

Universidad Autónoma del Caribe

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones



**Implementación de una Red WiFi 6 para el Laboratorio de Especialidades en la
Universidad Autónoma Del Caribe**

Franz David Quesada López

Colombia, Barranquilla

2020

Implementación de una Red WiFi 6 para el Laboratorio de Especialidades en la Universidad
Autónoma Del Caribe

Franz David Quesada Lopez

Trabajo de grado presentado para optar el título de Ingeniero Electrónico y en
Telecomunicaciones

Director

Ing. José Ledesma

Universidad Autónoma del Caribe

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Colombia, Barranquilla

2020

Resumen

En el laboratorio de especialidades se desea implementar un wifi 6 ya que no cuenta con esta tecnología para su modernización, se requiere esta nueva tecnología de punta para su adquisición y posicionamiento, con esta tecnología se tiene una mayor cobertura en cuanto a los usuarios conectados ya que tiene mayor alcance y más seguridad para su manejo con respecto a la información.

Este presente trabajo se realiza con la finalidad de ayudar a mejorar la zona wifi del laboratorio de especialidades para dar un mayor rendimiento y sea aprovechado por todas las personas directas e indirectas.

Abstract

In the specialty laboratory it is desired to implement a wifi 6 since it does not have this technology for its modernization, this new cutting-edge technology is required for its acquisition and positioning, with this technology there is a greater coverage in terms of users already connected that has greater scope and more security for its handling with respect to the information.

This present work is carried out in order to help improve the Wi-Fi zone of the specialty laboratory to give a better performance and take advantage of the sea for all direct and indirect people.

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Barranquilla, 6 de noviembre de 2020

Dedicatoria

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién me supo guiar por el buen camino, darme las fuerzas necesarias para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. A mis padres quienes por ellos soy lo que soy. Para mi familia especialmente a mi tía Nohemi López por su apoyo, consejos, comprensión, amor, y ayuda en los momentos difíciles. Quiero agradecer enormemente a una persona especial en mi vida, mi novia, ya que sin ella no hubiese podido terminar la tesis por el apoyo y la dedicación en todos los días que pase intentado seguir adelante con este proyecto. A mi familia, padre, madre y hermana, que me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

Agradecimientos

Agradecemos a las personas que me ayudaron en el proceso de formación en esta nueva etapa de la vida, proceso en donde se presentan obstáculos, pero intentando dar lo mejor de mí. Quiero agradecer a los docentes que me ayudaron en el proceso, me motivaron hasta llegar a este punto de mi carrera. Una mención muy especial al ingeniero Ronald Ariza Hurtado por esa motivación constante de modo que desarrollara este proyecto y a seguir esforzándome cuando no tuve ideas, al ingeniero y amigo Jonathan Molinares por apoyarme y guiarme en los momentos de incertidumbre; un agradecimiento muy especial a mi padre, que fue un motivador, que me encamino en los aspectos metodológicos y a todos esos profesores que me apoyaron hasta llegar este punto de mi carrera.

Muchas gracias a todos.

Contenido

Resumen.....	III
Abstract.....	IV
Introducción	1
Descripción del Proyecto	2
Planteamiento del Problema	2
Formulación del Problema.....	3
Impacto Esperado.....	3
Usuarios Directos e Indirectos	4
Objetivos.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
Metodología	6
Materiales y Equipos Utilizados	8
Marco Teórico y Estado del Arte.....	9
Marco Teórico.....	9
Estado del arte.....	21
Análisis de Resultados y Propuesta Ingenieril.....	24
Diagnóstico.	24
Diseño de la red WiFi 6	26
Requerimientos para la implementación.....	37

Conclusiones	44
Recomendaciones	45
Bibliografía	46
Anexos	48

Lista de Tablas

Tabla 1. Materiales y equipos utilizados.....	8
Tabla 2. Comparativo WiFi 5 y WiFi 6	14
Tabla 3. Especificaciones UAP-AC-PRO.....	35
Tabla 4. Costos de materiales y equipos utilizados.	43
Tabla 5. Comparativo de WiFi Unify AP Pro.....	48

Lista de Figuras

Figura 1. Latencia del WiFi 6.	15
Figura 2. Dispositivos conectados.	17
Figura 3. Ahorro de energía (modo reposo).....	17
Figura 4. Vista de planta del Laboratorio de Especialidades.....	25
Figura 5. Configuración nombre equipo wifi.	28
Figura 6. Conexión a internet.....	29
Figura 7. Configuración red wifi para el unifi.	30
Figura 8. Conexión del switch con el wifi.	31
Figura 9. Configuración wifi en el smartphone.	32
Figura 10. Configuración wifi en portátil.	33
Figura 11. Conexión establecida.....	34
Figura 12. Montaje del sistema.	37
Figura 13. Planos del posicionamiento del wifi 6.....	38
Figura 14. UniFi AP-AC PRO.....	49
Figura 15. Modelo montado de un UniFi AP-AC PRO.....	50

Introducción

Hoy en día el concepto de globalización es imposible aislarlos del ser humano, ya que se puede considerar como un proceso que abarca lo tecnológico, lo económico, lo político y lo social. Para que se dé la globalización, debe existir una comunicación efectiva ya sea a nivel de personas, de instituciones, de empresas o entre las diversas naciones del mundo; un medio indispensable para lograr lo anterior son las telecomunicaciones y dentro de estas tenemos el internet.

De acuerdo con lo expresado, las instituciones universitarias no deben ser ajenas a los avances en materia de telecomunicaciones. Es más, son indispensables en el proceso de globalización, son las encargadas de servir de puente entre el futuro profesional y la sociedad, por lo tanto, se requiere que estén a la altura de las otras instituciones.

En el presente trabajo se propone el acondicionamiento del Laboratorio de Especialidades en materia de WiFi dado que actualmente dispone de una tecnología obsoleta. La tecnología propuesta es el WiFi 6, lo que le permitirá a la Universidad contar con una tecnología de punta y lo más importante, el aprovechamiento de ella por parte de la comunidad universitaria.

Para llevar a cabo el proyecto, después de plantearse los objetivos propuestos, se requiere investigar sobre la tecnología propuesta y con base en un diagnóstico de las condiciones actuales de Laboratorio realizar el diseño del sistema para con este determinar su costo y posterior adquisición; dadas las condiciones actuales a nivel mundial debido a la pandemia, el proyecto no contempla la instalación del sistema, pero se establecerán las instrucciones para ello.

Descripción del Proyecto

Planteamiento del Problema

Actualmente la Universidad Autónoma Del Caribe en la vida de las personas incluye cada vez más dispositivos electrónicos y con ello su utilización en diferentes actividades como conferencias, conexiones a través de video, descarga de archivos, consultas en línea, correo electrónico, redes sociales, banca y otros. Actualmente la mayoría de las personas que acuden a la Universidad, cuentan con al menos un dispositivo de red que puede ser un teléfono inteligente, un computador o ambos, hecho que convierte a esta persona en usuario de la red inalámbrica; esto hace que, para la satisfacción del cliente de la red, factores como el área de cobertura, el servicio, el ancho de banda, la versatilidad y la escalabilidad sean importantes, hoy en día la universidad maneja una red wifi 802.11g, funciona con conexión de hasta 54 Mbps y opera en banda de 2.4 GHz y una red wifi 802.11n, funciona con conexión de hasta 600 Mbps y opera en banda de 2.4 y 2.5 GHz ubicada en el bloque A, último piso en la sala redes.

Estos tipos de redes Wi-Fi son obsoletas porque son tecnología creada en el 2003 y 2009, entre más pasa el tiempo, crece la universidad y la universidad tendría más estudiantes lo cual podemos notar el colapso que se da actualmente.

Estas redes Wi-Fi son utilizadas por los estudiantes, profesores y administrativos, en un momento dado el número de personas utilizando la red es tal que podemos encontrarnos con muchas dificultades como: mala conexión, interrupción de la red, no se pueden conectar muchos dispositivos, retardos temporales(latencia).

En cuanto al programa de ingeniería electrónica, en el laboratorio de especialidades se presta el servicio para el desarrollo de sustentaciones de ingeniería, también prácticas de las clases de laboratorios entre otras, en este laboratorio durante su utilización ingresan entre 15 a 20 personas. Los estudiantes durante las prácticas realizadas en el laboratorio requieren utilizar la red Wi-Fi ya que necesitan hacer prácticas de laboratorio con tecnología de punta para tener un mayor conocimiento en las áreas. Aunque actualmente el laboratorio de especialidades no cuenta con equipos que requieran de la tecnología wifi 6 en un futuro cercano será una necesidad, adicionalmente con los desarrollos tecnológicos en el área de las telecomunicaciones, como en el caso de los celulares que existen en el mercado actual con este tipo de tecnología, sin una infraestructura que apropiada no es posible darle uso y sacarle el mayor provecho.

Con base en lo anterior y como plan piloto, este proyecto se implementará en el laboratorio de especialidades.

Formulación del Problema

¿De qué forma es posible solucionar los problemas de conectividad mediante la implementación de la tecnología wifi 6 en el laboratorio de especialidades?

Impacto Esperado

En este proyecto se espera:

- Brindar una mejor comunicación mediante la utilización de diferentes medios como por ejemplo máquinas conectadas a la red, ordenadores y otros dispositivos de la llamada Tecnología de la Información (IT).
- Un mayor número de personas conectadas a una misma red wi-fi.
- Satisfacción de los usuarios ya que dispone de mayor cobertura y más velocidad en la red wi-fi.

Usuarios Directos e Indirectos

- Usuarios directos: estudiantes y profesores que utilicen el Laboratorio de Especialidades.
- Usuarios indirectos: personal que requiera el uso de internet cerca del laboratorio de especialidades.

Objetivos

Objetivo General

Implementar una red wifi 6 para el laboratorio de especialidades en la Universidad Autónoma Del Caribe.

Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual
- Diseñar la red wi-fi 6
- Generar la documentación requerida para la implementación (plano, elemento requeridos, costos de los elementos requeridos)

Metodología

Objetivo 1, Realizar un diagnóstico de la situación actual

Para el diagnóstico se tiene en cuenta la infraestructura, la dotación actual de las redes en el Laboratorio de Especialidades de la Universidad y las necesidades de los usuarios.

Para lograr lo anterior se levantarán planos de la infraestructura para conocer su área e identificar los puntos de red y sus características, que en conjunto con la identificación del número de usuarios nos servirá para formarnos una idea de las condiciones actuales y establecer los requerimientos como entrada para el diseño del sistema.

Objetivo 2, Diseñar la red Wi-Fi 6

Inicialmente se requiere buscar información de los fundamentos del wi-fi 6 como características, ventajas, desventajas, aspectos a tener en cuenta, etc. Con base en los requerimientos, las necesidades identificadas en el objetivo 1. Se buscará en artículos científicos, internet y textos; Antes de diseñar se necesita estudiar el protocolo y con base en el diagnóstico se establecerán los requerimientos y así poder diseñar el sistema.

Objetivo 3, Generar la documentación requerida para la implementación (plano, elementos requeridos, costos de los elementos requeridos)

Diseñado el sistema, se elaborarán planos de acuerdo al sistema de cableado estructurado acorde al diseño establecido, aplicando las normas y estándares de cableado, seguridad, higiene y ambientales.

Teniendo definido el sistema se realiza el costeo de este para su adquisición. Por último, teniendo en cuenta los planos se realizará el montaje respectivo

Materiales y Equipos Utilizados

En la tabla 1 se detallan los materiales y equipos utilizados.

Tabla 1. Materiales y equipos utilizados

Materiales y equipos utilizados	
Ítem	Descripción
1	Wi-fi UniFi AP AC Pro
2	Cable 6 ^a de cobre
3	RJ45
4	Canaleta para cable
5	Flexómetro
6	Conectores blindados

Fuente: autor

Marco Teórico y Estado del Arte

Marco Teórico

- **Generalidades**

El WiFi se inventó y se lanzó por primera vez para consumidores en 1997, cuando se creó un comité llamado 802.11. Esto condujo a la creación de IEEE802.11, que se refiere a un conjunto de estándares que definen la comunicación para redes de área local inalámbricas (WLAN, por sus siglas en inglés). Después de esto, se estableció una especificación básica para WiFi, que permite la transferencia inalámbrica de datos de dos megabytes por segundo entre dispositivos. Esto provocó un desarrollo en prototipos de equipos (enrutadores) para cumplir con IEEE802.11 y, en 1999, se introdujo WiFi para uso doméstico.[1].

- **Frecuencias de WiFi**

WiFi usa ondas electromagnéticas para comunicar datos que se ejecutan en dos frecuencias principales: 2,4Ghz (802.11b) y 5Ghz (802.11a). Durante muchos años, 2,4GHz fue una opción popular para los usuarios de WiFi, ya que funcionaba con la mayoría de los dispositivos convencionales y era menos costosa que la 11a. [1].

En 2003, las velocidades más rápidas y la cobertura a distancia de las versiones Wi-Fi anteriores se combinaron para hacer el estándar 802.11g. Los enrutadores también estaban mejorando, con mayor potencia y más cobertura que nunca. El WiFi comenzó a ponerse al día, compitiendo con la velocidad de las conexiones por cable más rápidas. [1].

➤ **Seguridad:**

La seguridad es algo muy primordial en las redes ya que se tiene que tener en cuenta en este tipo de redes, igual que cualquier tipo de red inalámbrica, es que el medio de transmisión es el aire, es decir, que la señal viaja libre, convirtiéndola en una red insegura ya que una persona equipada con una terminal inalámbrica puede interceptar la señal y guardarla para un posterior análisis, a pesar de que la señal sea capturada si se cuenta con las medidas oportunas de seguridad, esta información no podrá ser manipulada ni extraída, ya que los paquetes de información se desplazaría por el canal de forma encriptada.

Entre las alternativas que existen para garantizar la seguridad de una red Wi-Fi se encuentran los protocolos WEP, WPA o WPA2, que se encargan de cifrar y codificar la información, para garantizar la confidencialidad. El protocolo WEP, es un protocolo que se encarga de cifrar la información en la red con el fin de protegerla, permitiendo que solo el destinatario deseado pueda acceder a ella, WPA es la evolución de WEP, el cual ha mejorado la generación de claves de acceso permitiendo dígitos alfanuméricos sin restricción de longitud. [2].

➤ **Estandares del WiFi**

- **Implementacion del WiFi 802.11n.**

2009 vio la versión final de la 802.11n, que era incluso más rápida y confiable que su predecesora. Este aumento en la eficiencia se atribuye a los datos de «entradas múltiples, salidas múltiples» (MIMO, por sus siglas en inglés), que utilizan múltiples antenas para mejorar la comunicación

tanto del transmisor como del receptor. Esto permitió aumentos significativos en los datos sin la necesidad de mayor ancho de banda o potencia de transmisión. [1].

El protocolo WiFi 802.11 establecido hace décadas por el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE) delimitaba en su inicio la velocidad de 1 y 2 Mbit por segundo, pero ¿a qué responden las letras que lo han ido acompañando posteriormente? Cada una de estas siglas muestra la modificación del protocolo a la cual pertenece y que ha servido para delimitar nuevas características como una mayor velocidad de transmisión de información o alcance. Vamos a ver en qué consiste cada estándar Wi-Fi. [1].

- **WiFi 802.11a**

La primera revisión del estándar 802.11 nació allá por el año 1999 y opera sobre la banda de frecuencias de 5 GHz, con una velocidad máxima de 54 Mbps, seguía ofreciendo no obstante el problema de una excesiva atenuación en el aire debido a la banda en la que operaba, por lo que era necesario estudiar la expansión a nuevas bandas de frecuencias. [1].

- **WiFi 802.11b**

La revisión 802.11b comenzó a gozar pronto de una gran aceptación en general debido a que al operar en la banda de 2,4 GHz se reducía la atenuación eliminando muchas interferencias mejorando la calidad de la señal Wi-Fi. La velocidad de transmisión que ofrecía quedó establecida

en unos teóricos 11 Mbit/segundo, pero su principal lastre fue que la cobertura en interiores quedaba limitada a un radio de 50 metros. [1].

- **WiFi 802.11g**

Sin salir del ancho de banda de 2,4 GHz, el Wi-Fi g aprobado en el año 2003 igualaba en lo que respecta a la velocidad de transmisión máxima teórica de 54 Mbit/seg, al estándar a pero mejoraba a su vez también la cobertura en interiores y exteriores que ofrecía el estándar b, lo que provocó la popularización de equipos que la implantaron en todo el mundo. [1].

- **Implementación de las redes MIMO**

Sin duda uno de los grandes puntos de inflexión en las conexiones inalámbricas, gracias a la implementación de las redes MIMO en el estándar Wi-Fi, ya que, aunque dichas antenas estaban ya presentes en equipos 802.11g, aquí comenzaron a normalizarse gracias a las ventajas de esta tecnología. Además de ser compatible con los estándares anteriores, con el Wi-Fi 802.11n se cubren velocidades de transferencia de entre 150 y 600 Mbps, garantizando velocidades de conexión de 300 Mbps estables en este último caso.

Por otra parte. la tecnología MIMO hace uso de varias antenas instaladas en el router para el envío y recepción de datos de manera simultánea. Aplicada a este estándar se ayuda a lograr coberturas de hasta 120 metros en interiores y 300 metros en exteriores.

- **WiFi 802.11ac**

El nuevo estándar WiGig trajo consigo las grandes velocidades a las conexiones inalámbricas y prueba de ello es el avance conseguido con el Wi-Fi 802.11ac. Gracias a la tecnología beamforming para focalizar las señales de radio, el alcance de estas redes inalámbricas es superior incluso a pesar de operar en la banda de 5 GHz y a velocidades mucho mayores gracias a las antenas múltiples –hasta un máximo de 4-. En este caso, la velocidad teórica queda fijada hasta en 1.300 Mbps. [1].

Actualmente, Este año 2020 tras la aprobación oficial el año pasado por parte de la Wi-Fi Alliance, está previsto que el nuevo Wifi 6 acabe por despegar en el hogar. Además de por el cambio en la manera de referimos a los dispositivos y redes compatibles con este nuevo estándar, Wifi 6 trae muchas e interesantes novedades en situaciones cada vez más habituales donde tenemos muchos dispositivos que quieren acceder a Internet al mismo tiempo, más alcance y cobertura incluso en espacios cerrados. [1].

Como vemos en la tabla 2, WiFi 6 no mejora mucho la velocidad de datos de enlace original que tenemos en el estándar 802.11 ac. Un stream pasa de 433 Mbps en WiFi 5 a 600 Mbps en Wifi 6. Tampoco en la velocidad de datos máxima teórica que podemos conseguir usando 8 streams (160 MHz) hay un salto cuantitativo muy grande, pues WiFi 6 sube hasta 10 Gbps cuando con Wifi 5 lo máximo que podíamos conseguir eran unos 7 Gbps. [1].

Tabla 2. Comparativo WiFi 5 y WiFi 6

	802.11ax	802.11ac
Bandas de trabajo	2,4 y 5 GHz	5 GHz
Ancho de banda del canal	20, 40, 80+80 y 160 MHz	20, 40, 80+80 y 160 MHz
Tamaño de bloque FFT	256, 512, 1024 y 2048	64,128,256 y 512
Espacio de señales portadoras	312,5 KHz	789,125 KHz
Latencia OFDMA	12,8 μ s	3,2 μ s
Tamaño de modulación QAM	1024 QAM	256 QAM
Tasa de transferencia	600,4 Mbps a 80 MHz 1x1 9608 Mbps a 160 MHz 8x8	433 Mbps a 80 MHz 1x1 6933 Mbps a 160 MHz 8x8

Fuente: Profesional Review

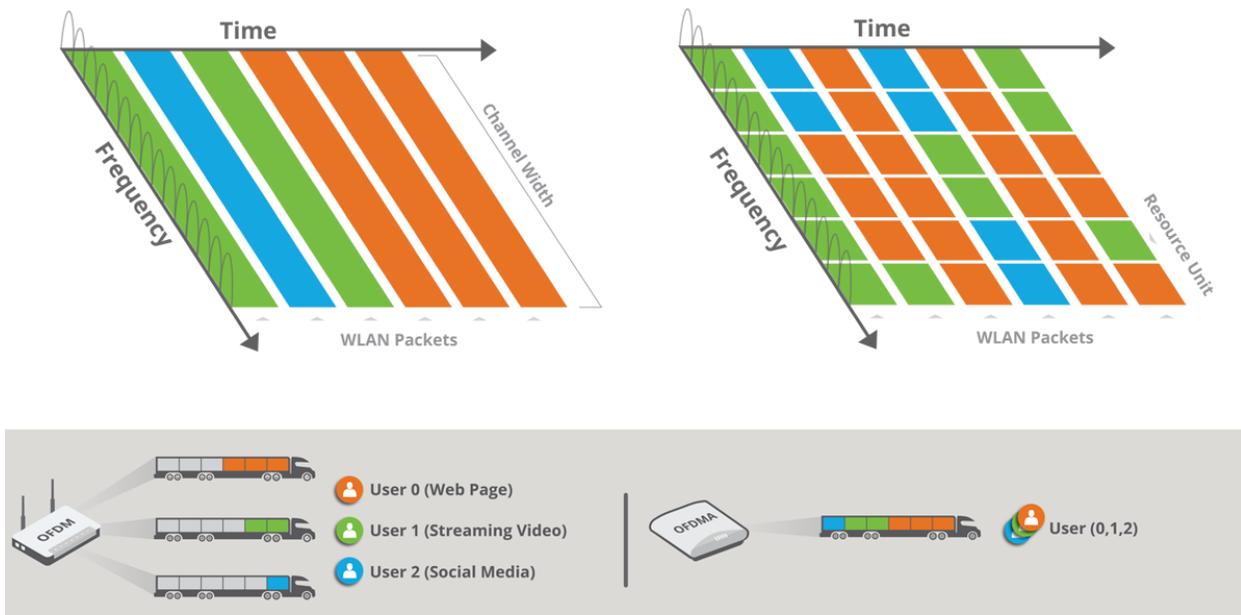
Otra característica importante de la nueva WiFi 6 es que, al contrario que la WiFi 5 o 802.11 ac, el nuevo estándar puede operar tanto en la frecuencia de 2,4 Ghz como en la de 5 Ghz. La actual WiFi 5 puede hacerlo también, pero en realidad lo consigue "tomando" la banda de los 2,4 Ghz del protocolo 802.11 an.

- **Mejor gestión de varios dispositivos a la vez:**

En casa es habitual que tengamos conectados a la red WiFi no solo smartphones, consolas o televisores, sino cada vez más, diferentes gadgets y dispositivos que requieren y necesitan conexiones de red o a Internet. Desde neveras a termostatos o altavoces con asistentes virtuales.

La tecnología que conseguirá mejorar significativamente esas condiciones de uso es OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access). Gracias a ella las redes WiFi 6 ofrecen menor latencia cuando son muchos los dispositivos que quieren acceder al router. Ver figura 1.

Figura 1. Latencia del WiFi 6.



Fuente: Advanced Integrated Controls.

De forma sencilla, hasta ahora, cuando un router enviaba información a un dispositivo, hacía uso de todo el ancho de banda del canal, independientemente del tipo de datos o la cantidad de información que se necesitaba transmitir. Con la tecnología OFDMA, esos canales se pueden subdividir a su vez para ofrecer paso a diferentes clientes o dispositivos, consiguiendo así esa deseada menor latencia y mejor eficiencia de la red WiFi cuando son muchos los dispositivos que quieren usarla.[1]

Otra tecnología como MU-MIMO, ya usada en estándares anteriores, se vuelve esencial en WiFi 6 para alcanzar la consistencia en el flujo de datos a muchos usuarios. Ahora es además bidireccional, contando con Downlink y Uplink de múltiples usuarios. El modo de subida de múltiples usuarios es exclusiva del nuevo estándar y no existía en ninguno de los anteriores. [1].

En entornos con alta densidad de dispositivos y conexiones, reducir las interferencias que hacen que la eficiencia del flujo de datos se reduzca también ha sido tenido en cuenta en el estándar Wifi 6. Para esas situaciones se ha usado una técnica muy curiosa: Coloración BSS. [1].

Su funcionamiento es muy intuitivo y el nombre no es casual. Lo que ocurre con esta técnica de reutilización espacial es que en una ubicación MultiRed se asignan colores diferentes a cada red de manera que su identificación sea más sencilla. Así, cuando los puntos de acceso detectan un marco 802.11ax, comprueban el bit de color del BSS y toman decisiones para evitar interferencias. [1].

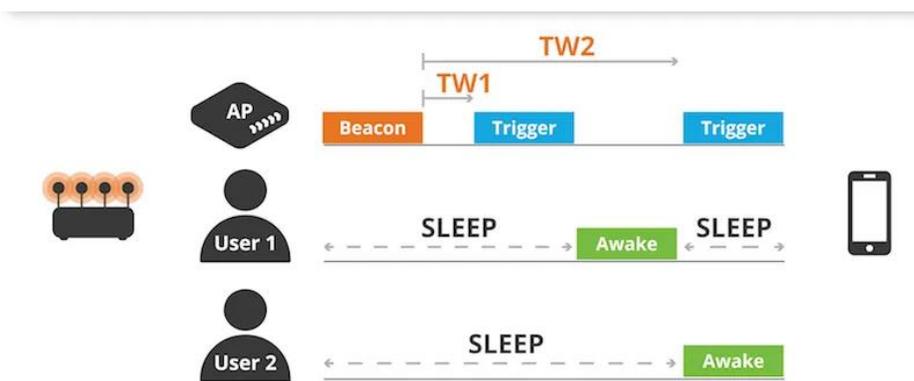
Figura 2. Dispositivos conectados.



Fuente: Teknófilo

Con WiFi 6, en vez de tener a los dispositivos conectándose y apagándose cada cierto tiempo fijo en busca de transmisiones desde el punto de acceso, hay una negociación para fijar de antemano unos tiempos específicos para acceder al canal de comunicación, conociendo en todo momento las duraciones esperadas de las actividades de la red. [1].

Figura 3. Ahorro de energía (modo reposo).



Fuente : ADSLZone

Con este funcionamiento, los dispositivos pueden mantenerse en modo de reposo (y ahorrar energía) hasta que llegue su momento fijado y negociado.

- **Dirección IP**

IP: son las iniciales de Internet Protocol, que traducido al español lo podemos llamar como Protocolo de Internet. En otras palabras, es el sistema estándar mediante el cual funciona la internet, por medio de un proceso de envío y recepción de información. [3].

Una dirección IP es un conjunto de números, únicos e irrepetibles, que identifica a un dispositivo con la capacidad de conectarse a internet, ya sea una computadora, tableta, celular, o incluso dispositivos inteligentes preparados para IoT (Internet de las cosas). [3].

- **Tipos de dirección IP.**

Las IPs se dividen en dos tipos: las públicas y las privadas. Que pueden ser utilizadas de dos formas: IPs dinámicas e IPs estáticas. [3].

- **Dirección IP Privada:**

Este es el conjunto de números que se asignan a cada equipo que se encuentre conectado a una red privada. Por ejemplo, la dirección IP se genera al conectar tu celular, tableta o computadora a la red de wifi de tu hogar. [3].

Por otro lado, las direcciones IP privadas se encuentran clasificadas en 3 rangos de conjuntos numéricos. Estas son las siguientes:

Clase A: De 10.0.0.0 a 10.255.255.255. Esta es generalmente usada para grandes redes, como la de alguna empresa trasnacional;

Clase B: De 172.16.0.0 a 172.31.255.255. Destinada a redes medianas, como por ejemplo la de una empresa local o una escuela;

Clase C: De 192.168.0.0 a 192.168.255.255. Corresponde a redes más pequeñas, como redes del hogar. [3].

- **Dirección IP Pública:**

Estas son visibles para cualquier persona que navegue en Internet y sirven para identificar usuarios en la gran red. Está destinada a los servidores que funcionan las 24 horas del día y es posible contratar tantas como se necesiten. [3].

Son un número que identifica a un dispositivo dentro de una red y un punto de enlace con Internet.

• **Formas de utilizar las direcciones IP.**

- **Estáticas:**

Es la dirección IP asignada a un dispositivo, la cual no cambia. Es decir que utilizará el mismo número IP de por vida. Se aplica tanto para direcciones públicas o privadas. [3].

Las direcciones IP estáticas ofrecen mayor estabilidad y velocidad de descarga. Aunque, pueden ser más vulnerables a ciertos inconvenientes, como al ataque de hackers por ejemplo; ya que al ser direcciones estáticas, los hackers cuentan con más tiempo para operar en ellas. [3].

Para obtener una dirección IP es necesario pagar una cuota adicional y la configuración de estas debe ser de forma manual, así que si no tienes mucho conocimiento técnico será necesario contratar a alguien para que te ayude con el servicio. [3].

- **Dinámicas:**

Las direcciones IP dinámicas se caracterizan por que van cambiando cada vez que el dispositivo se conecta a Internet. Se usa generalmente cuando los proveedores tienen más clientes que direcciones IP debido a la poca probabilidad que existe de que todos se conecten al mismo tiempo. [3].

Además de ofrecer una mayor seguridad y privacidad, su configuración es automática. Sin embargo, un punto débil de este tipo de dirección IP, es la probabilidad de que la conexión se interrumpa, pues eso se sucede con más frecuencia que en una IP fija. Es por eso, que muchas veces cuando el modem que provee de Wifi en tu casa debe ser desconectado y conectado para mejorar la conexión, es decir, para cambiar de número IP. [3].

En conclusión, El router es el que se encarga de asignar las IPs a los diferentes dispositivos que se van conectando. Gracias a esto es imposible que dos equipos tengan la misma IP. [3].

Por esta misma razón, no es posible mantener conexiones fijas entre varios dispositivos, como carpetas compartidas e impresoras. Puesto que cada vez que se conecten los equipos tendrán una IP diferente; esto es lo que sucede con las IPs dinámicas. [3].

Si, en cambio, hablamos de una IP estática, como su nombre lo indica, estaríamos hablando de una dirección IP que no cambia, la cual sólo es posible haciendo una configuración en el dispositivo. [3].

Estado del arte

- En este artículo describe el diseño de una antena adecuada para las aplicaciones de tendencia de integración de redes de acceso múltiple heterogéneas en dispositivos IoT móviles o fijos, que pueden cubrir las frecuencias operativas 4G y 5G. La antena propuesta está fabricada en un solo lado de sustrato FR4 de alta calidad, que tiene una dimensión compacta de 8 (L) × 8 (W) × 0.8 (T) mm³, y está compuesta por tiras de múltiples ramas, es decir, múltiples formas curvas, Formas de L para integrarse en el dispositivo IoT como una antena incorporada. Con banda de comunicación de corto alcance dedicada de IEEE 802.11p basada en tecnología inalámbrica, la banda WiFi 6 de IEEE 802.11ax, la WLAN y las frecuencias operativas WiMAX. Hay dos bandas operativas diseñadas entre 2355-5000 y 5112-7000 MHz con eficiencias de radiación de pozo. Los resultados medidos muestran que las dos bandas operativas se satisfacen con un coeficiente de reflexión menor que -6 dB y eficiencias totales de más de 44% a 83%. Además de eso, la antena propuesta con

operación multibanda que tiene una estructura de un solo lado es simple de fabricar, de bajo costo, perfil bajo y ventajas compactas. [6]

- En la ciudad de Guayaquil, una empresa dedicada a la venta de automóviles presenta inconvenientes en sus equipos de comunicación inalámbrica, no cuentan con la administración adecuada, no existen reglas de control y su alcance no cubre los espacios necesarios, por este motivo se diseñó y se implementó una red inalámbrica utilizando equipos de comunicación de marca Mikrotik y Ubiquiti que soporten un estándar IEEE 802.11ac, se crearon políticas de seguridad y se configuró el sistema de calidad de servicio para priorizar la transferencia de datos. Se realizaron pruebas de conectividad desde las diferentes áreas del edificio obteniendo resultados satisfactorios con el alcance de la red y la administración de los dispositivos. [7]
- En este proyecto de titulación se describen características que definen a las comunicaciones inalámbricas, tales como: tipos de redes, topología, seguridad, protocolos de comunicación, ventajas y desventajas, arquitectura de red y criterios de diseño para una red inalámbrica en un ambiente empresarial, características son utilizadas para analizar el estado actual de la red inalámbrica de Alitecno S. A. Y su posterior diseño. Se identificaron los errores de la WLAN y con base en esto realizaron el diseño de la nueva red inalámbrica implementada, la se diseñó cumpliendo con parámetros de: confiabilidad, disponibilidad, escalabilidad en toda el área de trabajo de la empresa. Se analizaron varias soluciones técnicas para establecer una comunicación remota entre las oficinas principales y un local de bodega perteneciente a la empresa y se implementó una red teniendo en cuenta las

características físicas, técnicas y económica mediante el uso de dispositivos de radiofrecuencia. Se realizó una segmentación de la red, se crearon políticas de acceso y se implementó el uso de VLANs dentro de la red LAN. [8] .

Análisis de Resultados y Propuesta Ingenieril

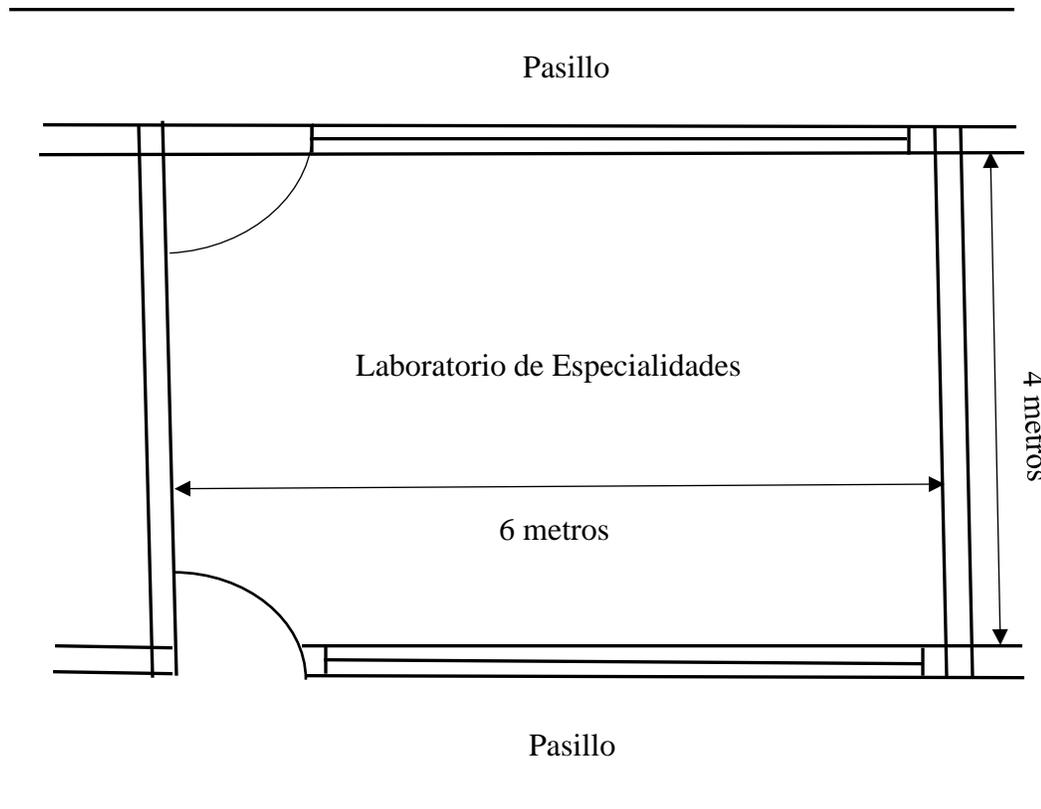
Diagnóstico.

Para el diagnóstico se tendrá en cuenta la infraestructura, la tecnología utilizada y usuarios.

➤ Infraestructura

- El Laboratorio de Especialidades, está ubicado en el bloque E, piso 3. Se encuentra en medio de dos laboratorios y por los lados colinda con pasillos; constructivamente conformado por paredes en la parte posterior y anterior y por ventanales de vidrio a los lados.
- Tiene un área de 24 metros cuadrados aproximadamente (seis metros de largo por cuatro de ancho) y está en capacidad de albergar 20 estudiantes en promedio por sesión. Ver figura 4
- Se encuentra dotado de redes eléctricas, redes de transmisión y aire acondicionado.

Figura 4. Vista de planta del Laboratorio de Especialidades.



Fuente: autor

➤ **Redes de transmisión**

- Actualmente la el laboratorio de redes hoy en día maneja una red Wi-fi 802.11g, funciona con conexión de hasta 54 Mbps y opera en banda de 2.4 GHz y una red Wi-fi 802.11n, funciona con conexión de hasta 600 Mbps y opera en banda de 2.4 y 2.5 GHz ubicada en el bloque A, último piso en la sala redes.

➤ **Usuarios**

- Usuarios directos: aprox. 15 estudiantes por sección en el laboratorio. Usuarios indirectos la comunidad universitaria cercana al área cubierta. Necesidades de acceso: utilización de celulares o computadores para acceder a las diferentes aplicaciones existentes en el mercado.

De acuerdo con lo anterior se puede concluir que:

1. Los usuarios no tienen un soporte técnico en cuanto a redes que les permita utilizar eficientemente las tecnologías de punta.
2. El área del Laboratorio de Especialidades no presenta ningún inconveniente en cuanto a infraestructura para ser acondicionado con la tecnología WiFi 6.
3. La implementación de una tecnología de punta puede ser aprovechada no solo por los usuarios del laboratorio sino también por usuarios que se encuentren dentro del área de cobertura de la tecnología propuesta.
4. Se requiere actualizar el sistema de redes.

Diseño de la red WiFi 6

Este proyecto se basó en incorporar en la universidad un wifi El UniFi® AP-PRO (ver figura 14.) , por tal motivo este equipo que se recomienda son de la marca Ubiquiti ya que es el equipo utilizado en dicho proyecto, es claro decir que este equipo a comprar debe cumplir y ser certificados con los estándares Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac/ax que se utilizara con el punto Gigabit Ethernet, también conocida como Gigae.

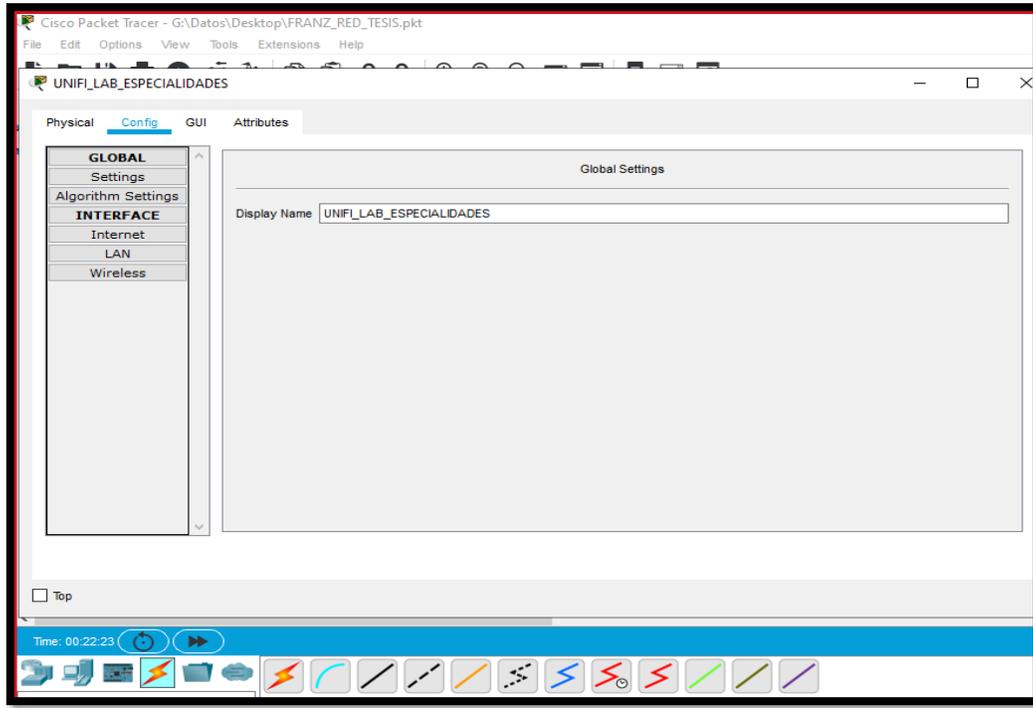
La implementación de nuevas técnicas en el estándar 802.11ac permite que tenga mejor rendimiento a comparación de los estándares 802.11 n/g, ya que incluye canales hasta 450 Mbps, 2x2 MIMO para la banda de 5 GHz y hasta 1300 Mbps, 3x3 MIMO para la banda de 2.4 GHz, El UniFi ® AP-LR ofrece un alcance más largo, hasta 183 m, más que el modelo básico UniFi AP o UniFi AP-PRO, además la tecnología mimo que permite trabajar con sistemas de multiplex antenas.

Independientemente de la marca, sus características técnicas le permiten ser una de las mejores opciones en cuanto a equipos robustos que soporten una gran demanda de usuarios conectados de aproximadamente 100 a 120 por punto, todo esto con un único fin, el de cumplir las necesidades y requerimientos del campus, de esta forma logrando una cobertura casi que del 100%.

Para este proyecto se utiliza un diseño hecho en “Cisco packet tracer”.

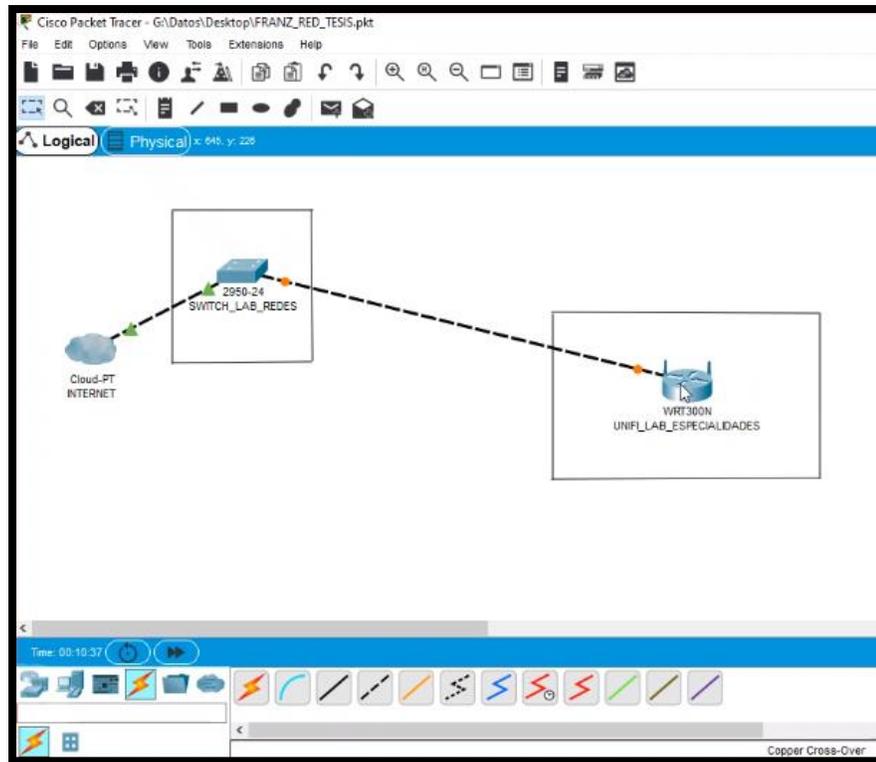
- Se generan los nombres de los dispositivos a conectar, y se hace la conexión de internet hacia el switch para generar internet desde el switch hacia el wifi UniFi® Pro.

Figura 5. Configuración nombre equipo wifi.



Fuente: Autor

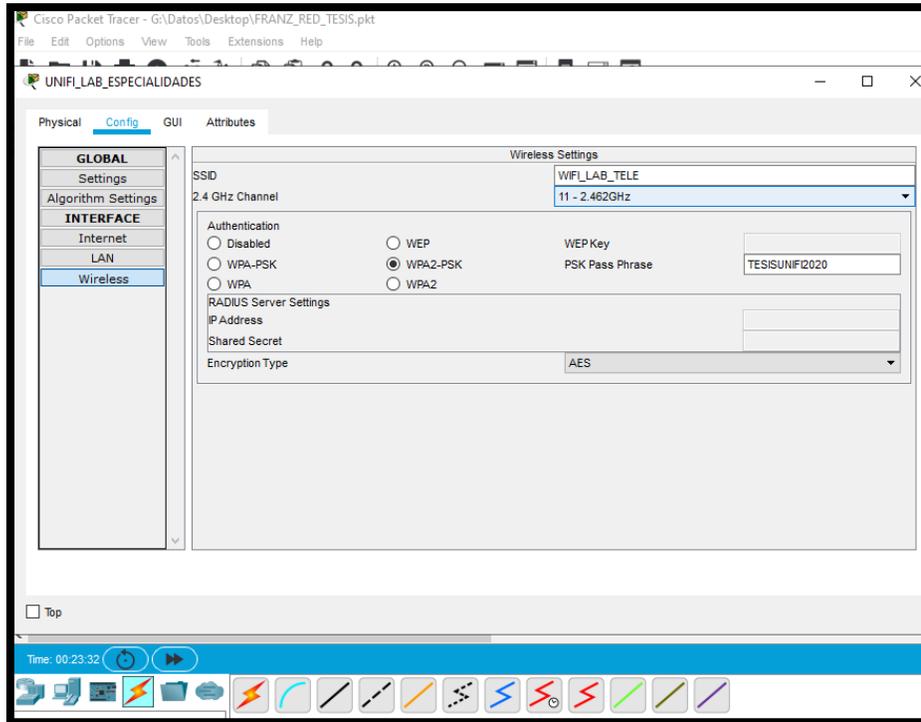
Figura 6. Conexión a internet.



Fuente: Autor

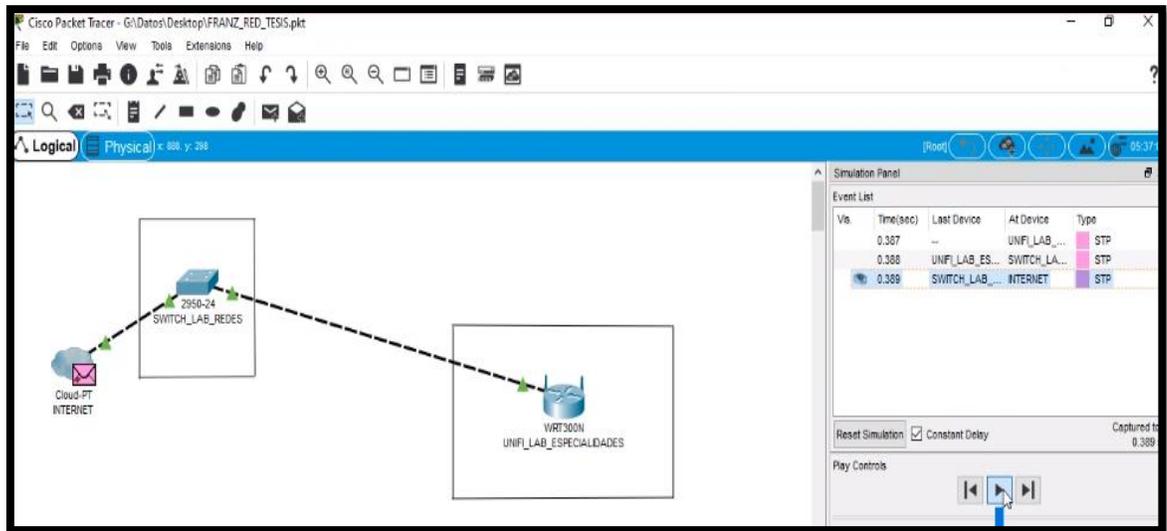
- En esta parte vamos a hacer la configuración y generar la conexión del switch hacia el wifi UniFi® Pro para generar conexión completa para el diseño.
- Disponemos a generar una contraseña al wifi 6: **TESISUNIFI2020**

Figura 7. Configuración red wifi para el unifi.



Fuente: Autor

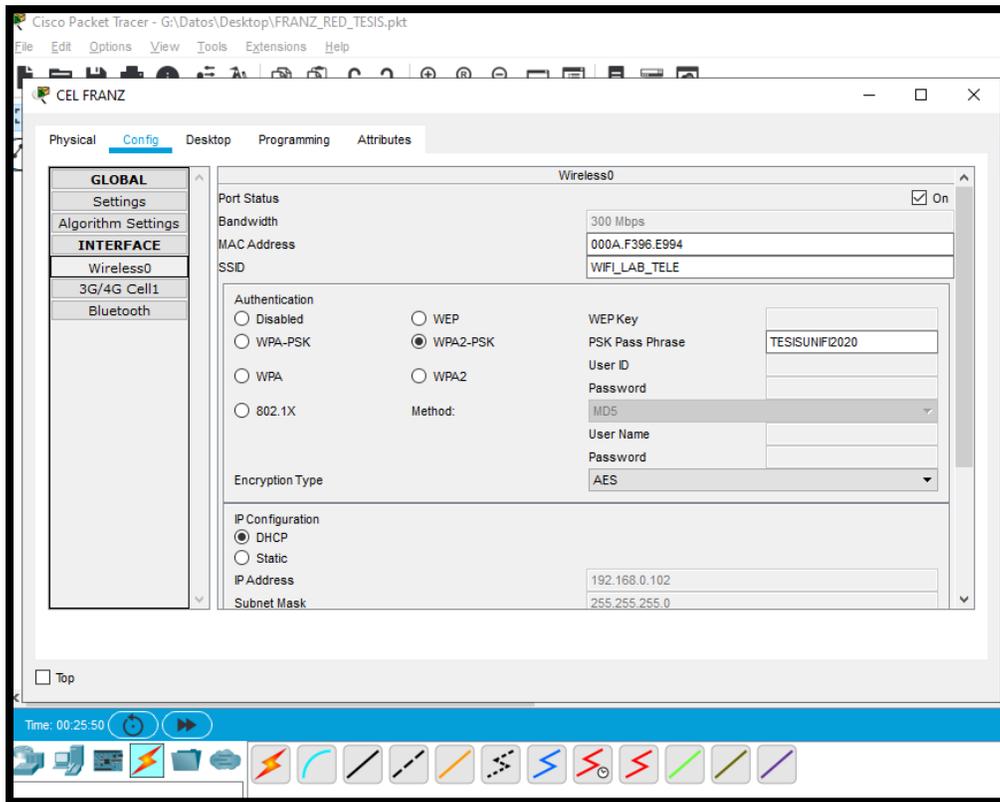
Figura 8. Conexión del switch con el wifi.



Fuente: Autor

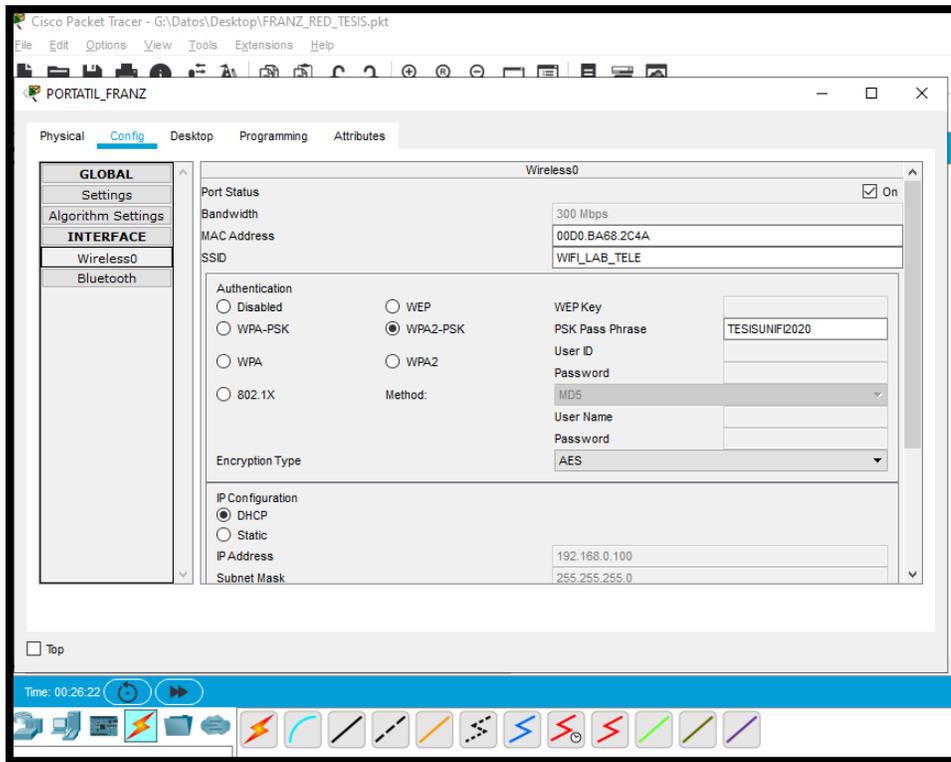
- En este paso vamos a generar la configuración y conexiones de los equipos a conectar.

Figura 9. Configuración wifi en el smartphone.



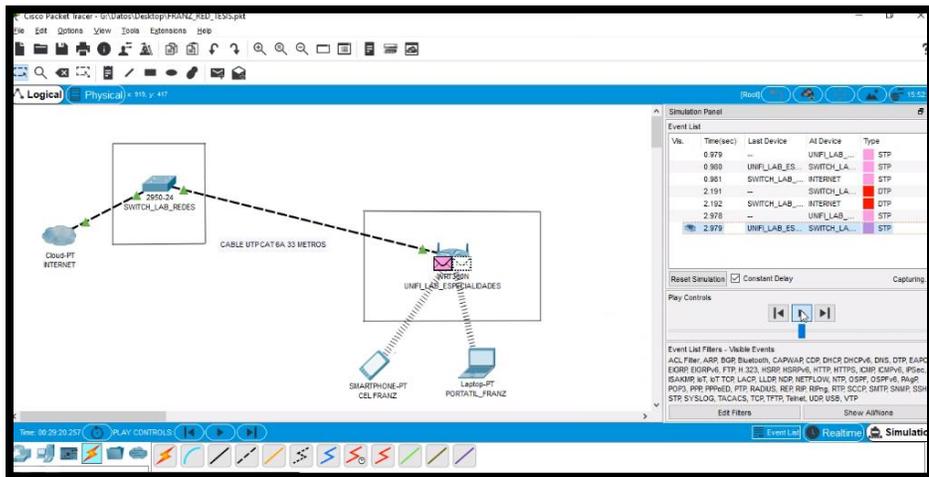
Fuente: Autor.

Figura 10. Configuración wifi en portátil.



Fuente: Autor.

Figura 11. Conexión establecida.



Fuente: Autor.

- Finalización del diseño de la red wifi 6 en Cisco packet tracer

<https://mail.google.com/mail/u/0?ui=2&ik=69061449a0&attid=0.1&permmsgid=msg-f:1680210057862540738&th=17514e253eef6dc2&view=att&disp=safe>

Datasheets:

Tabla 3. Especificaciones UAP-AC-PRO

UAP-AC-PRO	
Dimensions	196.7 x 196.7 x 35 mm (7.74 x 7.74 x 1.38")
Weight	350 g (12.4 oz)
With Mounting Kits	450 g (15.9 oz)
Networking Interface	(2) 10/100/1000 Ethernet Ports
Port	(1) USB 2.0 Port
Buttons	Reset
Power Method	Passive Power over Ethernet (48V), 802.3af/802.3at Supported (Supported Voltage Range: 44 to 57VDC)
Power Supply	UniFi Switch (PoE)
Power Save	Supported
Maximum Power Consumption	9W
Maximum TX Power	
2.4 GHz	22 dBm
5 GHz	22 dBm
Antennas	(3) Dual-Band Antennas, 2.4 GHz: 3 dBi, 5 GHz: 3 dBi
Wi-Fi Standards	802.11 a/b/g/n/r/k/v/ac
Wireless Security	WEP, WPA-PSK, WPA-Enterprise (WPA/WPA2, TKIP/AES)
BSSID	Up to 8 per Radio
Mounting	Wall/Ceiling (Kits Included)
Operating Temperature	-10 to 70° C (14 to 158° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Certifications	CE, FCC, IC

Advanced Traffic Management	
VLAN	802.1Q
Advanced QoS	Per-User Rate Limiting
Guest Traffic Isolation	Supported
WMM	Voice, Video, Best Effort, and Background
Concurrent Clients	250+

Supported Data Rates (Mbps)	
Standard	Data Rates
802.11ac	6.5 Mbps to 1300 Mbps (MCS0 - MCS9 NSS1/2/3, VHT 20/40/80)
802.11n	6.5 Mbps to 450 Mbps (MCS0 - MCS23, HT 20/40)
802.11a	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
802.11g	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
802.11b	1, 2, 5.5, 11 Mbps

Fuente: UniFi AC AP Datasheet

Condiciones de uso:

Los dispositivos de radio Ubiquiti se deben instalar de manera profesional. El cable Ethernet apantallado y la toma de tierra se deben utilizar según las condiciones de garantía del producto. TOUGH Cable™ está diseñado para instalaciones en exteriores. El instalador profesional se hace responsable de actuar según la normativa específica del país, incluidos el trabajo dentro de los canales de frecuencia legales, la potencia de salida y los requisitos de selección de frecuencia dinámica (DFS). [4]

Requisitos de instalación en exteriores:

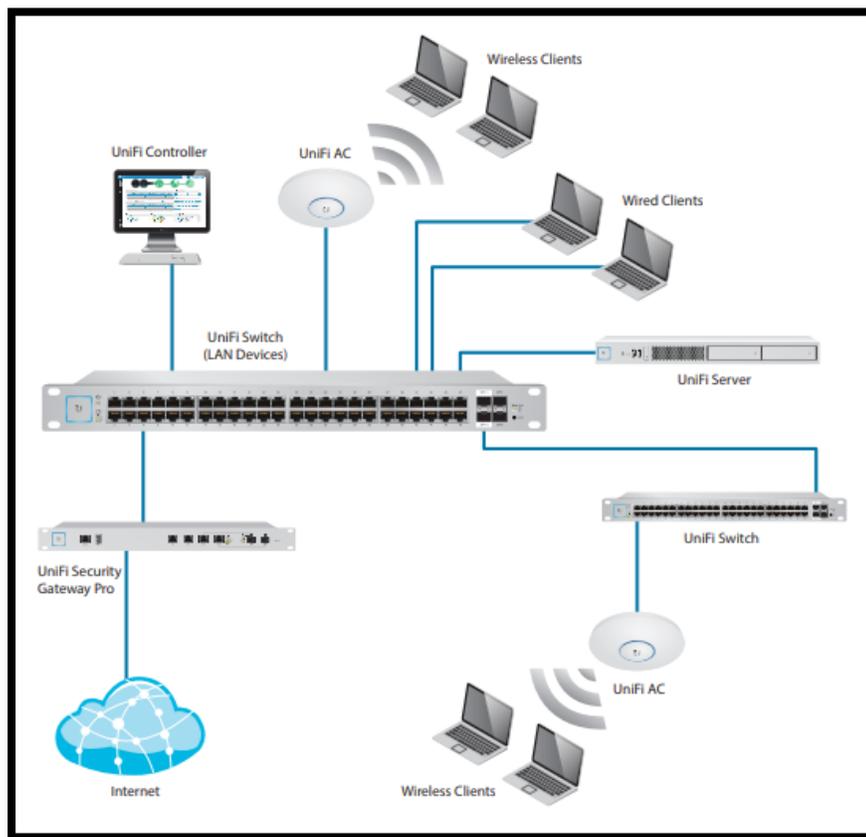
Importante: El UAP-AC-PRO se puede instalar en exteriores bajo un alero u otro lugar protegido. No instale el punto de acceso UniFi en entornos abiertos.

- El montaje se debe realizar al menos a 60 cm del borde del alero o del techo.
- La abertura de salida del cable debe situarse en el lado opuesto al entorno abierto.
- El cable debe orientarse hacia abajo cuando el montaje se realiza en pared.
- El cableado apantallado de categoría 5 (o superior) con hilo de drenaje debe utilizarse para todas las conexiones Ethernet con cable en exteriores y debe conectarse a la toma de tierra de CA del PoE. [4]

Requerimientos para la implementación

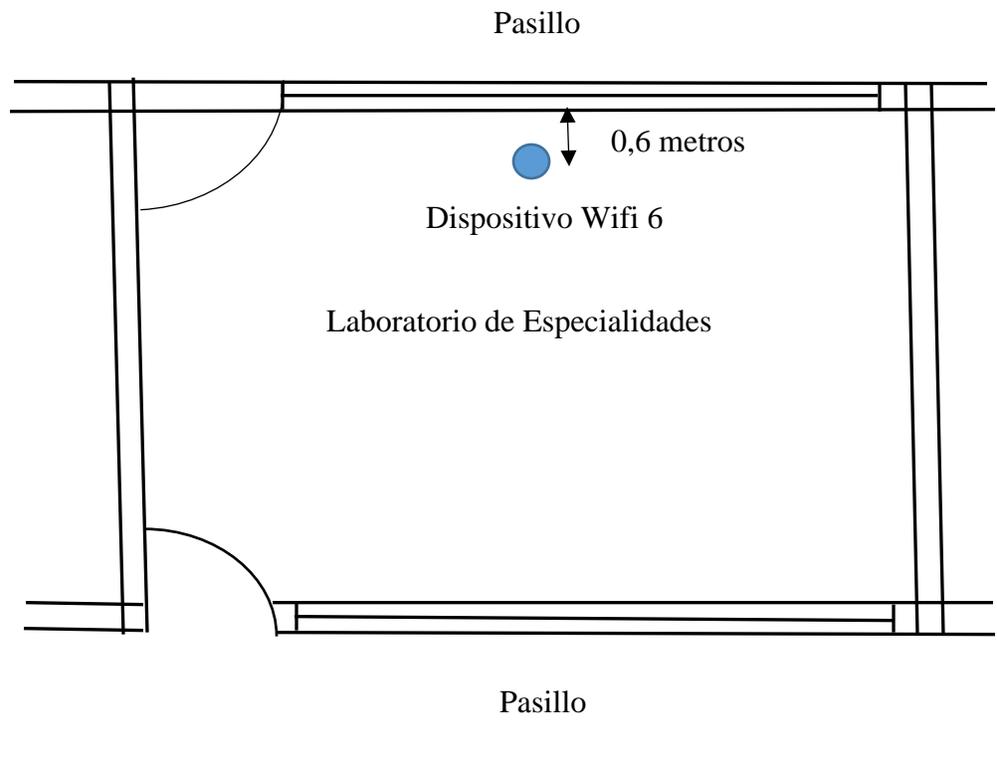
➤ Planos de montaje

Figura 12. Montaje del sistema.



Fuente: UniFi AC AP Datasheet

Figura 13. Planos del posicionamiento del wifi 6.



Fuente: autor

➤ **Instrucciones del montaje**

Existen dos tipos de montaje que se puede lograr de acuerdo con la necesidad del usuario.

➤ **Requisitos de instalación:**

Herramientas y materiales:

- Destornillador Phillips

- Taladro y broca (6 mm para el montaje en pared; 3 mm para el montaje en techo)

- Opcional: panel de yeso o sierra de calar (para abrir un agujero de 18 mm para el cable Ethernet)

- Cable UTP Cat5/6 para instalaciones en interiores.

- Dispositivo WiFi 6

➤ **Montaje en pared [4]**

1. Coloque el soporte de montaje en la ubicación deseada de la pared con la flecha apuntando hacia arriba.

2. Marque los cuatro agujeros de montaje y utilice una broca

3. de 6 mm para taladrar los agujeros. Si el cable Ethernet pasa a través de la pared, corte o taladre un agujero de aproximadamente 18 mm de diámetro. A continuación, pase el cable CAT5/6 a través del agujero.

4. Inserte los tacos en los agujeros de 6 mm. Fije el soporte de montaje a la pared insertando los tornillos en los tacos.

5. Si el cable Ethernet se extiende a lo largo de la superficie de montaje, vaya al paso 6. Si el cable Ethernet pasa a través de la pared o del techo, inserte el pasador de cable.
6. Pase el cable Ethernet por la cubierta del puerto.
7. Conecte el cable Ethernet al puerto principal y vuelva a colocar la cubierta del puerto.
8. Alinee la muesca del borde superior del punto de acceso UniFi con la flecha del soporte de montaje.
9. Gire el punto de acceso UniFi hacia la derecha hasta que las pestañas estén en su lugar y la pestaña de bloqueo encaje.

➤ **Montaje en techo [4]**

1. Retire la sección del techo.
2. Coloque la placa de apoyo del techo en el centro de la sección del techo. Marque los cuatro agujeros de montaje y un agujero de 18 mm para pasar el cable Ethernet.
3. Utilice una broca de 3 mm para taladrar los agujeros, y corte o taladre el agujero para pasar el cable Ethernet.

4. Inserte los tornillos de cabeza plana a través del soporte de montaje, la sección del techo y la placa de apoyo del techo. Apriete los tornillos con las tuercas Keps.
5. Inserte el pasador de cable.
6. Retire la cubierta del puerto del punto de acceso UniFi y, a continuación, pase el cable Ethernet a través de la cubierta.
7. Conecte el cable Ethernet al puerto principal y vuelva a colocar la cubierta del puerto.
8. Alinee la muesca del borde superior del punto de acceso UniFi con la flecha del soporte de montaje.
9. Gire el punto de acceso UniFi hacia la derecha hasta que las pestañas estén en su lugar y la pestaña de bloqueo encaje.
10. Vuelva a colocar la sección del techo en su lugar.

➤ **Plan de mantenimiento**

El plan de mantenimiento se puede dar en un tiempo de 1 año para revisar las redes que todo marche bien, que no haya un desfase, ya que UBIQUITI NETWORKS, Inc (“UBIQUITI NETWORKS”) garantiza que el producto proporcionado (el “Producto”) no tendrá defectos de material ni mano de obra durante un (1) año desde la fecha del envío por parte de UBIQUITI NETWORKS, en condiciones normales de uso y funcionamiento. La única obligación y responsabilidad de UBIQUITI NETWORKS bajo la presente garantía será la de reparar o sustituir, a su discreción, cualquier Producto que no cumpla lo dispuesto en la garantía durante el período de garantía. Esta garantía no cubre los gastos de traslado y reinstalación de ningún Producto. El período de la garantía de cualquier Producto reparado o sustituido no se ampliará más del plazo original.

➤ Costos

En la tabla 4 se describe los materiales y equipos a utilizar, referencias y costos de estos.

Tabla 4. Costos de materiales y equipos utilizados.

Materiales y equipos					
Ítem	Descripción	Unid.	Cantidad	Costo unid.	Costo Total
1	Wifi (UAP-AC-PRO)	1	1	US\$ 136.99 dolares	\$527.445,75 pesos
2	Cable de cobre 6A	1	33 metros	\$3.500mil pesosxmetro	\$115.500 mil pesos
3	RJ45	1	10	\$390 pesos	\$3.900 mil pesos
4	Canaleta Plástica 30 X 13 X 2000 Mm	1	18	\$3500 mil pesos	\$63.000 mil pesos
5	Flexómetro Encauchado Uyustool	1	10 metros	\$16.900 mil pesos	\$16.900 mil pesos
6	Conectores blindados	1	2	\$14.950 mil pesos	\$29.900 mil pesos
Gran Total Costos					\$756.646 mil

Fuente: Autor.

Conclusiones

- La implementación de nuevas técnicas en el estándar 802.11ac/ax permite que tenga mejor rendimiento a comparación de los estándares 802.11 n/g.
- Se dispone de un alcance entre 153 metros y 183 metros.
- La tecnología mimo que permite trabajar con sistemas de multiplex antenas.
- Se dispone de canales hasta 450 Mbps, 2x2 MIMO para la banda de 5 GHz y hasta 1300 Mbps, 3x3 MIMO para la banda de 2.4 GHz.
- Con respecto a los usuarios aproximada mente pueden conectarse de 100 a 120 al mismo wifi 6.
- Este proyecto se evaluó en un costo de \$756.645,75 mil pesos exactamente.

Recomendaciones

- Realizar el montaje de acuerdo con lo descrito en el ítem 7.3.

Bibliografía

- [1] <https://www.xataka.com/especiales/que-wifi-6-que-va-a-mejorar-tu-red-wifi-casa-cuando-te-conectes-a-publica>
- [2] <https://www.netspotapp.com/es/wifi-encryption-and-security.html>
- [3] <https://www.hostgator.mx/blog/que-es-una-direccion-ip/#:~:text=Por%20ejemplo%2C%20la%20direcci%C3%B3n%20IP,.0.0%20a%2010.255.255.255.>
- [4] https://dl.ubnt.com/guides/UniFi/ES/UAP-AC-PRO_QSG_ES.pdf
- [5] https://dl.ubnt.com/datasheets/unifi/UniFi_AC_APs_DS.pdf
- [6] Ming-An Ch., Wei-Huan Ch. Low-cost, low-profile and miniaturized single-plane antenna design for an Internet of Thing device applications operating in 5G, 4G, V2X, DSRC, WiFi 6 band, WLAN, and WiMAX communication systems. Wiley Digital Archive, Volumen 62, Abril 2019, pág 1765-1773
- [7] Vasquez D. Diseño e implementación de una red Wireless con el estándar IEEE-802.11AC con calidad de servicio y seguridad para la administración del servicio de comunicación de una empresa de venta de automóviles, basado en tecnología mesh con equipos Ubiquiti y Mikrotik. Trabajo de grado. Universidad de Guayaquil, 2019.

[8] Guallichico A, Santiago P. Implementación de una red inalámbrica bajo el estándar 802.11 n/ac y un enlace de datos para comunicar las oficinas principales con el local de bodega para la empresa Alitecno S. A. Trabajo de grado. Escuela Politécnica Nacional, 2020.

Anexos

Tabla 5. Comparativo de WiFi Unify AP Pro.

Model Comparison Chart



	UAP-AC-IW	UAP-AC-IW-PRO	UAP-AC-LITE	UAP-AC-LR	UAP-AC-PRO	UAP-AC-EDU
Environment	Indoor	Indoor	Indoor	Indoor	Indoor/Outdoor	Indoor
Simultaneous Dual-Band	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.4 GHz Radio Rate	300 Mbps	450 Mbps	300 Mbps	450 Mbps	450 Mbps	450 Mbps
2.4 GHz MIMO	2x2	3x3	2x2	3x3	3x3	3x3
5 GHz Radio Rate	867 Mbps	1300 Mbps	867 Mbps	867 Mbps	1300 Mbps	1300 Mbps
5 GHz MIMO	2x2	3x3	2x2	2x2	3x3	3x3
Secondary Ethernet Port	✓ (2 Additional Ports)	✓ (2 Additional Ports)			✓	✓
Loudspeaker						✓
PoE Mode	802.3at PoE+	802.3at PoE+	802.3af/A PoE 24V Passive PoE	802.3af/A PoE 24V Passive PoE	802.3af PoE 802.3at PoE+	802.3at PoE+
Ceiling Mount			✓	✓	✓	✓
Wall Mount	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Wireless Uplink	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DFS Certification	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente : datasheet UniFi AP-AC PRO.

Figura 14. UniFi AP-AC PRO



Fuente: Navitech

Figura 15. Modelo montado de un UniFi AP-AC PRO.



Fuente : Jonathan morales.