



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“ESTUDIO PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL USO DE UNA RED  
WI-FI EN UN CAMPUS UNIVERSITARIO”**

## **INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR**

Previo a la obtención del Título de:

**LICENCIADO EN REDES Y SISTEMAS OPERATIVOS**

Presentado por:

**FRIAS LASCANO RAFAEL ÁNGEL  
VIDAL SANCÁN WASHINGTON NORBERTO**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**AÑO: 2018 - 2019**

## **AGRADECIMIENTOS**

Deseo agradecer a Jehová Dios por la vida y la familia que me ha regalado. “Toda dádiva buena y todo don perfecto” proviene de Él. Mediante su espíritu y su amor, he logrado la culminación de mi carrera.

También expreso mi gratitud a la familia con la cual crecí, mis hermanas, María Belén y María José Frías. Ellas, compartieron su conocimiento profesional y académico conmigo. Fueron un apoyo importante en el desarrollo de mis estudios. Mediante su paciencia y amor por la enseñanza me dirigieron de la mejor manera al éxito de mis proyectos. Del mismo modo, agradezco a mis primos y tíos por el amor entregado, por los consejos impartidos que me han ayudado a crecer profesionalmente y por saber que cuento con su apoyo. Un agradecimiento especial a mi tía, Olga Lascano Camino, por amarme como un hijo más y no como un sobrino.

Además, quiero agradecer a mi suegra, Germania Carpio Guzmán, por las facilidades que me otorgó para lograr culminar mis estudios y por el cariño brindado día a día. A mis abuelos por parte de mi esposa, por el aprecio y consideración entregado desde que formé parte de su familia. A mis suegros, Pedro Caicedo Moreira y Martha López Saltos, por el amor que me brindaron cuando los conocí y por hacerme sentir como un hijo más dentro de su familia. A mis cuñados, Leonardo Caicedo López y Ámbar Caicedo López, por el afecto que me demostraron como los hermanos menores que nunca tuve.

Asimismo, quiero agradecer a los Ingenieros Ronald Criollo, Robert Andrade, María Angélica Santacruz, Jorge Magallanes y Rayner Durango por la orientación que me brindaron en cada materia y cada consulta que requerí. Gracias por el tiempo brindado para el desarrollo de este proyecto integrador. Finalmente, quiero agradecer al compañero que elegí para el presente proyecto integrador, Norberto Vidal Sancán, quien fue un apoyo fundamental para la consecución del mismo.

**Rafael Ángel Frías Lascano**

Deseo agradecer principalmente a mi Dios Jehová, quien gracias a que él es el don de la vida, me ha permitido culminar una faceta más en mi corta vida. Sin él no soy nada.

También agradezco a mi familia por ese apoyo incondicional que me han dado desde pequeño, me enseñaron que las cosas buenas perduran y una de ellas son sus enseñanzas que quedaron guardadas en mi corazón y eso hicieron que culmine esta meta.

Agradezco a mis amigos que siempre estuvieron motivándome a continuar con mi carrera. Al Ingeniero Rayner Durango, quien con sus enseñanzas motivadoras me hacían reflexionar a dar más de mí en esta faceta universitaria. A mis demás profesores, los Ingenieros Robert Andrade, Ronald Criollo, María Angélica Santacruz, que estuvieron dispuestos a atenderme cada vez que les consultaba, valoro sus enseñanzas y conocimientos, también me incentivaron que en la vida nada es fácil que todo esfuerzo tiene su recompensa.

Por último, agradezco a mi compañero de proyecto integrador, Rafael Frías Lascano, quien compartió su apoyo y conocimiento para que el siguiente proyecto se lleve a cabo.

**Washington Norberto Vidal Sancán**

## **DEDICATORIA**

El trabajo desarrollado en este proyecto integrador va dedicado primero a mis padres, Jenny Lascano Camino y Rafael Frías Solórzano. Ellos siempre me inculcaron la perseverancia, la responsabilidad, el amor y el respeto en todas las decisiones que han surgido en mi vida. Cada sueño se convirtió en una meta que había que luchar por alcanzarla. Sin dudar, mis padres fueron un apoyo incondicional.

En segundo lugar, dedico este proyecto a mis abuelos, quienes siempre estuvieron detrás de mis estudios. Mi abuela, Olga Camino Villacís, me ayudó a no darme por vencido en la carrera universitaria que he cursado. A través de sus consejos, me ayudó a cobrar ánimo para seguir adelante. Mi abuelo, Ángel Lascano López, quien ya no está con nosotros, me compartía su sabiduría y conocimientos. Su experiencia me sirvió de guía y dejó un legado para la familia que tengo ahora.

Y, en tercer lugar, deseo dedicar este proyecto a mi hijo y a mi amada esposa. A mi hijo, Noah Gaël, por ser la persona que me infunde el deseo de dar el máximo esfuerzo en todo lo que me propongo. Él es, sin duda, el motor de mi vida. A mi esposa, quien siempre estuvo a mi lado en los obstáculos que surgieron en el camino, quien me entregaba una sonrisa cuando la necesitaba y quien me daba su amor sin importar las circunstancias, Cristina Caicedo Carpio.

**Rafael Ángel Frías Lascano**

El presente proyecto principalmente se lo dedico a mis padres, ya que ellos fueron un pilar fundamental a lo largo de mi vida universitaria, con su gran ejemplo de motivación hicieron que cualquier meta que me proponga las logre alcanzar con esfuerzo y abnegación.

También se lo dedico a mi abuela María Magdalena Pin, ella fue quien durante mi infancia y adolescencia me inculcó buenos valores, y siempre me decía que para los estudios siempre puedo contar con ella, que la educación es el mejor regalo que me pueda dar.

Finalmente dedico este proyecto a mis tíos y primos que siempre me tuvieron paciencia y me decían que con la constancia y perseverancia lograré alcanzar todas mis metas.

**Washington Norberto Vidal Sancán**

## TRIBUNAL DE EVALUACIÓN



**Ing. Ronald Criollo Bonilla**

PROFESOR DE MATERIA

INTEGRADORA



**Ing. Durango Espinoza Rayner**

TUTOR ACADEMICO

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



**Rafael Ángel Frías Lascano**



**Washington Norberto Vidal Sancán**

## RESUMEN

En el presente documento se analizará el estudio de una infraestructura de red inalámbrica en un campus universitario, para la transmisión de datos desde el backbone de la universidad hasta los usuarios finales que estarán conectados a los Access Points (AP). Dentro de la problemática se encuentran factores como falta de cobertura en el campus universitario, conexión inestable, saturación del ancho de banda y solapamiento de canales. De acuerdo a lo analizado, se plantea el diseño de una infraestructura de red inalámbrica óptima para cualquier campus universitario usando fibra óptica, switches, cableado de cobre, Wireless LAN Controller (WLC) y AP's. Este diseño permitirá la centralización de una infraestructura de tipo campus.

**Palabras Clave:** Infraestructura, Wi-Fi, solapamiento, cobertura, campus, universidad.

## **ABSTRACT**

*The current document will analyze the study of a wireless networking in a college campus; simulating the data transmission starting from the college backbone until the final users who will be connected to the access points (AP). Among the problems presented are the lack of signal coverage among the college campus; unstable connection; bandwidth saturation and channels overlapping. According to what has been analyzed; it is raised the design of a superior wireless networking which could be used in any college camp; using optical fiber; switches and copper wiring; wireless Lan Controller (WLC) and AP's. This design will allow the centralization of a campus networking.*

**Keywords:** *Infrastructure, Wi-Fi, overlap, coverage, campus, university.*

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	VII
ABSTRACT .....	VIII
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>IX</b>
ABREVIATURAS .....	XI
SIMBOLOGÍA.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XV
CAPÍTULO 1 .....	16
1. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1 Problemática .....	17
1.2 Justificación.....	18
1.3 Objetivos .....	19
1.3.1 Objetivo General .....	19
1.3.2 Objetivos Específicos .....	19
CAPÍTULO 2 .....	20
2. METODOLOGÍA.....	20
2.1 Desarrollo de la Metodología.....	20
2.1.1 Empatizar .....	20
2.1.2 Definir.....	24
2.1.3 Idear .....	25
2.1.4 Prototipar.....	26
2.1.5 Evaluar .....	28
CAPÍTULO 3 .....	33
3. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....	33
3.1 Descripción Técnica .....	35

3.1.1	Aplicación profesional para el análisis de redes inalámbricas Netspot.....	35
3.1.2	Aplicación de hojas de cálculo Microsoft Excel. ....	38
3.1.3	Aplicación de cartografía con imágenes satelitales Google Earth. 39	
3.2	Descripción funcional .....	49
3.3	Muestreo de conexiones a los AP's de la ESPOL.....	52
3.4	Resultados .....	66
3.5	Beneficios de la WLC (Wireless Lan Controller).....	69
CAPÍTULO 4	.....	71
4.	PLAN DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO.....	71
4.1	Planificación. ....	71
4.1.1	Rediseñar el diagrama de los AP's de acuerdo a lo existente. ..	71
4.1.2	Rediseñar toda la infraestructura de red garantizando una conexión óptima desde el backbone hasta el usuario final. ....	78
4.2	Presupuesto .....	86
4.2.1	Presupuesto de la primera propuesta .....	86
4.2.2	Presupuesto de la segunda propuesta.....	89
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	93
Conclusiones	.....	93
Recomendaciones	.....	95
BIBLIOGRAFÍA	.....	96
ANEXOS	.....	97
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIEC	Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación
FCSH	Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas
FCNM	Facultad de Ciencias Sociales y Matemáticas
GTSI	Gerencia de Tecnologías y Sistemas de Información
AP	Access Point
WLC	Wireless Lan Controller
ACL	Access Control List
SSID	Service Set Identifier
VLAN	Virtual Local Area Network
ARP	Address Resolution Protocol

## SIMBOLOGÍA

dBm	decibelio-milivatio
GHz	Gigahercio
m	Metro
LZ0H	Libre de emisión de humo
GB	Gigabyte
PoE	Power over Ethernet

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Mapa de actores (Autoría propia).....	20
Figura 2.2 Red Wi-Fi más usada por los usuarios.....	21
Figura 2.3 Sitios web que más visitan los usuarios .....	22
Figura 2.4 Mapa de empatía de los estudiantes.....	23
Figura 2.5 Prototipo #1 Rediseñar el diagrama lógico de los AP's ubicados en el campus universitario. ....	27
Figura 2.6 Prototipo #2 Añadir al plano arquitectónico del campus la ubicación de los AP's.....	28
Figura 3.1 Transmisión de datos en el campus universitario. (Autoría propia).....	33
Figura 3.2 Conexión vía inalámbrica desde el usuario final .....	34
Figura 3.3 Registro de datos de redes Wi-Fi en la FIEC. ....	36
Figura 3.4 Potencia de señal de las redes inalámbricas. ....	36
Figura 3.5 Banda de frecuencia 2.4 GHz .....	37
Figura 3.6 Banda de frecuencia 5 GHz .....	38
Figura 3.7 Lugares donde están ubicados cada AP en la FIEC .....	39
Figura 3.8 Aplicación Google Earth (Google Imágenes, 2018 [9] ) .....	40
Figura 3.9 Proceso de importación de datos para ubicar los AP's. ....	41
Figura 3.10 AP's graficados con un ícono circular (Autoría propia).....	41
Figura 3.11 Detalle de localización de un AP (Autoría propia). ....	42
Figura 3.12 Proceso de creación de capa de árboles (Autoría propia).....	43
Figura 3.13 Simbología del canal y frecuencia para AP .....	43
Figura 3.14 Representación de mapa de calor de los AP's (Autoría propia).....	44
Figura 3.15 Usuarios conectados en AP del edificio 16AB de FIEC.....	45
Figura 3.16 Cobertura de los AP's en el CIB .....	45
Figura 3.17 Cobertura de los AP's en Celex.....	46
Figura 3.18 Cobertura de los AP's en Postgrado y Bloque 32-E .....	47
Figura 3.19 Cobertura de los AP's en bloques 32-C, 32B y laboratorios.....	47
Figura 3.20 Cobertura de los AP's en la facultad FCNM .....	48
Figura 3.21 Cobertura de los AP's en la facultad FIMCP .....	48
Figura 3.22 Cobertura de los AP's en la facultad FICT .....	49
Figura 3.23 Administración de la capa de ubicación de los AP's (Autoría propia).....	50
Figura 3.24 Administración de la capa de árboles alrededor de los edificios de la FIEC (Autoría propia). ....	50
Figura 3.25 Administración de la capa de mapa de calor de los AP's (Autoría propia).....	51
Figura 3.26 Usuarios conectados por AP .....	52
Figura 3.27 AP01-RECTORADO, ubicado cerca de STA. ....	53
Figura 3.28 AP02-RECTORADO, ubicado en planta baja de Rectorado. ....	53
Figura 3.29 AP03- RECTORADO, ubicado en edificio administrativo. ....	54
Figura 3.30 AP01-FIMCBOR, ubicado cerca de decanato en FIMCBOR.....	54
Figura 3.31 AP02-FIMCBOR, ubicado en planta baja de las aulas FIMCBOR. ....	55
Figura 3.32 AP03-FIMCBOR, ubicado en planta alta de las aulas FIMCBOR. ....	55
Figura 3.33 AP01-CIB, ubicado en biblioteca central. ....	56
Figura 3.34 AP2-CIB, ubicado en biblioteca central. ....	56
Figura 3.35 AP3-CIB, ubicado en auditorio CIB. ....	57
Figura 3.36 AP01-CELEX, ubicado en la planta baja. ....	57

Figura 3.37 AP02-CELEX, ubicado en la planta baja. ....	58
Figura 3.38 AP03-CELEX, ubicado en la planta alta. ....	58
Figura 3.39 AP01-FCSH, ubicado en el bloque 32B (planta baja). ....	59
Figura 3.40 AP02-FCSH, ubicado en el bloque 32B (planta alta). ....	59
Figura 3.41 AP03-FCSH, ubicado en el bloque 32C (planta baja). ....	60
Figura 3.42 AP01-FICT, ubicado en el edificio 20A de FICT. ....	60
Figura 3.43 AP02-FICT, ubicado en el edificio 20A de FICT. ....	61
Figura 3.44 AP03-FICT, ubicado en el edificio 20D de FICT. ....	61
Figura 3.45 AP01-FIMCP, ubicado en el bloque 18B de FIMCP. ....	62
Figura 3.46 AP02-FIMCP, ubicado en el bloque 24E de FIMCP. ....	62
Figura 3.47 AP03-FIMCP, ubicado en el bloque 24C de FIMCP. ....	63
Figura 3.48 AP01-FIEC, ubicado en el bloque 24A de FIEC. ....	63
Figura 3.49 AP02-FIEC, ubicado en el bloque 24A de FIEC. ....	64
Figura 3.50 AP03-FIEC, ubicado en el bloque 24A de FIEC. ....	64
Figura 3.51 AP01-TEC, ubicado cerca de CIDIS. ....	65
Figura 3.52 AP02-TEC, ubicado en edificio #37 de FCV. ....	65
Figura 3.53 AP03-TEC, ubicado cerca de las oficinas de Docentes. ....	66
Figura 3.54 Zonas críticas no cubiertas por falta de AP's ....	67
Figura 3.55 Solapamiento de canales entre AP's. ....	67
Figura 3.56 AP's ocultos no pertenecientes a ESPOL ....	68
Figura 3.57 AP's visibles no pertenecientes a ESPOL ....	69
Figura 4.1 Planificación de la solución (parte 1) ....	74
Figura 4.2 Planificación de la solución (parte 2) ....	75
Figura 4.3 Cisco Wave 2 Access Point 1.7 Gbps. ....	77
Figura 4.4 Cisco ONE – 3504 Wireless Controller. ....	77
Figura 4.5 Planificación de la solución (parte 1) ....	80
Figura 4.6 Planificación de la solución (parte 2) ....	81
Figura 4.7 Planificación de la solución (parte 3) ....	81
Figura 4.8 Dispositivo Cisco Catalyst 9500. ....	83
Figura 4.9 Dispositivo Cisco Catalyst 2960-X, 48 puertos. ....	84
Figura 4.10 Dispositivo Cisco Wave 2 Access Point 1.7 Gbps MIMO 4x4 ....	84
Figura 4.11 Dispositivo Cisco ONE – 3504 Wireless Controller ....	85
Figura A 1.0.1 Red WiFi más usada. ....	98
Figura A 1.0.2 Frecuencia del uso de la red Wi-Fi. ....	99
Figura A 1.0.3 Tiempo promedio de conexión. ....	99
Figura A 1.0.4 Dispositivos con el que se conectan los usuarios. ....	100
Figura A 1.0.5 Sitios web que más visitan. ....	100
Figura A 1.0.6 Calificación de navegación a Internet ....	101
Figura A 1.0.7 Nivel de satisfacción con relación a la cobertura. ....	102
Figura A 4.0.8 Point of View. ....	108

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Matriz de decisión.....	26
Tabla 2.2 Matriz feedback estudiantes .....	29
Tabla 2.3 Matriz feedback docentes.....	30
Tabla 2.4 Matriz feedback Personal Administrativo.....	31
Tabla 2.5 Matriz feedback Subgerente de GTSI.....	32
Tabla 4.1 Solución cableado estructurado 6A blindado.....	76
Tabla 4.2 Costo de Servicios Profesionales. ....	76
Tabla 4.3 Característica de dispositivo Cisco Wave 2 Access Point 1.7 Gbps MiMO 4x4 .....	77
Tabla 4.4 Características de Cisco ONE – 3504 Wireless Controller .....	77
Tabla 4.5 Materiales para el cuarto de telecomunicaciones.....	78
Tabla 4.6 Solución fibra óptica monomodo OS1 G652.D de 6H .....	82
Tabla 4.7 Solución cableado estructurado 6A blindado.....	82
Tabla 4.8 Costo de Servicios Profesionales. ....	82
Tabla 4.9 Características de Cisco Catalyst 9500.....	83
Tabla 4.10 Características de Cisco Catalyst 2960-X 48 GigE PoE 740W, 2 x 10G SFP+ .....	84
Tabla 4.11 Características de Cisco Wave 2 Access Point 1.7 Gbps MIMO 4x4 .....	84
Tabla 4.12 Características de Cisco ONE – 3504 Wireless Controller.....	85
Tabla 4.13 Materiales para el cuarto de telecomunicaciones.....	85
Tabla 4.14 Flujo de caja del primer semestre (primera propuesta). ....	86
Tabla 4.15 Flujo de caja del segundo semestre (primera propuesta).....	87
Tabla 4.16 Costos de materiales de redes y cableado de datos (primera propuesta) .....	87
Tabla 4.17 Costos de equipamiento y servicios profesionales (primera propuesta)..	88
Tabla 4.18 Flujo de caja del primer semestre (segunda propuesta).....	89
Tabla 4.19 Flujo de caja del segundo semestre (segunda propuesta). ....	90
Tabla 4.20 Costos de materiales de redes y cableado de datos (segunda propuesta). ....	91
Tabla 4.21 Costos de equipamiento y servicios profesionales (segunda propuesta). ....	92
Tabla 0.1 Recopilación de datos de los AP's de CELEX.....	112
Tabla 0.2 Recopilación de datos de los AP's de EDCOM .....	113
Tabla 0.3 Recopilación de datos de los AP's de FICT.....	115
Tabla 0.4 Recopilación de datos de los AP's de FIMCBOR.....	116
Tabla 0.5 Recopilación de datos de los AP's de RECTORADO.....	117
Tabla 0.6 Recopilación de datos de los AP's de CIB.....	118
Tabla 0.7 Recopilación de datos de los AP's de FCSH.....	119
Tabla 0.8 Recopilación de datos de los AP's de FIEC. ....	120
Tabla 0.9 Recopilación de datos de los AP's de FIMCP. ....	124
Tabla 0.10 Recopilación de datos de los AP's de TECNOLOGÍAS.....	126

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El acceso a Internet en cualquier lugar es indispensable, especialmente en los sitios donde se requiere una conectividad constante para la educación e investigación. Este recurso tecnológico permite la distribución de información disponible en todo el mundo y ha llegado a ser el medio ideal para el aprendizaje. Debido a que existen varios edificios distribuidos en un área geográfica definida que comparten la misma red. La tecnología Wi-Fi es una solución necesaria para cualquier institución de educación superior. Las redes Wi-Fi proporcionan medios de conexión inalámbricos para la comunicación de dispositivos entre sí, a Internet y a redes inalámbricas. Las ventajas que proporciona la tecnología Wi-Fi, como las facilidades de instalación, funcionamiento, movilidad y escalabilidad han logrado que crezca exponencialmente, dando como resultado, una mayor conectividad y que la inversión en el equipamiento de hardware para la implementación de una red inalámbrica aumente notablemente en un campus universitario.

La Escuela Superior Politécnica del Litoral es una institución de educación superior que tiene como finalidad formar profesionales íntegros y competentes, socialmente responsables, líderes, emprendedores, con principios y valores morales y éticos, que contribuyan al desarrollo científico, tecnológico, social, económico, ambiental y político del país; promoviendo la investigación, innovación, transferencia de tecnología y extensión de calidad para servir a la sociedad. [1]

De acuerdo con su lema, “Impulsando la Sociedad del Conocimiento”, la ESPOL ofrece múltiples recursos dentro del campus universitario, entre ellos, el Centro de Información Bibliotecario, el Centro de Escritura, el Centro de Lenguas Extranjeras y los distintos laboratorios de computación distribuidos en las distintas facultades que posee, logrando así mejorar los procesos que se realizan en toda la institución. El promover el conocimiento, la investigación y la innovación conlleva un sinnúmero de métodos. Estos son llevados a cabo con el uso de la tecnología,

para ello, existe el departamento de Gerencia de Tecnologías y Sistemas de Información (GTSI).

El proyecto integrador consiste en realizar un levantamiento de los Puntos de Acceso (Access Points – AP) en toda la ESPOL, monitorizar el tiempo promedio de conexión, recolectar información del uso del ancho de banda y su tasa de transferencia permitida para la transmisión y recepción de datos, definir los sectores sobresaturados de acuerdo con la afluencia de personas en un determinado sector y analizar los obstáculos que pueden interferir con la señal.

## **1.1 Problemática**

La ESPOL ofrece redes inalámbricas distribuidas alrededor del campus universitario para el acceso a Internet a sus estudiantes, personal administrativo, docentes y visitantes. El problema es que existen sectores que no han sido cubiertos, se pierde la conexión cuando los usuarios transitan desde una facultad a otra y cuando se vuelve a conectar llega a ser intermitente y deficiente. También, se presenta lentitud en la velocidad de carga y descarga de paquetes debido a que el número de conexiones hacia un AP es demasiado alto, por lo cual la red se congestiona y se satura el ancho de banda, por ende, hay una limitación en la recepción y transmisión de datos. La ubicación geográfica de varios AP en un mismo sitio genera interferencia entre los canales, dando como resultado un pobre rendimiento de la red, el mismo que también es ocasionado por los distintos obstáculos que se encuentran en el camino de las ondas electromagnéticas propagadas por estos. Finalmente, no hay una clasificación o prioridad de requerimiento para el acceso a Internet según el rol que tenga cada usuario en la universidad, lo cual afecta en varios ámbitos académicos y laborales.

El GTSI se encarga de desarrollar aplicaciones, dar soporte técnico, administrar la infraestructura tecnológica y garantizar la seguridad informática. En el desarrollo de este estudio, nos centraremos en la infraestructura tecnológica de la universidad.

## 1.2 Justificación

Existen problemas de conexiones en las redes Wi-Fi dentro del campus universitario en donde la gran cantidad de usuarios no consiguen conectarse a Internet de manera eficiente. Según el distributivo del 2018 para la transparencia de la ESPOL existen aproximadamente 1467 empleados entre docentes y personal administrativo. [2] Según la Secretaria Técnica Académica en el año 2018 del segundo término académico existen 12554 estudiantes activos en la ESPOL, distribuidos de la siguiente manera: Escuela de Diseño y Comunicación Visual con 1353 estudiantes, Facultad de Ciencias de la Vida con 652 estudiantes, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas con 1213 estudiantes, Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas con 2312 estudiantes, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra con 1326 estudiantes, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación con 2876 estudiantes, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción con 2135 estudiantes, Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales con 657 estudiantes, Programa de Tecnología Eléctrica y Electrónica con 12 estudiantes, Programa de Tecnología Mecánica con 15 estudiantes, Programa de Tecnología Pesquera con 3 estudiantes. [3]

De acuerdo con lo que manifiestan los estudiantes en muchos sectores de la universidad, no hay un acceso eficiente a Internet. Los docentes y el personal administrativo mencionan que gran parte del día no tienen acceso a la red Wi-Fi y esto genera inconvenientes al momento de hacer sus trabajos laborales (ver Anexo 1).

Teniendo en cuenta la gran cantidad de usuarios con problemas de acceso a Internet, se realizará el proyecto a través de un estudio para optimizar la red Wi-Fi en la ESPOL. Mediante un software de analizador de espectro se visualizará la intensidad de la potencia de acuerdo con la frecuencia de las distintas señales inalámbricas que se están propagando en cada AP, con esto se analizará el ancho de banda, la cobertura de señal en un área geográfica y se realizará una solución al diseño de red propuesto actualmente. También se identificará los distintos factores externos que hacen que la señal inalámbrica se ralentice.

Logrando así que el acceso a Internet sea eficiente para el beneficio de todos los usuarios de la ESPOL.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Realizar un estudio para mejorar las funcionalidades de la red Wi-Fi en el campus universitario de la ESPOL.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Analizar los factores externos que inciden en la señal inalámbrica.
- Identificar el ancho de banda establecidos en los AP's distribuidos en las facultades de la ESPOL.
- Evaluar el número de AP's que se necesitan por cada facultad teniendo en cuenta la cantidad promedio de usuarios de acuerdo con los sectores analizados.
- Analizar la potencia de la señal inalámbrica de los AP's mediante un software analizador de espectro.
- Definir una solución optimizada para lograr el estudio deseado.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

Para encontrar soluciones que se adapten a las necesidades de los usuarios finales se han utilizado las herramientas encontradas en la guía del proceso creativo “Design Thinking”. Mediante estas, hemos desarrollado el presente proyecto.

### 2.1 Desarrollo de la Metodología

#### 2.1.1 Empatizar

En esta primera etapa de la metodología, se estableció un periodo de recolección de datos que nos ayudaron a encontrar ideas inusuales, creativas e interesantes para plantear un diseño inicial que se ajuste a la información que hemos extraído de entrevistas y encuestas a nuestros actores principales, tal como se expresa en la figura 2.1.

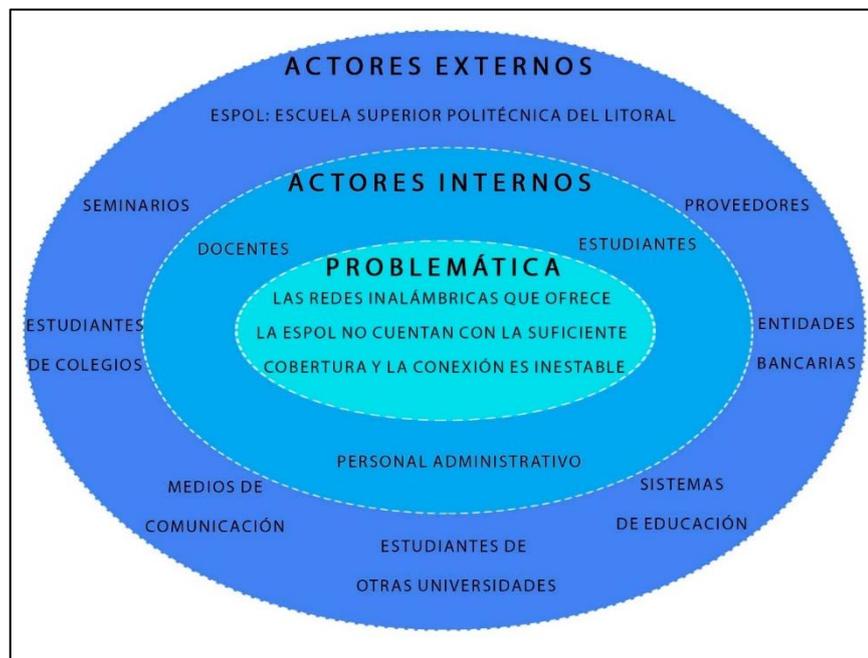
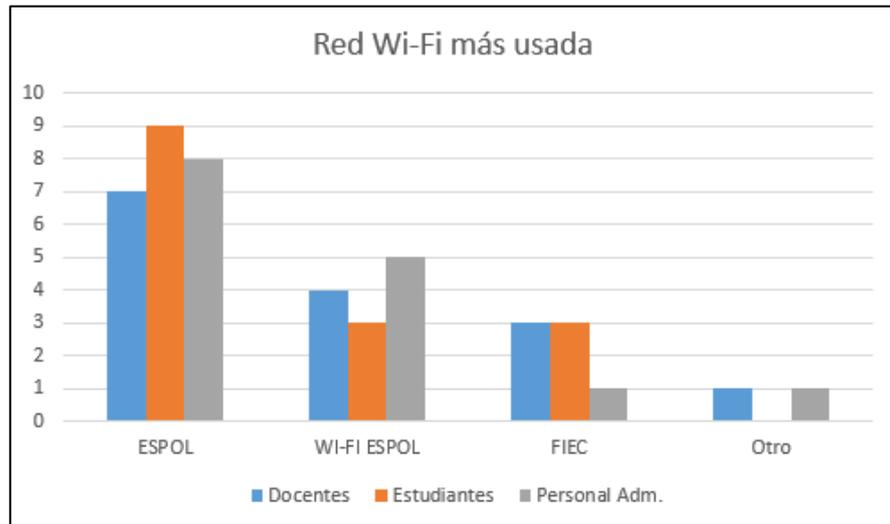


Figura 2.1 Mapa de actores (Autoría propia)

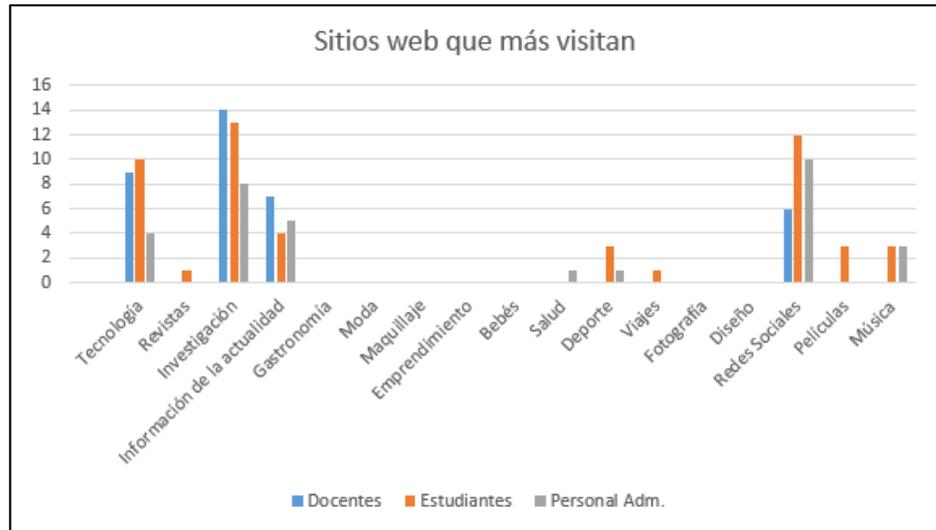
Se tomaron usuarios claves de todo el campus universitario para las respectivas encuestas, en estos están los más destacados: docentes, personal administrativo y los estudiantes. (ver Anexo 1)

Las observaciones que se hicieron en las encuestas hacia aquellos usuarios son de que la gran mayoría utilizan las redes inalámbricas del campus universitario con gran frecuencia para sus actividades personales, laborales, o académicas; en especial la red inalámbrica cuyo SSID es “ESPOL”. (figura 2.2.)



**Figura 2.2 Red Wi-Fi más usada por los usuarios**

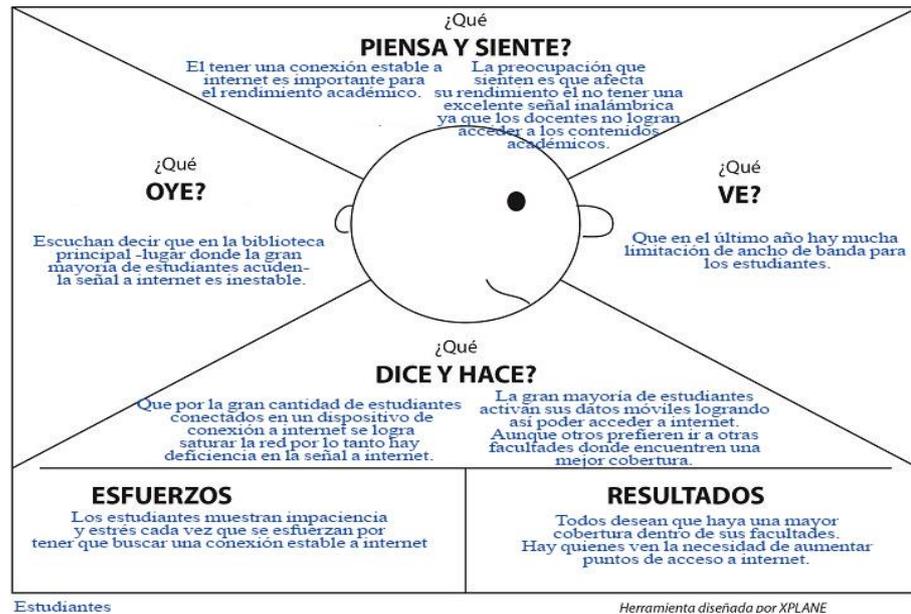
Hay que resaltar que gran parte del día los usuarios están conectados a Internet por medio del Wi-Fi. Entre los dispositivos que más utilizan están las laptops o celulares. De acuerdo con la figura 2.3 se observó que, los docentes de las facultades usan las redes inalámbricas para navegar en Internet por asuntos académicos, de investigación y tecnológicos. Por su parte los estudiantes y personal administrativo usan el Internet para visitar sitios académicos, de investigación y acceso a las redes sociales. En lo observado a las encuestas se destacó que hay muchas cosas por mejorar en cuanto a las redes inalámbricas, el motivo es porque los usuarios mencionan que no hay una excelente navegación a Internet. Tanto es así que no están satisfechos del todo con las redes inalámbricas que ofrece la ESPOL.



**Figura 2.3 Sitios web que más visitan los usuarios**

Se procedió a utilizar la herramienta del “Porque” hacia los diferentes actores establecidos, en cual se realizó preguntas levemente estructuradas, producto de una lluvia de ideas, estas sirvieron de base para las entrevistas (ver Anexo 2). De acuerdo con esto, se evidenciaron muchas similitudes entre los puntos de vista de cada uno de los usuarios.

Se observó que en ciertos sectores de la universidad la navegación es inestable, esto hace que muchos de los usuarios les lleguen tarde los mensajes instantáneos o correos electrónicos en su dispositivo móvil. Por ejemplo, la experiencia que tienen algunos docentes es que dentro de las aulas de clases la señal inalámbrica suele desconectarse de sus laptops y esto hace que las clases se vuelven ineficientes. Así mismo, hay estudiantes que no logran leer a tiempo los mensajes de correos electrónicos que envían los profesores por la conexión deficiente a Internet. También dependiendo del lugar donde uno se encuentre la señal puede ser estable y en esos casos los estudiantes aprovechan la señal inalámbrica para poder descargar programas como Matlab, estas situaciones se presentan en la facultad de FCSH, en el bloque “C”. En la figura 2.4 se detalla el cuadro de empatía de manera resumida por parte de los estudiantes.



**Figura 2.4 Mapa de empatía de los estudiantes**

También, se observó que los diferentes inconvenientes que se generan en las redes inalámbricas son debido a la excesiva cantidad de usuarios conectados simultáneamente y sumado a esto, la falta de cobertura a Internet. En diferentes sectores del campus universitario hay muchas señales de redes inalámbricas y esto les trae molestias a los usuarios al momento de conectarse a una red Wi-Fi en particular.

En los pasillos de las facultades hay deficiencia e interferencia al momento de conectarse a una señal inalámbrica. Para muchos estudiantes, la navegación a Internet es excelente cuando están conectados a las redes sociales, pero no saben por qué motivos no es así con los servicios que ofrece ESPOL, como por ejemplo el Sidweb, ya que no carga el sistema o es lento al navegar.

De acuerdo con las entrevistas hacia el personal administrativo se observó que en ciertos sectores como en los comedores no hay señales inalámbricas. También se destaca que algunos aspectos de obstrucción como techados, metales y vidrios hacen que la señal inalámbrica sea disminuida.

Algunas acciones que toman los usuarios cuando no logran tener una conectividad estable a internet son las siguientes:

- Buscar otras redes inalámbricas donde puedan tener una conexión estable.
- Activar sus datos móviles.
- Acudir a los laboratorios de computación del CIB.
- Cambiar de ubicación o dirigirse a otras facultades para obtener una conexión eficiente a internet.

### **2.1.2 Definir**

De acuerdo con lo recopilado en la fase de empatizar se ha obtenido los problemas que presentan nuestros actores internos que son los estudiantes, docentes y el personal administrativo.

#### **Problemas generales:**

- Limitación del ancho de banda.
- Conexión inestable a las redes inalámbricas.
- Exceso de conexiones saturan la conectividad.
- Existen lugares como comedores, paraderos y laboratorios que no han sido cubiertos por las redes inalámbricas.
- Hay objetos que interfieren con la propagación de las ondas electromagnéticas.
- No existe una prioridad de conexión de acuerdo al rol del usuario.

#### **Efectos:**

- Retrasos de entrega en proyectos, tareas y trabajos.
- Falta de comunicación debido a que no es permanente.
- Retrasos en ingreso de notas.
- Clases suspendidas por no tener acceso al material didáctico.
- Exceso de requerimientos en la mesa de ayuda de la ESPOL.

De acuerdo con estos problemas se estableció los Insights, llevándolos al punto de vista de uno de los actores internos que lo podemos observar en el ANEXO 4, los cuales nos van a ayudar a conocer la necesidad y la problemática definida para nuestro proyecto. Según el Ing. Juan Pablo Hidalgo, trabajador del GTSI, existe un registro de aproximadamente 220 AP's distribuidos en alrededor de 10 puntos de concentración. La mayoría de los AP son marca CISCO Aironet de la serie 1140 los cuales trabajan con el protocolo 802.11n y tienen una potencia de 91 dBm con un radio de cobertura de 60 mts. a su alrededor, trabajan en la frecuencia de 2.4 GHz para tener mayor alcance y en el canal por defecto, 11. Están conectados a través de un punto de red que viene directamente del concentrador más cercano que existe.

### **2.1.3 Idear**

De acuerdo con las necesidades y deseos de los usuarios se aplicó la técnica del "Brainstorming" (ver ANEXO 5) para plantear las posibles soluciones en nuestro proyecto integrador. Luego de esto se desarrolló la matriz de importancia – dificultad (ver ANEXO 6) para evaluar el grado de impacto y esfuerzo de acuerdo con los recursos que se necesiten, las actividades secundarias, las ganancias y la planificación en detalle. A continuación, se aplicó la técnica de la matriz de decisión, extrayendo las soluciones que tenían la mayor importancia y un nivel de dificultad bajo.

En la matriz de decisión detallada a continuación en la tabla 2.1, se evaluó los beneficios y desafíos de aplicar cada solución encontrada y con este resultado, poder encontrar el prototipo adecuado. De acuerdo a que el problema principal es que las redes inalámbricas que ofrece la ESPOL no cuentan con la suficiente cobertura y la conexión es inestable, se escogieron dos soluciones luego de evaluar cada idea definida en la matriz de decisión, las cuales eran rediseñar el diagrama lógico de los AP's ubicados en todo el campus universitario y añadir al plano arquitectónico de la universidad la ubicación de los AP's.

**Tabla 2.1 Matriz de decisión**

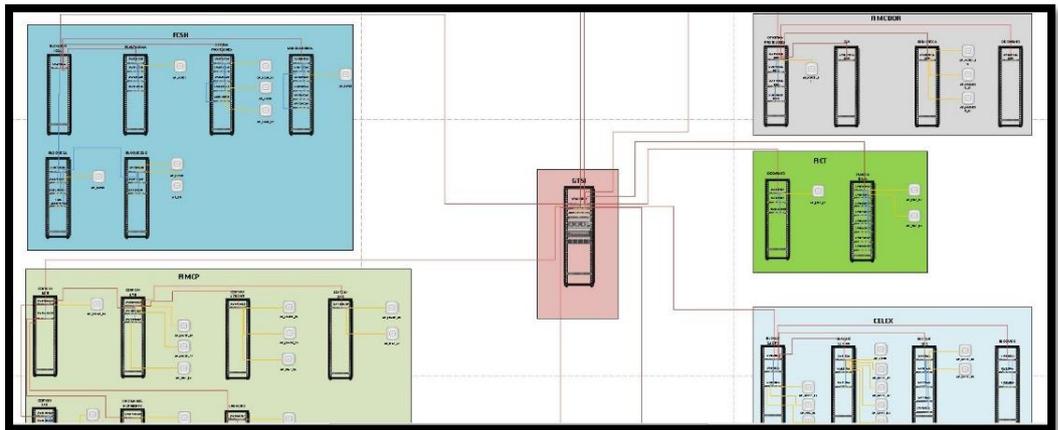
	Colocar un mapa de las redes Wi-Fi al inicio de cada facultad	Reubicar los AP's que interfieren con otros.	Rediseñar el diagrama lógico de los AP's ubicados en todo el campus.	Añadir al plano arquitectónico del campus la ubicación de los AP's.	Realizar un inventario del equipamiento inalámbrico que posee la universidad.	Cambiar los canales de frecuencia usados para la transmisión de la señal.	invertir en repetidores Wi-Fi para mayor alcance.	Crear plan de mantenimiento preventivo de los AP's.	Aumentar el ancho de banda contratado al ISP.
Conectividad de dispositivos	0	1	1	1	1	1	1	0	0
Velocidad al transmitir los datos	0	1	1	1	0	1	1	0	1
Libre de interferencias	0	1	1	1	0	0	0	0	1
Tiempo de implementación	1	0	1	1	0	1	1	1	0
Mantenimiento en los dispositivos	1	0	0	1	1	0	0	1	0
TOTAL	2	2	4	5	2	3	3	2	2

Calificación	1 – cumple
	0 – no cumple

#### 2.1.4 Prototipar

De acuerdo a nuestra matriz de decisión se establecieron parámetros que ayudarían a realizar una valoración de los prototipos ideados en la matriz de importancia – dificultad. Al final, se escogieron 2 prototipos a realizar en un formato de baja resolución: Rediseñar el diagrama lógico de los AP's ubicados en el campus universitario y Añadir al plano arquitectónico del campus la ubicación de los AP's.

Para el prototipo #1 se graficó el diagrama general de red de la ESPOL, en el cual se mostraba como se transmitían los datos desde el Centro de Datos hasta los cuartos de telecomunicaciones ubicados en los diferentes edificios que cuenta el campus universitario (ver figura 2.5).



**Figura 2.5 Prototipo #1 Rediseñar el diagrama lógico de los AP's ubicados en el campus universitario.**

Este prototipo soluciona problemas de cuello de botella debido a existe tráfico de broadcast en exceso al tener conexiones en cascada. También se aprovecharía al máximo la velocidad de transferencia de datos en la red interna a través del cableado vertical y horizontal.

El segundo prototipo, como se muestra en la figura 2.6, permite observar las zonas que cuentan con la red Wi-Fi. Al mismo tiempo, proporciona una idea del rango de cobertura que tienen lo AP's. Analiza los objetos que interfieren con la propagación de las ondas electromagnéticas. También, proporciona datos como el ancho de banda, el canal, tipo de seguridad y fabricante del AP [4]. Y finalmente, entrega un muestreo del número de conexiones de acuerdo a una franja horaria.



**Figura 2.6 Prototipo #2 Añadir al plano arquitectónico del campus la ubicación de los AP's.**

Cuando se validaron los prototipos, se resaltó que las funcionalidades del segundo prototipo cumplían con los objetivos planteados. De hecho, permitía realizar un mapa de calor con los datos en detalle de cada AP. De acuerdo a este resultado, se comenzó a trabajar en la solución.

### **2.1.5 Evaluar**

Se inició la validación del prototipo elegido que es “Añadir en una imagen satelital del campus universitario la ubicación de los AP's”. Para esto, se mostró el prototipo final a los actores principales y se procedió a recolectar información que serviría como retroalimentación.

#### **Estudiantes**

Los estudiantes mencionaron que a diario tienen una señal “baja” en sus dispositivos, pero que este prototipo les ayudaría a evitar pérdidas de tiempo buscando una señal “excelente”. La característica que resaltaban eran los colores usados para identificar los distintos íconos en el mapa. También, mencionaron que era beneficioso detallar los objetos que

interfieren con la señal internamente. Algo que no les agradó es que no se apreciaban los distintos pisos que puede tener un edificio (ver tabla 2.2).

**Tabla 2.2 Matriz feedback estudiantes**

<b>¿Qué les gustó?</b>	<b>¿Qué no les gustó?</b>
<p><b>Les da una idea de los lugares donde pueden tener una conexión a Internet excelente.</b></p> <p><b>Los colores usados gráficamente.</b></p> <p><b>Que era fácil de entender gracias a los colores.</b></p> <p><b>Facilidad de manejo.</b></p>	<p>Que no se observaba si un edificio tenía más de un piso.</p>
<b>Preguntas</b>	<b>Sugerencias</b>
<p><b>¿Por qué no usaron el plano arquitectónico?</b></p> <p><b>¿Por qué no se observa el segundo piso del bloque 24 A de la FIEC?</b></p>	<p>Detallar los objetos que se encuentran dentro de los edificios.</p> <p>Usar otro icono para definir los AP.</p>

### **Docentes**

Los docentes indicaron que con este prototipo podían conocer por qué en algunas aulas la intensidad de la señal del AP no es excelente. Les gustó la simbología planteada en el mapa. Se nos indicó que deberíamos colocar los AP que son necesarios implementar. Se destacó los colores usados (ver tabla 2.3).

Tabla 2.3 Matriz feedback docentes

<b>¿Qué les gustó?</b>	<b>¿Qué no les gustó?</b>
<p><b>Conocer el alcance de la señal inalámbrica en las aulas donde dan clase.</b></p> <p><b>Informarse por qué no llega la señal inalámbrica a sus oficinas.</b></p> <p><b>Simbología detallada en el prototipo.</b></p> <p><b>Los colores usados gráficamente.</b></p>	<p>Que se utilizó un plano sencillo.</p> <p>Que no se observaba si un edificio tenía más de un piso.</p>
<b>Preguntas</b>	<b>Sugerencias</b>
<p><b>¿Por qué no usaron el plano arquitectónico?</b></p> <p><b>¿Por qué no dejaron sólo los edificios en el gráfico?</b></p>	<p>Colocar con otro color los AP que deberían implementarse.</p> <p>Proporcionar al personal de sistemas este prototipo para que mejoren las redes inalámbricas.</p>

### **Personal Administrativo**

El personal administrativo, comentó que este mapa les ayudaría a cubrir las zonas en las que no tienen disponible una conexión inalámbrica. Incluso les daba una idea del área a cubrir. Además, les permitía tener un inventario de todos los AP al personal de infraestructura. El resto del personal mencionó que hubiese sido más profesional en un plano arquitectónico. Resaltaron el detalle que existe por cada AP (ver tabla 2.4).

Tabla 2.4 Matriz feedback Personal Administrativo.

<b>¿Qué les gustó?</b>	<b>¿Qué no les gustó?</b>
<b>El rango de cobertura de los AP's existentes.</b>	Que no se detallaba el interior de los edificios.
<b>Conocer el inventario de AP's en cada facultad.</b>	Que no se observaba si un edificio tenía más de un piso.
<b>Los datos presentados para considerar la adquisición de futuros AP's.</b>	Que se utilizó un plano sencillo.
<b>Los colores usados gráficamente.</b>	
<b>Preguntas</b>	<b>Sugerencias</b>
<b>¿Por qué no usaron el plano arquitectónico?</b>	Detallar los cuartos de telecomunicaciones más cercanos.
<b>¿Por qué no ubicaron los cuartos de telecomunicaciones?</b>	Detallar marca de equipos de telecomunicaciones.
<b>¿Por qué no colocan también los AP en los lugares que hacen falta?</b>	Detallar los objetos que se encuentran dentro de los edificios.

Finalmente, se pudo concluir que el prototipo ha tenido buena aceptación por parte de nuestros actores principales uno de ellos es que el prototipo fue validado por el ing. Juan Moreno subgerente del GTSI (ver tabla 2.5).

Tabla 2.5 Matriz feedback Subgerente de GTSI

<b>¿Qué les gustó?</b>	<b>¿Qué no les gustó?</b>
<p><b>El rango de cobertura de los AP's existentes detallado con canales y frecuencias.</b></p> <p><b>Conocer los lugares críticos donde faltan ubicar AP's</b></p> <p><b>Los colores usados gráficamente.</b></p>	<p>Que no se detallaba el interior de los edificios.</p> <p>Que no se observaba si un edificio tenía más de un piso.</p> <p>Que se utilizó un plano sencillo.</p>
<b>Preguntas</b>	<b>Sugerencias</b>
<p><b>¿Por qué no usaron el plano arquitectónico?</b></p> <p><b>¿Por qué no ubicaron los cuartos de telecomunicaciones?</b></p> <p><b>¿Por qué no colocan también los AP en los lugares que hacen falta?</b></p>	<p>Detallar los cuartos de telecomunicaciones más cercanos.</p> <p>Detallar marca de equipos de telecomunicaciones.</p> <p>Detallar los resultados en cuanto a las diferentes señales que se están propagando cerca de los AP's</p>

## CAPÍTULO 3

### 3. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

En este capítulo se explica las herramientas utilizadas para el estudio de las redes inalámbricas ubicadas alrededor del campus universitario. Para esta solución, se ha considerado la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC) para realizar el análisis en detalle de los obstáculos y conflictos que presentan los AP en la transmisión de datos hacia el usuario final.

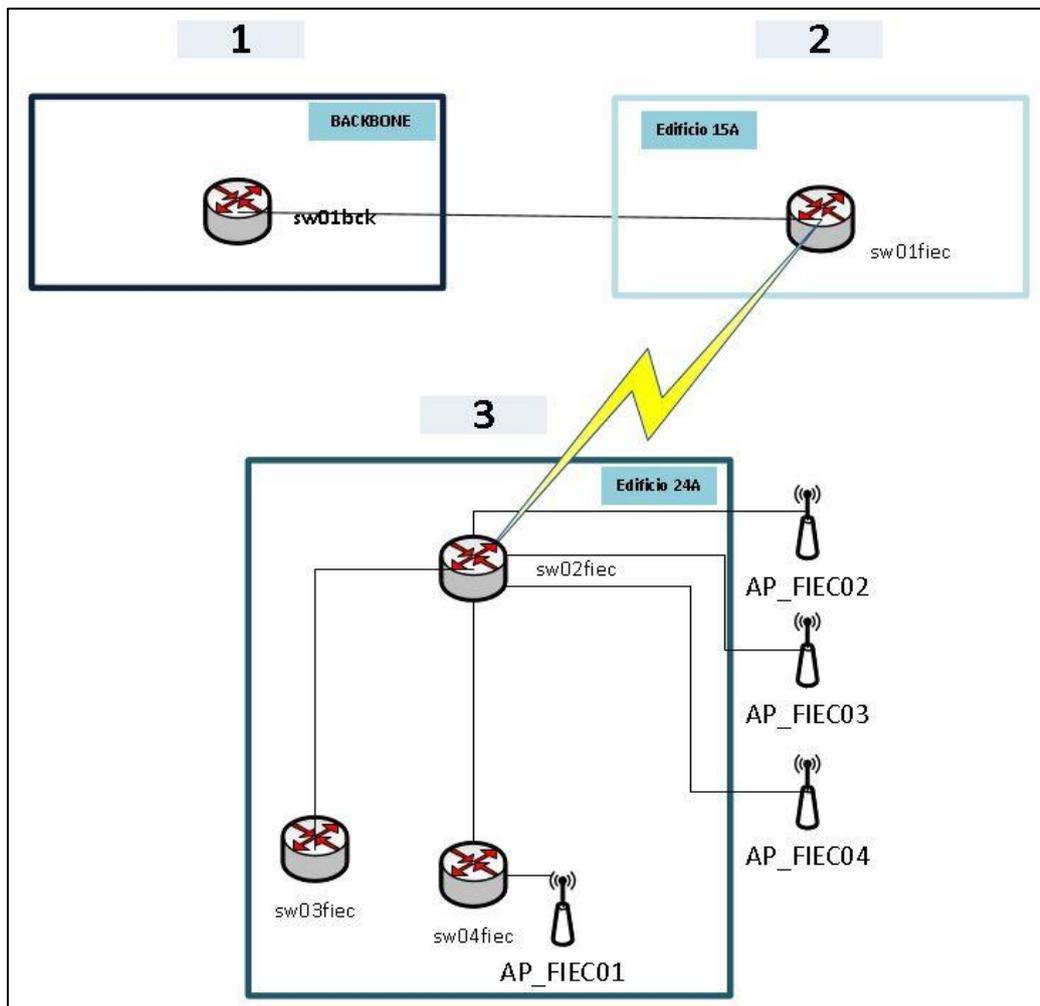
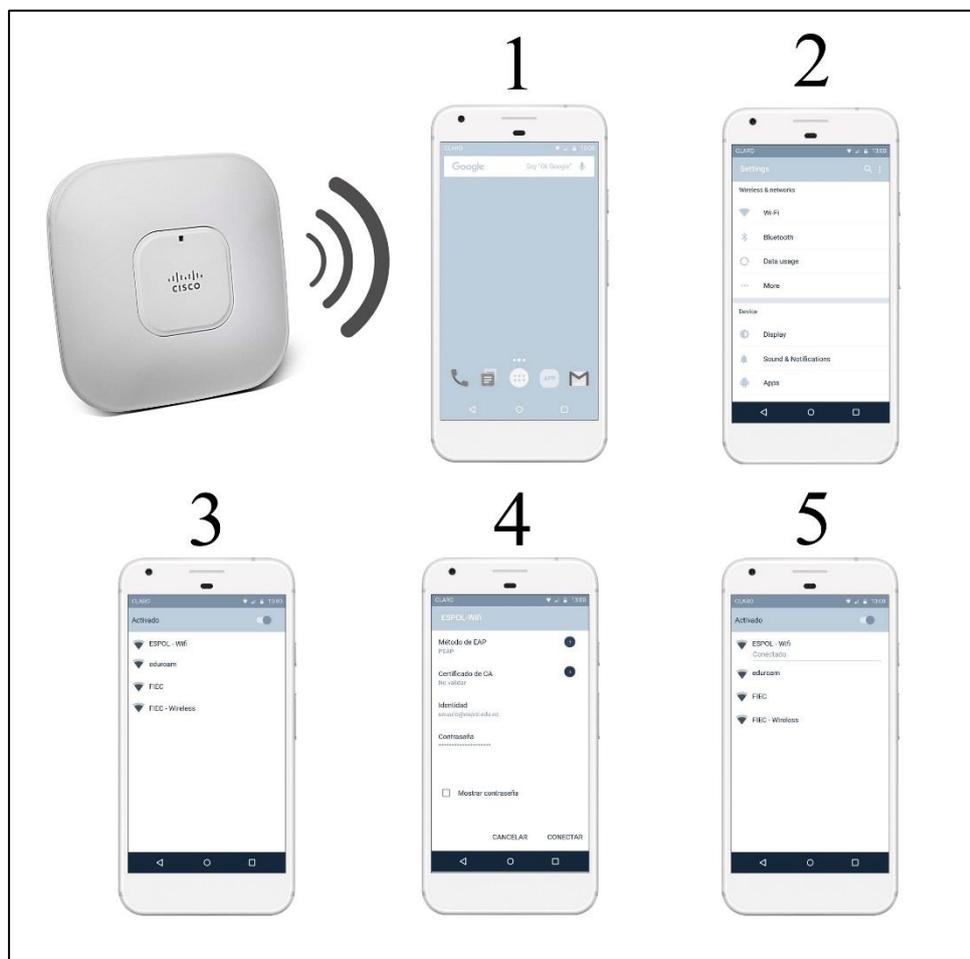


Figura 3.1 Transmisión de datos en el campus universitario. (Autoría propia)

En la figura 3.1 se puede observar el diagrama de red desde el cuarto de telecomunicaciones ubicado en GTSI hasta el cuarto de telecomunicaciones de FIEC. Una fibra parte desde el Sw01bck (1) hasta el Sw01fiec, el cual sería

nuestro enlace de backbone. El término backbone en redes, corresponde a los enlaces principales que parten desde nuestro centro de datos hacia los cuartos de telecomunicaciones a los cuales deseamos llegar [5]

Luego de esto el Sw01fiec (2) funciona como enrutador de todo el tráfico de datos desde y hacia el área de FIEC. Finalmente, el Sw01fiec tiene un enlace hacia el Sw02fiec (3), el cual está ubicado en otro cuarto de telecomunicaciones. De este cuarto de telecomunicaciones, parten los puntos de datos para los AP que van a funcionar como dispositivos de conexión inalámbrica con salida a Internet.



**Figura 3.2 Conexión vía inalámbrica desde el usuario final**

Desde el punto de vista del usuario final, podemos acceder a la red inalámbrica a través del AP, tal como lo muestra la figura 3.2. el AP propaga el SSID a través de ondas electromagnéticas. Para acceder a la red, el usuario debe ir a la configuración de su dispositivo (1) y seleccionar la opción Wi-Fi (2). Luego, le

aparece una lista con las redes Wi-Fi disponibles (3). En este ejemplo, se elige la red ESPOL-Wifi, a la cual nos conectaremos con nuestro usuario de ESPOL y contraseña respectiva (4). Finalmente, estaremos conectado a la red inalámbrica que nos ofrece la ESPOL (5).

### **3.1 Descripción Técnica**

#### **3.1.1 Aplicación profesional para el análisis de redes inalámbricas Netspot**

Esta aplicación nos permite realizar una búsqueda de las redes Wi-Fi que trabajan bajo el protocolo 802.11 mientras caminamos [6]. De acuerdo a nuestra posición va marcando los datos recolectados en un mapa lógico y los presenta en una tabla de información. Estos datos nos permiten solucionar problemas como mejorar la cobertura y rendimiento de cada AP encontrado.

En la tabla de datos presentada en la figura 3.3 observamos el SSID que está transmitiendo un AP determinado de acuerdo al BSSID junto con el estándar establecido. También nos da información del canal, marca, tipo de seguridad y banda de transmisión. Estos datos nos ayudan a revelar áreas de interferencia de canales y zonas no cubiertas. De acuerdo a lo recopilado, podemos tener una idea real de la implementación de una infraestructura de red inalámbrica o un rediseño de la misma.

#	SSID	BSSID	Alias	Gráfico	Señal	%	Min.	Max.	Prome...	Nivel	Banda	Canal	Ancho	Vendedor	Seguridad	Modo	Último vi...
1	FIEC-WIRELESS	FC:5B:39:68:8E:82			-81	17	-93	-80	-86		2.4	11	20	Cisco	Open	n	ahora
2	[SSID oculto]	FC:5B:39:68:8E:81			-83	15	-90	-80	-85		2.4	11	20	Cisco	WPA2 Personal	n	ahora
3	FIEC	FC:5B:39:68:8E:80			-84	14	-96	-79	-86		2.4	11	20	Cisco	Open	n	ahora
4	eduroam	F8:7F:06:46:FE:E1			-93	3	-96	-90	-93		2.4	11	20	Cisco	WPA2 Enterprise	n	ahora
5	ESPOL-WiFi	F8:7F:06:46:FE:E0			-	-	-96	-91	-93		2.4	11	20	Cisco	WPA2 Enterprise	n	9 s hace
6	eduroam	F8:7F:06:3E:02:61			-	-	-96	-87	-91		2.4	1	20	Cisco	WPA2 Enterprise	n	34 s hace
7	ESPOL-WiFi	F8:7F:06:3E:02:60			-90	7	-96	-90	-92		2.4	1	20	Cisco	WPA2 Enterprise	n	ahora
8	BeTans2017	E8:0E:77:8A:AA:82			-	-	-96	-91	-91		2.4	1 + 1	40	TP-LINK	WPA2 Personal	n	2 m 6 s h...
9	LEMAT	DC:A5:F4:9D:F7:81			-90	7	-96	-85	-89		2.4	1	20	Cisco	WPA2 Personal	n	ahora
10	ESPOL-WiFi	DC:A5:F4:9D:F7:80			-	-	-96	-86	-90		2.4	1	20	Cisco	WPA2 Enterprise	n	9 s hace
11	GYM ESPOL	DC:9F:D8:02:53:38			-	-	-96	-93	-93		2.4	12	20	Ubiquiti	Open	n	1 m 3 s h...
12	FIEC-WIRELESS	BC:67:KC:E8:CD:62			-95	1	-96	-85	-90		2.4	3	20	Cisco	Open	n	ahora
13	FIEC-WiFi	BC:67:KC:E8:CD:61			-88	9	-96	-85	-90		2.4	3	20	Cisco	WPA2 Enterprise	n	ahora
14	FIEC	BC:67:KC:E8:CD:60			-87	10	-96	-83	-90		2.4	3	20	Cisco	Open	n	ahora
15	FIEC-WIRELESS	BC:67:KC:E4:A2:82			-81	17	-89	-79	-85		2.4	9	20	Cisco	Open	n	ahora
16	FIEC-WiFi	BC:67:KC:E4:A2:81			-82	16	-90	-78	-85		2.4	9	20	Cisco	WPA2 Enterprise	n	ahora
17	FIEC	BC:67:KC:E4:A2:80			-85	13	-89	-80	-86		2.4	9	20	Cisco	Open	n	ahora
18	eduroam	B0:00:84:65:04:E1			-	-	-96	-90	-93		2.4	6	20	Cisco	WPA2 Enterprise	n	51 s hace
19	ESPOL-WiFi	B0:00:84:65:04:E0			-	-	-96	-92	-94		2.4	6	20	Cisco	WPA2 Enterprise	n	7 s hace
20	HP-Print F8-Officejet...	9C:86:54:59:8F:8B			-95	1	-96	-93	-94		2.4	11	20	Hewlett	Open	n	ahora
21	Backup WiFi	90:72:40:18:48:9C			-90	7	-93	-75	-84		2.4	6	20	Apple	WPA2 Personal	n	ahora
22	ESPOL-TELCONET	8C:0C:90:34:F7:58			-92	5	-96	-82	-89		2.4	1	20	Ruckus	Open	n	ahora
23	ESPOL-TELCONET	8C:0C:90:34:85:98			-94	2	-96	-91	-93		2.4	6	20	Ruckus	Open	n	ahora
24	FIEC	68:7F:74:27:A5:91			-	-	-96	-90	-93		2.4	6	20	Cisco-Linksys	Open	n	7 s hace
25	ESPOL-TELCONET	58:99:96:25:D2:A8			-92	5	-96	-89	-92		2.4	11	20	Ruckus	Open	n	ahora
26	END	50:C7:8F:58:2C:B8			-	-	-96	-92	-93		2.4	11	40	TP-LINK	WPA2 Personal	n	7 s hace
27	CAN-STZ	4C:5E:9C:81:C1:35			-	-	-96	-85	-87		5	161	20	Routerboard...	WPA2 Personal	n	31 s hace
28	HP-Print 7e LaserJet 4...	3C:72:E6:30:5D:7E			-	-	-96	-92	-92		2.4	6	20	Hon	Open	n	3 m 8 s h...

Figura 3.3 Registro de datos de redes Wi-Fi en la FIEC.

También observamos la potencia de la señal desplegada por cada AP en la figura 3.4. En la cual podemos ver que, en la mayoría de los AP, los dBm están por debajo de -70. Lo cual nos da a entender que la señal es normal a baja y pueden surgir problemas. Esto concuerda, con la opinión de los usuarios.

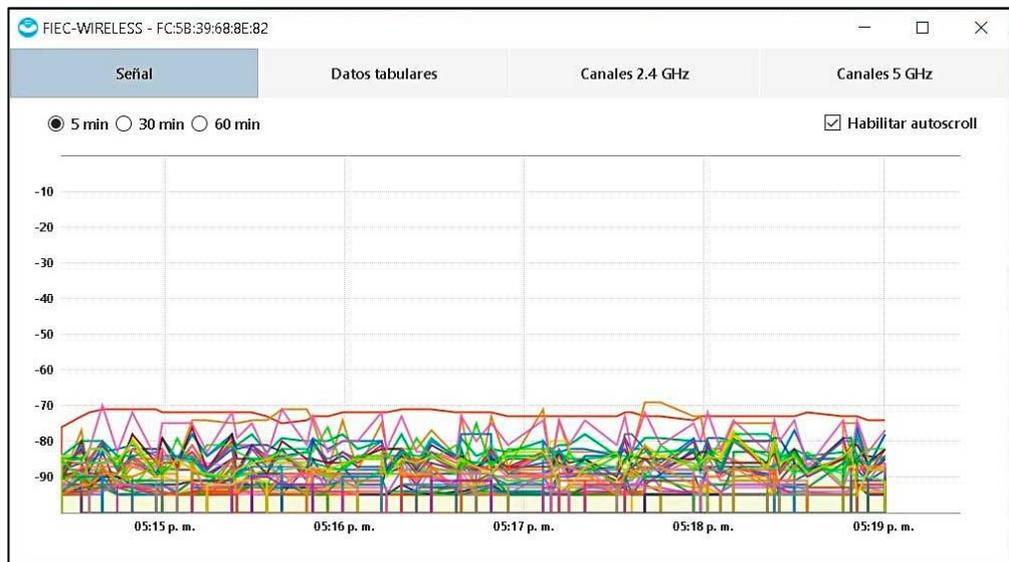
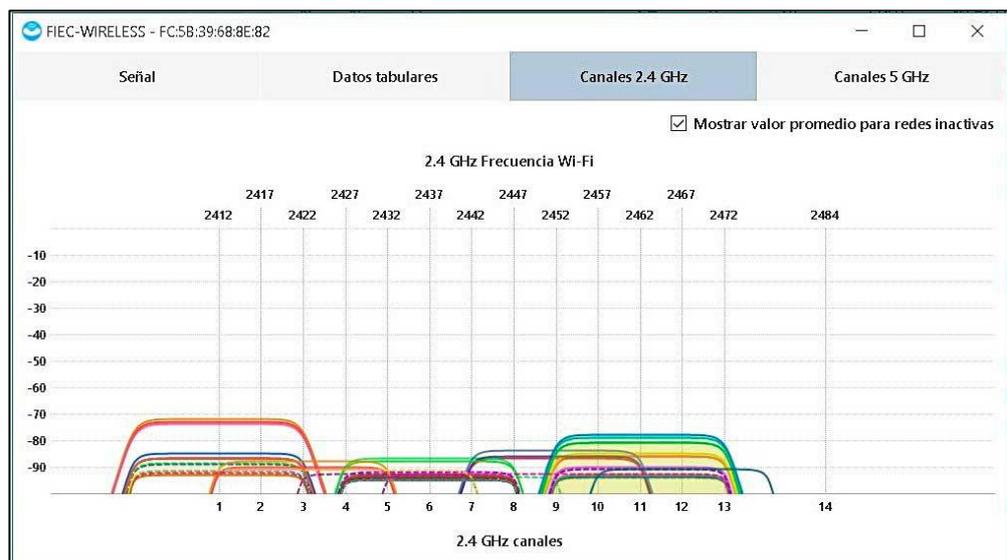


Figura 3.4 Potencia de señal de las redes inalámbricas.

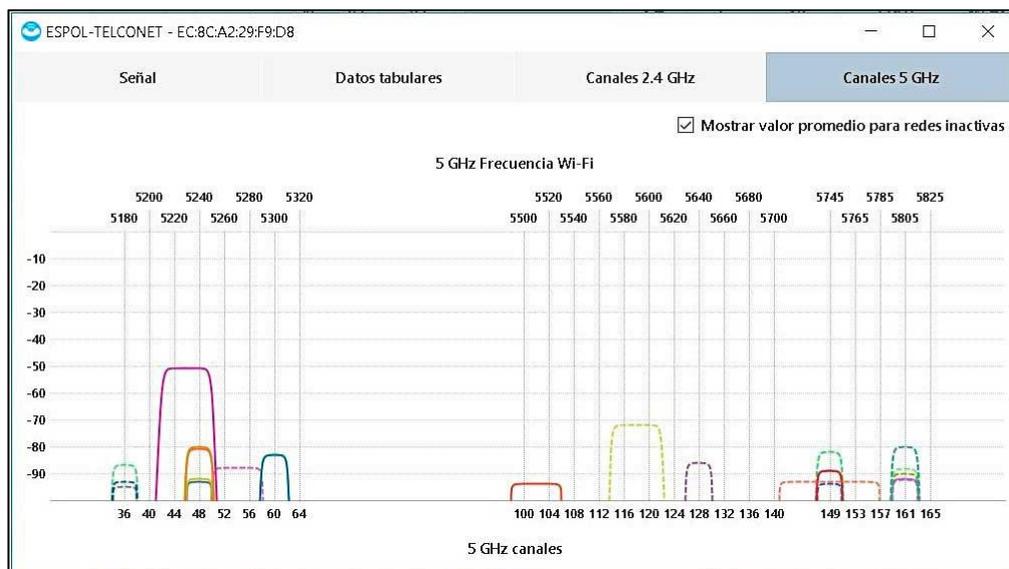
Los canales que usan los AP están configurados como automáticos y en otros casos, el canal que viene programado por defecto. El modo automático hace que el AP busque el canal menos saturado y configure

el AP con el canal encontrado. Esto genera que muchos AP se solapen cuando están cerca. En la figura 3.5 podemos observar que hay varios AP utilizando el mismo canal. Y al momento de nosotros inspeccionar los AP, encontramos que existen más de dos AP cubriendo la misma área y bajo el mismo canal. Lo cual, genera problemas de transmisión de datos [7].



**Figura 3.5 Banda de frecuencia 2.4 GHz**

En la figura 3.6 observamos que hay varios AP que también están trabajando bajo el mismo canal y algunos de ellos, se encuentran cerca el uno del otro. Lo cual genera inconvenientes como los mencionados anteriormente.



**Figura 3.6 Banda de frecuencia 5 GHz**

De acuerdo al estudio realizado (ver Anexo 7) se tomaron una recopilación de datos de los AP's en el campus universitario en donde se observa características como la Mac, la banda, el canal, ancho de banda, marca, seguridad, modo.

### 3.1.2 Aplicación de hojas de cálculo Microsoft Excel.

Microsoft Excel, es una aplicación de hoja de cálculos que forma parte del paquete de Microsoft Office, permite convertir los datos en información de forma organizada y estructurada para así ahorrar tiempo [8].

Con la ayuda de la herramienta de Microsoft Excel, se realizó una tabla de datos con las ubicaciones de los distintos AP'S en la FIEC. Los edificios de esta facultad están distribuidos de la siguiente manera: Edificio 15-A, Edificio 15, Edificio 16-C, Edificio 16-AB, Edificio 24-A.

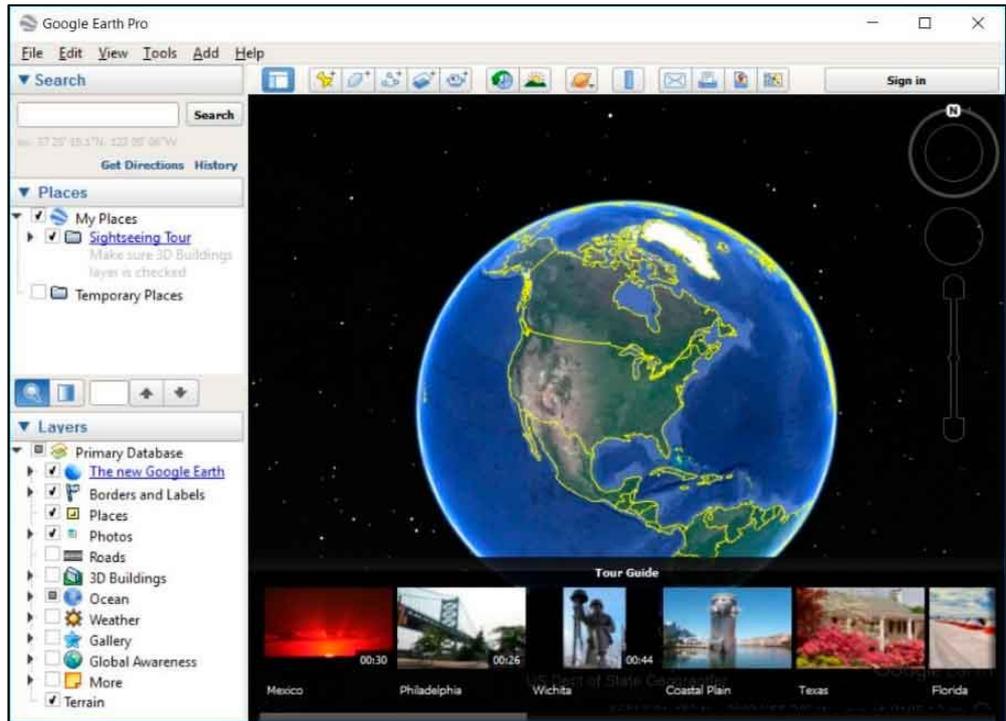
Cada AP tiene su localización de acuerdo a las latitudes y longitudes que fueron tomadas como referencias del sitio web de Google Maps. Estas ubicaciones fueron hechas en una hoja de cálculo de Excel, como se muestra en la figura 3.7. También se detalla algunos datos del lugar de cada AP (Nombre, Dirección, Localidad, Provincia).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Nombre	Dirección	Localidad	Provincia	Lugar de ubicación de AP	Latitud	Longitud
2	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 15-A (AP1)	-2.144658	-79.967795
3	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 15-A (AP2)	-2.144804	-79.967657
4	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 15-A (AP6)	-2.144419	-79.967511
5	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 15-A (AP7)	-2.144813	-79.967854
6	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 15-A (AP8)	-2.144928	-79.967685
7	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 15-A (AP9)	-2.144995	-79.967690
8	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 16-C (AP1)	-2.145174	-79.967357
9	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 16-C (AP2)	-2.145110	-79.967341
10	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 16-C (AP3)	-2.144983	-79.967222
11	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 16-C (AP4)	-2.144999	-79.967142
12	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 16-C (pasilloAP5)	-2.145073	-79.967164
13	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 16-C (Lab.- AP6)	-2.145150	-79.967197
14	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 16-C (Lab.- AP7)	-2.145163	-79.967125
15	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 16-AB (AP1)	-2.145592	-79.967038
16	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 16-AB (AP2)	-2.145747	-79.966923
17	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 16-AB (AP3)	-2.145793	-79.966778
18	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 16-AB (AP4)	-2.145654	-79.966593
19	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 16-AB (AP5)	-2.145472	-79.966837
20	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 15 (CISCO- AP3)	-2.145002	-79.966442
21	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 15 (CISCO- AP2)	-2.145011	-79.966540
22	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 15 (CISCO- AP1)	-2.144995	-79.966626
23	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 15 (CISCO- AP4)	-2.145064	-79.966524
24	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 15 (CISCO- AP5)	-2.145079	-79.966625
25	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 24-AB (AP1)	-2.145079	-79.966625
26	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 24-AB (AP2)	-2.145601	-79.965946
27	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 24-AB (AP3)	-2.145408	-79.965837
28	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 24-AB (AP4)	-2.145370	-79.965964
29	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 24-AB (AP5)	-2.145365	-79.966046
30	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 24-AB (AP6)	-2.145297	-79.966081
31	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 24-AB (AP7)	-2.145510	-79.966160

Figura 3.7 Lugares donde están ubicados cada AP en la FIEC

### 3.1.3 Aplicación de cartografía con imágenes satelitales Google Earth.

Google Earth es una Aplicación que pertenece a Google LLC, la cual nos permite desplazarnos por todo el planeta a través de imágenes satelitales. Tiene algunas funcionalidades, entre ellas están que permite ver capas de datos demográficos, catastrales y de tráfico. Es de gran utilidad para medir territorios, radios, y circunferencia en el terreno [9] (ver figura 3.8).



**Figura 3.8** Aplicación Google Earth (Google Imágenes, 2018 [9])

Como se detalló en el ítem anterior, con la ayuda de la hoja de cálculo de Excel, se procedió a importar el archivo con las ubicaciones de los AP's a la aplicación de Google Earth Pro, como se muestra en la figura 3.9. En el asistente de importación de datos, se procedió a delimitar los AP's entre los campos con la opción "Coma" en conjunto con el cifrado de texto UTF-8.

Asistente de importación de datos

**Especificación de delimitador**  
Este paso permite especificar el delimitador de campos en el archivo de texto.

Tipo de campo

Delimitada  Anchura fija

Delimitado

Selecciona el delimitador que debe separar los campos. Si puede haber más de un delimitador entre dos campos (como espacios), activa la opción "Tratar delimitadores consecutivos como uno solo". También puedes proporcionar tu propio delimitador personalizado marcando la opción "Otro".

Espacio  Tratar delimitadores consecutivos como uno solo

Tabulación

Coma

Otro

Anchura fija

Anchura de columna

Cifrado de texto

Codificaciones admitidas

Ésta es una vista previa de los datos de tu conjunto de datos.

	Nombre	Dirección	Localidad	Provincia	Lugar de ubicación de AP	Latitud	Longitud
1	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 15-A (AP1)	-2.144658	-79.967795
2	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 15-A (AP2)	-2.144804	-79.967657
3	ESPOL	ESPOL, Vía Perimetral, Guayaquil	Guayaquil	Guayas	FIEC Edificio 15-A (AP6)	-2.144419	-79.967511

**Figura 3.9** Proceso de importación de datos para ubicar los AP's.

Una vez finalizada la importación de datos, se reflejará en el mapa de Google Earth, las diferentes localizaciones de los AP's. Las ubicaciones estarán marcadas con un ícono circular en los distintos edificios que tiene la FIEC (ver figura 3.10).



**Figura 3.10** AP's graficados con un ícono circular (Autoría propia)

Cuando se coloca el puntero sobre un AP representado por un ícono circular, cambia de color a un tono rojo, enmarcando dicha posición. Allí se podrá ver las respectivas descripciones que se ha realizado en la hoja de cálculo. Como se muestra en la figura 3.11, se tomó como ejemplo un AP que pertenece al Edificio 15C.



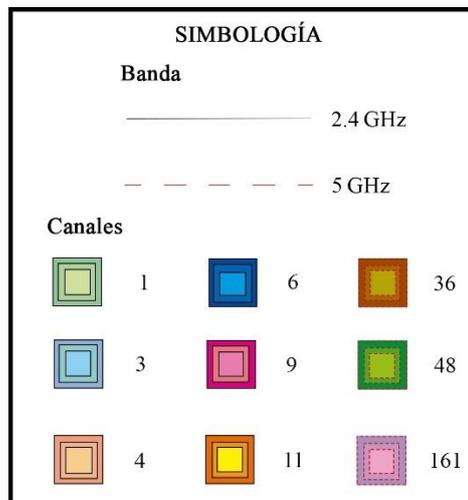
**Figura 3.11 Detalle de localización de un AP (Autoría propia).**

Teniendo ya localizadas los lugares de los AP's, se procedió a crear distintas capas en la aplicación de Google Earth. Como se muestra en la figura 3.12, se creó una capa con el nombre "Árboles" (1) en donde se graficó la posición de los árboles mediante un ícono en los distintos edificios que tiene la FIEC. Se creó esta capa para ver que uno de los factores externos que inciden en las señales inalámbricas es la gran cantidad de vegetación que se encuentra alrededor de los edificios de la FIEC (2).



**Figura 3.12 Proceso de creación de capa de árboles (Autoría propia).**

Se agregó una siguiente capa al prototipo, la misma tiene que ver con la cobertura de cada AP. Mediante esta se visualizará en forma de mapa de calor, cada AP es representado por una zona de calor de tres colores donde el color interno es de mayor concentración de cobertura. Cada AP usará los colores de acuerdo al canal y la banda en que estará trabajando, como se muestra en la figura 3.13.



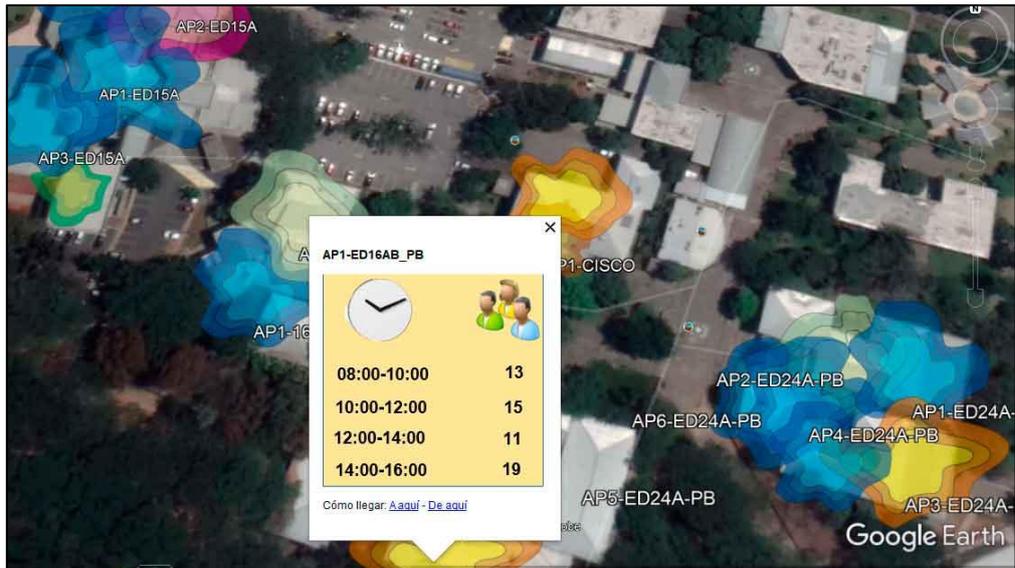
**Figura 3.13 Simbología del canal y frecuencia para AP**

Tomando en cuenta la simbología de la figura anterior se procederá a ubicar las zonas de calor (ver figura 3.14) en donde se visualizará los AP's que están ubicados en los diferentes edificios de la FIEC.



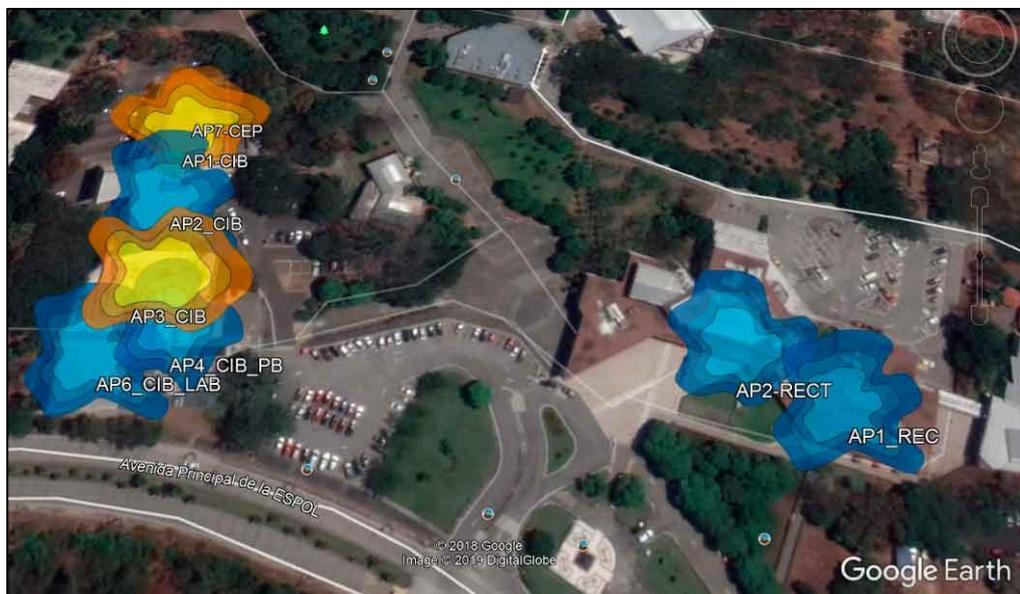
**Figura 3.14 Representación de mapa de calor de los AP's (Autoría propia).**

Se realizó una siguiente capa que fue de gran ayuda para el proyecto. Esta capa es para saber cuántos usuarios están conectados en cada AP. Se lo realizó de acuerdo a franjas horarias que se detallan de la siguiente manera: 08h00-10h00, 10h00-12h00, 12h00-14h00 y 14h00-16h00. Como se muestra en la figura 3.15, se puede apreciar que en cada AP están las cantidades de usuarios que están haciendo uso de las redes inalámbricas de la FIEC.



**Figura 3.15 Usuarios conectados en AP del edificio 16AB de FIEC**

Tomando en cuenta la cobertura de los AP's realizada en cada una de las facultades del campus universitario se podrá visualizar de la siguiente manera. El CIB y el edificio del rectorado cuenta con aproximadamente 9 AP's (ver figura 3.16).



**Figura 3.16 Cobertura de los AP's en el CIB**

El edificio del Celex cuenta con aproximadamente 12 AP's (ver figura 3.17) ubicados de la siguiente manera: 9 AP's en planta baja, y en la planta alta tiene 3 AP's.

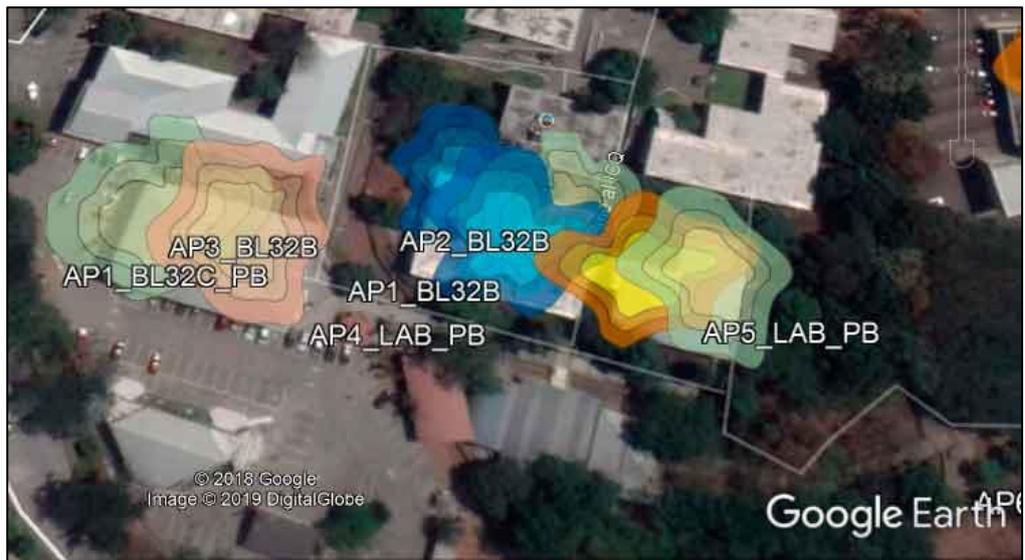


**Figura 3.17 Cobertura de los AP's en Celex**

En los edificios de postgrados de la facultad FCSH y el bloque experimental 32-E, se encuentra ubicados aproximadamente 6 AP's (ver figura 3.18) y 15 AP's repartidos en los bloques 32-B, 32-C y en los laboratorios de computación (ver figura 3.19)

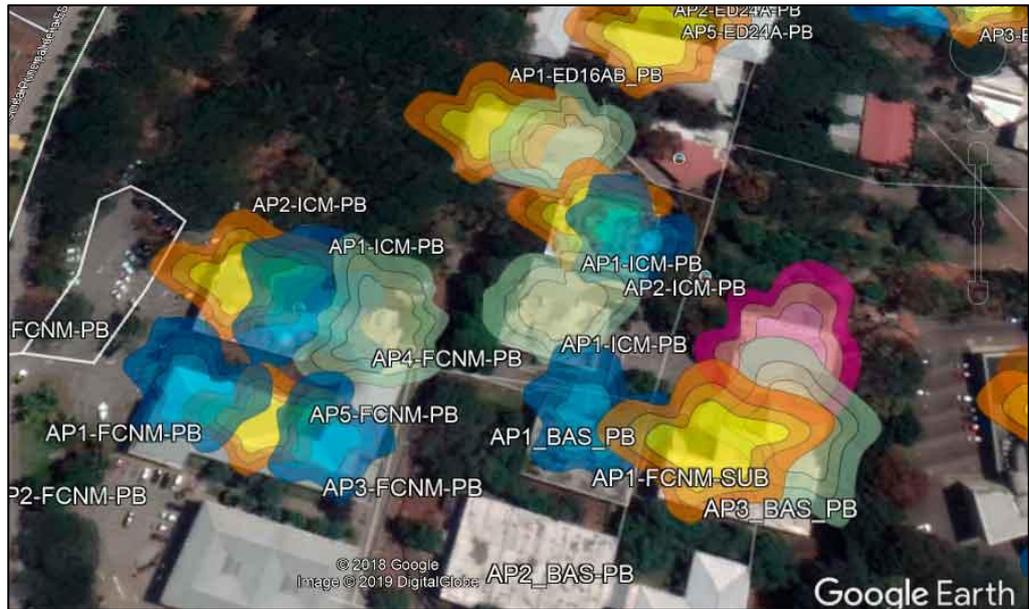


**Figura 3.18 Cobertura de los AP's en Postgrado y Bloque 32-E**



**Figura 3.19 Cobertura de los AP's en bloques 32-C, 32B y laboratorios.**

La facultad de FCNM cuenta con aproximadamente 30 AP's distribuidos en los bloques 32-E, laboratorios de física, edificio "Básico", aulas ICM (ver figura 3.20)



**Figura 3.20 Cobertura de los AP's en la facultad FCNM**

La cobertura de los diferentes AP's ubicados en la facultad FIMCP están distribuidos de la siguiente manera: bloque 24C, bloque 18B, bloque 18D, bloque 18A, bloque 17C (ver figura 3.21)



**Figura 3.21 Cobertura de los AP's en la facultad FIMCP**

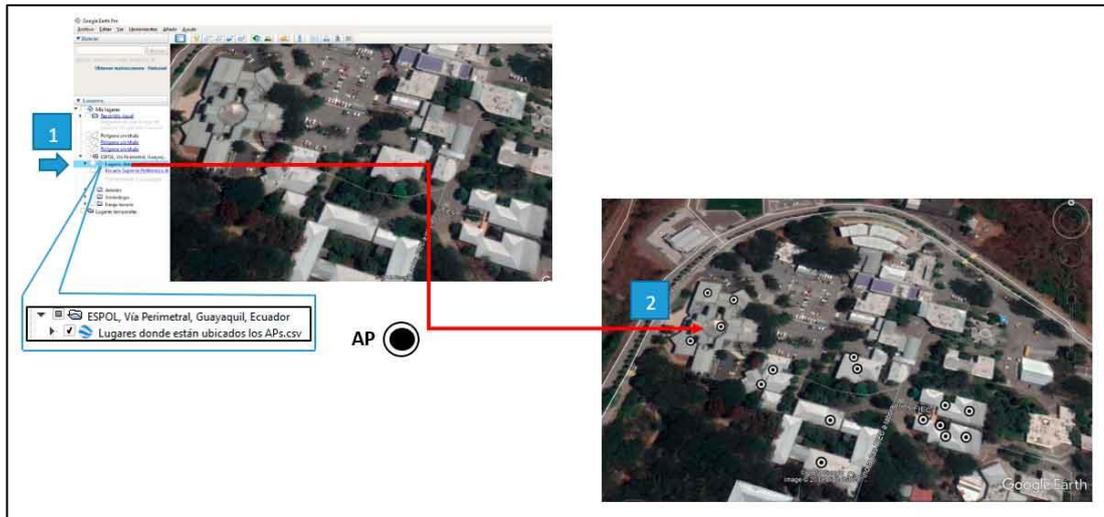
En la siguiente gráfica (ver figura 3.22) se visualizará la cobertura de los AP's en la facultad FICT.



**Figura 3.22 Cobertura de los AP's en la facultad FICT**

### **3.2 Descripción funcional**

La interacción de la aplicación de Google Earth con las diferentes capas realizadas, consiste en que el usuario visualizará en la parte lateral izquierda de la pantalla un recuadro de las diferentes capas creadas (ver figura 3.23). Al dar clic en la capa llamada “Lugares donde están ubicados los AP’s” (1), automáticamente saldrá en el mapa, todas las localizaciones de los AP’s creadas desde la hoja de cálculo de Excel (2).



**Figura 3.23 Administración de la capa de ubicación de los AP's (Autoría propia).**

Para visualizar la capa de árboles, bastará con seleccionar en la parte izquierda de la pantalla la capa correspondiente, en este caso será “Árboles” (1), que de manera automática procederá a mostrar los árboles que se encuentran alrededor de los edificios (2), lo cual lo podemos ver en la figura 3.24.



**Figura 3.24 Administración de la capa de árboles alrededor de los edificios de la FIEC (Autoría propia).**

También para acceder a la capa que tiene la cobertura de cada AP, solo se dará clic en la capa del nombre del edificio que queremos ver (1). Se le dio un

icono representando el mapa de calor del AP como lo muestra la figura 3.25 (de acuerdo a la simbología, el color dependerá del canal y frecuencia que tiene cada AP). Luego de la selección automáticamente se verá en el mapa (2).

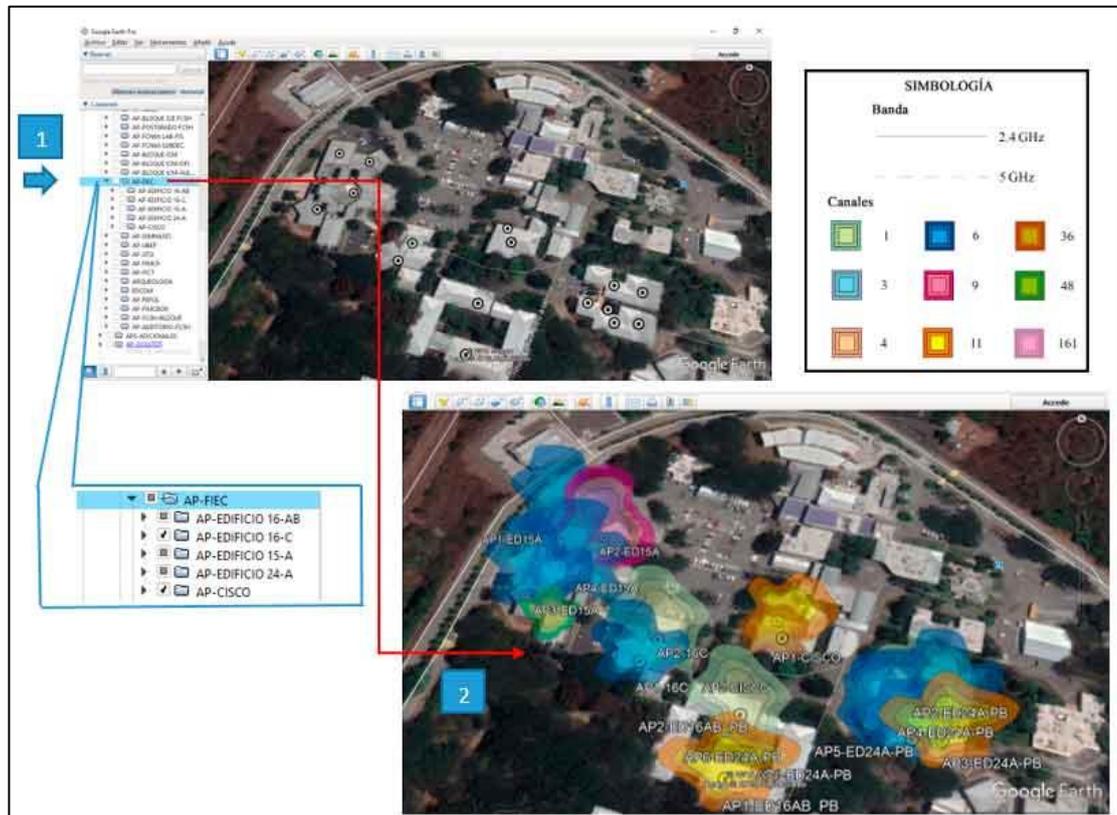


Figura 3.25 Administración de la capa de mapa de calor de los AP's (Autoría propia).

Por último para ver la cantidad de usuarios conectados por AP (ver figura 3.26) se procederá a seleccionar el nombre del AP (1), logrando así que de manera automática se vea los usuarios conectados de acuerdo a las franjas horarias (2).

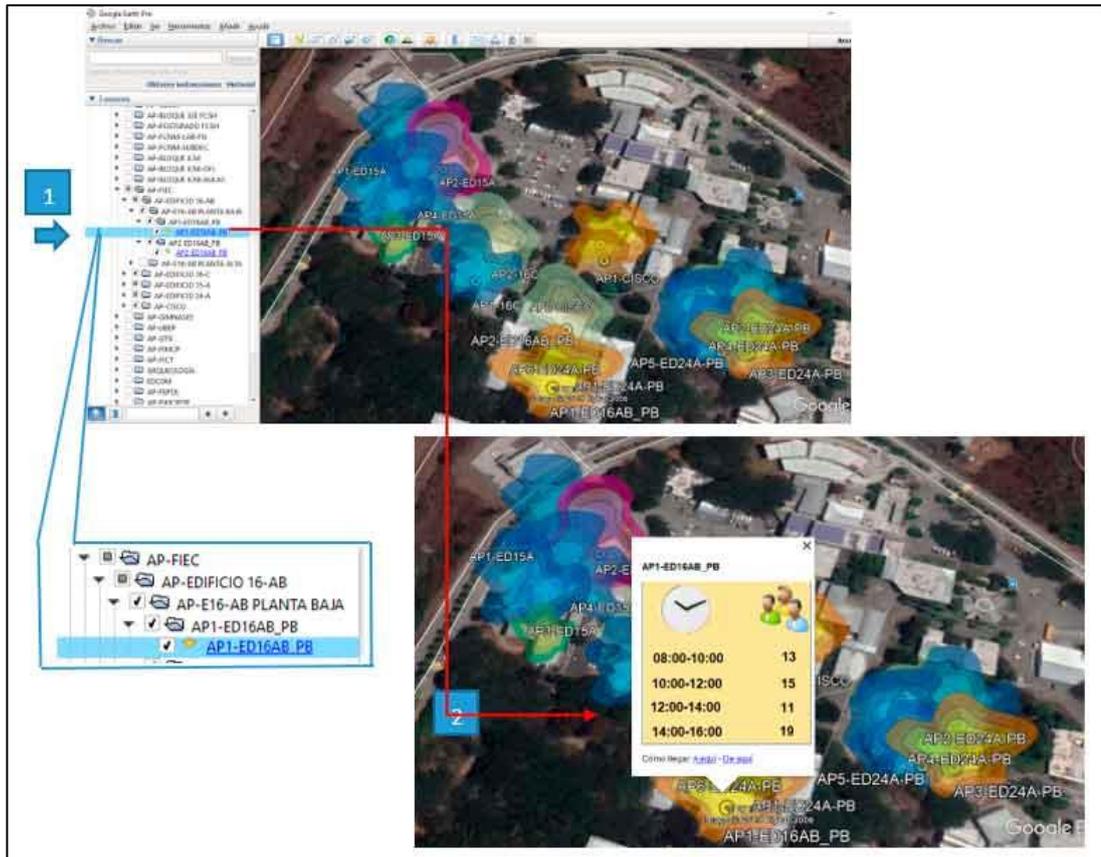
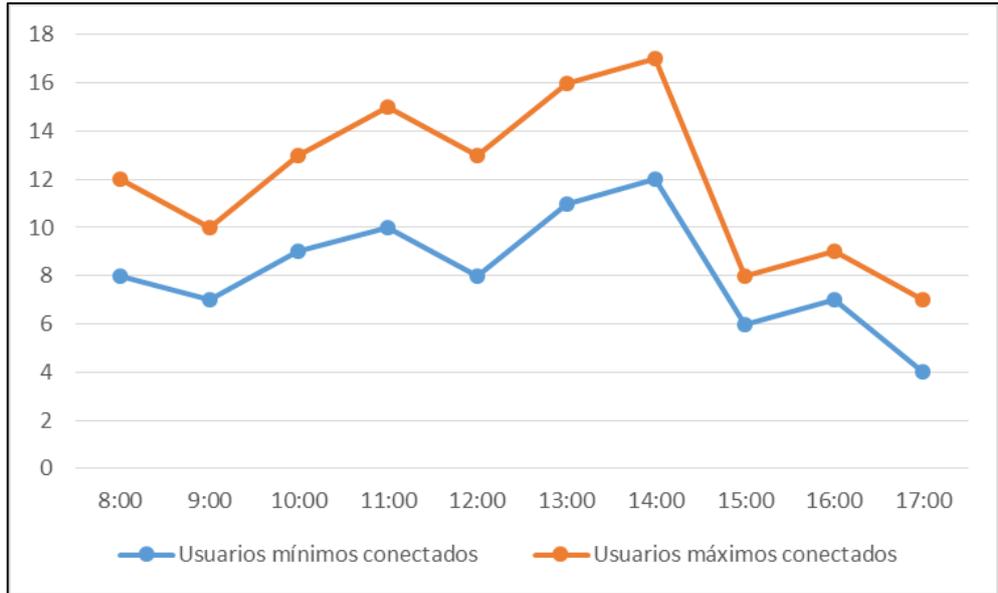


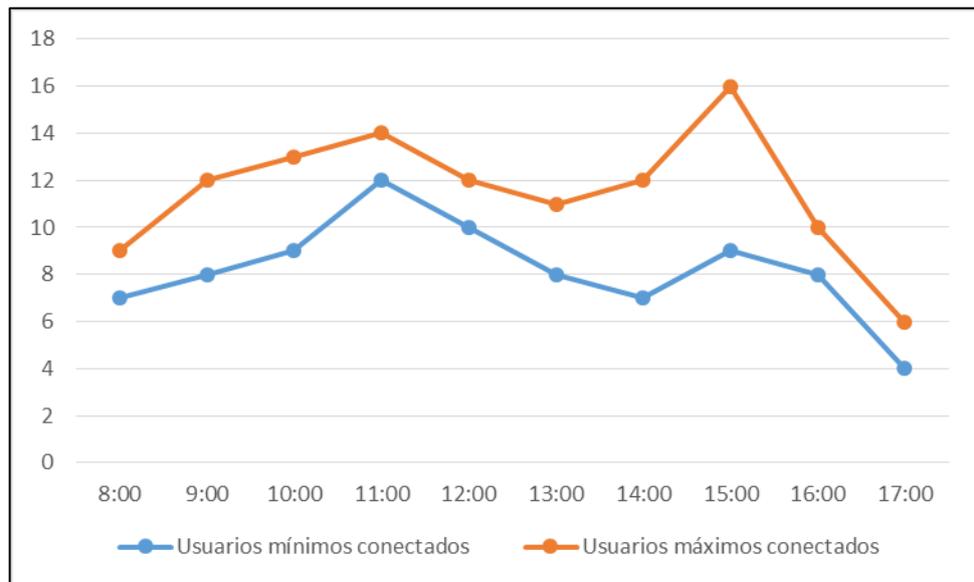
Figura 3.26 Usuarios conectados por AP

### 3.3 Muestreo de conexiones a los AP's de la ESPOL

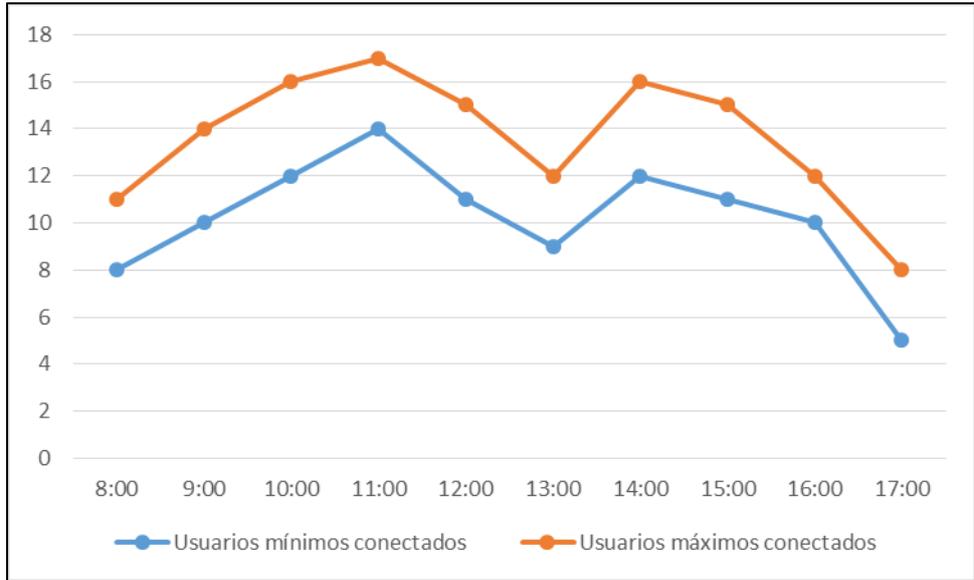
Se realizó el muestreo de la cantidad de dispositivos que se conectan a ciertos AP ubicados en los diferentes edificios de ESPOL (ver las siguientes tablas), esto permitirá reconocer donde hay mayor afluencia de usuarios conectados y las áreas críticas a considerar para la adquisición de nuevos AP's.



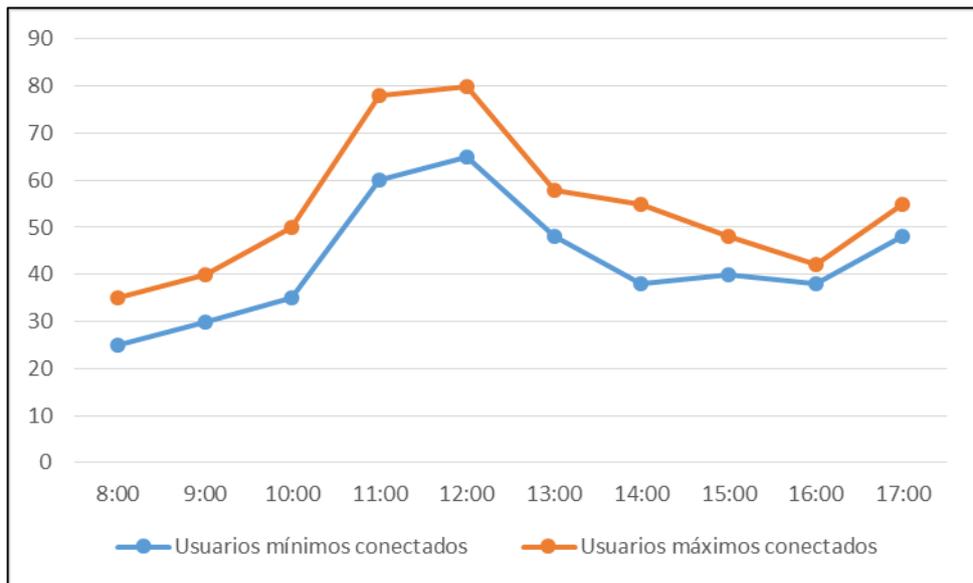
**Figura 3.27 AP01-RECTORADO, ubicado cerca de STA.**



**Figura 3.28 AP02-RECTORADO, ubicado en planta baja de Rectorado.**



**Figura 3.29 AP03- RECTORADO, ubicado en edificio administrativo.**



**Figura 3.30 AP01-FIMCBOR, ubicado cerca de decanato en FIMCBOR.**

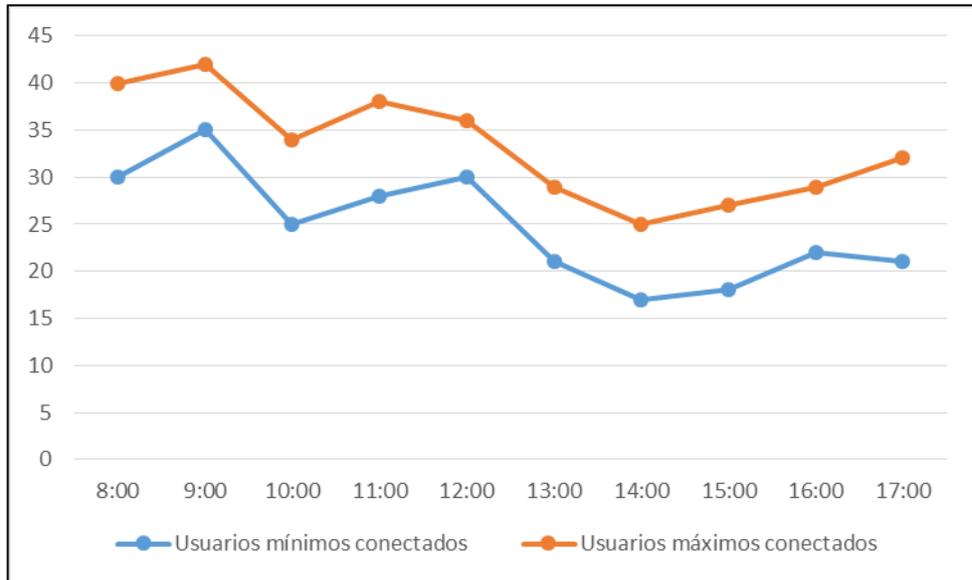


Figura 3.31 AP02-FIMCBOR, ubicado en planta baja de las aulas FIMCBOR.

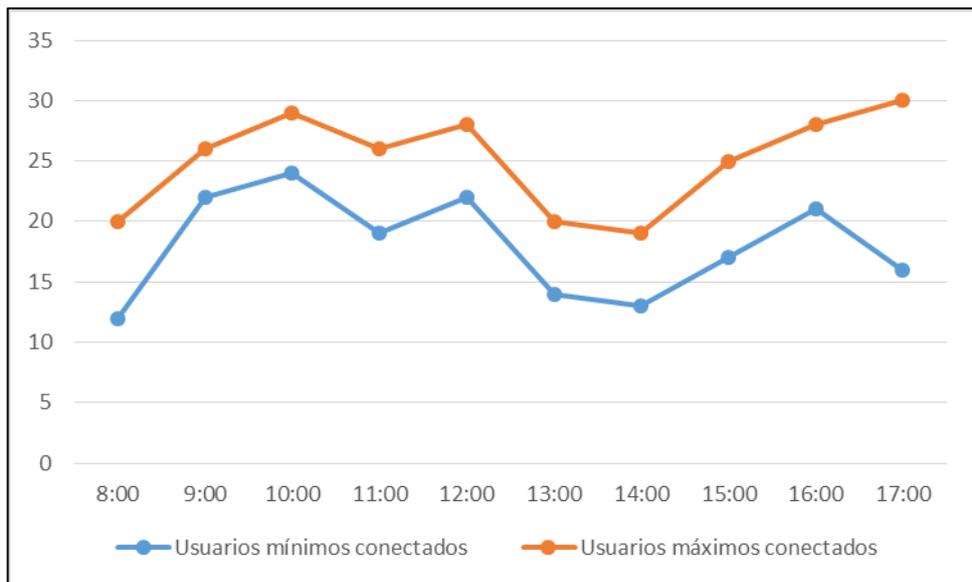
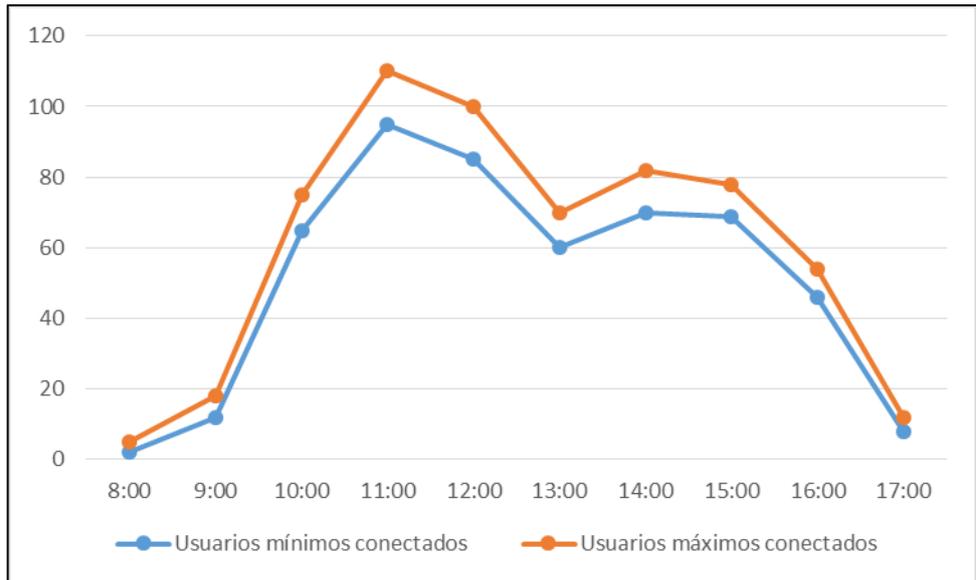
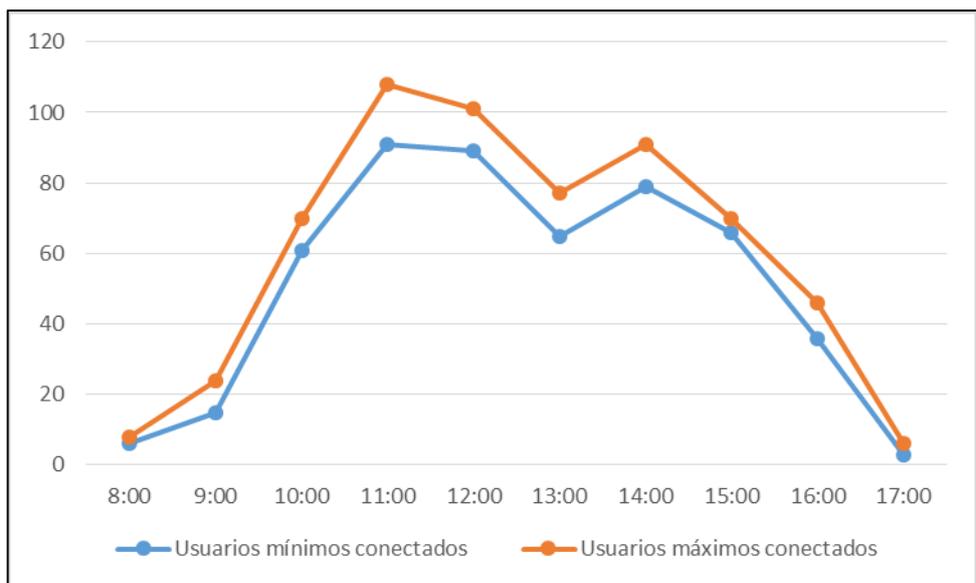


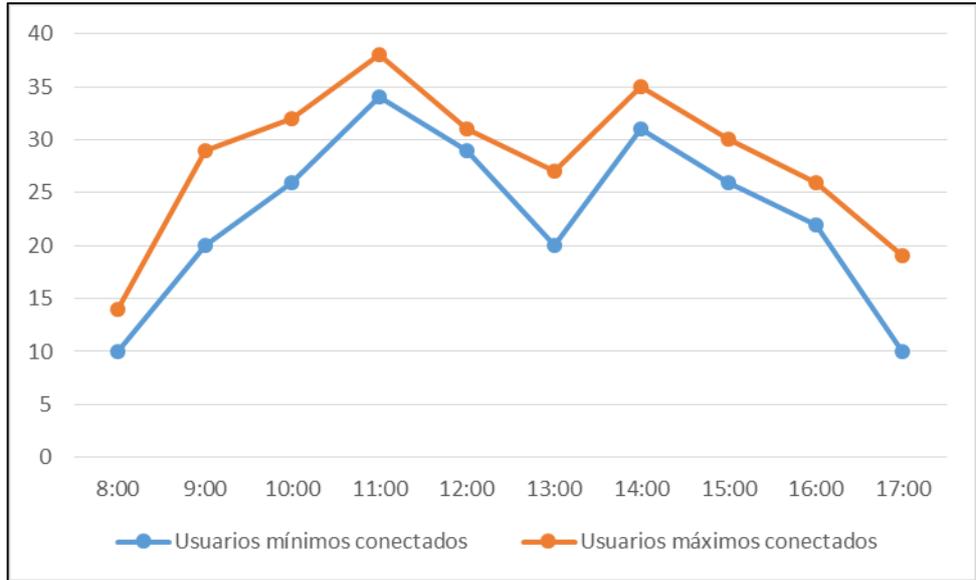
Figura 3.32 AP03-FIMCBOR, ubicado en planta alta de las aulas FIMCBOR.



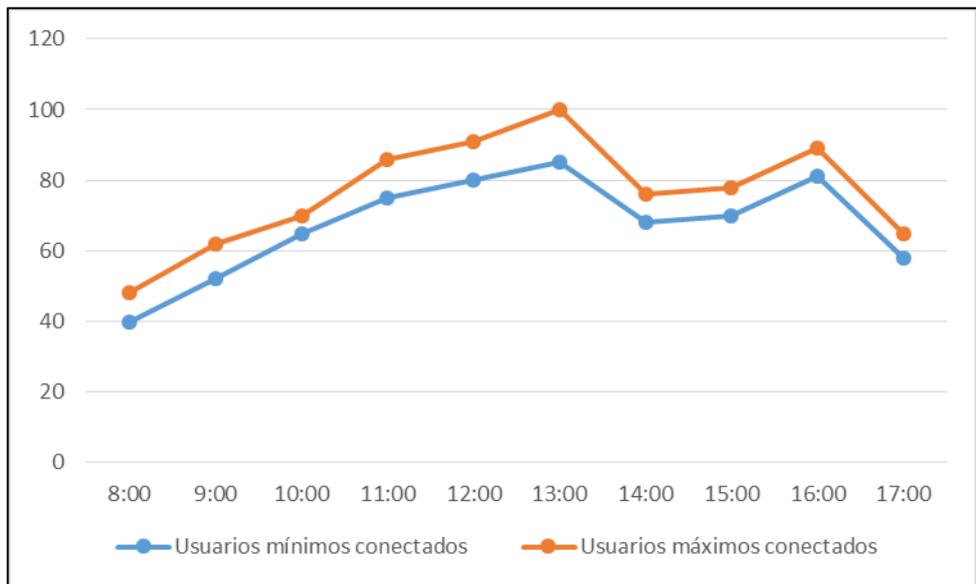
**Figura 3.33 AP01-CIB, ubicado en biblioteca central.**



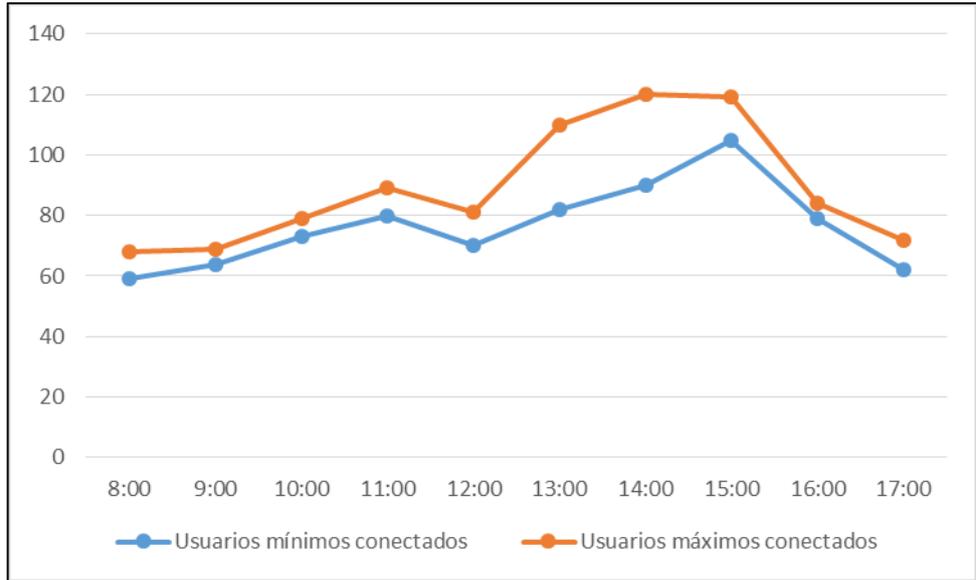
**Figura 3.34 AP2-CIB, ubicado en biblioteca central.**



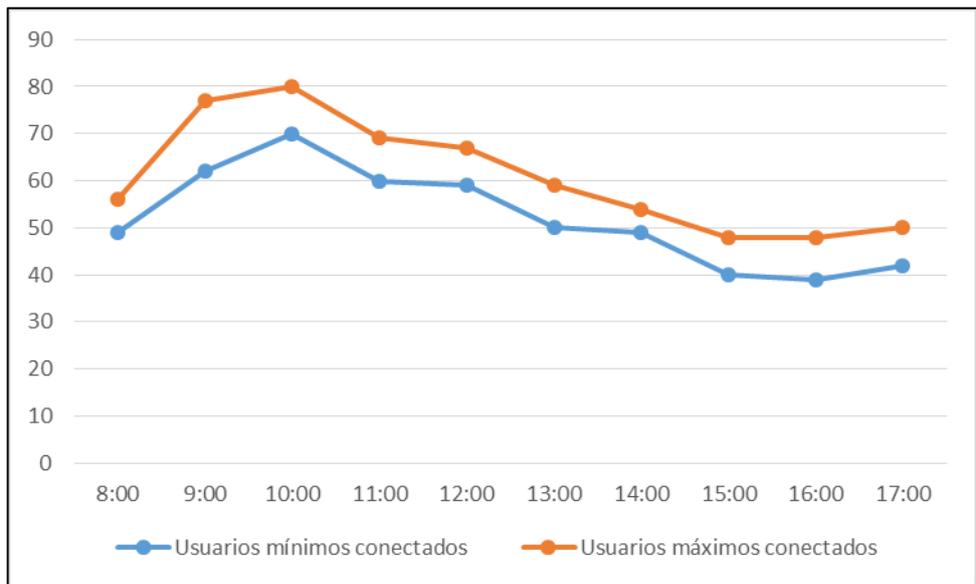
**Figura 3.35 AP3-CIB, ubicado en auditorio CIB.**



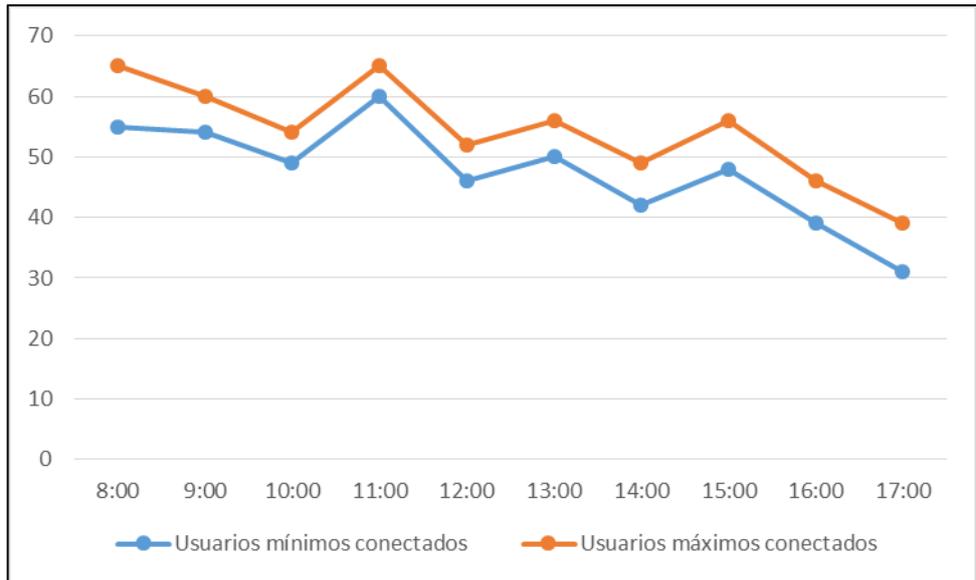
**Figura 3.36 AP01-CELEX, ubicado en la planta baja.**



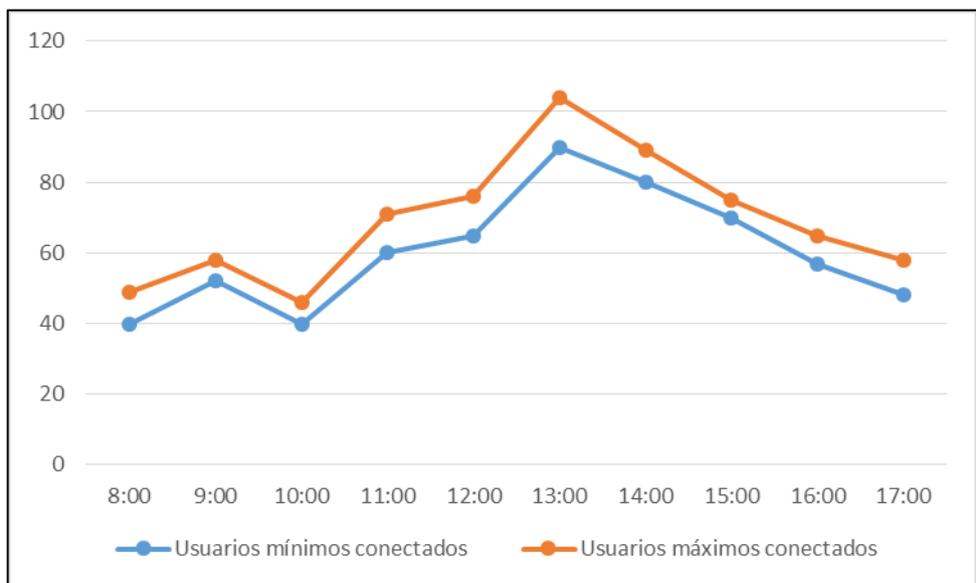
**Figura 3.37 AP02-CELEX, ubicado en la planta baja.**



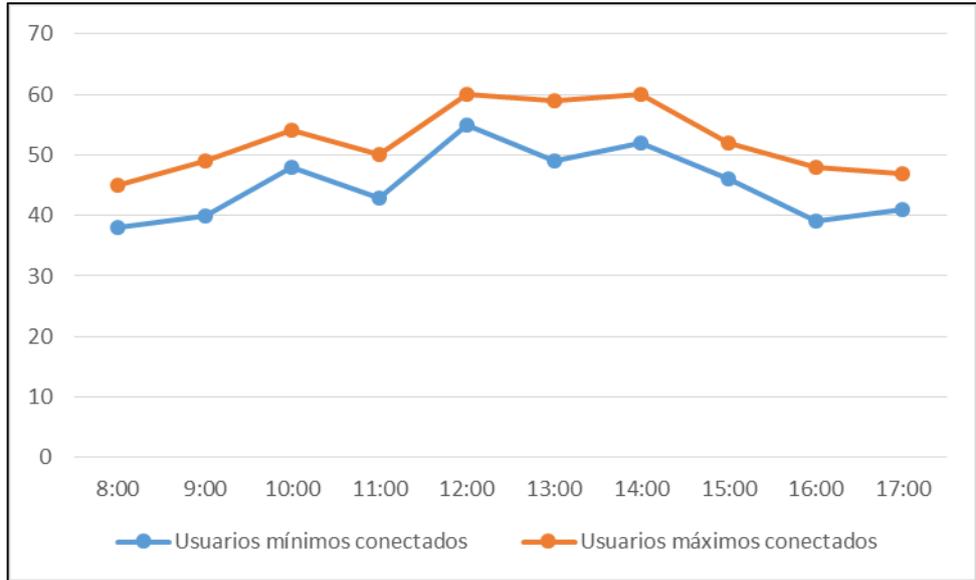
**Figura 3.38 AP03-CELEX, ubicado en la planta alta.**



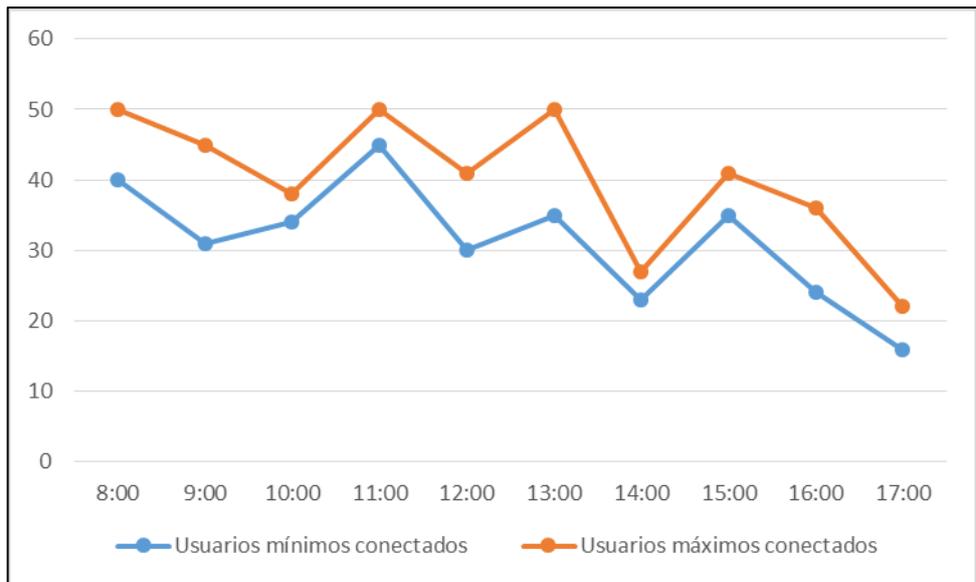
**Figura 3.39 AP01-FCSH, ubicado en el bloque 32B (planta baja).**



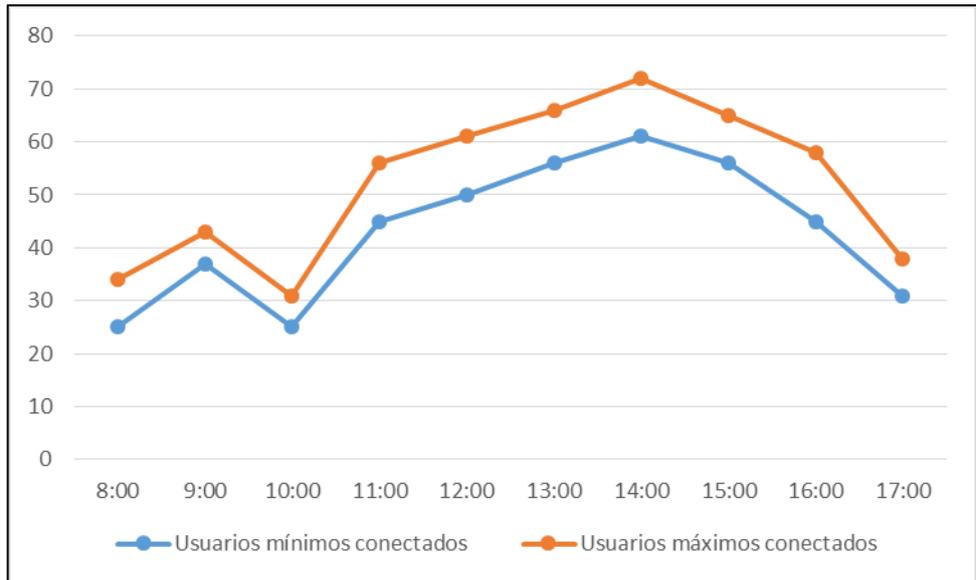
**Figura 3.40 AP02-FCSH, ubicado en el bloque 32B (planta alta).**



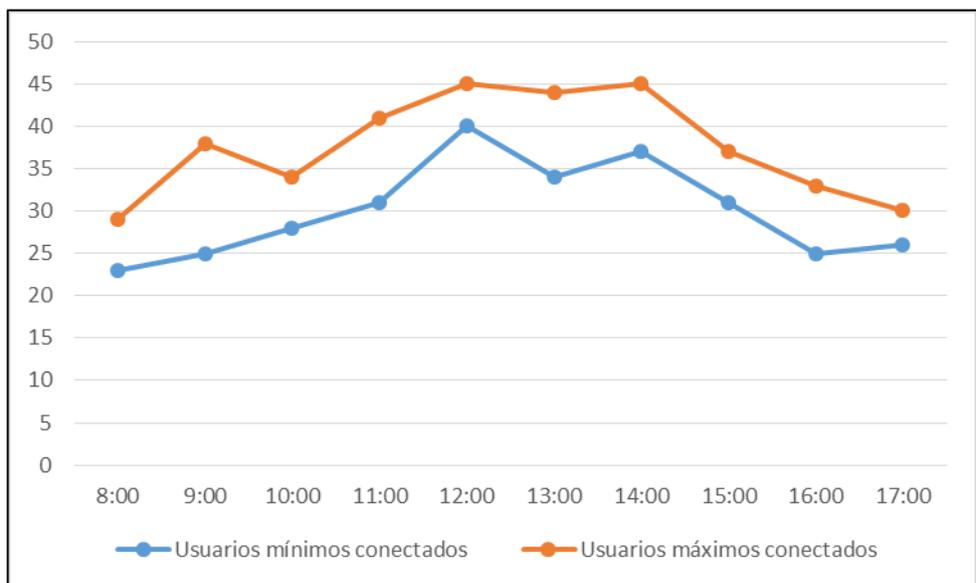
**Figura 3.41 AP03-FCSH, ubicado en el bloque 32C (planta baja).**



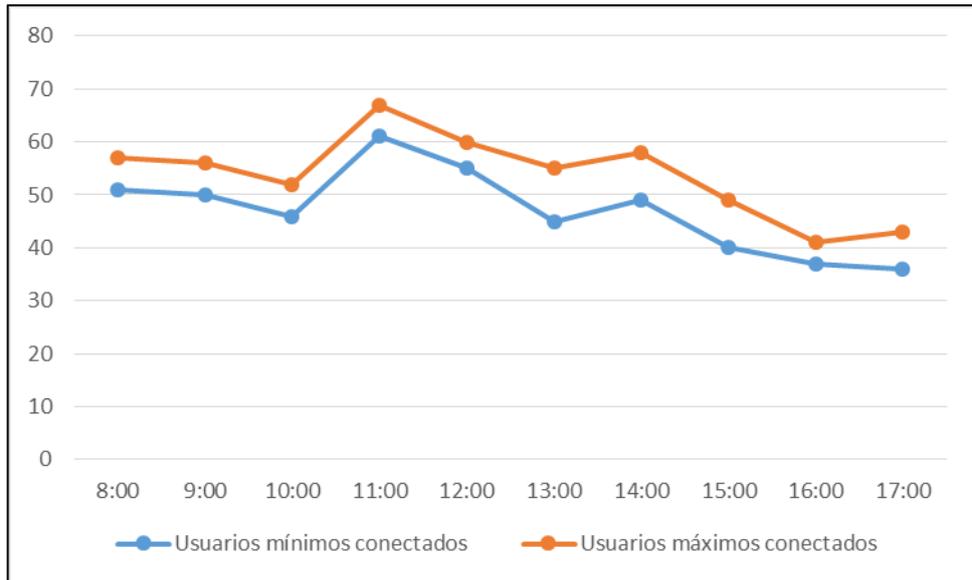
**Figura 3.42 AP01-FICT, ubicado en el edificio 20A de FICT.**



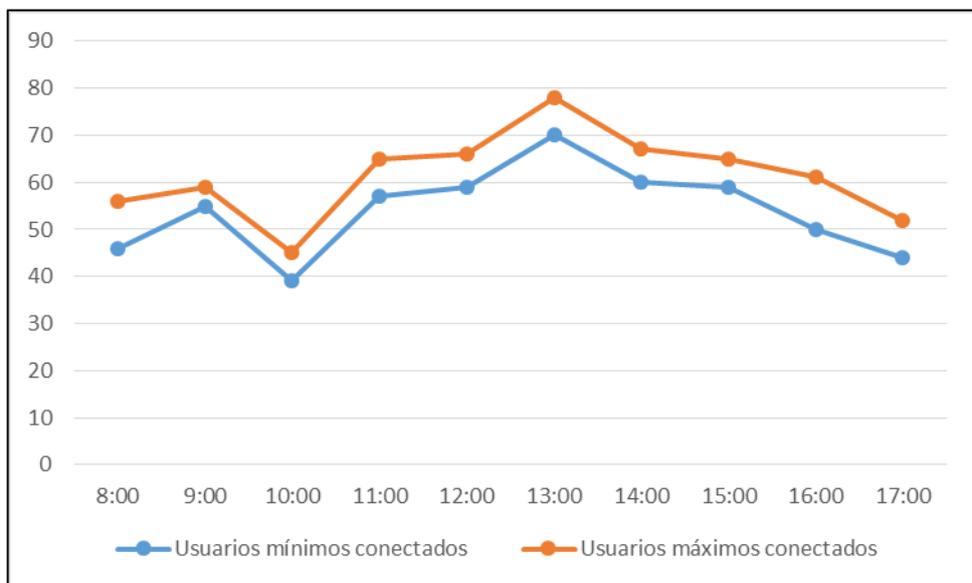
**Figura 3.43 AP02-FICT, ubicado en el edificio 20A de FICT.**



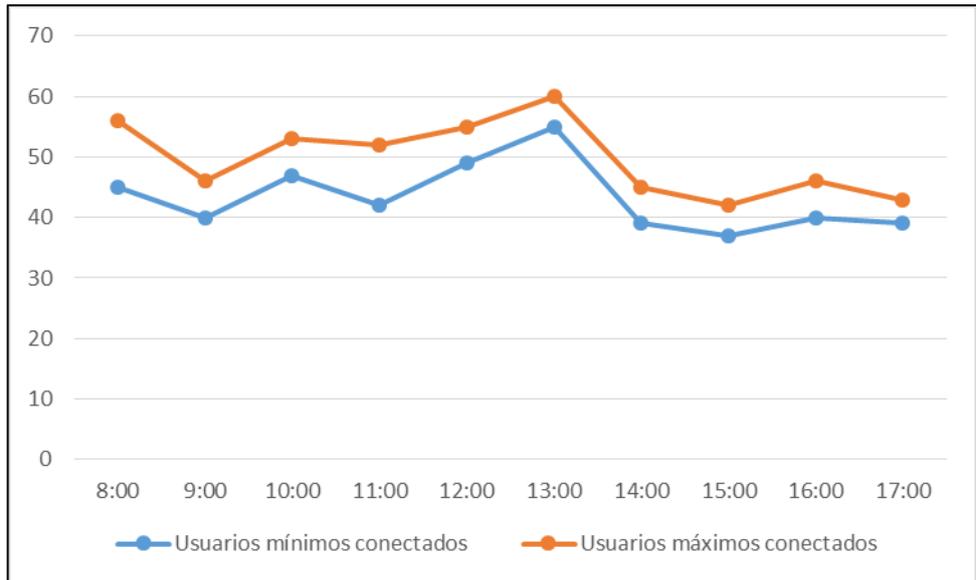
**Figura 3.44 AP03-FICT, ubicado en el edificio 20D de FICT.**



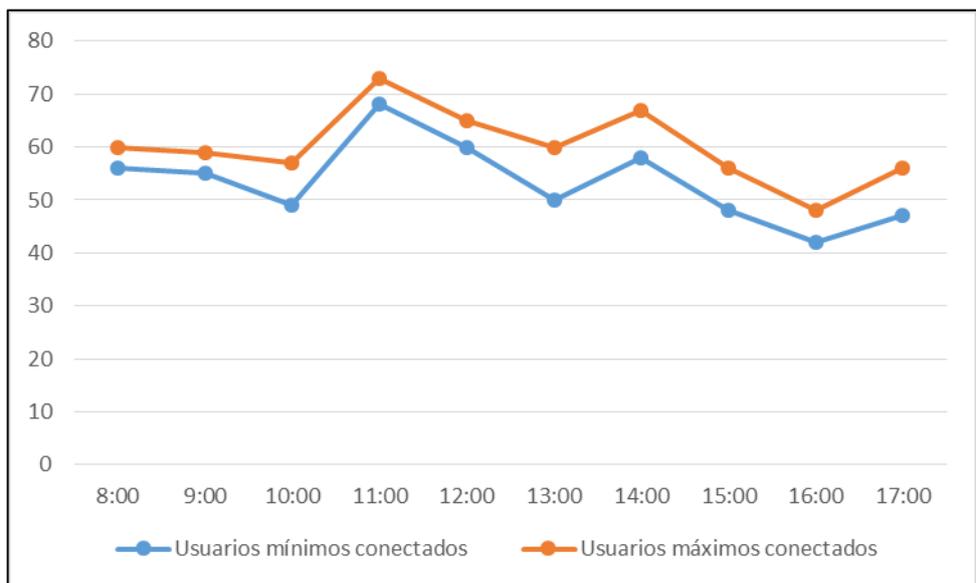
**Figura 3.45 AP01-FIMCP, ubicado en el bloque 18B de FIMCP.**



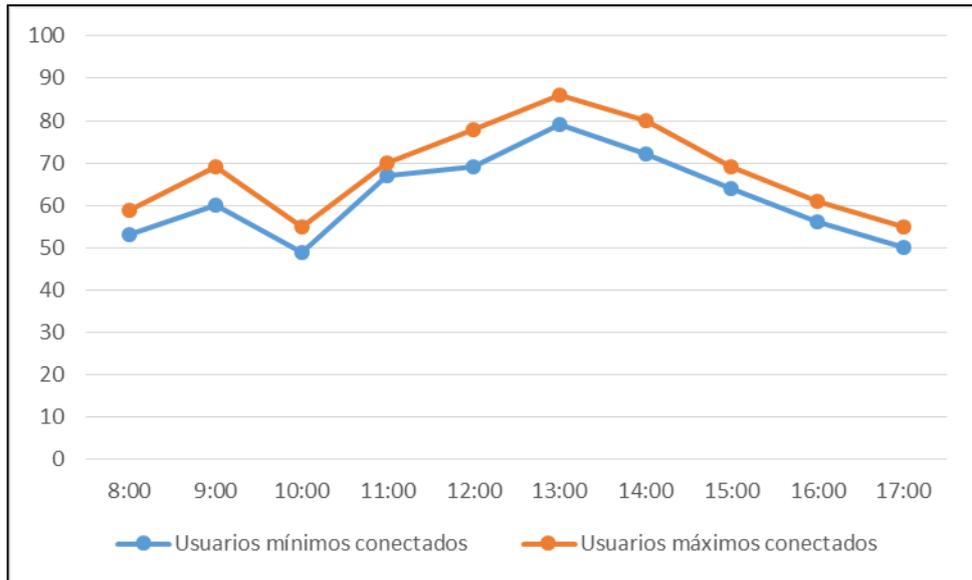
**Figura 3.46 AP02-FIMCP, ubicado en el bloque 24E de FIMCP.**



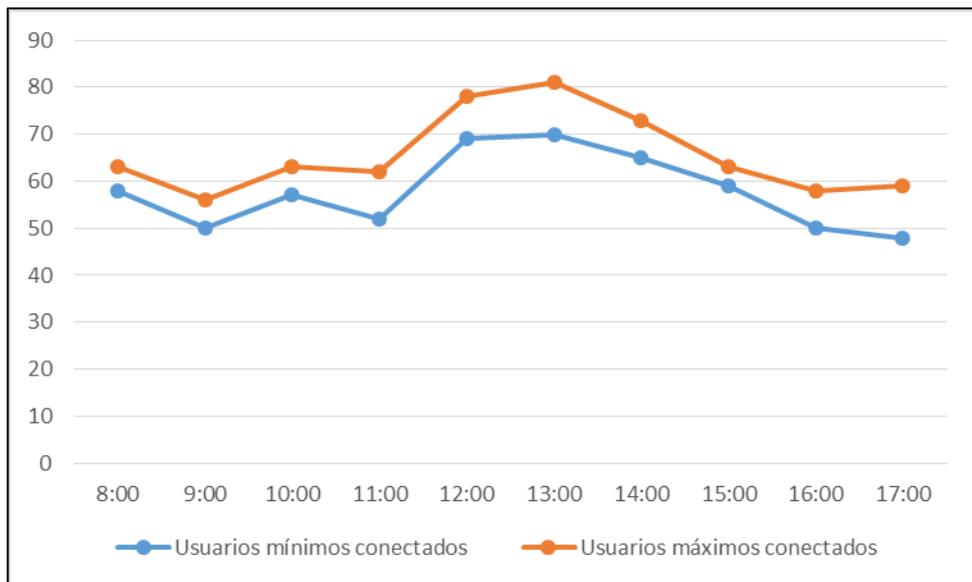
**Figura 3.47 AP03-FIMCP, ubicado en el bloque 24C de FIMCP.**



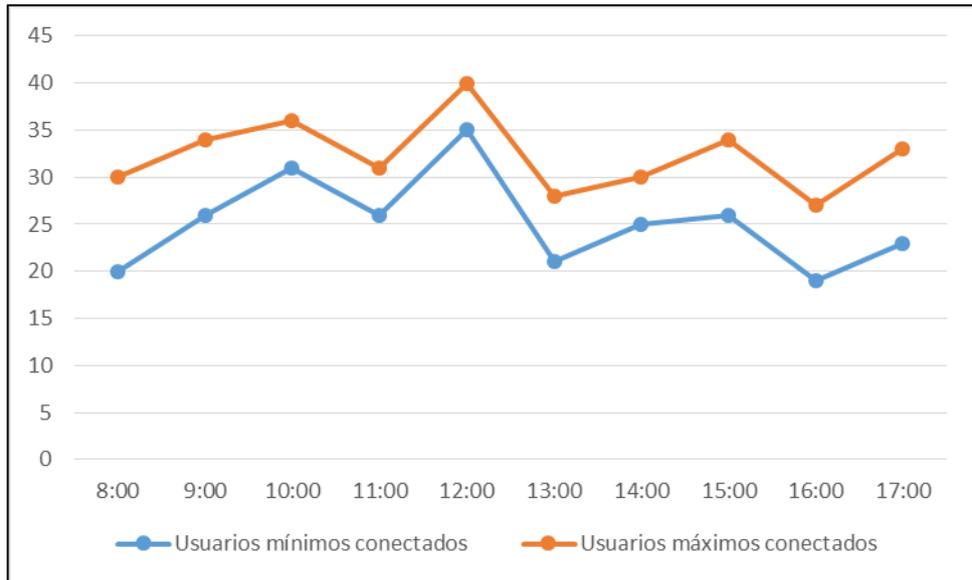
**Figura 3.48 AP01-FIEC, ubicado en el bloque 24A de FIEC.**



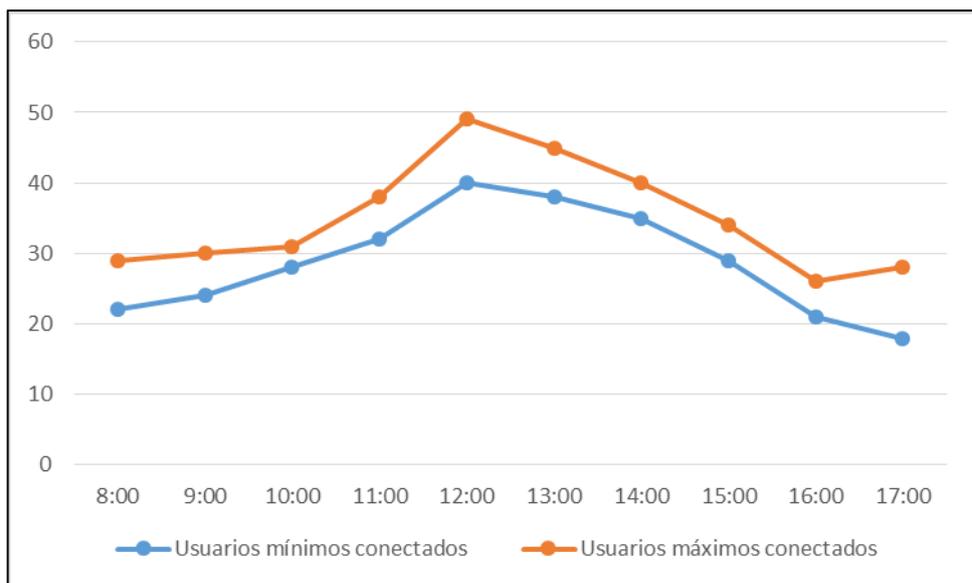
**Figura 3.49 AP02-FIEC, ubicado en el bloque 24A de FIEC.**



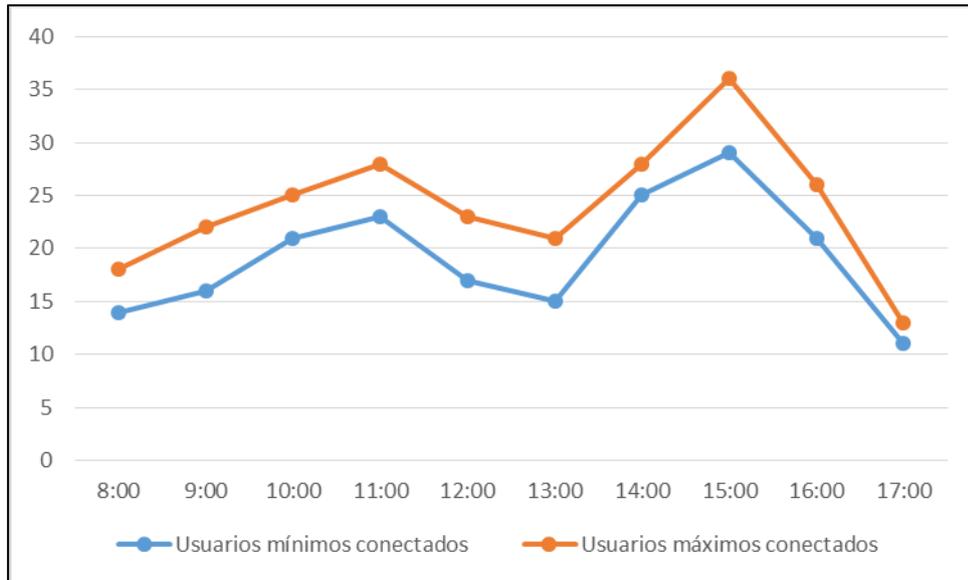
**Figura 3.50 AP03-FIEC, ubicado en el bloque 24A de FIEC.**



**Figura 3.51 AP01-TEC, ubicado cerca de CIDIS.**



**Figura 3.52 AP02-TEC, ubicado en edificio #37 de FCV.**

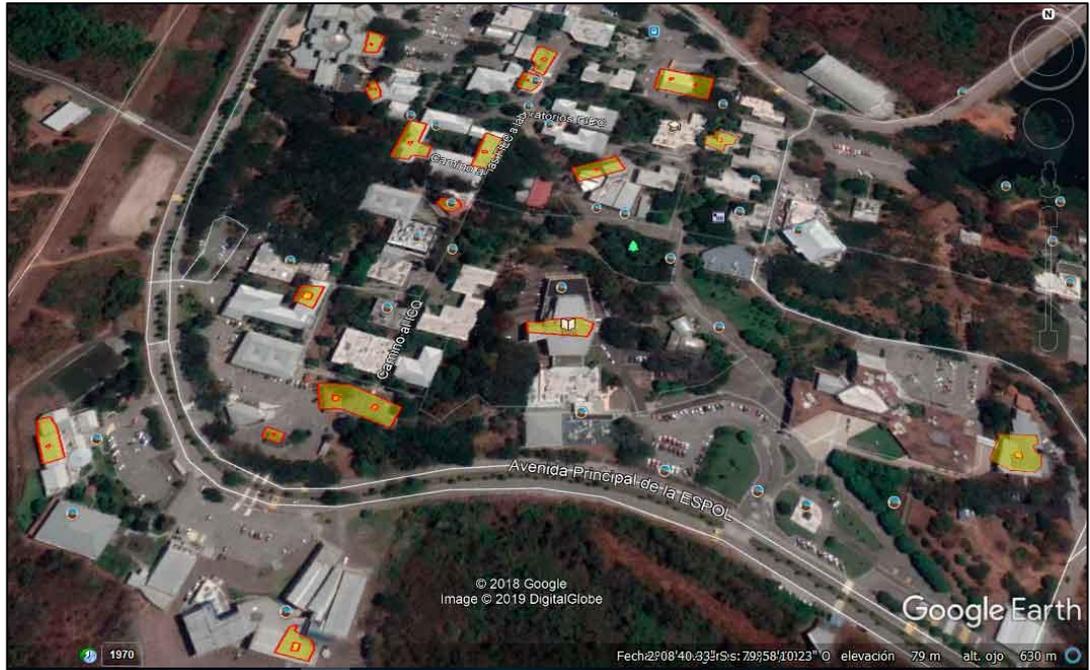


**Figura 3.53 AP03-TEC, ubicado cerca de las oficinas de Docentes.**

En el muestreo realizado encontramos que el número de conexiones crece exponencialmente en el horario de 11:00 a 14:00. Esto nos ayuda a tomar en cuenta el horario de mayor saturación.

### 3.4 Resultados

De acuerdo a lo realizado con el prototipo, se pudo analizar que en algunas zonas críticas no hay cobertura. Debido a esto, es necesario ubicar nuevos AP's para abastecer dichos lugares. Para visualizar las zonas no cubiertas por AP's, se creó una capa con lugares de color amarillo, en donde se pueden ver los distintos sitios del campus universitario que no tienen cobertura (ver figura 3.27).



**Figura 3.54 Zonas críticas no cubiertas por falta de AP's**

También con los resultados de los canales y frecuencias de cada AP ubicado en cada edificio por todo el campus universitario, se observó que había solapamientos entre canales, ya que existen AP's que están trabajando en el mismo canal (ver figura 3.28)



**Figura 3.55 Solapamiento de canales entre AP's**

### AP's ocultos

Como resultado encontrado con la ayuda de un aplicativo móvil se obtuvo que habían AP's no pertenecientes a ESPOL, estos AP's están ocultos y su total es de 29 AP's (ver figura 3.29).

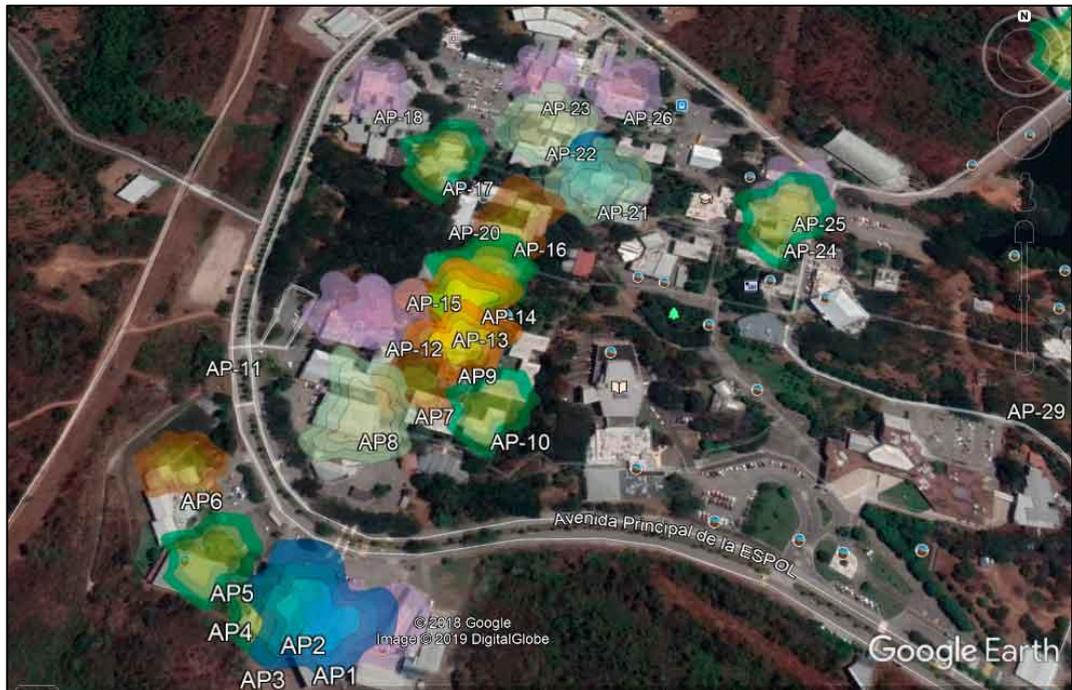
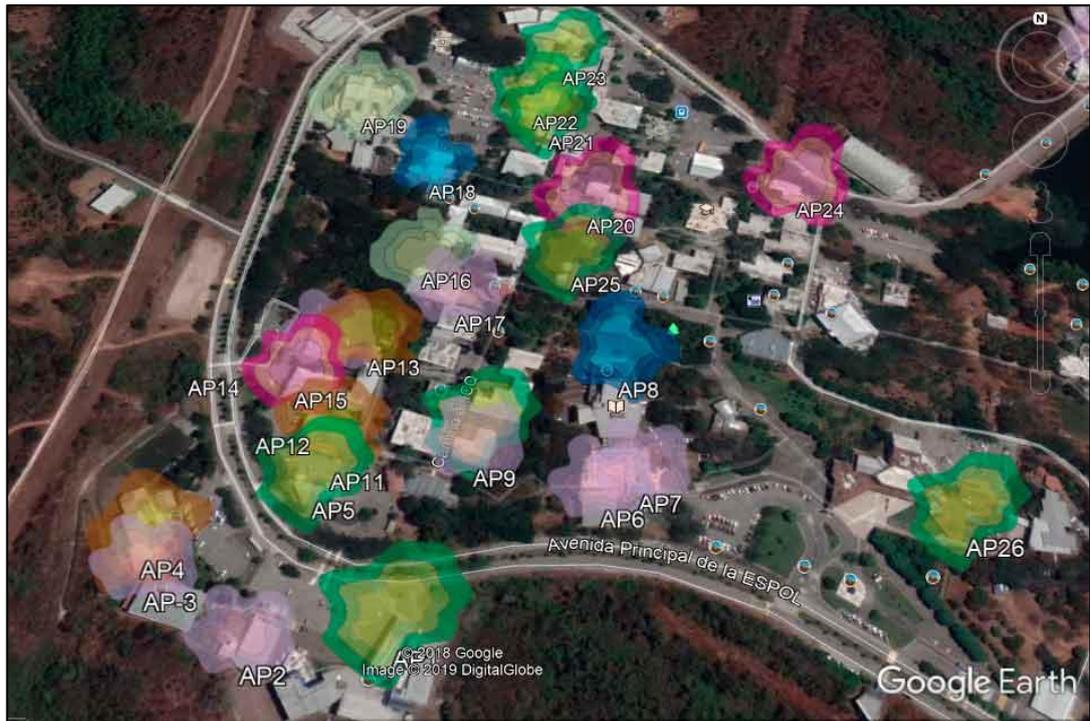


Figura 3.56 AP's ocultos no pertenecientes a ESPOL

### AP's no oficiales

Así mismo, se encontraron AP's que no pertenecen a ESPOL pero que están visibles. Se obtuvo como resultado 27 AP's que no son oficiales, estos inciden en el rendimiento de la red inalámbrica ESPOL (ver figura 3.30).



**Figura 3.57 AP's visibles no pertenecientes a ESPOL**

### **3.5 Beneficios de la WLC (Wireless Lan Controller)**

- Implementación de un portal cautivo para el acceso de la comunidad universitaria, de esta manera se provee una autenticación segura.
- Administración centralizada de todos los AP's desde la controladora Wireless.
- Seguridad, escalabilidad y rendimiento a un alto nivel.
- Control de la calidad de servicio de acuerdo a los requerimientos propuestos por la universidad.
- Creación de políticas como autenticación de usuario en un único dispositivo o establecer un límite de tiempo para evitar la saturación de conexiones.
- Creación de cuentas temporales para los invitados que requieran acceso a la red.
- Monitoreo y diagnóstico de problemas de conexión a la red.
- Actualización de firmware centralizado.

Existen 2 tipo de controladoras para los AP's [10]:

- Controladora física en modo appliance WLC 3504
- Controladora virtual en el AP (mobility express)

<b>Características</b>	<b>Mobility Express</b>	<b>WLC 3504</b>
Número de AP's soportados	50 o 100 AP's (depende del modelo)	150 AP's
Número de clientes soportados	1000 o 2000 clientes (depende del modelo)	3000 clientes
Máximo Throughput	1 Gbps	4 Gbps
Número de SSIDs	16	512
Número de VLANs	16	4094
Interfaces	No aplica	2 x 10GB
Soporte de ACLs	SI	SI
Soporte de Application Visibility Control	SI	SI
Soporte QoS	SI	SI

Las controladoras Cisco sólo soportan modelos de AP's Cisco tales como 1815,1830,1850,2800 y 3800. Es necesario que los AP's sean Cisco para que cualquiera de las alternativas de controladoras funcione. El valor de la licencia depende del modelo de controladora que se requiere y el número de AP's. En la controladora física appliance, el licenciamiento va acorde al número de AP's físicos que se considera adquirir. Por ejemplo, por 10 AP's se deben adquirir 10 licencias de WLC. En Mobility Express (controladora virtual) se cuenta con 50 o 100 licencias de AP's disponibles sin costo adicional. En la controladora física appliance se puede adquirir una licencia adicional por cada AP que se adhiera a la red. Las características de los AP's Cisco para un campus universitario deben ser mimo 4x4, banda 5 GHz y omnidireccional. Por lo cual, el modelo que se ajusta es el Aironet 1850 Cisco o Aironet 2800 Cisco.

# CAPÍTULO 4

## 4. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO

### 4.1 Planificación.

Para elaborar un plan de implementación para un campus universitario, se proponen dos opciones para la ESPOL:

#### 4.1.1 Rediseñar el diagrama de los AP's de acuerdo a lo existente.

Se toman en cuenta las ubicaciones donde existe interferencia, canales solapados y lugares que no han sido cubiertos. Todo esto sin garantizar que exista un correcto flujo de datos desde el AP al backbone. Esto se debe a que hay conexiones en cascada desde el backbone a los AP's, provocando un congestionamiento de broadcast ya que al estar en cascada se crea un sólo dominio de difusión. Aunque esto puede solucionarse en parte con VLANs, el switch va a analizar el ARP broadcast que es el protocolo de resolución de direcciones. Luego de eso, tiene una latencia a la hora de filtrar y conmutar la trama.

#### **Diseño de Infraestructura:**

Para el diseño se tomaron en cuenta factores claves para la infraestructura de red. Para el factor interferencia sólo se ha tomado en cuenta los árboles, más no aluminio, vidrios, grosor de pared etc. Esto se debe a que las estructuras del campus universitario han sido construidas con esos materiales. En cuanto al factor canales solapados, se lo soluciona con la configuración de los equipos por parte de un personal capacitado. Finalmente, para el factor lugares que no han sido cubiertos, se realizará un tendido de cableado de cobre para habilitar los AP's a implementar. Las áreas son:

1. CELEX
2. CIB
3. EDCOM
4. FCSH
5. FICT

6. FIEC
7. FIMCBOR
8. FIMCP
9. RECTORADO
10. TECNOLOGIAS

Se construirán puntos de datos Siemon categoría 6A, Blindados, cable LZ0H (Libre de emisión de Humo).

- Estos puntos de datos no sobrepasaran los 90 metros de longitud.
- Incluirán patch cords categoría 6a, blindados.
- Construcción de Salidas de Datos en áreas de trabajo, estas terminaran en cajas Dexon.
- Etiquetación e Identificación del nuevo Sistema de Cableado Estructurado según Estándares ANSI/EIA/TIA.
- Elaboración y presentación de Planos AUTOCAD As-Built.
- Presentación de Memoria Técnica: Impresa y Digital.

Para la planificación y la elaboración de las tareas que conllevan a la implementación de una nueva solución de red inalámbrica en el campus universitario, se ha utilizado la herramienta “diagrama de Gantt” (ver figura 4.1 y figura 4.2). A continuación, la explicación de las tareas a realizar:

- Estudio inicial: Se analiza el alcance del proyecto, las necesidades y objetivos de acuerdo al análisis de la red previamente realizado. Luego de esto, se diseña la solución basada en las visitas técnicas del campus universitario, en las cuales, se inspecciona el ambiente de trabajo y las dificultades que pueden darse en el transcurso del proyecto.
- Instalación de canalización para cobre: Una vez que se tiene definido el diseño se comienza a trabajar en la implementación. Para esto, se inicia con la canalización para el cableado de cobre a través de tubería EMT, funda sellada y material de soportes para canalizaciones.
- Tendido de cobre y ponchado del cableado de cobre: Se implementa el cableado horizontal desde los distintos cuartos de telecomunicaciones hasta cada AP de acuerdo su ubicación.

- Equipamiento de cuartos de telecomunicaciones: Se refiere a la adquisición e instalación de gabinetes, patch panels, organizadores y WLC.
- Configuración: Se trabaja en la configuración de equipos como creación de VLANs, ACL, protocolos de enrutamiento, etc. Luego, se analiza la implementación para evaluar el funcionamiento del mismo. Finalmente, se corrigen los errores encontrados.
- Implementación Final: Todos los equipos tienen que comenzar a trabajar perfectamente de acuerdo a lo planificado.

	Mor de tare	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1		REDISEÑAR LA INFRAESTRUCTURA DE RED INALÁMBRICA CON LOS APS EXISTENTES	167 días	lun 07/01/19	jue 05/09/19	
2		ESTUDIO INICIAL	18 días	lun 07/01/19	jue 31/01/19	
3		VISITA TÉCNICA DEL AMBIENTE DE TRABAJO	10 días	lun 07/01/19	lun 21/01/19	
4		DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA INALÁMBRICA	5 días	lun 21/01/19	lun 28/01/19	3
5		SEGUNDA VISITA TÉCNICA	3 días	lun 28/01/19	jue 31/01/19	4
6		IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO	131 días	jue 31/01/19	lun 12/08/19	
7		INSTALACIÓN DE CANALIZACIÓN PARA APS EXISTENTES Y NUEVOS	50 días	jue 31/01/19	lun 15/04/19	
8		CELEX	5 días	jue 31/01/19	jue 07/02/19	5
9		CIB	5 días	jue 07/02/19	jue 14/02/19	8
10		EDCOM	5 días	jue 14/02/19	jue 21/02/19	9
11		FCSH	5 días	jue 21/02/19	jue 28/02/19	10
12		FICT	5 días	jue 28/02/19	lun 11/03/19	11
13		FIEC	5 días	lun 11/03/19	lun 18/03/19	12
14		FIMCBOR	5 días	lun 18/03/19	lun 25/03/19	13
15		FIMCP	5 días	lun 25/03/19	lun 01/04/19	14
16		RECTORADO	5 días	lun 01/04/19	lun 08/04/19	15
17		TECNOLOGÍAS	5 días	lun 08/04/19	lun 15/04/19	16

DIAGRAMA DE GANTT

Figura 4.1 Planificación de la solución (parte 1)

DIAGRAMA DE GANTT	18		<b>4 TENDIDO DE COBRE Y PONCHADO PARA LOS PUNTOS DE RED DE LOS APS</b>	<b>50 días</b>	<b>lun 15/04/19</b>	<b>jue 27/06/19</b>	
	19		CELEX	5 días	lun 15/04/19	mar 23/04/19	17
	20		CIB	5 días	mar 23/04/19	mar 30/04/19	19
	21		EDCOM	5 días	mar 30/04/19	mié 08/05/19	20
	22		FCSH	5 días	mié 08/05/19	mié 15/05/19	21
	23		FICT	5 días	mié 15/05/19	mié 22/05/19	22
	24		FIEC	5 días	mié 22/05/19	jue 30/05/19	23
	25		FIMCBOR	5 días	jue 30/05/19	jue 06/06/19	24
	26		FIMCP	5 días	jue 06/06/19	jue 13/06/19	25
	27		RECTORADO	5 días	jue 13/06/19	jue 20/06/19	26
	28		TECNOLOGÍAS	5 días	jue 20/06/19	jue 27/06/19	27
DIAG	29		<b>4 EQUIPAMIENTO DE CUARTOS DE TELECOMUNICACIONES</b>	<b>31 días</b>	<b>jue 27/06/19</b>	<b>lun 12/08/19</b>	<b>28</b>
	30		INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE COMUNICACIÓN	10 días	jue 27/06/19	jue 11/07/19	28
	31		INSTALACIÓN DE PATCH PANELS Y PONCHADO DEL CABLEADO DE COBRE	13 días	jue 11/07/19	mar 30/07/19	30
	32		INSTALACIÓN DE ORGANIZADORES	3 días	mar 30/07/19	vie 02/08/19	31
	33		CERTIFICACION DE PUNTOS DE DATOS	5 días	vie 02/08/19	lun 12/08/19	32
	34		<b>4 CONFIGURACIÓN</b>	<b>17 días</b>	<b>lun 12/08/19</b>	<b>mié 04/09/19</b>	<b>33</b>
	35		CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS	7 días	lun 12/08/19	mié 21/08/19	33
	36		EVALUACIÓN DE FUNCIONAMIENTO	5 días	mié 21/08/19	mié 28/08/19	35
	37		MEJORAS Y CORRECCIONES	5 días	mié 28/08/19	mié 04/09/19	36
	38		<b>IMPLEMENTACIÓN FINAL</b>	<b>1 día</b>	<b>mié 04/09/19</b>	<b>jue 05/09/19</b>	<b>37</b>

**Figura 4.2 Planificación de la solución (parte 2)**

## Descripción de los Equipos y servicios a proveer.

### 1. Puntos de Datos Categoría 6A blindados Siemon.

Tomando en cuenta como conmutador un Switch PoE se diseñará e implementará una red de cobre para el cableado horizontal en la universidad, en la marca Siemon con las características descritas en la tabla 4.1.

**Tabla 4.1 Solución cableado estructurado 6A blindado.**

. Jacks Z-MAX CAT 6A Siemon blindado (para patch panels)	87
. Patch cords Cat 6A Siemon blindado 3 ft	87
. Jacks Z-MAX CAT 6A Siemon blindado (para faceplates )	87
. Patch cords Cat 6A Siemon blindado 7 ft	87
. Faceplate Siemon de 1 salida Cat 6A	87
. Cable Cat 6A F/UTP Siemon ( Bobinas )	25

### 2. Servicios Profesionales

En la tabla 4.2 se da una descripción del costo económico que tendría la solución.

**Tabla 4.2 Costo de Servicios Profesionales.**

<b>Servicios Profesionales</b>	<b>Precio</b>
. Lcdo. Redes y Sistemas Operativos (sólo trabajará en el estudio inicial y la configuración de los equipos)	950
. Lcdo. Redes y Sistemas Operativos (sólo trabajará en el estudio inicial y la configuración de los equipos)	950
. Ing. Civil (responsable del proyecto)	1300
. Técnicos en infraestructura	500

### 3. Equipamiento

a) Cisco Wave 2 Access Point 1.7 Gbps MIMO 4x4. Este equipo se muestra en la figura 4.3 y sus características en la tabla 4.3. Sólo para ubicaciones no cubiertas.



**Figura 4.3 Cisco Wave 2 Access Point 1.7 Gbps.**

**Tabla 4.3 Característica de dispositivo Cisco Wave 2 Access Point 1.7 Gbps MiMO 4x4**

No. Parte:	AIR-AP1852I-A-K9C
Device management with:	Device management with web UI and RJ-45 or USB console access
Ethernet ports:	1 x 10/100/1000BASE-T autosensing (RJ-45), Power over Ethernet (PoE)
Power Draw:	20.9W
Cisco IOS Software:	Cisco Unified Wireless Network Software

b) Cisco ONE – 3504 Wireless Controller. Este equipo se muestra en la figura 4.4 y sus características en la tabla 4.4.



**Figura 4.4 Cisco ONE – 3504 Wireless Controller**

**Tabla 4.4 Características de Cisco ONE – 3504 Wireless Controller**

No. Parte:	AIR-CT3504-K9
Device management with:	Device management with web UI, Command-Line Interface (CLI), Cisco Prime Infraestructure.
Interfaces:	Multigigabit Ethernet interface
Cisco IOS Software:	Cisco ONE Software

c) Metalmecánica

Para este proyecto se trabajará con la marca QUEST. En la tabla 4.5 se detallan los materiales que se utilizarán para los distintos cuartos de telecomunicaciones.

**Tabla 4.5 Materiales para el cuarto de telecomunicaciones.**

SOLUCIÓN METALMECÁNICA	
Organizadores Horizontales 80X80 de 2 UR	10
Patch Panel TERA MAX Cat 6A metálico modular 24P	10
Tubos metálicos EMT de 3/4" y accesorios	2600
Cinta Metálica perforada	2
Canaletas 40x25	87
Material de tornillería y soporte	2

**4.1.2 Rediseñar toda la infraestructura de red garantizando una conexión óptima desde el backbone hasta el usuario final.**

Se estableció un medio de comunicación inalámbrica independiente del medio de comunicación alámbrico. Por lo cual, se ubica un Switch modular con 16 puertos de fibra a 10 Gbps que va a conectarse directamente a través de un enlace de fibra óptica al Switch Core del GTSI. El Switch modular va a tener enlaces de fibra óptica hacia las distintas facultades. Finalmente, se añadió un Wireless Lan Controller (WLC) por facultad para la administración centralizada de los AP's.

**Diseño de Infraestructura y Backbone de Fibra Óptica:**

Se ha diseñado la construcción de conexiones primarias de Fibra Óptica Armada Monomodo, desde el Centro de Computo hacia los backbones de:

1. CELEX
2. CIB
3. EDCOM
4. FCSH
5. FICT
6. FIEC
7. FIMCBOR
8. FIMCP

9. RECTORADO  
10. TECNOLOGIAS

Se construirán puntos de datos Siemon categoría 6A, Blindados, cable LZ0H (Libre de emisión de Humo).

- Estos puntos de datos no sobrepasaran los 90 metros de longitud.
- Incluirán patch cords categoría 6a, blindados.
- Construcción de Salidas de Datos en áreas de trabajo, estas terminaran en cajas FS para intemperie de 3/4.
- Etiquetación e Identificación del nuevo Sistema de Cableado Estructurado según Estándares ANSI/EIA/TIA.
- Elaboración y presentación de Planos AUTOCAD As-Built.
- Presentación de Memoria Técnica: Impresa y Digital.

Para la planificación y la elaboración de las tareas que conllevan a la implementación de una nueva solución de red inalámbrica en el campus universitario, se ha utilizado la herramienta “diagrama de Gantt” (Ver figuras 4.5, 4.6 y 4.7). A continuación, la explicación de las tareas a realizar:

- Estudio inicial: Se analiza el alcance del proyecto, las necesidades y objetivos de acuerdo al análisis de la red previamente realizado. Luego de esto, se diseña la solución basada en las visitas técnicas del campus universitario, en las cuales, se inspecciona el ambiente de trabajo y las dificultades que pueden darse en el transcurso del proyecto.
- Instalación de canalización para fibra óptica: Una vez que se tiene definido el diseño se comienza a trabajar en la implementación. Para esto, se inicia con la canalización de la fibra óptica a través de tubería EMT, funda sellada y material de soportes para canalizaciones.
- Tendido de fibra óptica: Con la canalización realizada, se comienza a pasar la fibra a través de las tuberías formando los distintos enlaces descritos con anterioridad.
- Instalación de canalización para cobre: Se vuelve a trabajar con tuberías EMT, funda sellada y material de soportes para la canalización de los puntos de datos necesarios para los AP's.

- Tendido de cobre y ponchado del cableado de cobre: Se implementa el cableado horizontal desde los distintos cuartos de telecomunicaciones hasta cada AP de acuerdo su ubicación.
- Equipamiento de cuartos de telecomunicaciones: Se refiere a la adquisición e instalación de gabinetes, patch panels, organizadores, bandejas ODF, Switches y WLC.
- Configuración: Se trabaja en la configuración de equipos como creación de VLANs, ACL, protocolos de enrutamiento, etc. Luego, se analiza la implementación para evaluar el funcionamiento del mismo. Finalmente, se corrigen los errores encontrados.
- Implementación Final: Todos los equipos tienen que comenzar a trabajar perfectamente de acuerdo a lo planificado.

	Mostrar de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1		◀ INFRAESTRUCTURA DE RED INALÁMBRICA ESPOL	316 días	lun 07/01/19	lun 13/04/20	
2		◀ ESTUDIO INICIAL	25 días	lun 07/01/19	lun 11/02/19	
3		VISITA TÉCNICA DEL AMBIENTE DE TRABAJO	10 días	lun 07/01/19	lun 21/01/19	
4		DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA INALÁMBRICA	10 días	lun 21/01/19	lun 04/02/19	3
5		SEGUNDA VISITA TÉCNICA	5 días	lun 04/02/19	lun 11/02/19	4
6		◀ IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO	255 días	lun 11/02/19	mar 18/02/20	5
7		INSTALACIÓN DE CANALIZACIÓN PARA FIBRA ÓPTICA	15 días	lun 11/02/19	mié 06/03/19	5
8		◀ TENDIDO DE FIBRA ÓPTICA	20 días	mié 06/03/19	mié 03/04/19	7
9		CELEX	2 días	mié 06/03/19	vie 08/03/19	7
10		CIB	2 días	vie 08/03/19	mar 12/03/19	9
11		EDCOM	2 días	mar 12/03/19	jue 14/03/19	10
12		FCSH	2 días	jue 14/03/19	lun 18/03/19	11
13		FICT	2 días	lun 18/03/19	mié 20/03/19	12
14		FIEC	2 días	mié 20/03/19	vie 22/03/19	13

Figura 4.5 Planificación de la solución (parte 1)

DIAGRAMA DE GANTT	15		FIMCBOR	2 días	vie 22/03/19	mar 26/03/19	14
	16		FIMCP	2 días	mar 26/03/19	jue 28/03/19	15
	17		RECTORADO	2 días	jue 28/03/19	lun 01/04/19	16
	18		TECNOLOGÍAS	2 días	lun 01/04/19	mié 03/04/19	17
	19		INSTALACIÓN DE CANALIZACIÓN PARA COBRE	70 días	mié 03/04/19	lun 15/07/19	18
	20		<b>4 TENDIDO DE COBRE Y PONCHADO HACIA LOS PUNTOS DE RED</b>	<b>100 días</b>	<b>lun 15/07/19</b>	<b>vie 06/12/19</b>	<b>19</b>
	21		CELEX	10 días	lun 15/07/19	lun 29/07/19	19
	22		CIB	10 días	lun 29/07/19	mar 13/08/19	21
	23		EDCOM	10 días	mar 13/08/19	mar 27/08/19	22
	24		FCSH	10 días	mar 27/08/19	mar 10/09/19	23
	25		FICT	10 días	mar 10/09/19	mar 24/09/19	24
	26		FIEC	10 días	mar 24/09/19	mar 08/10/19	25
	27		FIMCBOR	10 días	mar 08/10/19	mié 23/10/19	26
	28		FIMCP	10 días	mié 23/10/19	vie 08/11/19	27
	29		RECTORADO	10 días	vie 08/11/19	vie 22/11/19	28
	30		TECNOLOGÍAS	10 días	vie 22/11/19	vie 06/12/19	29

**Figura 4.6 Planificación de la solución (parte 2)**

DIAGRAMA DE GA	31		<b>4 EQUIPAMIENTO DE CUARTOS DE TELECOMUNICACIONES</b>	<b>50 días</b>	<b>vie 06/12/19</b>	<b>mar 18/02/20</b>	<b>30</b>
	32		INSTALACIÓN DE GABINETES	2 días	vie 06/12/19	mar 10/12/19	30
	33		INSTALACIÓN DE BANDEJAS ODF	3 días	mar 10/12/19	vie 13/12/19	32
	34		INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE COMUNICACIÓN	15 días	vie 13/12/19	mar 07/01/20	33
	35		INSTALACIÓN DE PATCH PANELS Y PONCHADO DEL CABLEADO DE COBRE	20 días	mar 07/01/20	mar 04/02/20	34
	36		INSTALACIÓN DE ORGANIZADORES	5 días	mar 04/02/20	mar 11/02/20	35
	37		CERTIFICACION DE ENLACES DE FIBRA Y COBRE	5 días	mar 11/02/20	mar 18/02/20	36
	38		<b>4 CONFIGURACIÓN</b>	<b>35 días</b>	<b>mar 18/02/20</b>	<b>jue 09/04/20</b>	<b>37</b>
	39		CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS	15 días	mar 18/02/20	jue 12/03/20	37
	40		EVALUACIÓN DE FUNCIONAMIENTO	10 días	jue 12/03/20	jue 26/03/20	39
	41		MEJORAS Y CORRECCIONES	10 días	jue 26/03/20	jue 09/04/20	40
	42		<b>IMPLEMENTACIÓN FINAL</b>	<b>1 día</b>	<b>jue 09/04/20</b>	<b>lun 13/04/20</b>	<b>41</b>

**Figura 4.7 Planificación de la solución (parte 3)**

## Descripción de los Equipos y servicios a proveer.

### 1. Conexiones de Fibra Óptica

Se diseñará e implementará una nueva red de fibra óptica para el cableado vertical en la universidad, en la marca Prysmian con las características descritas en la tabla 4.6.

**Tabla 4.6 Solución fibra óptica monomodo OS1 G652.D de 6H**

. Cable de FIBRA OPTICA Monomodo Armada OS1 G652.D de 6H (mts)	6000
. Bandeja ODF de fibra óptica 6-72P FO 1UR Abatible	20
. Adaptador SC/UPC DUPLEX Monomodo	120
. Bandeja empalme fusion para 12 fibras	20
. Tubillo protector fusión 60MM	120
. Pigtaills LC/UPC Monomodo OS1 0.9 MM 1 mt	120
. Patch Cords SC/UPC - SC/UPC Monomodo OS1 DUPLEX 3 ft	20

### 2. Puntos de Datos Categoría 6A blindados Siemon.

Se diseñará e implementará una nueva red de cobre para el cableado horizontal en la universidad, en la marca Siemon con las características descritas en la tabla 4.7.

**Tabla 4.7 Solución cableado estructurado 6A blindado.**

. Jacks Z-MAX CAT 6A Siemon blindado (para patch panels)	220
. Patch cords Cat 6A Siemon blindado 3 ft	220
. Jacks Z-MAX CAT 6A Siemon blindado (para faceplates )	220
. Patch cords Cat 6A Siemon blindado 7 ft	220
. Faceplate Siemon de 1 salida Cat 6A	220
. Cable Cat 6A F/UTP Siemon ( BOBINAS )	65

### 3. Servicios Profesionales

En la tabla 4.8, se da una descripción del costo económico que tendría la solución.

**Tabla 4.8 Costo de Servicios Profesionales.**

<b>Servicios Profesionales</b>	<b>Precio</b>
. Lcdo. Redes y Sistemas Operativos (sólo trabajará en el estudio inicial y la configuración de los equipos)	950
. Lcdo. Redes y Sistemas Operativos (sólo trabajará en el	950

estudio inicial y la configuración de los equipos)	
. Ing. Civil (responsable del proyecto)	1300
. Técnicos en infraestructura	500

#### 4. Equipamiento

a) Cisco Catalyst 9500. Este equipo se muestra en la figura... y sus características en la tabla 4.9



**Figura 4.8 Dispositivo Cisco Catalyst 9500.**

**Tabla 4.9 Características de Cisco Catalyst 9500**

No. Parte:	C9500-16X-E
Device management with:	Device management with web UI, over-the-air access via Bluetooth, Command- Line Interface (CLI), Simple Network Management Protocol (SNMP), and RJ-45 or USB console access
Interfaces:	16 10-Gigabit Ethernet SFP/SFP+ ports and 2 power supply slots
Fuente de Poder	(2) 950W AC Config 4 Power Supply front to back cooling
Cisco IOS Software:	Cisco IOS LAN Base

b) Cisco Catalyst 2960-X, 48 puertos 10/100/1000, 2 SPF a 10 Gbps. Este equipo se muestra en la figura 4.9 y sus características en la tabla 4.10



**Figura 4.9 Dispositivo Cisco Catalyst 2960-X, 48 puertos.**

**Tabla 4.10 Características de Cisco Catalyst 2960-X 48 GigE PoE 740W, 2 x 10G SFP+**

No. Parte:	WS-C2960X-48FPD-L
Device management with:	Device management with web UI, over-the-air access via Bluetooth, Command-Line Interface (CLI), Simple Network Management Protocol (SNMP), and RJ-45 or USB console access
Ethernet ports:	48 Gigabit Ethernet ports with line-rate forwarding performance
Uplink interfaces:	2 SFP+ 10GB
Cisco IOS Software:	Cisco IOS LAN Base

c) Cisco Wave 2 Access Point 1.7 Gbps MIMO 4x4. Este equipo se muestra en la figura 4.10 y sus características en la tabla 4.11.



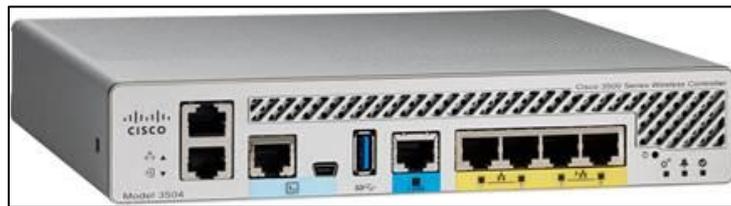
**Figura 4.10 Dispositivo Cisco Wave 2 Access Point 1.7 Gbps MIMO 4x4**

**Tabla 4.11 Características de Cisco Wave 2 Access Point 1.7 Gbps MIMO 4x4**

No. Parte:	AIR-AP1852I-A-K9C
	Device management with web UI and RJ-45 or USB console access

Device management with:	
Ethernet ports:	1 x 10/100/1000BASE-T autosensing (RJ-45), Power over Ethernet (PoE)
Power Draw:	20.9W
Cisco IOS Software:	Cisco Unified Wireless Network Software

d) Cisco ONE – 3504 Wireless Controller. Este equipo se muestra en la figura 4.11 y sus características en la tabla 4.12.



**Figura 4.11 Dispositivo Cisco ONE – 3504 Wireless Controller**

**Tabla 4.12 Características de Cisco ONE – 3504 Wireless Controller.**

No. Parte:	AIR-CT3504-K9
Device management with:	Device management with web UI, Command-Line Interface (CLI), Cisco Prime Infraestructure.
Interfaces:	Multigigabit Ethernet interface
Cisco IOS Software:	Cisco ONE Software

e) Metalmecánica

Para este proyecto se trabajará con la marca QUEST. En la tabla 4.13 se detallan los materiales que se utilizarán para los distintos cuartos de telecomunicaciones.

**Tabla 4.13 Materiales para el cuarto de telecomunicaciones.**

SOLUCIÓN METALMECÁNICA	
Gabinetes Cerrados de 40 UR   4 Ventiladores   1 Bandeja	11
Organizadores Horizontales 80X80 de 2 UR	21
Patch Panel TERA MAX Cat 6A metálico modular 24P	21
PDU Horizontales 4 Tomas Eléctricas	11
Tubos metálicos EMT de 3/4" y accesorios	6600
Cinta Metálica perforada	4

Canaletas 40x25	220
Material de tornillería y soporte	2

## 4.2 Presupuesto

### 4.2.1 Presupuesto de la primera propuesta

#### Flujo de caja

Tabla 4.14 Flujo de caja del primer semestre (primera propuesta).

1	DETALLE DE INGRESOS	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
1,1	INGRESOS POR VENTAS		\$73.000,00	\$15.000,00	\$8.140,00	\$11.600,00	\$6.250,00
1,2	COBRO DE DEUDAS				\$2.500,00	\$1.690,00	\$3.700,00
1,3	PRÉSTAMOS	\$6.000,00	\$50.000,00				
1,4	OTROS INGRESOS			\$900,00	\$630,00	\$480,00	\$710,00
	<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>\$6.000,00</b>	<b>\$123.000,00</b>	<b>\$15.900,00</b>	<b>\$11.270,00</b>	<b>\$13.770,00</b>	<b>\$10.660,00</b>
2	DETALLE DE EGRESOS						
2,1	LUZ	\$17,00	\$15,00	\$20,00	\$18,00	\$15,00	\$13,00
2,2	AGUA	\$6,00	\$5,00	\$7,00	\$6,00	\$7,00	\$5,00
2,3	TELÉFONO	\$10,00	\$10,00	\$12,00	\$11,00	\$10,00	\$11,00
2,4	ALQUILER DE OFICINA	\$150,00	\$150,00	\$150,00	\$150,00	\$150,00	\$150,00
	<b>EGRESOS EN CONSUMO</b>	<b>\$183,00</b>	<b>\$180,00</b>	<b>\$189,00</b>	<b>\$185,00</b>	<b>\$182,00</b>	<b>\$179,00</b>
2,5	ADQUISICIONES	\$3.560,00	\$30.550,00	\$10.630,00	\$5.500,00	\$9.740,00	\$4.230,00
2,6	SALARIOS		\$5.200,00	\$3.300,00	\$3.300,00	\$3.300,00	\$3.300,00
2,7	IMPUESTOS	\$340,00	\$14.760,00	\$1.908,00	\$1.352,40	\$1.652,40	\$1.279,20
2,8	AMORTIZACIONES	\$250,00	\$4.166,00	\$4.166,00	\$4.166,00	\$4.166,00	\$4.166,00
2,9	INTERESES		\$467,92	\$467,92	\$467,92	\$467,92	\$467,92
	<b>EGRESOS OPERATIVOS</b>	<b>\$4.150,00</b>	<b>\$55.143,92</b>	<b>\$20.471,92</b>	<b>\$14.786,32</b>	<b>\$19.326,32</b>	<b>\$13.443,12</b>
	<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>\$4.333,00</b>	<b>\$55.323,92</b>	<b>\$20.660,92</b>	<b>\$14.971,32</b>	<b>\$19.508,32</b>	<b>\$13.622,12</b>
3	<b>SALDO NETO</b>	<b>\$1.667,00</b>	<b>\$67.676,08</b>	<b>-\$4.760,92</b>	<b>-\$3.701,32</b>	<b>-\$5.738,32</b>	<b>-\$2.962,12</b>
4	<b>SALDO ACUMULADO</b>	<b>\$1.667,00</b>	<b>\$67.676,08</b>	<b>\$62.915,16</b>	<b>\$59.213,84</b>	<b>\$53.475,52</b>	<b>\$50.513,40</b>

**Tabla 4.15 Flujo de caja del segundo semestre (primera propuesta).**

<b>1</b>	<b>DETALLE DE INGRESOS</b>	<b>MES 7</b>	<b>MES 8</b>	<b>MES 9</b>	<b>MES 10</b>	<b>MES 11</b>	<b>MES 12</b>
1,1	INGRESOS POR VENTAS	\$10.960,00	\$18.372,00	\$15.790,00	\$12.430,00	\$15.890,00	\$16.230,00
1,2	COBRO DE DEUDAS	\$2.640,00	\$6.814,00	\$4.576,00	\$73.000,00	\$2.150,00	\$6.430,00
1,3	PRÉSTAMOS						
1,4	OTROS INGRESOS	\$820,00	\$1.150,00	\$2.200,00	\$1.430,00	\$1.700,00	\$3.200,00
	<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>\$14.420,00</b>	<b>\$26.336,00</b>	<b>\$22.566,00</b>	<b>\$86.860,00</b>	<b>\$19.740,00</b>	<b>\$25.860,00</b>
<b>2</b>	<b>DETALLE DE EGRESOS</b>						
2,1	LUZ	\$15,00	\$20,00	\$18,00	\$15,00	\$18,00	\$15,00
2,2	AGUA	\$5,00	\$7,00	\$6,00	\$7,00	\$6,00	\$7,00
2,3	TELÉFONO	\$10,00	\$12,00	\$11,00	\$10,00	\$11,00	\$10,00
2,4	ALQUILER DE OFICINA	\$150,00	\$150,00	\$150,00	\$150,00	\$150,00	\$150,00
	<b>EGRESOS EN CONSUMO</b>	<b>\$180,00</b>	<b>\$189,00</b>	<b>\$185,00</b>	<b>\$182,00</b>	<b>\$185,00</b>	<b>\$182,00</b>
2,5	ADQUISICIONES	\$9.720,00	\$2.640,00	\$4.610,00	\$10.620,00	\$5.200,00	\$6.400,00
2,6	SALARIOS	\$3.300,00	\$3.300,00	\$3.300,00	\$5.200,00	\$3.300,00	\$3.300,00
2,7	IMPUESTOS	\$1.730,40	\$3.160,32	\$2.707,92	\$10.423,20	\$2.368,80	\$3.103,20
2,8	AMORTIZACIONES	\$4.166,00	\$4.166,00	\$4.166,00	\$4.166,00	\$4.166,00	\$4.166,00
2,9	INTERESES	\$467,92	\$467,92	\$467,92	\$467,92	\$467,92	\$467,92
	<b>EGRESOS OPERATIVOS</b>	<b>\$19.384,32</b>	<b>\$13.734,24</b>	<b>\$15.251,84</b>	<b>\$30.877,12</b>	<b>\$15.502,72</b>	<b>\$17.437,12</b>
	<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>\$19.564,32</b>	<b>\$13.923,24</b>	<b>\$15.436,84</b>	<b>\$31.059,12</b>	<b>\$15.687,72</b>	<b>\$17.619,12</b>
<b>3</b>	<b>SALDO NETO</b>	<b>-\$5.144,32</b>	<b>\$12.412,76</b>	<b>\$7.129,16</b>	<b>\$55.800,88</b>	<b>\$4.052,28</b>	<b>\$8.240,88</b>
<b>4</b>	<b>SALDO ACUMULADO</b>	<b>\$45.369,08</b>	<b>\$57.781,84</b>	<b>\$64.911,00</b>	<b>\$120.711,88</b>	<b>\$124.764,16</b>	<b>\$133.005,04</b>

Para realizar el flujo de caja se han considerado los ingresos y los gastos para obtener información acerca de la liquidez de una empresa en un periodo de un año como se muestra en las tablas 4.14 y 4.15.

### **Costo de equipos y servicios profesionales**

**Tabla 4.16 Costos de materiales de redes y cableado de datos (primera propuesta)**

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>V. UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
87	PUNTOS DE DATOS SIEMON CATEGORÍA 6A /	\$170.00	\$14,790.00

	BLINDADO / LZ0H (INCLUYE PATCHCORDS + CERTIFICACION)		
10	PATCH PANEL 6A/7A MODULAR PLANO	\$66.67	\$666,67
10	QUEST ORGANIZADOR HORIZONTAL	\$16.67	\$166.70
1	CANALIZACION PARA PUNTOS DE DATOS: Tubos metálicos EMT de 3/4" y accesorios / Canaletas 40x25 / Caja Dexon	\$18,000.00	\$18,000.00
1	Certificación de puntos de datos	\$1,000.00	\$1,000.00
1	Instalación de canalizaciones	\$30,000.00	\$30,000.00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>\$64,623.37</b>

**Tabla 4.17 Costos de equipamiento y servicios profesionales (primera propuesta)**

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>V. UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
10	Cisco ONE – 3504 Wireless Controller Incluye: SmarNet 1 Año Cisco ONE No. Parte: AIR-CT3504-K9	\$4,150.00	\$41,500.00
33	Cisco Wave 2 Access Point 1.7 Gbps MIMO 4x4 Incluye: SmarNet 1 Año Cisco Wireless No. Parte: AIR-AP1852I-A-K9C	\$702.00	\$23,166.00
33	Soporte para techo AP Cisco	\$40.00	\$1,320.00
1	Instalación y Configuración de Equipos Cisco	\$15,000.00	\$15,000.00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>\$80,986.00</b>

En las tablas (tabla 4.16 y tabla 4.17) encontramos un estimado de los costos actuales para la implementación de la de nuevos AP's en lugares no cubiertos y la reubicación y configuración de AP's existentes. El valor total de la solución es de \$145,609.37 sin IVA. El tiempo de entrega del proyecto sería de 167 días laborables.

## 4.2.2 Presupuesto de la segunda propuesta

### Flujo de Caja

Tabla 4.18 Flujo de caja del primer semestre (segunda propuesta).

<b>1</b>	<b>DETALLE DE INGRESOS</b>	<b>MES 1</b>	<b>MES 2</b>	<b>MES 3</b>	<b>MES 4</b>	<b>MES 5</b>	<b>MES 6</b>
1,1	INGRESOS POR VENTAS		\$230.000,00	\$15.000,00	\$8.140,00	\$11.600,00	\$6.250,00
1,2	COBRO DE DEUDAS				\$2.500,00	\$1.690,00	\$3.700,00
1,3	PRÉSTAMOS	\$6.000,00	\$170.000,00				
1,4	OTROS INGRESOS			\$900,00	\$630,00	\$480,00	\$710,00
	<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>\$6.000,00</b>	<b>\$400.000,00</b>	<b>\$15.900,00</b>	<b>\$11.270,00</b>	<b>\$13.770,00</b>	<b>\$10.660,00</b>
<b>2</b>	<b>DETALLE DE EGRESOS</b>						
2,1	LUZ	\$17,00	\$15,00	\$20,00	\$18,00	\$15,00	\$13,00
2,2	AGUA	\$6,00	\$5,00	\$7,00	\$6,00	\$7,00	\$5,00
2,3	TELÉFONO	\$10,00	\$10,00	\$12,00	\$11,00	\$10,00	\$11,00
2,4	ALQUILER DE OFICINA	\$150,00	\$150,00	\$150,00	\$150,00	\$150,00	\$150,00
	<b>EGRESOS EN CONSUMO</b>	<b>\$183,00</b>	<b>\$180,00</b>	<b>\$189,00</b>	<b>\$185,00</b>	<b>\$182,00</b>	<b>\$179,00</b>
2,5	ADQUISICIONES	\$3.560,00	\$53.550,00	\$24.630,00	\$11.620,00	\$29.740,00	\$38.412,00
2,6	SALARIOS		\$5.200,00	\$3.300,00	\$3.300,00	\$3.300,00	\$3.300,00
2,7	IMPUESTOS	\$340,00	\$48.000,00	\$1.908,00	\$1.352,40	\$1.652,40	\$1.279,20
2,8	AMORTIZACIONES	\$250,00	\$7.083,00	\$7.083,00	\$7.083,00	\$7.083,00	\$7.083,00
2,9	INTERESES		\$1.591,00	\$1.591,00	\$1.591,00	\$1.591,00	\$1.591,00
	<b>EGRESOS OPERATIVOS</b>	<b>\$4.150,00</b>	<b>\$115.424,00</b>	<b>\$38.512,00</b>	<b>\$24.946,40</b>	<b>\$43.366,40</b>	<b>\$51.665,20</b>
	<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>\$4.333,00</b>	<b>\$115.604,00</b>	<b>\$38.701,00</b>	<b>\$25.131,40</b>	<b>\$43.548,40</b>	<b>\$51.844,20</b>
<b>3</b>	<b>SALDO NETO</b>	<b>\$1.667,00</b>	<b>\$284.396,00</b>	<b>-\$22.801,00</b>	<b>-\$13.861,40</b>	<b>-\$29.778,40</b>	<b>-\$41.184,20</b>
<b>4</b>	<b>SALDO ACUMULADO</b>	<b>\$1.667,00</b>	<b>\$286.063,00</b>	<b>\$263.262,00</b>	<b>\$249.400,60</b>	<b>\$219.622,20</b>	<b>\$178.438,00</b>

**Tabla 4.19 Flujo de caja del segundo semestre (segunda propuesta).**

<b>1</b>	<b>DETALLE DE INGRESOS</b>	<b>MES 7</b>	<b>MES 8</b>	<b>MES 9</b>	<b>MES 10</b>	<b>MES 11</b>	<b>MES 12</b>
1,1	INGRESOS POR VENTAS	\$10.960,00	\$18.372,00	\$15.790,00	\$12.430,00	\$15.890,00	\$16.230,00
1,2	COBRO DE DEUDAS	\$2.640,00	\$6.814,00	\$4.576,00	\$15.000,00	\$2.150,00	\$6.430,00
1,3	PRÉSTAMOS						
1,4	OTROS INGRESOS	\$820,00	\$1.150,00	\$2.200,00	\$1.430,00	\$1.700,00	\$3.200,00
	<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>\$14.420,00</b>	<b>\$26.336,00</b>	<b>\$22.566,00</b>	<b>\$28.860,00</b>	<b>\$19.740,00</b>	<b>\$25.860,00</b>
<b>2</b>	<b>DETALLE DE EGRESOS</b>						
2,1	LUZ	\$15,00	\$20,00	\$18,00	\$15,00	\$18,00	\$15,00
2,2	AGUA	\$5,00	\$7,00	\$6,00	\$7,00	\$6,00	\$7,00
2,3	TELÉFONO	\$10,00	\$12,00	\$11,00	\$10,00	\$11,00	\$10,00
2,4	ALQUILER DE OFICINA	\$150,00	\$150,00	\$150,00	\$150,00	\$150,00	\$150,00
	<b>EGRESOS EN CONSUMO</b>	<b>\$180,00</b>	<b>\$189,00</b>	<b>\$185,00</b>	<b>\$182,00</b>	<b>\$185,00</b>	<b>\$182,00</b>
2,5	ADQUISICIONES	\$21.980,00	\$12.670,00	\$43.290,00	\$51.690,00	\$27.430,00	\$31.420,00
2,6	SALARIOS	\$3.300,00	\$3.300,00	\$3.300,00	\$3.300,00	\$3.300,00	\$3.300,00
2,7	IMPUESTOS	\$1.730,40	\$3.160,32	\$2.707,92	\$3.463,20	\$2.368,80	\$3.103,20
2,8	AMORTIZACIONES	\$7.083,00	\$7.083,00	\$7.083,00	\$7.083,00	\$7.083,00	\$7.083,00
2,9	INTERESES	\$1.591,00	\$1.591,00	\$1.591,00	\$1.591,00	\$1.591,00	\$1.591,00
	<b>EGRESOS OPERATIVOS</b>	<b>\$35.684,40</b>	<b>\$27.804,32</b>	<b>\$57.971,92</b>	<b>\$67.127,20</b>	<b>\$41.772,80</b>	<b>\$46.497,20</b>
	<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>\$35.864,40</b>	<b>\$27.993,32</b>	<b>\$58.156,92</b>	<b>\$67.309,20</b>	<b>\$41.957,80</b>	<b>\$46.679,20</b>
<b>3</b>	<b>SALDO NETO</b>	<b>-\$21.444,40</b>	<b>-\$1.657,32</b>	<b>-\$35.590,92</b>	<b>\$38.449,20</b>	<b>\$22.217,80</b>	<b>\$20.819,20</b>
<b>4</b>	<b>SALDO ACUMULADO</b>	<b>\$156.993,60</b>	<b>\$155.336,28</b>	<b>\$119.745,36</b>	<b>\$81.296,16</b>	<b>\$59.078,36</b>	<b>\$38.259,16</b>

Para realizar el flujo de caja se han considerado los ingresos y los gastos para obtener información acerca de la liquidez de una empresa en un periodo de un año como se muestra en las tablas 4.18 y 4.19.

## Costo de equipos y servicios profesionales

Tabla 4.20 Costos de materiales de redes y cableado de datos (segunda propuesta).

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO	TOTAL
220	PUNTOS DE DATOS SIEMON CA TEGORÍA 6A / BLINDADO / LZ0H (INCLUYE PATCHCORDS + CERTIFICACION)	\$170.00	\$37,400.00
10	ENLACES PRIMARIO - FIBRA OPTICA PRISMYA N MONOMODO A RMADA OS1 G652.D de 6H	\$1,668.00	\$16,680.00
11	GABINETE QUEST CERRADO DE 40 UR   PUERTA EN MALLA, 4 VENTILADORES y 1 BANDEJA	\$800.00	\$800.00
21	PATCH PANEL 6A/7A MODULAR PLANO	\$66.67	\$733,37
21	QUEST ORGANIZADOR HORIZONTAL	\$16.67	\$183.37
11	PDU TRIPPLITE 4 TOMAS	\$95.00	\$1,045.00
1	CANALIZACION PARA PUNTOS DE DATOS Y FIBRA OPTICA: Tubos metálicos EMT de 3/4" y accesorios / Cinta Metálica perforada / Canaletas 40x25 / Caja Dexon	\$21,400.00	\$21,400.00
1	Certificación de Fibra Óptica Mediante Equipo OTDR	\$1,000.00	\$1,000.00
1	Instalación de canalizaciones	\$50,000.00	\$50,000.00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>\$129,241.74</b>

**Tabla 4.21 Costos de equipamiento y servicios profesionales (segunda propuesta).**

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>V. UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
1	Catalyst 9500 16-port 10Gig Switch, Network Essentials, Network Essentials No. Parte: C9500-16X-E Licencia: DNA Essentials 3 Year License Incluye: SmarNet 1 Año Catalyst 9500	\$20,521.33	\$20,521.33
10	Cisco Catalyst 2960-X, 48 puertos 10/100/1000, 2 SPF a 10 Gbps, PoE 740W No. Parte: WS-C2960X-48FPD-L Incluye: SmarNet 1 Año Catalyst 2960	\$7,127.00	\$71,270.00
10	Cisco ONE – 3504 Wireless Controller Incluye: SmarNet 1 Año Cisco ONE No. Parte: AIR-CT3504-K9	\$4,150.00	\$41,500.00
220	Cisco Wave 2 Access Point 1.7 Gbps MIMO 4x4 Incluye: SmarNet 1 Año Cisco Wireless No. Parte: AIR-AP1852I-A-K9C	\$702.00	\$154,440.00
20	Cisco transceiver 10GBASE-SR Monomodo No. Parte: SFP-10G-LR-S	\$700.00	\$14,000.00
220	Soporte para techo AP Cisco	\$40.00	\$8,800.00
1	Instalación y Configuración de Equipos Cisco	\$16,680.00	\$16,680.00
<b>SUBTOTAL</b>			<b>\$327,211.33</b>

En las tablas (tabla 4.20 y tabla 4.21) encontramos un estimado de los costos actuales para la implementación de la infraestructura de red inalámbrica para todo el campus universitario. El valor total de la solución es de \$456,453.07 sin IVA. El tiempo de entrega del proyecto sería de 316 días laborables.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

A través de la herramienta Google Maps se visualizó factores naturales que inciden en la propagación de las ondas electromagnéticas como árboles y elevaciones de suelo. Con la aplicación profesional Netspot se analizó las redes inalámbricas distribuidas en todo el campus universitario. Se recopiló información del ancho de banda, potencia de la señal, banda de frecuencia y canal.

Mediante un aplicativo móvil, se utilizó un software analizador de Wi-Fi, en el que se realizó un muestreo de la cantidad de dispositivos que están conectados en un AP. De acuerdo a estos datos, se obtuvo un promedio de usuarios mínimos y máximos conectados en horarios determinados. También se hizo trabajo de campo, es decir, se realizaron varias visitas técnicas en el campus universitario con el fin de observar e identificar los AP's que forman parte de los activos de la universidad.

Dentro de la visita técnica se observó cableado deteriorado categoría 5e en algunos casos. También, existían cables sin protección, los cuales quedaban fuera de las canaletas o tuberías. En la parte lógica, existen demasiadas cascadas en la transmisión de datos desde el backbone hasta los AP's. No existe una controladora de LAN inalámbrica, lo cual trae como consecuencia el solapamiento de canales. Existían lugares cubiertos por varios AP's, cuando podían trabajar sólo con un AP.

Se pudo notar que, en ciertas zonas críticas de la ESPOL, por ejemplo, en el CIB, donde la capacidad máxima es más de 300 estudiantes solo existen dos AP's, esto hace que la red se sature rápidamente, por lo tanto, debe haber por lo menos cuatro AP's.

Según lo conversado con la Ing. Margarita Filial, encargada de administrar la infraestructura de IT de FIEC menciona que, hace más de 10 años la ESPOL no tenía tantos puntos de acceso, y es por eso que la facultad adquirió AP's para abastecer la demanda de profesores y estudiantes, como resultado hicieron su propia red inalámbrica llamada "FIEC".

También mencionó que no se ha planeado que los AP's de FIEC funcionen con la autenticación de ESPOL porque no son compatibles con la controladora actual que tiene la universidad por motivo de licencia. Este tipo de controlador es un software en donde controla todos los AP's de FIEC por medio de un portal cautivo de autenticación. Se resalta que la infraestructura de la FIEC está centralizada y que esta a su vez se une al Backbone de la ESPOL. Esta infraestructura de manera independiente hace que la red inalámbrica cuente con una mayor optimización.

Cabe señalar que la ESPOL cuenta en algunas de sus instalaciones con AP's cisco que son demasiados antiguos, el modelo es Cisco Aironet 1250 Series Access Point donde el último año de circulación fue el 31 de enero de 2012, siendo su última fecha de soporte el 31 de enero de 2017. [11] Éstos AP's requieren ser reemplazados por unos nuevos con soporte técnico actualizados, logrando así mayor optimización en la red inalámbrica, ya que los dispositivos móviles actuales trabajan con frecuencias de 5Ghz.

Las dos soluciones propuestas reflejan que se puede optimizar el uso de la red Wi-Fi en un campus universitario. La reubicación de AP's en algunos casos y la adquisición de nuevos AP's ayudarían a cubrir lugares donde no existe una señal inalámbrica. La administración centralizada a través de los WLC también nos va a ayudar a mejorar la intensidad de la señal y harán que los canales entre AP's no se solapen. Esto nos va a ayudar a tener un levantamiento completo de nuestra red inalámbrica.

## **Recomendaciones**

Dentro del análisis para la optimización de una red de datos, se recomienda separar la infraestructura de red alámbrica de la inalámbrica formando un nuevo backbone libre de cascadas y que sea sólo para el uso de las controladoras de LAN inalámbricas y los AP's.

Como estudio adicional, se incentiva al estudio del backbone actual de la ESPOL para analizar los saltos, latencia y distancia de los puntos de datos que conforman la infraestructura de red implementada.

Realizar un estudio de implementación de una red WIMAX [12] para ver si es más factible y ventajosa incorporarla o que aporte mejoras a las redes inalámbricas de la ESPOL.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] ESPOL, «ESPOL,» 2018. [En línea]. Available: <http://www.espol.edu.ec/es/nosotros/vision-y-mision>. [Último acceso: octubre 2018].
- [2] ESPOL, «Transparencia 2018,» 2018. [En línea]. Available: <http://www.espol.edu.ec/es/transparencia-2018>. [Último acceso: octubre 2018].
- [3] S. T. Académica, «Número de estudiantes activos por unidades,» Guayaquil, 2018.
- [4] S. Zhou y M. Zhao, «Distributed Wireless Communication System: A New Architecture for Future Public Wireless Access,» *IEEE Communications Magazine*, pp. 41(3), 108–113, 2003.
- [5] Network, «Backbone NETwork,» [En línea]. Available: <https://www.it.ucla.edu/services/networks-connectivity/backbone-network-connectivity>.
- [6] Netspot, «WiFi Site Survey,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.netspotapp.com/es/>.
- [7] . M. Haenggi y R. Krishna, *Interference in Large Wireless Networks, Foundations and Trends in Networking*, 2009.
- [8] Microsoft, «Products Office,» 2018. [En línea]. Available: <https://products.office.com/es/excel>.
- [9] G. LLC, «Google Earth Pro,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.google.es/earth/download/gep/agree.html>.
- [10] G. R. HIERTZ y D. DENTENEER, «IEEE 802.11S: THE WLAN MESH STANDARD,» *IEEE*, pp. 104 - 111, 2010.
- [11] CISCO, «Cisco Support,» [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/wireless/aironet-1250-series-access-point/model.html#End-of-LifeandEnd-of-SaleNotices>. [Último acceso: 28 12 2018].
- [12] Z. Ning y K. Man, *Antennas for base stations in wireless communications*, 2009.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1. Resultados de encuestas.

### Encuestas a usuarios de la ESPOL.

Se realizaron 45 encuestas a los actores establecidos: docentes, personal administrativo y estudiantes. Estas encuestas reflejaron los siguientes datos.

#### Pregunta 1:

**¿A cuál red Wi-Fi se conecta con más frecuencia?**

Se observa que la gran mayoría de los usuarios, un total de 24 encuestados, usan más la red inalámbrica cuyo SSID es "ESPOL".

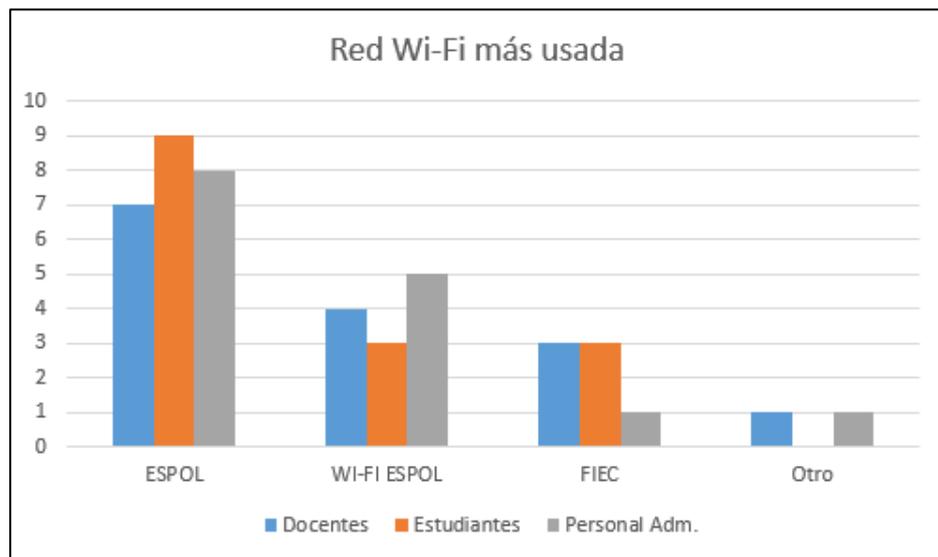
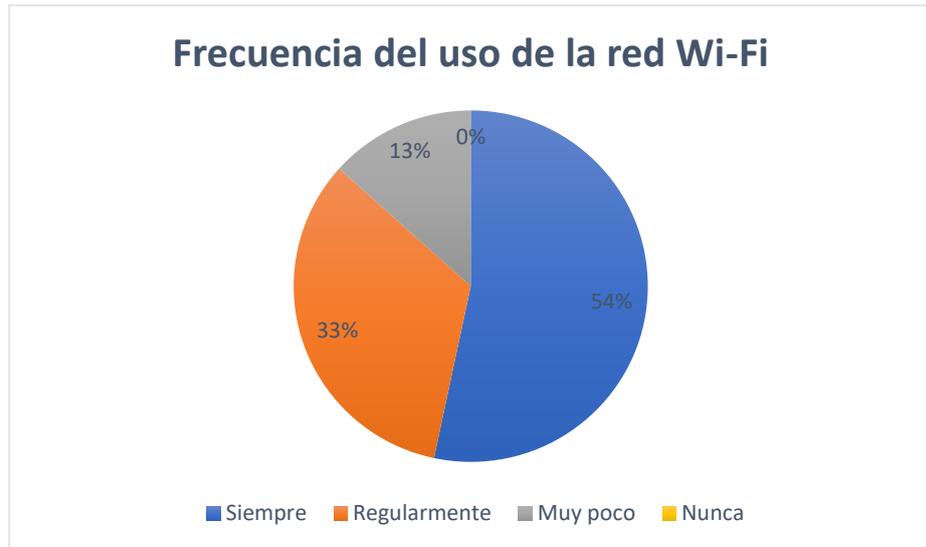


Figura A 1.0.1 Red WiFi más usada

#### Pregunta 2:

**¿Con qué frecuencia utiliza el servicio de Internet que le ofrece la ESPOL?**

De acuerdo al siguiente gráfico, un 54% de los usuarios de la ESPOL están usando siempre las redes inalámbricas, un 33% de los encuestados la usan regularmente y hay una pequeña minoría, un 13%, que la usan muy poco.

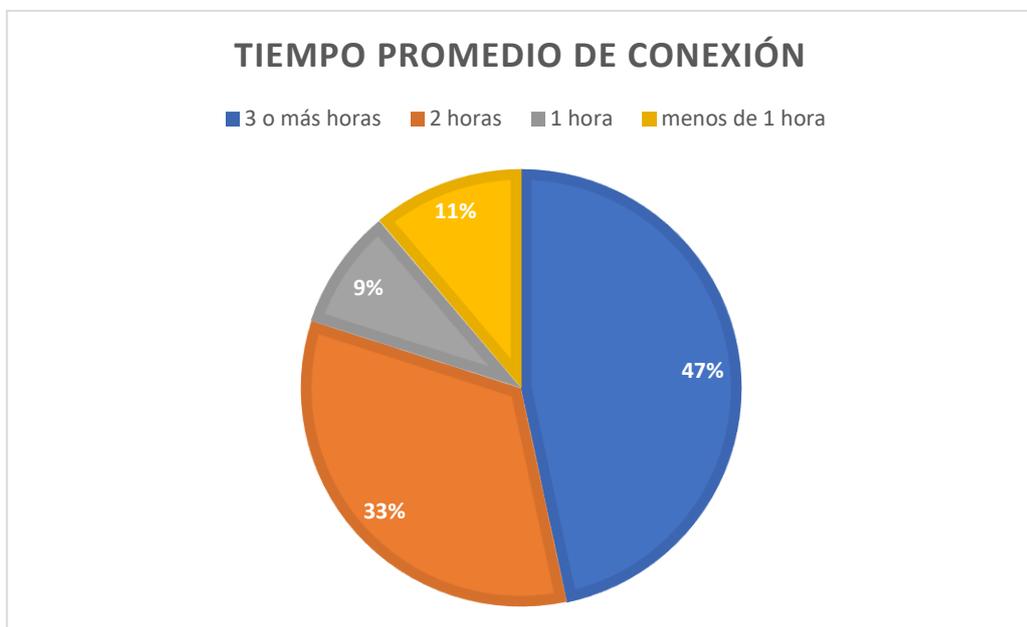


**Figura A 1.0.2 Frecuencia del uso de la red Wi-Fi**

**Pregunta 3:**

**¿Qué tiempo promedio suele estar conectado a la red inalámbrica de la ESPOL?**

Este gráfico nos muestra que la gran mayoría, un 47% de los usuarios se conecta a las redes Wi-Fi por más de 3 horas, el 33 % se conecta por 2 horas, el 11% por 1 hora y un 9% por menos de una hora.



**Figura A 1.0.3 Tiempo promedio de conexión**

**Pregunta 4:**

**¿Con qué dispositivos se conecta usualmente?**

Este gráfico nos muestra que el 69% de los usuarios utilizan sus dispositivos móviles para conectarse a las redes inalámbricas. El 26% utilizan laptops y el 5% usan su Tablet.

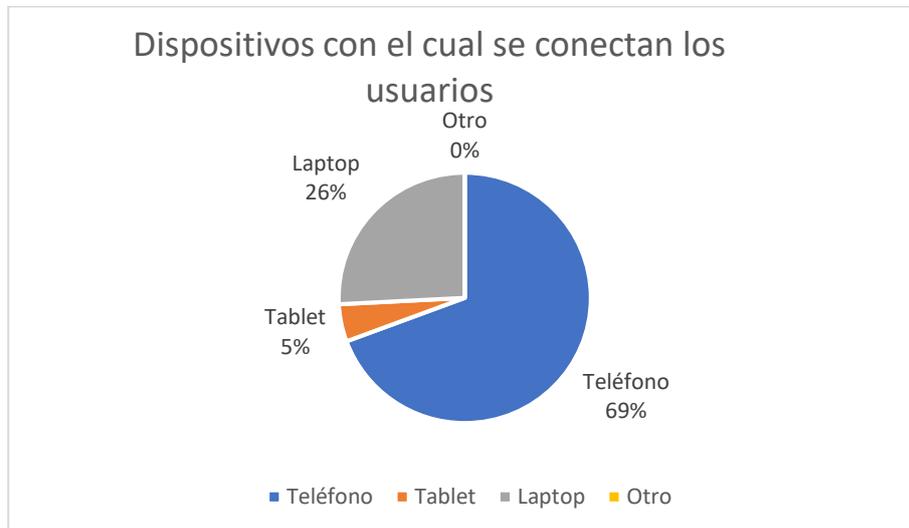


Figura A 1.0.4 Dispositivos con el que se conectan los usuarios.

**Pregunta 5:**

**¿Qué tipos de sitios web visita al hacer uso del servicio de Internet inalámbrico que ofrece la ESPOL?**

Este gráfico muestra el uso que le dan a Internet. La gran mayoría de los usuarios la utilizan para la tecnología, la investigación y las redes sociales.

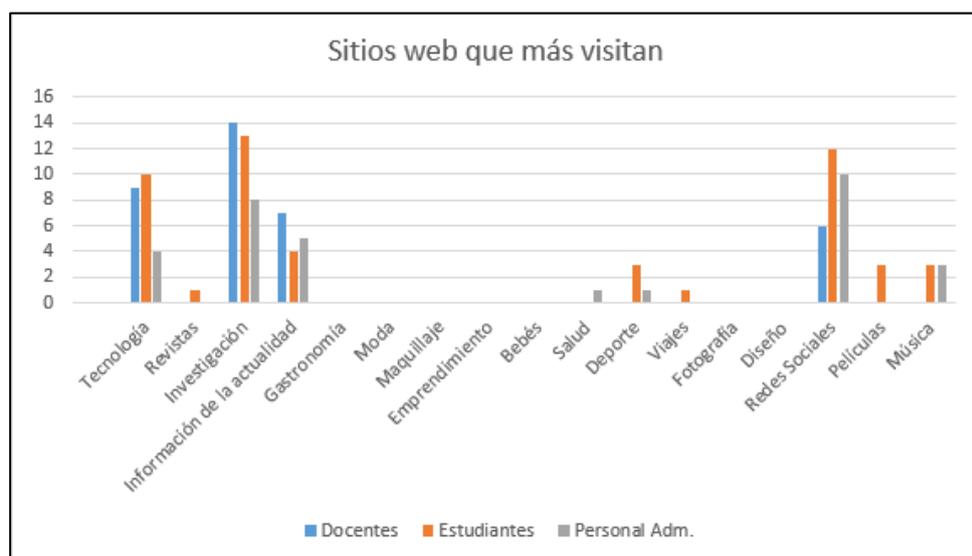


Figura A 1.0.5 Sitios web que más visitan

**Pregunta 6:**

**¿Cómo califica la navegación a Internet a través de la conexión inalámbrica que ofrece la ESPOL?**

Este gráfico nos muestra que hay muchas cosas por mejorar en las redes inalámbricas ubicadas en la ESPOL debido a que, un 44% mencionaron que es regular la navegación a Internet y un 42% mencionan que es buena.

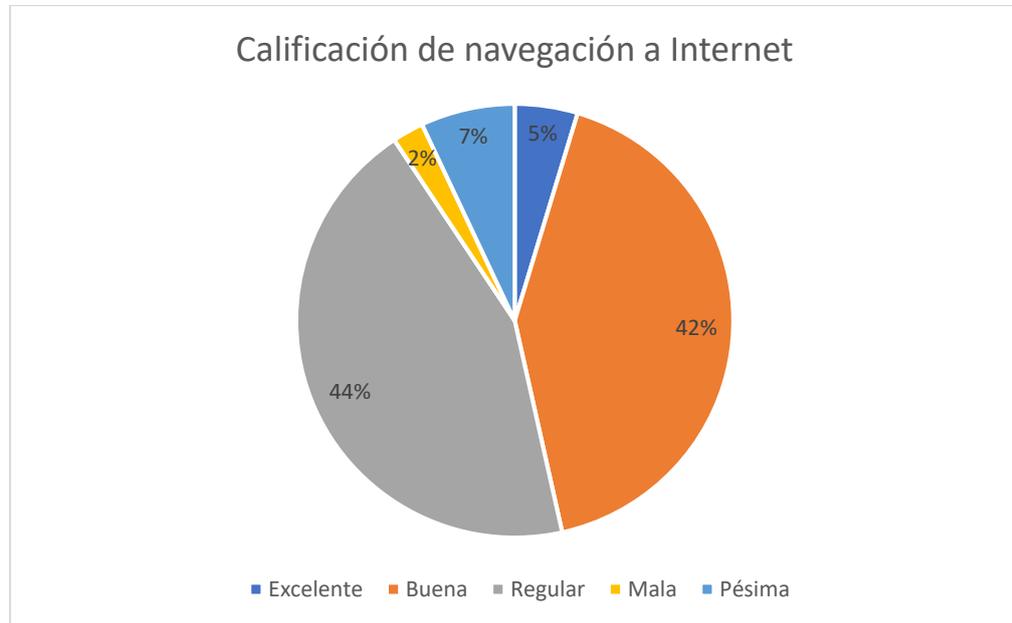


Figura A 1.0.6 Calificación de navegación a Internet

**Pregunta 7:**

**¿Cuál es su nivel de satisfacción con la cobertura de las redes inalámbricas en la ESPOL? En una escala del 0 al 5, siendo 0 la más baja y 5 la más alta.**

**Este gráfico nos da un indicio de que un 49% no están del todo satisfechos con el uso de las redes inalámbricas.**

### NIVEL DE SATISFACCIÓN CON RELACIÓN A LA COBERTURA

■ 0 ■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5

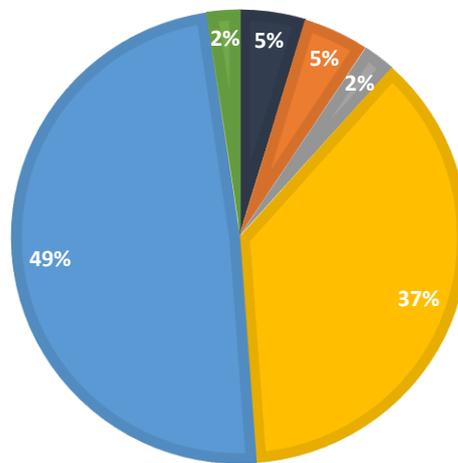


Figura A 1.0.7 Nivel de satisfacción con relación a la cobertura.

## **ANEXO 2. Resultados de entrevistas a usuarios.**

### **Materia Integradora Término II – 2018**

**Título del proyecto:** Estudio para la optimización del uso de una red WIFI en un campus universitario.

**Integrantes:** Rafael Frías y Norberto Vidal.

**Nombre:** Lic. Karen Yambay

**Rol en la ESPOL:** Profesora de Inglés

**¿Cómo ha sido su experiencia al navegar en Internet mediante el servicio de redes inalámbricas que ofrece la ESPOL?**

Ha sido un poco regular. Hay lugares que no me puedo conectar con mis dispositivos y hay otros sectores que sí se puede. Hay momentos que me sale error de conexión en mi dispositivo móvil.

**¿Por qué cree usted que se generan inconvenientes en las redes inalámbricas presentes en la universidad?**

Al parecer no hay equipos necesarios en los edificios de la universidad.

**¿Qué acciones toma cuando le urge tener una conectividad a Internet estable, pero en ese momento no lo es?**

Busco un lugar donde haya acceso a Internet. En veces, me dirijo a otras facultades. En las esquinas de las oficinas la señal a Internet es pésima.

**¿Cómo repercute este servicio a su rendimiento? Sea este académico o laboral.**

Cuando no logro conectarme a Internet he tenido la necesidad de irme a la casa para poder tener acceso a Internet.

**¿Cómo le repercute este servicio de manera emocional?**

Ansiedad al no cumplir con mis actividades a tiempo por no tener acceso a Internet.

**¿Qué mejoraría en el servicio de Internet que presta la universidad en su campus?**

Que haya accesibilidad en todos lados de la universidad. Mas dispositivos que provean Internet.

**¿Cree usted que se debería definir el uso de Internet de acuerdo al rol de cada persona en la universidad? ¿Por qué?**

Sí, porque así se trabajaría sin ningún problema.

## **Materia Integradora Término II – 2018**

**Título del proyecto:** Estudio para la optimización del uso de una red WIFI en un campus universitario.

**Integrantes:** Rafael Frías y Norberto Vidal.

**Nombre:** Shirley Bazurto

**Rol en la ESPOL:** Asistente ejecutiva.

**¿Cómo ha sido su experiencia al navegar en Internet mediante el servicio de redes inalámbricas que ofrece la ESPOL?**

Ha sido buena, pero en ciertos sectores como en los comedores no hay señal.

**¿Por qué cree usted que se generan inconvenientes en las redes inalámbricas presentes en la universidad?**

Cantidad excesiva de muchos estudiantes.

**¿Qué acciones toma cuando le urge tener una conectividad a Internet estable, pero en ese momento no lo es?**

Activo los datos móviles para tener un buen acceso a Internet.

**¿Cómo repercute este servicio a su rendimiento? Sea este académico o laboral.**

No lograr enviar mensajes y correos electrónicos a tiempo.

**¿Cómo le repercute este servicio de manera emocional?**

Frustración al tener que esperar a que se conecte mis dispositivos. A veces la espera es por muchos minutos.

**¿Qué mejoraría en el servicio de Internet que presta la universidad en su campus?**

Que haya más cobertura en todo el campus universitario.

**¿Cree usted que se debería definir el uso de Internet de acuerdo al rol de cada persona en la universidad? ¿Por qué?**

Por supuesto, porque así se da prioridades. Teniendo los profesores más requerimientos, por ende, debe tener una alta prioridad.

## **Materia Integradora Término II – 2018**

**Título del proyecto:** Estudio para la optimización del uso de una red WIFI en un campus universitario.

**Integrantes:** Rafael Frías y Norberto Vidal.

**Nombre:** Nelson Tubay

**Rol en la ESPOL:** Estudiante de FIEC

**¿Cómo ha sido su experiencia al navegar en Internet mediante el servicio de redes inalámbricas que ofrece la ESPOL?**

La señal es buena dependiendo del sector donde me encuentre. Y cuando lo es, descargo programas como Matlab.

**¿Por qué cree usted que se generan inconvenientes en las redes inalámbricas presentes en la universidad?**

Por la falta de cobertura, o saturación por los muchos estudiantes que hay en la universidad.

**¿Qué acciones toma cuando le urge tener una conectividad a Internet estable, pero en ese momento no lo es?**

Voy a los laboratorios de las facultades o activo mis datos móviles.

**¿Cómo repercute este servicio a su rendimiento? Sea este académico o laboral.**

Es de mucha utilidad. Necesito los programas porque si no lo descargo aquí no hay otro lugar más ya que estos programas pesan mucho.

**¿Cómo le repercute este servicio de manera emocional?**

Me da preocupación cada vez que me quiero conectar a redes que no permitan navegar a Internet.

**¿Qué mejoraría en el servicio de Internet que presta la universidad en su campus?**

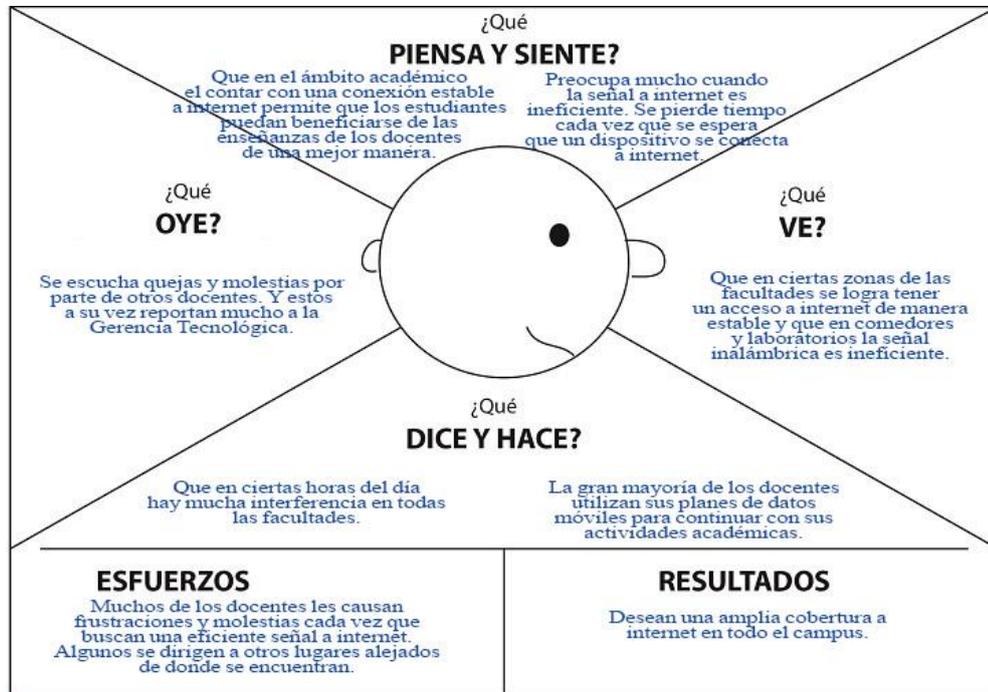
Debería mejorarse la cobertura en la biblioteca, ya que ahí es un punto crítico por la cantidad de estudiantes.

**¿Cree usted que se debería definir el uso de Internet de acuerdo al rol de cada persona en la universidad? ¿Por qué?**

No tengo problemas con eso. Debe haber conexión por igual.

## ANEXO 3. Mapa de empatía de los actores claves.

### Docentes



Docentes

Herramienta diseñada por XPLANE

Figura A 3.1 Mapa de empatía de los docentes.

### Estudiantes

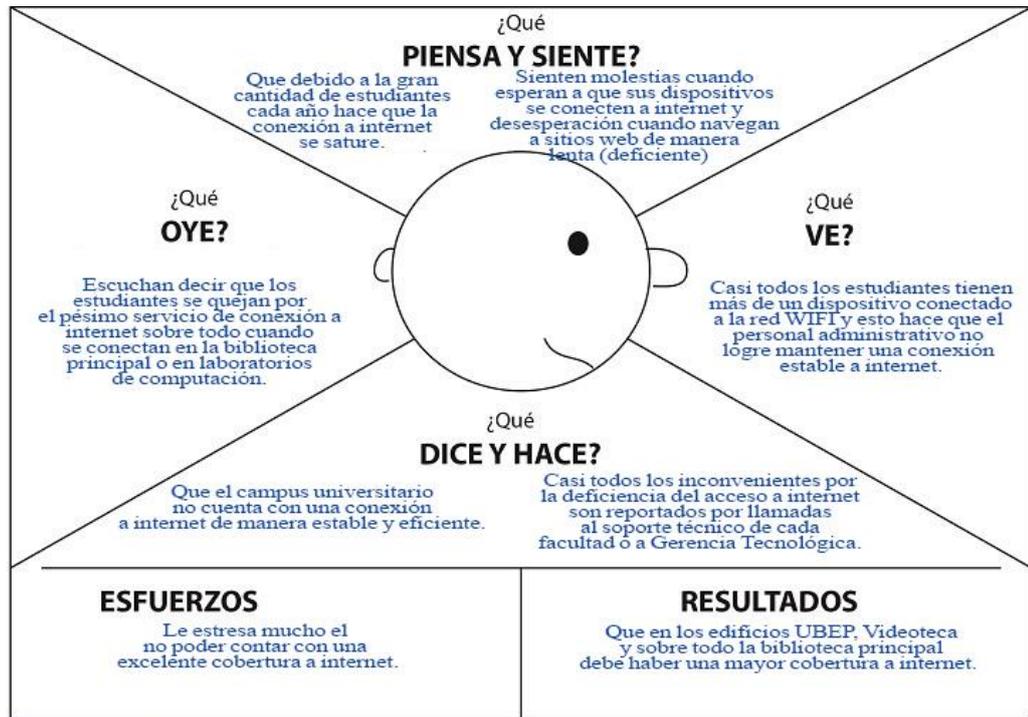


Estudiantes

Herramienta diseñada por XPLANE

Figura A 3.2 Mapa de empatía de los estudiantes.

## Personal administrativo



Personal Administrativo

Herramienta diseñada por XPLANE

Figura A 3.3 Mapa de empatía del Personal administrativo.

## ANEXO 4. Análisis de punto de vista – Identificar Insights

POINT OF VIEW				
USUARIO	+	NECESIDAD	+	INSIGHT
Luis Muñoz estudiante de FCNM	NECESITA	Transitar de una facultad a otra sin perder la conexión a Internet.	PORQUE	Debe tener una comunicación permanente mediante la tecnología en cualquier ubicación que se encuentre.
Luis Muñoz estudiante de FCNM	NECESITA	Navegar en Internet sin lentitud.	PORQUE	Debe descargar programas y utilidades que le permiten investigar, desarrollar e implementar proyectos académicos.
Luis Muñoz estudiante de FCNM	NECESITA	Un nivel alto de intensidad de la señal <u>Wi-Fi</u> dentro de las aulas y los pasillos.	PORQUE	Debe enviar proyectos, avances y tareas a través de las plataformas académicas.

Figura A 4.0.8 Point of View.

## **ANEXO 5. Brainstorming**

- Crear una maqueta con la cobertura de las redes inalámbricas existentes.
- Colocar letreros en cada facultad con las redes inalámbricas disponibles.
- Implementar una aplicación en la que se muestre las redes inalámbricas disponibles de acuerdo con su ubicación.
- Crear un sitio web en la que se muestre las redes inalámbricas disponibles de acuerdo con su ubicación.
- Colocar un mapa de las redes inalámbricas ubicadas en el campus universitario al inicio de cada facultad.
- Reproducir comerciales en los auditorios antes de que comiencen las conferencias.
- Pegar letreros en los baños de las facultades sobre las redes inalámbricas disponibles.
- Establecer políticas de calidad de servicio en la distribución del ancho de banda.
- Colocar nuevos AP's en los lugares que se considere necesarios.
- Limitar el alquiler de direcciones IP en cada Access Point.
- Establecer políticas de prioridad de conexión de acuerdo al rol de cada usuario.
- Anunciar en las redes sociales las redes inalámbricas disponibles en cada facultad.
- Envío de correos electrónicos con un listado de las redes inalámbricas agrupadas de acuerdo a su ubicación.
- Reproducir videos acerca de las redes inalámbricas disponibles en la universidad en los televisores de las facultades.
- Poner anuncios en los comedores acerca de las redes inalámbricas disponibles en cada facultad.
- Alertar al usuario si el número de conexiones es alto en un determinado AP a través de un mensaje.
- Adquirir AP's con doble entrada WAN para propagar dos SSID, una para estudiantes y otra para docentes y personal administrativo. Incluye la configuración.
- Invertir en AP's con mayor potencia de cobertura. Incluye la configuración.
- Reubicar los AP's que interfieren con otros al estar en el mismo sitio.
- Programar eventos con las asociaciones de cada facultad para dar a conocer las redes inalámbricas y el manejo de la misma.

- Hacer una animación en 3D de todo el campus universitario donde estará ubicada la cobertura inalámbrica que cuenta la ESPOL la misma que será reproducida en la Terminal de buses de la universidad.
- Cambiar los AP's obsoletos por unos nuevos. Incluye la configuración.
- Rediseñar el diagrama lógico de los AP's ubicados en todo el campus universitario.
- Colocar carteles en los gimnasios de las redes inalámbricas disponibles en la universidad.
- Añadir al plano arquitectónico de la universidad la ubicación de los AP's.
- Redefinir el direccionamiento IP para cada AP.
- Realizar un inventario de todo el equipamiento inalámbrico que posee la universidad.
- Realizar un mapa de calor para referenciar la cobertura de cada AP.
- Verificar que el equipamiento inalámbrico opere en las bandas de 2.4 Ghz y 5 Ghz y de no ser así, invertir en estos equipos.
- Actualizar el firmware de cada AP.
- Invertir en repetidores Wi-Fi para tener mayor alcance.
- Hacer un mapa de los factores externos que dificultan la señal que brinda los AP's.
- Implementar un software que permita monitorear el ancho de banda de cada AP.
- Implementar un hardware de bajo costo que permita ver las interferencias que tiene cada AP.
- Crear un plan de mantenimiento preventivos de los AP's.
- Alquilar dispositivos que ya tengan configurada la conexión inalámbrica con una dirección estática.
- Entregar individuales sobre los charoles que sirven en los comedores promocionando las redes inalámbricas disponibles en la ubicación que se encuentren.
- Distribuir hojas volantes en las paradas de buses con la información de las redes inalámbricas disponible en cada facultad.
- Aumentar el ancho de banda contratado al ISP.
- Cambiar los canales de frecuencia usados para la transmisión de la señal.

# ANEXO 6. Matriz Importancia – Dificultad

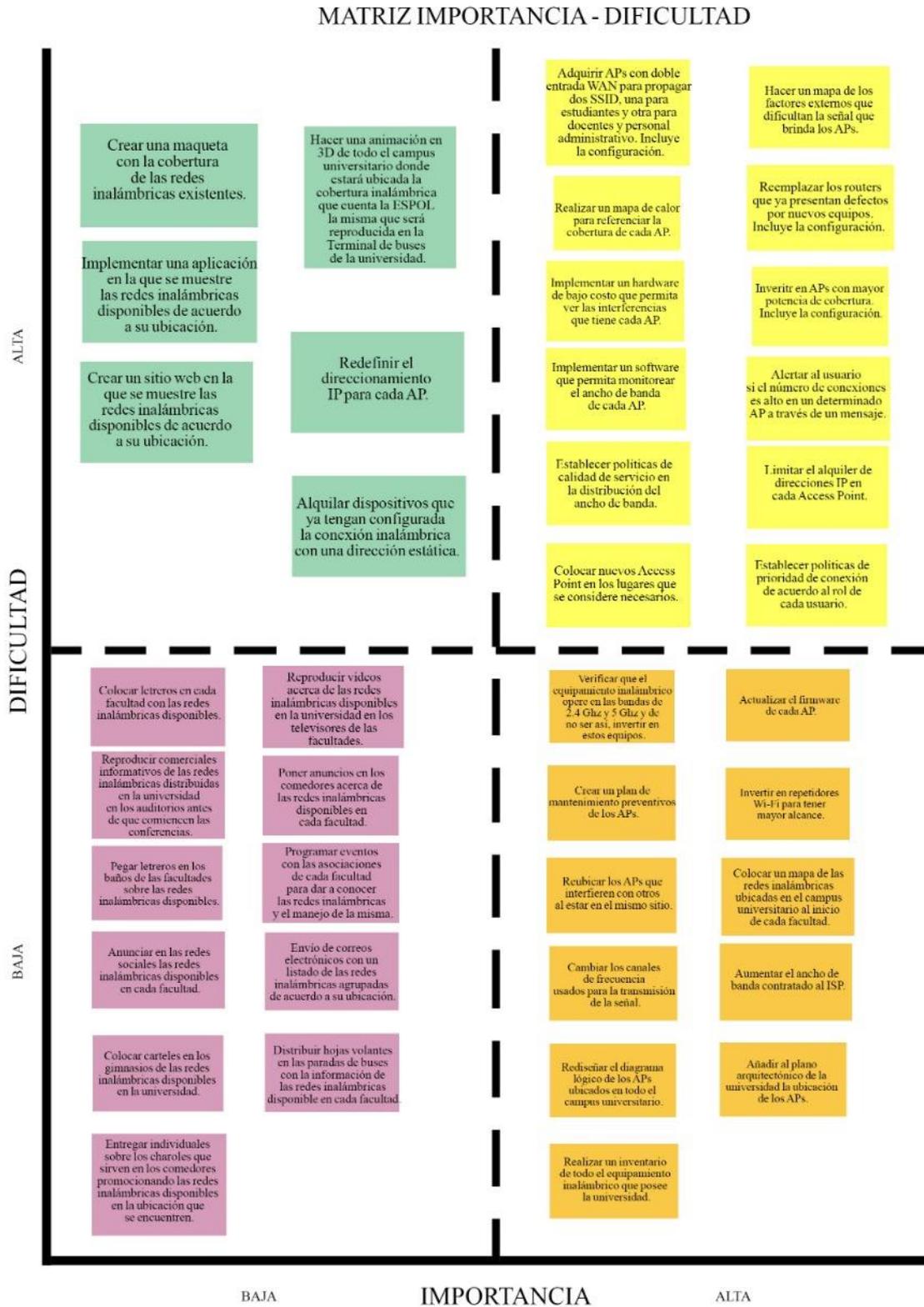


Figura A 6.1 Matriz Importancia - Dificultad

## ANEXO 7: RECOPIACIÓN DE DATOS DE LOS AP'S

Tabla 0.1 Recopilación de datos de los AP's de CELEX

SSID	MAC	BANDA	CANAL	ANCHO DE BANDA	MARCA	SEGURIDAD	MODO
ESPOL	00:21:D8:49:09:80	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
ESPOL	00:3A:9A:93:A3:50	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:2A:20	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wireless	00:59:DC:8B:2A:21	2,4	1	20	CISCO	OPEN	N
eduroam	00:59:DC:8B:2A:22	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:2C:A0	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wireless	00:59:DC:8B:2C:A1	2,4	11	20	CISCO	OPEN	N
eduroam	00:59:DC:8B:2C:A2	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	00:B0:E1:A3:22:C0	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Visitantes	00:B0:E1:A3:22:C1	2,4	1	20	CISCO	OPEN	N
ESPOL-Visitantes	00:B0:E1:A3:D0:01	2,4	6	20	CISCO	OPEN	N
ESPOL-Wifi	0C:68:03:03:36:80	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	0C:68:03:03:36:82	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	0C:68:03:CB:20:A0	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	0C:68:03:CB:20:A1	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	0C:68:03:CB:20:D0	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	0C:68:03:CB:20:D1	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	0C:F5:A4:36:1E:20	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wireless	0C:F5:A4:36:1E:21	2,4	6	20	CISCO	OPEN	N
eduroam	0C:F5:A4:36:1E:22	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
iche	24:A4:3C:40:AC:D1	5	124	20	UBIQUITI	OPEN	N
ESPOL-Wifi	2C:3E:CF:A1:E3:20	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Visitantes	2C:3E:CF:A1:E3:21	2,4	1	20	CISCO	OPEN	N
eduroam	2C:3E:CF:A1:E3:22	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	2C:3E:CF:A1:E3:2D	5	40	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Visitantes	2C:3E:CF:A1:E3:2E	5	40	20	CISCO	OPEN	N
ESPOL-Wifi	2C:3E:CF:A1:E3:2F	5	40	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	38:1C:1A:C5:BB:80	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N

ESPOL-Wireless	38:1C:1A:C5:BB:81	2,4	6	20	CISCO	OPEN	N
eduroam	38:1C:1A:C5:BB:82	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	7C:95:F3:F1:5F:71	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL	7C:95:F3:F1:73:60	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
ESPOL-Wireless	7C:95:F3:F1:73:61	2,4	11	20	CISCO	OPEN	N
ESPOL-Wireless	7C:95:F3:F1:73:6E	5	157	20	CISCO	OPEN	N
ESPOL	7C:95:F3:F1:73:6F	5	157	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
ESPOL-TELCONET	8C:0C:90:36:14:68	2,4	6	20	RUCKUS	OPEN	AC
ESPOL-Wifi	B0:00:B4:65:0C:90	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Visitantes	B0:00:B4:65:0C:91	2,4	11	20	CISCO	OPEN	N
eduroam	B0:00:B4:65:0C:92	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL	B8:62:1F:78:25:B0	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
Sistemas-WIFI	B8:A3:86:49:E9:9A	2,4	2	20	D-LINK	WPA2 PERSONAL	N
ESPOL-Wifi	C4:B9:CD:FD:A2:E0	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Visitantes	C4:B9:CD:FD:A2:E1	2,4	1	20	CISCO	OPEN	N
Coordinacion CELEX	E8:94:F6:4A:7A:FE	2,4	1 + 1	40	TP-LINK	WPA2 PERSONAL	N
ESPOL-TELCONET	EC:8C:A2:29:EC:48	5	11	20	RUCKUS	OPEN	AC
ESPOL-TELCONET	EC:8C:A2:29:EC:4C	2,4	40	40	RUCKUS	OPEN	AC

**Tabla 0.2 Recopilación de datos de los AP's de EDCOM**

SSID	MAC	BANDA	CANAL	ANCHO DE BANDA	MARCA	SEGURIDAD	MODO
ESPOL	00:21:D8:C1:02:F0	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
CONAH-SALA	00:22:75:CE:D7:22	2,4	11 - 1	40	BELKIN	WPA2 PERSONAL	N
CEMA-Wifi	00:26:5A:F5:B3:10	2,4	2	20	D-Link	WPA2 PERSONAL	N
eduroam	00:38:DF:2B:18:81	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	00:38:DF:2B:1C:01	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	00:38:DF:2B:1C:80	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	00:38:DF:2B:36:E1	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	00:38:DF:2B:38:00	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	00:38:DF:2B:38:01	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N

ESPOL	00:3A:98:EA:1F:30	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:0E:20	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	00:59:DC:8B:0E:21	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:26:40	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	00:59:DC:8B:26:41	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:29:00	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	00:59:DC:8B:29:01	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	00:B0:E1:A3:CD:60	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	00:B0:E1:A3:CD:61	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	0C:68:03:03:69:E0	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	0C:68:03:03:69:E1	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	2C:3E:CF:A1:E1:F0	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	2C:3E:CF:A1:E1:F1	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	2C:3E:CF:A1:E2:10	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	2C:3E:CF:A1:E2:11	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	2C:3E:CF:A1:E5:81	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	2C:3E:CF:A1:E6:30	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	2C:3E:CF:A1:E6:31	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	2C:3E:CF:A1:E6:3E	5	149	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	2C:3E:CF:A1:E6:3F	5	149	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
CONAH- CCTV	4C:5E:0C:D1:23:19	5	36	20	MICROTIK	WPA2 PERSONAL	N
CONAH- CCTV	4C:5E:0C:D1:23:1F	5	36	20	MICROTIK	WPA2 PERSONAL	N
ESPOL-Wifi	B0:00:B4:65:04:50	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	B0:00:B4:65:04:51	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	B0:00:B4:65:0C:70	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	B0:00:B4:65:10:00	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	B0:00:B4:65:10:01	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	B0:00:B4:65:10:0E	5	40	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	B0:00:B4:65:10:0F	5	40	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	B0:00:B4:65:11:41	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	B0:00:B4:65:11:50	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N

eduroam	B0:00:B4:65:11:51	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	B0:00:B4:65:11:D1	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	B0:00:B4:65:12:20	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	B0:00:B4:65:12:21	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	B0:00:B4:65:13:00	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	B0:00:B4:65:13:01	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ANIFONIX	C0:25:67:21:03:54	2,4	6 - 1	40	NEXXT	WPA2 PERSONAL	N
EdcomAdmin	CC:B2:55:D0:31:DD	2,4	1	20	D-Link	WPA2 PERSONAL	N

**Tabla 0.3 Recopilación de datos de los AP's de FICT**

SSID	MAC	BAND A	CANA L	ANCH O DE BAND A	MARCA	SEGURIDAD	MOD O
ESPOL-Wifi	2C:3E:CF:A1:A6:40	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	AC
eduroam	2C:3E:CF:A1:A6:41	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	AC
eduroam	2C:3E:CF:A1:A6:4E	5	161	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	AC
ESPOL-Wifi	2C:3E:CF:A1:A6:4F	5	161	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	AC
ESPOL- TELCONET	8C:0C:90:34:30:A8	2,4	11	20	RUCKU S	OPEN	N
FICT_ INALAMBRIC A	A0:AB:1B:86:28:8C	2,4	6 - 1	40	D-LINK	WPA2 PERSONAL	N
eduroam	B0:00:B4:65:0C:70	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	AC
ESPOL-Wifi	B0:00:B4:65:0C:71	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	AC
ESPOL-Wifi	B0:00:B4:65:0C:7E	5	36	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	AC
eduroam	B0:00:B4:65:0C:7F	5	36	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	AC
eduroam	C4:B9:CD:FF:64:00	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	AC
ESPOL-Wifi	C4:B9:CD:FF:64:01	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	AC
eduroam	C4:B9:CD:FF:64:20	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	AC

ESPOL-Wifi	C4:B9:CD:FF:64:21	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	AC
ESPOL-Wifi	C4:B9:CD:FF:64:2E	5	36	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	AC
eduroam	C4:B9:CD:FF:64:2F	5	36	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	AC
ESPOL	C8:9C:1D:AA:BB:30	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	G
ESPOL- SENSORES	C8:BE:19:58:31:10	2,4	6	20	D-LINK	WPA2 PERSONAL	N
FICT-CEDIA	E8:94:F6:87:CD:AA	2,4	11 - 1	40	TP-LINK	WPA2 PERSONAL	N
SPE-ESPOL	EC:08:6B:C3:41:C0	2,4	4 + 1	40	TP-LINK	WPA2 PERSONAL	N
FICT_JC	EC:22:80:F3:FC:66	2,4	1	20	D-LINK	WPA2 PERSONAL	N
ESPOL- TELCONET	EC:8C:A2:29:F9:D8	2,4	6	20	RUCKU S	OPEN	N
Nemesis	F8:D1:11:8B:8E:AE	2,4	6 - 1	40	TP-LINK	WPA2 PERSONAL	N
GTSI- Visitantes	FC:5B:39:AD:AC:B 1	2,4	11	20	CISCO	OPEN	N
eduroam	FC:5B:39:AD:AC:B 2	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	AC
ESPOL-Wifi	FC:5B:39:AD:AC:B 3	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	AC

**Tabla 0.4 Recopilación de datos de los AP's de FIMCBOR.**

SSID	MAC	BANDA	CANA L	ANCHO DE BANDA	MARC A	SEGURIDAD	MOD O
ESPOL-Wifi	00:38:DF:2B:18:80	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:38:DF:2B:18:81	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:38:DF:2B:18:8E	5	64	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:38:DF:2B:18:8F	5	64	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:38:DF:2B:24:C0	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:38:DF:2B:24:C1	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:38:DF:2B:37:A0	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:38:DF:2B:37:A0	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:38:DF:2B:37:A1	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:38:DF:2B:37:A1	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:38:DF:2B:37:AE	5	48	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:38:DF:2B:37:AF	5	48	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC

ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:24:80	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL- Visitantes	00:59:DC:8B:24:81	2,4	1	20	CISCO	OPEN	AC
eduroam	00:59:DC:8B:24:82	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:24:8D	5	40	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL- Visitantes	00:59:DC:8B:24:8E	5	40	20	CISCO	OPEN	AC
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:24:8F	5	40	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:25:40	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:25:41	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	0C:68:03:DC:9C:40	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	0C:68:03:DC:9C:40	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:DC:9C:41	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:DC:9C:41	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	0C:68:03:DC:D3:10	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL- Wireless	0C:68:03:DC:D3:11	2,4	6	20	CISCO	OPEN	N
ESPOL- Wireless	0C:68:03:DC:D3:1E	5	36	20	CISCO	OPEN	N
ESPOL-Wifi	0C:68:03:DC:D3:1F	5	36	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
Ictiología	7C:D1:C3:CD:C7:E A	2,4	11	20	APPLE	WPA2 PERSONAL	N
FIMCBOR16	90:8D:78:A1:FF:D4	2,4	10 - 1	20	D-LINK	WPA2 PERSONAL	N
FIMCBOR_0 03	94:10:3E:C7:42:3F	2,4	1	20	BELKIN	WPA2 PERSONAL	N
FIMCBOR_0 11	94:10:3E:C7:42:43	2,4	1	20	BELKIN	WPA2 PERSONAL	N
FIMCBOR_1 0	94:10:3E:C7:42:45	2,4	1	20	BELKIN	WPA2 PERSONAL	N
FIMCBOR4	94:10:3E:C7:44:4B	2,4	1	20	BELKIN	WPA2 PERSONAL	N
ESPOL-Wifi	B0:00:B4:65:0E:E0	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	B0:00:B4:65:0E:E1	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
FIMCBOR01 3	C0:C1:C0:0C:1C:E F	2,4	11	20	CISCO- LINKSY S	WPA2 PERSONAL	N
CONSEJO- WIFI	FC:5B:39:E5:5E:A1	2,4	1	20	CISCO	OPEN	N

**Tabla 0.5 Recopilación de datos de los AP's de RECTORADO.**

SSID	MAC	BANDA	CANAL	ANCHO DE BANDA	MARCA	SEGURIDAD	MODO
ESPOL	00:21:D8:C0:FF:10	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G

Vinculos-ESPOL	00:23:69:8C:11:12	2,4	6	20	CISCO-LINKSYS	WPA2 PERSONAL	G
eduroam	00:38:DF:2B:24:C0	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:38:DF:2B:24:C1	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:38:DF:2B:24:CE	5	149	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:38:DF:2B:24:CF	5	149	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:38:DF:2B:38:00	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:38:DF:2B:38:01	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
Garita-Wifi	0C:68:03:CB:3D:70	2,4	11	20	CISCO	WPA2 PERSONAL	N
ESPOL-Wifi	0C:68:03:CB:3D:71	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	7C:95:F3:97:13:20	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	7C:95:F3:97:13:21	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	7C:95:F3:97:19:60	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	7C:95:F3:97:19:61	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	B0:00:B4:65:0D:30	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	DC:A5:F4:9D:EE:00	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	F4:1F:C2:22:2E:A0	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	FC:5B:39:70:32:C0	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	FC:5B:39:E5:5E:A0	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
CONSEJO-WIFI	FC:5B:39:E5:5E:A1	2,4	1	20	CISCO	OPEN	AC
CONSEJO-WIFI	FC:5B:39:E5:5E:AE	5	48	80	CISCO	OPEN	AC
ESPOL-Wifi	FC:5B:39:E5:5E:AF	5	48	80	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC

**Tabla 0.6 Recopilación de datos de los AP's de CIB.**

SSID	MAC	BANDA	CANAL	ANCHO DE BANDA	MARCA	SEGURIDAD	MODO
ESPOL	00:21:D8:49:0B:60	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
ESPOL	00:21:D8:49:0B:6F	5	40	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
APESPOL	00:23:5E:AE:FE:40	2,4	10	20	CISCO	WPA2 PERSONAL	N
ESPOL	00:23:5E:AE:FE:41	2,4	10	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	00:59:DC:8B:28:60	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:28:61	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N

eduroam	0C:68:03:1D:17:60	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL- Wifi	0C:68:03:1D:17:61	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL- Wifi	FC:5B:39:38:8D:30	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	FC:5B:39:38:8D:31	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	FC:5B:39:38:8D:3E	5	52	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL- Wifi	FC:5B:39:38:8D:3F	5	52	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL- Wifi	FC:5B:39:AD:AF:00	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	FC:5B:39:AD:AF:01	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	FC:5B:39:AD:AF:0E	5	64	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL- Wifi	FC:5B:39:AD:AF:0F	5	64	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC

**Tabla 0.7 Recopilación de datos de los AP's de FCSH.**

SSID	MAC	BANDA	CANAL	ANCHO DE BANDA	MARCA	SEGURIDAD	MODO
ESPOL- Cafeteria	00:21:91:7B:E1:FF	2,4	1	20	D-LINK	WPA2 PERSONAL	G
ESPOL	00:21:D8:92:84:70	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
ESPOL	00:21:D8:C1:13:B0	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
ESPOL	00:3A:9A:93:A3:50	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:06:20	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:06:21	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:0C:00	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:0C:01	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:0C:0E	5	161	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:0C:0F	5	161	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:2B:00	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	00:59:DC:8B:2B:01	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL- Wireless	00:59:DC:8B:2C:A1	2,4	11	20	CISCO	OPEN	N
ESPOL-Wifi	0C:68:03:03:36:80	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL- Visitantes	0C:68:03:03:36:81	2,4	1	20	CISCO	OPEN	N
eduroam	0C:68:03:03:36:82	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	0C:68:03:1D:48:E0	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:1D:48:E1	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC

ESPOL-Wifi	0C:68:03:CB:10:71	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	0C:68:03:CB:20:A0	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	0C:68:03:CB:20:A1	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
Profesor	1C:7E:E5:89:F6:FA	2,4	5 + 1	40	D-LINK	WPA2 PERSONAL	N
ESPOL-Wifi	2C:3E:CF:A1:DA:E0	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	2C:3E:CF:A1:DA:E1	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	2C:3E:CF:A1:E2:70	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	2C:3E:CF:A1:E2:71	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL- Visitantes	2C:3E:CF:A1:E3:21	2,4	1	20	CISCO	OPEN	N
eduroam	2C:3E:CF:A1:E3:22	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL- TELCONET	58:93:96:25:CA:58	2,4	1	20	RUCKUS	OPEN	AC
SimuLab	6C:19:8F:BD:81:F4	2,4	1	20	D-LINK	WPA2 PERSONAL	N
ESPOL- TELCONET	8C:0C:90:36:14:68	2,4	6	20	RUCKUS	OPEN	AC
ESPOL-Wifi	A0:EC:F9:11:A7:00	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	A0:EC:F9:11:A8:A0	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	A0:EC:F9:73:58:80	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	A0:EC:F9:73:5A:10	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	A0:EC:F9:73:5B:90	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	A0:EC:F9:73:5D:90	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	A0:EC:F9:9F:EF:40	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
RAPFISICA	B0:4E:26:92:C5:92	2,4	7 - 1	40	TP-LINK	WPA2 PERSONAL	N
ESPOL- Wireless	B8:62:1F:78:25:B1	2,4	1	20	CISCO	OPEN	N
Fisica_Aula103	E8:94:F6:33:B9:90	2,4	8 - 1	40	TP-LINK	WPA2 PERSONAL	N
ESPOL- TELCONET	EC:8C:A2:29:EC:48	2,4	11	20	RUCKUS	OPEN	AC
ESPOL- TELCONET	EC:8C:A2:29:EC:4C	5	40	40	RUCKUS	OPEN	AC

**Tabla 0.8 Recopilación de datos de los AP's de FIEC.**

SSID	MAC	BANDA	CANAL	ANCHO DE BANDA	MARCA	SEGURIDAD	MODO
FIEC	00:07:7D:14:CE:21	2,4	6	20	CISCO	OPEN	N
FIEC	00:11:88:6A:43:60	2,4	11	20	Enterasys	OPEN	N
FIEC- WIRELESS	00:11:88:6A:43:63	2,4	11	20	Enterasys	OPEN	N
FIEC	00:11:88:6A:CE:60	2,4	6	20	Enterasys	OPEN	N

FIEC-WIRELESS	00:11:88:6A:CE:62	2,4	6	20	Enterasys	OPEN	N
FIEC	00:11:88:A1:05:60	2,4	6	20	Enterasys	OPEN	N
FIEC-WIFI	00:11:88:A1:05:61	2,4	6	20	Enterasys	WPA2 ENTERPRISE	N
FIEC-WIRELESS	00:11:88:A1:05:62	2,4	6	20	Enterasys	OPEN	N
FIEC	00:11:88:BE:6C:50	2,4	6	20	Enterasys	OPEN	N
FIEC-WIRELESS	00:11:88:BE:6C:51	2,4	6	20	Enterasys	OPEN	N
iotirni19	00:14:D1:44:05:38	2,4	6	20	TRENDnet	WPA2 PERSONAL	G
Espolpirt	00:15:6D:B6:CD:5F	5	128	20	UBIQUITI	WPA2 PERSONAL	A
FIEC-CVR	00:1D:7E:F8:21:C2	2,4	11	20	Cisco- Linksys	WPA2 PERSONAL	G
FIEC	00:21:27:F2:32:53	2,4	6	20	TP-LINK	OPEN	N
ESPOL	00:21:D8:92:7D:80	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
ESPOL	00:21:D8:92:82:30	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
ESPOL	00:21:D8:C1:0F:00	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
ESPOL	00:21:D8:C1:10:70	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
ESPOL	00:21:D8:C1:13:80	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
ESPOL	00:23:5E:79:F3:10	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	G
FIEC	00:23:CD:F3:72:6C	2,4	6	20	TP-LINK	OPEN	G
FIEC	00:23:CD:F9:0E:13	2,4	6	20	TP-LINK	OPEN	G
GUAIFAI	00:25:86:CD:3D:DC	2,4	7	20	TP-LINK	WPA2 PERSONAL	G
ESPOL-Wifi	00:38:DF:2B:28:60	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	00:38:DF:2B:28:61	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	00:59:DC:8B:00:40	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:00:41	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:1B:61	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:1B:6E	5	149	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:1D:80	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	00:59:DC:8B:1D:81	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:23:60	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:25:20	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:25:21	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:25:2E	5	60	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:25:2F	5	60	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:26:21	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC

eduroam	00:59:DC:8B:26:2E	5	161	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:2C:40	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:2C:41	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:2C:4E	5	161	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:B0:E1:A3:D3:60	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:B0:E1:A3:D3:61	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:B0:E1:A3:D3:6E	5	149	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:B0:E1:A3:D3:6F	5	149	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
FIEC- WIRELESS	06:07:7D:14:CE:21	2,4	6	20		OPEN	N
eduroam	0C:68:03:03:51:A1	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:03:51:AE	5	36	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:03:51:B1	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:1D:04:61	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:1D:4B:D2	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:DC:B9:61	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	0C:68:03:DC:D2:E0	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	0C:68:03:DC:D2:E1	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	0C:68:03:DC:D6:A0	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:DC:D6:A1	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:DC:D6:AE	5	36	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
Aseplas	0C:80:63:29:44:88	2,4	2 + 1	40	TP-LINK	WPA2 PERSONAL	N
ioet-staff	20:A6:CD:EC:FD:A0	2,4	11	20	HEWLETT	WPA2 PERSONAL	N
ESPOL-Wifi	2C:3E:CF:A1:A6:40	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	2C:3E:CF:A1:A6:41	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	2C:3E:CF:A1:A6:4E	5	161	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	2C:3E:CF:A1:A6:4F	5	161	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	2C:3E:CF:A1:D7:01	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	2C:3E:CF:A1:D7:0E	5	36	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	2C:3E:CF:A1:E7:D0	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	2C:3E:CF:A1:E7:D1	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	2C:3E:CF:A1:E7:DE	5	149	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC

ESPOL-Wifi	2C:3E:CF:A1:E8:00	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	2C:3E:CF:A1:E8:01	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	2C:3E:CF:A1:E8:0E	5	48	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	2C:3E:CF:A1:E8:0F	5	48	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	2C:3E:CF:A1:E8:D0	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	2C:3E:CF:A1:E8:D1	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	2C:3E:CF:A1:EA:40	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	2C:3E:CF:A1:EA:41	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
LAB_MAT	30:B5:C2:EB:86:61	2,4	9	20	TP-LINK	WPA2 PERSONAL	N
ESPOL- Wireless	44:AD:D9:5F:B4:31	2,4	11	20	CISCO	OPEN	N
eduroam	44:AD:D9:5F:B4:32	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
CAN-ST2	4C:5E:0C:81:C1:35	5	161	20	MICROTIK	WPA2 PERSONAL	N
ESPOL- TELCONET	58:93:96:25:D2:A8	2,4	11	20	RUCKUS	OPEN	N
ESPOL- TELCONET	58:93:96:25:D2:AC	5	52 + 1	40	RUCKUS	OPEN	N
ESPOL- TELCONET	8C:0C:90:34:B5:98	2,4	6	20	RUCKUS	OPEN	N
ESPOL- TELCONET	8C:0C:90:34:B5:9C	5	120 - 1	40	RUCKUS	OPEN	N
ESPOL- TELCONET	8C:0C:90:34:B7:98	2,4	11	20	RUCKUS	OPEN	N
ESPOL- TELCONET	8C:0C:90:34:B7:9C	5	48 - 1	40	RUCKUS	OPEN	N
ESPOL- TELCONET	8C:0C:90:34:F7:58	2,4	1	20	RUCKUS	OPEN	N
ESPOL- TELCONET	8C:0C:90:34:F7:5C	5	104 - 1	40	RUCKUS	OPEN	N
Backup WIFI	90:72:40:18:48:9C	2,4	6	20	APPLE	WPA2 PERSONAL	AC
Backup WIFI	90:72:40:18:48:9D	5	149	80	APPLE	WPA2 PERSONAL	AC
SALA_ ESTUDIOS_ LIBRES	90:8D:78:CE:4A:3D	2,4	10 - 1	40	D-Link	WPA2 PERSONAL	N
HP-Print-F8- Officejet	9C:B6:54:59:E9:F8	2,4	11	20	HEWLETT	OPEN	N
ESPOL-Wifi	B0:00:B4:65:04:E0	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	B0:00:B4:65:04:E1	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	B8:00:B4:65:0F:F0	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	B8:00:B4:65:0F:F1	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	B8:00:B4:65:0F:FE	5	36	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	B8:00:B4:65:11:D0	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC

eduroam	B8:00:B4:65:11:D1	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	B8:00:B4:65:11:E0	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	B8:00:B4:65:11:E1	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	B8:00:B4:65:11:EE	5	48	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	B8:00:B4:65:11:EF	5	48	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ComsocIEEE	B8:55:10:4D:64:C4	2,4	3	20	Zioncom	WPA2 PERSONAL	N
FIEC	BC:67:1C:E4:A2:80	2,4	9	20	CISCO	OPEN	N
FIEC-WIFI	BC:67:1C:E4:A2:81	2,4	9	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
FIEC- WIRELESS	BC:67:1C:E4:A2:82	2,4	9	20	CISCO	OPEN	N
FIEC	BC:67:1C:E8:CD:60	2,4	3	20	CISCO	OPEN	N
FIEC-WIFI	BC:67:1C:E8:CD:61	2,4	3	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
FIEC- WIRELESS	BC:67:1C:E8:CD:62	2,4	3	20	CISCO	OPEN	N
AEFIEC	C4:A8:1D:89:32:2C	2,4	11	20	D-Link	OPEN	N
ESPOL- SENSORES	C8:BE:19:58:31:10	2,4	6	20	D-Link	WPA2 PERSONAL	N
GYM ESPOL	DC:9F:DB:02:53:38	2,4	12	20	UBIQUITI	OPEN	N
ESPOL-Wifi	DC:A5:F4:9D:F7:80	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
LEMAT	DC:A5:F4:9D:F7:81	2,4	1	20	CISCO	WPA2 PERSONAL	N
FICT-CEDIA	E8:94:F6:87:CD:AA	2,4	11 - 1	40	TP-LINK	WPA2 PERSONAL	N
BeTaws2017	E8:DE:27:B4:AA:82	2,4	1 + 1	20	TP-LINK	WPA2 PERSONAL	N
ESPOL- TELCONET	EC:8C:A2:29:F9:D8	2,4	6	20	RUCKUS	OPEN	N
ESPOL-Wifi	F0:7F:06:3E:02:60	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	F0:7F:06:3E:02:61	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
ESPOL-Wifi	F0:7F:06:46:FE:E0	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
eduroam	F0:7F:06:46:FE:E1	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	N
FIEC	FC:5B:39:68:8E:80	2,4	11	20	CISCO	OPEN	N
FIEC- WIRELESS	FC:5B:39:68:8E:82	2,4	11	20	CISCO	OPEN	N

**Tabla 0.9 Recopilación de datos de los AP's de FIMCP.**

SSID	MAC	BANDA	CANAL	ANCHO DE BANDA	MARCA	SEGURIDAD	MODO
LEMAT	DC:A5:F4:9D:F7:81	2,4	1	20	CISCO	WPA2 PERSONAL	N
ESPOL-Wifi	DC:A5:F4:9D:F7:80	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
LabFree	CC:B2:55:D4:27:A6	2,4	6	20	D-LINK	WPA2 PERSONAL	N
AjaParque	C0:A0:BB:C6:DF:A8	2,4	5	20	D-LINK	WPA2 PERSONAL	N

eduroam	B0:00:B4:65:11:41	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	B0:00:B4:65:11:40	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
SALA_ ESTUDIOS_ LIBRES	90:8D:78:CE:4A:3D	2,4	10 - 1	40	D-LINK	WPA2 PERSONAL	N
Backup WIFI	90:72:40:18:48:9C	2,4	6	20	APPLE	WPA2 PERSONAL	N
ESPOL- TELCONET	8C:0C:90:34:F7:58	2,4	1	20	RUCKUS	OPEN	N
ESPOL- TELCONET	8C:0C:90:34:B5:9C	5	120 - 1	40	RUCKUS	OPEN	N
ESPOL- TELCONET	8C:0C:90:34:B5:98	2,4	6	20	RUCKUS	OPEN	N
CAMPRO 2	84:C9:B2:58:E4:7E	2,4	1	20	D-LINK	WPA2 PERSONAL	N
PROTEL	64:70:02:BB:6C:62	2,4	1 + 1	40	TP-LINK	WPA2 PERSONAL	N
BROMATOLOGIA	54:B8:0A:0E:6D:AA	2,4	1	20	D-LINK	WPA2 PERSONAL	N
END	50:C7:BF:58:2C:88	2,4	11 - 1	40	TP-LINK	WPA2 PERSONAL	N
LAB_MAT	30:B5:C2:EB:86:61	2,4	9	20	TP-LINK	WPA2 PERSONAL	N
ASEPLAS	0C:80:63:29:44:88	2,4	2 + 1	40	TP-LINK	WPA2 PERSONAL	N
eduroam	0C:68:03:DC:D6:A1	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:DC:D4:31	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	0C:68:03:DC:D4:30	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:DC:D2:E1	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	0C:68:03:DC:D2:E0	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:DC:B9:61	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	0C:68:03:DC:B9:60	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:1D:04:61	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	0C:68:03:1D:04:60	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:03:6F:91	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	0C:68:03:03:6F:90	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:03:51:BE	5	36	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:03:51:B1	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	0C:68:03:03:51:B0	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	0C:68:03:03:51:AF	5	36	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:03:51:AE	5	36	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	0C:68:03:03:51:A1	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC

ESPOL-Wifi	0C:68:03:03:51:A0	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:2C:41	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:2C:40	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:26:2F	5	161	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:26:2E	5	161	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:26:21	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:26:20	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:1D:81	2,4	6	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:1B:6F	5	149	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:1B:6E	5	149	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
eduroam	00:59:DC:8B:1B:61	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC
ESPOL-Wifi	00:59:DC:8B:1B:60	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRISE	AC

**Tabla 0.10 Recopilación de datos de los AP's de TECNOLOGÍAS.**

SSID	MAC	BAND A	CANA L	ANCH O DE BAND A	MARCA	SEGURIDAD	MOD O
ESPOL	00:21:D8:92:87:70	2,4	11	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	G
ESPOL	00:21:D8:C1:0F:40	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	G
ESPOL	00:21:D8:C1:0F:4F	5	161	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	G
Residencias	00:27:22:D5:93:DB	2,4	11	20	UBIQUITI	OPEN	N
Residencias	00:27:22:D5:94:76	2,4	11	20	UBIQUITI	OPEN	N
CADS_WNET	00:BF:77:F7:C1:A0	2,4	6	20	CISCO	WPA2 PERSONAL	N
Residencias	06:27:22:D5:93:6E	2,4	6	20		OPEN	N
Residencias Segura	06:27:22:D5:93:DB	2,4	11	20		WPA2 PERSONAL	N
Residencias	06:27:22:E5:7F:B7	2,4	6	20		OPEN	N
ESPOL-Wifi	0C:68:03:CB:00:D 0	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	N
ESPOL- Visitantes	0C:68:03:CB:00:D 1	2,4	1	20	CISCO	OPEN	N
eduroam	0C:68:03:CB:00:D 2	2,4	1	20	CISCO	WPA2 ENTERPRIS E	N
CIPAT-Wifi	10:FE:ED:D9:9D:E C	2,4	3 + 1	40	TP-LINK	WPA2 PERSONAL	N
CADS	20:AA:4B:9E:21:B C	2,4	1 + 1	40	CISCO- LINKSYS	WPA2 PERSONAL	N

CIDIS	38:D5:47:1E:33:20	2,4	10	20	ASUSTEK	WPA2 PERSONAL	N
EFCPC	70:4F:57:FB:89:A6	2,4	3 + 1	40	TP-LINK	WPA2 PERSONAL	N
CADS_WNET	C4:B9:CD:FF:5D:00	2,4	11	20	CISCO	WPA2 PERSONAL	N
2VIAS2016	E4:8D:8C:3B:83:F6	2,4	1 + 1	40	MICROTIK	WPA PERSONAL	N
TRANSESPOLE P	FC:EC:DA:11:7C:7B	2,4	1	20	UBIQUITI	WPA2 PERSONAL	AC
TRANSESPOLE P	FC:EC:DA:12:7C:7B	5	36	20	UBIQUITI	WPA2 PERSONAL	AC