra carrera universitaria, del compromiso y la dedicación que esta representó para nosotros, de apoyo incondicional que recibimos de las personas que hicieron parte de este proceso

Agradecemos a nuestros padres, ya que ellos nos han apoyado, motivado y llevado por el camino del bien. Sin ellos no hubiera sido posible esto.

A nuestros compañeros de la facultad de Ingeniería Electrónica, ya que con ellos compartimos este proceso y nos han brindado un gran apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles de esta carrera.

A nuestros docentes, por brindarnos el apoyo y conocimiento que a diario aprendimos en sus aulas de clase, necesarios para formarnos como profesionales y como personas.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
JUSTIFICACIÓN.....	16
OBJETIVOS:.....	17
OBJETIVO GENERAL	17
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
MARCO TEÓRICO	18
ESTADO ACTUAL DE LAS REDES INALÁMBRICAS.....	18
RED INALÁMBRICA DE ÁREA LOCAL.....	19
TOPOLOGÍAS DE LA RED INALÁMBRICA	21
WPAN.....	21
WLAN	21
WMAN.....	22
WWMAN.....	22
INTENSIDAD DE SEÑAL.....	23
DISEÑO Y EJECUCIÓN DEL PROYECTO	24
ESTUDIO DE LA RED INALÁMBRICA IMPLEMENTADA EN LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS.....	25
ANTECEDENTES.....	25
SOFTWARE	25
DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA RED INALÁMBRICA DE LA UNIVERSIDAD ..	32
EDIFICIO FRAY ALBERTO ARIZA (EDIFICIO A).....	35
PRIMER PISO.....	35
SEGUNDO PISO.....	36
TERCER PISO	38
CUARTO PISO.....	39
EDIFICIO LUIS J. TORRES.....	40
PRIMER PISO.....	40
SEGUNDO PISO.....	41
TERCER PISO	42
CUARTO PISO.....	44

QUINTO PISO.....	45
SEXTO PISO	46
SÉPTIMO PISO.....	47
EDIFICIO GREGORIO XIII (EDIFICIO C).....	48
PRIMER PISO.....	48
SEGUNDO PISO.....	49
TERCER PISO	51
CUARTO PISO.....	52
QUINTO PISO.....	53
SEXTO PISO	55
EDIFICIO ANGEL CATALAYUD GUERRI, O.P (EDIFICIO F)	56
PRIMER PISO.....	56
SEGUNDO PISO.....	57
TERCER PISO	58
ANÁLISIS DE LA RED MEDIANTE LA APLICACIÓN MÓVIL WIFI ANALYZER.....	60
DISEÑO PROPUESTO DE LA RED INALÁMBRICA DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS	60
SIMULACIONES MEDIANTE EL SOFTWARE EKAHAU.....	60
EDIFICIO FRAY ALBERTO ARIZA	60
PRIMER PISO.....	60
SEGUNDO PISO.....	61
TERCER PISO	62
CUARTO PISO.....	63
EDIFICIO LUIS J. TORRES	63
PRIMER PISO.....	63
SEGUNDO PISO.....	64
TERCER PISO	65
CUARTO PISO.....	66
QUINTO PISO.....	66
SEXTO PISO	67
SÉPTIMO PISO.....	67
EDIFICIO GREGORIO XIII.....	68
PRIMER PISO.....	68
SEGUNDO PISO.....	69

TERCER PISO	70
CUARTO PISO.....	71
QUINTO PISO.....	72
SEXTO PISO	73
EDIFICIO ANGEL CATALAYUD GUERRI, O.P.....	74
PRIMER PISO.....	74
SEGUNDO PISO.....	74
TERCER PISO	75
RESULTADOS DEL PROYECTO, FALENCIAS ENCONTRADAS	76
EDIFICIO FRAY ALBERTO ARIZA	76
PRIMER PISO.....	76
SEGUNDO PISO.....	77
TERCER PISO	77
CUARTO PISO.....	78
EDIFICIO LUIS J. TORRES:	79
PRIMER PISO.....	79
SEGUNDO PISO.....	80
TERCER PISO	80
CUARTO PISO.....	81
QUINTO PISO.....	81
SEXTO PISO	82
SEPTIMO PISO.....	83
EDIFICIO GREGORIO XIII.....	83
PRIMER PISO.....	83
SEGUNDO PISO.....	84
TERCER PISO	85
CUARTO PISO.....	85
QUINTO PISO.....	86
SEXTO PISO	87
EDIFICIO ANGEL CATALAYUD GUERRI O.P	88
PRIMER PISO.....	88
SEGUNDO PISO.....	88
TERCER PISO	89

COTIZACIÓN.....	90
IMPACTO SOCIAL	91
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES	94
REFERENCIAS.....	95
ANEXOS.....	99
ANEXO 1: PRUEBAS DE COBERTURA DE LA RED INALÁMBRICA DE LA UNIVERSIDAD	
SANTO TOMÁS SEDE PRINCIPAL	99
OBJETIVOS.....	99
PROCEDIMIENTO	99
CONCLUSIONES	113
BIBLIOGRAFÍA.....	113
ANEXO 2: COTIZACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED INALAMBRICA	
PROPUESTA:.....	114
OPCIÓN 1 – CONTROLADORA FÍSICA.....	114
OPCIÓN 2 – CONTROLADORA VIRTUAL	115
OPCIONAL – SOPORTE DE LA SOLUCIÓN	115
ANEXO 3: RUCKUS R510.....	117
ANEXO 4: NÚMERO DE ESTUDIANTES DE LA SEDE CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD	
SANTO TOMÁS 2017-2	6

TABLA DE FIGURAS

Figure 1 - Valores de potencia de la red inalámbrica requeridos para ciertas actividades.	24
Figure 2 - Tabla de ventajas, desventajas y precios de los softwares.	31
Figure 3 - Ubicación actual primer piso A (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura.	36
Figure 4 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al primer piso del edificio A.	36
Figure 5 - Ubicación actual segundo piso A (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura.	37
Figure 6 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al segundo piso del edificio A.	37
Figure 7 - Ubicación actual tercer piso A (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura.	38
Figure 8 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al tercer piso del edificio A.	38
Figure 9 - Ubicación del auditorio Torreón, cuarto piso del edificio Fray Alberto Ariza.....	39
Figure 10 - Ubicación actual primer piso B (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura.	40
Figure 11 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al primer piso del edificio B.	40
Figure 12 - Ubicación actual AP Segundo Piso B (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).	42
Figure 13 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al segundo piso del edificio B.....	42
Figure 14 - Ubicación actual AP tercer Piso B (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).	43
Figure 15 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al tercer piso del edificio B.....	43
Figure 16 - Ubicación actual AP cuarto Piso(izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).	44
Figure 17 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al cuarto piso del edificio B.....	45
Figure 18 - Ubicación actual AP quinto Piso B (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).	45
Figure 19 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al primer piso del edificio B.	46
Figure 20 - Ubicación actual AP sexto piso B (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).	46
Figure 21 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al sexto piso del edificio B.....	47
Figure 22 - Ubicación actual AP séptimo piso B (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).	47
Figure 23 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al séptimo piso del edificio B.	48
Figure 24 - Ubicación actual AP primer piso del C.	48
Figure 25 - señalización de lugares con poca o nula cobertura del primer piso del C.	48
Figure 26 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al primer piso del edificio C.	49
Figure 27 - Ubicación actual AP segundo piso del C.	50
Figure 28 - señalización de lugares con poca o nula cobertura del segundo piso del C.	50
Figure 29 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al segundo piso del edificio C.....	50

Figure 30 - Ubicación actual AP tercer piso del C.	51
Figure 31 - señalización de lugares con poca o nula cobertura del tercer piso del C.	51
Figure 32 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al tercer piso del edificio C.....	52
Figure 33 - Ubicación actual AP cuarto piso del C.	52
Figure 34 - señalización de lugares con poca o nula cobertura del cuarto piso del C.	53
Figure 35 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al cuarto piso del edificio C.....	53
Figure 36 - Ubicación actual AP quinto piso del C.	54
Figure 37 - señalización de lugares con poca o nula cobertura del quinto piso del C.	54
Figure 38 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al quinto piso del edificio C.....	54
Figure 39 - Ubicación actual AP sexto piso del C.	55
Figure 40 - señalización de lugares con poca o nula cobertura del sexto piso del C.	55
Figure 41 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al sexto piso del edificio C.....	56
Figure 42 - Ubicación actual AP primer piso F (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).	56
Figure 43 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al primer piso del edificio F.....	57
Figure 44 - Ubicación actual AP segundo piso F (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).	58
Figure 45 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al segundo piso del edificio F.....	58
Figure 46 - Ubicación actual AP tercer piso F (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).	59
Figure 47 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al tercer piso del edificio F.....	59
Figure 48 - Diseño propuesto para el primer piso del edificio A (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).....	61
Figure 49 - Diseño propuesto para el segundo piso del edificio A (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).....	61
Figure 50 - Diseño propuesto para el tercer piso del edificio A (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).....	62
Figure 51 - Diseño propuesto para el cuarto piso del edificio A (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).....	63
Figure 52 - Diseño propuesto para el primer piso del edificio B (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).....	64
Figure 53 - Diseño propuesto para el segundo piso del edificio B (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).....	65
Figure 54 - Diseño propuesto para el tercer piso del edificio B (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).....	65
Figure 55 - Diseño propuesto para el cuarto piso del edificio B (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).....	66
Figure 56 - Diseño propuesto para el quinto piso del edificio B (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).....	66
Figure 57 - Diseño propuesto para el sexto piso del edificio B (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).....	67

Figure 58 - Diseño propuesto para el séptimo piso del edificio B (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).....	68
Figure 59 - Diseño propuesto para el primer piso del edificio C.	68
Figure 60 - gráfico de intensidad de señal para el diseño propuesto del primer piso del C.	69
Figure 61 - Diseño propuesto para el segundo piso del edificio C.....	69
Figure 62 - gráfico de intensidad de señal para el diseño propuesto del segundo piso del C.	70
Figure 63 - Diseño propuesto para el tercer piso del edificio C.....	70
Figure 64 - gráfico de intensidad de señal para el diseño propuesto del tercer piso del C.	70
Figure 65 - Diseño propuesto para el cuarto piso del edificio C.	71
Figure 66 - gráfico de intensidad de señal para el diseño propuesto del cuarto piso del C.....	71
Figure 67 - Diseño propuesto para el quinto piso del edificio C.....	72
Figure 68 - gráfico de intensidad de señal para el diseño propuesto del quinto piso del C.	72
Figure 69 - Diseño propuesto para el sexto piso del edificio C.....	73
Figure 70 - gráfico de intensidad de señal para el diseño propuesto del sexto piso del C.	73
Figure 71 - Diseño propuesto para el primer piso del edificio F (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).....	74
Figure 72 - Diseño propuesto para el segundo piso del edificio F (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).....	74
Figure 73 - Diseño propuesto para el tercer piso del edificio F (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).....	75
Figure 74 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el primer piso del A.	76
Figure 75 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el segundo piso del A.....	77
Figure 76 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el tercer piso del A.	78
Figure 77 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el cuarto piso del A.....	78
Figure 78 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el primer piso del B.	79
Figure 79 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el segundo piso del B.....	80
Figure 80 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el tercer piso del B.....	80
Figure 81 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el cuarto piso del B.	81
Figure 82 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el quinto piso del B.....	82
Figure 83 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el sexto piso del B.....	82
Figure 84 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el séptimo piso del B.	83

Figure 85 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (arriba) frente al diseño propuesto (abajo) para el primer piso del C.....	84
Figure 86 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (arriba) frente al diseño propuesto (abajo) para el segundo piso del C.....	84
Figure 87 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (arriba) frente al diseño propuesto (abajo) para el tercer piso del C.....	85
Figure 88 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (arriba) frente al diseño propuesto (abajo) para el cuarto piso del C.....	86
Figure 89 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (arriba) frente al diseño propuesto (abajo) para el quinto piso del C.....	86
Figure 90 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (arriba) frente al diseño propuesto (abajo) para el sexto piso del C.....	87
Figure 91 -Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el primer piso del F.....	88
Figure 92 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el segundo piso del F.....	89
Figure 93 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el tercer piso del F.....	89

INTRODUCCIÓN

La Universidad Santo Tomás es una de las instituciones educativas más antiguas de Colombia, teniendo una trayectoria a lo largo de los años y siendo certificada como institución de alta calidad. Gracias a estos méritos, los estudiantes de la capital y municipios colombianos que inician sus estudios de educación superior buscan entrar a esta Universidad.

Conocida como el primer claustro universitario de Colombia, surge como institución de educación gracias a la orden de predicadores el 13 de junio de 1580. Ha sido conocida por formar a grandes figuras de la historia colombiana, como lo son: Camilo Torres, famoso por el “Memorial de Agravios”, Francisco José de Caldas, Francisco de Paula Santander y Atanasio Girardot, famoso por su papel en la época de la independencia.

Por un acto administrativo de carácter dictatorial impuesta desde la presidencia de Colombia a cargo del general Tomás Cipriano de Mosquera, la Universidad se clausuró en el año 1863, pero, fue restaurada por la Provincia de San Luis Bertrán de Colombia de la orden de predicadores el 7 de marzo de 1965, siendo llamada Universidad Santo Tomás de Colombia, con personería mediante la resolución No. 3645 del 6 de agosto de 1965.

Actualmente, la sede principal de la institución está ubicada en la ciudad de Bogotá, pero con el ánimo de expandir su misión institucional de formar profesionales éticos y creativos, se ha trasladado a ciudades importantes a lo largo del territorio colombiano, abriendo sedes en Bucaramanga (1973), Tunja (1996), Medellín (1997) y Villavicencio (2007). También cuenta con sedes de educación a larga distancia en municipios y ciudades, esto con el fin de formar profesionales desde sus sedes y facilitar el ingreso a esta institución.

Hoy en día la institución cuenta con varias herramientas (salas de cómputo ubicadas en el 4 piso del edificio Gregorio XIII, laboratorios ETM ubicados en segundo piso del edificio Gregorio XIII, laboratorios de ingenierías y ciencias básicas, ubicados en el tercer piso del edificio Angel Calatayud Guerri, además de las plataformas virtuales como lo son

Moodle, SAC y el correo institucional) y lugares de trabajo o estudio, como lo son la biblioteca (ubicada en los pisos 5, 6 y 7 del edificio Luis J. Torres), 3 cafeterías (2 ubicadas en el primer y segundo piso del edificio Luis J. Torres y otra ubicada en el primer piso del edificio Fray Alberto Ariza), los diferentes auditorios que están distribuidos en toda la sede central (Aula Magna, auditorio Fundadores, auditorio Guillermo León Valencia, auditorio José Luis Sanz Tena, auditorio Ignacio Aguilar Zuluaga, entre otros).

Como parte de los servicios que presta la Universidad hacia las personas que la conforman, se encuentra el acceso a internet mediante una red inalámbrica dispuesta para aprovechar todas las ventajas que el uso del internet brinda.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proyecto de estudio de la red inalámbrica de la Universidad Santo Tomás sede principal nace de la necesidad del mejoramiento de la conexión a las redes inalámbricas del personal que pertenece a la institución, tanto estudiantes como administrativos, ya que al momento de su uso en la mayoría de los espacios de la Universidad (cafeterías, biblioteca, laboratorios y aulas de clase) no se cuenta con una buena experiencia de navegación por la ubicación de los AP y el alcance que brindan los mismos y, al ser los lugares más concurridos por los estudiantes durante los periodos académicos. Por otro lado, se pretende analizar la cobertura de la red inalámbrica en la institución y ubicación de los AP con el fin del aprovechamiento de las tecnologías de la información en la red inalámbrica y evitar la intermitencia de conectividad de que se presenta de la red hacia el usuario. Actualmente existen puntos en la Universidad en donde la conectividad es en términos hablados buena, y en otras donde prácticamente es nula (estos lugares se mencionan más adelante), lo que causa que cualquier usuario que esté conectado a la red y se dirija a otro punto de la Universidad pierda su conexión o se vuelva intermitente o lenta, por la mala ubicación de los AP y mala cobertura por parte de estos. Por otro lado, el gran número de los estudiantes (10.747¹ estudiantes aproximadamente en la sede principal, en periodos académicos) que hacen parte de esta institución, generan congestión en la navegación causada por la cantidad de dispositivos que se conectan a la red, haciendo que la velocidad baje (ancho de banda) y genere una sensación de que la red de la Universidad no es la más agradable para navegar.

¹ Departamento de registro y control Universidad Santo Tomás.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, estar conectados a Internet más que un privilegio es una necesidad². Anteriormente, pocas personas aprovechaban las ventajas del internet; hoy en día, cualquier persona con un Smartphone o un computador puede verificar el estado del clima, su cuenta de correo, ver videos en alta definición, entre muchas otras funciones. Por ende, es muy importante tener una buena cobertura de una red inalámbrica para el aprovechamiento de esta, debido a la creciente evolución de las tecnologías, los usuarios de las redes inalámbricas se han vuelto más exigentes en cuanto a la rapidez y calidad del servicio. De esta manera, además de la innovación y el diseño han pasado a tener una gran importancia en el mundo actual.³

Es necesario que se cuente con una buena red inalámbrica en la Universidad, ya que al ser un gran número de estudiantes (10747 aproximadamente en periodos académicos) y administrativos en la institución, la demanda a dispositivos conectados a internet también aumenta, por eso se busca realizar un estudio a la red que actualmente se usa en el claustro para verificar su cobertura, las atenuaciones de la estructura que evitan que la red cubra algunas zonas de la Universidad, la ubicación de los AP usados en esta red y proponer una mejora a esta, para que tanto estudiantes y administrativos tengan una mejora en la experiencia de la navegación a internet que la red que la Universidad brinda.

Por esta razón, surge la necesidad del estudio y análisis de la red inalámbrica de la sede principal de la Universidad en Bogotá, haciendo énfasis en la cobertura y la posición de los AP inalámbricos para mejorar la experiencia de navegación, ya que se observan fallos en algunos lugares de la institución donde la cobertura es poca o nula, haciendo que no todos los clientes de esta red puedan navegar cómodamente⁴. Con un nuevo diseño

²(Luis Horacio Agudelo Ríos, 2001)

³ (Elizabeth García Hernández, 2014)

⁴ (Murillo J.C, Rodríguez J.I, s.f.)

permitirá a la comunidad tomasina acceder a la red inalámbrica de tal manera que su respuesta a la hora de navegar sea satisfactoria.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar una red inalámbrica para la Universidad Santo Tomás sede principal con el fin de mejorar la cobertura a toda la comunidad estudiantil y administrativa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una medición de campo a nivel de cobertura usando la aplicación móvil Wifi Analyzer, en la que se evalúe el estado actual de la red inalámbrica de la sede central de la Universidad Santo Tomás.
- Analizar el nivel de cobertura e intensidad de la red actual mediante el software Ekahau, utilizando los planos de los edificios que componen la sede central y la ubicación de los AP.
- Generar mapas de calor, nivel de intensidad y cobertura del estado de la red actual y el diseño que se propone utilizando el software Ekahau.
- Plantear un nuevo diseño donde se mejore el nivel de cobertura de la red actual, comparando los mapas de calor y gráficos de cobertura obtenidos del software Ekahau.

MARCO TEÓRICO

A continuación, se muestra una síntesis teórica acerca del diseño de la red inalámbrica para la Universidad Santo Tomás sede principal, conceptos teóricos que se encuentran involucrados con el trabajo realizado, demostrando el porqué de la utilización de los elementos y herramientas que se implementarán.

ESTADO ACTUAL DE LAS REDES INALÁMBRICAS

Las redes de área local inalámbricas (WLAN) son un sistema de comunicación que recibe y transmite datos utilizando ondas electromagnéticas en lugar del cable coaxial o fibra óptica que es usado en las redes LAN convencionales, y que además proporciona conectividad inalámbrica de igual a igual (peer to peer) dentro de una edificación, zona residencial o en un área de cobertura.⁵

Hoy en día, las redes Inalámbricas de área local se han convertido en una opción para la conectividad a Internet, tanto es el auge que se están implementando en lugares tales como oficinas, residencias, lugares empresariales, entre otros; Convirtiéndose en una herramienta en cuanto a las redes cableadas tipo Intranet, sino también en una alternativa para su reemplazo.

Una de las ventajas más predominantes al usar este tipo de redes es la facilidad y rapidez de su instalación, la movilidad del usuario con equipo portátil, móvil y/o Tablet a cualquier lado, por otro lado, cabe resaltar que la red Inalámbrica puede llegar a lugares donde el cableado sea quizás inaccesible. Por estas razones, la red inalámbrica se convierte en una implementación más simple debido a que se evita el cableado; adquiere una sencillez

⁵ CAPÍTULO 3: REDES INALÁMBRICAS DE AREA LOCAL (WLAN). (s.f.-b)., de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11761/fichero/Volumen1%252F7-Cap%C3%ADtulo3+-+Redes+inal%C3%A1mbricas+de+%C3%A1rea+local+%28WLAN%29.pdf>

para añadir usuarios al sistema sin necesidad de instalar un punto adicional de conexión, como es el caso de las redes cableadas.⁹

Para las redes inalámbricas hay que tener en cuenta ciertas desventajas, donde la que más resalta es la velocidad limitada que va entre 1 a 54 Mbps, y por otro lado la falta de protocolos en cuanto a la inseguridad en las redes inalámbricas.⁶ La desventaja más saltante en las redes Inalámbricas de área local hoy en día es la poca seguridad con la que se diseñan las mismas, pues es bastante sencillo como personas no autorizadas pueden acceder a redes inalámbricas con pocas medidas de seguridad, dando posibilidad a que estas personas accedan a nuestra información⁷.

Pero gracias al resultado del gran esfuerzo por mejorar la seguridad e inalterabilidad de los paquetes de información, nuevos protocolos y métodos de protección han ido sucediéndose, comenzando con la restricción de direcciones MAC (Media Access Control), el protocolo WEP (Wired Equivalent Privacy), el método de autenticación LEAP usado por la marca CISCO, y por último una mezcla de estándares y protocolos que involucra encriptación, autenticación y corresponde uno de los métodos más seguros en la actualidad: WPA (Wi-Fi Protected Access) y el uso de un servidor RADIUS para autenticación de usuarios⁸.

RED INALÁMBRICA DE ÁREA LOCAL

Una Red de Área Local Inalámbrica o más conocida como WLAN es básicamente un sistema de transferencia y comunicaciones de datos que no requiere que las computadoras que la componen tengan que entra cableadas entre sí, ya que todo el tráfico de datos entre las mismas se realiza a través de ondas de radio, esta tecnología

⁶ CAPÍTULO 3: REDES INALÁMBRICAS DE AREA LOCAL (WLAN). (s.f.-b)

⁷ ("<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/8798/monografia.pdf>", 2010)

⁸ ("Diseño de una red local inalámbrica utilizando un sistema de seguridad basado en los protocolos WPA y 802.1X para un complejo hotelero, Ilich Hernan Liza, 2007")

está normada bajo el estándar 802.11 de la IEEE y se encuentra situada entre las tecnologías inalámbricas de mediano alcance⁵.

Entre las características más importantes de las redes inalámbricas se pueden mencionar:

Movilidad: permite transmitir información en tiempo real en cualquier lugar de la organización o empresa a cualquier usuario. Esto supone mayor productividad y posibilidades de servicio⁹. **Facilidad de instalación:** al no usar cables, se evitan obras

para tender cable por muros y techos, mejorando así el aspecto y la estética de los locales, y reduciendo el tiempo de instalación. También permite el acceso instantáneo a usuarios temporales de la red.

Originalmente las redes WLAN fueron diseñadas para el ámbito empresarial. Sin embargo, en la actualidad han encontrado una gran variedad de escenarios de aplicación, tanto en el ámbito residencial como en entornos públicos y privados. Las aplicaciones más típicas de las redes inalámbricas que se pueden encontrar actualmente son las siguientes:¹³

- Redes corporativas: AP distribuidos en varias áreas de la empresa conforman una red autónoma y complementan a una LAN cableada, se usa para la alta densidad de tráfico y altas exigencias de nivel de seguridad.
- Redes libres: Este tipo de WLANs proporciona acceso público de banda ancha de manera gratuita, sin ánimo de lucro. Tener en cuenta que se necesita múltiples AP para garantizar la cobertura en toda el área.
- Redes locales para situaciones de emergencia o congestión de la red cableada.
- Implementación de redes de área local en zonas de difícil acceso y en general en entornos donde la solución cableada es inviable.

⁹ ("Diseño y requisitos de una red local inalámbrica, Arnulfo Dahua, 2011")

- Posibilidad de reconfiguración de la topología de la red sin añadir costes adicionales. Esta solución es muy típica en entornos cambiantes que necesitan una estructura de red flexible que se adapte a estos cambios.

TOPOLOGÍAS DE LA RED INALÁMBRICA

Las topologías inalámbricas se basan primordialmente en la forma en que se comunican los dispositivos y no en el medio de comunicación. Existen cuatro tipos de topologías los cuales se mencionan a continuación¹⁴:

WPAN

Las redes inalámbricas de área personal WPAN por sus siglas en inglés *Wireless Personal Area Network* son redes que comúnmente cubren distancias del orden de los 10 metros como máximo, normalmente utilizadas para conectar varios dispositivos portátiles personales. Esta comunicación de dispositivos peer-to-peer normalmente no requiere de altos índices de transmisión de datos¹⁰. Una conexión hecha a través de una WPAN involucra muy poca o nula infraestructura.

El tipo de ámbito y los relativos bajos índices de datos tienen como resultado un bajo consumo de energía haciéndola adecuada para el uso con dispositivos móviles pequeños como cámaras digitales, PDAs, teléfonos celulares, impresoras.

WLAN

Como lo indica sus siglas (Wireless Local Area Network) por lo general cubren distancias entre 10 y 100 metros con una menor potencia de transmisión que a menudo permite el

¹⁰ (“Modelo de cobertura para redes inalámbricas de interiores, José Luis Camargo”)

uso de bandas de frecuencia sin licencia, tienen índices de transmisión de hasta 11 Mbps y una plataforma más robusta¹¹.

WMAN

Las redes inalámbricas de área metropolitana, WMAN (Wireless Metropolitan Area Network) también se conoce como bucle local inalámbrico (WLL, Wireless Local Loop). Las WMAN se basan en el estándar IEEE 802.16. Esta tecnología utiliza técnicas basadas en el estándar de comunicaciones WiMAX, además de ofrecer buena cobertura, una de sus ventajas es el costo de implementación, ya que se elimina el cableado Ethernet y conexiones físicas entre nodos, pero también tiene una desventaja considerable, de modo que este tipo de red necesita una seguridad mucho más exigente y robusta para evitar a los intrusos. Los bucles locales inalámbricos ofrecen una velocidad total efectiva de 1 a 10 Mbps, con un alcance de 4 a 10 kilómetros, algo muy útil para compañías de telecomunicaciones¹².

WWMAN

Las redes inalámbricas de área extensa, WWAN¹³ (Wireless Wide Area Network) tiene el alcance más amplio de todas las redes inalámbricas. Por esta razón, todos los teléfonos móviles están conectados a una red inalámbrica de área extensa. Las tecnologías principales son:

- GSM: Global System for Mobile Communication.
- GPRS: *General Packet Radio Service*.

¹¹ ("CAPÍTULO 3: REDES INALÁMBRICAS DE AREA LOCAL (WLAN)", s.f.-b)

¹² ("<http://tiposderedessac.blogspot.com/2017/04/red-wman.html>")

¹³ ("REDES INALAMBRICAS DE ÁREA EXTENSA (WWAN), 2013)

- UMTS: Universal Mobile *Telecommunication System*.

INTENSIDAD DE SEÑAL

La intensidad de señal es el nivel de potencia de la red inalámbrica, la cual es recibida por el cliente inalámbrico (usuario). Es importante saber, que mientras la intensidad de señal sea más fuerte, la confiabilidad de las conexiones aumentará y se tendrá una mayor velocidad al navegar¹⁴.

Esta se representa en formato –dBm (de 0 a -100), siendo esta la relación de potencia en decibelios (dB) de la potencia que se mide en referencia a un milivatio. En pocas palabras, cuando el valor es más cercano a cero (0), se tendrá una señal más fuerte. A continuación, se muestran los valores requeridos para ciertas actividades (cada uno resaltado por su respectivo color):

Intensidad de señal		Requerido para
-60 dBm	Potencia de señal mínima para aplicaciones que requieren una entrega de paquetes muy confiable y oportuna.	VoIP / Video
-65 dBm	Fuerza de señal mínima para la entrega confiable de paquetes.	Correo electrónico, surfing básico
-70 dBm	Potencia mínima de la señal para conectividad básica. La entrega de paquetes puede ser poco confiable.	N/A
-80 dBm	Mayormente ruido de fondo. Cualquier funcionalidad es muy improbable.	N/A

¹⁴ ("Why is almost everything negative in Wireless?", 2018)

Figure 1 - Valores de potencia de la red inalámbrica requeridos para ciertas actividades.

DISEÑO Y EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Como se ha comentado en los anteriores ítems, el objetivo del proyecto es diseñar una red inalámbrica para la Universidad Santo Tomás sede central, siendo esta la solución a la gran problemática que se ha venido presentando para el personal que pertenece a esta, por la poca o nula conexión a la red que está implementada en la institución ya sea por la ubicación de los AP o por el poco alcance de estos, brindándole tanto a estudiantes como administrativos un servicio de alta calidad, de modo que permita el acceso a internet a través de la red que se pretende diseñar, permitiendo el ingreso a la plataforma de la universidad (Moodle), correo electrónico y demás aplicaciones que permitan el desarrollo del aprendizaje y del trabajo del personal de la institución.

Para llevar a cabo este proyecto, primero se analiza el rendimiento de la red de la Universidad que está implementada. Se busca en la sede principal, aquellos lugares en donde la señal es poca o nula, para revisar el alcance y la ubicación de los AP, para así determinar si en este lugar esta mala conexión se está dando ya sea por una mala ubicación del router o el poco alcance de la señal de este.

Siguiente a esto, se realiza el estudio usando la aplicación móvil *WIFI analyzer*, para revisar en qué puntos de la universidad existe poca o nula cobertura.

Seguido a esto se solicita los planos de la Universidad al área de planta física, para el diseño de la red inalámbrica mediante el software Ekahau. En este se ingresan dichos planos para comenzar el diseño de la red, teniendo en cuenta el rendimiento y capacidad que la red necesite para abastecer la demanda de usuarios que en la Universidad se genere. Además de esto, el software indica dónde se deben instalar y como se deben

configurar los puntos de acceso, prediciendo con alta exactitud la cobertura de la red, el rendimiento y la capacidad de esta.

Luego se crea una lista mediante el software donde se incluyan todos los materiales para implementar la red, teniendo en cuenta los resultados obtenidos por el software mediante los mapas de cobertura y rendimiento, que incluyen datos de capacidad y un mapa de la red completo.

Siguiente a esto, se realiza un análisis del espectro de la red que se diseñó mediante las herramientas del software, para observar si existen problemas de interferencia, para así minimizarlos y solucionarlos.

ESTUDIO DE LA RED INALÁMBRICA IMPLEMENTADA EN LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

ANTECEDENTES

utilizando la aplicación móvil *WIFI Analyzer* (*¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.*), mediante la cual se estudió el estado de los cuatro edificios que componen la sede principal de la universidad (edificios Fray Alberto Ariza, Luis J. Torres, Gregorio XIII y Angel Catalayud Guerri O.P).

SOFTWARE

Para realizar las simulaciones del estado actual de la red y plantear un nuevo diseño, fue necesario buscar un software que permitiera cargar los planos de los edificios que componen la sede principal de la Universidad y obtener la información necesaria para detallar cuales son las posibles fallas que se presentan en la red actual. Dentro de las opciones que se encontraron, se analizaron los siguientes:

NETSPOT

Netspot¹⁵ es una herramienta que permite analizar redes inalámbricas, detectando puntos de acceso de la red y determinando cuáles serían los lugares estratégicos en donde se deben ubicar los puntos de acceso. Para detectar los puntos de acceso a la red, es necesario recorrer los lugares en donde se desea analizar la red con el fin de recopilar los datos y obtener los mapas de calor. La solución de Netspot es rápida en cuanto a analizar una red inalámbrica, pero lleva mucho más tiempo analizar un área, porque es necesario recorrerla completamente para obtener un análisis. Los mapas de calor, aunque son un poco simples en cuanto a diseño, muestran datos en tiempo real de la red, siempre y cuando los datos que se hayan obtenido sean reales. En cuanto al resultado final, Netspot muestra los lugares en donde deberían estar ubicados los AP, pero no permite la ubicación de AP manualmente ni la edición de los planos. Tiene una versión gratuita (aunque limitada) para dispositivos móviles (IOS y Android) y para ordenadores MAC y Windows, pero también cuenta con 3 versiones que requieren comprar su licencia:

- **NETSPOT HOME**

Precio: \$ 49 dólares

1 usuario, uso personal solamente

2 zonas, 2 fotografías

50 puntos de datos por zona

3 visualizaciones principales

Sin licencias extra

- **NETSPOT PRO**

Precio: \$ 149 dólares

1 usuario, licencia comercial

¹⁵ "NetSpot." <https://www.netspotapp.com/es/>

50 zonas, 50 instantáneas
500 puntos de datos por zona
12+ visualizaciones
1 licencia de técnico gratis

- **NETSPOT ENTERPRISE:**

Precio: \$ 499 dólares
10 usuarios, licencia comercial
Instantáneas y zonas ilimitadas
Puntos de datos ilimitados
12+ visualizaciones
10 licencias de técnico gratis

VISIWARE SITE SURVEY

Visiware site survey¹⁶ es un software de análisis de redes inalámbricas mediante la recopilación de datos detallados de la red, obtención de mapas de calor, vacíos de cobertura y superposición de canales. La recopilación de datos del software se puede hacer de tres maneras:

- 1 Punto a la vez
- Caminatas continuas por el área de estudio
- Posicionamiento GPS para estudios al aire libre

Con la versión Pro del software se pueden realizar encuestas de sitios predictivamente, describiendo cada elemento que se encuentra dentro del área a analizar (paredes u otros objetos sólidos), la ubicación y características de los puntos de acceso para luego

¹⁶ "VisiWave | Wi-Fi Site Survey Software for 802.11 a/b/g/n/ac Wireless" <https://www.visiwave.com/>

ejecutar una simulación que muestra la propagación de ondas de radio, que se muestra en un mapa de calor final.

Su versión pro es muy completa, ya que permite analizar muy detalladamente la red inalámbrica e incluir cada dato para su análisis, y aunque se puede descargar una versión de prueba, esta no tiene las herramientas completas con las que cuenta su versión paga (El costo del Software Visiware Site Survey Pro es de aproximadamente (\$ 849 dólares).

Para saber si el software funciona con el ordenador y adaptador inalámbrico, se puede descargar la herramienta gratuita Visiware CheckAdapter¹⁷ el cual comprueba si el ordenador cuenta con los requerimientos necesarios para ejecutar el software.

AIRMAGNET SURVEY

Airmagnet survey¹⁸ es una solución de software para realizar estudios en áreas en donde se utilicen redes inalámbricas, para la asignación, planificación y diseño de las redes inalámbricas para asegurar un rendimiento, seguridad y cumplimiento en el servicio, además de calcular la cantidad, ubicación y la configuración ideales de los AP para una implementación exitosa de LAN inalámbrica.

Este puede calcular la cantidad, ubicación y la configuración que más se adapte a una red inalámbrica, brindando mapas de calor y análisis de radiofrecuencia. Al usar este software, se recopilan en tiempo real datos de los usuarios en cuanto a cobertura, velocidad, pérdidas de datos, etc). El resultado final del análisis de este es un mapa térmico de la red inalámbrica, en donde se observan los lugares críticos de la red y los datos de medición de rendimiento del usuario que ayuda a que la red sea implementada correctamente.

Este software cuenta con dos versiones: versión "Express" y versión "PRO":

¹⁷ "CheckAdapter - VisiWave." <https://www.visiwave.com/wifi/checkadapter.php>

¹⁸ "AirMagnet - Survey PRO." <https://enterprise.netscout.com/ppc/wireless-survey-wlan-design>

- La versión “Express” es una versión que presenta un análisis sencillo de la red inalámbrica, que permite a los usuarios realizar las acciones básicas con el fin de planificar la señal de salida, el ruido y el rendimiento del usuario.
- La versión “PRO” amplía todas las herramientas de la versión “Express” e incluye AIRMAGNET PLANNER¹⁹, el cual es una herramienta que permite el diseño y la planificación de la red inalámbrica simulando los puntos de acceso, para optimizar la cobertura y el rendimiento mediante la inclusión y el modelado de materiales de construcción, los cuales son los que generan atenuación a la hora de la implementación de la red.

EKAHAU SITE SURVEY

Ekahau site survey²⁰ Es una herramienta de análisis de redes inalámbricas el cual muestra en donde colocar y cómo configurar los puntos de acceso. Predice con precisión la cobertura, el rendimiento y la capacidad de la red.

Una de las más grandes ventajas de este software, es que permite realizar el análisis de la red inalámbrica usando los planos del área a analizar, en donde se puede seleccionar la atenuación de cada uno de los elementos que lo componen, haciendo que el análisis sea más exhaustivo. Dentro de sus herramientas, incluye la configuración de la mayoría de los proveedores de Wi-Fi (Cisco, HP - Aruba, Ruckus, entre otros), lo que permite rediseñar una red inalámbrica usando los mismos puntos de acceso con los que está implementado. Los resultados del análisis incluyen mapas de calor en los cuales se muestran huecos en la cobertura, lugares con alta atenuación y mala ubicación de los puntos de acceso, además de gráficos estadísticos en los que se muestra la cantidad de señal que llega a cada espacio del área evaluada. Cuenta con una versión PRO que tiene un costo de \$ 4995 dólares, pero tiene un periodo de prueba de 15 días, el cual cuenta con la mayoría de las herramientas necesarias para analizar una red inalámbrica.

¹⁹ "AirMagnet Planner | NETSCOUT." <https://enterprise.netscout.com/enterprise-network/wireless-network/AirMagnet-Planner>

²⁰ "Ekahau." <https://www.ekahau.com/es/>

Teniendo en cuenta las opciones mencionadas anteriormente que se tienen para el análisis de la red inalámbrica de la universidad, se tienen en cuenta las ventajas y desventajas de cada uno de los softwares y se hace una comparación que determine cuál es la mejor opción:

SOFTWARE	VENTAJAS	DESVENTAJAS	PRECIO
Netspot	Precio más bajo Ubicación automática de AP teniendo en cuenta los resultados del análisis	Solo se obtienen datos mediante el recorrido por el área a analizar No permite ubicación de AP Su versión gratuita es muy limitada	\$ 499 dólares (versión más completa)
Visiware Site Survey	Ubicación automática de AP teniendo en cuenta los resultados del análisis Varios métodos para recopilar datos	Se debe verificar mediante un software si el ordenador es compatible Hay que describir cada elemento dentro del área a analizar	\$ 849 dólares (aprox.)
Airmagnet survey	Cuenta con una versión que analiza rápidamente una red La versión Pro permite modelar los materiales del área a analizar	La versión "Express" tiene periodo de prueba, pero no cuenta con todas las herramientas En su versión Pro, debe colocarse la atenuación de cada material	\$ 3850 dólares
Ekahau site survey	Permite el uso de planos de los lugares a analizar (formato .DWG - AutoCAD) Su versión de prueba es muy completa Permite ubicar AP y escoger el proveedor la configuración de los AP está incluida Cuenta con la herramienta "autoplaner" Los mapas de calor y gráficos de cobertura son muy explícitos	La licencia es muy costosa y debe estar renovándose La versión de prueba tiene un tiempo límite de funcionamiento y después de 15 días, no se puede seguir usando la versión de prueba en el mismo ordenador No se pueden guardar los diseños	\$ 4995 dólares

Figure 2 - Tabla de ventajas, desventajas y precios de los softwares.

El programa Ekahau²¹ permite el análisis, planificación y diseño de las redes WLAN, de acuerdo a los requisitos de rendimiento y capacidad que se necesiten, teniendo en cuenta la creciente demanda de clientes y aplicaciones conectados a la red, además de sus casos de éxito como la Universidad de Colorado el cual implementa Ekahau como software de análisis de redes en sus estudiantes de maestría y doctorado²². Otro caso de éxito es el del Centro de convenciones y exposiciones de Helsinki, el cual es el mayor centro de convenciones de Finlandia. Por esta razón los equipos de TI del centro de convenciones decidieron actualizar la red WIFI ya que la instalación que estaba implementada no podría cumplir con los requisitos de las demandas actuales de la red, en el 2014, los eventos celebrados en el centro de convenciones reunían a más de 9400 expositores y más de 1,1 millones de visitantes²³. Los requerimientos de esta actualización requerían satisfacer con las demandas de conectividad de miles de usuarios simultáneamente, por ende, acuden a estas conferencias con muchos equipos que requieren conexión a internet. Gracias a las características que el software Ekahau ofrece, el mejoramiento de dicha red en este centro de convenciones se pudo llevar a cabo, lo cual permitió que los clientes móviles se conectaran rápidamente al AP, además que el dato proporcionado por el software permite cambiar las configuraciones según sea necesario en esta red.

Por este y otros casos de éxitos obtenidos mediante el software Ekahau, se eligió este (aprovechando las herramientas que la versión de evaluación nos brinda) para plantear un diseño que cumpla con los requerimientos tanto de usuarios como de cobertura, pues existen varios software que permiten el analizar y diseñar redes inalámbricas, como lo son EDX²⁴, *wifi analyzer*²⁵ y *NetSpot*²⁶, que brindan herramientas de diseño y análisis

²¹ (<https://www.ekahau.com/es>)

²² ("University of Colorado Boulder - Ekahau Case Study", 2019)

²³ ("Helsinki Exhibition and Convention Center - Ekahau Case Study", 2019)

²⁴ (<http://edx.com/>)<http://edx.com/>

²⁵ (Losada, 2016)

²⁶ (<https://www.netspotapp.com/es/>)<https://www.netspotapp.com/es/>

para redes inalámbricas, pero de acuerdo con los casos de estudio presentados por Ekahau, se eligió este para llevar a cabo este proyecto por las opciones que brinda a la hora de diseñar una red inalámbrica.

DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LA RED INALÁMBRICA DE LA UNIVERSIDAD

La Universidad Santo Tomás sede principal cuenta actualmente con 52 *Access Point* distribuidos en toda la infraestructura física de la Universidad y ubicados en sus diferentes edificaciones que componen la sede principal. Dentro de dichas edificaciones se encuentran, el edificio Fray Alberto Ariza (conocido como edificio Arcos), el edificio Luis J. Torres, el edificio Gregorio XIII y el edificio Angel Catalayud Guerri, O.P. Cada edificación tiene ubicado estratégicamente AP con el fin de dar cobertura a gran parte de sus espacios. En cada uno de los edificios, se encuentran áreas de trabajo como lo son aulas de clase, laboratorios, oficinas administrativas, entre otros. Por esta razón, es importante que se tenga una buena experiencia al navegar en internet y utilizar las herramientas que este presta. Actualmente la universidad cuenta con AP en cada piso de sus edificaciones, pero esto no asegura que se tenga buena cobertura. Para simular la cobertura de los AP que se ubican en cada piso, se utilizó el software Ekahau (versión de evaluación), el cual permite verificar la cobertura de cada punto de acceso (*Access Point*), teniendo en cuenta la atenuación de cada elemento que compone la estructura física de cada edificio (muros, columnas, ventanas, puertas, divisiones, entre otros) y que es importante aclarar que cada elemento maneja una atenuación diferente. A continuación, se mostrará la ubicación de cada router por piso, el cual se obtuvo del departamento de *TIC* (Tecnologías de la información y la comunicación) de la universidad, los cuales se mostrarán en las simulaciones de la red actual más adelante:

Edificio Fray Alberto Ariza, cantidad: 20 AP

- Edificio Fray Alberto Ariza / Piso 1 / Aula Magna - AP 1
- Edificio Fray Alberto Ariza / Piso 1 / Aula Magna - AP 2
- Edificio Fray Alberto Ariza / piso 1 / Frente a salón 103
- Edificio Fray Alberto Ariza / Piso 1 / Cafetería Principal
- Edificio Fray Alberto Ariza / Piso 1 / Docentes Ciencias Básicas
- Edificio Fray Alberto Ariza / Piso 1 / Entrada Carrera 9
- Edificio Fray Alberto Ariza / Piso 2 / Auditorio Fundadores
- Edificio Fray Alberto Ariza / Piso 2 / Frente Docentes Contaduría
- Edificio Fray Alberto Ariza / Piso 2 / Frente Docentes Estadística
- Edificio Fray Alberto Ariza / Piso 2 / Salón 209
- Edificio Fray Alberto Ariza / Piso 3 / Economía
- Edificio Fray Alberto Ariza / Piso 3 / Frente a Salón 306
- Edificio Fray Alberto Ariza / Piso 3 / Frente a salón 303
- Edificio Fray Alberto Ariza / Piso 3 / Outdoor
- Edificio Fray Alberto Ariza / Piso 3 / Outdoor Angel Calatayud
- Edificio Fray Alberto Ariza / Piso 3 / Pasillo Economía
- Edificio Fray Alberto Ariza / Piso 3 / Robótica
- Edificio Fray Alberto Ariza / piso 2 / Frente a salón 202
- Edificio Fray Alberto Ariza / piso 3 / Dentro de salón 311
- Edificio Fray Alberto Ariza / piso 3 / Frente a salón 309

Edificio Luis J. Torres, Cantidad: 11

- Edificio Luis J. Torres / Piso 1 / Auditorio Sanz Tena
- Edificio Luis J. Torres / Piso 1 / Cafetería
- Edificio Luis J. Torres / Piso 2 / Salón 205
- Edificio Luis J. Torres / Piso 3 / Lado Ascensor

- Edificio Luis J. Torres / Piso 3 / Salón 302
- Edificio Luis J. Torres / Piso 4 / Comunicación Social
- Edificio Luis J. Torres / Piso 4 / Escenario Radio
- Edificio Luis J. Torres / Piso 5 / Biblioteca
- Edificio Luis J. Torres / Piso 6 / Biblioteca
- Edificio Luis J. Torres / Piso 7 / Biblioteca
- Edificio Luis J. Torres / Sótano 1 / Archivo General

Edificio Gregorio XII, Cantidad: 16

- Edificio Gregorio XIII / Piso 1 / Bienestar
- Edificio Gregorio XIII / Piso 1 / Ciencias Básicas
- Edificio Gregorio XIII / Piso 2 / ETM 10
- Edificio Gregorio XIII / Piso 2 / ETM 2
- Edificio Gregorio XIII / Piso 2 / ETM 5
- Edificio Gregorio XIII / Piso 3 / Auditorio Ignacio Aguilar
- Edificio Gregorio XIII / Piso 3 / Tutorías Ingeniería
- Edificio Gregorio XIII / Piso 4 / Ingenierías
- Edificio Gregorio XIII / Piso 4 / TIC
- Edificio Gregorio XIII / Piso 5 / Nómina
- Edificio Gregorio XIII / Piso 5 / Sala Juntas Luis J. Torres
- Edificio Gregorio XIII / Piso 5 / Sala Juntas rectores
- Edificio Gregorio XIII / Piso 5 / Vicerrectoría Académica
- Edificio Gregorio XIII / Piso 5 / Vicerrectoría Administrativa
- Edificio Gregorio XIII / Piso 6 / Idiomas
- Edificio Gregorio XIII / Piso 6 / Rectoría

Edificio Angel Catalayud Guerri, O.P, Cantidad: 5

- Edificio Angel Catalayud / Piso 1 / Auditorio Guillermo L. Valencia
- Edificio Angel Catalayud / Piso 1/ Frente a salón Laboratorio 105
- Edificio Angel Catalayud / Piso 2 / Frente a salón Laboratorio 204
- Edificio Angel Catalayud / Piso 3 / Dentro de laboratorio
- Edificio Angel Catalayud / Piso 3 / Frente a Laboratorio 305

De acuerdo a esto, se muestran mediante simulaciones realizadas en el software Ekahau, la implementación de dichos AP por piso de cada edificio. Cada simulación realizada cuenta con un gráfico en el cual se observan la intensidad de señal que se manejan, teniendo en cuenta que cuanto más cercano sea el valor de dBm a cero (0), más fuerza tendrá la señal. Los rangos varían dependiendo el tipo de aplicación, pero en las simulaciones que se realizaron en el software Ekahau (rangos pre-establecidos), se muestra en una escala de colores, en donde el color verde indica una muy buena cobertura de señal, y el color gris, indica poca o nula cobertura:

EDIFICIO FRAY ALBERTO ARIZA (EDIFICIO A)

PRIMER PISO

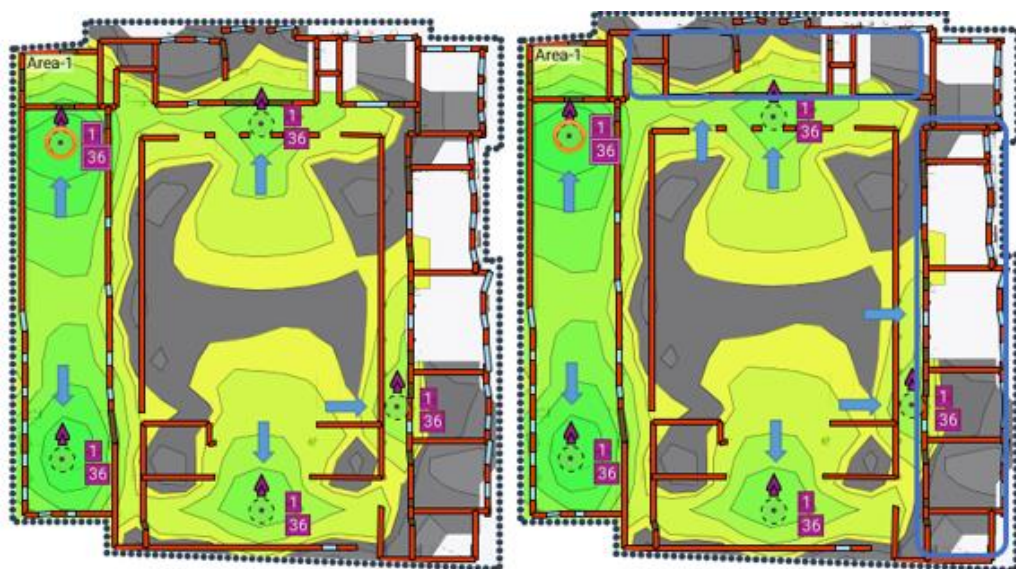


Figure 3 - Ubicación actual primer piso A (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura.

En el primer piso del edificio Fray Alberto Ariza, podemos encontrar lugares como la cafetería principal, aulas de clase y el aula Magna. A diario, muchos estudiantes pasan por estas áreas, ya que al estar ubicado cerca a la entrada de esta sede y al ser usados por estudiantes y administrativos para tomar clases, realizar trabajos y comer algo la concurrencia es alta.

Al revisar la figura #3, se detallan lugares en los que existe poca o nula cobertura (señalados con un cuadro azul en la figura #3 en la parte derecha), evidenciando que los comentarios de los estudiantes obtenidos mediante la encuesta son ciertos en cuanto a que la experiencia con la red inalámbrica en esta área no es muy satisfactoria.

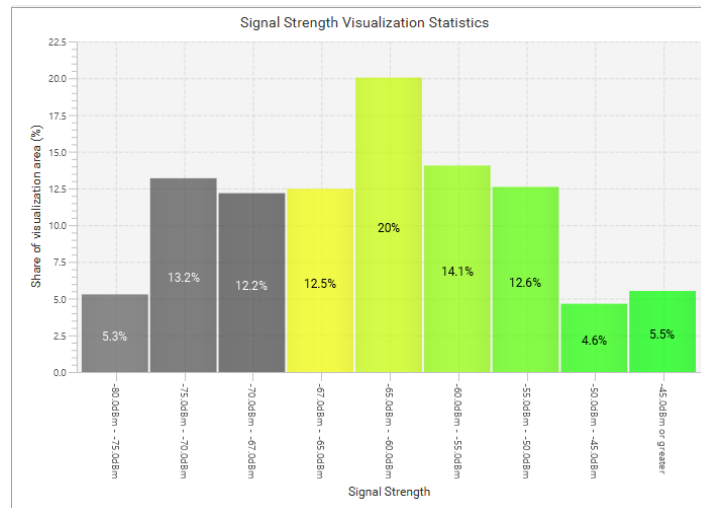


Figure 4 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al primer piso del edificio A.

SEGUNDO PISO

En el segundo piso del edificio Fray Alberto Ariza, se encuentran lugares tales como el auditorio Fundadores, la sala de docentes, los salones de docentes de contaduría y estadística, además de diferentes salones dispuestos para las clases. Dichos lugares son concurridos por docentes, estudiantes y administrativos, por tal razón, la cobertura de la red inalámbrica en estas zonas debería ser alta.

Al observar la figura 5, se observa que se encuentran zonas de este piso en donde la cobertura de la red inalámbrica es baja o nula (estas áreas están señaladas en la misma figura, al lado derecho), encontrando que, en dicho piso, la red inalámbrica tiene varias falencias.

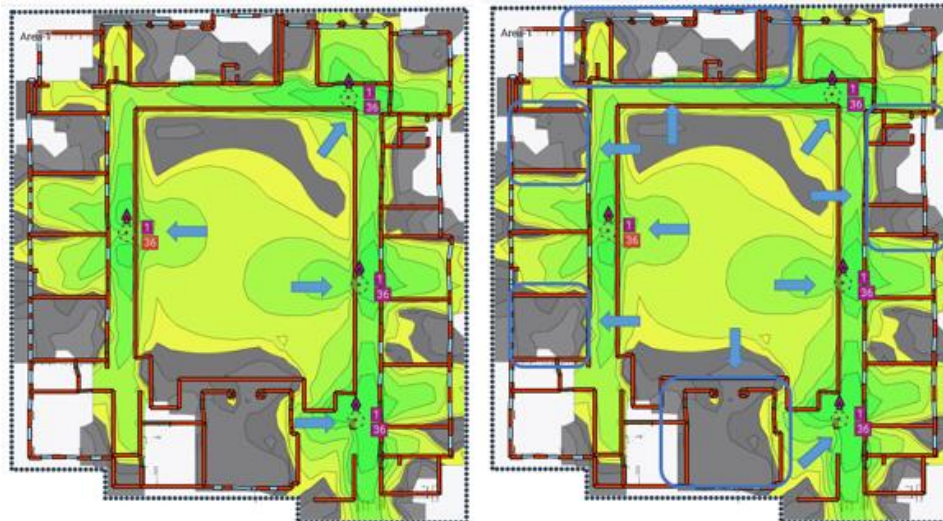


Figure 5 - Ubicación actual segundo piso A (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura.

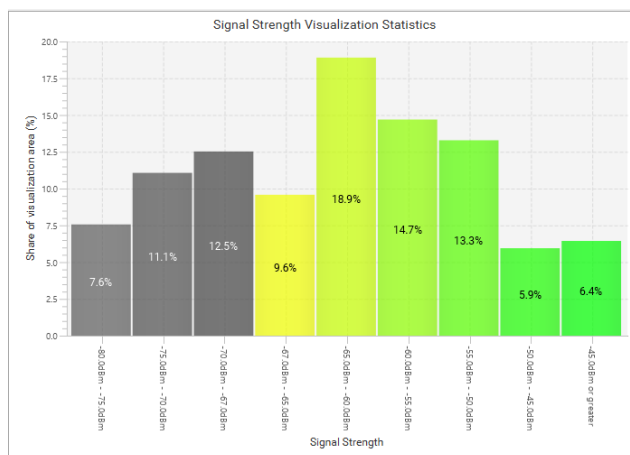


Figure 6 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al segundo piso del edificio A.

TERCER PISO

En el tercer piso del edificio Fray Alberto Ariza, los AP se encuentran distribuidos como se muestra en la figura 7. Allí, se puede observar que existen puntos en los que la red inalámbrica tiene poca o nula cobertura y, al encontrarse áreas que son empleadas por estudiantes y docentes para desarrollar sus actividades (sala de docentes economía, robótica y aulas de clase), es importante asegurar la cobertura de la red inalámbrica.

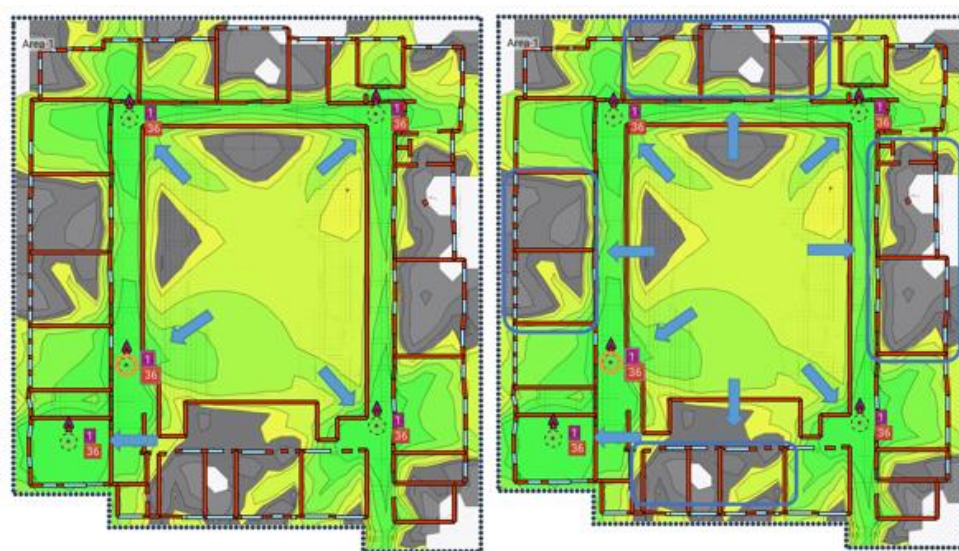


Figure 7 - Ubicación actual tercer piso A (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura.

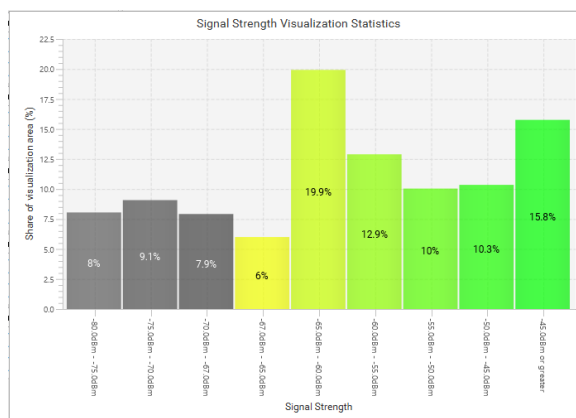


Figure 8 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al tercer piso del edificio A.

CUARTO PISO

Actualmente en el cuarto piso del edificio fray Alberto Ariza, no se encuentra ubicado un AP, pero al ser un aula utilizada para dar clases a estudiantes, dictar charlas o conferencias, es importante dar cobertura a esta zona:

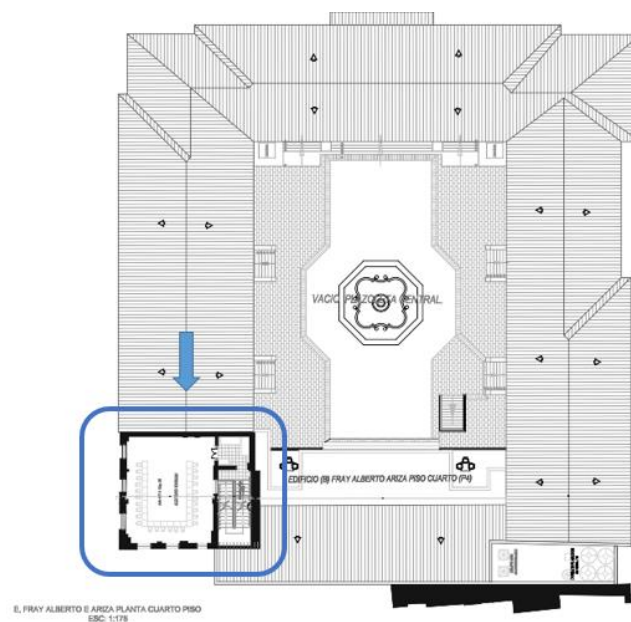


Figure 9 -Ubicación del auditorio Torreón, cuarto piso del edificio Fray Alberto Ariza

EDIFICIO LUIS J. TORRES

PRIMER PISO

En el primer piso de este edificio (comúnmente llamado B), encontramos los AP ubicados de la siguiente manera:

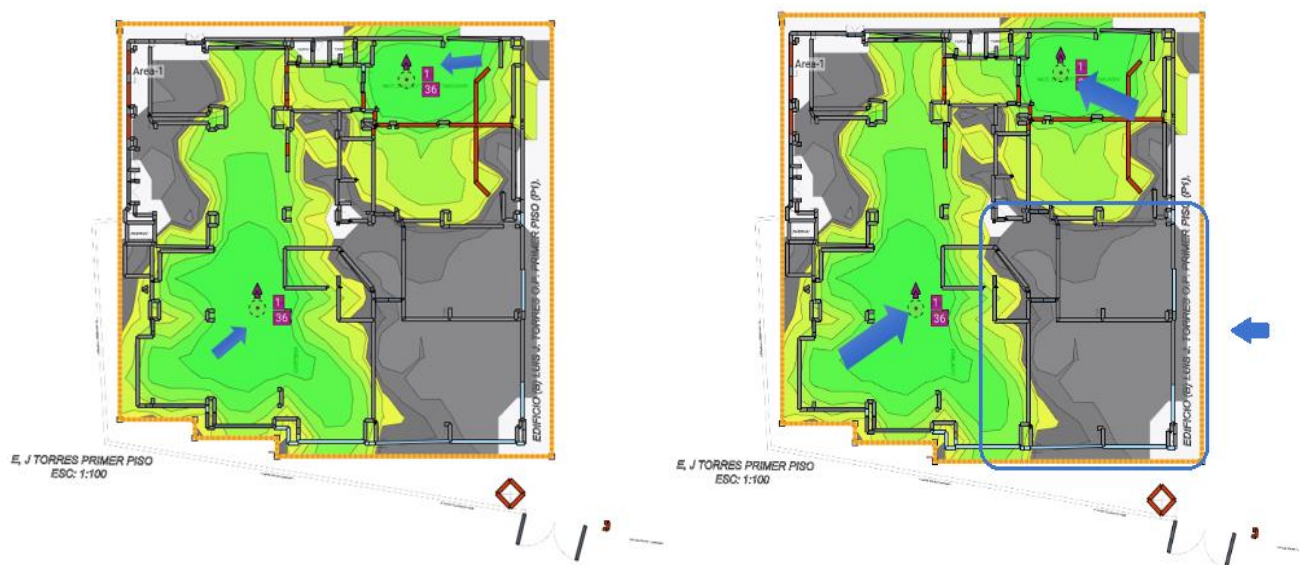


Figure 10 - Ubicación actual primer piso B (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura.

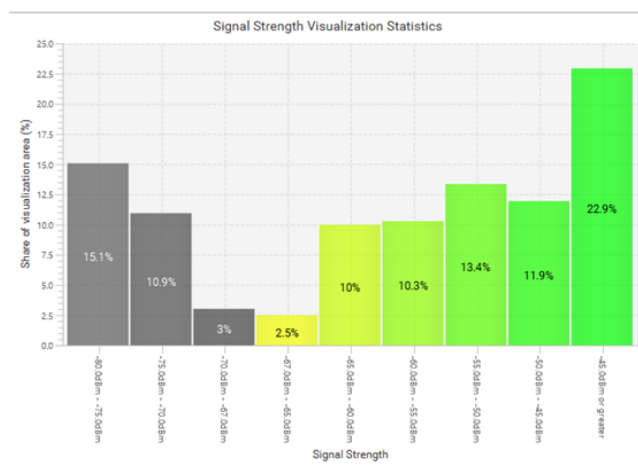


Figure 11 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al primer piso del edificio B.

En este piso, podemos encontrar lugares como el Auditorio Sanz Tena, la cafetería, los salones 101B y 102B, entre otros lugares. Aquí, la concurrencia de estudiantes es alta, ya que muchos de ellos buscan lugares de trabajo tales como la cafetería para realizar trabajos o almorzar, además de tomar sus clases en los salones que se encuentran en sus corredores, en consecuencia, siempre están usando la red inalámbrica ya sea conectado al computador persona o en el celular.

Analizando la figura #10, se observa que en dicho piso se encuentran ubicados 2 AP, uno en la cafetería y otro en el auditorio Sanz Tena (información obtenida por el departamento de TIC de la Universidad). Se observa poca cobertura en áreas como los salones 101B y 102B, teniendo en cuenta que los estudiantes se reúnen en estos lugares para tomar sus clases y realizar trabajos, en primera instancia esto se debe a la gran cantidad de estudiantes que transitan en este piso, al haber tantos dispositivos conectados a los AP del primer piso, lo que ocurre es que saturan el canal y como resultado se obtiene lo siguiente; navegación a internet de manera insatisfactorio, ya sea por la baja velocidad de navegación o poca cobertura, para los sitios donde la concurrencia de estudiantes es de vital importancia dar cobertura en estos lugares.

SEGUNDO PISO

En este piso, encontramos lugares como los salones 201B, 202B, 203B, 204B, 205, 206B, 207B, la cafetería (ubicada en el extremo izquierdo). Al tener solo un router (ver figura #12), tanto la cobertura como la navegación es muy baja o nula para los salones y el corredor, razón por la cual la señal de este piso es regular. Otro ítem a tener en cuenta es que en este piso al haber 7 salones la concurrencia de estudiantes es alta, como resultado de esto la cobertura en los salones es deficiente y esto se debe a dos motivos; cantidad de estudiantes e infraestructura del edificio, la separación de los salones está constituida por ladrillo y concreto, por ende la atenuación de la señal se va a ver afectado y no va a dar una buena cobertura, además de que un AP no es suficiente para suplir con la necesidad de cubrir a este piso. La prioridad de este piso es asegurar que la cobertura

de este piso supla con la necesidad de los estudiantes al poder acceder a las herramientas que el internet brinda.

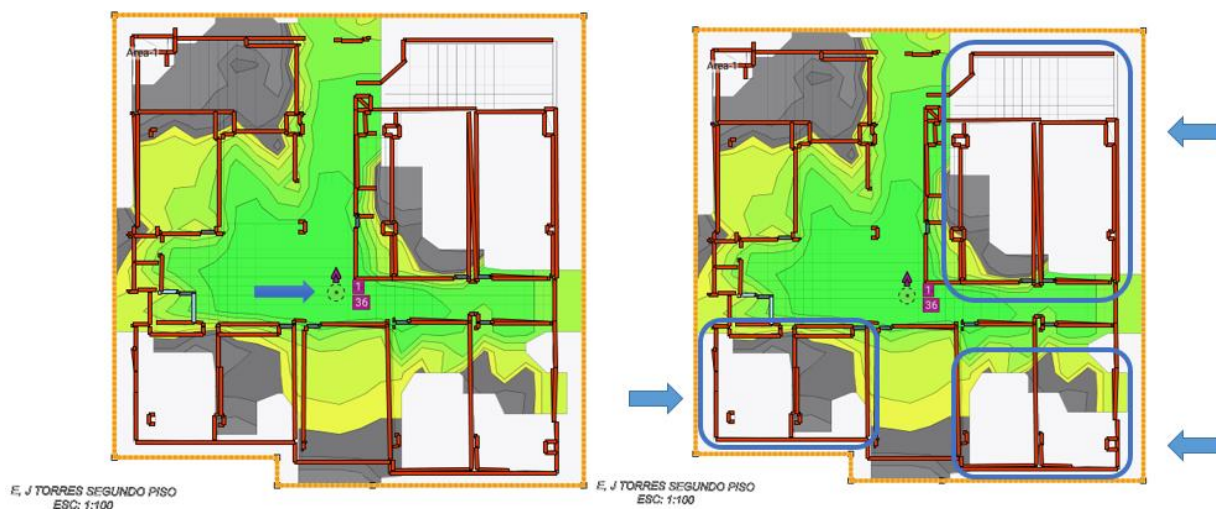


Figure 12 - Ubicación actual AP Segundo Piso B (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).

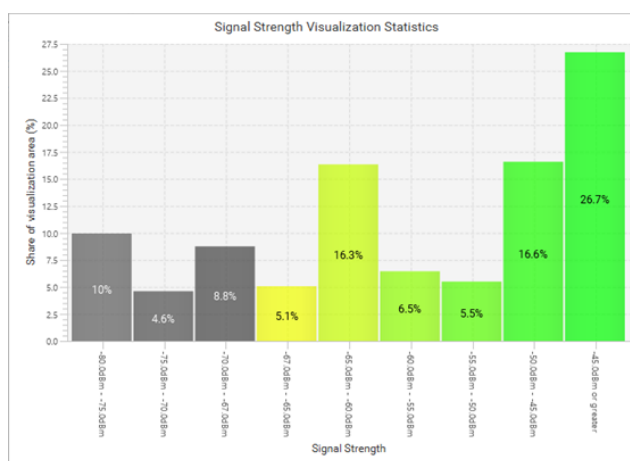


Figure 13 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al segundo piso del edificio B.

TERCER PISO

En cuanto al tercer piso del edificio Luis J. Torres, se tienen dos AP, uno en el corredor frente al ascensor y el otro frente al salón 302B (su ubicación se muestra en la figura #14). Como en los anteriores pisos de este edificio, se encuentran aulas de clase (desde el 301B hasta el 308B), lugares en los que son indispensables asegurar una buena cobertura de la red inalámbrica. Dicho esto, y analizando el mapa de cobertura que se

tiene con la actual implementación de la red (figura #14), se observan falencias en dicha red, ya que se encuentran lugares en los que la señal es baja o nula (En la figura #14, se muestran los lugares sin cobertura y en la figura #15, se observa la intensidad de la señal de este piso), como se ha mencionado anteriormente la idea es suplir la cobertura de los AP en este piso, y al realizar el análisis de dos AP no cumple con este, por ende se necesitan de más AP para satisfacer la cobertura en este piso.

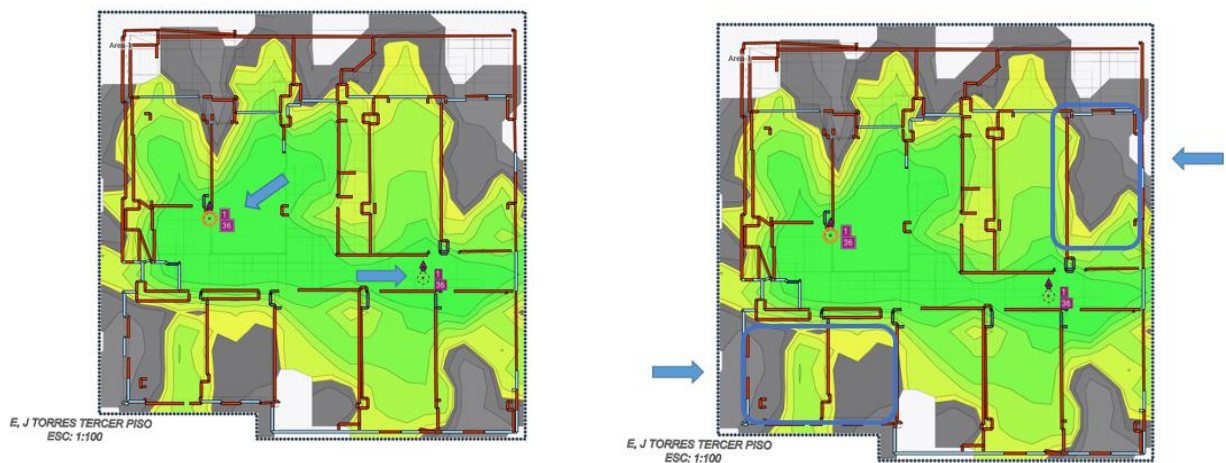


Figure 14 - Ubicación actual AP tercer Piso B (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).

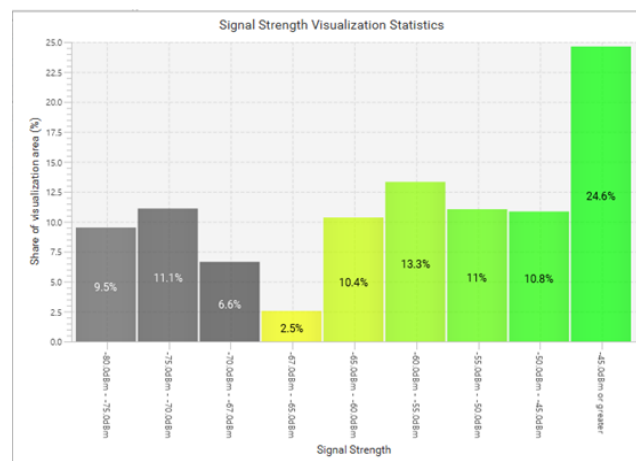


Figure 15 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al tercer piso del edificio B.

CUARTO PISO

En el cuarto piso del edificio Luis J. Torres, se encuentra la Facultad de Comunicación social, el estudio de grabación de la emisora, oficinas administrativas y la entrada a la biblioteca (Allí es donde los estudiantes pueden guardar sus objetos personales para ingresar). En las ilustraciones #16 y #17, se observa la ubicación actual de los AP de este piso, además de la cobertura e intensidad de estos, observando lugares en los que hay poca o nula señal de la red inalámbrica, este piso más que todo es menos concurrente que los primeros tres pisos, esto se debe a que no hay aulas de clase y se trata de un piso en donde la mayor parte de las personas que transitan son administrativas y uno que otro estudiante de la carrera de comunicación social. A pesar de que la concurrencia es menor que los otros pisos y que dispone de dos AP, hay lugares en los cuales se ve reflejado en la figura #16, no hay una buena cobertura.

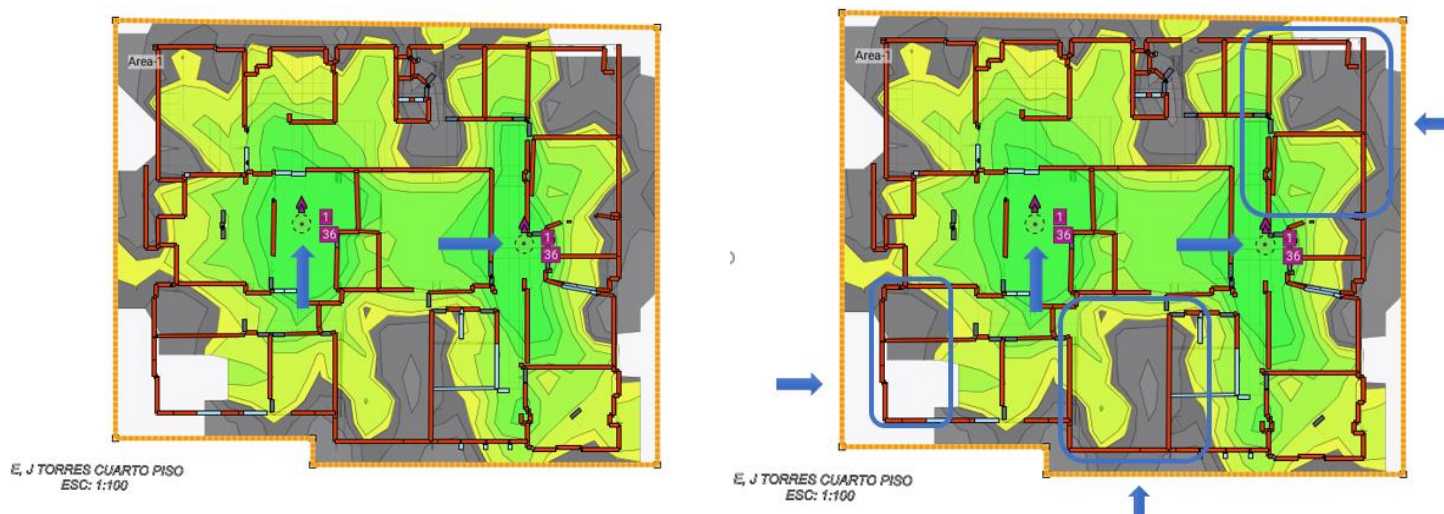


Figure 16 - Ubicación actual AP cuarto Piso(izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).

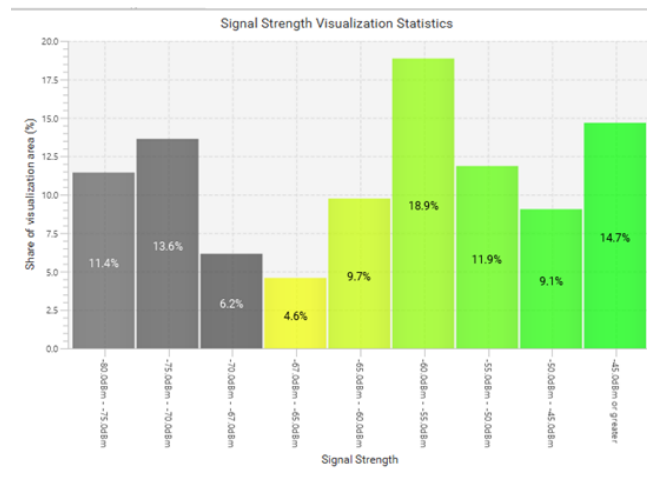


Figure 17 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al cuarto piso del edificio B.

QUINTO PISO

En el quinto piso del edificio Luis J. Torres, se encuentra la primera planta de la biblioteca, allí los estudiantes y administrativos pueden desde ir a realizar trabajos a pedir prestado un libro. Al ser un área muy frecuentada por las personas que conforman la universidad, es necesario que exista una buena cobertura de la red inalámbrica para dicha área. A continuación, el estado actual de la red en esta zona:

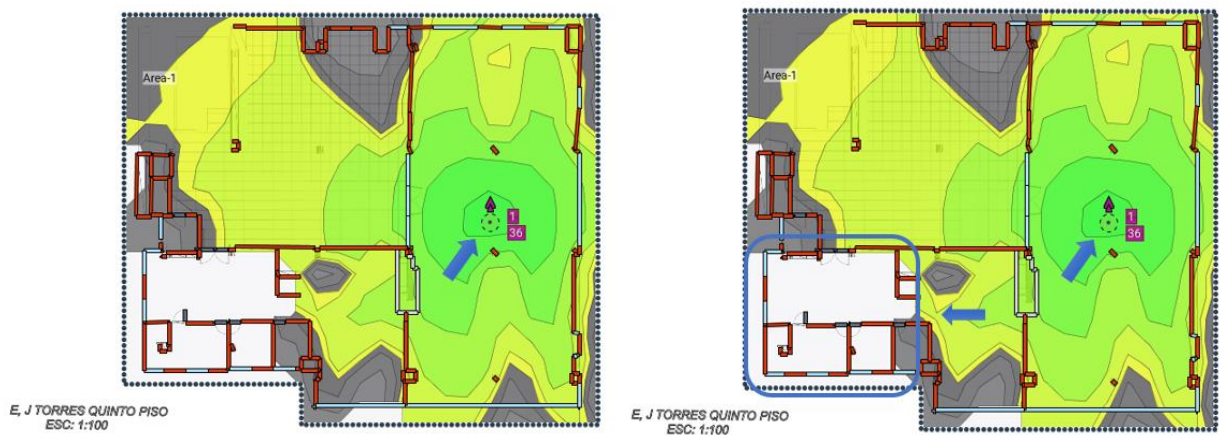


Figure 18 - Ubicación actual AP quinto Piso B (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).

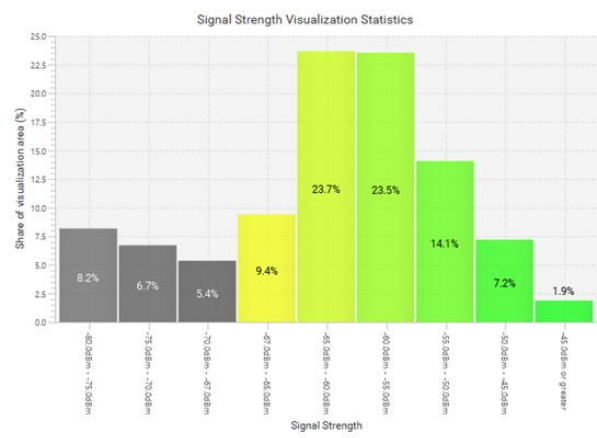


Figure 19 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al primer piso del edificio B.

SEXTO PISO

En el sexto piso del edificio Luis J. Torres, se encuentra la planta dos de la biblioteca y allí lugares como los cubículos de estudio, en los cuales los estudiantes acuden a realizar trabajos grupales e individuales; además, se encuentra gran variedad de libros y la sala de cómputo. En las ilustraciones, se muestra el estado actual de la red inalámbrica en dichos lugares:

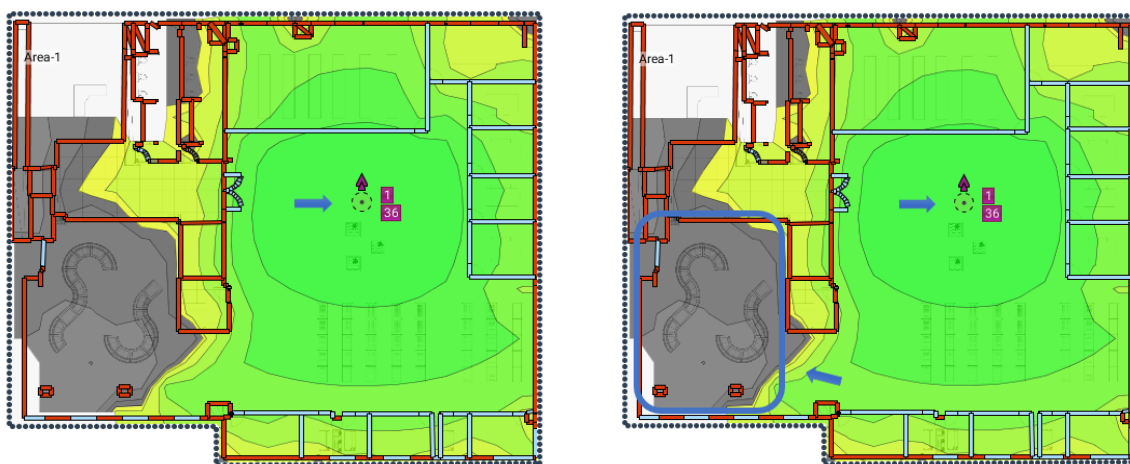


Figure 20 - Ubicación actual AP sexto piso B (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).

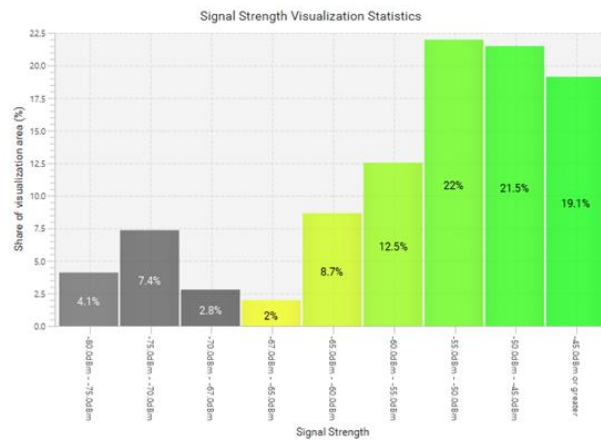


Figure 21 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al sexto piso del edificio B.

SÉPTIMO PISO

En el séptimo piso de este edificio, se encuentra la tercera planta de la biblioteca, allí los estudiantes pueden encontrar variedad de libros, desde las áreas de las carreras de ingeniería, hasta las áreas de ciencias básicas. Este lugar es uno de los más concurridos de la biblioteca por la razón que se nombró anteriormente, además de que cuenta con lugares como mesas y sofás, en las cuales los estudiantes pueden reunirse a leer o realizar sus trabajos. Dichas razones deben bastar para que en esta área se deba tener una buena cobertura. A continuación, se muestra la ubicación de los AP de este piso.

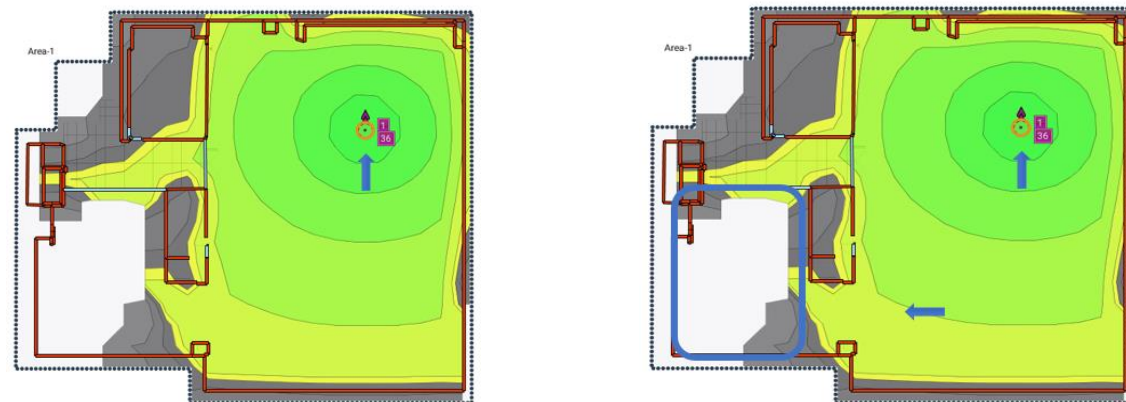


Figure 22 - Ubicación actual AP séptimo piso B (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).

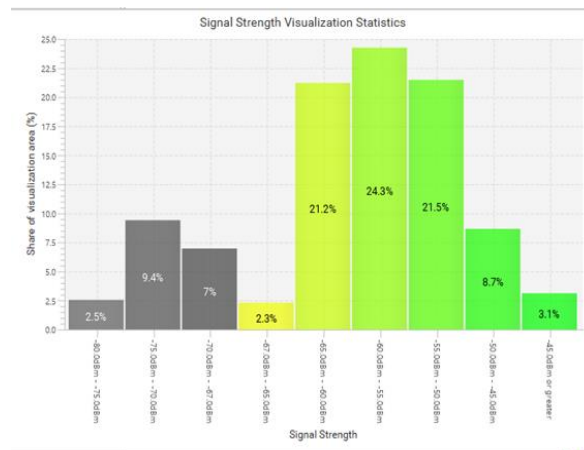


Figure 23 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al séptimo piso del edificio B.

EDIFICIO GREGORIO XIII (EDIFICIO C)

PRIMER PISO

En el primer piso de este edificio, se encuentran las oficinas de ciencias básicas, idiomas, humanidades y bienestar universitario, además del gimnasio. En las siguientes imágenes, se muestra el estado actual de la red inalámbrica en este piso:

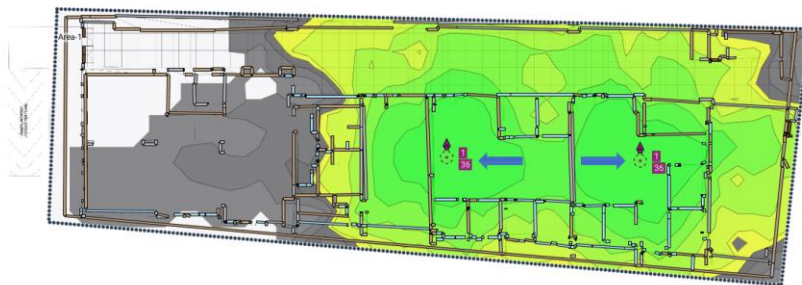


Figure 24 - Ubicación actual AP primer piso del C.

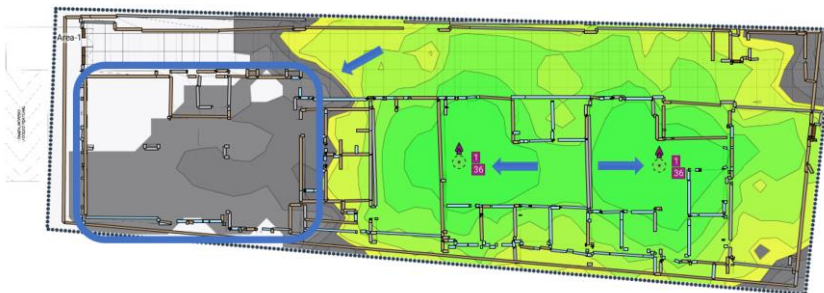


Figure 25 - señalización de lugares con poca o nula cobertura del primer piso del C.

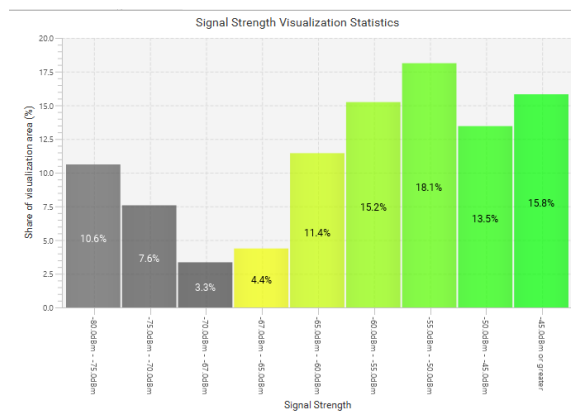


Figure 26 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al primer piso del edificio C.

Como se aprecia en la figura #25 se aprecia que hay rincones en el piso en el cual la señal no llega, además de que el gimnasio no tiene cobertura de Wi-Fi, esto indica que la señal es pésima y que a pesar de que se conecte a la red inalámbrica, la navegación no va a ser de las mejores. Está claro que los dos AP ubicados en este piso no suple con la necesidad de la red, ya que al estar ubicado dentro de las oficinas de humanidades y bienestar universitario los AP, las personas que están dentro de las oficinas van a navegar cómodamente, sin embargo, como las oficinas lo separan paredes de vidrio o cubículos, la cobertura no se va a ver afectado y estudiantes que transiten por el pasillo tendrán buena conectividad.

SEGUNDO PISO

El segundo piso del edificio Gregorio XIII, es muy conocido por estudiantes y administrativos, ya que allí se encuentran los laboratorios de las ingenierías Electrónica, Telecomunicaciones y mecánica (también utilizados por otras carreras), los almacenes de equipos y las oficinas de los docentes de las carreras de ingeniería electrónica y telecomunicaciones. La cantidad de estudiantes que utilizan esto lugares es muy elevada, ya que allí se realizan desde clases hasta prácticas de laboratorio. A continuación, se muestra el estado actual de la red inalámbrica en esta zona de la universidad:

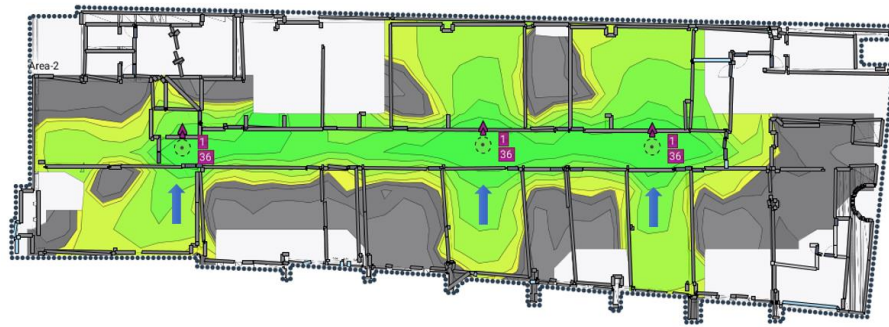


Figure 27 - Ubicación actual AP segundo piso del C.

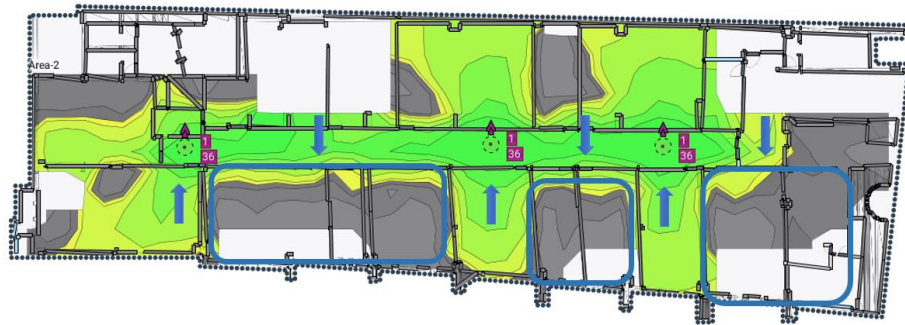


Figure 28 - señalización de lugares con poca o nula cobertura del segundo piso del C.

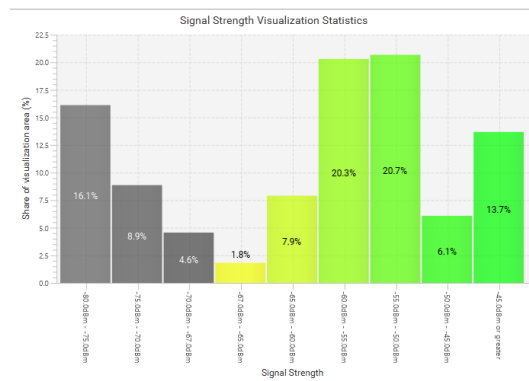


Figure 29 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al segundo piso del edificio C.

Aunque en este piso hay tres AP los cuales se ubican en el pasillo de los laboratorios (ETM), su nivel de cobertura es bajo, principalmente porque las separaciones de las

paredes son en bloque de concreto, y segundo, el tráfico de estudiantes tanto los que están en el pasillo como los que están en clase y/o laboratorio.

TERCER PISO

El tercer piso del edificio Gregorio XIII, lo conforma salones de clase, un pequeño auditorio, una sala de cómputo, la oficina de IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) y el área de tutorías de ingenierías. En las siguientes ilustraciones, se muestra el estado actual de la red inalámbrica en dicho piso:

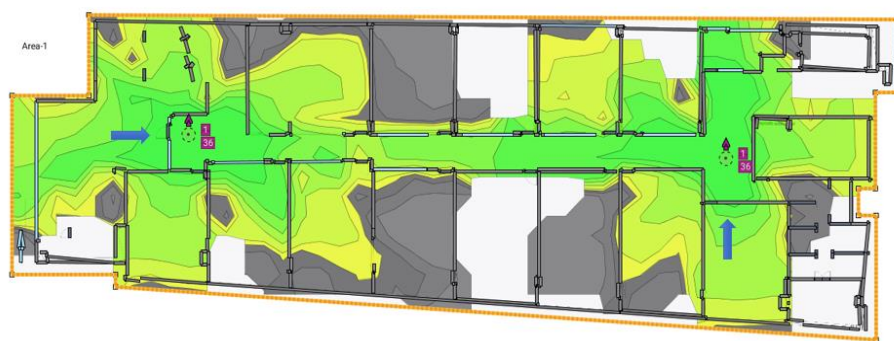


Figure 30 - Ubicación actual AP tercer piso del C.

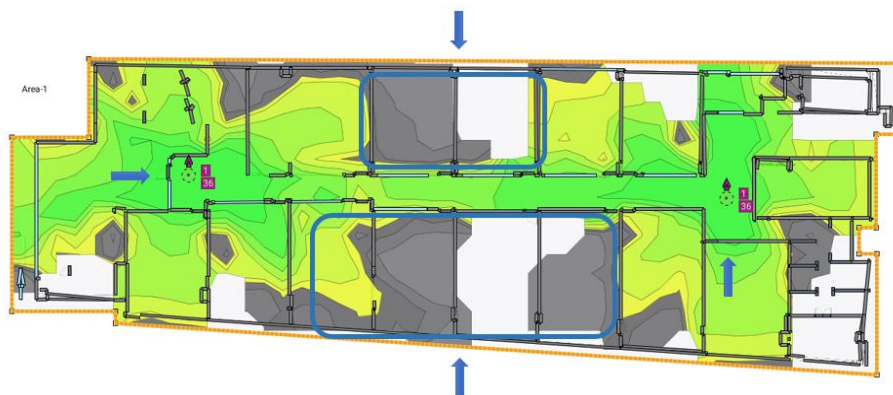


Figure 31 - señalización de lugares con poca o nula cobertura del tercer piso del C.

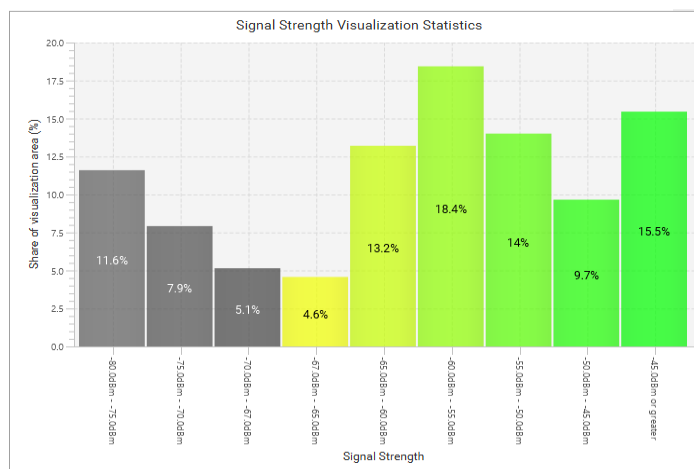


Figure 32 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al tercer piso del edificio C.

En la figura #31 se aprecia la ausencia de cobertura en la mitad del piso, debido a que los dos AP que tiene este piso están ubicados a los extremos del piso y que la distancia que separa un AP del otro es de al menos unos 40 metros, sin contar que este piso más que todo contiene salones de clase y que su concurrencia es alta en cuanto a estudiantes.

CUARTO PISO

En el cuarto piso de este edificio, se encuentran las salas de cómputo, las oficinas del departamento de *TIC* de la universidad y la división de ingenierías; aunque es un área muy concurrida por los estudiantes, se encuentran deficiencias en cuanto a la cobertura de la red inalámbrica implementada en la universidad, lo cual se muestra en las siguientes ilustraciones:



Figure 33 - Ubicación actual AP cuarto piso del C.



Figure 34 - señalización de lugares con poca o nula cobertura del cuarto piso del C.

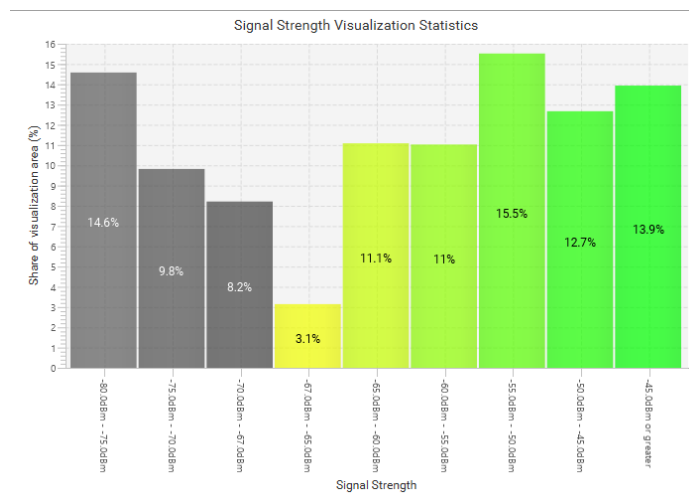


Figure 35 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al cuarto piso del edificio C.

QUINTO PISO

Para los administrativos de la universidad, el quinto piso es uno de los más importantes, ya que allí se ubican gran parte de las oficinas administrativas, tales como vicerrectoría académica, vicerrectoría administrativa, entre otras. A continuación, se muestra el estado de la red en este piso:

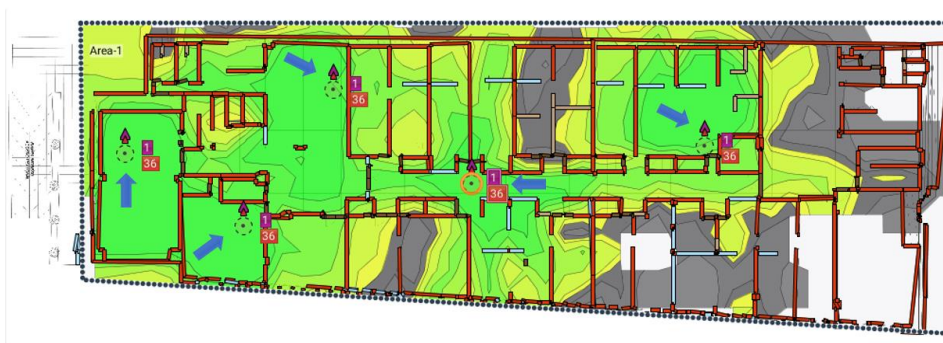


Figure 36 - Ubicación actual AP quinto piso del C.



Figure 37 - señalización de lugares con poca o nula cobertura del quinto piso del C.

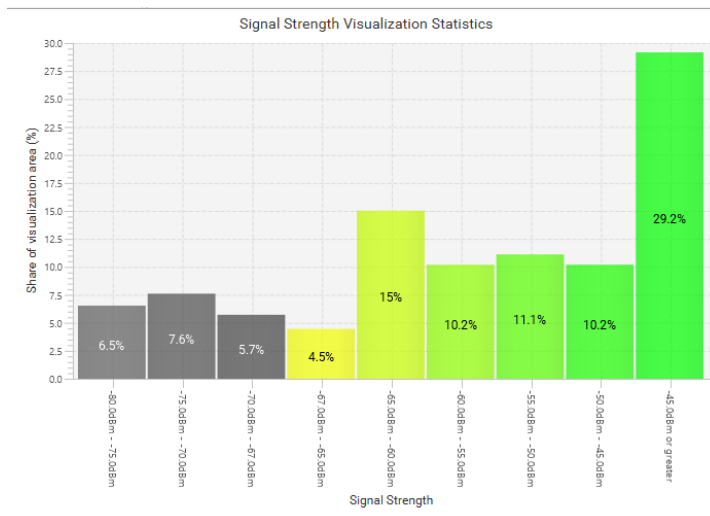


Figure 38 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al quinto piso del edificio C.

SEXTO PISO

Dentro de las instalaciones de este piso, se encuentran las aulas de idiomas, de matemática y la oficina del rector de la universidad. Contando con que en las aulas la cobertura de la red inalámbrica debería ser buena, se muestran deficiencias de cobertura por la mala ubicación de los AP que se ubican en este lugar (mostrado en las ilustraciones #40).

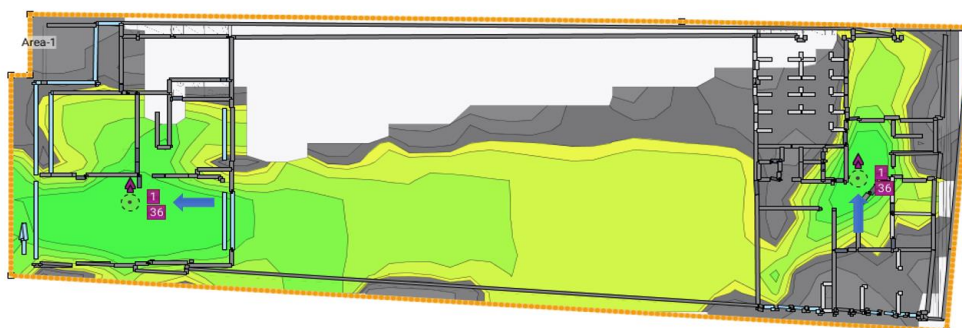


Figure 39 - Ubicación actual AP sexto piso del C.

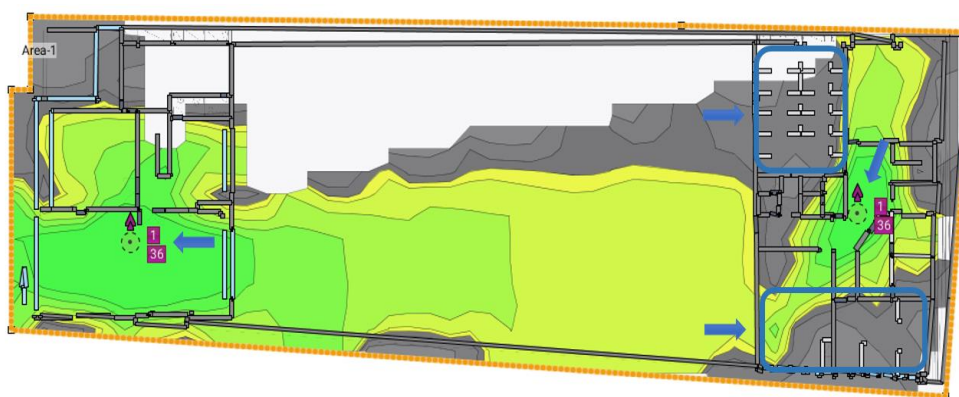


Figure 40 - señalización de lugares con poca o nula cobertura del sexto piso del C.

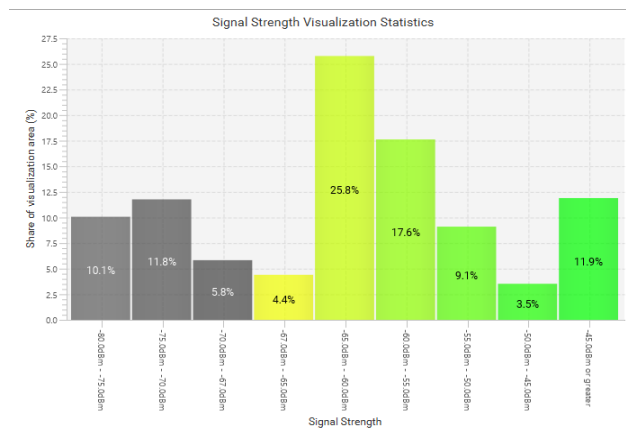


Figure 41 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al sexto piso del edificio C.

EDIFICIO ANGEL CATALAYUD GUERRI, O.P (EDIFICIO F)

PRIMER PISO

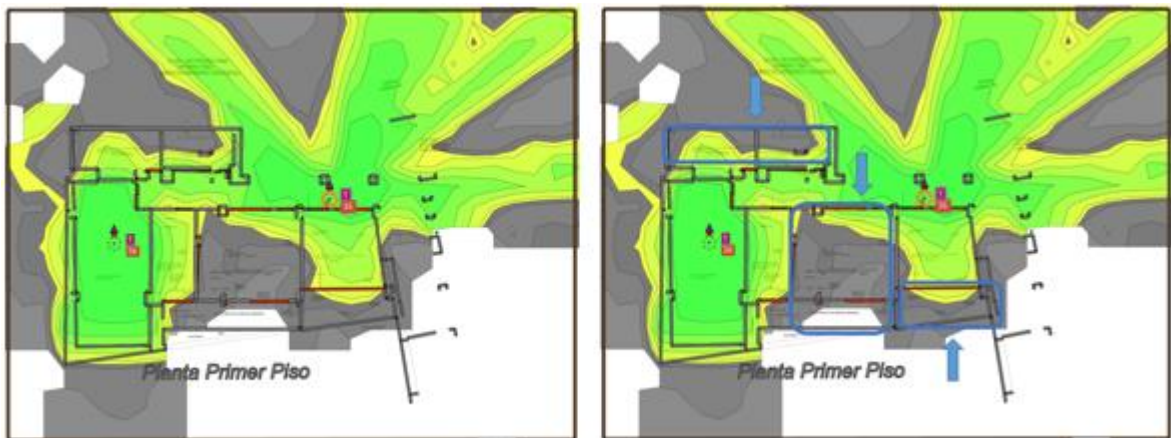


Figure 42 - Ubicación actual AP primer piso F (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).

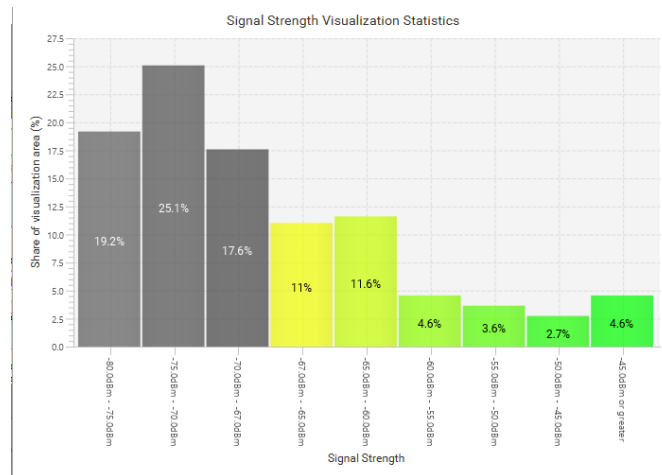


Figure 43 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al primer piso del edificio F.

En el primer piso del edificio Angel Catalayud Guerri O.P, se encuentran los laboratorios que utilizan los estudiantes de las facultades de Ingeniería Civil, ambiental y mecánica para llevar a cabo laboratorios y clases. En la figura #42, se muestra la ubicación actual de los AP y las falencias que la red presenta en esta área.

SEGUNDO PISO

En el segundo piso del edificio Angel Catalayud Guerri, O.P, se encuentran ubicados los laboratorios para las carreras de Ingeniería civil y mecánica. En la figura #44, se muestra la ubicación actual de los AP y los lugares con poca o nula cobertura.

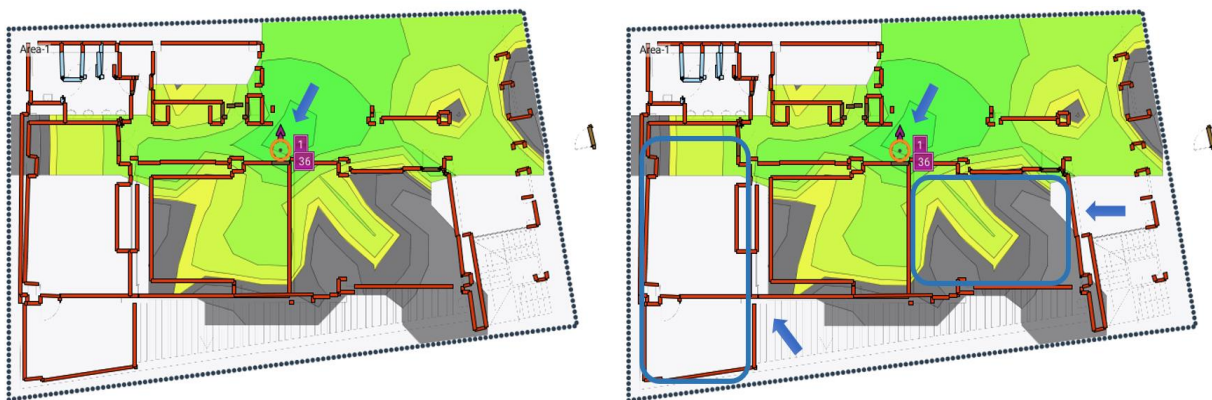


Figure 44 - Ubicación actual AP segundo piso F (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).

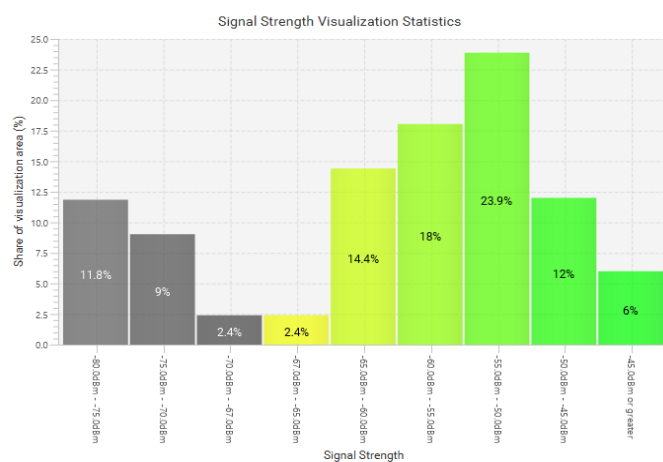


Figure 45 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al segundo piso del edificio F.

TERCER PISO

El tercer piso de este edificio, es conocido por estudiantes y administrativos porque allí se ubican los laboratorios de mecánica, en los cuales docentes y estudiantes llevan a cabo sus clases y prácticas de laboratorio. A continuación, se muestra el estado actual de la red inalámbrica en este piso:

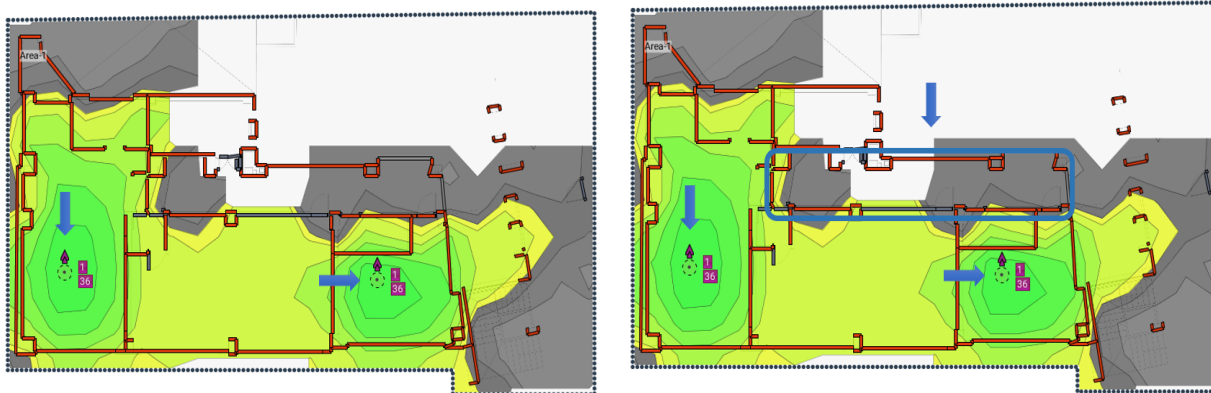


Figure 46 - Ubicación actual AP tercer piso F (izquierda) y señalización de lugares con poca o nula cobertura (derecha).

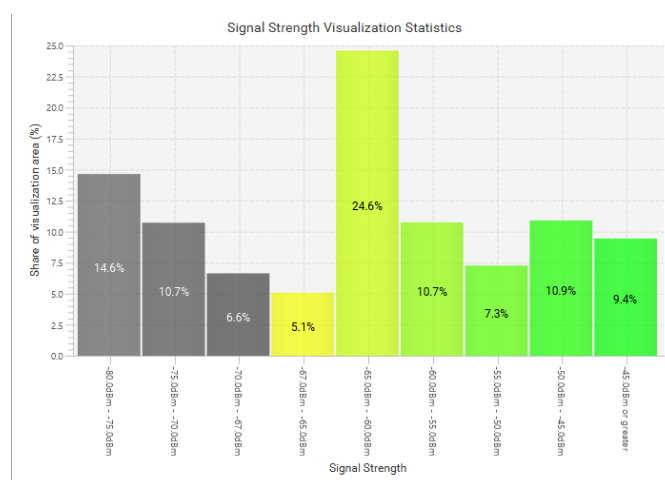


Figure 47 - Gráfico de intensidad de señal correspondiente al tercer piso del edificio F.

ANÁLISIS DE LA RED MEDIANTE LA APLICACIÓN MÓVIL WIFI ANALYZER

Teniendo en cuenta el análisis que se realizó mediante el software Ekahau y con el fin de evidenciar más a fondo las falencias que presenta la red inalámbrica de la universidad, se realizan pruebas en cada uno de los pisos de los edificios que conforman la sede central de la universidad y se seleccionan los puntos más críticos (en donde la señal es poca o nula). Los resultados a estas pruebas se pueden evidenciar en el informe anexo.

DISEÑO PROPUESTO DE LA RED INALÁMBRICA DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

Para realizar la propuesta de la red inalámbrica, se realizó un análisis de los lugares de la universidad en donde había poca o nula cobertura (teniendo en cuenta las simulaciones que se realizaron con el número de *AP* y su ubicación, proporcionados por el departamento de *TIC* de la universidad). De ahí, se realiza una estimación de los lugares en donde deberían ir ubicados los *AP* y si es necesario agregar más de estos. A continuación, se muestran las simulaciones de los edificios y los pisos que lo conforman:

SIMULACIONES MEDIANTE EL SOFTWARE EKAHAU

EDIFICIO FRAY ALBERTO ARIZA

PRIMER PISO

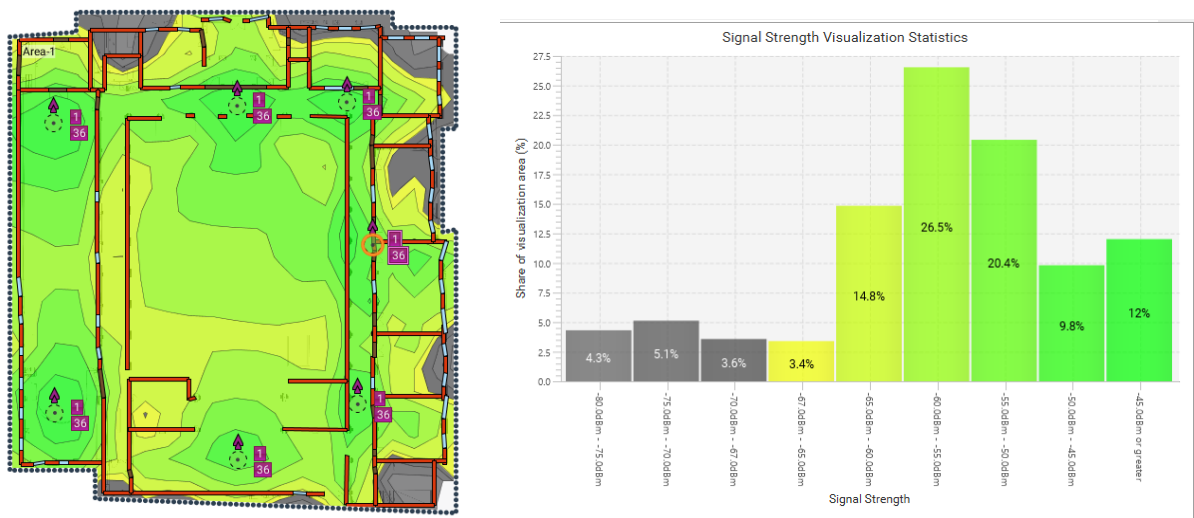


Figure 48 - Diseño propuesto para el primer piso del edificio A (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

Teniendo en cuenta la información proporcionada por el área de TIC de la universidad y con el fin de mejorar la cobertura de este piso, se ubican estratégicamente 7 AP a comparación de los 5 que están ubicados en la red actual. Se muestra una gran mejoría en la cobertura de las áreas en las que la red no alcanzaba a cubrir (ver figura #3).

SEGUNDO PISO

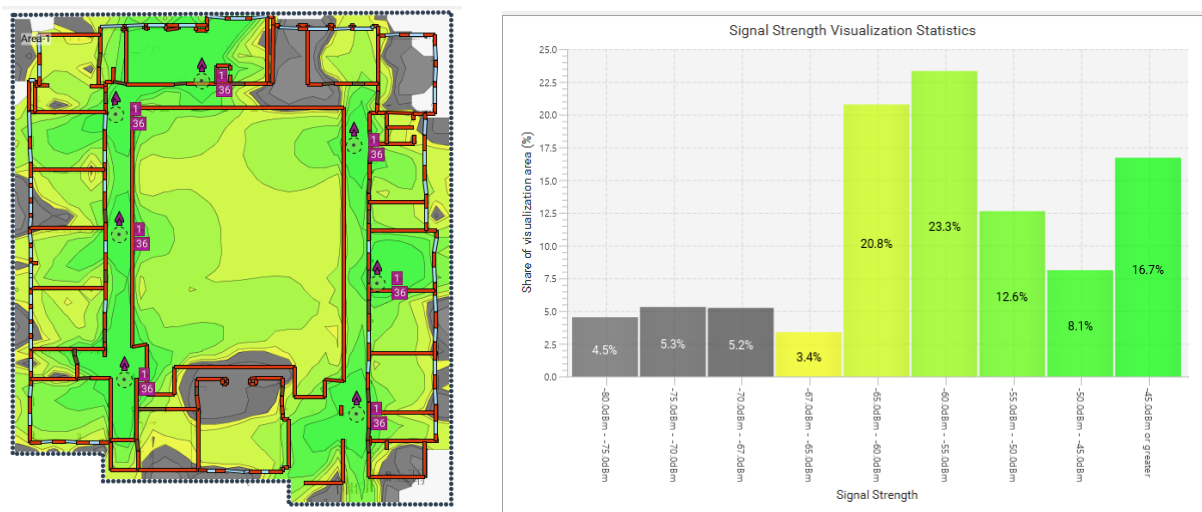


Figure 49 - Diseño propuesto para el segundo piso del edificio A (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

Para el diseño que se propone en el segundo piso del edificio fray Alberto Ariza, se utilizan 7 AP (a comparación de los 4 puntos de acceso que actualmente se encuentran implementados, como se muestra en la figura #5). Gracias a la información suministrada por TIC y al detallar la simulación del estado actual de la red, se ubican estratégicamente los 7 AP con el fin de mejorar la cobertura y el alcance de la red inalámbrica (el diseño que se propone se muestra en la figura #49).

TERCER PISO

Para el tercer piso del edificio Fray Alberto Ariza, se propone un diseño que cuenta con 7 AP (al revisar la información proporcionada por TIC y la simulación de la red actual, se ubican estos puntos de acceso con el fin de mejorar la cobertura y el alcance a lugares en donde no llegaba). Las mejoras con este diseño se pueden evidenciar en la figura #50.

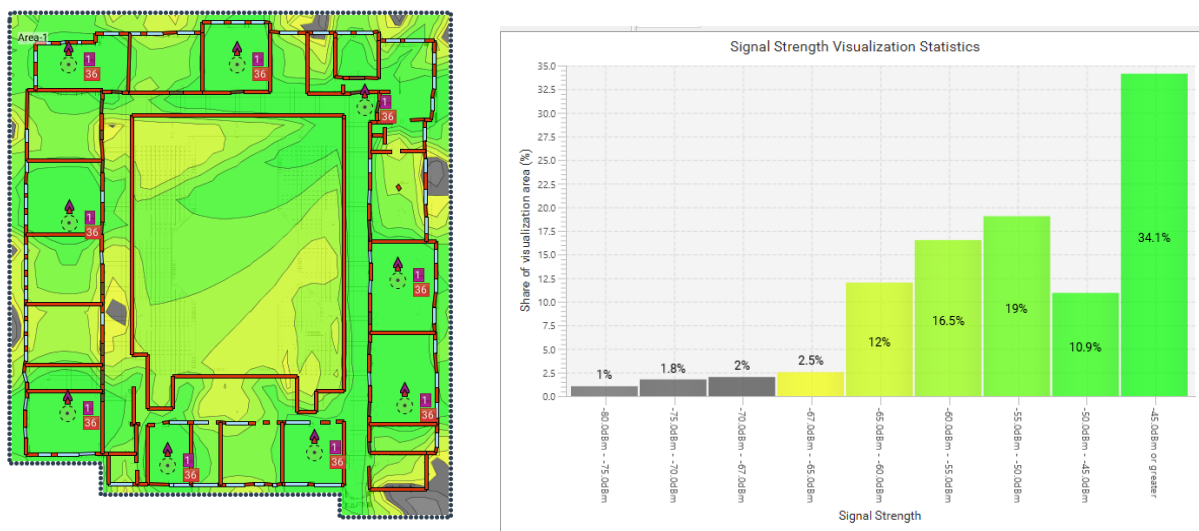


Figure 50 - Diseño propuesto para el tercer piso del edificio A (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

CUARTO PISO

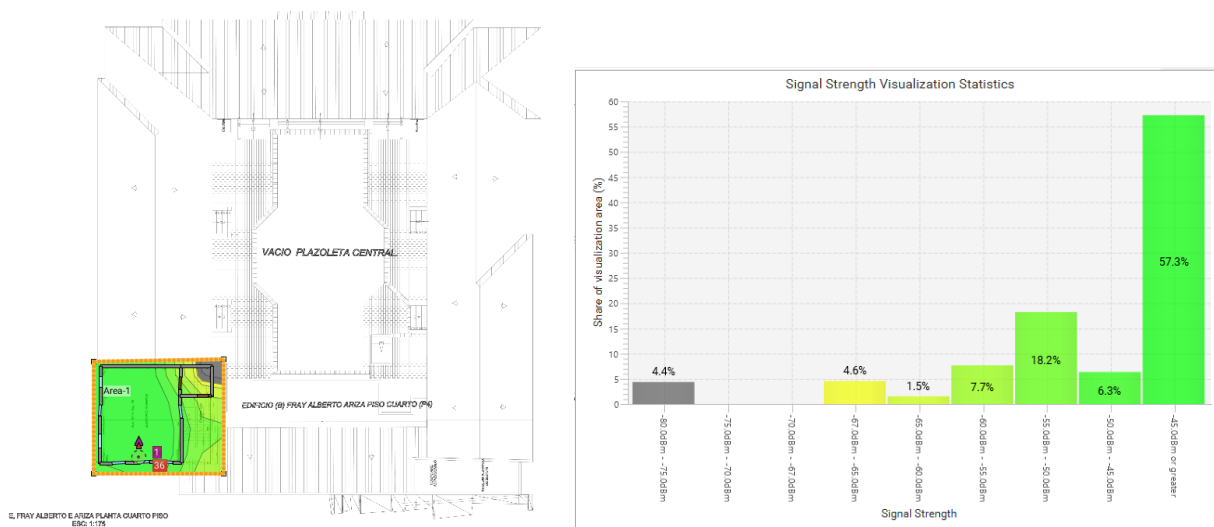


Figure 51 - Diseño propuesto para el cuarto piso del edificio A (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

Para el cuarto piso del edificio Fray Alberto Ariza, se ubica 1 AP en el auditorio Torreón, ya que en este lugar actualmente no se encuentra un punto de acceso a la red inalámbrica de la universidad (teniendo en cuenta la información suministrada por el departamento de TIC de la universidad). Las mejoras de la cobertura en esta área son notables (ver figura #60), ya que se pasa de no tener cobertura a cubrir totalmente el auditorio.

EDIFICIO LUIS J. TORRES

PRIMER PISO

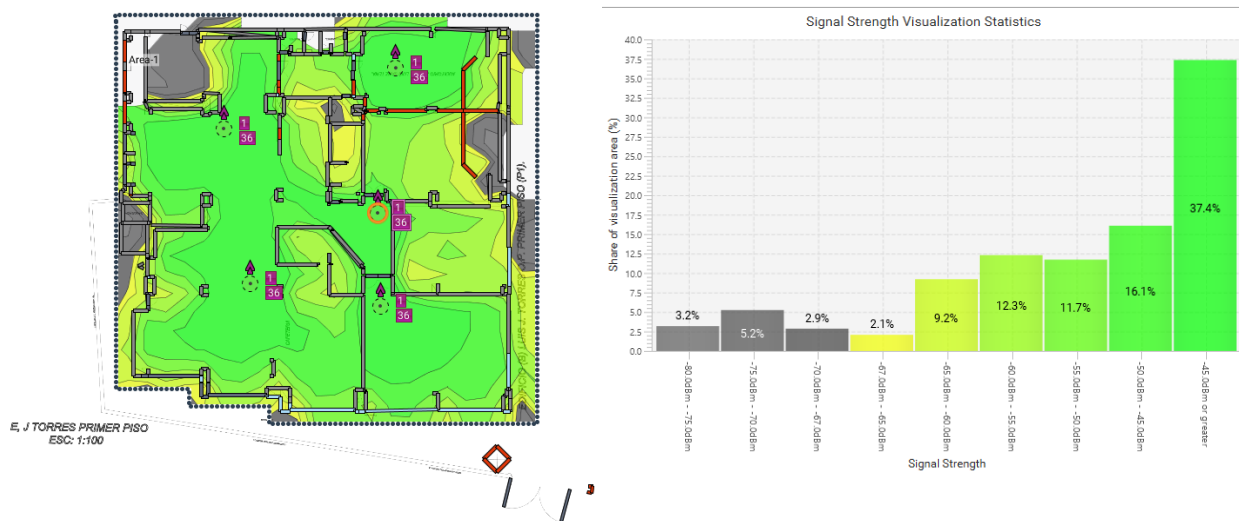


Figure 52 - Diseño propuesto para el primer piso del edificio B (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos por el software al ubicar los AP en la ubicación proporcionada por el departamento de TIC de la Universidad, se realizó la ubicación de estos con el fin de que la cobertura en este piso mejorará, obteniendo los resultados que se observan en la figura #52, pasando de 2 Access Point a 5, mejorando el alcance hasta los salones que se encuentran en este piso y de los auditorios del mismo.

SEGUNDO PISO

En el segundo piso del edificio Luis J. Torres, Se ubicaron 5 Access Point con el fin de dar cobertura a todas las aulas de clase que se ubican en este, mejorando el alcance y la navegación de la red inalámbrica. Los resultados se observan en la figura #53.

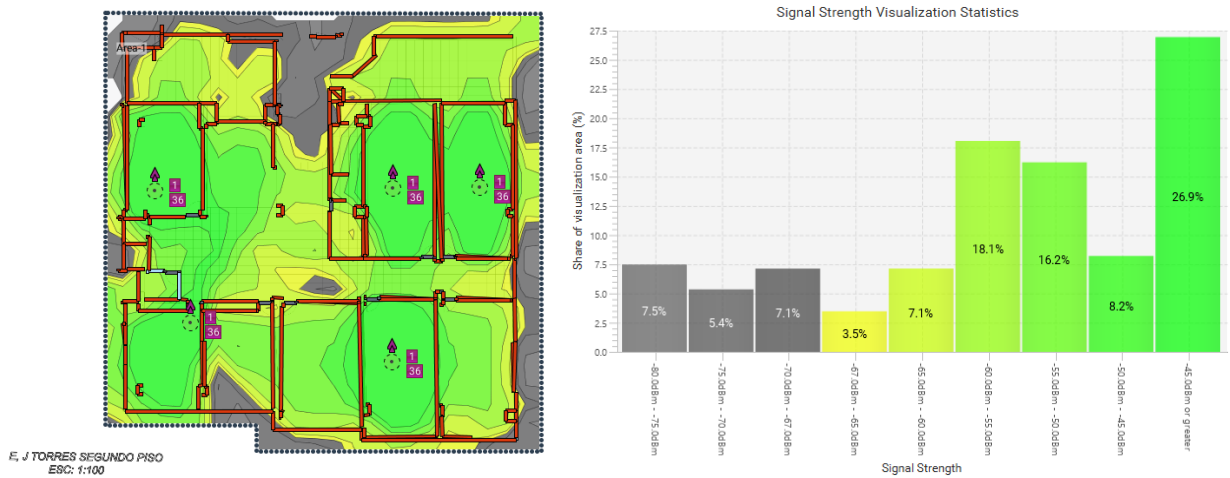


Figure 53 - Diseño propuesto para el segundo piso del edificio B (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

TERCER PISO

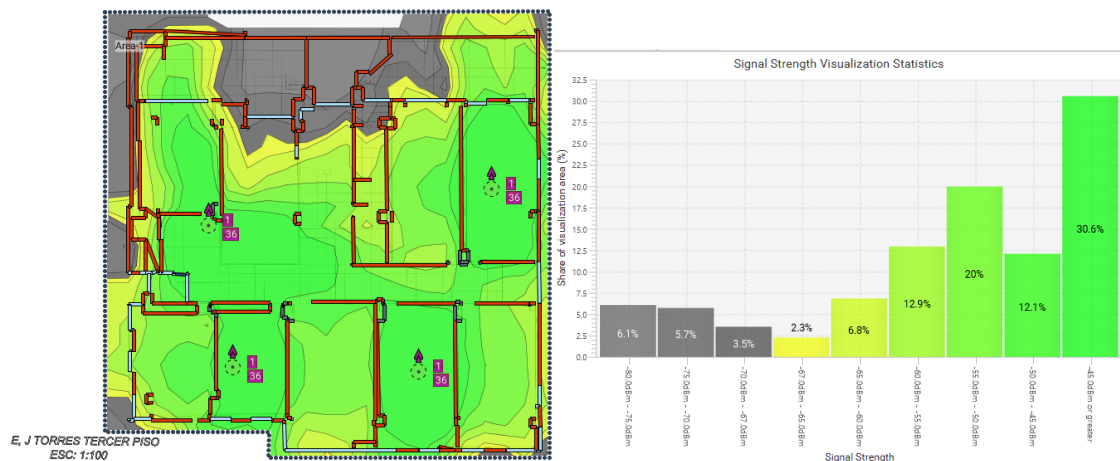


Figure 54 - Diseño propuesto para el tercer piso del edificio B (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

Para el tercer piso del edificio Luis J. torres, se propuso colocar 4 Access Points, para la mejora de la cobertura de la red inalámbrica, ya que algunos salones no contaban con la cobertura necesaria (ver figura #14). Al colocar esta cantidad y ubicarlos en los puntos estratégicos mostrados en la figura #54, se observa gran mejora en la cobertura de la misma.

CUARTO PISO

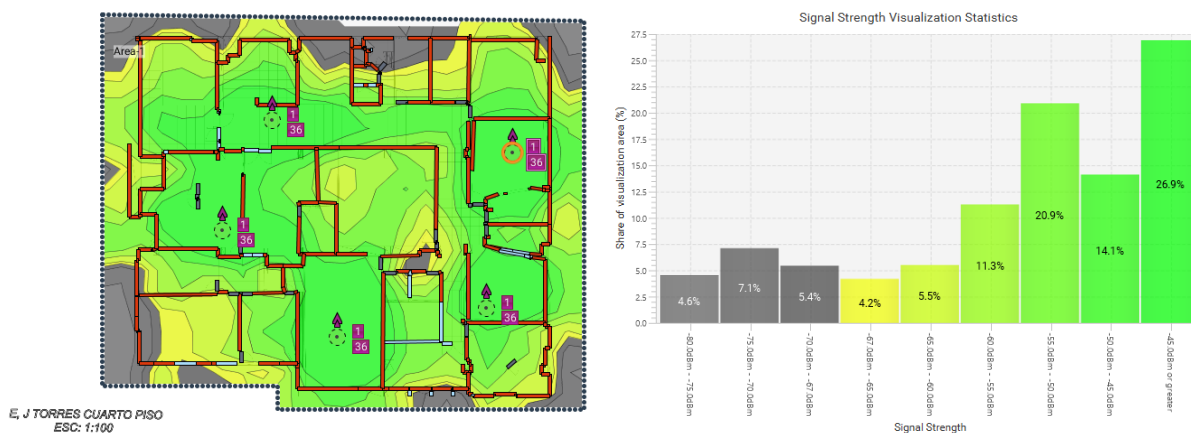


Figure 55 - Diseño propuesto para el cuarto piso del edificio B (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

Para el cuarto piso, se realizó la simulación con 5 *Access Point*, y dar cobertura a todas las oficinas y lugares que se encuentran en este lugar. Al observar la simulación con los *Access Point* que se encuentran actualmente en este piso (figura #16) se observa un gran cambio frente a la simulación propuesta (figura #55) ya que se está solucionando en gran parte la cobertura de la señal que anteriormente en el diseño actual tenía como falencia (figura #16).

QUINTO PISO

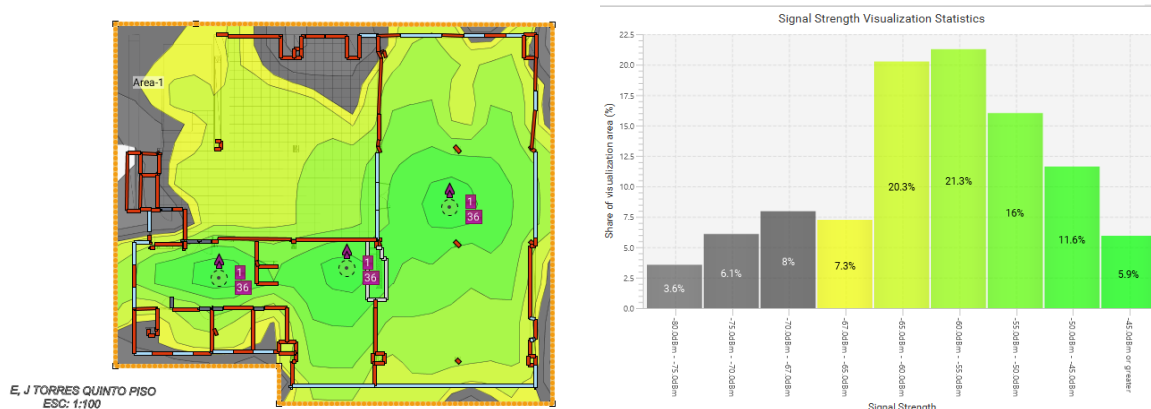


Figure 56 - Diseño propuesto para el quinto piso del edificio B (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

En este piso, se agregaron dos *Access Point* más a la simulación propuesta, como se evidencia en la figura #56. Se observa gran mejoría en la cobertura de este piso frente a la simulación de la figura #18, ya que no da cobertura a áreas importantes de la primera planta de la biblioteca, ubicada en este piso.

SEXTO PISO

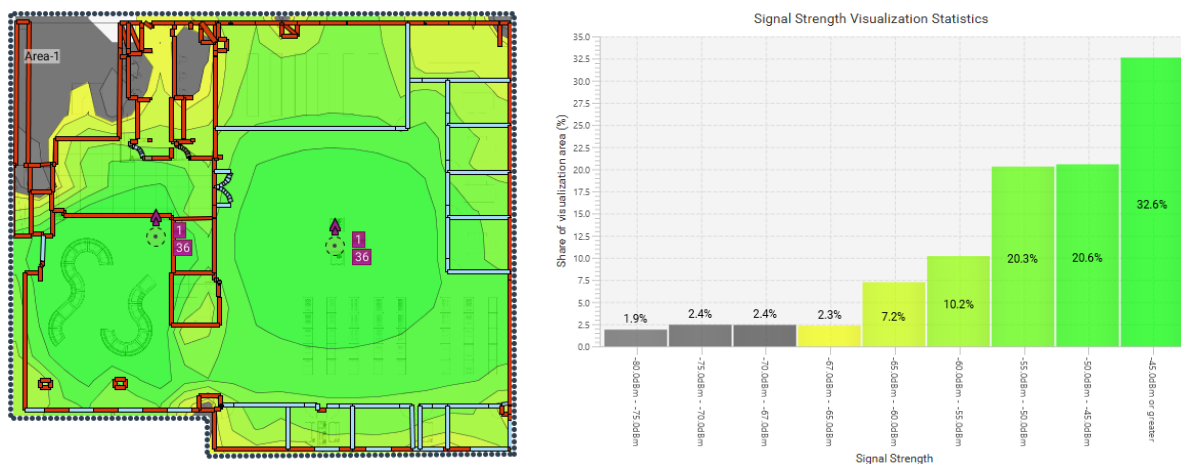


Figure 57 - Diseño propuesto para el sexto piso del edificio B (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

En este piso se añadió un *Access Point* además, en consecuencia, se obtiene más cobertura a todas las áreas de la segunda planta de la biblioteca. Se muestra mejora en el radio de cobertura y mayor alcance en algunas áreas frente a la figura #20, que corresponde a los *Access Point* implementados actualmente en este piso.

SÉPTIMO PISO

Para observar una mejora en la cobertura de este piso, se añadieron dos access point más y se ubicaron estratégicamente para mejorar el alcance de la red inalámbrica. Al observar la figura #58 (simulación propuesta) frente a la figura #22 (simulación de la

ubicación actual de los *Access Point* de este piso), se observa un gran cambio en el radio de alcance y la cobertura de la red.

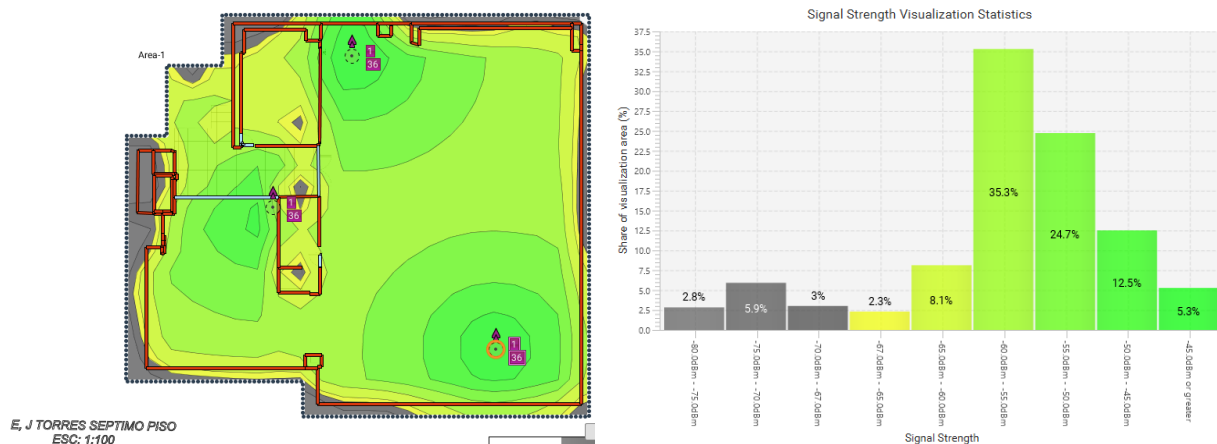


Figure 58 - Diseño propuesto para el séptimo piso del edificio B (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

EDIFICIO GREGORIO XIII

PRIMER PISO

En la figura #59, se muestra la mejora en la cobertura al añadir 1 *Access Point* a la simulación propuesta y ubicarlos en lugares estratégicos, esto con el fin de que el radio de alcance de cada uno mejore en gran parte de las áreas que conforman este piso.

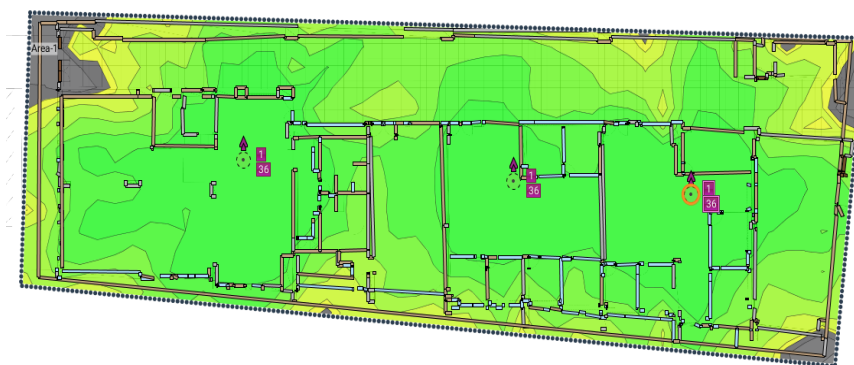


Figure 59 - Diseño propuesto para el primer piso del edificio C.

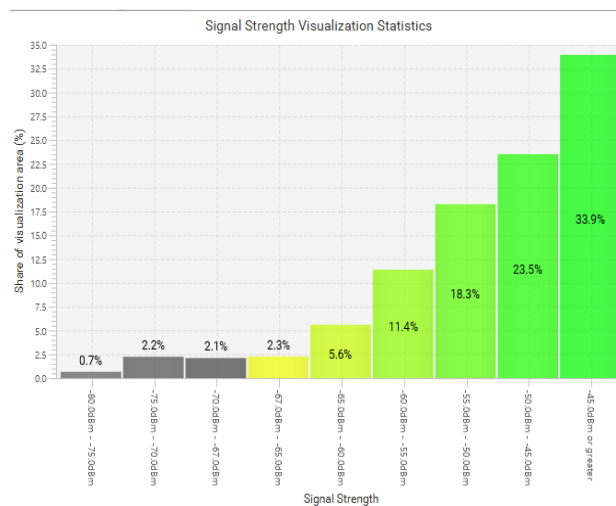


Figure 60 - gráfico de intensidad de señal para el diseño propuesto del primer piso del C.

SEGUNDO PISO

En el segundo piso del edificio Gregorio XIII, se realiza la simulación con 5 *Access Point*, observando una mejora frente a la figura #28, la cual es la que muestra cómo se encuentra la red inalámbrica actualmente en esta zona. Al aumentar el número de AP, se muestra que el alcance de la red mejora considerablemente por ende mejorará el alcance de la señal de los AP y la navegación a internet será más fluida.

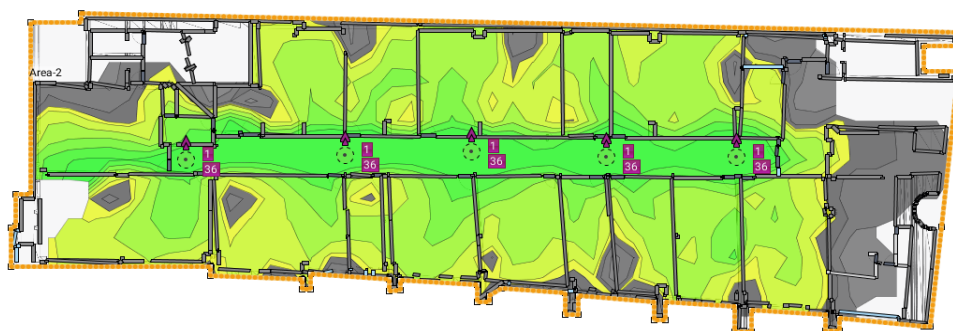


Figure 61 - Diseño propuesto para el segundo piso del edificio C.

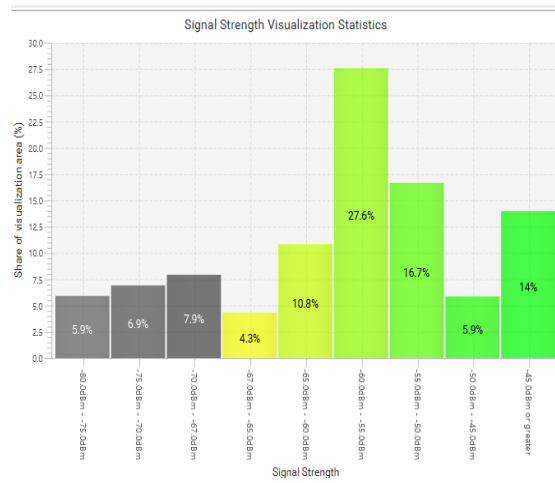


Figure 62 - gráfico de intensidad de señal para el diseño propuesto del segundo piso del C.

TERCER PISO

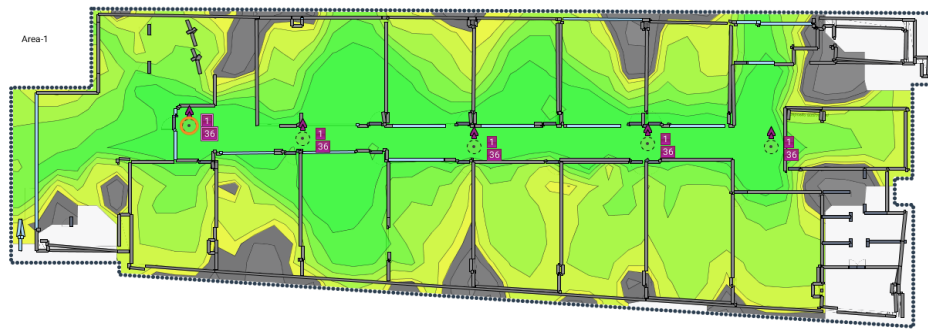


Figure 63 - Diseño propuesto para el tercer piso del edificio C.

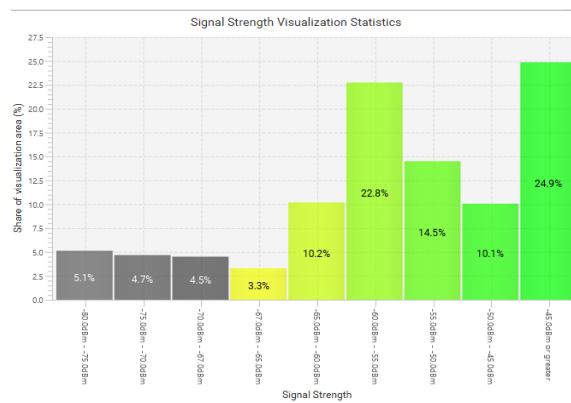


Figure 64 - gráfico de intensidad de señal para el diseño propuesto del tercer piso del C.

En el tercer piso del edificio Gregorio XIII, se ubicaron 6 *Access Point*, teniendo en cuenta las atenuaciones que la estructura genera. Al ubicarlos de la manera que se observa en la figura #63, se observa una mejora en la cobertura y alcance de cada *Access Point*, frente a la que está implementada actualmente en este piso (figura #31).

CUARTO PISO

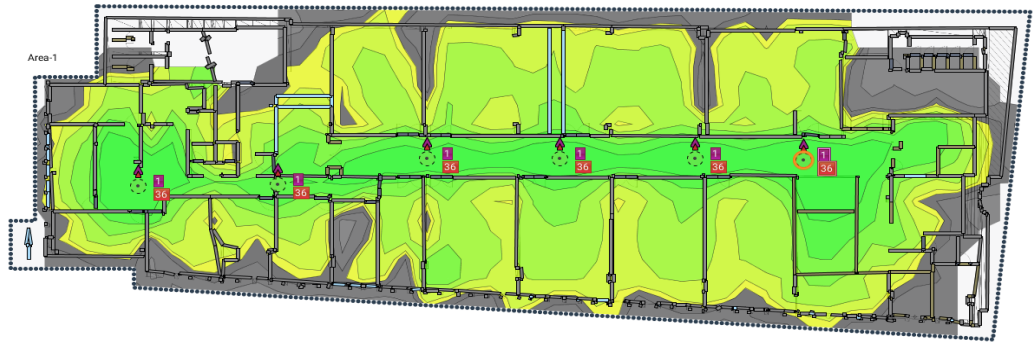


Figure 65 - Diseño propuesto para el cuarto piso del edificio C.

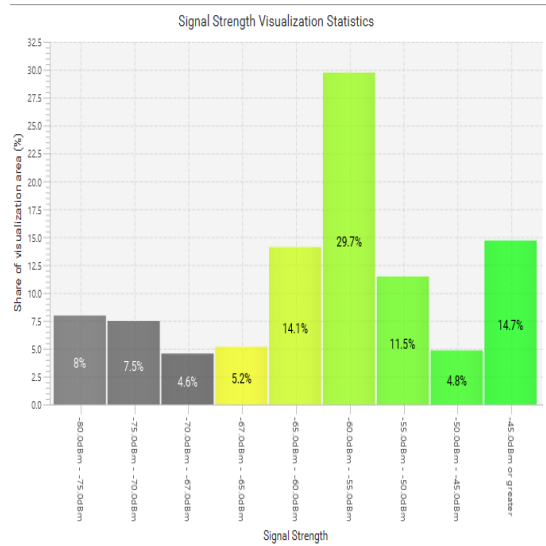


Figure 66 - gráfico de intensidad de señal para el diseño propuesto del cuarto piso del C.

Teniendo en cuenta la simulación realizada con la información proporcionada por el departamento de *TIC* de la Universidad, se propuso el número de *Access Point* y ubicación como se observa en la figura #65, dando como resultado una gran mejoría en cuanto a cobertura y alcance a los lugares en los que no había cobertura.

QUINTO PISO



Figure 67 - Diseño propuesto para el quinto piso del edificio C.

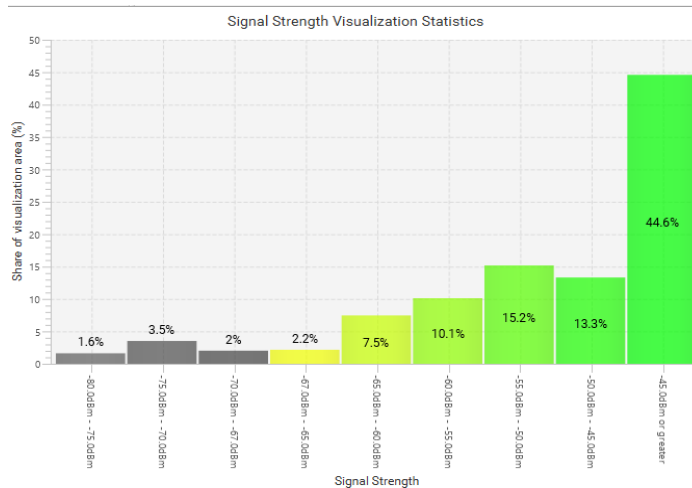


Figure 68 - gráfico de intensidad de señal para el diseño propuesto del quinto piso del C.

En cuanto a este piso la simulación de la red inalámbrica actualmente, se proponen 7 *Access Point*, ubicados estratégicamente como se observa en la figura #67, como

resultado se obtiene la mejora en cuanto a cobertura de las oficinas que se encuentran en este piso.

SEXTO PISO

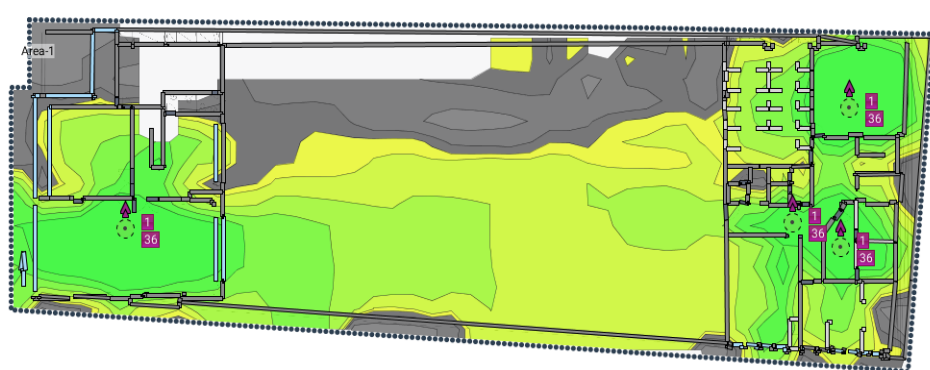


Figure 69 - Diseño propuesto para el sexto piso del edificio C.

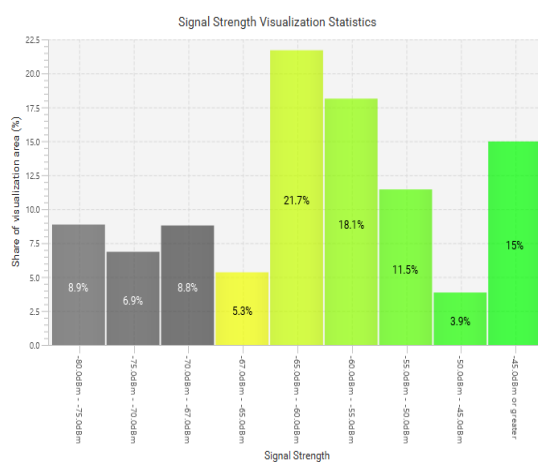


Figure 70 - gráfico de intensidad de señal para el diseño propuesto del sexto piso del C.

En el sexto piso del edificio Gregorio XIII, se aumenta el número de AP y se ubican de la forma que se muestra en la figura #69, observando gran mejoría en la cobertura y alcance de los *Access Point*, frente a la ubicación actual, que se muestra en la simulación del estado actual de la red en esta zona.

EDIFICIO ANGEL CATALAYUD GUERRI, O.P

PRIMER PISO

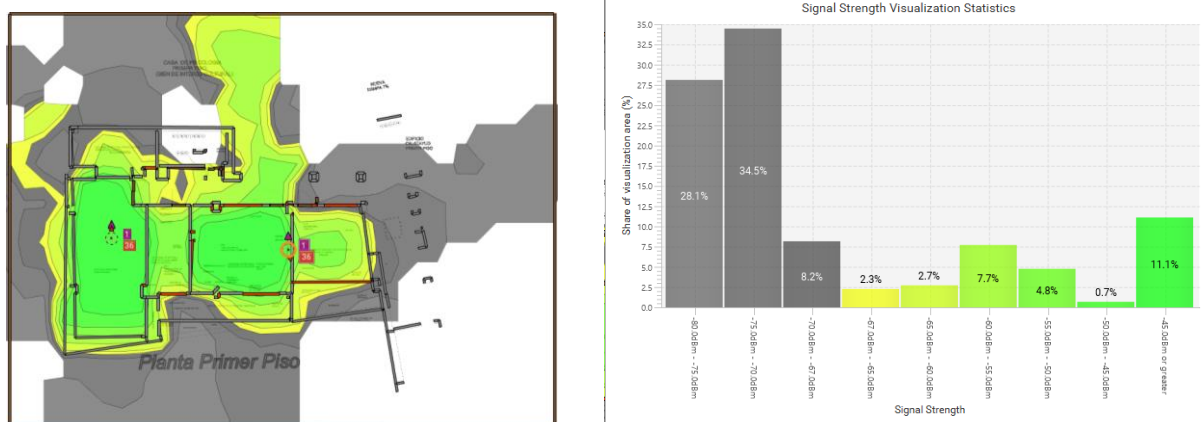


Figure 71 - Diseño propuesto para el primer piso del edificio F (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

Para el primer piso del edificio Angel Catalayud Guerri O.P, se propone el diseño que se muestra en la figura #71, el cual cuenta con 2 AP ubicados de tal forma que la estructura física y su atenuación, no interfieran con la cobertura de las áreas que componen este piso.

SEGUNDO PISO

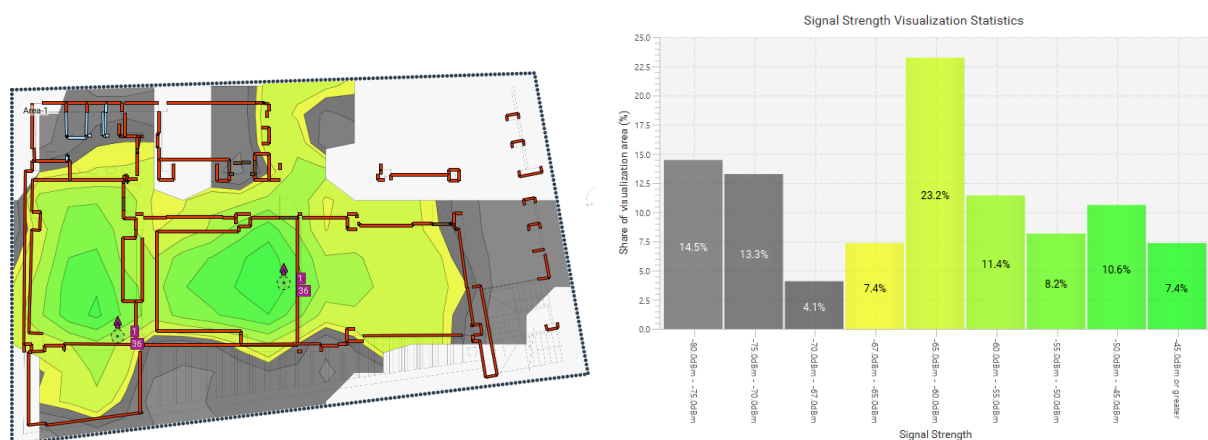


Figure 72 - Diseño propuesto para el segundo piso del edificio F (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

Para el segundo piso del edificio Angel Catalayud Guerri O.P, se realizó un diseño con dos *Access Point*, ubicados de tal forma que la atenuación generada por la estructura no afectara el alcance de estos (ver figura #72). Se evidencia una mejora en cuanto al radio de alcance de cada *Access Point* (a diferencia del alcance que generaba un solo AP, como se muestra en la figura #44) es decir, se obtiene una ganancia en cuanto a cobertura.

TERCER PISO

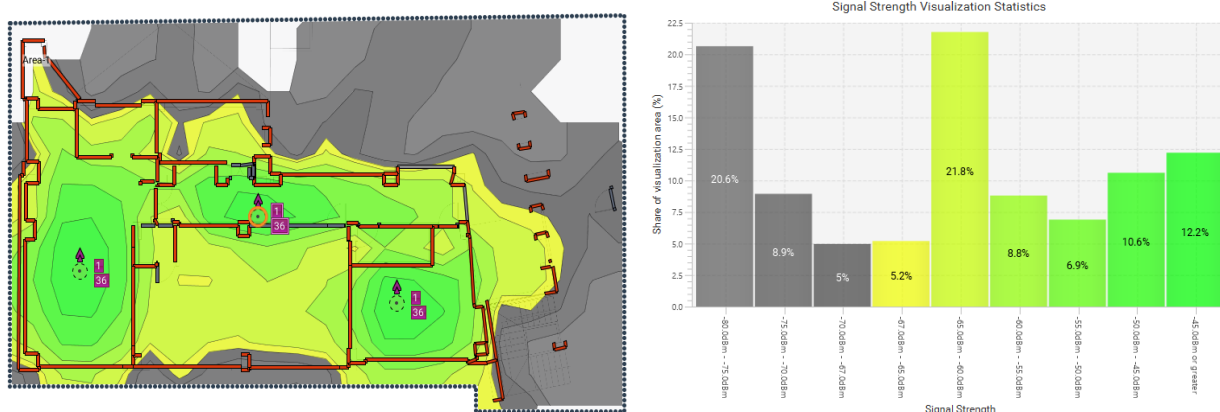


Figure 73 - Diseño propuesto para el tercer piso del edificio F (izquierda) y gráfico de intensidad de señal para este diseño (derecha).

Para el tercer piso de este edificio e igual que el segundo piso, se aumenta el número de *Access Point* con el fin de mejorar la cobertura de la red inalámbrica (en este, se aumentaron de 1 a 3 AP). Al comparar la figura #46 (ubicación actual del *Access Point* de este piso) frente a la figura #73 (diseño propuesto), se evidencia una mejora en la cobertura y alcance de la red inalámbrica.

RESULTADOS DEL PROYECTO, FALENCIAS ENCONTRADAS

Teniendo en cuenta las simulaciones realizadas con las ubicaciones de cada uno de los AP, proporcionadas por el departamento de *TIC* de la Universidad y las simulaciones que se proponen, se evidencia grandes falencias en el diseño de la red inalámbrica, permitiendo que en lugares importantes de esta sede no exista cobertura, mostrados en cada una de las ilustraciones que se enumeran anteriormente por piso (los lugares en los que hay poca o nula cobertura, se resaltan con un cuadro azul, en cada una de las ilustraciones). Por otra parte, los mapas que nos proporcionaron el departamento de *TIC* de la Universidad encontramos que para el edificio arcos (Fray Alberto Ariza) estos mapas no se podían trabajar por el software Ekahau ya que el conflicto que existía era en cuanto a la escalación, pero a pesar de esto, se realiza un diseño teniendo en cuenta los materiales de la estructura física y simulando su atenuación, de tal forma que se pudiera realizar la propuesta. A continuación, se muestra la comparación entre las simulaciones de la red actual frente al diseño que se propone:

EDIFICIO FRAY ALBERTO ARIZA

PRIMER PISO



Figure 74 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el primer piso del A.

En la figura #74, se muestra la simulación de la red inalámbrica que actualmente se encuentra implementada en este piso (izquierda) y el diseño que se propone para este piso (derecha). Se muestra que con los 5 AP que cuenta actualmente la red, no se alcanza a suplir todas las áreas de este piso. Por esta razón, se aumentan el número de puntos de acceso a 7, con el fin de mejorar la cobertura y el alcance de la red inalámbrica.

SEGUNDO PISO

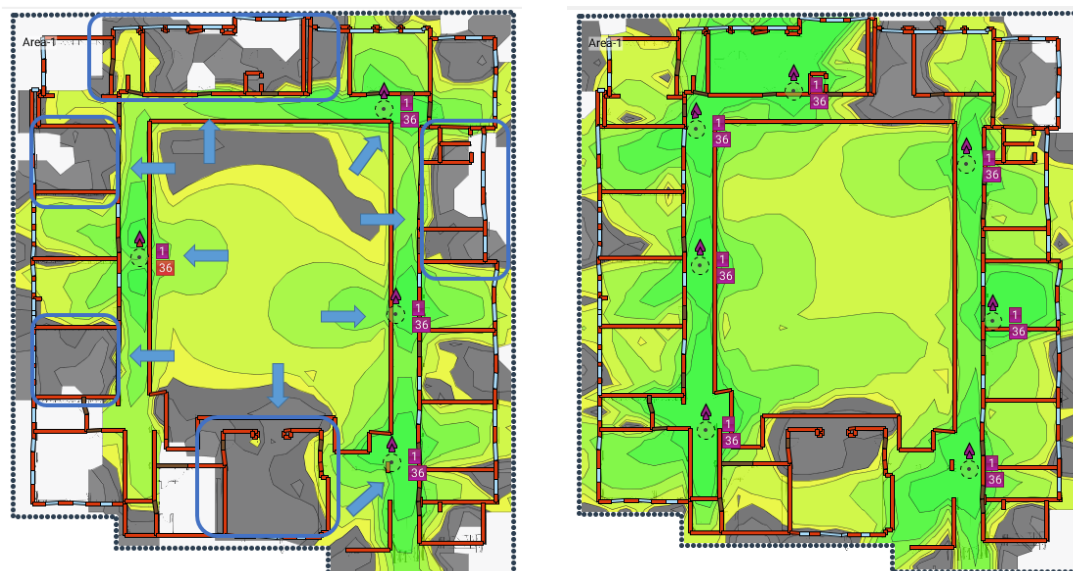


Figure 75 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el segundo piso del A.

Para el segundo piso del edificio Fray Alberto Ariza, se propone un diseño con 7 AP (a comparación de 5 AP que se encuentran actualmente en este piso). Cabe resaltar que son muchas las mejoras en cuanto a cobertura y alcance de la red, ya que al observar la figura #75 parte izquierda, se encontraban lugares en donde la cobertura era poca o nula y con el diseño que se propone, se mejora notablemente (figura #75, parte derecha).

TERCER PISO

Para el tercer piso del edificio Fray Alberto Ariza, se propone un diseño el cual cuenta con 9 AP, a comparación del diseño actualmente implementado que cuenta con 4 AP. En

la figura #76, se muestran los cambios que la red presenta al aumentar los puntos de acceso y ubicarlos de tal forma que gran parte de este piso tenga cobertura.

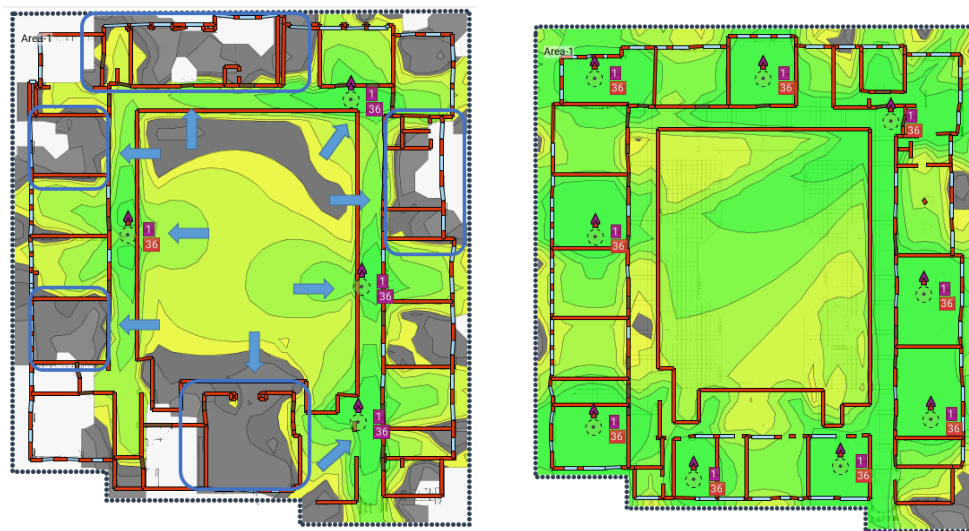


Figure 76 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el tercer piso del A.

CUARTO PISO

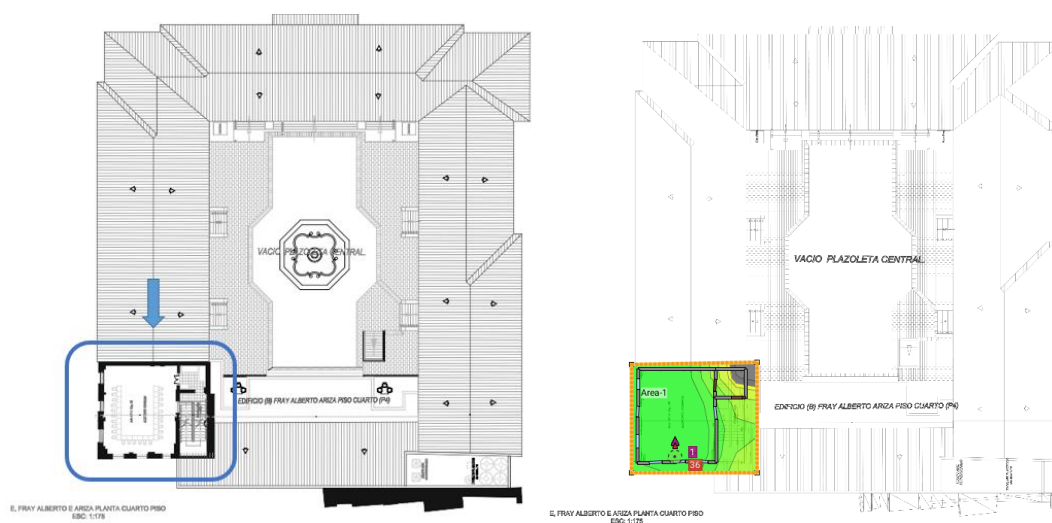


Figure 77 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el cuarto piso del A.

Para el cuarto piso del edificio Fray Alberto Ariza, hay que tener en cuenta que no se contaban con puntos de acceso para el auditorio Torreón, único lugar a cubrir en esta zona. Y, teniendo en cuenta que este auditorio es usado para dictar clases y dictar charlas, se ubica 1 AP para tener cobertura en esta zona. En la figura #77, se muestra que se pasa de no tener cobertura en esta zona a tenerla totalmente.

EDIFICIO LUIS J. TORRES:

PRIMER PISO

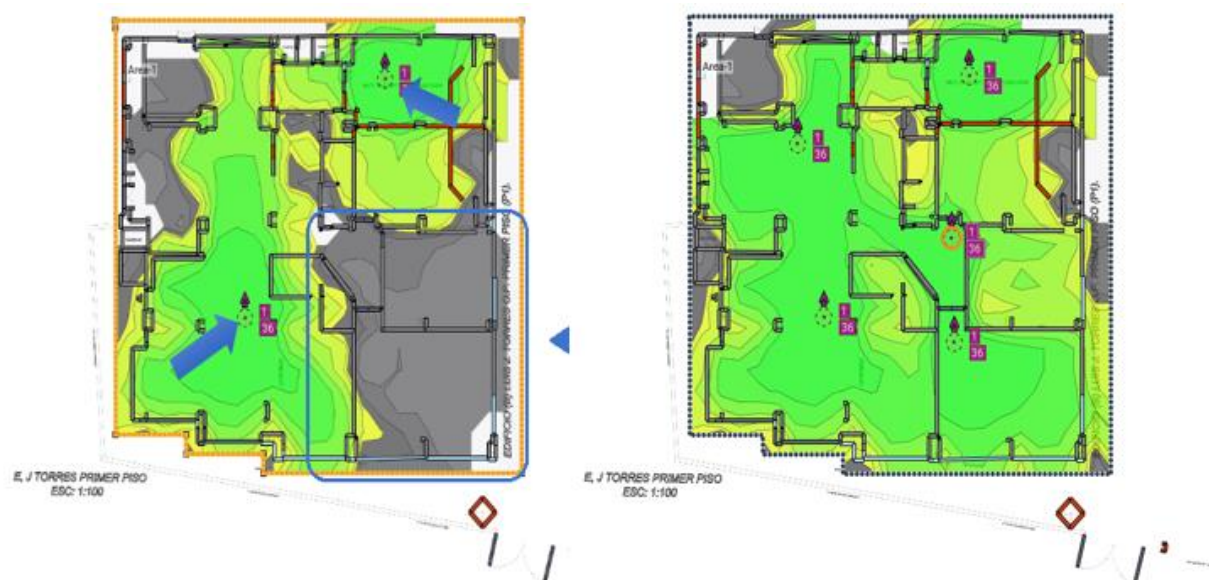


Figure 78 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el primer piso del B.

En la figura #78, se muestra la simulación de la red inalámbrica que está implementada actualmente en este piso (izquierda) y la simulación propuesta (derecha). Para lograr cubrir los lugares resaltados por los rectángulos azules, fue necesario aumentar el número de *Access Point* en esta zona y ubicarlos de tal manera que el radio de cobertura aumentara y brindara una mejoría.

SEGUNDO PISO



Figure 79 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el segundo piso del B.

En la anterior figura, se observa la mejora en la cobertura al aumentar el número de AP de 1 a 5, llegando a los lugares que la señal era nula (parte izquierda de la figura), se observan los lugares marcados con un rectángulo azul. Al ubicarlos de la manera en la que se observa en la figura (parte derecha), se evita que gran parte de la atenuación que genera la estructura física interrumpa el radio de la señal de cada *Access Point*.

TERCER PISO

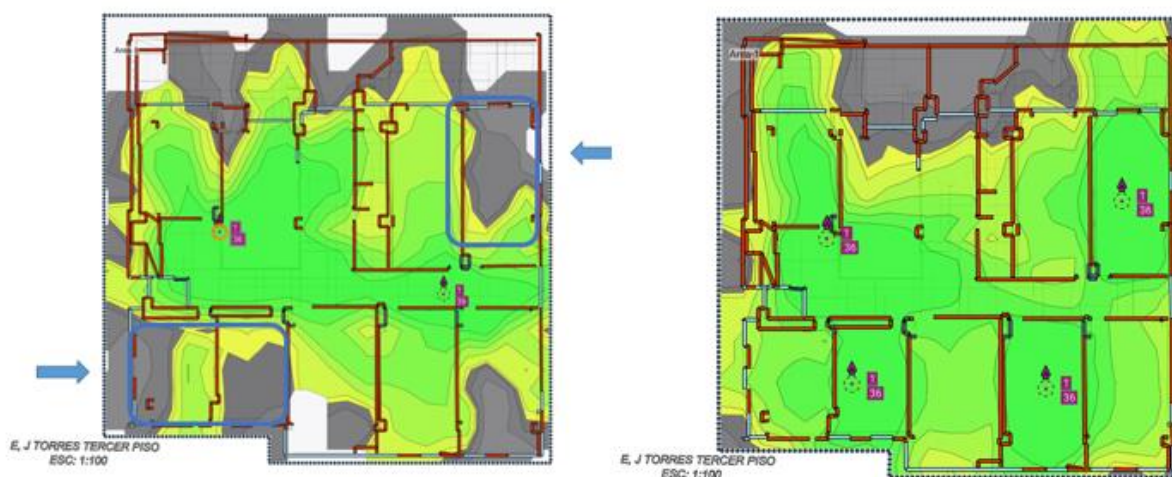


Figure 80 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el tercer piso del B.

En el tercer piso de este edificio, se propuso un diseño con 4 access points (aumentando de 2 a 4), teniendo en cuenta que, con la ubicación actual de los AP, no se lograba el cubrimiento a algunas zonas de este piso. En la figura #80, se observa que la actual red inalámbrica implementada (izquierda) a comparación de la simulación propuesta (derecha), muestra falencias en cuanto a cobertura en varias áreas de este piso, entre las cuales se encuentran aulas de clase.

CUARTO PISO

En el cuarto piso del edificio Luis J. Torres, se propuso un diseño de 5 *Access Point* (a comparación de dos, los cuales están implementados actualmente), con el fin de mejorar la cobertura y alcance en algunas de las áreas de este piso que no contaban o tenían poca cobertura. La comparación de la actual red inalámbrica (izquierda) y del diseño que se propone (derecha), se puede observar en la figura #81.

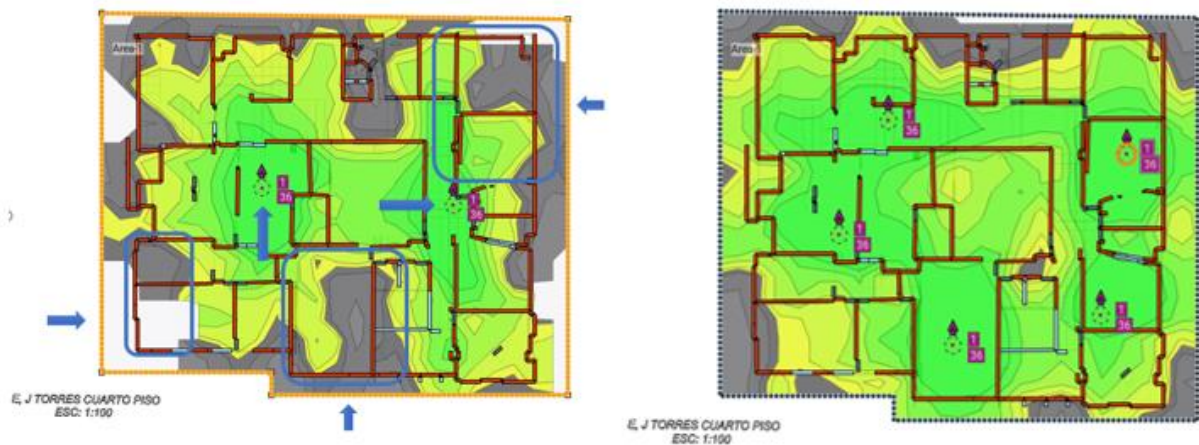


Figure 81 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el cuarto piso del B.

QUINTO PISO

En el quinto piso del edificio Luis J. Torres, se propuso un diseño de 3 *Access Point* (a comparación de la red inalámbrica implementada, la cual cuenta con un solo AP en esta zona). Al revisar la figura #82, se muestra las falencias encontradas en la actual red inalámbrica implementada en este piso (izquierda) y la propuesta de una nueva red

inalámbrica (derecha). Es importante resaltar que, en este piso, se encuentra la segunda planta de la biblioteca, uno de los lugares más concurridos por estudiantes y administrativos, por esta razón, debe asegurarse una buena cobertura de la red inalámbrica.

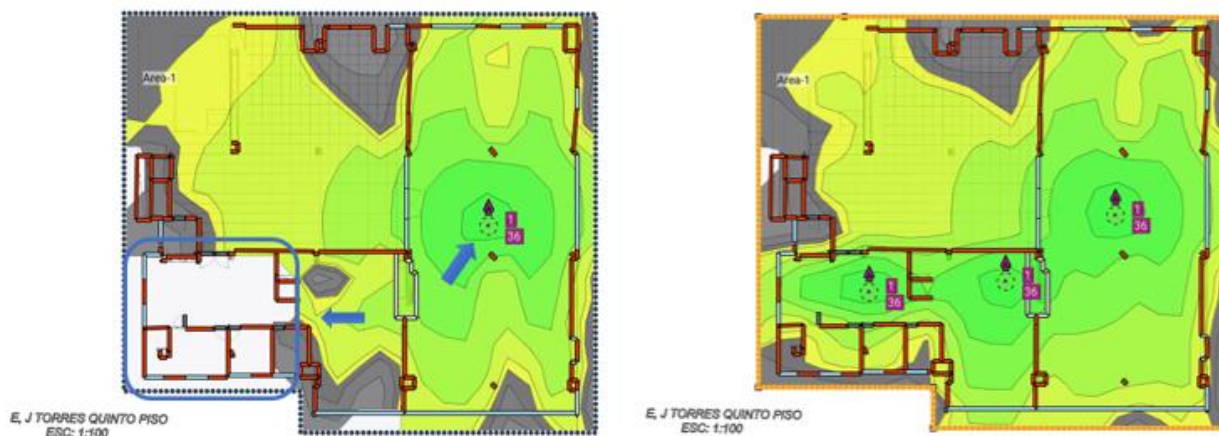


Figure 82 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el quinto piso del B.

SEXTO PISO

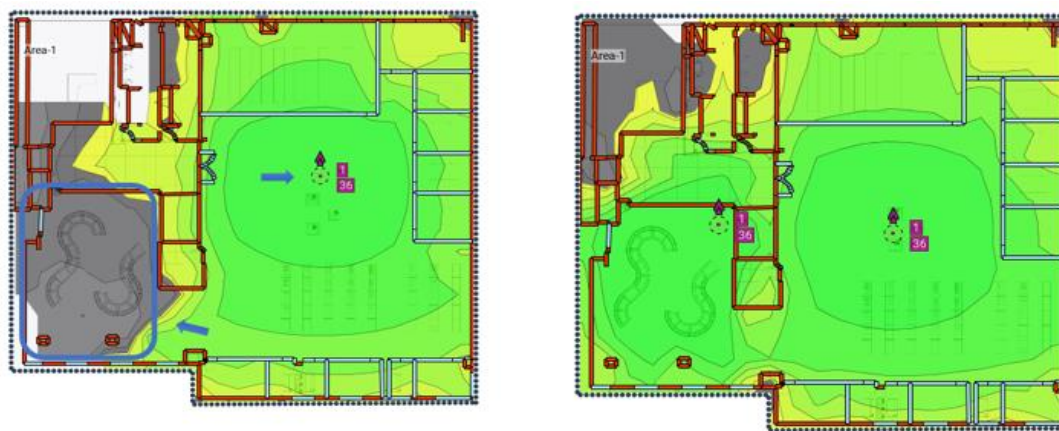


Figure 83 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el sexto piso del B.

Para el diseño de la red inalámbrica que se propone en el sexto piso del edificio Luis J. Torres, se ubican dos AP (a comparación de 1 *Access Point* con el que cuenta la red inalámbrica implementada). Al comparar el diseño que se propone para este piso (derecha), frente al diseño actual (izquierda) se muestran las mejoras en cuanto a cobertura y alcance de la red.

SEPTIMO PISO

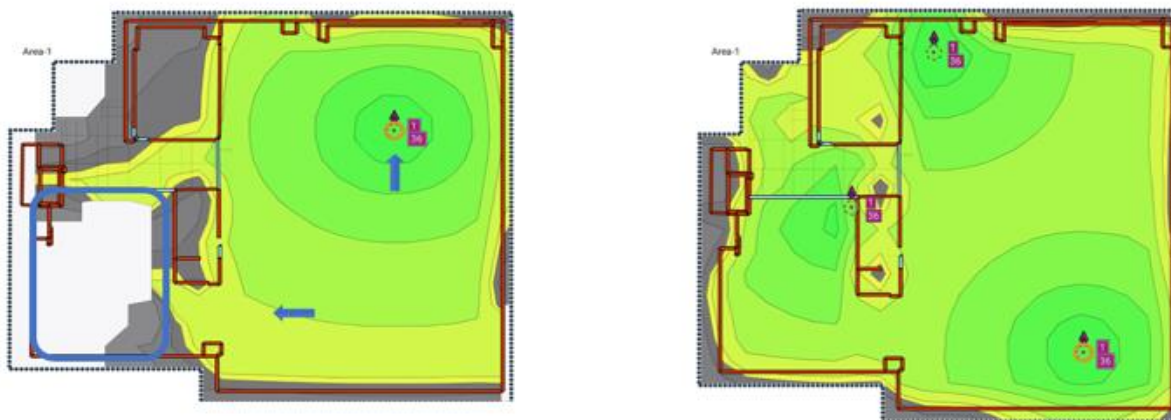


Figure 84 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el séptimo piso del B.

El diseño que se propone en el séptimo piso del edificio Luis J. Torres, mostrado en la figura #84 (derecha), se evidencia las mejoras que se obtuvieron al ubicar 3 AP, frente a 1 AP, como se observa en la red inalámbrica que se encuentra implementada en esta zona (izquierda). Se observa mejoras en cuanto a cobertura y alcance de la red en las áreas resaltadas en el recuadro azul.

EDIFICIO GREGORIO XIII

PRIMER PISO

Para el primer piso del edificio Gregorio XIII, se propuso un diseño con 3 *Access Point* aumentando en uno (1) el número de estos; frente a la actual red inalámbrica, mostrado en la figura #85 (arriba, se tiene la simulación de la actual red inalámbrica y abajo, se muestra el diseño que se propone). Con esto, se mejora la cobertura en las zonas con poca o nula señal, resaltados en la figura #60 por el cuadro azul.

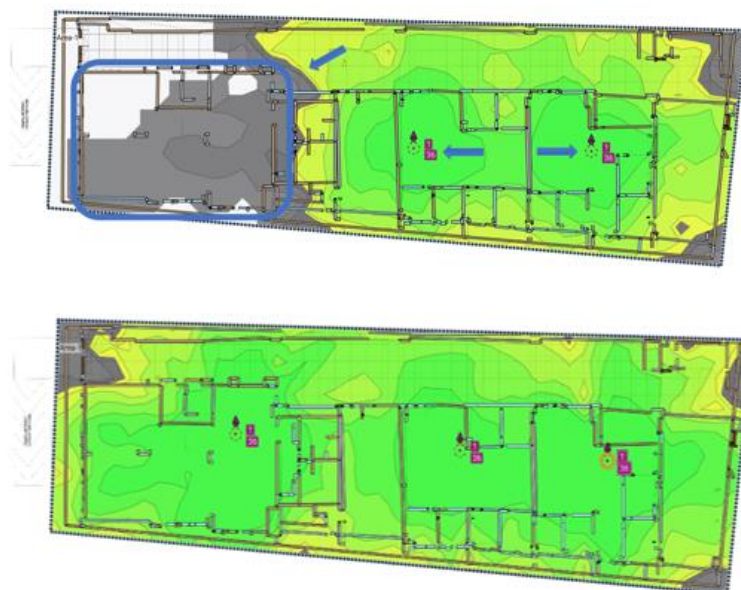


Figure 85 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (arriba) frente al diseño propuesto (abajo) para el primer piso del C.

SEGUNDO PISO

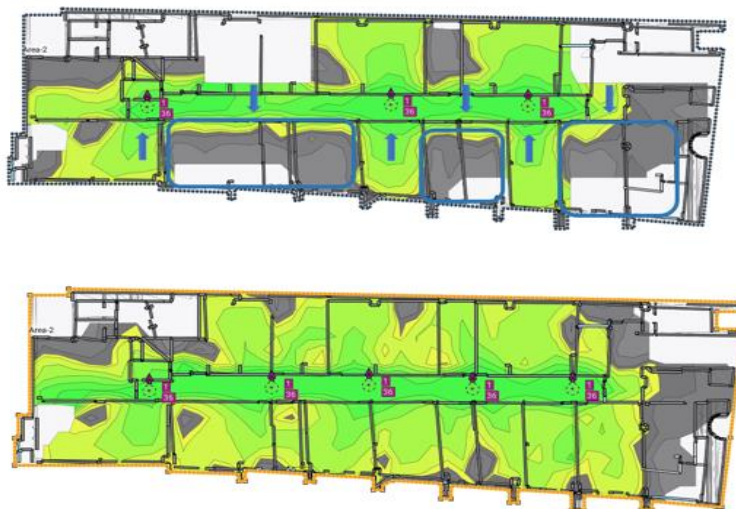


Figure 86 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (arriba) frente al diseño propuesto (abajo) para el segundo piso del C.

Para el segundo piso de este edificio, se propone un diseño con 3 *Access Point* (a diferencia de la actual red implementada, la cual cuenta solo con 3 AP). Con esto, se muestra mejoras en la cobertura y alcance, ya que como se observa en la figura #86, son varios lugares con poca o nula señal (arriba), resaltados con un cuadro azul.

TERCER PISO

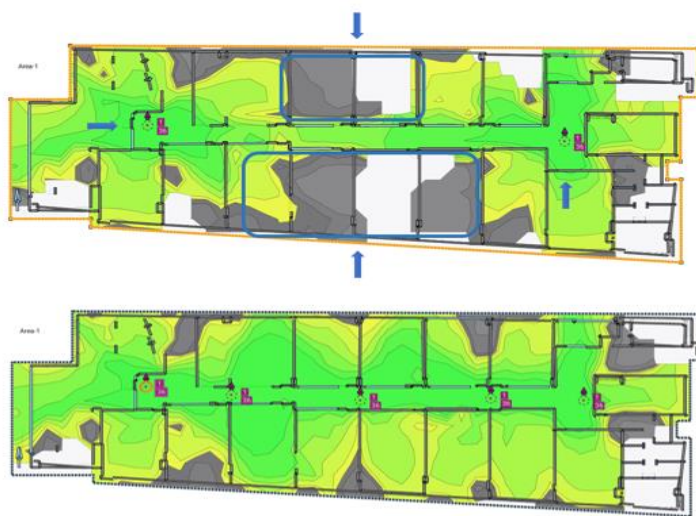


Figure 87 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (arriba) frente al diseño propuesto (abajo) para el tercer piso del C.

Para el tercer piso del edificio Gregorio XIII, se propone un diseño de red inalámbrica que contiene 5 AP (a diferencia del diseño actualmente implementado, mostrado en la figura #87, arriba). Con el aumento de los AP, se mejora el alcance a los lugares en los cuales no se tenía cobertura (las mejorar en el alcance de la red con el diseño que se propone, se puede evidenciar en la figura #87, abajo).

CUARTO PISO

Para el cuarto piso del edificio Gregorio XIII, se propone un diseño el cual cuenta con 6 Access Point, ya que, al realizar la simulación de la red inalámbrica actualmente implementada, se observa que la atenuación generada por la estructura física de este piso interviene con la cobertura de los AP. Para mitigar esto, fue necesario el número de estos y ubicarlos de forma que se diera cobertura a aquellos lugares que se resaltaron en la figura #88 (arriba). De esta forma, se muestra la mejora en el alcance en la figura #88 (abajo).

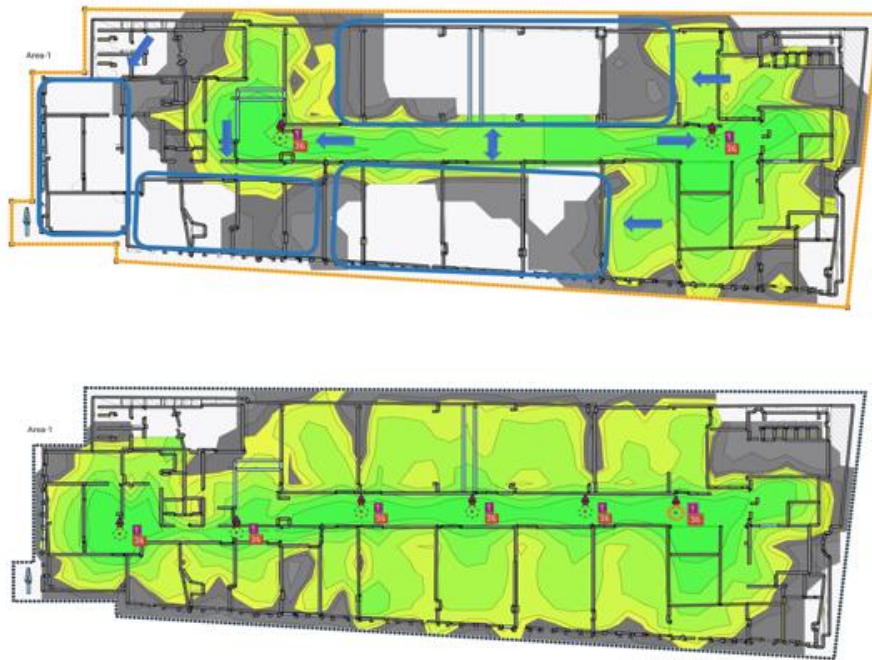


Figure 88 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (arriba) frente al diseño propuesto (abajo) para el cuarto piso del C.

QUINTO PISO



Figure 89 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (arriba) frente al diseño propuesto (abajo) para el quinto piso del C.

Teniendo en cuenta la atenuación que genera la estructura física del quinto piso del edificio Gregorio XIII, se propuso un diseño de red inalámbrica que cuente con 7 AP ya que, analizando la simulación de la red implementada actualmente, se encontraron lugares en los que 5 *Access Point* (actualmente implementados) dan poca o nula cobertura (estos lugares están resaltados por un cuadro azul en la figura #89, parte superior).

SEXTO PISO

Para el sexto piso del edificio Gregorio XIII, se propuso un diseño que cuenta con cuatro (4) *Access Point*, esto con el fin de mejorar la cobertura teniendo en cuenta la simulación que se realizó de la red inalámbrica actualmente implementada y las falencias que se encuentran (resaltados con un cuadro azul, en la figura #90, parte superior). Se observa un aumento en la cobertura en las áreas en las que no se contaba (figura #90, parte inferior).

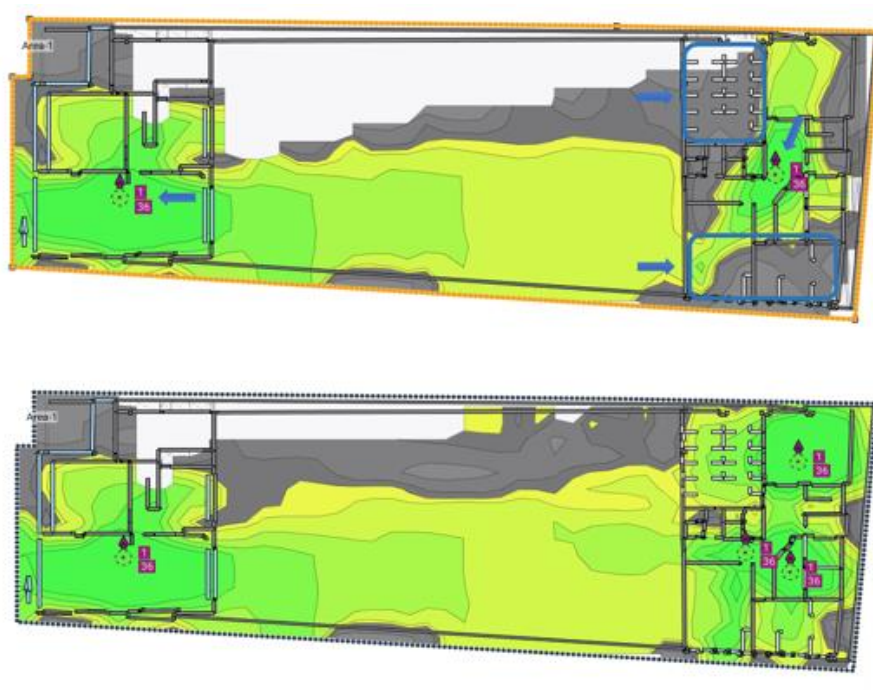


Figure 90 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (arriba) frente al diseño propuesto (abajo) para el sexto piso del C.

EDIFICIO ANGEL CATALAYUD GUERRI O.P

PRIMER PISO

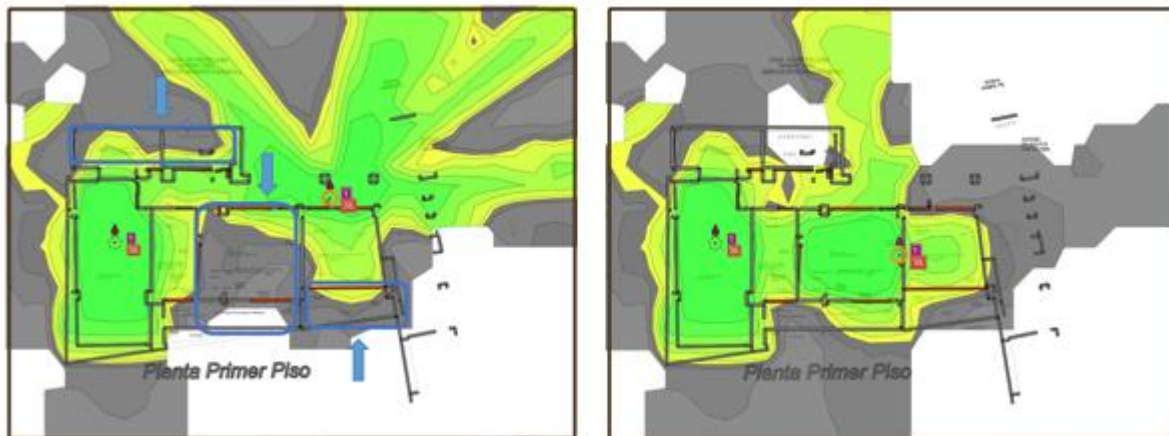


Figure 91 -Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el primer piso del F.

Para el diseño que se propone en el piso 1 del edificio Angel Catalayud Guerri O.P, se utiliza la misma cantidad de AP que cuenta la red inalámbrica actual, pero a diferencia de que se ubican en diferentes puntos con el fin de mejorar la cobertura y el alcance de la red.

SEGUNDO PISO

Para el diseño que se propone en el piso 2 del edificio Angel Catalayud Guerri, se utilizan dos (2) *Access Point*, teniendo en cuenta que con la red inalámbrica actualmente implementada (figura #92, parte izquierda), se tienen lugares en los que la señal es poca o nula. Al observar el nuevo diseño, se observan mejoras en el radio de alcance de los AP y con esto, se asegura que se pueda tener una buena experiencia de navegación para las personas que visiten esta área.

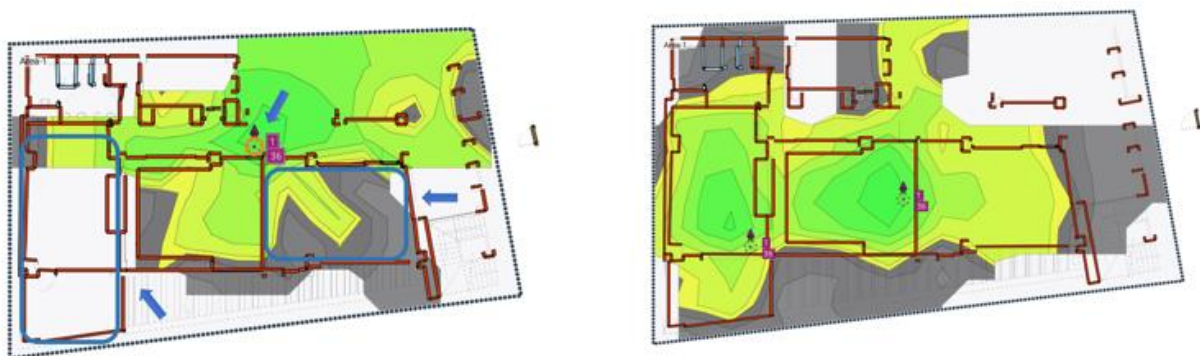


Figure 92 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el segundo piso del F.

TERCER PISO

El diseño que se propone en el tercer piso del edificio Angel Catalayud Guerri, se utilizan tres (3) *Access Point* con el fin de mejorar la cobertura en áreas en la que no se tiene (Estas se resaltan con un cuadro azul, en la figura #93, parte izquierda). Las mejoras en la red son notables, teniendo en cuenta que la estructura genera atenuaciones y la ubicación actual de los *Access Point* (actualmente, el diseño que la universidad tiene implementado en este piso, cuenta con dos) puede generar pérdidas de señal y baja cobertura.

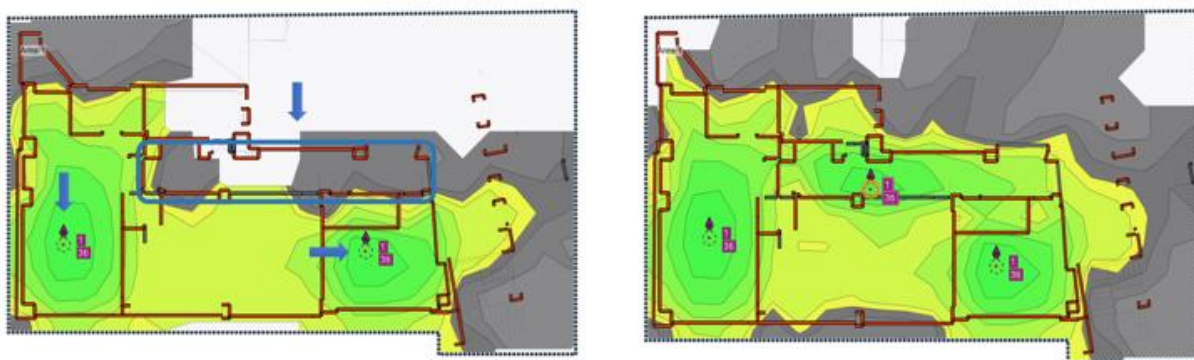


Figure 93 - Comparación del diseño actual de la red inalámbrica (izquierda) frente al diseño propuesto (derecha) para el tercer piso del F.

COTIZACIÓN

Teniendo en cuenta las simulaciones que se realizaron para el análisis de la red inalámbrica y el diseño que se propone para la mejora de la red inalámbrica, se solicita una cotización con el fin de saber el costo aproximado de la implementación de este diseño.

Se buscó una empresa que trabajara con los mismos AP que se utilizan en la red inalámbrica actual (Ruckus Zoneflex 7372), pero al ser un modelo que ya no se utiliza, el proveedor nos recomienda usar otro modelo (Ruckus R510, cuyas características completas se encuentran en el anexo #3), donde en términos generales tienen las mismas especificaciones y características.

La empresa con la que se realizó el contacto para la cotización fue Coltecno²⁷, una empresa que cuenta con 6 años de recorrido en este mercado, dedicada a la integración de tecnologías de la información y telecomunicaciones, con gran experiencia en conectividad física e inalámbrica, generando soluciones a sus clientes con una gestión eficiente.

Al trabajar con equipos Ruckus (marca de los AP que se utilizan en la sede central de la Universidad), se solicitó una cotización para la implementación de una red inalámbrica que dispusiera de 89 AP, incluyendo los equipos necesarios para dicha implementación.

La cotización fue generada por 90 puntos de acceso y dos opciones para la implementación, una que contara con una controladora física y otra que contara con una controladora virtual.

Las características completas de la cotización se encuentran al final del documento (ver anexo #2).

²⁷ "Coltecno." <https://coltecno.com.co/>

IMPACTO SOCIAL

La Universidad Santo Tomás cuenta con un gran número de estudiantes, los cuales están divididos en las diferentes carreras con la que cuenta esta institución. En la sede central (claustro), se encuentran carreras como Ingenierías (Electrónica, Mecánica, Telecomunicaciones e Industrial), Estadística, Filosofía, entre otras; siendo una de las sedes más concurridas por los estudiantes.

Teniendo en cuenta esto, la población a la que se quiere llegar con este proyecto son los estudiantes y los administrativos que se encuentran en esta sede, con el fin de mejorar su experiencia en la universidad en el tema de la navegación en internet. Con esto, se busca mejorar la interacción estudiante-docente, permitiendo el acceso a las plataformas educativas con las que cuenta la universidad

CONCLUSIONES

Con el uso de la aplicación Wifi Analyzer se analizó el estado actual de la red implementada, mediante los anexos presentados se comprobó específicamente los puntos en los cuales la Universidad no tiene cobertura suficiente para suplir la demanda de estudiantes o administrativos que se conectan a la red, sin embargo, al usar la aplicación Ekahau en conjunto con Wifi Analyzer se pudo constatar que los puntos muertos o los espacios donde la cobertura es regular coinciden en ambas aplicaciones (en los 20 pisos de los 4 edificios de la sede principal se evidencia falencias en cuanto a cobertura).

Al solicitar los planos al departamento de las TIC de la Universidad, se encontró que la información obtenida por ellos era incongruente ya que el número total de AP hallados no era verdadero (43 AP según TIC, pero al verificar piso por piso, se encontraron que el total de AP implementados era 52), por esta razón fue necesario ubicar piso por piso los puntos de acceso para realizar las simulaciones del estado actual de la red y conocer la ubicación exacta de estos.

Teniendo en cuenta los lugares de la red inalámbrica detectados mediante las simulaciones del estado actual y el análisis de cobertura que se hizo mediante el aplicativo Wifi Analyzer, los resultados de los mapas de calor y los gráficos obtenidos mediante el software, permitieron apreciar el alcance que tenía cada punto de acceso y la intensidad de señal para así presentar la propuesta de red.

Con el diseño que se propone, se muestra una mejora de la señal en las edificaciones que hacen parte de la sede principal de la Universidad, en muchos de los pisos se aumentaron el número de AP para suplir y mejorar la señal a la mayoría de las áreas de cada piso y los puntos estratégicos de cobertura; para el Edificio Fray Alberto Ariza se pasó de 20 AP a 22 AP, luego, para el Edificio Luis J. Torres se inició con 11 AP y se terminó implementando 27 AP, de la misma manera en el Edificio Gregorio XIII partimos de 16 AP y ultimamos con 30 AP y para concluir, en el Edificio Angel Catalayud

comenzamos con 5 AP para concretar finalmente con 7 AP. Estos lugares en donde el nivel de cobertura e intensidad de señal de la red inalámbrica eran bajos o nulos, y que al hacer la comparación del estado actual de la red y del diseño que se plantea, las mejoras son muy notables (alrededor del 70% de las áreas que componen los pisos de cada edificio cuenta con cobertura y en algunos casos la cobertura es nula, como es el caso del 4 piso del edificio Fray Alberto Ariza; con la propuesta de red, se aumenta alrededor del 95 % la cobertura).

Al realizar una cotización de los equipos necesarios para la implementación de la red que se propone, se muestra que la inversión de la Universidad para la mejora de la cobertura es de \$ 81.471,8 dólares (implementación con controladora física, 90 APs y demás equipos) y \$ 75.591,5 dólares (implementación con controladora virtual, 90 APs y demás equipos), además de 2.912,5 dólares de soporte remoto durante 6 meses (este valor es opcional). Los equipos que se cotizaron cuentan con características similares con los que cuenta la red actualmente implementada y son totalmente nuevos.

RECOMENDACIONES

En primera instancia se debe conocer el lugar que se desea ofrecer la cobertura, puede que no importe la existencia de zonas sin cobertura como lo son pasillos, entradas o lugares donde no recurra mucha gente o también que se prefiera ofrecer una mejor cobertura en otras zonas más utilizadas como lo son los salones de clase, cafeterías, biblioteca etc.

El alcance de la señal de una red inalámbrica depende de varios factores entre los que destaca los obstáculos que la señal tenga que atravesar, además de que la velocidad de la conexión depende de la distancia existente entre el AP y el cliente conectado y es inversamente proporcional al número de obstáculos que haya o existan entre ambos (usuario y AP), para estos tipos de casos existen AP que están equipados con antenas omnidireccionales que ofrece un círculo de cobertura alrededor de la antena, pero hay que tener en cuenta que justo debajo del mismo AP la cobertura obtenida es pequeña ya que las señales de radio se propagan hacia fuera de la antena de manera circular, para subsanar esta dificultad se aconseja situar la antena de manera perpendicular al equipo.

A pesar de que la red inalámbrica sea perfecta en rendimiento puede que a lo largo de su implementación aparezcan nuevos elementos que perjudiquen el funcionamiento y la calidad de la red, además de que se considera que es una red segura, se recomienda modificar periódicamente la clase de acceso, ya que permite la eliminación de usuarios que tal vez no pertenezcan a la institución y puede ser una de las razones por las cuales el rendimiento de la red se ve afectado porque alberga gran cantidad de usuarios.

REFERENCIAS

- ❖ Acuña, Aponte, J. H. D. C. (2013). ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO EN REDES WLAN CASO ESTUDIO: WLAN – UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA SEDE EL CLAUSTRO. Recuperado 27 mayo, 2019, de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1300/1/Documento.pdf>
- ❖ AirMagnet - Survey PRO | Wireless Site Survey | NETSCOUT. (s.f.). Recuperado 3 julio, 2019, de <https://enterprise.netscout.com/ppc/wireless-survey-wlan-design>
- ❖ Alcócer García, A. C. (2014, 10 junio). Diseño de una red inalámbrica de banda ancha para el mejoramiento de la red wifi del Napo. Recuperado 27 mayo, 2019, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5374>
- ❖ Asenjo Castruccio, E. A. (2016). OPTIMIZACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED LAN DEL INSTITUTO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA UACH. Recuperado 27 mayo, 2019, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmfcia816o/doc/bmfcia816o.pdf>
- ❖ Barbosa, Orjuela, J. J. D. F. (2010). DISEÑO DE LA RED INALAMBRICA WIFI PARA LA EMPRESA PROCIBERNETICA. Recuperado 27 mayo, 2019, de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/8798/monografia.pdf?sequence=1>
- ❖ Elizabeth García Hernández, E. G. (2014, 23 octubre). Administración tecnológica e innovación en la estrategia de la empresa - GestioPolis. Recuperado 27 agosto, 2019, de <https://www.gestiopolis.com/administracion-tecnologica-e-innovacion-en-la-estrategia-de-la-empresa/>
- ❖ CAPÍTULO 3: REDES INALÁMBRICAS DE AREA LOCAL (WLAN). (s.f.). Recuperado 27 agosto, 2019, de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11761/fichero/Volumen1%252F7-Cap%C3%ADtulo3+-+Redes+inal%C3%A1mbricas+de+%C3%A1rea+local+%28WLAN%29.pdf>

- ❖ REDES INALAMBRICAS DE ÁREA EXTENSA (WWAN) (2013, 9 junio). Recuperado 27 agosto, 2019, de <https://redeswwan.wordpress.com/2013/06/09/redes-inalambricas-de-area-extensa-wwanwwan-tienen-el-alcance-mas/>
- ❖ Bocanegra Solórzano, H. A. (2014). DISEÑO DE RED INALAMBRICA PARA BRINDAR SERVICIO DE INTERNET DE BANDA ANCHA EN ZONAS RURALES. Recuperado 27 mayo, 2019, de <http://www.inf.unitru.edu.pe/revistas/2014/22.pdf>
- ❖ Castillo Orihuela, J. M. (2008). DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA DE BANDA ANCHA PARA UN ENTORNO RURAL. Recuperado 27 mayo, 2019, de http://webpersonal.uma.es/~ECASILARI/Docencia/Memorias_Presentaciones_PFC/44%20PFC%20Juan%20Castillo.pdf
- ❖ Coltecno. (s.f.). Recuperado 3 julio, 2019, de <https://coltecno.com.co/>
- ❖ Daniel Callejo, D. C. (s.f.). e-REdING. Biblioteca de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla. Recuperado 3 julio, 2019, de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11761>
- ❖ Helsinki Exhibition and Convention Center - Ekahau Case Study. (2019, 27 marzo). Recuperado 27 mayo, 2019, de <https://www.ekahau.com/products/ekahau-site-survey/case-studies/helsinki-exhibition-and-convention-center/>
- ❖ Liza Hernández, Ilich Hernán, L. H. I. H. (2011, 9 mayo). Diseño de una red local inalámbrica utilizando un sistema de seguridad basado en los protocolos WPA Y 802.1X para un complejo hotelero / Ilich Hernán Liza Hernández. Recuperado 3 julio, 2019, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/219>
- ❖ Losada, V. (2016, 20 abril). WiFi Analyzer, mejora la señal de red de tu casa con el móvil. Recuperado 27 mayo, 2019, de <https://www.tuexperto.com/2016/04/18/wifi-analyzer-mejora-la-senal-de-red-de-tu-casa-con-el-movil/>
- ❖ Luis Horacio Agudelo Ríos, L. H. A. (2001, 1 diciembre). Importancia de las telecomunicaciones en el desarrollo universal | Ciencia e Ingeniería Neogranadina. Recuperado 27 mayo, 2019, de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/1349>

- ❖ López López, H. J. (2005, agosto). DISEÑO DE UNA ZONA WI-FI COMO HERRAMIENTA DE APOYO AL MODELO EDUCATIVO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA INDÍGENA DE MÉXICO. Recuperado 27 mayo, 2019, de <http://www.redalyc.org/pdf/461/46110209.pdf>
- ❖ Moreno Martín, M. (2015, enero). Análisis, diseño y despliegue de una red WiFi en Santillana del Mar. Recuperado 27 mayo, 2019, de <http://arantxa.ii.uam.es/~jms/pfcsteleco/lecturas/20150123MartaMorenoMartin.pdf>
- ❖ Murillo J.C, Rodriguez J.I, J. C. J. I. (s.f.-a). Evaluación del Servicio de WIFI de la USTA Bogotá. Recuperado 27 mayo, 2019, de <https://www.survio.com/survey/d/U5F9K4C0Q7Y4K6L9A,+tomado+de:+www.survio.com/es>
- ❖ Murillo Safont, J. M. (2015). “Diseño e implantación de una red inalámbrica unificada en el Colegio Nuestra Señora de Fátima de Valencia. Recuperado 27 mayo, 2019, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/57385/MURILLO%20-%20Dise%C3%B1o%20e%20implantaci%C3%B3n%20de%20una%20red%20inal%C3%A1mbrica%20unificada%20en%20el%20Colegio%20Nuestra%20Se%C3%B1ora%20de%20....pdf?sequence=1>
- ❖ [Open-source framework for publishing content]. (s.f.). Recuperado 3 julio, 2019, de <https://www.netspotapp.com/es/>
- ❖ RED WMAN. (s.f.). Recuperado 3 julio, 2019, de <http://tiposderedessac.blogspot.com/2017/04/red-wman.html>
- ❖ Rodas Palomino, V. A. (2014). DISEÑO DE RED INALÁMBRICA MESH EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO PARA PROVEER SERVICIOS DE INTERNET INALÁMBRICO. Recuperado 27 mayo, 2019, de http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/332/VictorAlfonso_Tesis_tituloprofesional_2014.pdf?sequence=3&isAllowed=y

- ❖ University of Colorado Boulder - Ekahau Case Study. (2019, 27 marzo). Recuperado 27 mayo, 2019, de <https://www.ekahau.com/products/ekahau-site-survey/case-studies/university-of-colorado-boulder/>
- ❖ VisiWave | CheckAdapter. (s.f.). Recuperado 3 julio, 2019, de <https://www.visiwave.com/wifi/checkadapter.php>
- ❖ VisiWave | Wi-Fi Site Survey Software for 802.11 a/b/g/n/ac Wireless Networks. (s.f.). Recuperado 3 julio, 2019, de <https://www.visiwave.com>
- ❖ Von Quednow Mancilla, E. A. (2006, noviembre). http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0178_EO.pdf. Recuperado 27 mayo, 2019, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0178_EO.pdf
- ❖ Why is almost everything negative in Wireless? (2018, 11 junio). Recuperado 27 mayo, 2019, de <https://community.cisco.com/t5/small-business-support-documents/why-is-almost-everything-negative-in-wireless/ta-p/3159743>

ANEXOS

ANEXO 1: PRUEBAS DE COBERTURA DE LA RED INALÁMBRICA DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SEDE PRINCIPAL

Resumen –. En este informe se analizará la cobertura de la red inalámbrica implementada actualmente en la Universidad Santo Tomás sede principal, usando la aplicación móvil “WIFI Analyzer”, con el fin de verificar en que zonas de la institución hay poca o nula cobertura de la red, con el fin de diseñar para la asignatura Proyecto de grado un modelo de red para mejorar la problemática de mala cobertura y cubrir la demanda de estudiantes y administrativos presentada en la institución.

OBJETIVOS

- Analizar la cobertura de la red inalámbrica de la Universidad Santo Tomás sede central mediante la aplicación móvil WIFI Analyzer.
- Dar a conocer el estado actual de la cobertura de la red inalámbrica de la Universidad Santo Tomás.
- Recopilar datos mediante la aplicación WIFI Analyzer para su respectivo análisis.

PROCEDIMIENTO

Se realizaron diferentes pruebas de cobertura de la red inalámbrica en la Universidad Santo Tomás usando la aplicación móvil WIFI Analyzer, teniendo en cuenta que se realizó una encuesta para conocer la opinión de los estudiantes frente a la red que esta implementada, pero al tener poco nivel de participación, se tomaron los resultados de dicha encuesta y se decidió llevar a cabo pruebas en la sede principal de la institución. A continuación, se mostrará algunos de los resultados que se obtuvieron:

7 ¿Si su respuesta en la pregunta anterior fue Sí, por favor, de acuerdo a su experiencia, mencione en qué área o áreas de la Universidad existe una señal potente del WIFI y en cuáles ha experimentado una señal deficiente del mismo. Máximo 3 respuesta por cada una. 1) Lugar(es) de señal potente de WIFI. 2) Lugar(es) de señal deficiente de WIFI.

1) Biblioteca 2) Laboratorios (ETM), Salones edificio A, Salones edificio B	Etm Sala de ping pong	1)cafeteria del a ... Señal potente 2)zona de ping pong y etms señal deficiente	1) Segundo piso bloque A, edificio santo domingo pisos superiores y biblioteca 2) Laboratorios ETM y la universidad engeneral excluyendo los sitios mencionados anteriormente
1) en los pisos más altos, o cercanos a los puntos de acceso en laboratorios. 2) En los pasillos, cafetería, salones, y en el resto de la universidad.	buena señal : cafeteria del A Biblioteca Sala de computo del S mala Señal: etms salones del c en el ping pong	1 lugar potente: la señal es muy buena en El Segundo piso del bloque A en el pasillo que conecta al bloque B 2 lugar potente: En todo el área de la Biblioteca 3 lugar Deficiente: En el Tercer piso del A, entrando a la U mirando En dirección recta hacia el tercer piso (dentro de los salones) 3 lugar Deficiente: Donde antiguamente era el bloque F donde está en remodelación en este momento.	1) El edificio B tiene una mejor señal, pero aun así es deficiente y se desconecta continuamente del dispositivo 2) En el tercer piso del edificio A, en el edificio S, en la parte de abajo del edificio A y en los etm, son algunos de los sitios donde a veces ni siquiera es posible conectarse
Mala cobertura Laboratorios ETM, edificio De y edificio B	Una señal potente es en la área del edificio de la biblioteca y en la cafetería del A. Una señal deficiente es en el área de la salida de la U sede principal, también en donde era el bloque F que están construyendo ahora.	Ultimamente es malo casi en toda la universidad	1) los etm, la cafetería del edificio arcos y la biblioteca 2) la sala de ping Pong, el 3 piso del edificio arcos, el edificio Santísimo domingo
1. No sé. 2. En general, por ejemplo Laboratorios de electrónica, la verdad es muy malo.	1) biblioteca a las 7 de la noche 2) cafetería, ping Pong, etm's 10 y 9	Lugares de señal deficiente: Tercer piso del edificio A. Túnel que conecta edificio A y F. ETM 10	La señal es fuerte en el santo Domingo, es deficiente en los etm y en arcos
En el c En el Santo Domingo	Potentes: ETMS, Edificio del C, entrada al edificio A. Deficientes: Biblioteca, Salones del B, Cafetería del B.	En los etms 8, 9 y 10 la señal es deficiente, en los demás etms la señal es eficiente	Actualmente se observa señal del Access Pointer pero no hay conexión.
Señal deficiente: Laboratorios ETM	Biblioteca bien	1) ETMS, salas de cómputo, 3 piso del C 2) En algunas partes del B, en el gimnasio, en algunos pisos del S	Señal baja: Segundo Piso Edificio Biblioteca. Tercer Piso encima de los ETM. Sala de Sistemas Primer Piso Santo Domingo. Pero sino hay conexión no importa que haya cobertura. Toca repensar la Red en esos 2 aspectos AP y acceso inalámbrico

[Comenta los resultados](#)

Imagen 1. Resultados de la encuesta realizada a los estudiantes de la Universidad Santo Tomás sede central.

PRUEBA DE COBERTURA EN LOS LABORATORIOS ETM:

Los laboratorios ETM es donde los estudiantes de las carreras de Ingeniería Electrónica, telecomunicaciones

y Mecánica llevan a cabo prácticas de laboratorio para el desarrollo de conocimientos en el transcurso de su carrera, por esta razón, es importante verificar la conexión de la red en esta zona, para asegurar que puedan apoyarse en métodos de aprendizaje virtuales y utilizar las herramientas que los docentes comparten mediante las plataformas virtuales, estos fueron los resultados:

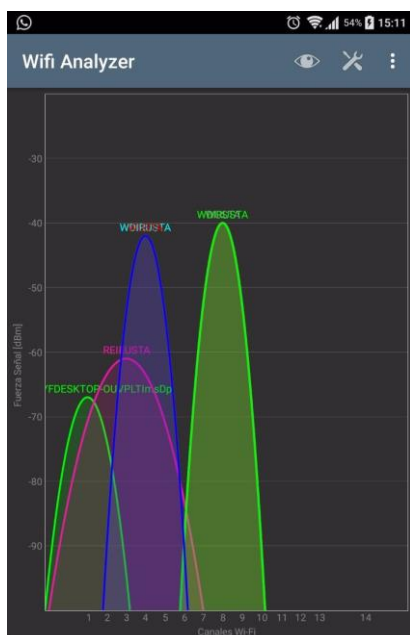


Imagen 2. Gráfico de canales cercanos a los laboratorios ETM.

En la imagen 1, se puede observar que las redes predominantes alrededor de los laboratorios ETM son las redes WUSTA la cual es la que los estudiantes utilizan y la red WDIUSTA, la cual es usada por los administrativos, siendo este un buen lugar de cobertura inalámbrica. Cabe aclarar que por cada router en la Universidad (en total 80), existen dos redes, una usada por los estudiantes (WUSTA) y la otra usada por los administrativos (WDIUSTA).



Imagen 3. Medidor de señal.

En la imagen 2, podemos observar un medidor de intensidad de señal, el cual se usó para medir la red WUSTA, usada por los estudiantes de la institución. Se observa que esta red en los laboratorios ETM tiene buena señal, siendo este un lugar con una buena cobertura de red.

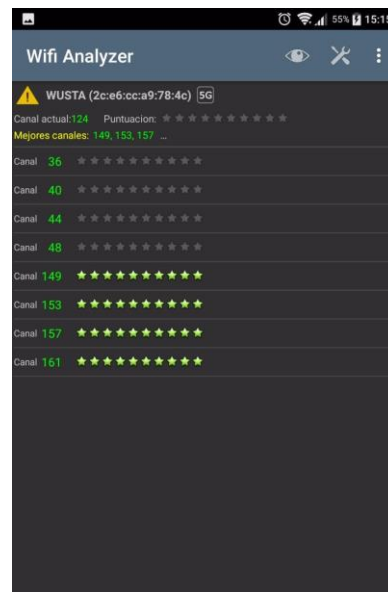


Imagen 4. Puntuación de los canales usados por las redes inalámbricas alrededor de los laboratorios.

A pesar de que la señal de la red WUSTA es buena en los laboratorios ETM, el canal usado por esta no es muy bueno como se muestra en la imagen 3, ya que usa el canal 124 y los canales de mejor cobertura son el 149, 153, 157 y 161.

A continuación, se mostrarán las diferentes pruebas que se realizaron alrededor de la sede principal de la institución:

PRUEBA DE COBERTURA EN LA CAFETERIA DEL EDIFICIO ARCOS:

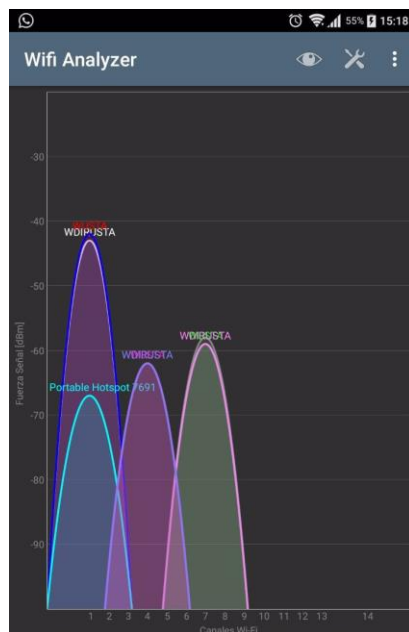


Imagen 5. Gráfico de canales cercanos a la cafetería del edificio Arcos.

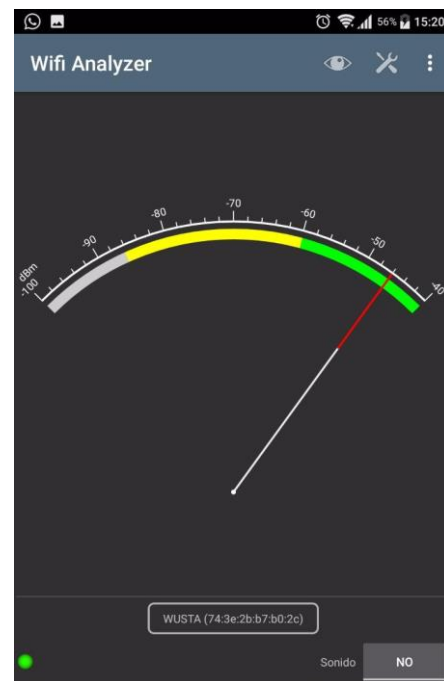


Imagen 6. Medidor de señal.

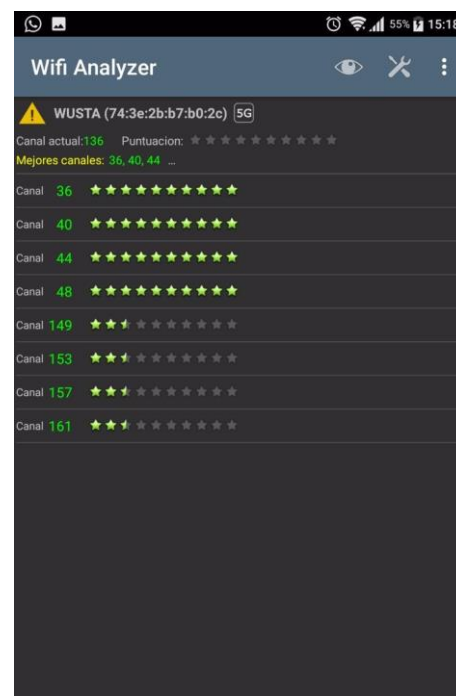


Imagen 7. Puntuación de los canales usados por las redes inalámbricas alrededor de la cafetería del edificio Arcos.

PRUEBA DE COBERTURA EN LA ZONA DE PING PONG:

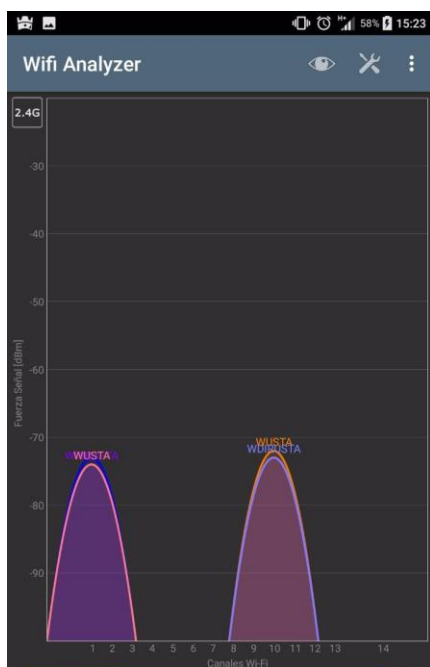


Imagen 8. Gráfico de canales cercanos a la zona de Ping Pong.



Imagen 10. Puntuación de los canales usados por las redes inalámbricas alrededor de la zona de Ping Pong.

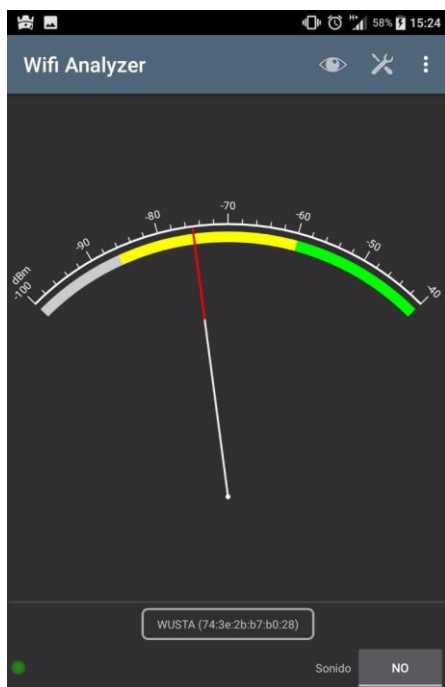


Imagen 9. Medidor de señal.

PRUEBAS DE COBERTURA EN EL EDIFICIO F SEGUNDO PISO:

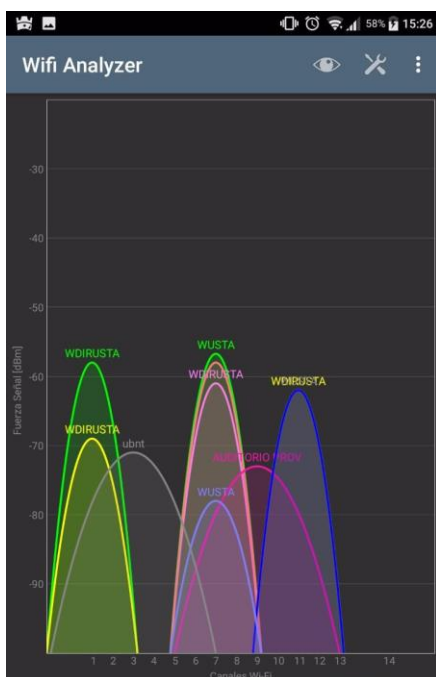


Imagen 11. Gráfico de canales cercanos al segundo piso del edificio F.

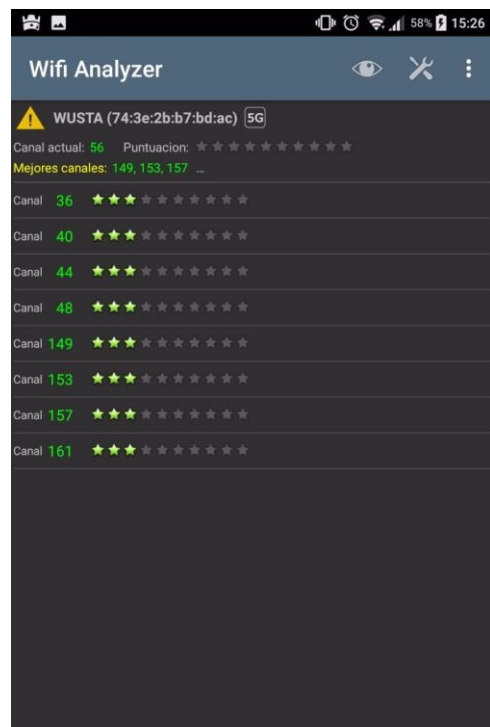


Imagen 13. Puntuación de los canales usados por las redes inalámbricas alrededor del segundo piso del edificio F.

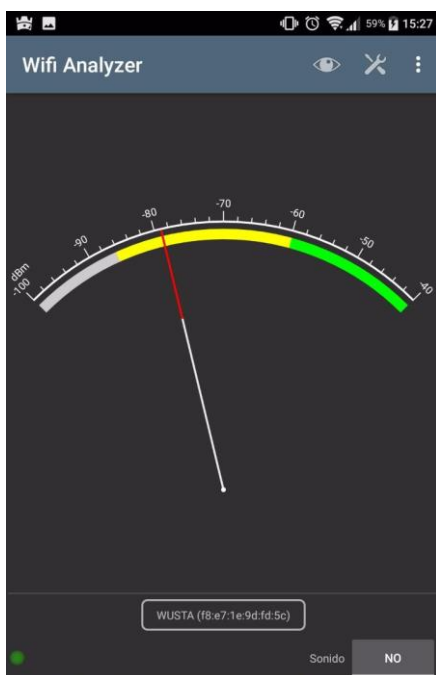


Imagen 12. Medidor de señal.

PRUEBAS DE COBERTURA PRIMER PISO EDIFICIO B:

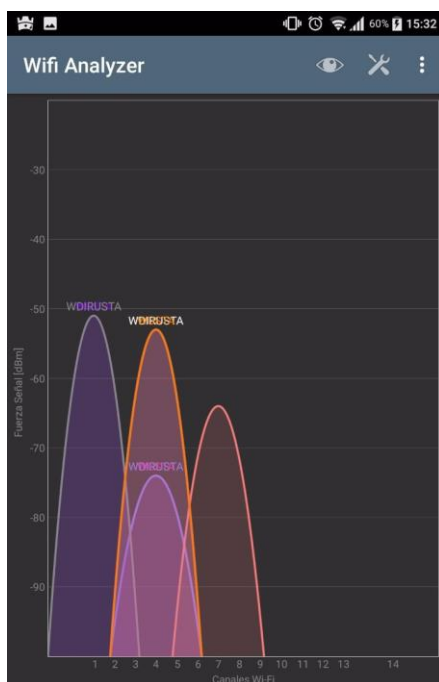


Imagen 14. Gráfico de canales cercanos al primer piso del edificio B.



Imagen 15. Medidor de señal.

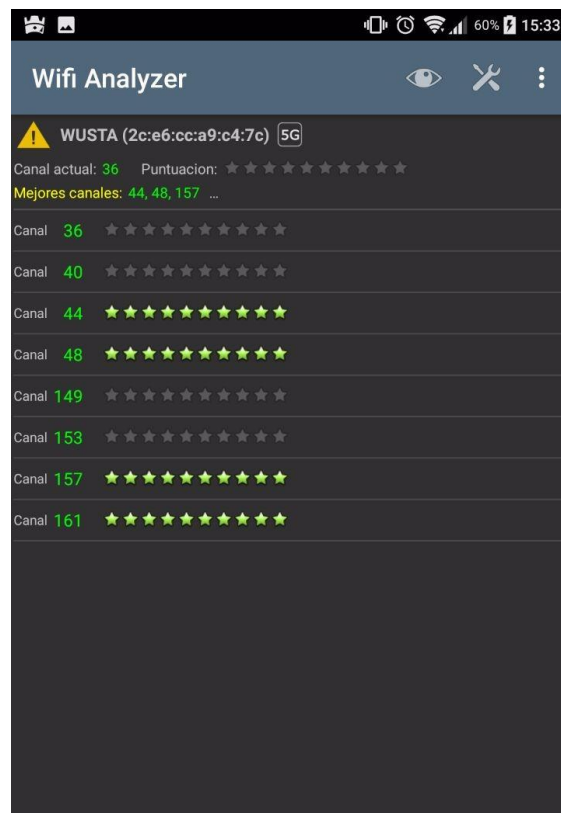


Imagen 16. Puntuación de los canales usados por las redes inalámbricas alrededor del primer piso del edificio B.

PRUEBAS DE COBERTURA SALÓN 101B:

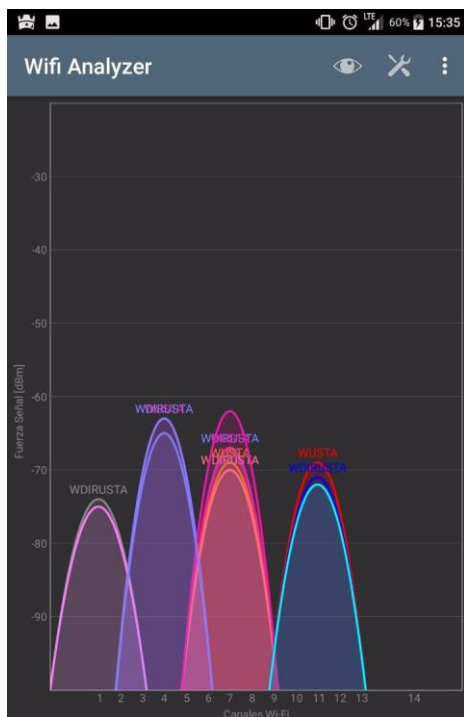


Imagen 17. Gráfico de canales cercanos al salón 101B.

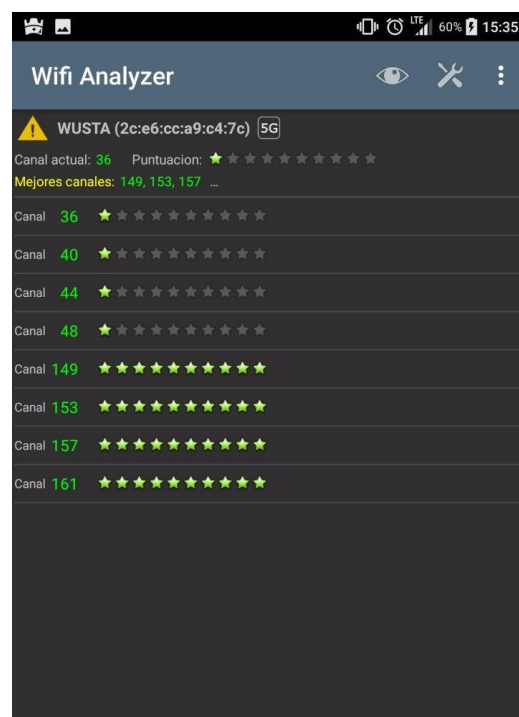


Imagen 19. Puntuación de los canales usados por las redes inalámbricas alrededor del salón 101B.

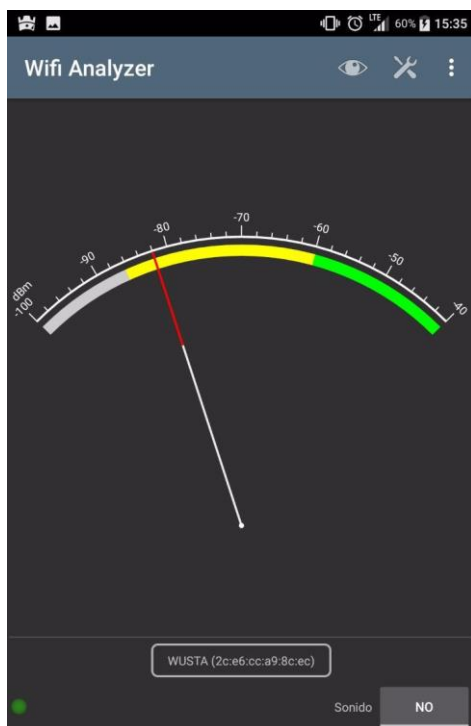


Imagen 18. Medidor de señal.

PRUEBAS DE COBERTURA SALONES 207B Y 208B:

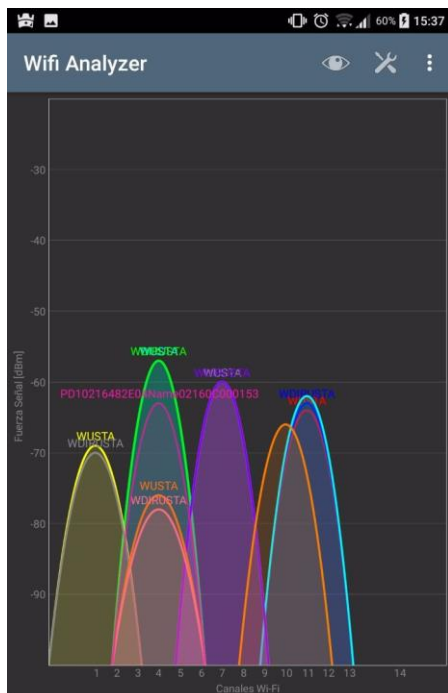


Imagen 20. Gráfico de canales cercanos a los salones 207B y 208B.

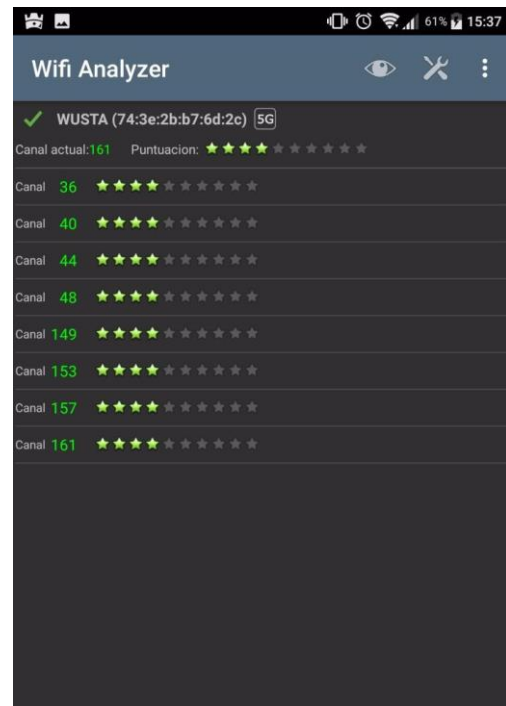


Imagen 22. Puntuación de los canales usados por las redes inalámbricas alrededor de los salones 207B y 208B.

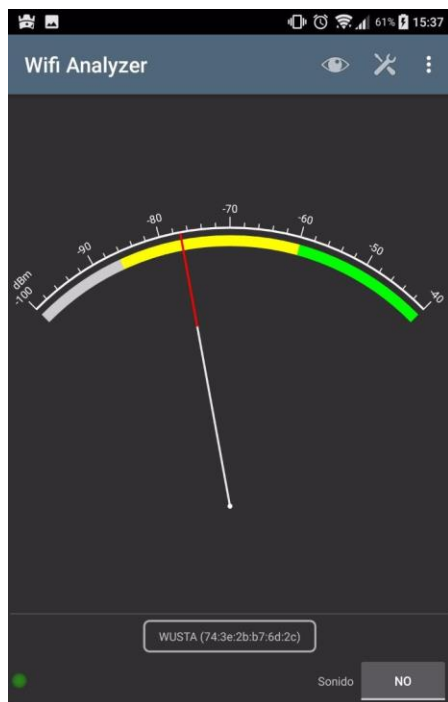


Imagen 21. Medidor de señal.

PRUEBAS DE COBERTURA SALÓN 402B:

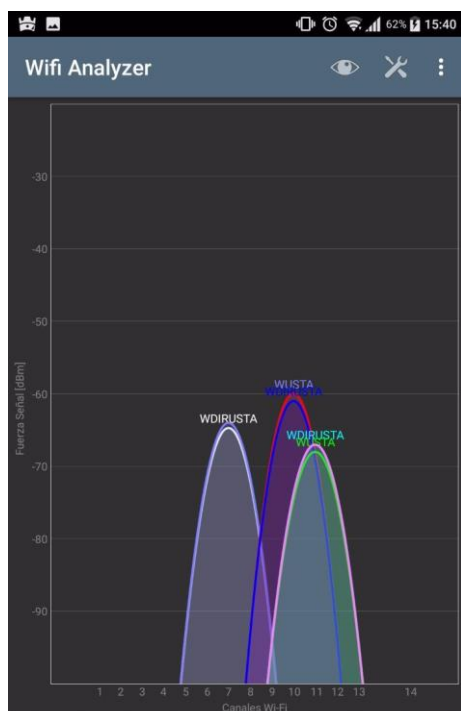


Imagen 23. Gráfico de canales cercanos al salón 402B.

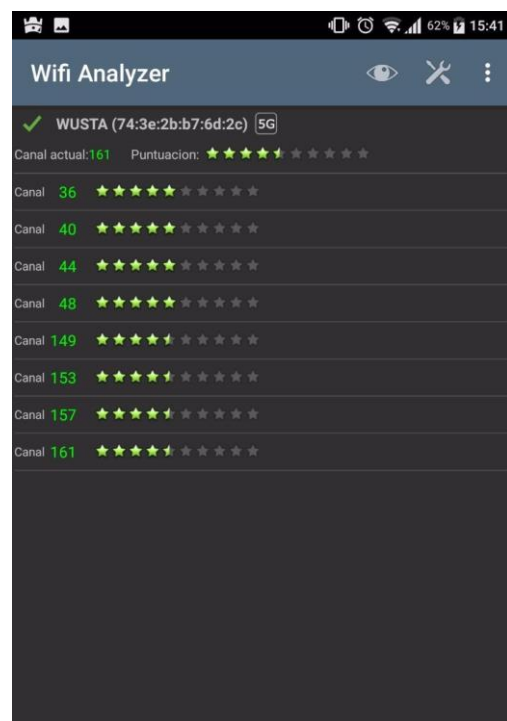


Imagen 25. Puntuación de los canales usados por las redes inalámbricas alrededor del salón 402B.



Imagen 24. Medidor de señal.

PRUEBAS DE COBERTURA PRIMER PISO BIBLIOTECA:

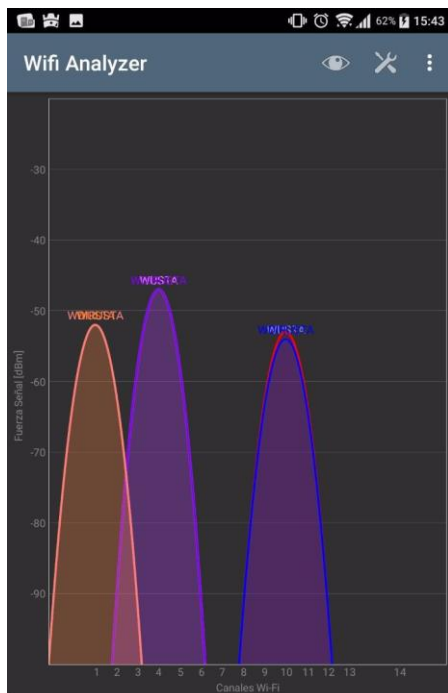


Imagen 26. Gráfico de canales cercanos al primer piso biblioteca.

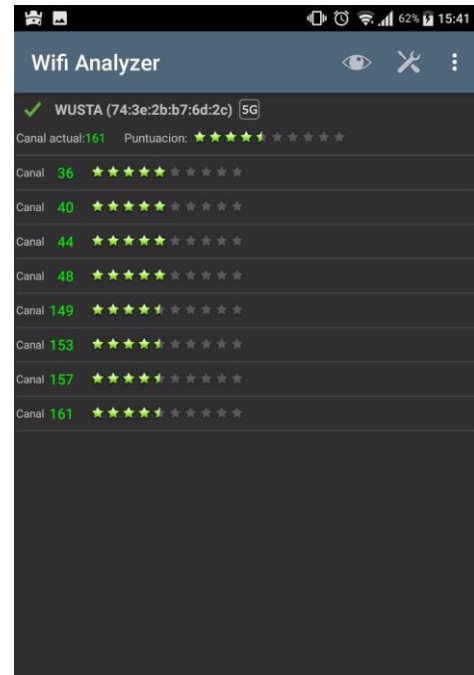


Imagen 28. Puntuación de los canales usados por las redes inalámbricas alrededor del primer piso de la biblioteca.



Imagen 27. Medidor de señal.

PRUEBAS DE COBERTURA TERCER PRISO DE LA BIBLIOTECA:

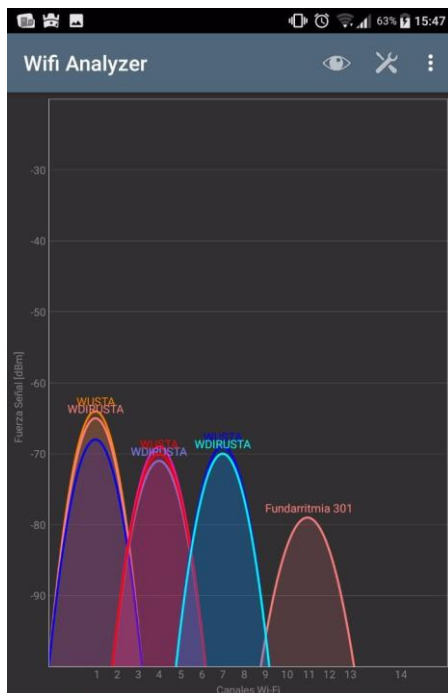


Imagen 29. Gráfico de canales cercanos al tercer piso de la biblioteca.

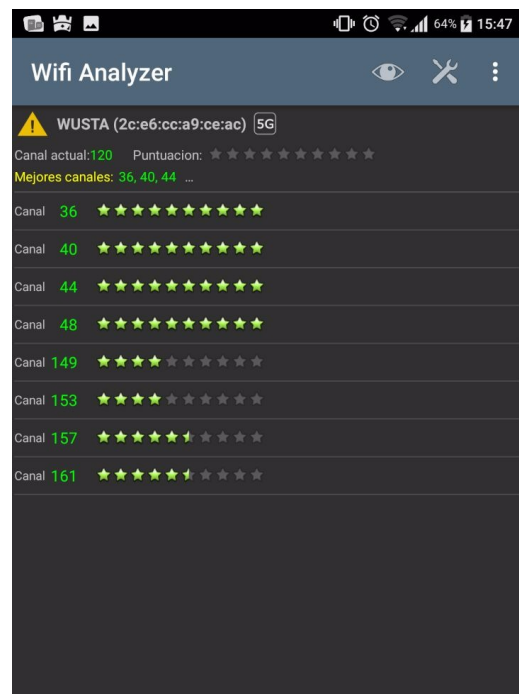


Imagen 31. Puntuación de los canales usados por las redes inalámbricas alrededor del tercer piso biblioteca.



Imagen 30. Medidor de señal.

**PRUEBAS DE COBERTURA CAFETERIA DEL
SEGUNDO PISO DEL EDIFICIO B:**

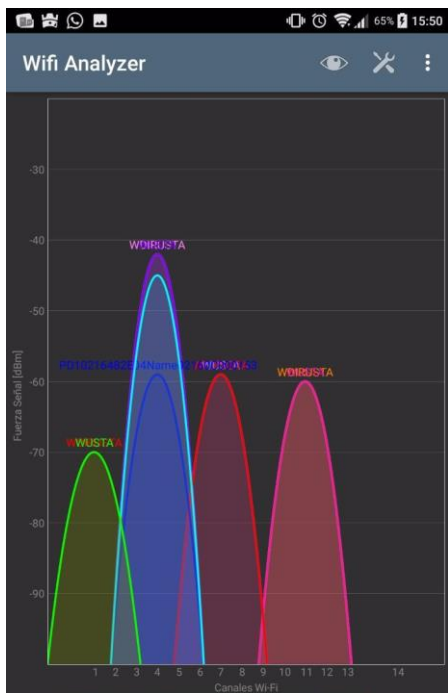


Imagen 32. Gráfico de canales cercanos a la cafetería del segundo piso del edificio b.

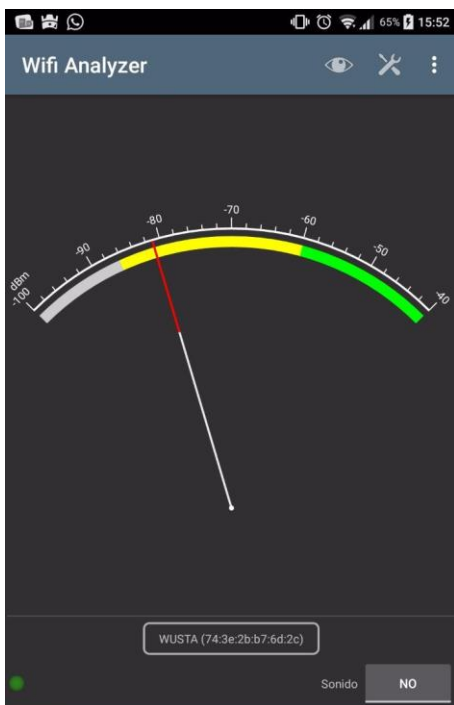


Imagen 33. Medidor de señal.

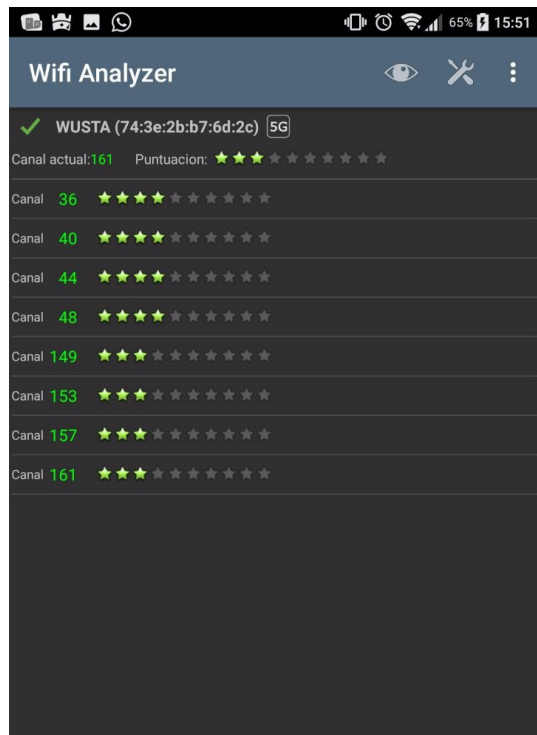


Imagen 34. Puntuación de los canales usados por las redes inalámbricas alrededor de la cafetería del segundo piso del edificio b.

PRUEBAS DE COBERTURA SALA DE DOCENTES SEGUNDO PISO DEL EDIFICIO A:

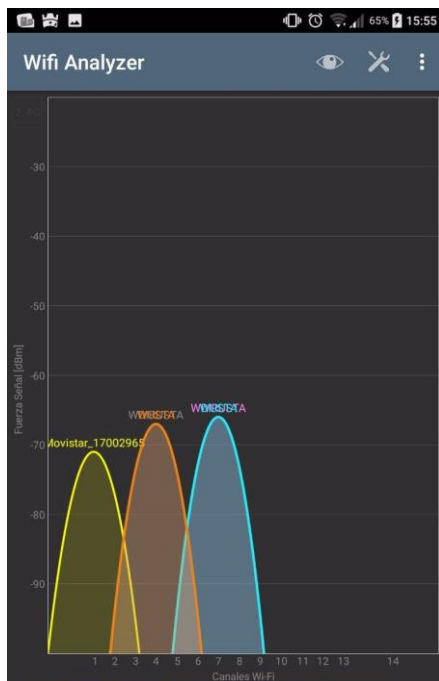


Imagen 35. Gráfico de canales cercanos a la sala de profesores segundo piso del A.

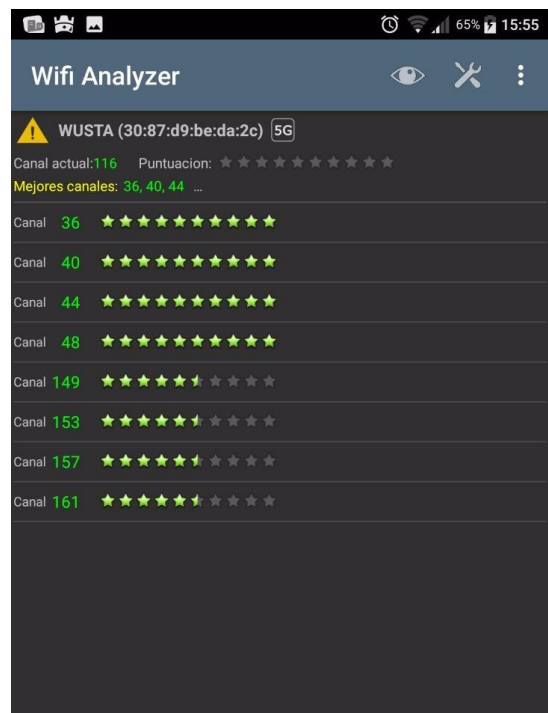


Imagen 37. Puntuación de los canales usados por las redes inalámbricas alrededor de la sala de profesores del segundo piso del A.



Imagen 36. Medidor de señal.

PRUEBAS DE COBERTURA SALÓN 205A:



Imagen 38. Gráfico de canales cercanos al salón 205A.

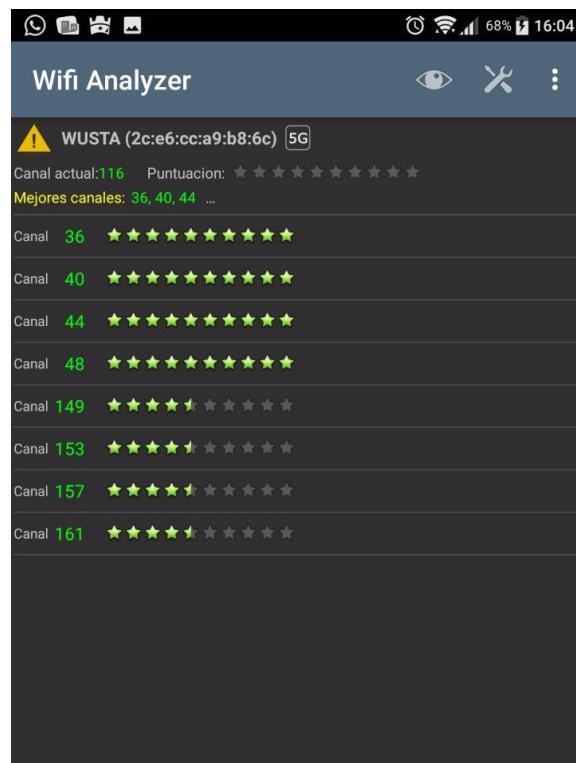


Imagen 40. Puntuación de los canales usados por las redes inalámbricas alrededor del salón 205A.



Imagen 39. Medidor de señal.

PRUEBAS DE COBERTURA SALON 310C:

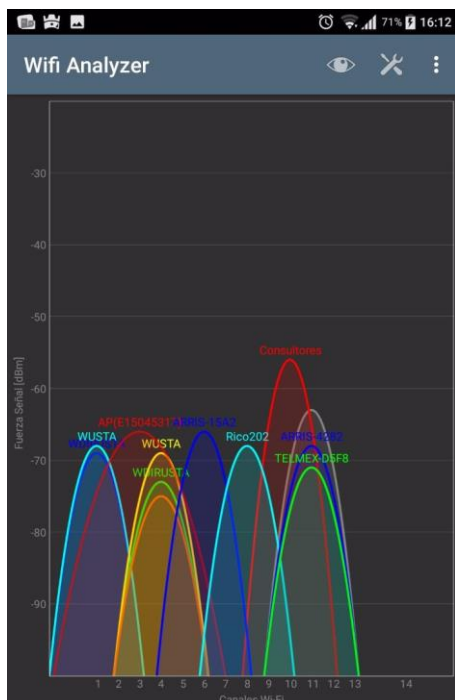


Imagen 41. Gráfico de canales cercanos al salón 310C.

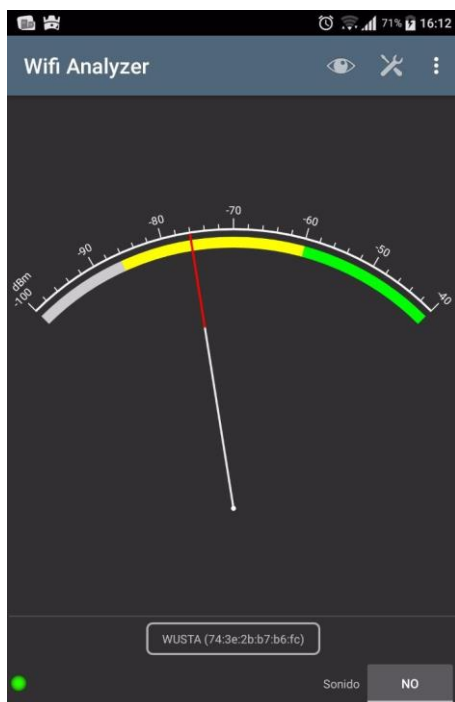


Imagen 42. Medidor de señal.

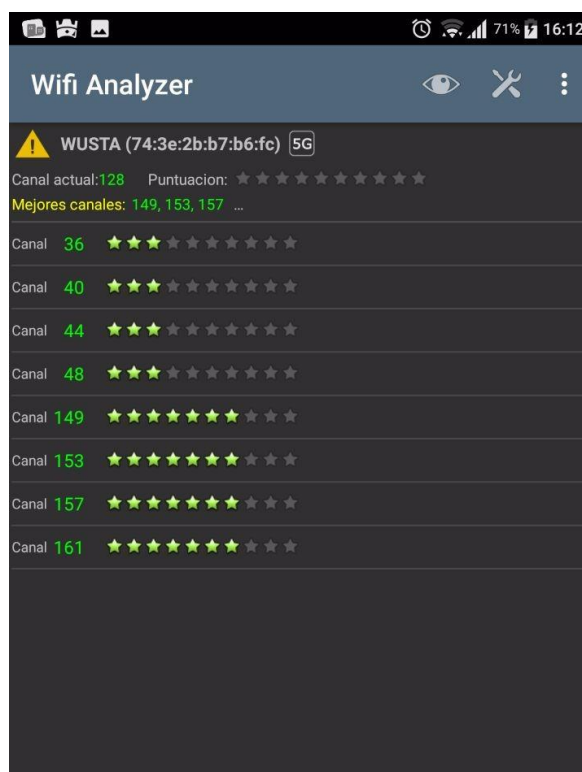


Imagen 43. Puntuación de los canales usados por las redes inalámbricas alrededor del salón 310C.

CONCLUSIONES

- Se observó que en algunas zonas de la Universidad Santo Tomás sede central, la cobertura de la red inalámbrica implementada es poca o nula, ya que en lugares como la biblioteca, cafeterías, sala de profesores, salones y sala de entretenimiento la cobertura es muy baja, presentando un problema para estudiantes y administrativos ya que estos lugares son frecuentados para llevar a cabo actividades académicas.

BIBLIOGRAFÍA

- <https://www.youtube.com/watch?v=3kDhSLQICLk>
- <https://www.surveio.com/survey/d/U5F9K4C0Q7Y4K6L9>

ANEXO 2: COTIZACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA RED INALAMBRICA PROPUESTA:

COLTECNO SAS - NIT: 900.488.849-5

Oficina Bogotá
Calle 122 #7ª 18 Oficina 104
Bogotá, DC. 110111
PBX: (571)- 7037812
Cel. +57 320-4168053
www.coltecno.com.co

Oficina Medellín
Cl 29 No. 41 # 105 Oficina 1206
Medellín, Antioquia - 050016
PBX: +574 4036408
Cel. +57 318-5482250
Email: ccuellar@coltecno.com.co



Bogotá, 26 de junio de 2019

Señores
Universidad Santo Tomás
Bogotá D.C

Referencia: Propuesta implementación de solución Ruckus #260619-16

Apreciados señores,

Reciban un cordial saludo de parte del equipo comercial de Coltecno SAS, agradeciendo la confianza por nuestras soluciones de IT. De acuerdo a su solicitud, nos permitimos enviarle la siguiente cotización:

OPCIÓN 1 – CONTROLADORA FÍSICA

Opción 1 - Controladora física SZ-100				
No de Parte	Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
P01-S104-XX00	SmartZone 100 with 4 GigE ports, 90-day temporary Access to licenses.	USD 5.033,4	1	USD 5.033,4
9U1-R510-xx00	Ruckus R510 dual-band 802.11abgn/ac (802.11ac Wave 2) Wireless Access Point, 2x2:2 streams, BeamFlex+, dual ports, 802.3af PoE support. Does not include power adapter or PoE injector. Includes Limited Lifetime Warranty.	USD 485,8	90	USD 43.726,2
L09-0001-SG00	AP management license for SZ-100/vSZ 3.X/SCG200/SZ300, 1 Ruckus AP Access point. Order this when you intend to run software version from 3.2 onwards.	USD 88,9	90	USD 8.001,0
S02-S104-1000	Partner WatchDog Support for SmartZone 100 with 4 GigE ports, 1 Year	USD 889,0	1	USD 889,0
S02-0001-1LSG	Partner WatchDog Support Per SZ/(v)SZ AP, 1 YR	USD 17,8	90	USD 1.600,2
JG962A	HP 1950-24G-2SFP+-2XGT-PoE+(370W) , 24 PUERTOS - RJ-45 auto-negotiating 10/100/1000 ports 2 SFP+ fixed 1000/10000 SFP+ ports. 2 RJ-45 1/10GBASE-T ports. Stacking hasta de 4 equipos 1950. Link aggregation, ACLs, STP, enrutamiento estático, SNMP v1, v2c, v3. Switching capacity 128 Gbps. Throughput up to 95.2 Mpps.	USD 1.350,6	4	USD 5.402,5
P-CORD	Patchcord de 2 mt (2 por Ap) para conexiones con SW	USD 5,1	180	USD 916,4
CONF-001	Instalación, configuración y puesta en marcha de la solución wifi.	USD 3.528,0	1	USD 3.528,0
TCV-PTCF	HP X121 1G SFP LC SX TRANSCEIVER Y PATCHCORD DE FIBRA OPTICA MULTIMODO DUPLEX OM4 10 GIGABIT LC/LC	USD 209,1	4	USD 836,3
Subtotal				USD 69.932,8
IVA (19%)				USD 13.287,2
ReteFuente (2.5%)				USD 1.748,3
Total				USD 81.471,8

OPCIÓN 2 – CONTROLADORA VIRTUAL

Opción 2 - Controladora virtual				
No de Parte	Descripción	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
9U1-R510-xx00	Ruckus R510 dual-band 802.11abgn/ac (802.11ac Wave 2) Wireless Access Point, 2x2:2 streams, BeamFlex+, dual ports, 802.3af PoE support. Does not include power adapter or PoE injector. Includes Limited Lifetime Warranty.	USD 485,8	90	USD 43.726,2
L09-VSCG-WW00	Controladora Virtual SmartZone 3.0 1 instancia , incluye 1 licencia de AP.	USD 884,6	1	USD 884,6
L09-0001-SG00	Licencia de administracion por AP para controladora Virtual SmartZone	USD 88,9	89	USD 7.912,1
S02-VSCG-1L00	Soporte para Controladora Virtual SmartZone por 1 año	USD 177,8	1	USD 177,8
S02-0001-1LSG	Soporte por cada AP para controladora VirtualSmartzone por 1 año	USD 17,8	90	USD 1.600,2
JG962A	HP 1950-24G-2SFP+-2XGT-PoE+(370W) , 24 PUERTOS - RJ-45 auto-negotiating 10/100/1000 ports 2 SFP+ fixed 1000/10000 SFP+ ports. 2 RJ-45 1/10GBASE-T ports. Stacking hasta de 4 equipos 1950. Link aggregation, ACLs, STP, enrutamiento estático, SNMP v1, v2c, v3. Switching capacity 128 Gbps. Throughput up to 95.2 Mpps.	USD 1.350,6	4	USD 5.402,5
P-CORD	Patchcord de 2 mt (2 por Ap) para conexiones con SW	USD 5,1	180	USD 916,4
CONF-001	Instalación, configuración y puesta en marcha de la solución wifi.	USD 3.528,0	1	USD 3.528,0
TCV-PTCF	HP X121 1G SFP LC SX TRANSCEIVER Y PATCHCORD DE FIBRA OPTICA MULTIMODO DUPLEX OM4 10 GIGABIT LC/LC	USD 184,4	4	USD 737,8
Subtotal				USD 64.885,4
IVA (19%)				USD 12.328,2
ReteFuente (2.5%)				USD 1.622,1
Total				USD 75.591,5

OPCIONAL – SOPORTE DE LA SOLUCIÓN

OPCIONAL - Soporte de la solución				
SP-6M	Soporte remoto durante 6 meses despues de implementada la solucion, con tiempo de respuesta de hasta 40 minutos. Incluye cambios en la configuración, dudas y demás	USD 2.500,0	1	USD 2.500,0
Subtotal				USD 2.500,0
IVA (19%)				USD 475,0
ReteFuente (2.5%)				USD 62,5
Total				USD 2.912,5

Esta cotización es una recomendación basada en la solicitud del cliente, por lo tanto, debe ser analizada y aprobada por su departamento de ingeniería; Coltecno SAS no se hace responsable de las configuraciones finales que deben ser revisadas por su departamento de sistemas.

Los términos que aplican para la presente cotización son los siguientes:

Comerciales

- ✓ Garantía del Hardware: 1 año por defectos de fábrica
- ✓ Envío gratis
- ✓ Vigencia de la propuesta: 20 de Julio de 2019
- ✓ Tiempo de entrega de hardware: 13-20 días hábiles según disponibilidad de inventario.
- ✓ Tiempo de Implementación: 7 días hábiles después de entregados los equipos.
- ✓ Forma de Pago: 50% con la orden de compra, 50% entregado a satisfacción /Transferencia bancaria acreditada
- ✓ IVA no Incluido
- ✓ Despacho se realizarán a partir de Orden de compra o por escrito mediante correo electrónico de la universidad
- ✓ En caso de algunos errores de digitación en esta cotización, se negociará con el dato o valor corregido.
- ✓ Precios en dólares se liquidarán con la TRM de la fecha de facturación

Técnicos

- El cliente debe permitir instalar los puntos de acceso en pared, techo o fachada, quedando el equipo a la vista.
- Si se opta por la opción de controladora virtual, el cliente debe proporcionar el servidor para la instalación de esta, las recomendaciones de configuración para un óptimo desempeño son : Mínimo 16GB en memoria RAM, 2 core, 100 GB de disco duro.
- No se incluyen equipos de core, servidores, router y balanceadores.
- El cliente debe proveer espacio en el rack de 1U por cada switch incluido en la propuesta
- No se incluye configuración de equipos que no estén dentro de esta oferta, se realiza acompañamiento si se requiere en la configuración del directorio activo.
- No se incluyen puntos de datos, el cliente debe entregar el punto de datos en el lugar donde va a quedar el ap, este debe ser mínimo cat 6 y estar
- El cliente debe tener una vlan de gestión como la vlan nativa y una vlan por cada ssid a crear.
- El cliente debe entregar un pool de direcciones bien sea estáticas o dhcp en la vlan nativa.
- Al adquirir la solución con Coltecno, se entregará una transferencia de conocimiento a un máximo de 2 personas designadas por el cliente.
- Se recomienda que el enlace de los switches sea por puerto de fibra (**Tranceivers y patchcord de fibra no incluidos**)
- Coltecno garantiza un acompañamiento remoto si es requerido, durante 1 mes después de implementada la solución. Con tiempo de respuesta de hasta 40 minutos, esto incluye cambios en la configuración, dudas de configuración y demás.

Cordialmente,

Christian Cuellar
Colombia Tecnológica SAS
ccuellar@coltecno.com.co



ANEXO 3: RUCKUS R510

Indoor 802.11ac Wave 2 2x2:2 Wi-Fi Access Point



DATA SHEET



BENEFITS

STUNNING WI-FI PERFORMANCE

Provide a great user experience no matter how challenging the environment with BeamFlex+™ adaptive antenna technology and a library of 64 directional antenna patterns.

SERVE MORE DEVICES

Connect more devices simultaneously with two MU-MIMO spatial streams and concurrent dual-band 2.4/5GHz radios while enhancing non-Wave 2 device performance.

AUTOMATE OPTIMAL THROUGHPUT

ChannelFly™ dynamic channel technology uses machine learning to automatically **find** the least congested channels. You always get the highest throughput the band can support.

MULTIPLE MANAGEMENT OPTIONS

Manage the R510 from the cloud, with on-premises physical/virtual appliances, or without a controller.

BETTER MESH NETWORKING

Reduce expensive cabling, and complex mesh **configurations** by checking a box with SmartMesh™ wireless meshing technology to dynamically create self-forming, self-healing mesh networks.

MORE THAN WI-FI

Support services beyond Wi-Fi with [Ruckus IoT Suite](#), [Cloudpath](#) security and onboarding software, [SPoT](#) Wi-Fi locationing engine, and [SCI](#) network analytics.

By **definition**, small and medium-size venues host a smaller number of users and devices. But high-performance Wi-Fi is just as important to each and every one of them. People are still accessing the same bandwidth-hungry applications and cloud services they would use anywhere else. Organizations are still connecting an ever-growing assortment of mobile and Internet of Things (IoT) devices. Users and guests still expect consistent, reliable connectivity wherever they roam.

The R510 802.11ac Wave 2 access point delivers the ideal combination of performance, reliability, and coverage for medium-density indoor locations. Using the same patented technologies found in our premier high-density AP, it supports data rates up to 1.2Gbps, along with industry-leading Wi-Fi intelligence to extend range and mitigate interference.

The R510 is the perfect choice for medium-density venues such as small and mid-size enterprise locations, common areas in hotels and **office** buildings, retail sites, and branch **offices**. In hotel common areas, for example, the R510 provides high-performance wireless access. In retail stores, it can provide reliable, inconspicuous connectivity for high-quality video applications, wireless IP phones, and handheld point-of-sale scanners.

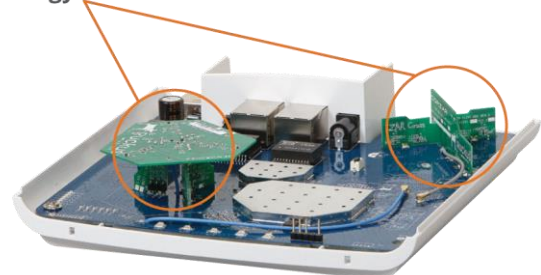
The R510 802.11ac Wave 2 Wi-Fi AP and switch incorporates patented technologies found only in the Ruckus Wi-Fi portfolio.

- Extended coverage with patented BeamFlex+ utilizing multi-directional antenna patterns.
- Improve throughput with ChannelFly, which dynamically **finds** less congested Wi-Fi channels to use.

Additionally, the R510 provides next-generation 802.11ac features like MultiUser MIMO (MU-MIMO) connectivity. It can simultaneously transmit to multiple client devices, drastically improving **airtime efficiency**, overall throughput for all users— even those with non-Wave 2 clients. The R510 also features a USB port for hosting IoT devices such as Bluetooth Low Energy (BLE).

Whether you're deploying ten or ten thousand AP, the R510 is also easy to manage through Ruckus' appliance, virtual and cloud management options.

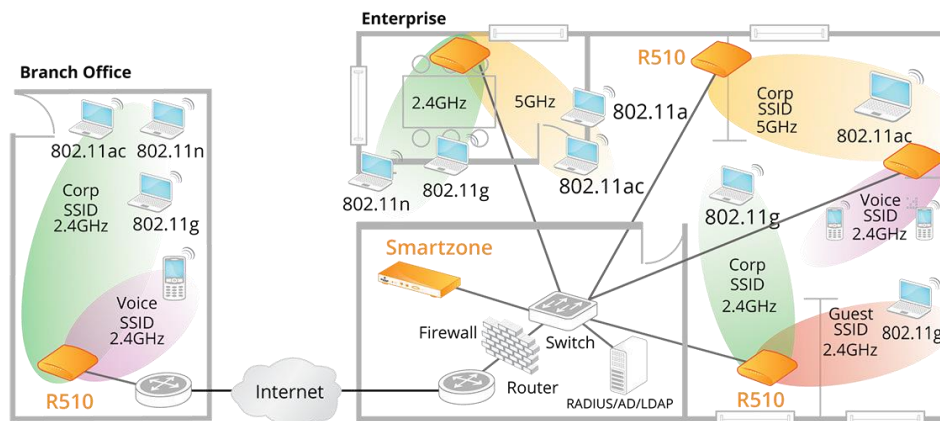
BeamFlex+ Adaptive Antenna Technology



Indoor 802.11ac Wave 2 2x2:2 Wi-Fi Access Point

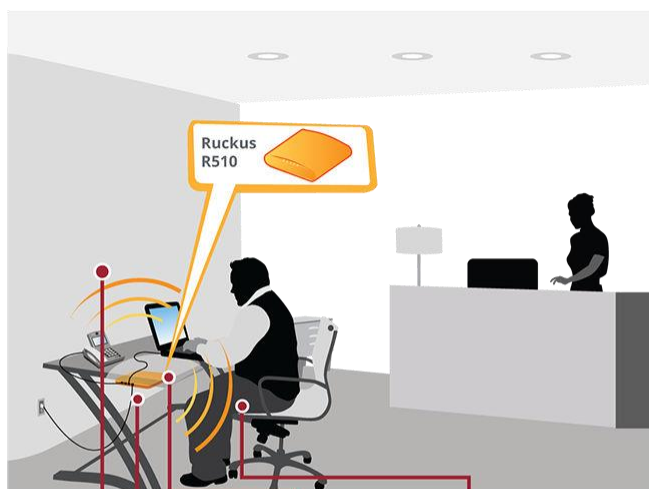
THE R510 INTEGRATES WITH YOUR EXISTING NETWORK INFRASTRUCTURE

Delivering best-in-class 802.11ac performance and reliability at a competitive price—making it the ideal wireless solution for mid-range enterprise and branch **office** applications.



HOTEL COMMON AREAS SUCH AS SHARED OFFICES

The R510 is ideal for deployment in hotel common areas to provide wireless connection to high quality data access, as well as wired connections to IP phone and guest devices.



Dual-band (2.4/5GHz) support allows for concurrent Internet and IP-based video services

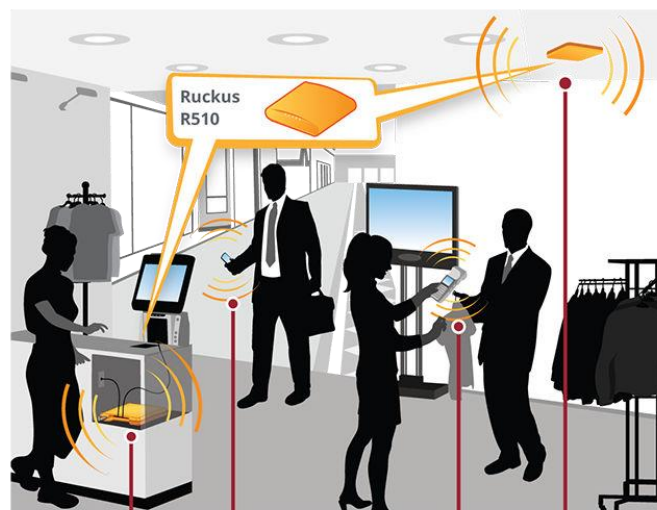
Sleek, elegant design easily concealed

Wired ports for connecting IP devices such as laptops and VoIP phones

Multiple SSIDs for high-speed Internet access and other services

DEPLOYMENT FOR RETAIL /BRANCH OFFICES

The R510 is ideal for deployment in retail stores to provide inconspicuous wireless connection to high quality video, wireless IP phones and data access for handheld PoS bar code scanners.



Wired ports to connect devices such as cash registers, printers, etc.

Multiple SSIDs for differentiated user services (e.g., guest Wi-Fi, point of sale, voice)

Reliable Wi-Fi connectivity for point of sale devices

5GHz band and smart antenna system ideal for 11ac clients

Indoor 802.11ac Wave 2 2x2:2 Wi-Fi Access Point

ACCESS POINT ANTENNA PATTERN

Ruckus' BeamFlex+ adaptive antennas allow the R510 AP to dynamically choose among a host of antenna patterns (up to 64 possible combinations) in real-time to establish the best possible connection with every device. This leads to:

- Better Wi-Fi coverage
- Reduced RF interference

Traditional omni-directional antennas, found in generic access points, oversaturate the environment by needlessly radiating RF signals in all directions. In contrast, the Ruckus BeamFlex+ adaptive antenna directs the radio signals per- device on a packet-by-packet basis to optimize Wi-Fi coverage and capacity in real- time to support high device density environments. BeamFlex+ operates without the need for device feedback and hence can **benefit** even devices using legacy standards.

Figure 1. Example of BeamFlex+ pattern

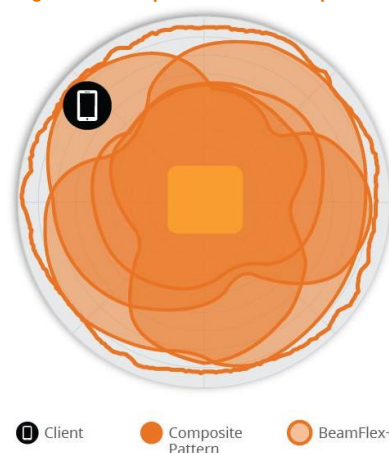


Figure 2. R510 2.4GHz Azimuth Antenna Patterns



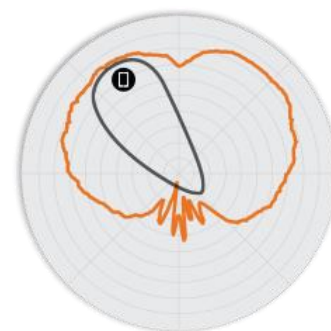
Figure 3. R510 5GHz Azimuth Antenna Patterns



Figure 4. R510 2.4GHz Elevation Antenna Patterns



Figure 5. R510 5GHz Elevation Antenna Patterns



Note: The outer trace represents the composite RF footprint of all possible BeamFlex+ antenna patterns, while the inner trace represents one BeamFlex+ antenna pattern within the composite outer trace.

Indoor 802.11ac Wave 2 2x2:2 Wi-Fi Access Point

Wi-Fi	
Wi-Fi Standards	IEEE 802.11a/b/g/n/ac Wave 2
Supported Rates	802.11ac: 6.5 to 867Mbps (MCS0 to MCS9, NSS = 1 to 2 for VHT20/40/80) 802.11n: 6.5 Mbps to 300Mbps (MCS0 to MCS15) 802.11a/g: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6Mbps 802.11b: 11, 5.5, 2 and 1 Mbps
Supported Channels	2.4GHz: 1-13 5GHz: 36-64, 100-144, 149-165
MIMO	2x2 SU-MIMO 2x2 MU-MIMO
Spatial Streams	2 SU-MIMO 2 MU-MIMO
Radio Chains and Streams	2x2:2
Channelization	20, 40, 80MHz
Security	- WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i, Dynamic PSK - WIPS/WIDS
Other Wi-Fi Features	- WMM, Power Save, Tx Beamforming, LDPC, STBC, 802.11r/k/v - Hotspot - Hotspot 2.0 - Captive Portal - WISPr

RF					
Antenna Type		• BeamFlex+ adaptive antennas with polarization diversity • Adaptive antenna that provides up to 64 unique antenna patterns per band			
Antenna Gain (max)		• Up to 3dBi			
Peak Transmit Power (aggregate across MIMO chains)		• 2.4GHz: 26dBm • 5GHz: 25dBm			
Minimum Receive Sensitivity ¹		• -101dBm (2.4GHz) • -96dBm (5GHz)			
2.4GHZ RECEIVE SENSITIVITY					
Frequency Bands		• ISM (2.4-2.484GHz) • U-NII-1 (5.15-5.25GHz) • U-NII-2A (5.25-5.35GHz) • U-NII-2C (5.47-5.725GHz) • U-NII-3 (5.725-5.85GHz)			
5GHZ RECEIVE SENSITIVITY					
VHT20		VHT40		VHT80	
MCS0	MCS7	MCS0	MCS7	MCS0	MCS7
-96	-77	-93	-75	-90	-72

2.4GHz TX POWER TARGET	
Rate	Pout (dBm)
MCS0 HT20	22
MCS7 HT20	19

5GHz TX POWER TARGET	
Rate	Pout (dBm)
MCS0 VHT20	22
MCS7 VHT20	19
MCS0 VHT40, VHT80	22
MCS7 VHT40, VHT80	19

PERFORMANCE AND CAPACITY	
Peak PHY Rates	2.4GHz: 300Mbps 5GHz: 867Mbps
Client Capacity	Up to 512 clients per AP
SSID	Up to 31 per AP

RUCKUS RADIO MANAGEMENT	
Antenna Optimization	- BeamFlex+ - Polarization Diversity with Maximal Ratio Combining (PD-MRC)
Wi-Fi Channel Management	- ChannelFly - Background Scan Based
Client Density Management	- Adaptive Band Balancing - Client Load Balancing - Airtime Fairness - Airtime-based WLAN Prioritization
SmartCast Quality of Service	- QoS-based scheduling - Directed Multicast - L2/L3/L4 ACLs
Mobility	SmartRoam
Diagnostic Tools	- Spectrum Analysis - SpeedFlex

¹ Rx sensitivity varies by band, channel width and MCS rate.

NETWORKING	
Controller Platform Support	- SmartZone - ZoneDirector - Unleashed² - Cloud Wi-Fi - Standalone
Mesh	SmartMesh™ wireless meshing technology. Self-healing Mesh
IP	IPv4, IPv6
VLAN	802.1Q (1 per BSSID or dynamic per use based on RADIUS) - VLAN Pooling - Port-based
802.1x	Authenticator & Supplicant
Tunnel	L2TP, GRE, Soft-GRE
Policy Management Tools	- Application Recognition and Control - Access Control Lists - Device Fingerprinting - Rate Limiting
IoT Capable	Yes

PHYSICAL INTERFACES	
Ethernet	2 x 1GbE ports, RJ-45, PoE in on one port
USB	USB 2.0 port, Type A Connector

PHYSICAL CHARACTERISTICS	
Physical Size	16.8(L) x 16.5(W) x 4.1(H) cm 6.6(L) x 6.49(W) x 1.6(H) in
Weight	350g (0.77oz)
Mounting	- Wall, Drop ceiling, Desk - Secure bracket (sold separately)
Physical Security	- Hidden latching mechanism - Kensington lock - T-bar Torx - Bracket (902-0108-0000) Torxscrew & padlock (sold separately)
Operating Temperature	0°C (32°F) to 50°C (122°F)
Operating Humidity	Up to 95%, non-condensing

POWER ³	
Power Supply	Maximum Power Consumption
802.3af	12.6W
DC Input 12VDC 10A	11.9W

² Refer to Unleashed datasheets for SKU ordering information.
³ Max power varies by country setting, band, and MCS rate.
⁴ For complete list of WFA **certifications**, please see Wi-Fi Alliance website.
⁵ For current **certification** status, please see price list.

CERTIFICATIONS AND COMPLIANCE	
Wi-Fi Alliance ⁴	- Wi-Fi CERTIFIED™ a, b, g, n, ac - Passpoint®, Vantage
Standards Compliance ⁵	- EN 60950-1 Safety - EN 60601-1-2 Medical - EN 61000-4-2/3/5 Immunity - EN 50121-1 Railway EMC - EN 50121-4 Railway Immunity - IEC 61373 Railway Shock & Vibration - UL 2043 Plenum - EN 62311 Human Safety/RF Exposure - WEEE & RoHS - ISTA 2A Transportation

SOFTWARE AND SERVICES	
Location Based Services	SPoT
Network Analytics	SmartCell Insight (SCI)
Security and Policy	Cloudpath

ORDERING INFORMATION	
901-R510-XX00	Concurrent dual band 802.11ac AP, no power adapter

See Ruckus price list for **country-specific** ordering information. Warranty: Sold with a limited lifetime warranty. For details see: <http://support.ruckuswireless.com/warranty>.

OPTIONAL ACCESSORIES	
902-0162-XXYY	PoE injector (24W) (Sold in quantities of 1, 10 or 100)
902-0195-0000	Spare, T-bar ceiling mount kit for mounting to flush frame ceiling
902-1169-XX00	Power Supply (12V, 2.0A, 24W)
902-0108-0000	Spare, accessory mounting bracket with padlock support
902-0120-0000	Spare, Accessory Mounting Bracket
902-0173-XXYY	Power Adapter (12V, 1.0A, 12W) (Sold in quantities of 1 or 10)

XX: US/KS/JP/Z2/WW
 For expansion of XX and YY: Please consult current Ruckus Price List. Region availability subject to **Certification** Date per region.

ANEXO 4: NÚMERO DE ESTUDIANTES DE LA SEDE CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS 2017-2

SINU
«Ema15»
34-OCT-17 05:15 PM
Página 1 de 2

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS Estadística de Matriculados por Facultad, Nivel y Género Período Académico 20172 Sede Bogotá



FACULTAD	1er. Sem.			2º. Sem.			3º Sem.			4º Sem.			5º Sem.			6º Sem.			7º Sem.			8º Sem.			9º Sem.			10º Sem.			TOTAL
	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T				
12095ADMINISTRACION DE	49	20	69	52	46	98	41	28	69	45	24	69	33	29	62	28	23	51	24	15	39	41	32	73	19	19	38	0	0	0	568
12096ADMINISTRACION DE	25	14	39	21	17	38	25	28	53	21	13	34	21	15	36	20	23	43	20	12	32	21	18	39	8	15	23	0	0	0	337
14040COMUNICACION SOC	13	25	38	23	40	63	19	28	47	31	62	93	16	28	44	28	55	83	24	50	74	30	45	75	15	34	49	26	47	73	639
12060CONTADURIA PUBLI	11	12	23	13	21	34	8	21	29	15	15	30	4	14	18	13	16	29	12	13	25	14	16	30	6	28	34	9	9	18	270
12090CONTADURIA PUBLI	11	9	20	17	26	43	10	14	24	14	24	38	4	12	16	14	26	40	15	20	35	11	17	28	5	7	12	6	12	18	274
14025CULTURA FISICA,	104	16	120	141	24	165	114	22	136	83	17	100	63	21	84	57	9	66	37	9	46	55	16	71	34	10	44	11	5	16	848
14026CULTURA FISICA,	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	0	1	0	0	3	2	5	8
13020DISEÑO	35	43	78	53	73	126	46	37	83	48	67	115	36	39	75	34	46	80	32	30	62	31	50	81	38	30	68	27	66	93	861
14030DISEÑO GRAFICO	18	16	34	22	23	45	19	13	32	20	16	36	17	9	26	9	24	33	13	8	21	17	11	28	0	0	0	0	0	0	255
12010ECONOMIA	11	8	19	30	16	46	17	14	31	26	16	42	12	15	27	18	19	37	23	26	49	17	23	40	12	19	31	0	0	0	322
12011ECONOMIA	9	6	15	12	6	18	14	3	17	11	9	20	15	9	24	10	7	17	7	3	10	6	5	11	7	3	10	0	0	0	142
12030ESTADISTICA	10	7	17	16	12	28	17	7	24	16	14	30	7	3	10	10	8	18	2	2	4	6	5	11	0	0	0	0	0	0	142
12031ESTADISTICA	8	5	13	7	3	10	12	1	13	10	5	15	8	10	18	10	5	15	8	5	13	9	8	17	0	0	0	0	0	0	114
19017ESTUDIANTES ASIS	10	2	12	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
19007ESTUDIANTES VESI	1	5	6	0	2	2	1	1	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
13010GOBIERNO Y RELACI	22	18	40	17	31	48	12	17	29	21	34	55	14	15	29	12	17	29	13	10	23	13	25	38	0	0	0	0	0	0	291
11005INGENIERIA AMBIE	11	15	26	31	44	75	22	36	58	20	52	72	22	33	55	24	37	61	37	55	92	29	41	70	28	28	56	23	41	64	629
11001INGENIERIA CIVIL	45	22	67	81	30	111	57	16	73	68	27	95	32	21	53	56	33	89	39	18	57	42	21	63	9	11	20	21	7	28	656
11004INGENIERIA DE TE	5	0	5	22	9	31	12	6	18	21	6	27	16	6	22	19	9	28	7	5	12	8	4	12	2	5	7	13	0	13	175
11002INGENIERIA ELECT	12	0	12	49	10	59	27	1	28	34	11	45	18	5	23	25	11	36	15	2	17	13	2	15	26	7	33	15	1	16	284
11006INGENIERIA INDUS	14	9	23	44	25	69	22	10	32	45	27	72	18	15	33	22	18	40	9	22	31	22	17	39	6	5	11	0	0	0	350
11003INGENIERIA MECAN	48	4	52	67	9	76	55	2	57	39	2	41	38	2	40	38	3	41	21	4	25	36	2	38	24	3	27	21	3	24	421
15097INSTITUTO DE LEN	41	59	100	0	0	0	9	11	20	0	0	0	0	0	0	9	16	25	0	0	0	0	0	0	16	21	37	0	0	0	182
19008INTERCAMBIO	1	2	3	1	5	6	1	5	6	2	4	6	5	11	16	1	6	7	2	4	6	4	3	7	2	0	2	0	0	0	59
13045LICENCIATURA EN	17	9	26	4	12	16	3	2	5	8	4	12	3	7	10	11	3	14	7	5	12	15	8	23	0	0	0	0	0	0	118
1208EMERCADEO	33	21	54	24	23	47	24	21	45	20	31	51	13	23	36	14	34	48	15	21	36	10	24	34	0	0	0	0	0	0	351
1208EMERCADEO	11	8	19	9	14	23	10	10	20	9	13	22	12	7	19	3	5	8	5	9	14	16	7	23	0	0	0	0	0	0	148
1203INEGOCIOS INTERNA	35	27	62	51	71	122	31	35	66	42	56	98	34	47	81	43	43	86	38	36	74	38	66	104	35	36	71	22	47	69	833
1203INEGOCIOS INTERNA	10	13	23	14	14	28	16	17	33	9	8	17	11	13	24	25	11	36	12	14	26	11	19	30	14	16	30	11	14	25	272
19001PROGRAMA ESTUDIA	26	32	58	6	0	6	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67
14070PATOLOGIA	5	25	30	17	54	71	12	32	44	18	62	80	10	38	48	13	59	72	7	29	36	11	34	45	9	32	41	13	41	54	521
14035SOCIOLOGIA	12	20	32	23	30	53	13	16	29	8	16	24	14	13	27	9	22	31	8	13	21	9	17	26	13	15	28	7	5	12	283