



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica
Escuela Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones

**Diseño de una red wi-fi dual band para el pabellón B
de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de
Telecomunicaciones

AUTOR

Marlon Hans DE JESUS RUIZ

ASESOR

Dr. Dario UTRILLA SALAZAR

Lima, Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

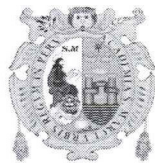
Referencia bibliográfica

De Jesus, M. (2024). *Diseño de una red wi-fi dual band para el pabellón B de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Escuela Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Marlon Hans De Jesus Ruiz
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47398765
URL de ORCID	No aplica
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Dario Utrilla Salazar
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47398765
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-8098-3072
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Williams Fernando Acosta Solorzano
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06434186
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Roberto Florentino Unsihuay Tovar
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	19944586
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Jorge Elias Moscoso Sanchez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07206008
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.3.5 Comunicaciones Inalambricas
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	No aplica

Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Pabellon B de la Facultad de Ingeniería Electronica y Electrica de la UNMSM País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Cercado
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Enero 2023 – Agosto 2023
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería de Telecomunicaciones https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.05



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA

ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 001/FIEE-EPIT/2024

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL N° 001 PARA OPTAR AL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

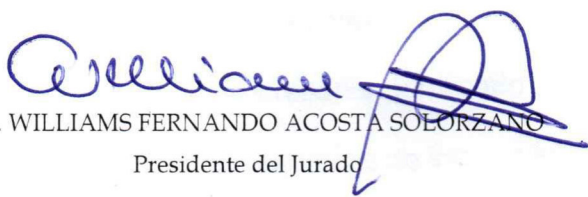
Los suscritos Miembros del Jurado, pertenecientes a la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha, bajo La Presidencia del Dr. William Fernando Acosta Solorzano, integrado por el Mg. Roberto Florentino Unsihuay Tovar, el Mg. Jorge Elías Moscoso Sánchez, y Miembro Asesor el Dr. Dario Utrilla Salazar.

Después de escuchar la Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional del Bach. MARLON HANS DE JESUS RUIZ con código N° 13190228, para optar el Título Profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones por la modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional, quien expuso su trabajo titulado "DISEÑO DE UNA RED WI-FI DUAL BAND PARA EL PABELLÓN B DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA".

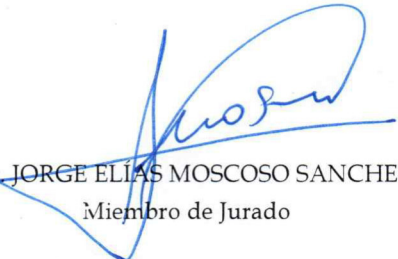
Se acordó APROBAR por UNANIMIDAD

Con la Nota de **15** *Quince*

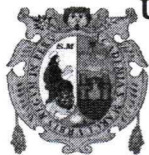
Ciudad Universitaria, 23 de agosto de 2024


Dr. WILLIAMS FERNANDO ACOSTA SOLORZANO
Presidente del Jurado


Mg. ROBERTO FLORENTINO UNSIHUAY TOVAR
Miembro de Jurado


Mg. JORGE ELÍAS MOSCOSO SANCHEZ
Miembro de Jurado


Dr. DARIO UTRILLA SALAZAR
Miembro Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y
de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo **DARIO UTRILLA SALAZAR** en mi condición de asesor acreditado con el Acta de Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional: **DISEÑO DE UNA RED WIFI DUAL BAND PARA EL PABELLON B. DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRONICA Y ELECTRICA DE LA UNMSM** presentado por el bachiller **MARLON HANS DE JESUS RUIZ**, para optar al título profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones. **CERTIFICO** que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de **18%** de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional. Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.

Firma de Asesor

DNI: 10625916

Nombres y Apellidos del asesor:

Dr. Dario Utrilla Salazar

DEDICATORIA

RESUMEN

En el contexto actual es imprescindible contar con una red Wifi óptima en centros de estudio y trabajo dado que el uso del internet se ha incrementado de una forma exponencial, esto como consecuencia de la pandemia, donde el Home Office se hizo tan popular, así como el uso de herramientas de comunicación virtuales (zoom, meet, Skype, entre otros).

En el plano educativo las clases migraron de un modelo presencial a uno virtual, el cual significó un cambio muy importante en el consumo y demanda del Wifi, dado que el hecho de tener una red wifi de calidad permite que se puedan acceder a las clases.

El presente estudio tiene como objetivo elaborar un diseño de una red wifi para la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica (FIEE) en UNMSM, considerando las zonas de alta densidad, y el enfoque de tipo práctico que permite la satisfacción de necesidades de usuarios (personal en administración y estudiantes).

Cuando se haya analizado los elementos estructurales y conocido los planos de la FIEE, se procede a la elaboración de un diseño inicial para realizar la medición en la biblioteca y la comprobación de la Red WiFi y posterior verificación mediante pesquisas del estado físico de paredes, ejecutando las modificaciones requeridas.

El diseño del proyecto usó como producto el puntero en la elaboración de estudios y diseños de redes de alta densidad: WiFi – Designer.

ABSTRACT

In the current context, it is essential to have an optimal Wi-Fi network in study and work centers given that the use of the internet has increased exponentially, this as a consequence of the pandemic, where the Home Office became so popular, as well as the use of virtual communication tools (zoom, meet, Skype, among others).

On an educational level, classes migrated from a face-to-face model to a virtual one, which meant a very important change in the consumption and demand of Wi-Fi, given that having a quality Wi-Fi network allows classes to be accessed.

The objective of this study is to develop a design of a Wi-Fi network for the Faculty of Electronic and Electrical Engineering at the Universidad Nacional Mayor de San Marcos, taking into consideration its high-density areas, in addition, taking into account a practical approach that allows satisfying the needs of all users (students and administrative staff).

Once all the structural elements had been analyzed and the plans of the Faculty were known, a first approximate design was prepared to then carry out measurements inside the library and check the current WiFi Network and verify whether the investigations of both the physical state and the are the walls are true, carrying out the respective necessary modifications.

To execute the project design, a cutting-edge product was used in the development of studies and designs of high-density networks: WiFi – Designer.

ABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
TABLA DE CONTENIDO	iii
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABLAS	vi
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLO LA ACTIVIDAD	3
2.1 Institución - Actividad que desarrolla	3
2.2 Periodo de duración de la Actividad	3
2.3 Finalidad y Objetivo de la Entidad	3
2.4 Razón Social	4
2.5 Dirección Postal	4
2.6 correo electrónico del Profesional a cargo	4
CAPITULO III: DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	5
3.1 Organización de la Actividad	5
3.2 Finalidad y Objetivo de la Actividad	7
3.2.1 Finalidad	7
3.2.2 Objetivos	8
3.3 Problemática	8
3.3.1 Problema General	8
3.3.2 Problemas Específicos	8
3.3.3 Justificación e importancia de la Investigación	9
3.4 Metodología	9
3.4.1 Bases teóricas	9
3.4.2 Marco conceptual	14
3.5 Procedimientos	34
3.5.1	34
3.5.2	35
3.5.3	41
3.6 Resultado de la actividad	46
CAPITULO IV: CONCLUSIONES	47
4.1 Justificación	47

4.2 Presentación de Resultados	47
4.2.1 Seguridad	47
4.2.2 Costos	48
4.3 Conclusiones	49
CAPITULO V: RECOMENDACIONES	51
CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA	52
CAPITULO VII: ANEXOS	56
Anexo 1:	56
Anexo 2:	59
Anexo 3:	60
Anexo 4:	61
Anexo 5:	62
Anexo 6:	63
Anexo 7:	64
Anexo 8:	68
Anexo 9:	69
Anexo 10:	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Frontis del Pabellón B de la FIEE - UNMSM	7
Figura 2: Ingreso al Pabellón B de la FIEE - UNMSM	17
Figura 3: Ámbito de los estándares 802.11	18
Figura 4: Estándares de redes más importantes definidos por la IEEE	20
Figura 5: Banda 2.4 GHz	21
Figura 6: Banda 5 GHz	22
Figura 7: Plano del primer piso de la facultad	23
Figura 8: Plano del primer piso de la facultad dividido por zonas	24
Figura 9: Entrada por dentro de la facultad	25
Figura 10: Explanada del primer piso de la facultad	26
Figura 11: Sala de estudio de la facultad	28
Figura 12: Sala de estudio de la facultad	29
Figura 13: Plano del segundo piso de la facultad	30
Figura 14: Plano del segundo piso de la facultad dividido por zonas	31
Figura 15: Pasadizo del segundo piso de la facultad	35
Figura 16: Hall del segundo piso de la facultad	36
Figura 17: Oficinas del segundo piso de la facultad	37
Figura 18: Plano del tercer piso de la facultad	38
Figura 19: Plano del tercer piso de la facultad dividido por zonas	39
Figura 20: Aulas del 3er piso de la facultad	40
Figura 21: Hall del 3er piso de la facultad	41
Figura 22: Vista de la explanada de la facultad	42
Figura 23: Encuesta a población total de la facultad	43
Figura 24: Switch Cisco Catalyst C9200L	44
Figura 25: AP Cisco Aironet 2800	45
Figura 26: Plano piso 1 con paredes	46
Figura 27: Configuración del material a utilizar en la simulación	
Figura 28: Configuración del AP en el programa	
Figura 29: Plano piso 2 con paredes	

Figura 30: Configuración del material a utilizar en la simulación

Figura 31: Configuración del AP en el programa

Figura 32: Plano piso 3 con paredes

Figura 33: Configuración del material a utilizar en la simulación

Figura 34: Configuración del AP en el programa

Figura 35: AP's del piso 1

Figura 36: Medición en Banda 5 GHz

Figura 37: Medición en Banda 2.4 GHz

Figura 38: AP's del piso 2

Figura 39: Medición en Banda 5 GHz

Figura 40: Medición en Banda 2.4 GHz

Figura 41: AP's del piso 3

Figura 42: Medición en Banda 5 GHz

Figura 43: Medición en Banda 2.4 GHz

Figura 44: Nivel de señal Piso 1 (ambas bandas)

Figura 45: Nivel de señal Piso 1 (banda 2.4 GHz)

Figura 46: Nivel de señal Piso 1 (banda 5 GHz)

Figura 47: Nivel de señal Piso 2 (ambas bandas)

Figura 48: Nivel de señal Piso 2 (banda 2.4 GHz)

Figura 49: Nivel de señal Piso 2 (banda 5 GHz)

Figura 50: Nivel de señal Piso 3 (ambas bandas)

Figura 51: Nivel de señal Piso 3 (banda 2.4 GHz)

Figura 52: Nivel de señal Piso 3 (banda 5 GHz)

LISTA DE TABLAS

Tabla 1:	46
Tabla 2:	48
Tabla 3:	48

CAPITULO I:

INTRODUCCIÓN

El presente de trabajo de suficiencia tiene como finalidad el diseño de una red Wifi con un enfoque en las bandas 2.4 y 5 GHz para una futura implementación en el Pabellón B de la FIEE de la UNMSM. Asimismo, se realizará un estudio comparativo de las bandas de frecuencia en las que se opera con redes Wifi.

El diseño se realizó en los 3 pisos del Pabellón B de la FIEE considerando el alto tráfico de estudiantes, docentes y personal administrativo que maneja por día en los diversos ambientes de la facultad. Considerando el tema de pos-pandemia el cual nos ha dejado un escenario más automatizado, el cual nos debe de servir para formular nuevas formas de interconectar a los usuarios de la facultad a través de las bandas 2.4 y 5 GHz.

A partir de identificar necesidades en la institución y sus peculiaridades, se ofrece un diseño que asegure un contacto estable en todas las áreas de la facultad, lo cual es parte esencial en la organización de los procesos administrativos y educativos.

Este trabajo se organiza dando cuenta de los requisitos técnicos para el posible uso de redes Wifi en dicha infraestructura.

CAPITULO II:

INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE VA A DESARROLLAR LA ACTIVIDAD

2.1 Institución - Actividad que desarrolla

La institución donde se desarrolló el proyecto fue el Pabellón B de la FIEE de la UNMSM.

2.2 Periodo de duración del estudio

Las actividades del presente proyecto se realizaron desde el 31 de enero del 2023 al 31 de agosto del 2023

2.3 Objetivos

A. Objetivo General

- Diseñar una red Wifi que utilice frecuencia de uso libre en las bandas 2.4 GHz y 5 GHz para el Pabellón B de la FIEE de la UNMSM.

B. Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual de la red Wifi del Pabellón B de la FIEE de la UNMSM para identificar las necesidades de los usuarios de dicha facultad.
- Diseñar y proponer una red Wifi para el Pabellón B de la FIEE de la UNMSM.
- Simular y evaluar el diseño realizado dentro de las bandas elegidas.

CAPITULO III:

DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD

3.1 Descripción o especificaciones de la Facultad

La Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos cuenta con 2 pabellones el A y el B. La actividad que se describe en este informe corresponde al Pabellón B el cual cuenta con una instalación de más de 15 años.

En dicho pabellón que consta de 3 pisos, los ambientes están distribuidos para usos del personal administrativo y académico. Cuenta con 20 aulas equipadas con proyectores y laptops. Asimismo, tiene 18 laboratorios para todas sus escuelas académico profesionales.



Figura 1. Frontis del Pabellón B de la FIEE - UNMSM



Figura 2. Ingreso al Pabellón B de la FIEE - UNMSM

3.2 Finalidad y Objetivo de la Actividad

3.2.1 Finalidad

En la investigación se diseñará una red WiFi dual band que permitirá una mejor conectividad en las instalaciones de la FIEE de la UNMSM.

3.2.2 Objetivos

3.2.2.1 Objetivo General

Proponer un diseño de una red wifi dual band para la mejora de la conectividad en el pabellón B de la FIEE de la UNMSM.

3.2.2.2 Objetivos específicos

- Identificar las zonas del Pabellón B de la FIEE con mayor densidad de concentración.
- Medir la intensidad de la señal wifi en los diferentes ambientes del de la FIEE de la UNMSM.
- Cuantificar la cantidad de Access Points necesarios para una red wifi dual band para el Pabellón B de la FIEE de la UNMSM.

3.3 Problemática

3.3.1 Problema General

¿De qué manera un diseño de una red wifi dual band contribuirá con la mejora de conectividad para el Pabellón B de la FIEE de la UNMSM.?

3.3.2 Problemas Específicos

- ¿De qué manera se identificará las zonas del Pabellón B de la FIEE de la UNMSM. con mayor densidad de concentración?
- ¿Cuáles serán los parámetros a considerar para la medición de la intensidad de la señal wifi en los diferentes ambientes del el Pabellón B de la FIEE de la UNMSM.?
- ¿Cuál es el método para cuantificar la cantidad de Access Points necesarios para una red wifi dual band para el Pabellón B de la FIEE de la UNMSM.?

3.3.3 Justificación e importancia de la Investigación

En la actualidad el Pabellón B de la FIEE de la UNMSM dispone de un servicio de internet inalámbrico (wifi) muy deficiente e inestable. De acuerdo a esto, resulta necesario una propuesta de diseño en la Red de WiFi de la Facultad para mejorar la conectividad en los diversos ambientes de la misma.

Con el desarrollo del presente trabajo se conseguirán muchos beneficios, como el de tener unos planos a escala de las dimensiones de la facultad. Asimismo, otra contribución es conseguir una propuesta en materia de equipamiento para la mejora del servicio.

3.4 Metodología

3.4.1 Bases teóricas

3.4.1. 1. Antecedentes

a) Antecedentes Internacionales

- a) Díaz (2022) realizó para la Universidad Piloto de Colombia un estudio titulado “DISEÑO DE UNA RED WIFI 6 EN LA BANDA DE 6 GHZ PARA POSIBLE IMPLEMENTACION EN CENTROS COMERCIALES DE BOGOTÁ”, con el objetivo de diseñar una red Wi fi 6E, que utilice frecuencias de uso libre en la banda de 6 GHz, y lograr se desarrolle una nueva solución para alcanzar los cambios de velocidades en las conexiones aplicadas a sitios de alta concentración de usuarios” (Díaz, 2022). Metodológicamente, se enfoca en una investigación mixta cualitativa – cuantitativa, El estudio aporta que al analizar los aspectos técnicos y características que componen las redes Wifi 6E, se puede concluir que, gracias a una mayor capacidad de canales y un mayor ancho de banda y espectro, puede provocar cambios en las comunicaciones inalámbricas que son importantes para ellas con mayor ancho de banda y espectro son ideales para tráfico pesado. De otro lado, realiza una comparación de las bandas de frecuencia entre 2 y 6 GHz, determinándose que en cada frecuencia de banda posee diferentes características de propagación, concluyendo que el uso de cada banda de frecuencia está relacionado con la necesidad de alto o bajo tráfico, dado que en este caso la banda de 6 GHz es adecuada para entornos de mucho tráfico, teniendo menos alcance que las dos bandas mostradas en el diseño. Finalmente, en función del punto de acceso utilizado, que tiene características de rendimiento en las bandas de frecuencia de 2,4, 5 y 6 GHz,

contribuirá a la huella ecológica, pues se pueden realizar todo tipo de configuraciones en un solo dispositivo sin incurrir en mayores costes. recursos de fabricación de dispositivos, puede considerar el uso de las tres bandas en un solo dispositivo para cualquier requerimiento de comunicación deseada.

- b) Carracedo en 2021, realizó un estudio en la Universidad Politécnica de Madrid UPM, al que tituló “DISEÑO DE UNA RED WI FI DE ALTA DENSIDAD PARA UN EDIFICIO SINGULAR”, en el que representa, que debido al aumento en el uso de las redes Wifi, tanto como por las nuevas tecnologías y costumbres de la sociedad actual, en el cual la opción de estudio vía zoom o meet ha aumentado exponencialmente el consumo de ancho de banda, la red WiFi no es capaz de soportar el tráfico de datos de todos los usuarios que se conectan a ella. La metodología corresponde a un estudio práctico – aplicativo y experimental. Se pudo obtener las siguientes conclusiones: Las redes de alta densidad requieren una gran complejidad y es muy necesaria una planificación cuidadosa de los puntos de acceso, esto puede llevar más tiempo porque es muy difícil equilibrar todos los AP con la menor interferencia posible. La gran ventaja de utilizar la banda de 5 GHz en lugar de la banda de 2,4 GHz, porque la primera tiene un mayor número de canales y nos da una gran ventaja a la hora de organizar los canales y evitar interferencias co - canal, también se puede ver por la imposibilidad de para operar en la banda alta de 2,4 GHz se usa en redes de densidad, por lo que solo se puede usar para admitir la banda de 5 GHz y dispositivos más antiguos que no pueden conectarse a la banda de 5 GHz. Las encuestas de requisitos de red, las encuestas son muy útiles, pero no deben tomarse literalmente, alto nivel de investigación si es necesario, principalmente debido a la falta de comprensión de los encuestados sobre cómo funcionan las redes IEEE 802.11.
- c) Castillo (2020) en la Universidad Católica de Guayaquil, realizó una implementación titulada “ANÁLISIS Y DISEÑO DE UNA RED WIRELESS

QUE PERMITA EL ACCESO GRATUITO DE INTERNET EN LA ZONA TURÍSTICA DE LA PARROQUIA TACHINA DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS”, su objetivo consistió en determinar cuál es la problemática existente y brindar soluciones mediante los principales aspectos y necesidades por las cuales son necesarias el servicio de Internet considerando que es un sitio público con alta concentración, esto a través del diseño de una Red WiFi basada en un enlace MTM (Multipunto). Metodológicamente corresponde a un estudio práctico, en el que se arriba a las siguientes conclusiones: Con base en el método cuantitativo de resultados de conteo visual, cobertura y capacidad regional total, se propone un diseño de red inalámbrica regional que toma en cuenta las características de la red y las características ambientales de los enlaces MTM (multipunto a multipunto) y el esquema de posicionamiento básico AP. La red proporcionará puntos de acceso a conexión a Internet y brindará servicios confiables y óptimos a los visitantes de la zona. Utilizar el equipo seleccionado para realizar simulaciones de diseño de red y hacer recomendaciones de red basadas en cobertura, intensidad de señal, potencia del cliente por punto de acceso, velocidad de datos, ancho de banda, etc., y lograr buenos resultados; al mismo tiempo, basado en el diseño de red, los datos obtenidos en las simulaciones y la cantidad de equipos necesarios para una mayor implementación determinan el presupuesto financiero aproximado.

b) Antecedentes Nacionales

- a) Blas (2022), para la UPC, realizó un diseño e implementación titulada “DISEÑO DE UNA RED DE DATOS INALÁMBRICA LTE PRIVADA PARA LA INDUSTRIA MINERA”, para este propósito se estableció el objetivo de diseñar una propuesta que permita la mejora de conexiones inalámbricas en las empresas del rubro minero de datos de tajo abierto a través del uso de Redes LTE privadas. Se utilizaron datos e información de ciertas empresas mineras que operan en el Perú, las cuales disponen de redes WiFi MESH. Metodológicamente corresponde a un estudio aplicativo, concluye que: El

uso de redes LTE dedicadas en las áreas geográficas descritas puede aumentar la cobertura de la señal inalámbrica para operaciones en exteriores en comparación con la cobertura proporcionada por la infraestructura de red utilizando los canales Wifi definidos de 2,4 GHz o 5 GHz. Se debe considerar los valores logrados al momento de la simulación que pueden variar dependiendo de los parámetros de configuración de la antena como inclinación o ángulo descendente, potencia de transmisión, ganancia de la antena de transmisión, ganancia de la antena en CPE, altura de la antena en la unidad CPE, etc. Es necesario la consideración de sistemas protectores eléctricos cuando se instalen en áreas abiertas, especialmente en áreas rurales donde son posibles lluvias y descargas eléctricas.

- b) Barrenechea (2018) realizó en la PUCP; un estudio titulado “DISEÑO DE UNA RED LAN INALÁMBRICA PARA UNA EMPRESA DE LIMA”, en el que propone un diseño de una red LAN inalámbrica con un sistema de seguridad, usando protocolos de encriptación para protección de usuarios no deseados”. Metodológicamente, el estudio corresponde a uno descriptivo y aplicativo, llegando a obtener las siguientes conclusiones: La configuración de seguridad de acceso a la red inalámbrica junto con la asignación de VLAN en el conmutador y la lista de control de acceso en el enrutador forman un sistema de seguridad sólido. De otro lado, desarrollar redes inalámbricas que brinden acceso oportuno a la información. Los usuarios bajo autorización podrán conectarse de manera instantánea desde cualquier ubicación dentro de la empresa. Se selecciona, configura y simula equipos de comunicación a fin de verificar el adecuado funcionamiento de la conexión inalámbrica de la organización y las interacciones con las red LAN.
- c) Orihuela (2018) en la Universidad Tecnológica del Perú, propone en su investigación titulada IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA EN UNA ENTIDAD PÚBLICA DE LIMA, una implementación que busca solucionar equipos de gama empresarial que corrijan los problemas de red

inalámbrica que permitan la escalabilidad y administración en el Ministerio de Cultura y museos anexos. Metodológicamente corresponde a un estudio mixto, tanto cuantitativo como cualitativo, llegando a las siguientes conclusiones: La red inalámbrica implementada permite a los usuarios acceder de manera oportuna a la información proporcionada por el sistema de información, los usuarios con autorización pueden conectarse inmediatamente desde una ubicación física cualquiera. El controlador de punto de acceso instalado puede gestionar hasta 75 AP, de los cuales sólo 10 están operativos. Por tanto, hay mucho margen para la escalabilidad. Con la introducción de una red inalámbrica en la institución, se ha mejorado todo el sistema de comunicación inalámbrica dentro y fuera de la institución, lo que resulta beneficioso para los empleados y visitantes del museo.

3.4.1.2. Sustento Teórico

3.4.1.2.1. Tecnología

a) Hardware

Según el Instituto de Ingeniería UNAM (2023), quienes hacen uso de computadoras o con frecuencia, los términos hardware y software pueden resultarles familiares. De hecho, estos conceptos son habituales en la vida cotidiana, no sólo en el trabajo, sino también en el hogar, en familia e incluso en el entretenimiento. El hardware es definido como aquel conjunto que lo conforman circuitos electrónicos, memorias y diversos dispositivos de entrada y salida. UNAM cita a diversos autores como White (1993) que sugiere que es una herramienta u objeto tangible, y Szimanski (1995) que lo considera cualquier dispositivo físico que opera un sistema de información. Como todo equipo relacionado con una computadora y según reconoce a Stanley (2010) como las partes físicas de un sistema informático. En pocas palabras, el hardware (a diferencia del disco duro) representa la parte física de la computadora, todo lo que se puede tocar: mouse, teclado, pantalla, tarjetas electrónicas, cables, impresora, estuches, discos duros, memoria, parlantes, etc., a esto se considera considerado hardware.

Aunque software y hardware son términos diametralmente opuestos, son interdependientes porque una pieza de software o hardware debe depender de la otra para funcionar; por lo tanto, no se recomienda instalar un programa sin conocer sus requisitos de hardware, o corre el riesgo de ejecutarlo incorrectamente o no ejecutarlo en absoluto.

Estos requisitos generalmente están centrados en 3 elementos principales: tipo de procesador, tamaño de la memoria principal (RAM) y el espacio del que se dispone en el disco duro. Además, se requiere un software especial para que el hardware funcione de modo óptimo. Esto sucede a menudo cuando se conecta por primera vez una unidad flash (llamada memoria USB) a la computadora. Cuando se detecta el sistema operativo, instala un programa llamado "controlador" para que la memoria pueda funcionar correctamente.

Cualquier dispositivo conectado a la computadora (como impresoras, pistolas, tarjetas inalámbricas, etc.) pasará por el mismo proceso. Cuando estos dispositivos se conectan por segunda vez, son completamente reconocidos por el sistema operativo porque su controlador ya está instalado en la computadora, por lo que funcionará mucho más rápido (lo que elimina el proceso de instalación de este controlador).

Para que el hardware funcione correctamente cuando está conectado a la computadora, necesita un software que permita ser reconocido y reconocido por el sistema operativo y, a la inversa, para que el software funcione de manera óptima, el hardware debe ser lo suficientemente potente como para cargar el sistema operativo, si se conecta y reconoce el hardware, esto corre rápido y eficientemente.

b) Modelo de Referencia OSI

En este punto se cita a Marin (2021), reconoce que el modelo de referencia OSI corresponde al modelo principal que se usa en comunicación de redes. Pero reconoce que existe algunos otros modelos, gran parte de los fabricantes de redes

actualmente vinculan sus productos al Modelo OSI, si quieren enseñan a un usuario la manera de cómo hacer uso de sus productos. El fabricante la considera como herramienta efectiva para aprender a enviar y recibir datos mediante Internet.

Cabe destacar que el modelo de referencia OSI le permite al usuario visualizar toda la funcionalidad de la red que ocurren en cada capa. Esta es una forma de ilustrar cómo se transmiten los mensajes mediante una red. Una explicación visual de cómo se mueve toda la información y datos a partir de una aplicación (por ejemplo, una hoja de cálculo, un documento, etc.) a otra que se ubica en otra PC en red utilizando como medio una red (un cable, por ejemplo), es decir emisor y receptor poseen diferentes tipos de redes.

El modelo de referencia OSI está configurado con 7 capas enumeradas, donde cada una de ellas constituye una función específica de la red. Dicha distribución de las funciones de red se llama estratificación.

Cuando la red se divide en estas siete capas, se pueden lograr los siguientes beneficios:

- Aspectos relevantes de funcionamientos de la red se desglosan en elementos de menor complejidad.
- Definir interfaces estándar que garanticen la compatibilidad del plug-and-play y la integración de componentes de diferentes fabricantes.
- Permitir a los ingenieros diseñar y promover específicamente la simetría en diferentes funciones de redes modulares para trabajar juntas.
- Evitar que los cambios en un área afecten a otras para que cada área pueda desarrollarse más rápido.
- Dividir la complejidad de las redes informáticas en subgrupos de actividades independientes y más fáciles de aprender.

Cuando se trata de capas en el modelo OSI, se habla de ellas en orden inverso, es decir, el nivel más alto es el nivel 7 y el nivel 1 es el nivel más bajo, tal como se muestra en la imagen a continuación:

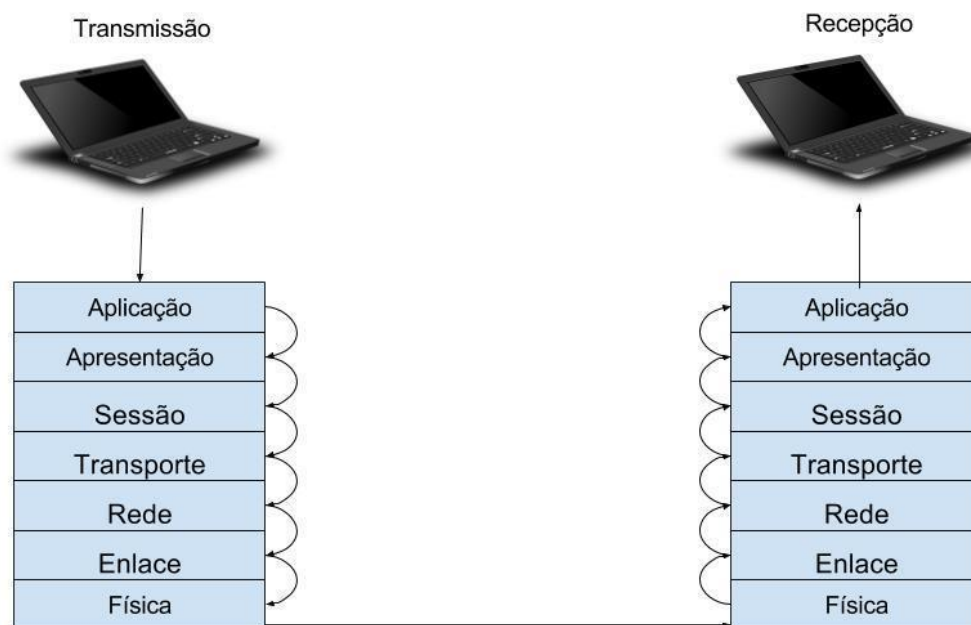


Figura 3. Modelo OSI, utilizado en redes es TCP/IP.

Este modelo, lleva el nombre de los dos protocolos, está diseñado para que se agrupe protocolos de una misma manera que se muestran en el modelo OSI, pero con menor cantidad de capas.

Comprender los protocolos corresponde a una habilidad de los trabajadores de infraestructura. No es necesario que los conozca todos, pero conocer algunos puede ayudarle a resolver algunos problemas en su red.

c) Topologías de red

Acerca de las topologías de red, en la Universidad de Valencia (2021) acerca de Sistemas Industriales distribuidos acerca de la topología de la red son las diversas estructuras interactivas que organizan las redes de transmisión de datos entre dispositivos.

Diversos componentes de automatización autónomos: actuadores, sensores, PLC y robot, interaccionan en información, se conectan de modo físico a la estructura específica. Los diversos tipos de red poseen una topología física y otra lógica siempre relacionadas.

En la topología física se define la estructura o composición física de la red, la disposición de los cables interconectados entre elementos de la red. La topología lógica es el conjunto de reglas, que se relacionan con la topología física, y que definen la forma en que se controla la transmisión de datos en una red.

El uso de la topología afecta al flujo de información (velocidad de transmisión, tiempo de llegada, etc.), a la gestión de la red y a cómo se expande y actualiza.

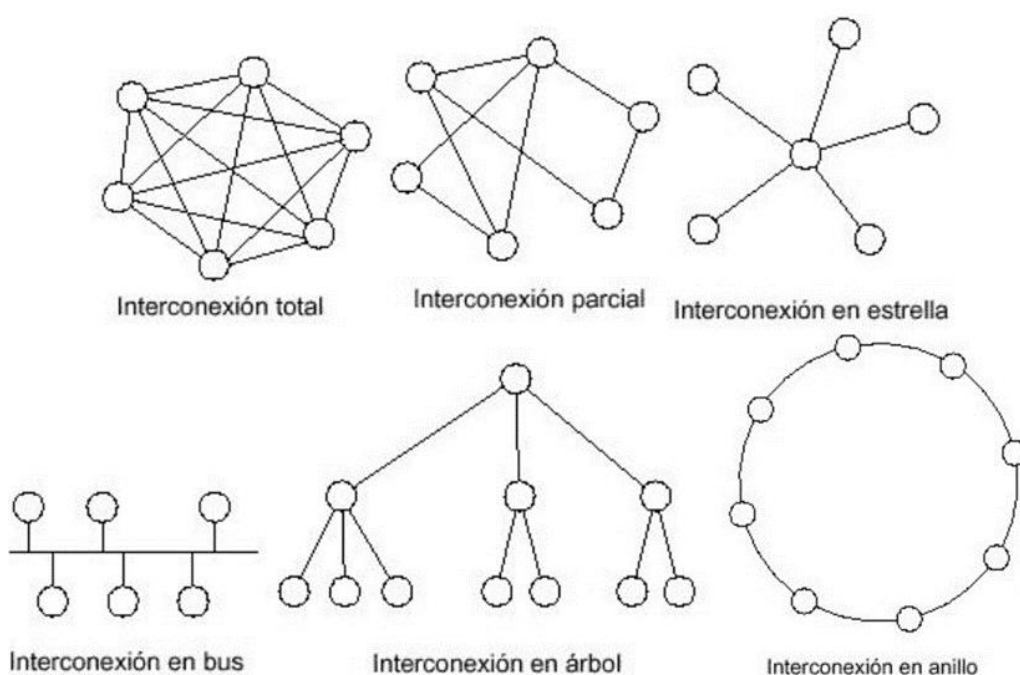


Figura 4. Topologías de red

- **Interconexión parcial y total:** Las interconexiones proporcionan más conexiones físicas entre nodos de red, por lo que hay más canales de comunicación compartidos y más caminos de interconexión entre dos nodos.
- **Conexión en estrella:** Cada nodo está conectado a un nodo central que controla el acceso del resto de nodos a la red (conflictos, fallos, etc.). En esta topología, el nodo central, que se encarga de controlar todas las comunicaciones, es muy importante, porque cualquier perturbación suele provocar el fallo de toda la red.
- **Interconexión de Bus:** La totalidad de nodos están conectados a un único medio de transmisión a través de transceptores que controlan el acceso al bus. Los

mensajes son enviados a través del bus y los nodos escuchan y aceptan los datos sólo cuando se envían.

- Interconexión en árbol: Esta estructura topológica puede entenderse como diferentes estructuras de bus con diferentes longitudes y diferentes características conectadas para formar diferentes ramas de interconexión.
- Conexión en anillo: los nodos se conectan en serie alrededor de un anillo. Esto corresponde a conectar los dos extremos de la red de autobuses. Los mensajes son transmitidos en una dirección (actualmente existe una topología de red que envía mensajes de forma bidireccional), pasando a través de los nodos necesarios hasta arribar al destino.

d) Polaridad de antena

Choque (2022) de acuerdo con el autor, la polarización de una antena se define vagamente como la dirección de los campos electromagnéticos producidos por la antena cuando la energía se irradia desde ella. Estos campos direccionales determinan la dirección en la que la energía se aleja o es recibida por una antena. Existen 2 tipo esenciales de polarización adecuadas para las antenas: la lineal, misma que comprende vertical, horizontal e inclinada, y la circulas, esta incluye la circular derecha, la circular izquierda, la elipse derecha e izquierda. Cita además a (Suárez, 2021), para quien la polaridad es elemental en la obtención del máximo rendimiento; la polaridad en las antenas receptoras y transmisoras debe ser las mismas para el buen rendimiento.

e) Atenuación de una señal

En la página de la Universidad Nacional del Sur de Argentina (2021) se afirma la atenuación mide la reducción de la intensidad de la señal (expresada en dB) a lo largo de los cables debido a impedancia y pérdida de radiación al medio ambiente. Se mide a diferentes frecuencias en cada par dependiendo de la categoría considerada. Este es el principal indicador de la calidad del cable y se mide en dB. Algunos factores que aumentan esto son la frecuencia, la distancia, la temperatura

o la humedad. Esto se puede reducir mediante blindaje. No debe exceder el valor máximo (debe ser lo más bajo posible).

3.4.1.2.2. Espectro radioeléctrico

Según el CNABF (2022) sobre el espectro de radiofrecuencia señala que, en teoría, podrían existir diferentes tecnologías de comunicación en cualquier parte del espectro radioeléctrico, pero cuanto más información debe transportar una señal, más ancho de banda necesita. En términos simples, el ancho de banda es el rango de frecuencias que ocupa una señal en el espectro. Por ejemplo, una estación de radio FM puede transmitir en una frecuencia de 92.9 MHz pero requiere un ancho de banda de 0.3 MHz (300 kHz), el espectro entre 92.8 y 93.0 MHz inclusive. Otras estaciones no pueden transmitir en estas frecuencias dentro de la misma área sin causar o recibir interferencias. Desde esa perspectiva, es una facultad exclusiva del Estado, y por lo tanto es propiedad del Estado, inalienable y no sujeta a limitación, y su dirección, administración, supervisión y control son responsabilidad de la Agencia Estatal de Frecuencias de acuerdo a lo establecido en la normativa y decretos vigentes.

En relación a las facultades de gestión y de la administración del espectro de radiofrecuencia incluyen las actividades de planificación, coordinación y creación de un cuadro de asignaciones de frecuencias, que permitan a los distintos servicios de radiocomunicaciones del país operar en las bandas de frecuencia previamente asignadas a cada uno de ellos, para asegurar su funcionalidad, para reducir el riesgo de interferencias no deseadas y, en su caso, permitir la coexistencia de servicios de telecomunicaciones en la misma banda de frecuencias.

3.4.1.2.3. Tecnologías WIFI

WiFi es una red inalámbrica que consta de conexiones inalámbricas. Adaptador de red y AP. AP se llama comúnmente como punto de acceso o un puente de red, que es un puente entre Redes locales cableadas tradicionales y redes locales inalámbricas. Es una tecnología que permite la transferencia de información entre puntos separados sin conexión física. Nota: Actualmente las tecnologías

inalámbricas utilizan infrarrojos, acústicos, radiofrecuencia y ópticos. WiFi es una tecnología de red inalámbrica que utiliza ondas de radio para proporcionar acceso inalámbrico a Internet de alta velocidad.

3.4.1.2.4. Redes de alta densidad

Para Chocarro (2021) una red de alta densidad es una red diseñada para brindar cobertura a múltiples clientes WLAN. Este tipo de red tiene unas características propias, y su instalación debe cumplir unas determinadas condiciones. Un enfoque de planificación conservador tiene como objetivo proporcionar un producto WLAN completo instalando la menor cantidad de puntos de acceso posible. Los estudios de sitios inalámbricos a menudo se implementan en áreas más grandes para garantizar que haya suficiente intensidad de campo disponible cuando se necesita WLAN. Sin embargo, este tipo de instalación proporciona una cobertura básica y, a medida que aumenta el número de dispositivos inalámbricos por visitante o empleado, puede alcanzar rápidamente los límites de su red WLAN. Además de diseñar una red WLAN con cobertura básica, existe otra forma de planificar un diseño que abarque varios clientes WLAN. Este tipo de instalación se denomina "red de alta densidad". En este caso, se instalará una gran cantidad de puntos de acceso para proporcionar una conexión Wi-Fi que funcione bien a muchos clientes. No basta con instalar redes de alta densidad simplemente ampliando el número de puntos de acceso.

Para instalar correctamente una red de alta densidad, siga estos pasos:

- Realizar análisis conjuntos con los clientes para determinar cuántos clientes de WLAN habrá, dónde estarán ubicados, qué servicios utilizarán y qué rendimiento se requiere. Llevar a cabo la planificación de capacidad, proporcionar un primer borrador del plan global y determinar el número requerido de puntos de acceso y sus ubicaciones.
- Planificar los canales WLAN para garantizar que haya un número suficiente de puntos de acceso en total para los canales de cobertura disponibles. La reutilización de canales es especialmente importante cuando la señal de los puntos de acceso vecinos que utilizan el mismo canal es demasiado débil. De

lo contrario, el rendimiento general de la red se reducirá significativamente debido a la interferencia y a una mala relación señal-ruido. Sólo tres canales de cobertura están disponibles en la red de 2,4 GHz y dos puntos de acceso inalámbrico siempre utilizan estos canales para proporcionar la red WLAN de 5 GHz. Las redes de 5 GHz tienen hasta 19 canales no superpuestos disponibles para admitir una mayor cantidad de clientes WLAN. En una red densa con muchos puntos de acceso, algunos puntos de acceso de 2,4 GHz deberán apagarse debido a la falta de canal para evitar interferencias.

- La planificación del conocimiento del sitio WLAN garantiza señales fuertes en todas las áreas del edificio.
- Instalación de WLAN. Hay muchas cosas para recordar durante el proceso de configuración. En primer lugar, debe asegurarse de que sus productos WLAN existentes sean adecuados para este tipo de instalación. Se deben admitir funciones como el equilibrio de carga de Wi-Fi, el tiempo de uso justo, la limitación y el control del ancho de banda. Se debe tener cuidado durante la instalación para mantener la cantidad de SSID al mínimo, ya que cada SSID adicional aumenta el costo y reduce el rendimiento general del sistema.
- Verifique la instalación de WLAN. En este caso, la primera medida de control es garantizar una buena intensidad de campo en todas las zonas para garantizar una conexión de red satisfactoria. Es fundamental revisar las redes de alta densidad durante las operaciones en curso para garantizar que todos los actores puedan trabajar juntos de manera efectiva y lograr el desempeño requerido con el máximo número de actores. Un controlador WLAN que proporcione las herramientas de análisis necesarias es muy útil.

3.4.1.2.5. Red Inalámbrica WIFI

Basados en lo que reconoce INCIBE (2019) el Wifi (común en español, aparece en el Diccionario RAE, de la marca Wi-Fi) corresponde a sistemas que permiten conectar de forma inalámbrica dispositivos electrónicos en una zona determinada, su uso más común y extendido es el acceso a Internet, Wi-Fi es una marca propiedad de Wi-Fi Alliance (Alianza Wi-Fi en español).

Es una organización sin fines de lucro dedicada a promover y certificar tecnologías y productos Wi-Fi que cumplan con los estándares de interconexión que cumplen con IEEE 802.11, el estándar operativo que define las redes inalámbricas, a pesar de los costos asociados a esta certificación, significa que no todos los productos pasan por este proceso.

La ausencia del logotipo de Wi-Fi no significa que el dispositivo no sea compatible con ningún otro dispositivo Wi-Fi certificado.

Elementos

- **Dispositivo cliente:** un dispositivo que necesita conectarse a una red inalámbrica, como una computadora portátil, una tableta, un teléfono inteligente, etc.
- **Punto de acceso:** Representa los elementos tecnológicos que conectan los dispositivos de los clientes entre ellos y con otras infraestructuras cableadas en la organización. Estos elementos actúan como puertas de entrada a otras redes, como Internet. A menudo se les identifica como enrutador, estos dispositivos también son capaces de ejecutar otras tareas.

Tipos

Así es como se configura la red cuando se intercambian datos a través de la red. Desde la perspectiva de los dispositivos conectados a ella, existen dos tipos de redes inalámbricas:

- **Modo Ad Hoc** donde no hay puntos de acceso ni enrutadores y los dispositivos cliente se comunican directamente entre sí. Por ejemplo, utilizando tecnologías como Bluetooth 2 o Wi-Fi Direct.

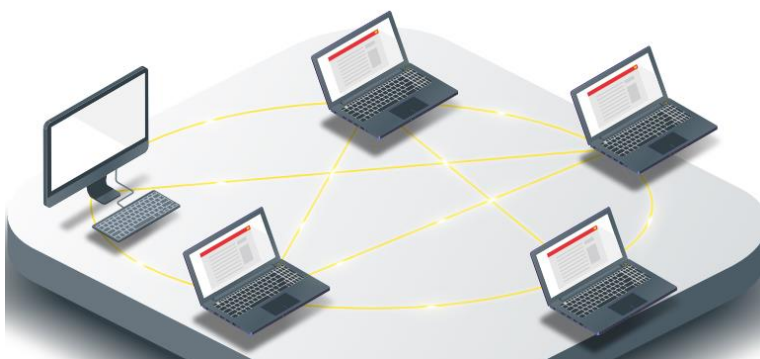


Figura 5. Modo Ad Hoc

- Modo infraestructura: requiere un punto de acceso o enrutador para conectar los dispositivos. Este tipo de red se utiliza habitualmente en empresas y hogares. Utilizando un punto de acceso o enrutador, puede acceder a varios recursos de la red, como dispositivos, servidor, impresora, entre otros.

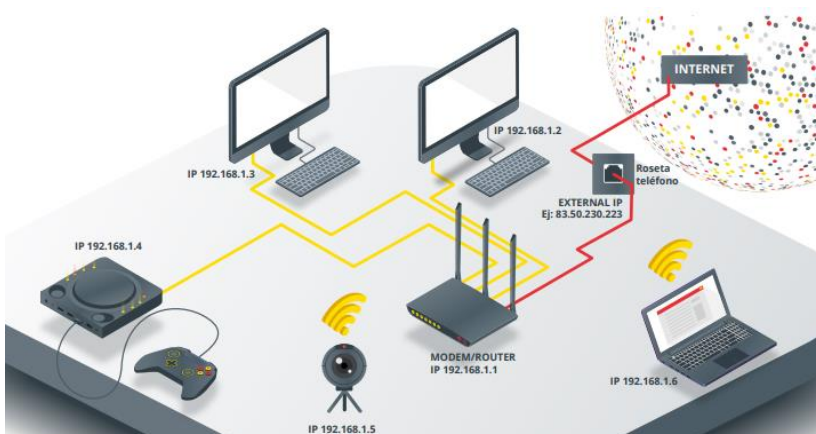


Figura 6. Modo Ad Hoc

Ventajas y desventajas

La principal ventaja de los mecanismos de red inalámbrica es que no hacen falta cables, por lo que no hay que preocuparse por su estado, mantenimiento y organización. La ausencia de cables garantiza un alto grado de movilidad, que es una de las mayores ventajas de esta tecnología.

De esta forma se eliminan las limitaciones de la ubicación de la instalación del cableado, de modo que el acceso a la red sólo está disponible donde el usuario tiene acceso al cable.

Una de las principales desventajas asociadas a este tipo de conexión es su apertura y disponibilidad, lo que la convierte en una tecnología más vulnerable que los cables. Además, la velocidad del navegador e incluso la disponibilidad de la propia señal pueden verse afectadas por otros factores como la interferencia de la señal y factores ambientales. En general, la tecnología Wi-Fi permite brindar servicios a múltiples usuarios que pueden conectarse en cualquier lugar y en cualquier momento, sin importar dónde llegue la señal, mientras que el uso de un cable solo puede conectar a los usuarios que utilizan dicho cable en una ubicación habilitada.

Riesgos de las redes inalámbricas

Además de las amenazas y riesgos asociados a las redes que están cableadas, también hay existe aquellos asociados a las redes Wi-Fi. Cuando corresponde a una tecnología inalámbrica, cualquier persona que se halla dentro de su alcance puede realizar actividades maliciosas.

Por tanto, podemos detectar los siguientes tipos de amenazas:

- (DoS) o Denegación de Servicio: Implica deshabilitar la infraestructura inalámbrica emitiendo una gran cantidad de solicitudes de servicio al punto de acceso, haciendo que el sistema no pueda responder a tantas solicitudes. Este ataque está diseñado para sobrecargar un punto de acceso o enrutador e impide que algún usuario legítimo use los servicios que se le proporciona.
- Man in the middle: Está basado en que un hacker o atacante se pueda interponer entre el remitente y receptor, hacerse pasar por cualquiera de las partes y que la otra persona crea que está interaccionando con el destinatario legítimo de la comunicación, hacerse pasar por un punto de acceso (Togue Access Point).
- Ataque por fuerza bruta: Método que utiliza todas las combinaciones de contraseñas posibles para encontrar la clave de cifrado de comunicación o la clave de acceso a la red Wi-Fi. Aunque parezca imposible obtenerlas, existen

muchas herramientas gratuitas en Internet que permiten obtener claves para redes que no cuentan con algoritmos de cifrado ni claves seguras.

- **Eavesdropping:** Que captura tráfico de red no autorizado utilizando herramientas como antenas potentes. El objetivo es capturar la información que enviamos, que puede estar intacta si no está cifrada, y obtener patrones de comportamiento al intentar descifrarla si no está cifrada.
- **MAC Spoofing:** Esto implica falsificar la dirección MAC5 de un dispositivo permitido si el punto de acceso está configurado con dicha lista de direcciones permitidas.

3.4.1.2.6. Red Inalámbrica WLAN

Según reconoce INCIBE (2019), se debe establecer y documentar una configuración de seguridad dentro del marco organizacional de la empresa para garantizar la seguridad necesaria para proteger la privacidad de la información, se deben incluir las siguientes medidas para lograr este nivel de seguridad.

Se debe pensar cuál será la arquitectura de seguridad. Esta es una pregunta de literatura que describe en detalle cómo se construyen las redes inalámbricas y sus sistemas de gestión, reflejando los siguientes aspectos:

- ¿Cuál es el área de cobertura del punto de acceso? Esta medida será considerada antes de su ubicación física. El objetivo es reducir la cantidad de señales fuera del control de la organización.
- En un entorno empresarial, la red inalámbrica debe estar en modo infraestructura. Esto se reflejará en la arquitectura de seguridad. Por tanto, un punto de acceso u otro dispositivo de conexión (enrutador) se utiliza tanto para conectar dispositivos que quieren conectarse a una red inalámbrica como para conectar otros puntos de acceso entre sí.

Autenticación

Este es un proceso que debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Determinar el tipo de autenticación de red inalámbrica. Esto se puede hacer compartiendo claves previamente o utilizando un mecanismo de

autenticación mutua. La funcionalidad del método PSK (Clave Pre-Compartida) se basa en la existencia de una única clave de conexión a la red inalámbrica que es compartida por todos los ordenadores y usuarios. Por otro lado, la autenticación mutua es un método más seguro que permite a cada cliente realizar su propio proceso de autenticación con las credenciales de acceso. Sin embargo, este enfoque requiere una infraestructura de servidor de autenticación.

- El mecanismo de autenticación se utilizará para la autenticación del servidor y del cliente (si se utiliza autenticación mutua).
- Normalmente, el servidor se autentica ante el cliente mediante credenciales, mientras que el cliente utiliza un mecanismo de factor único (por ejemplo, contraseña, token, etc.) para la autenticación. Cuando utilice contraseñas que deben ser lo más seguras posible, utilice una política de contraseñas que especifique dos requisitos que la contraseña debe cumplir (por ejemplo, al menos 8 caracteres compuestos por letras minúsculas, letras mayúsculas, números y caracteres especiales), recuperación, tiempo, número máximo de intentos permitidos, etc.
- Se puede utilizar la autenticación de dos factores si es necesario.
- Se debe encapsular el protocolo responsable del transporte, lo que aumentará la seguridad del proceso de autenticación.

Se considera de importancia considerar medidas de seguridad y protección debido a que, si esta se ve comprometida, un hacker puede lograr acceder a la red y en consecuencia a toda la información sin tener la necesidad de emplear una conexión física.

3.4.1.2.7. Ancho de banda

Según Santacruz (2020), explica que el ancho de banda que posee una banda base viene a ser la extensión de la frecuencia donde dicha señal tiene la capacidad de energía por encima de un límite determinado. La mayoría de las veces, dicho límite (F_{max}) se establece en -3 dB, siendo esta la mitad de la frecuencia máxima. Las medidas utilizadas para expresar el ancho de banda son Hz, kHz y MHz.

3.4.1.2.8. Access Point

Según Muñoz (2019), un access point o punto de acceso en español, viene a ser un dispositivo establecido dentro de una Red de Area Local Inalámbrica (WLAN), esto es en general dentro de cualquier oficina o en un edificio grande. Un punto de acceso (AP), es el que transmite la señal WiFi hacia un área específica y establece su conexión a un enrutador mediante una línea Ethernet. Para un estudio de caso que tuvo lugar en un parque cafetalero, fueron analizadas las ventajas y las desventajas de tres fabricantes de AP. Aprenda del Cuadrante Mágico de Gartner El Cuadrante Mágico de Gartner proporciona a las empresas una visión general de los productos o servicios tecnológicos en un campo determinado y es el resultado del compromiso de una empresa con Gartner, Inc.

De otro lado, según el CCNA (2021) desde el punto de vista técnico un punto de acceso (AP) es un término utilizado para un dispositivo de red que une redes cableadas e inalámbricas. Los AP de consumo a menudo se denominan enrutadores inalámbricos porque normalmente también sirven como enrutadores de Internet y Firewalls.

La mayoría de los AP conectan redes inalámbricas utilizando el estándar WiFi; sin embargo, los AP comerciales e industriales modernos también ofrecen cada vez más soporte para los estándares inalámbricos Bluetooth. Esto permite que los AP comerciales e industriales admitan dispositivos centrados en el ser humano y de Internet de las cosas (IoT).

Las diferencias entre los AP de consumo y los AP comerciales o industriales se explican fácilmente por la escala de la red. Un AP de consumo suele estar diseñado para ser la única pieza de infraestructura de red en un hogar. Debe conectar la red doméstica a Internet, proporcionar defensas básicas de seguridad de la información y admitir quizás una docena de dispositivos de red.

Los AP comerciales e industriales, por el contrario, normalmente necesitan cubrir un área físicamente más grande de la que puede ser atendida por un solo AP, y regularmente soportan docenas o incluso cientos de clientes inalámbricos simultáneamente. Los AP comerciales e industriales sirven principalmente para permitir que los dispositivos inalámbricos accedan a la red cableada de la

organización, donde otros dispositivos manejan los servicios de red avanzados, como la seguridad de la información y el enrutamiento de Internet.

a) WAP Autónomos

Aquí es donde se combinan el punto de acceso y el conmutador para el tráfico inalámbrico. El controlador de la WLAN es lo que la distingue de los puntos de acceso ligeros. Como lo implica el nombre autónomo, el controlador permite que un único dispositivo administre el tráfico independientemente de cualquier soporte adicional.

Los puntos de acceso autónomos son mucho más comunes que sus homólogos ligeros. Los primeros puntos de acceso autónomos se desarrollaron para conectar dispositivos inalámbricos de la forma más sencilla posible. Con el tiempo, se volvieron más sofisticados y los puntos de acceso autónomos modernos suelen funcionar a través de WLAN.

Como tal, un punto de acceso autónomo es un ejército de un solo hombre en conectividad inalámbrica. Puede conectar tantos dispositivos como desee (dentro de los límites del diseño de los dispositivos). Si necesita soporte adicional para el tráfico, puede agregar puntos de acceso autónomos y configurarlos para que funcionen juntos.

Esta última parte explica por qué los puntos de acceso autónomos no siempre son la respuesta correcta. Configurar manualmente un grupo de trabajo autónomo puede resultar prohibitivamente complicado. Esas complicaciones pueden hacer que las redes sean más caras y menos confiables. Entonces, si bien los puntos autónomos son increíbles cuando se trabaja solo, cuando necesitan más ayuda, pueden no ser la mejor opción.

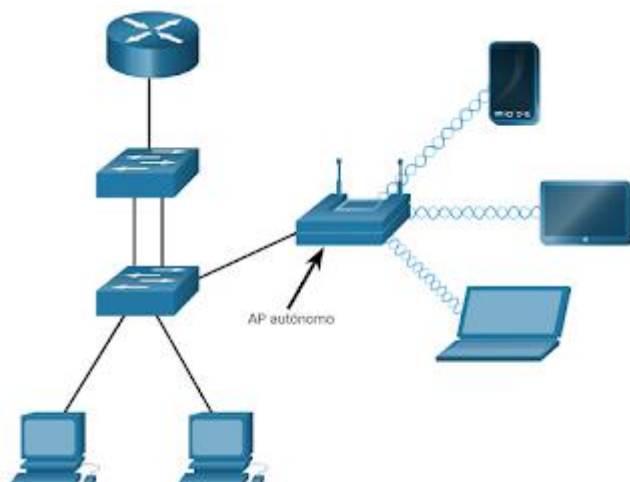


Figura 7. WAP Autónomos

b) WAP Basados en controladores

Este tipo de dispositivos no requieren de una configuración inicial y a menudo son denominados puntos de acceso ligeros (LAP). El punto de acceso LAP se comunica con el controlador WLAN (WLC) mediante el protocolo de punto de acceso ligero (LWAPP), como se muestra en la siguiente figura:

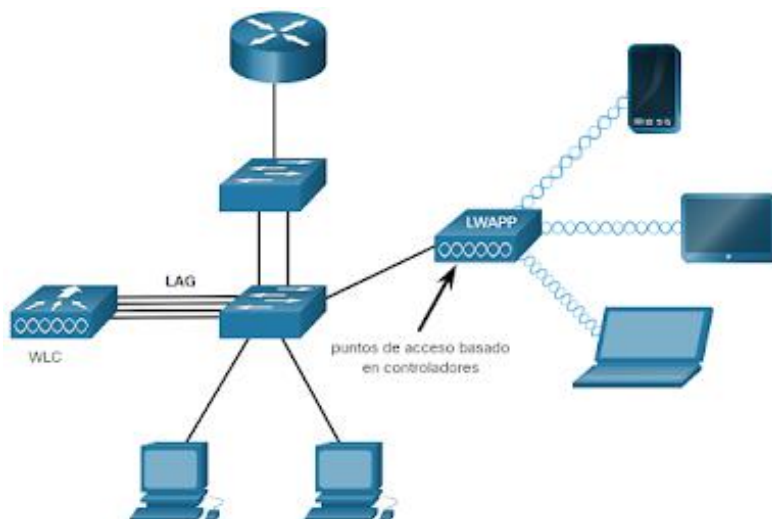


Figura 8. WAP Basados en controladores

Cuando se habla de puntos de acceso que se basan en controladores que son utilizados en situaciones donde se requieren múltiples puntos de acceso en una red. Cuando agrega puntos de acceso, el WLC configura y administra automáticamente cada punto de acceso.

Tener en cuenta que el WLC de la figura se observa cuatro puertos, los mismos que se conectan a la infraestructura de conmutación. Estos puertos se configuran como un grupo de agregación de enlaces (LAG) que los agrupa.

De manera similar a cómo funciona EtherChannel, LAG muestra redundancia y equilibrio de carga.

3.4.1.2.9. Radiofrecuencias

Chocarro (2021) reconoce en la radiofrecuencia, la tasa de fluctuación de la radiación electromagnética o el espectro de ondas de radio electromagnéticas con frecuencias entre 300 gigahercios (GHz) y 3 kilohercios (KHz).

En relación al espectro de radiofrecuencia, este es utilizado en distintos tipos de telecomunicaciones inalámbricas utilizando diversos tipos de antenas y transmisiones.

Diferentes unidades y dispositivos operan y transmiten a diferentes frecuencias, por lo que se puede decir que hay frecuencias muy bajas y frecuencias muy altas, con frecuencias intermedias.

En este sentido, las radiotelecomunicaciones con modulación de amplitud (AM) transmiten señales en el espectro de frecuencia media, mientras que la radio con modulación de frecuencia (FM) transmite señales en altas frecuencias.

La diferencia en la frecuencia se relaciona directamente con el alcance y también la calidad de la señal, ejemplificando el caso, las radios AM tienen más alcance que las radios FM, pero las radios AM tienen menor calidad de que las FM.

Funcionamiento de las radiofrecuencias en las telecomunicaciones

La radiofrecuencia es medida en Hz (hercios), que representa numerariamente ciclos que viajan una onda de radio por segundo. Un Hz corresponde a un ciclo por segundo y las ondas electromagnéticas oscilan entre millones (megahercios) y miles de millones (gigahercios) de ciclos por segundo., (kilohercios). Estas radiofrecuencias son invisibles para el ojo humano.

Muchos dispositivos inalámbricos, por ejemplo: estaciones de radio, teléfonos móviles y televisión, o como: Bluetooth, walkie-talkies, mandos a distancia, teclados... todos usan campos de radiofrecuencia que deben operar en su espectro mediante infrarrojos. frecuencias con longitudes de onda electromagnéticas más cortas.

En general, las ondas de radio se refieren a la forma en que las frecuencias de radio llegan a los dispositivos de comunicación.

Asimismo, las redes celulares operan en áreas geográficas definidas divididas en celdas, cabe destacar que cada celda posee un conjunto de frecuencias fijadas mediante antenas de estación de radio.

Al realizar una llamada, los dispositivos móviles buscan la antena más cercana que permite se establezca una conexión. El procesamiento se refiere a transferencias no relacionadas, utilizando diferentes antenas y equipos, se pueden utilizar campos de radiofrecuencia para transmitir diferentes tipos de comunicaciones inalámbricas.

3.4.1.2.10. Estándares 802.11

Como se reconoce en el estudio desarrollado por Aguilar (2021) los estándares 802.11 representan al grupo de especificaciones en las que se define la capa de conexión usando el Control de Acceso al Medio (MAC) y Capa Física (PHY) de modelos de referencia OSI para futuras implementaciones de LAN de nivel inalámbrico en las bandas de frecuencia de 2,4 GHz y 5 GHz. Desglose de capas físicas y capas de enlace en el modelo de referencia OSI estándar.

La capa física (PHY)

Consta de dos capas: la capa Physical Media Dependent (PMD), que es responsable de gestionar los distintos esquemas de modulación y bandas de frecuencia operativas, y la capa Physical Layer Convergence Protocol (PLCP), que es responsable de agregar encabezados y preámbulos entre MAC. Cada capa y PMD, el subyacente de cada paquete de datos entre ellas, donde también se destacó la introducción de tecnologías de transmisión de espectro extendido FHSS y DSSS (citando a Cabrera Ríos, 2018).



Figura 9. Capas del Modelo OSI definidas por el estándar IEEE 802.11

La capa de enlace

Consta de dos capas, la capa MAC, esta es la responsable de definir 2 funciones de acceso a los medios: la función de coordinación distribuida o DCF que también se conoce como CSMA/CA y la función de coordinación de puntos o PCF comúnmente utilizada.

El control de acceso a medios (MAC)

En el Protocolo CSMA/CD, se reconoce que está basado en la detección y retransmisión de las colisiones, se diseñó originalmente para Ethernet. En las redes inalámbricas que utilizan esa misma frecuencia para la transmisión y recepción, es casi improbable que se registren colisiones, entonces en los protocolos CAMA/CA se requiere la utilización de un acuse de recibido (ACK), que indica si una determinada trama ha sido recibida con éxito en una determinada hora. momento. o tiempo, de lo contrario será retransmitido (Cabrera Ríos, 2018).

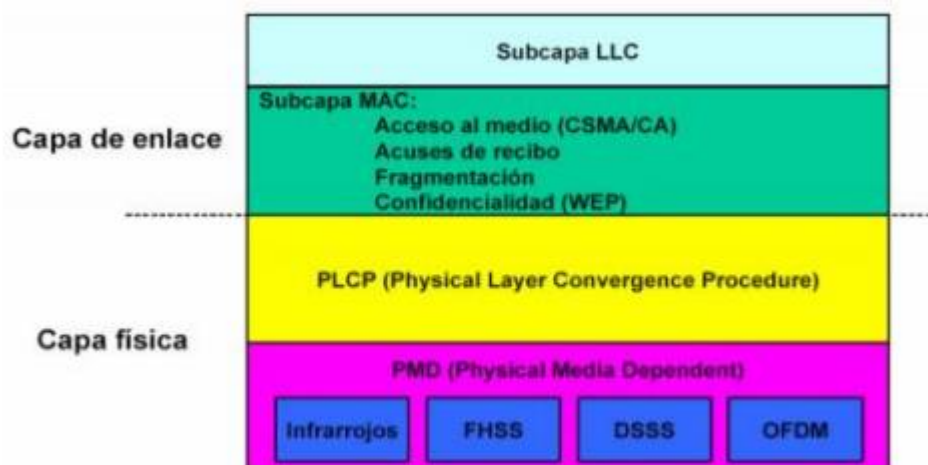


Figura 10. Estructura de las capas del estándar IEEE 802.11

Número	Tópico
802.3	Ethernet
802.11	LANs inalámbricas
802.15	Redes de Área Personal
802.16	MANs inalámbricas

Figura 11: Estándares de redes más importantes definidos por la IEEE.

En la figura anterior, se muestra la estructura interna de la capa física y la capa de enlace administradas en el estándar IEEE 802.11.

Arquitectura lógica del estándar IEEE 802.11

Varios elementos están definidos en la arquitectura lógica del estándar. La funcionalidad puede variar y no todos los elementos están disponibles. El diagrama básico de las dos arquitecturas del conjunto de servicios básicos se muestra en la figura anterior.

En esta estación se puede incluir cualquier dispositivo que pueda conectarse a un medio inalámbrico.

Las estaciones base son dispositivos que permiten que una red inalámbrica se conecte a una red cableada.

Un conjunto de servicios básicos es un punto de acceso que controla una serie de estaciones asociadas.

Una colección de uno o más servicios básicos asociados con la capa de control de la conexión lógica de cualquier estación se denomina conjunto de servicios extendidos.

El Conjunto de Servicios Básicos Independientes (IBSS) es un conjunto de servicios básicos para estaciones móviles que no están conectadas a ningún tipo de red cableada.

Múltiples puntos de acceso pueden intercambiar tramas entre sí o con una red cableada a través del sistema de distribución.

El Identificador de conjunto de servicios es una clave que se utiliza para identificar una red de área local inalámbrica.



Figura 12: Conjunto de servicios básicos BSS e IBSS

3.4.1.2.11. Arquitectura de una red IEEE 802.11

Aguilar (2021) reconoce que el estándar IEEE 802.11 define dos modos arquitectónicos u operativos básicos: modo Ad-Hoc y modo Infraestructura.

Modo ad hoc (punto a punto)

Los dispositivos de la red inalámbrica se comunican de modo directo entre sí sin utilizar un AP, como se muestra en la siguiente figura. Este modo de operación es adecuado para entornos geográficos más pequeños y una pequeña cantidad de

dispositivos, ya que el rendimiento de la red disminuirá a medida que aumenta la cantidad de dispositivos y las redes Ad-Hoc requieren configuración y capacidades especiales para conectarse a la red.



Figura 13: Red inalámbrica en modo Ad Hoc

Modo infraestructura (punto a multipunto)

Los dispositivos se conectan a las redes inalámbricas mediante PP como se muestra a continuación:



Figura 14: Red inalámbrica en modo Infraestructura

Estos dispositivos suelen ser enrutadores o conmutadores que se encargan de enviar datos desde una red inalámbrica a una red Ethernet cableada.

Si hay más puntos de acceso, se puede ampliar aún más. La principal ventaja de este modelo es la movilidad, ya que los usuarios pueden moverse libremente por toda la cobertura geográfica sin perder conectividad.

3.4.1.2.12. VLAN

Espinoza y Montero (2021) reconocen que una VLAN (LAN Virtual) es la subred que agrupa conjuntos de dispositivos en las redes de área local (redes LAN) o físicas separadas. Representan a grupos de computadoras y dispositivos que comparten líneas de comunicación o enlace inalámbrico a servidores dentro de un área geográfica específica.

Las LAN virtuales (VLAN) permiten dividir una única LAN extendida en varias LAN aparentemente separadas. A cada LAN Virtual se le asigna un identificador (a veces llamado color) y los paquetes solo pueden viajar de un segmento a otro si ambos segmentos tienen el mismo identificador. Esto tiene el efecto de limitar el número de segmentos en una LAN extendida que recibirán cualquier paquete de transmisión determinado. Una característica atractiva de las VLAN es que es posible cambiar la topología lógica sin mover ningún cable ni cambiar ninguna dirección.

El uso de conmutadores puede mejorar el rendimiento de la red en función de los siguientes aspectos:

- Aislar "dominios de colisión" para cada puerto.
- Asignar ancho de banda a cada puerto y por tanto a cada ordenador.
- Así los "Dominios de transmisión" aislados: los conmutadores se pueden configurar como múltiples "dominios" en lugar de uno solo.
- Proporciona seguridad porque si desea conectarse a un puerto de switch distinto al suyo, no podrá hacerlo porque cada VLAN está configurada con una determinada cantidad de puertos.
- Mayor control sobre la gestión de direcciones IP. Se recomienda asignar un conjunto independiente de IP a cada VLAN para que los usuarios ya no puedan configurar direcciones IP en sus computadoras y evitar la duplicación de direcciones IP en la LAN.
- Independientemente de dónde estemos conectados en el edificio de oficinas, si estamos configurados para VLAN, entonces nuestros compañeros de zona, gestión, sistemas, administración, etc. estarán conectados a una VLAN y los de otro edificio podrán, nos ven como LAN, que está separada de otros edificios.

El funcionamiento e implementación de las VLAN está definido por una organización internacional, la IEEE Computer Society, y el documento que lo describe es IEEE 802.1Q.

Cada VLAN es independiente entre sí, pero aún debemos mencionar cómo se comunican entre sí, porque muchas veces las computadoras que pertenecen a diferentes VLAN necesitan comunicarse entre sí.

Por ejemplo, sistema y sistema de red o red y sistema financiero, etc.

El estándar 802.1Q requiere que los dispositivos LAN sean capaces de comprender el formato de paquete que conforma una VLAN para realizar esta comunicación.

El dispositivo es un dispositivo de capa 3, más conocido como enrutador, y debe poder comprender el formato VLAN para poder recibir tráfico y enrutarlo a la VLAN adecuada.

Clases de VLAN

Para hacer frente a los problemas que se dan en las redes LAN (colisiones, tráfico de difusión, movilidad, etc.), se creó una red con grupos lógicos independientes de la capa física, de forma que si el usuario está en el primer piso o pasa al segundo piso, no necesitamos reconfigurar el equipo ni darle al segundo piso una nueva dirección IP (Protocolo de Internet), sino que ahora es una operación automática.

Las redes de área virtual (VLAN) forman grupos lógicos para definir dominios de transmisión. Esto da como resultado un dominio rojo donde las transmisiones generadas en rojo solo afectarán a ese color y las transmisiones generadas en amarillo solo afectarán a esa parte de la red.

Aunque estas máquinas están conectadas físicamente al mismo dispositivo, lógicamente pertenecen a diferentes VLAN según su aplicación, lo que permite escenarios más orientados a los negocios.

Anteriormente, la red se aplanaba y los puertos se retransmitían, provocando situaciones graves, las VLAN ahora son segmentación lógica o virtual.

Hay dos tipos de VLAN: implícitas y explícitas.

Las modificaciones de trama no son necesarias implícitamente porque reciben y procesan información de la misma manera, como las VLAN de puertos.

En este tipo de VLAN, el usuario no puede cambiar ni manipular la trama porque tiene una sola etiqueta, por lo que el sistema se convierte en propietario.

Las VLAN explícitas requieren modificaciones, adiciones y cambios (MAC) al marco, por lo que se saltaron los estándares 802.1p y 802.1q, donde ciertas etiquetas o banderas se colocan en el marco para trabajar con él.

Las VLAN deben ser rápidas y estar basadas en conmutadores para ser totalmente interoperables (dado que los enrutadores no proporcionan la velocidad necesaria), su información debe transportarse a lo largo de la red troncal y debe ser portátil, es decir los usuarios no necesitan configurar la máquina cada vez que cambian de ubicación.

3.4.2 Marco conceptual

Para identificar y conocer como es el diseño y la implementación de un Sistema de puesta a tierra de forma óptima que a su vez cumpla con la respectiva medición de resistividad idónea es fundamental conocer ciertos y determinados conceptos.

3.4.2.1 Estándar IEEE 802:

El IEEE 802 es una colección de estándares de red que cubren las especificaciones de la capa física y de enlace de datos para tecnologías como Ethernet e inalámbricas. Estas especificaciones se aplican a redes de área local (LAN) y redes de área metropolitana (MAN), además, también ayuda a garantizar la interoperabilidad de múltiples proveedores al promover estándares a seguir por los proveedores.

Básicamente, los estándares IEEE 802 ayudan a garantizar que los servicios y tecnologías de Internet sigan un conjunto de prácticas recomendadas para que todos los dispositivos de red puedan funcionar juntos sin problemas.

IEEE 802 se divide en diferentes partes que cubren los aspectos físicos y de enlace de datos de las redes. La familia de estándares es desarrollada y mantenida por el Comité de Estándares LAN/MAN 802 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), también llamado LMSC.

3.4.2.2 Estándar IEEE 802.11:

El estándar IEEE 802.11 es el estándar dominante para redes de área local inalámbricas. En 1997, el IEEE lo adoptó como el primer estándar WLAN. El estándar IEEE 802.11 se relaciona con la capa de control de acceso al medio (MAC) y la capa física (PHY).

IEEE 802.11 es el estándar más popular para LAN inalámbricas, pero carece de capacidades de aprovisionamiento de QoS. Recientemente, se ha propuesto un nuevo estándar IEEE 802.11e para proporcionar calidad de servicio en las LAN IEEE 802.11. El IEEE 802.11e opera en dos modos: un modo distribuido y otro centralizado. Para ofrecer garantías de QoS, el enfoque centralizado es el más prometedor. El estándar IEEE 802.11e propone un Programador de referencia y

una Unidad de control de admisión (ACU) para la admisión y gestión de los flujos de tráfico en el enfoque centralizado. Los flujos se registran con el programador y luego, según sus requisitos de QoS, el Programador de referencia funciona de forma circular para asignar tiempos de transmisión a las estaciones que contienen los flujos. El programador de referencia funciona bien para tráfico de velocidad de Bits constante (CBR), pero es ineficiente para tráfico de velocidad de Bits variable (VBR) porque asigna tiempos a las estaciones en función de las especificaciones de tráfico promedio de los flujos. Numerosas aplicaciones multimedia, como MPEG4 de calidad controlada y videoconferencias, tienen características VBR y, por lo tanto, es obligatorio que existan mecanismos para garantizar la QoS para estas aplicaciones.

El estándar 802.11 tiene varios cambios al estándar para mejoras. Por lo tanto, tenemos las siguientes especificaciones:

- Especificación 802.11 de banda de 2,4 GHz de 1 a 2 Mbps mediante salto de frecuencia (FHSS) o secuencia directa (DSSS).
- 802.11b Una extensión de 802.11 que proporciona 11 Mbps sobre DSSS.
- Wi-Fi (Wireless Fidelity) emite una WECA para certificar que los productos 802.11b funcionen con productos de terceros.
- 802.11a Una extensión de 802.11 que proporciona 54 Mbps mediante OFDM.
- 802.11g Una extensión de 802.11 que proporciona 20-54 Mbps usando DSSS y OFDM.
- Es compatible con versiones anteriores de 802.11b.
- Tiene mayor alcance y menor consumo de energía que 802.11a.

3.4.2.3 Banda de frecuencia de Wifi:

En pocas palabras, la frecuencia WiFi se refiere al rango específico de ondas de radio que utiliza su red inalámbrica para transmitir datos entre dispositivos. La tecnología WiFi tiene dos bandas de frecuencia principales: las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz.

Estas dos bandas, también conocidas como bandas WiFi, tienen características únicas que pueden afectar el alcance, la velocidad y la susceptibilidad a las

interferencias de Internet. Comprender las diferencias entre estas dos bandas de frecuencia WiFi es esencial para optimizar la red inalámbrica y aprovechar al máximo su conexión a Internet.

La banda de frecuencia de 2.4 GHz es una de las dos principales bandas WiFi y ha sido la columna vertebral de la comunicación inalámbrica durante muchos años. Sus características lo hacen adecuado para diversas actividades en Internet, pero es fundamental comprender sus ventajas y limitaciones.

A pesar de sus limitaciones, la banda de frecuencia WiFi de 2.4 GHz sigue siendo una opción popular para el uso diario de Internet. Vale la pena señalar que es posible que algunos dispositivos más antiguos solo admitan esta banda, por lo que es esencial considerar la compatibilidad al configurar su red inalámbrica.

A continuación, exploramos las características clave de la banda de frecuencia WiFi de 2.4 GHz, es decir, alcance, velocidad e interferencia.

Rango

Una de las principales ventajas de la banda de frecuencia de 2.4 GHz es su alcance. Las señales de 2.4 GHz pueden viajar distancias más largas en comparación con las señales de 5 GHz, lo que las hace ideales para cubrir áreas más grandes. Esto es especialmente beneficioso para quienes necesitan que la red WiFi llegue a varias habitaciones o incluso espacios al aire libre.

Velocidad

En cuanto a la velocidad, la banda de 2.4 GHz suele ser más lenta que la banda de 5 GHz. Si bien aún puede proporcionar una conexión a Internet decente, no es la mejor opción para actividades que requieren un gran ancho de banda, como juegos en línea o transmisión de video. Sin embargo, sigue siendo perfectamente adecuado para tareas básicas como navegar por la web o consultar el correo electrónico.

Interferencia

Uno de los principales inconvenientes de la banda de 2.4 GHz es que es más susceptible a las interferencias. Dado que muchos dispositivos domésticos como microondas, teléfonos inalámbricos y parlantes Bluetooth funcionan en la misma

frecuencia, la banda de 2.4 GHz puede verse saturada. Esto puede provocar velocidades más lentas y problemas de conexión.

2.4 GHz Band Channels

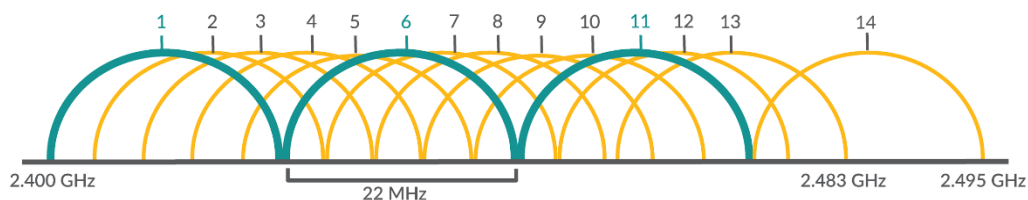


Figura 5: Banda 2.4 GHz

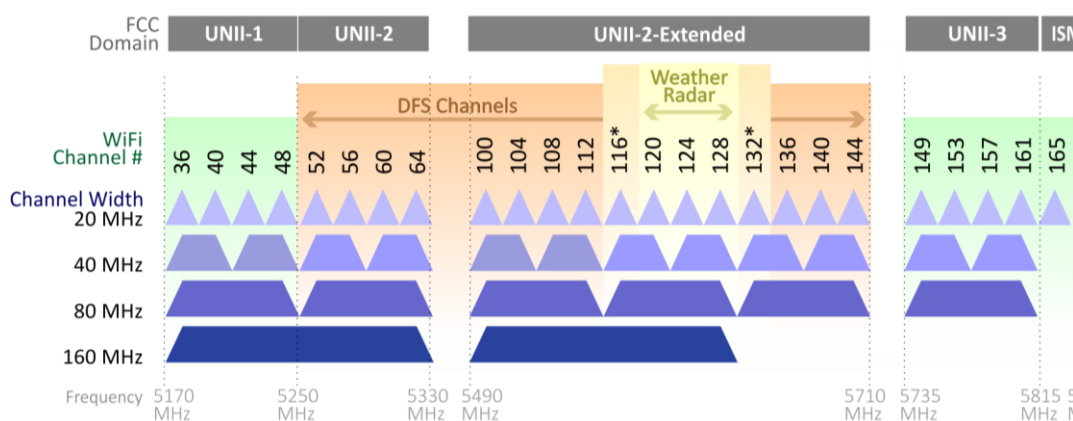


Figura 15: Banda 5 GHz

3.4.2.4 Access Point:

Un punto de acceso, conocido como AP, corresponde a un dispositivo de red Wi-Fi que se conecta a un router con capacidades de conexión remota, formando así una red de conexión inalámbrica y extendiendo la cobertura a la máxima distancia.

3.4.2.5 Redes Inalámbricas LAN:

Red informática privada que usa la tecnología de Internet para compartir algunos de sus sistemas de información y operativos dentro de una organización.

3.4.2.6 MIMO:

MIMO, abreviatura de Multi-User Multiple Input Multiple Output, es una tecnología de red inalámbrica que puede conectar fácilmente a varios usuarios simultáneamente. Básicamente, surgió como una solución para aprovechar el ancho de banda disponible en dispositivos lanzados después de 2013 (Computer Hoy, 2017).

Una solución práctica para conectar varios dispositivos simultáneamente. En definitiva, la tecnología MU-MIMO se encarga de mejorar y redirigir el flujo de datos cuando detecta que varios usuarios están utilizando la misma conexión (Computer Hoy, 2017).

3.4.3.7 Redes de Alta Densidad:

Una red de alta densidad se refiere a una red con una gran cantidad de usuarios que ocupan el área de cobertura, por lo que se requiere una gran cantidad de AP para brindar una buena cobertura a todos los usuarios. Además, con el uso cada vez mayor de dispositivos móviles, todos los dispositivos deben estar conectados a la red, por lo que la densidad de dispositivos conectados a AP por celda ha aumentado significativamente.

3.4.2.8 Modem:

Es un dispositivo de red que se utiliza para transmitir señales moduladas sobre otra señal llamada onda portadora.

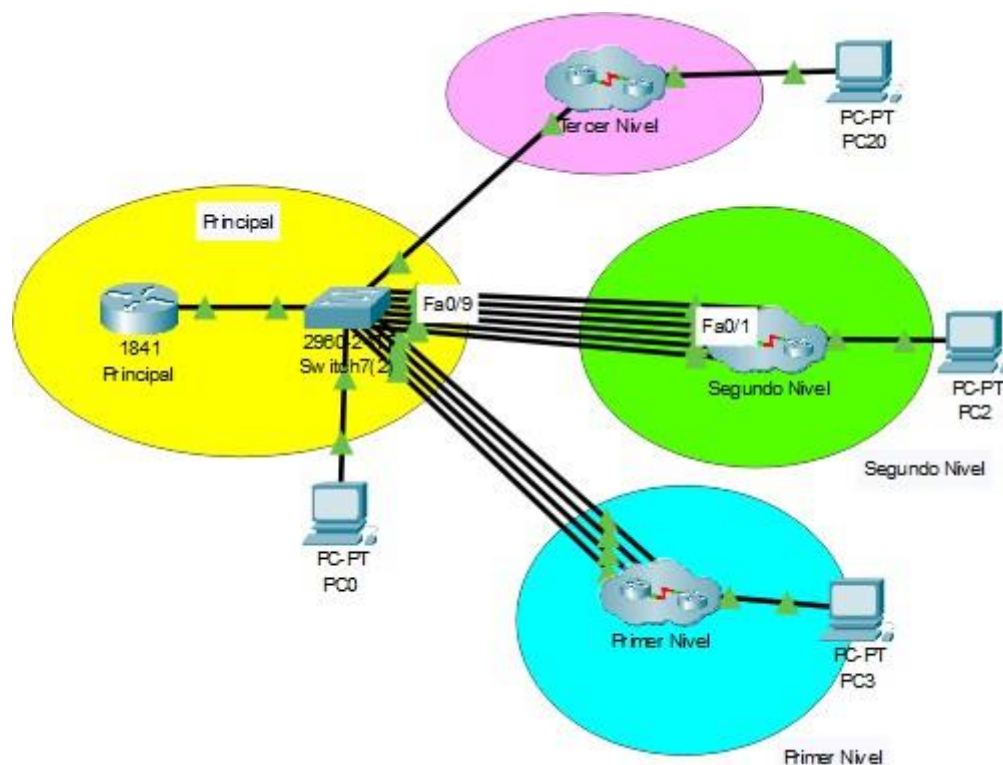
3.4.2.9 Router:

También conocido como enrutador, es un dispositivo de hardware que se utiliza para conectar redes de comunicación para garantizar que los paquetes de datos se enruten entre redes de comunicación o para determinar la mejor ruta para ellos.

3.4.2.10 Switch:

Es un dispositivo conmutador que puede controlar varias computadoras con solo un monitor, teclado y mouse. Tienen "n" entradas y 2n salidas.

Topología de red en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Pabellón B



Descripción de cada nivel:

1. Primer Nivel:

- Este nivel contiene cuatro switches. Tres de ellos son de 24 puertos, y uno es de 48 puertos.
- También incluye un punto de acceso (Access Point) para brindar cobertura Wi-Fi a los dispositivos en esta área.
- Los switches en el primer nivel están conectados entre sí y, a su vez, están interconectados con el switch principal.

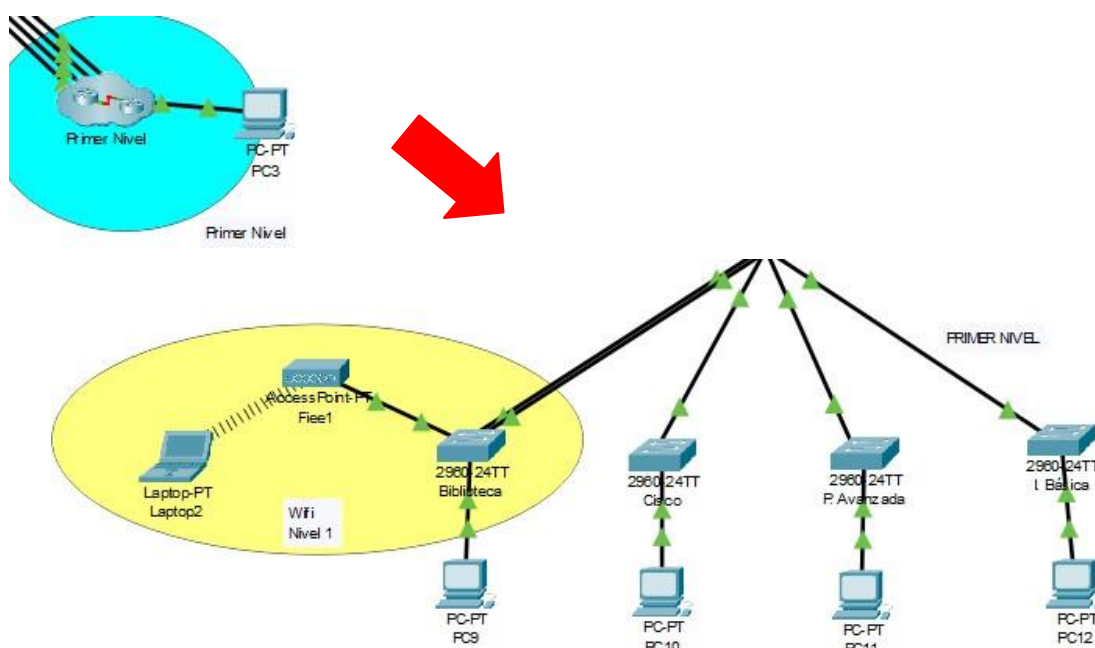
2. Segundo Nivel:

- En este nivel, se encuentran seis switches de 24 puertos.
- Al igual que en el primer nivel, hay un punto de acceso (Access Point) que permite ofrecer conectividad inalámbrica a los usuarios en esta área.
- Los switches del segundo nivel también están conectados al switch principal.

3. Tercer Nivel:

- Este nivel contiene un switch de 24 puertos.
- Además, dispone de dos puntos de acceso que brindan conectividad Wi-Fi, garantizando una cobertura adecuada en todo el tercer nivel.
- Este switch también está conectado al switch principal en la red.

Primer Nivel



En el **Primer Nivel** de esta red se ha estructurado de manera que cubra diferentes áreas de trabajo, con conectividad tanto cableada como inalámbrica para los usuarios.

Distribución de Equipos

1. Switches:

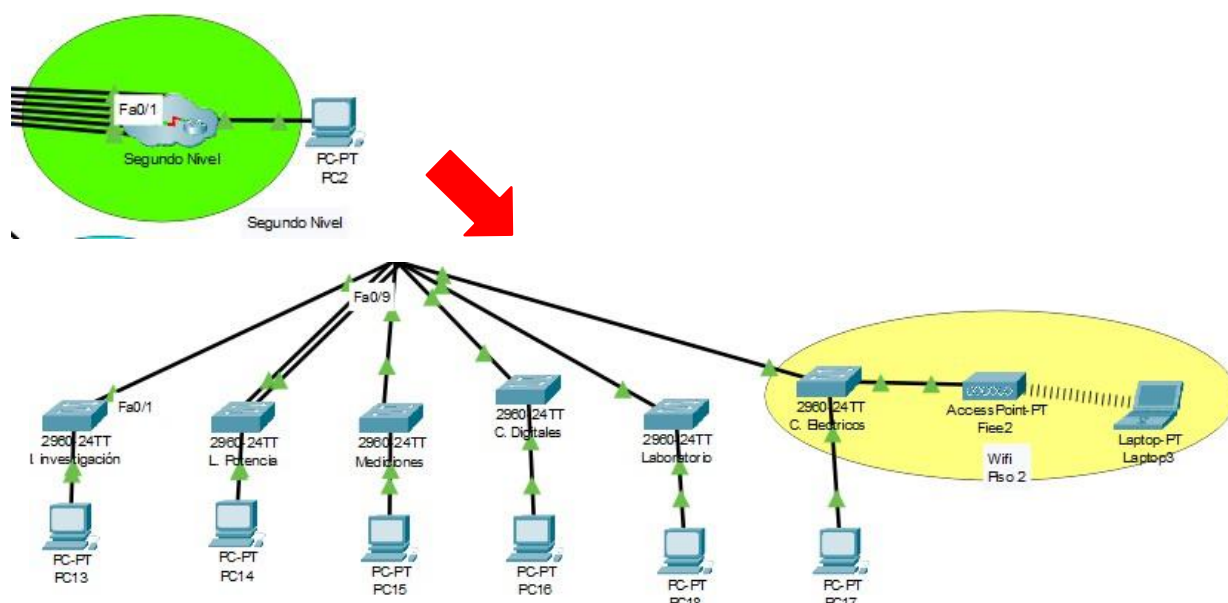
- Este nivel cuenta con **cuatro switches** en total.
- **Tres de los switches** tienen **24 puertos** cada uno y están asignados a distintas áreas específicas:
 - **Switch de 24 puertos en la Biblioteca**
 - **Switch de 24 puertos en el área Cisco**

- Switch de 24 puertos en el área de Programación Avanzada
- Switch de 48 puertos en el área de Informática Básica

2. Punto de Acceso (Access Point):

- o En este nivel, hay un punto de acceso que está conectado al switch ubicado en la Biblioteca.

Segundo Nivel



En el **Segundo Nivel** de esta red se ha estructurado de manera que cubra diferentes áreas de trabajo, con conectividad tanto cableada como inalámbrica para los usuarios.

Distribución de Equipos

1. Switches:

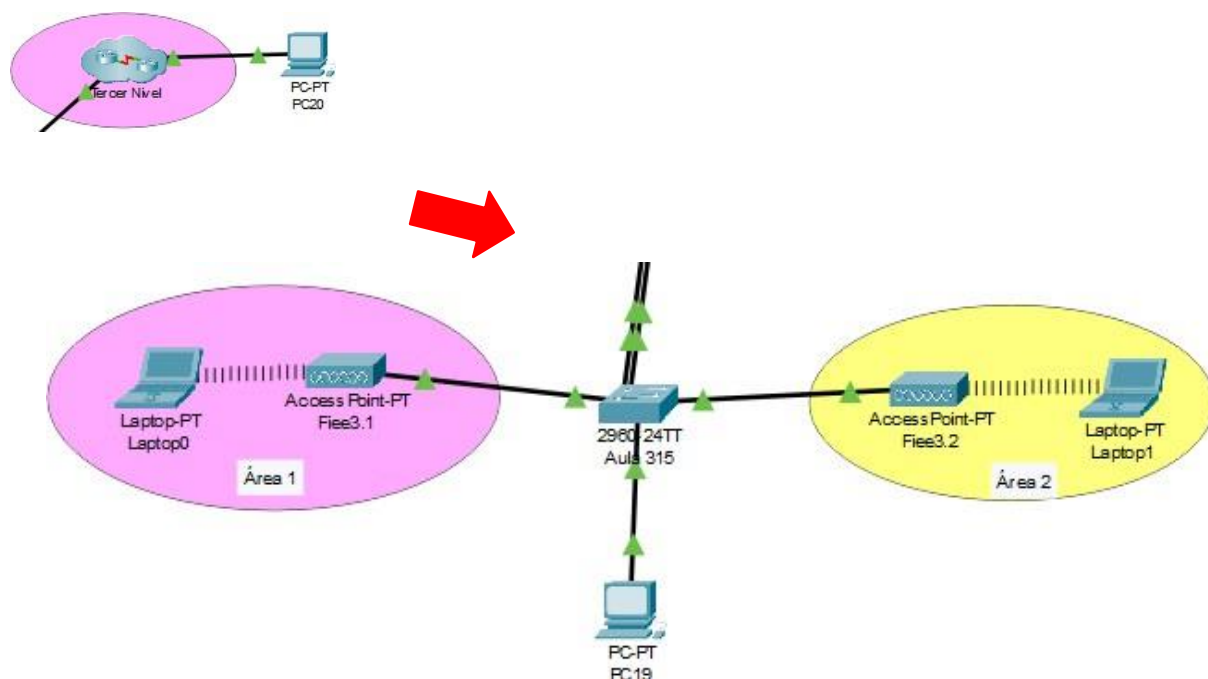
- o Este nivel cuenta con **seis switches** en total.
- o **Todos de los switches** tienen **24 puertos**:

- Switch de 24 puertos en la Instituto de investigación
- Switch de 24 puertos en el Laboratorio de Potencia
- Switch de 24 puertos en el Laboratorio de Mediciones
- Switch de 24 puertos en el área Circuitos Digitales
- Switch de 24 puertos en el área de Laboratorio
- Switch de 24 puertos en el área Circuitos Eléctricos

2. Punto de Acceso (Access Point):

- o En este nivel, hay un punto de acceso que está conectado al switch ubicado en el área de circuitos eléctricos.

Tercer Nivel



En el **Tercer Nivel** de esta red se ha estructurado de manera que cubra diferentes áreas de trabajo, con conectividad tanto cableada como inalámbrica para los usuarios.

Distribución de Equipos

1. Switches:

- Este nivel cuenta con **1 switch** en total.

- **Switch de 24 puertos en el aula 315**

2. Punto de Acceso (Access Point):

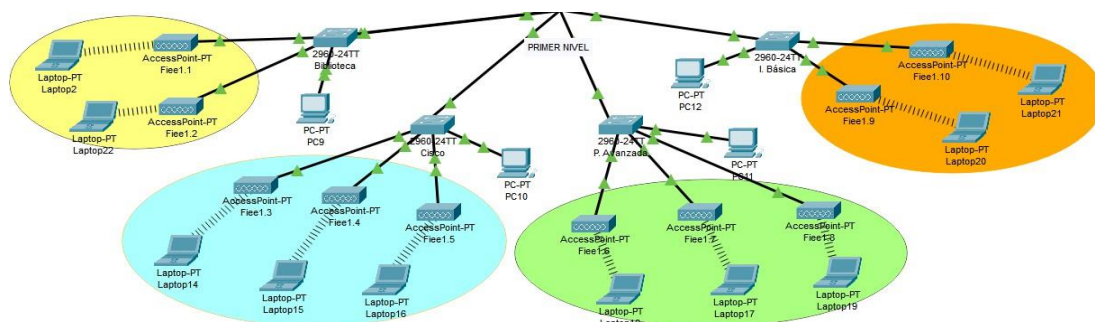
- En este nivel, hay 2 puntos de acceso:

- **AP para área 1**
- **AP para área 2**

Propuestas o actualizaciones en la topología de red de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Pabellón B.

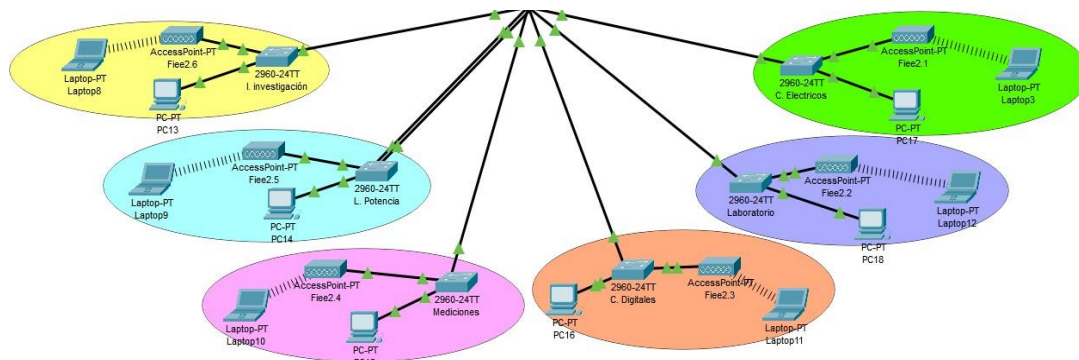
Primer Nivel

Ampliación del número de **access points (APs)** de 1 a 10.



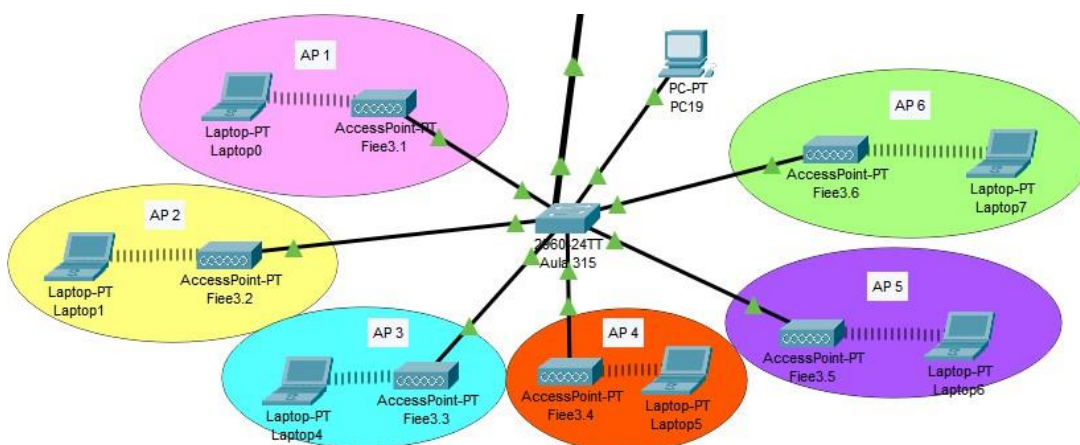
Segundo Nivel

Ampliación del número de **access points (APs)** de 1 a 6.



Tercer Nivel

Ampliación del número de **access points (APs)** de 2 a 6.



Con estas propuestas se tendrá:

- **Cobertura Total:** Wi-Fi en todos los niveles del Pabellón B.
- **Mayor Capacidad:** Soporte para más usuarios.
- **Red Estable:** Menos interferencias y mayor estabilidad.
- **Seguridad:** Redes separadas para cada tipo de usuario.

Propuesta para la Red Wi-Fi Exterior en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (FIEE)

Introducción

En respuesta a la necesidad de conectividad Wi-Fi en el Pabellón B de la FIEE, este informe presenta una propuesta para la implementación de una red Wi-Fi exterior que prioriza el frontis de la facultad. La solución incluye el diseño de una infraestructura escalable, segura y de alto rendimiento para garantizar acceso confiable y protección ante amenazas.

1. Cobertura y Distribución

Objetivos:

- Garantizar conectividad inalámbrica en el Pabellón B de la FIEE, y áreas exteriores críticas.
- Proporcionar una solución resistente a condiciones climáticas y escalable para futuras necesidades.

Propuesta Técnica:

1. Áreas Prioritarias:

- o Pabellón B de la FIEE como punto de enfoque inicial debido a la falta de servicio actual.

2. Hardware Recomendado:

- o Uso de **Access Points (APs) exteriores** con clasificación IP65 o superior para garantizar resistencia a polvo y agua. Ejemplos:

Ubiquiti UniFi Mesh, Cisco Aironet 1560.

3. Distribución Estratégica:

- o Instalación de al menos **4 APs** en ubicaciones elevadas para maximizar cobertura y evitar interferencias.
- o Conexión de los APs al switch de distribución mediante enlaces PoE para simplificar el cableado.

4. **Infraestructura de Red:**

- Uso del modelo jerárquico de tres capas (**Core**, **Distribution**, y **Access**) para segmentar y optimizar el tráfico.

2. **Aspectos de Seguridad**

Objetivo:

Garantizar la protección de la red Wi-Fi y de los datos de los usuarios frente a amenazas externas, asegurando un servicio confiable y seguro.

Medidas Propuestas:

Se mencionarán las medidas propuestas y haremos énfasis en el apartado **b**.

Bloqueo de Páginas No Deseadas

a. Gestión del Tráfico y Ancho de Banda

- **Configuración de QoS en el Switch Core:**

- Priorizar tráfico crítico como aplicaciones educativas y administrativas.
- Limitar el ancho de banda por usuario mediante políticas de uso justo para prevenir saturaciones.

b. Bloqueo de Páginas No Deseadas

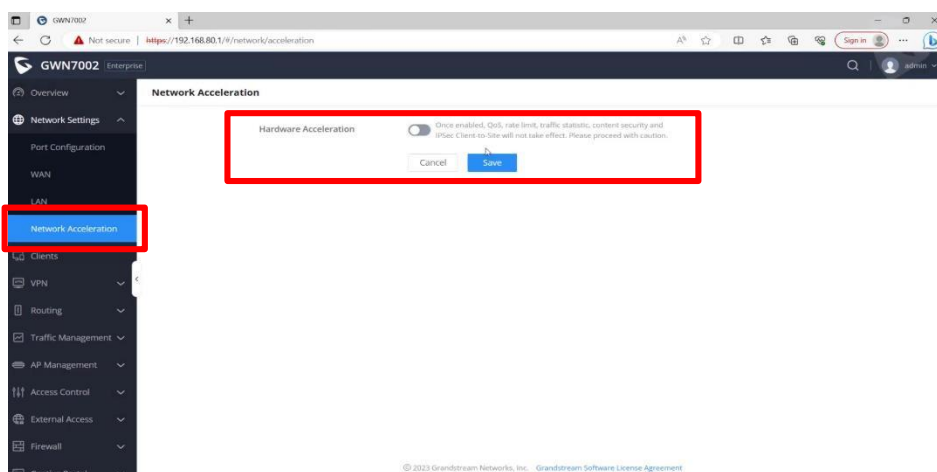
- **Implementación de Firewall de Contenido:**

- Para proteger la red de accesos no deseados o inapropiados, se propone la implementación de un firewall de contenido que permita restringir el acceso a sitios web y aplicaciones no permitidas. Las medidas incluyen el bloqueo de dominios DNS y la inspección profunda de paquetes (DPI).

Como ejemplo práctico, se describe a continuación cómo bloquear el acceso a YouTube mediante las funcionalidades avanzadas del router Gwn7000, utilizando reglas de control de tráfico y firewall.

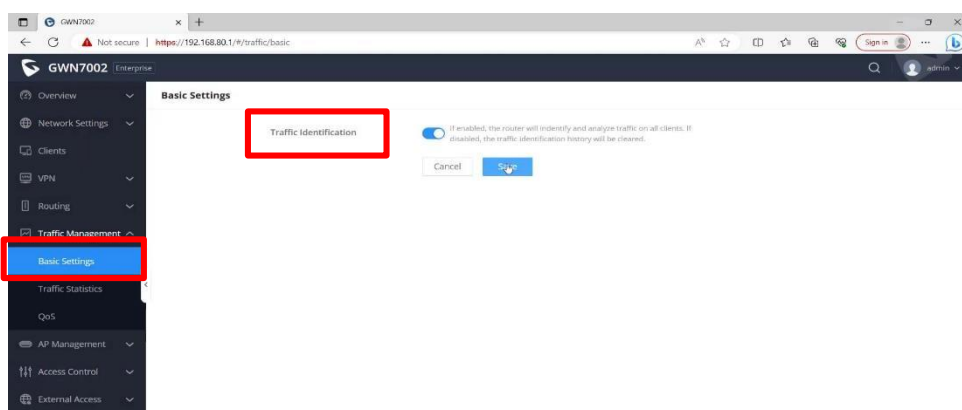
1. *Deshabilitar Aceleración de Hardware*

- **Ubicación:** Menú → Sistema → Aceleración de Hardware.
- **Propósito:** Permite al router inspeccionar **todos los paquetes de datos** sin omitir información, asegurando un control más preciso del tráfico.



2. *Habilitar Identificación de Tráfico*

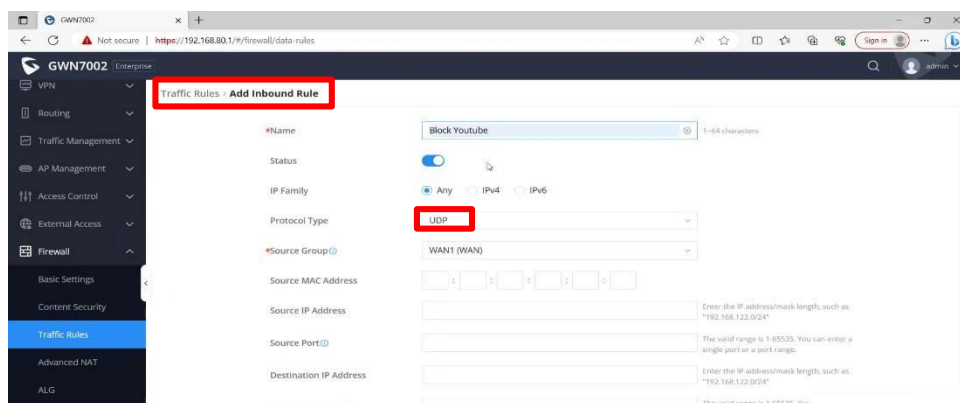
- **Ubicación:** Menú → Configuración de Tráfico → Identificación de Tráfico.
- **Función:** Clasificar y reconocer aplicaciones específicas como **YouTube** para aplicar políticas de bloqueo.



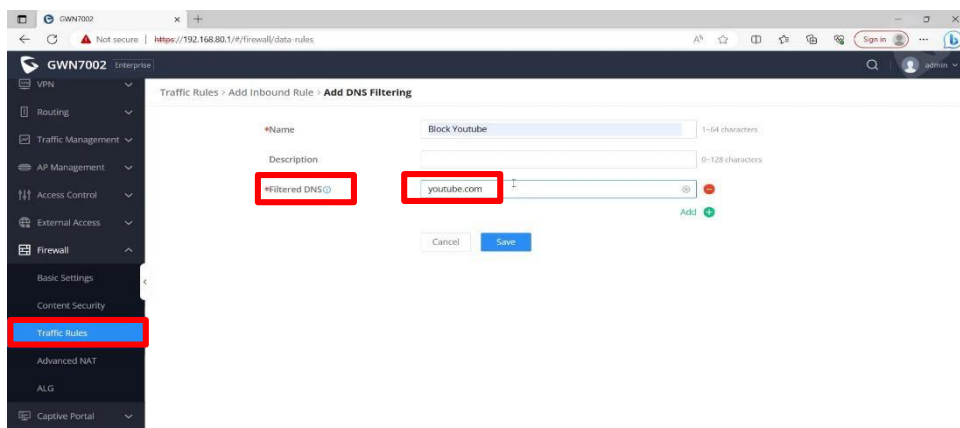
3. Crear Reglas de Bloqueo

▪ Regla 1: Bloqueo del dominio DNS

i. **Ubicación:** Menú → Firewall → Traffic Rules → Bloqueo DNS.



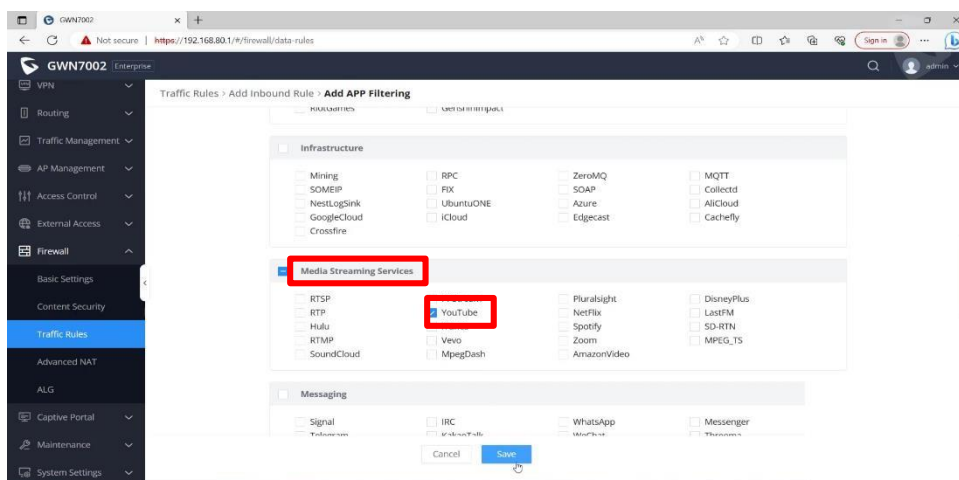
ii. **Configuración:** Agregar youtube.com y sus subdominios (www.youtube.com, m.youtube.com).



▪ Regla 2: Bloqueo mediante Filtro de Aplicaciones

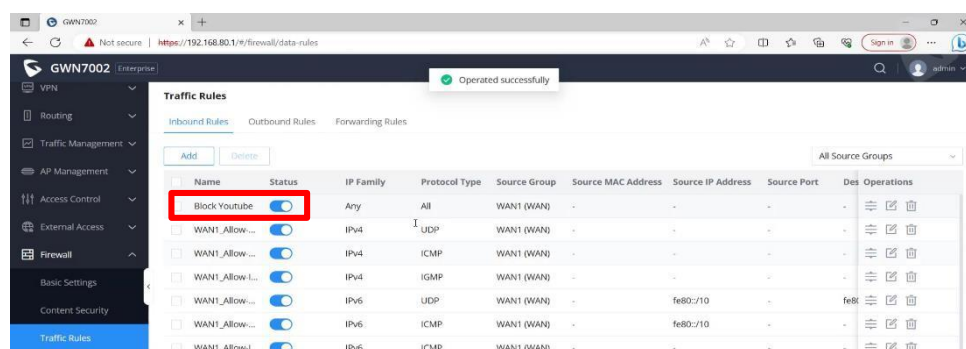
i. **Ubicación:** Menú → Firewall → Filtro de Aplicaciones.

ii. **Configuración:** Seleccionar la aplicación **YouTUBE** para bloquear tanto tráfico HTTP como HTTPS.



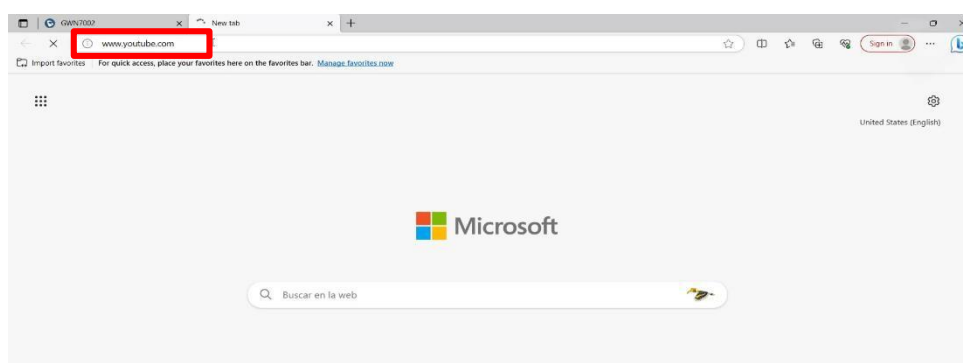
4. Priorizar las Reglas en el Firewall

- Arrastrar las reglas de bloqueo a la **parte superior** de la lista para garantizar que tengan prioridad sobre otras políticas configuradas.



5. Prueba de Funcionamiento

- Validar el bloqueo desde un **ordenador** y un **dispositivo móvil**, asegurando que YouTube no sea accesible ni mediante DNS ni por la aplicación.



c. Contraseñas Complejas y Autenticación Segura

- **Creación de Contraseñas Seguras:**

- Longitud mínima de 12 caracteres combinando números, letras y símbolos.
- Renovación periódica cada 90 días.

- **Autenticación Multifactorial (MFA):**

- Uso de herramientas como **Google Authenticator** para accesos administrativos.

d. Firewall y Prevención de Intrusiones

- **Firewall Recomendado:**

- **pfSense** como solución de código abierto o **Cisco ASA** para redes de mayor escala.
- Configuración de inspección en tiempo real para bloquear intentos de acceso no autorizado.

- **Sistema IDS/IPS:**

- Implementación de herramientas como **Snort** o **Suricata** para detectar y mitigar actividades maliciosas.

e. Segmentación de la Red

En la siguiente figura se ilustra la arquitectura jerárquica propuesta para la red Wi-Fi de la FIEE. Este modelo permite segmentar el tráfico entre diferentes niveles y usuarios, optimizando la seguridad y el rendimiento de la red.

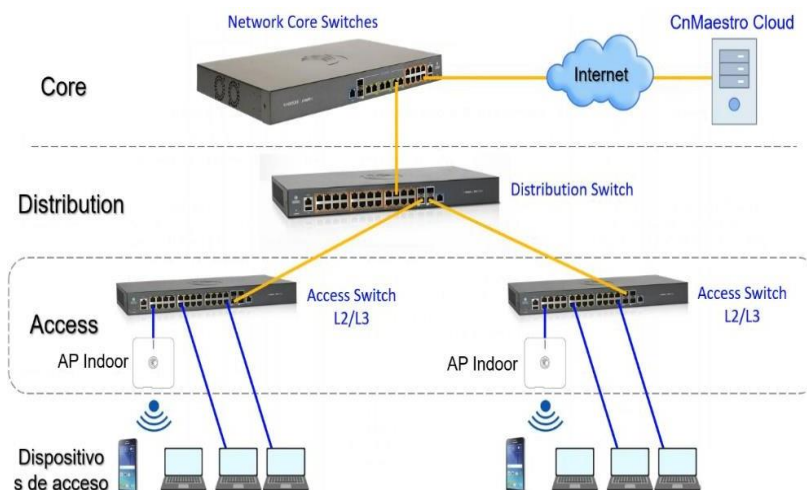


Figura 1. Arquitectura de red jerárquica para segmentación y gestión del tráfico.

- **Creación de VLANs:**

- Separación del tráfico en redes específicas para estudiantes, personal administrativo y visitantes.
- Configuración de una red de invitados aislada de los recursos internos.

f. Gestión y Monitoreo

- **Monitoreo del Rendimiento:**

- Uso de software como **SolarWinds** o **PRTG Network Monitor** para supervisar el tráfico en tiempo real.

- **Actualización de Dispositivos:**

- Garantizar actualizaciones regulares de firmware y software para mitigar vulnerabilidades.

3. Tecnologías Alternas

Además de **los aspectos de seguridad**, se propone el uso de tecnologías alternas en la red Wi-Fi para optimizar el rendimiento y la capacidad, con la posibilidad de implementar la banda de 6 GHz (Wi-Fi 6E).

Introducción a las Bandas de Frecuencia

La red Wi-Fi exterior implementada en la FIEE puede beneficiarse del uso de tecnologías inalámbricas de **banda dual** y **tri-banda** que operan en frecuencias diferentes. Actualmente, los Access Points (APs) recomendados trabajan en **2.4 GHz** y **5 GHz**, pero se propone evaluar la implementación de la nueva **banda de 6 GHz** (Wi-Fi 6E) como tecnología alterna.

Frecuencias Disponibles

1. Banda de 2.4 GHz

- **Ventajas:** Mayor alcance debido a su baja frecuencia, atraviesa obstáculos como paredes.
- **Limitante:** Mayor saturación, ya que muchos dispositivos antiguos y electrodomésticos operan en esta frecuencia.

2. Banda de 5 GHz

- **Ventajas:** Mayor velocidad de transferencia de datos y menos interferencias en comparación con 2.4 GHz.
- **Limitante:** Menor alcance, especialmente en entornos con muchos obstáculos.

3. Banda de 6 GHz (Wi-Fi 6E)

- **Ventajas:**
 - Ofrece **mayor capacidad** y ancho de banda para soportar conexiones simultáneas sin interferencias.
 - Reduce la saturación al agregar más canales disponibles.
 - Es ideal para **entornos de alta densidad de usuarios**, como el frontis y áreas exteriores de la FIEE.
- **Limitantes:**
 - Requiere dispositivos compatibles con **Wi-Fi 6E**.
 - Menor alcance debido a la frecuencia más.

- Costo elevado de implementación inicial.

Propuesta de Uso en la FIEE

- Se propone la implementación de Access Points **tri-banda** que operen en **2.4 GHz, 5 GHz y 6 GHz**, lo cual permitirá:
1. **Asignar frecuencias según necesidad:**
 - **2.4 GHz:** Para usuarios ubicados a mayor distancia de los APs.
 - **5 GHz:** Para usuarios cercanos que requieren mayor velocidad.
 - **6 GHz:** Para aplicaciones críticas y entornos de alta densidad (videoconferencias, servicios administrativos).
 2. **Optimizar la experiencia del usuario:** Mayor capacidad para manejar tráfico simultáneo sin interferencias.
 3. **Prepararse para el futuro:** La banda de **6 GHz** representa la evolución del estándar Wi-Fi, garantizando escalabilidad y mejor rendimiento a largo plazo.

Relación con la Infraestructura Actual

- Los APs recomendados (Ubiquiti UniFi Mesh y Cisco Aironet 1560) soportan bandas **duales (2.4 GHz y 5 GHz)**.
- Para integrar **Wi-Fi 6E (6 GHz)**, se requiere evaluar modelos de APs de última generación compatibles con el estándar **802.11ax (Wi-Fi 6)**.

Consideraciones para su Implementación:

1. **Costo:** Los APs compatibles con 6 GHz son más costosos que los tradicionales.
2. **Pruebas Piloto:** Se recomienda realizar una **prueba piloto** en áreas de alta demanda (como el frontis de la FIEE) para evaluar su desempeño y viabilidad.

Beneficio General

La implementación de **tecnologías alternas** como la banda de **6 GHz** mejorará significativamente la **capacidad de la red**, optimizará la experiencia de los usuarios finales y preparará a la FIEE para soportar las demandas de conectividad futuras.

3.5 Procedimientos

Procedimiento de mi estudio

Estudio de los planos:

Piso 1:

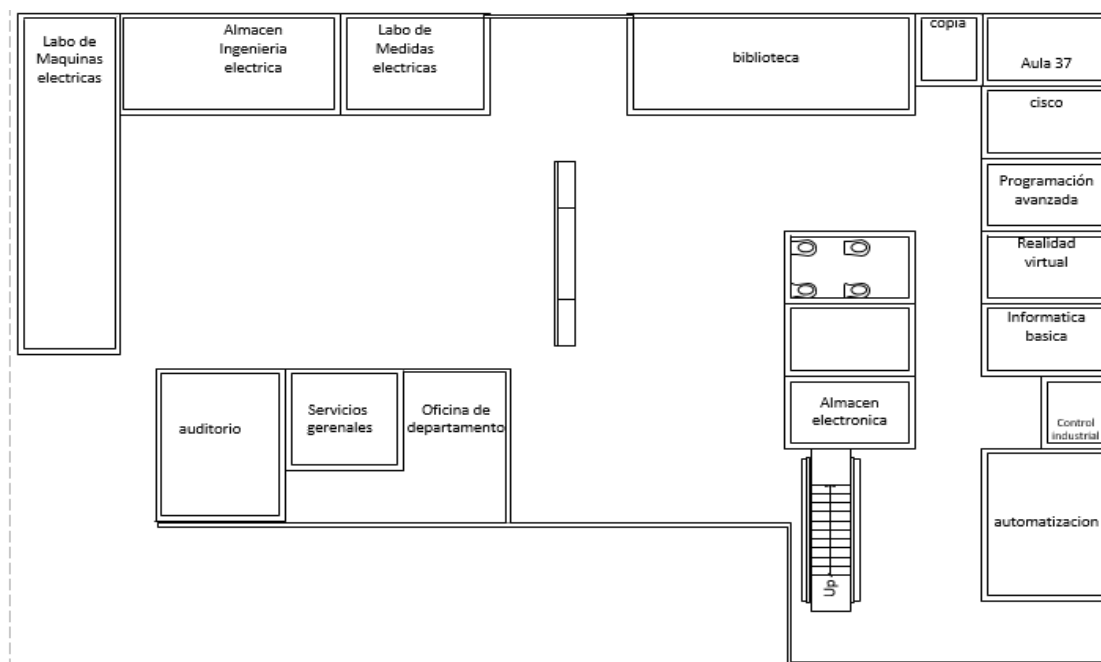


Figura 16. Plano del primer piso de la facultad [elaboración propia]

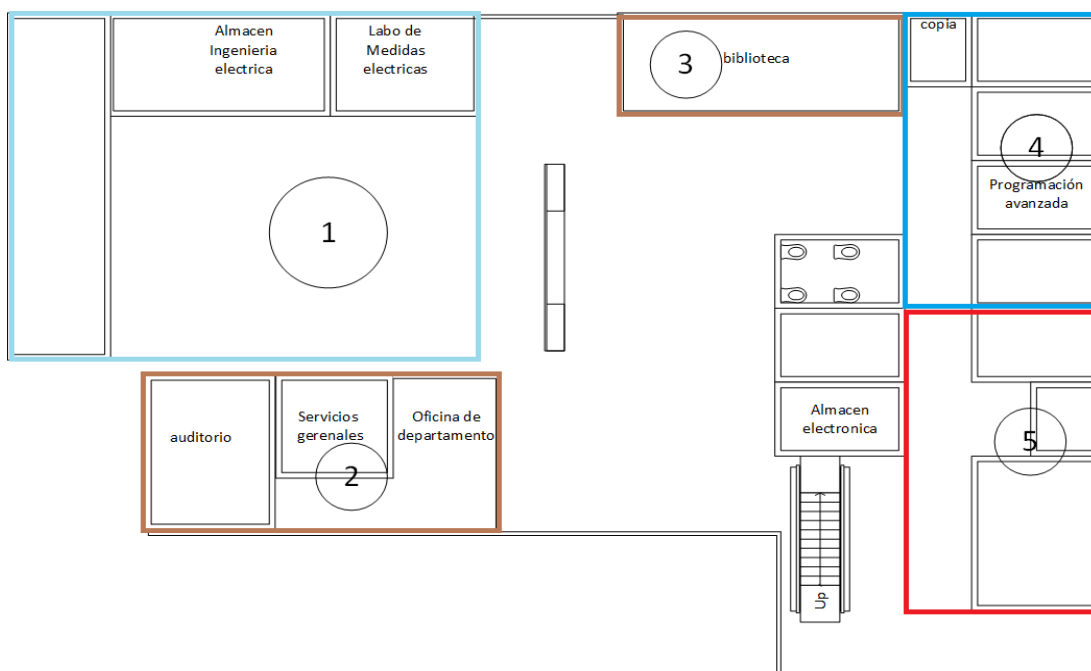


Figura 17. Plano del primer piso de la facultad dividido por zonas [elaboración propia]

Análisis de zonas:

- Zona 1: Aquí encontramos los laboratorios de Medidas eléctricas y maquinas eléctricas junto con el almacén de Ingeniería Eléctrica y una pequeña explanada con áreas verdes. Esta zona si concentra una buena cantidad de usuarios (alumnos y personal administrativo), por lo que requiere una buena cobertura.
- Zona 2: Esta zona está compuesta por el auditorio y 2 oficinas administrativas (USGYM y Departamento de Ingeniería Electrónica). Por el hecho de estar el auditorio con gran afora, hace de esta zona un lugar a considerar para el diseño.
- Zona 3: Aquí está la biblioteca de la facultad. Por tanto, alberga alta concentración de alumnos y es necesaria una buena cobertura.
- Zona 4: Esta zona la componen un largo pasadizo y los ambientes de laboratorios de Cisco, Programación Avanzada y Realidad Virtual.
- Zona 5: Esta zona la componen un largo pasadizo y los ambientes de laboratorios de Informática Básica, Control Industrial y Automatización.



Figura 18. Entrada por dentro de la facultad



Figura 19. Explanada del primer piso de la facultad



Figura 20. Sala de estudio de la facultad



Figura 21. Sala de estudio de la facultad

	Usuarios (promedio)	Superficie (m ²)	Densidad (per/ m ²)
Zona 1	170	848.16	0.2
Zona 2	147	342.7	0.43
Zona 3	112	210.54	0.53
Zona 4	236	458.64	0.52
Zona 5	190	477.255	0.39

Tabla 1. Estudio de la densidad del piso 1 media

Identificación de zonas

Piso 2:

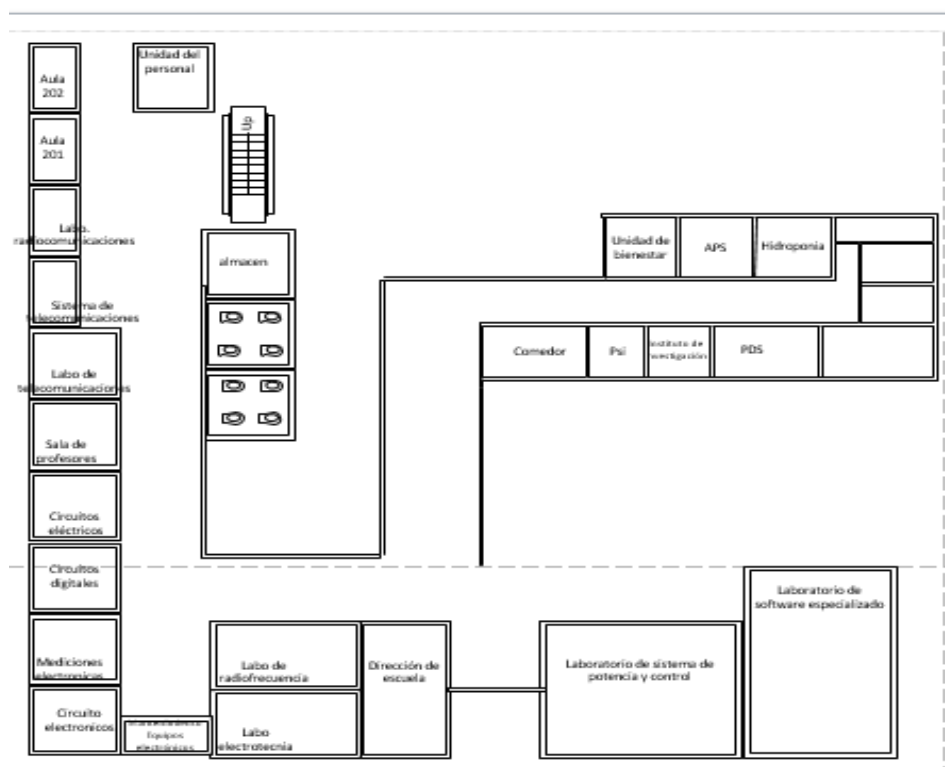


Figura 22. Plano del segundo piso de la facultad [elaboración propia]

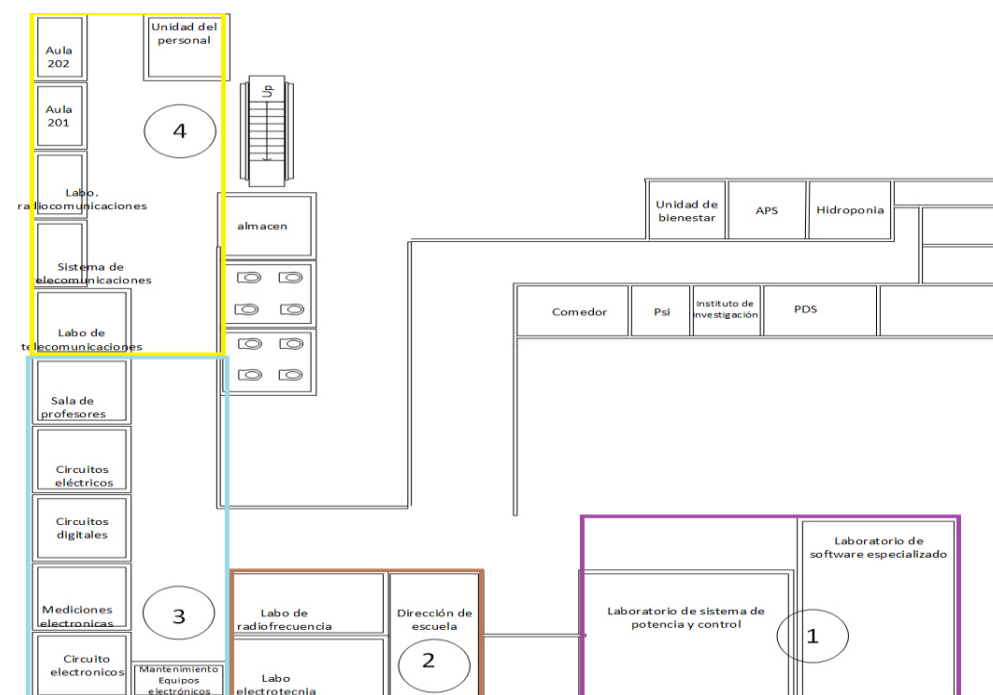


Figura 23. Plano del segundo piso de la facultad dividido por zonas [elaboración propia]

Análisis de zonas:

Zona 1: Aquí encontramos los laboratorios de Sistema de Potencia y Control y el Laboratorio de Software especializado. Esta zona no se concentra una buena cantidad de usuarios, pero se requiere una buena cobertura.

Zona 2: Esta zona está compuesta por las oficinas de la Dirección de Escuela (las 4 EAP) y Calidad Académica y Acreditación junto con los laboratorios de Radiofrecuencia y Electrotecnia. Al igual que la zona 1 es necesaria una buena cobertura.

Zona 3: Aquí encontramos 6 ambientes entre laboratorios y la sala de docentes. Asimismo, está un pasadizo donde hay concentración de alumnos durante el día, por lo que es necesaria una buena cobertura.

Zona 4: Esta zona la componen un largo pasadizo, 2 aulas 1 oficina administrativa (Unidad de Personal) y 3 laboratorios.



Figura 24. Pasadizo del segundo piso de la facultad



Figura 25. Hall del segundo piso de la facultad



Figura 26. Oficinas del segundo piso de la facultad

	Usuarios (promedio)	Superficie (m ²)	Densidad (per/m ²)
Zona1	66	306.26	0.22
Zona 2	65	466	0.14
Zona 3	172	453.73	0.38
Zona 4	209	474.92	0.44

Tabla 2. Estudio de la densidad del piso 2 media

Identificación de zonas

Piso 3:



Figura 27. Plano del tercer piso de la facultad [propia elaboración]

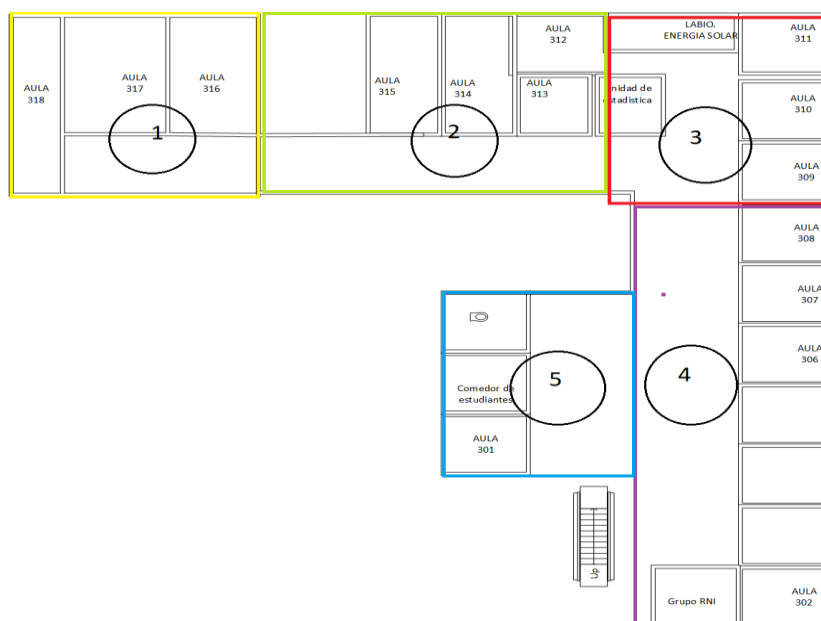


Figura 28. Planos del 3er piso de la FIEE dividido por zonas [propia elaboración]



Figura 29. Aulas del 3er piso de la FIEE



Figura 30. Hall del 3er piso de la facultad



Figura 31. Vista de la explanada de la facultad

Análisis de zonas:

Zona 1: Aquí encontramos las aulas 316, 317 y 318. En esta zona se concentra una buena cantidad de usuarios, por lo que se requiere una buena cobertura.

Zona 2: Esta zona está compuesta por las aulas 312, 313, 314 y 315. Al igual que la zona 1 hay una gran concentración de usuarios es necesaria una buena cobertura.

Zona 3: Aquí encontramos la Unidad de Estadística e Informática, el Laboratorio de Energía Solar y las aulas 309, 310 y 311. Asimismo, está un pasadizo donde hay concentración de alumnos durante el día, por lo que es necesaria una buena cobertura.

Zona 4: Esta zona la componen un largo pasadizo, 7 aulas (302 al 308) y una oficina administrativa (Grupo RNI). Por tanto, hay concentración de alumnos durante el día, por lo que es necesaria una buena cobertura.

Zona 5: Compuesta por el aula 301, el comedor estudiantil y un largo pasadizo. También es necesaria una buena cobertura.

	Usuarios	Superficie	Densidad
Zona 1	200	214.2	0.933
Zona 2	215	414	0.52
Zona 3	177	280.8	0.63
Zona 4	440	655.2	0.67
Zona 5	100	109.91	0.9

Tabla 3. Estudio de la densidad del piso 3 media

Perfiles de Usuarios:

Para el presente trabajo consideramos necesario conocer ciertos requerimientos técnicos (ancho de banda y velocidad de transmisión de datos) para lo cual recurrimos a encuestas para conocer el uso que le dan a la red Wifi a través de los diversos dispositivos teniendo en cuenta el número en promedio de dispositivos.

¿Qué dispositivo es más usado dentro de la facultad?

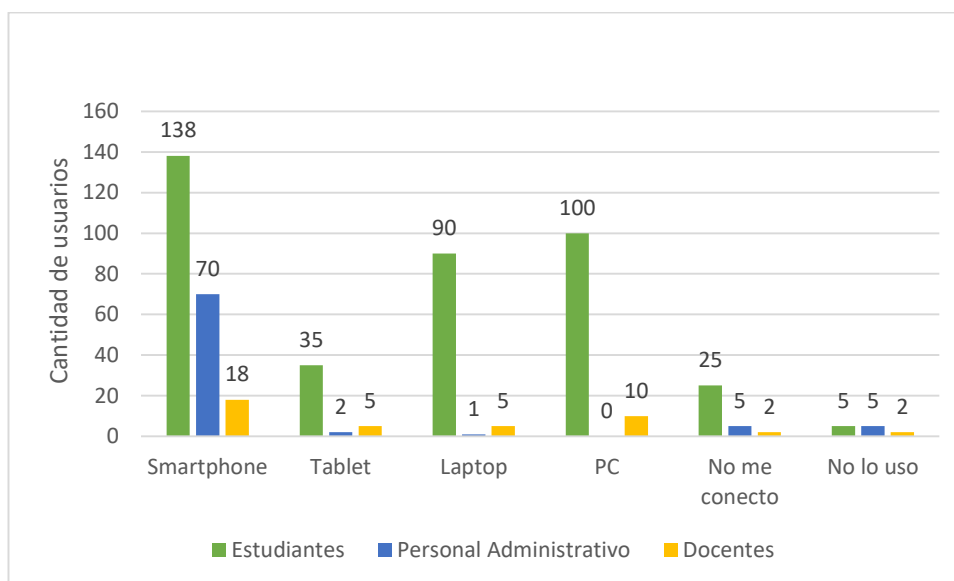


Figura 32. Encuesta a población total de la facultad

Como se puede observar en la figura x, los dispositivos más utilizados son la PC y el Smartphone o celular, por lo que se creará un perfil de usuario considerando que siempre se usará una PC y un Smartphone.

Requisitos Técnicos Generales:

Niveles de emisión y recepción

Un factor muy importante, casi básico, de una red es el nivel de potencia con el que la señal llega a los usuarios, una buena aproximación de calidad es:

- -30 dBm: Máximo nivel alcanzable, el usuario debe estar a muy poca distancia del AP.
- -50/-60 dBm: En este rango se considera que el nivel de señal es bueno.
- -70 dBm: Por debajo de este nivel se considera bajo, se debería tener conexión, pero el uso de la red quedaría bastante reducido, por ejemplo, revisar el correo.
- -80 dBm: Se considera mal nivel de señal. Podrías seguir conectado a la red, pero sería casi inviable realizar algún tipo de navegación.
- -90 dBm: Por debajo de este nivel es imposible realizar ningún tipo de conexión.

Estableciendo un límite, el nivel de señal debería estar por encima de -65 dBm para considerarse aceptable. [11]

Interferencia co-canal

La interferencia co-canal es un requisito muy exigente y difícil de cumplir en una red de alta densidad, como ya se ha explicado para dar cobertura a muchos usuarios debemos colocar muchos APs, lo cual hace que ocupemos todos los canales disponibles de las bandas. Para minimizar este problema se establece como requisito que la señal secundaria recibida de distintos APs que emiten en el mismo canal debe estar por debajo de -86 dB, puesto que como se ha visto antes es un nivel de señal insuficiente para poder considerarla una señal válida.

Relación señal a ruido

La relación señal a ruido es cantidad de potencia de la señal respecto a la cantidad de potencia que corrompe, un valor aceptable mínimo de SNR es 25 dB. [12]

Equipamiento:

SWITCH DE ACCESO CISCO C9200L-24T-4G-E:

- Cisco Catalyst C9200L-24T-4G-E, 24 Puertos 10/100/1000Mbps, 56 Gbps, 16.000 Entradas



Figura 33. Switch Cisco Catalyst C9200L

Especificaciones Generales:

- Conmutador - 24 Puertos - Capa 3 - Apilable
- 24 Interfaces Ethernet 10/100/1000
- 04 x Gigabit SFP Interfaces Uplink
- Interfaz de administración de red LAN (RJ45)
- Memoria RAM 2GB y Flash 4 GB
- Soporta no menos de 1000 VLAN Ids
- Soporta segunda fuente de poder

Estándares soportados:

- IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.3ad, IEEE 802.1ae, IEEE 802.3af, IEEE 802.3at, IEEE 802.3x, IEEE 802.1D, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, RMON I, RMON II, SNMP v1, SNMP v2c, SNMP v3.

ACCESS POINT INDOOR CISCO AIRONET 2800 SERIES - AIR-AP2802I-A-K9



Figura 34. AP Cisco Aironet 2800

- El Access Point debe ser para interiores
- El Access Point debe ser compatible con el estándar 802.11ac Wave 2
- El Access Point debe tener una velocidad teórica de 2.6 Gbps por radio
- El Access Point debe soportar 3 flujos espaciales y presentar la tecnología MU-MIMO de tipo 4x4
- El Access Point debe tener memoria DRAM de 1024MB de capacidad como mínimo
- El Access Point debe tener memoria Flash de 256MB de capacidad como mínimo
- El Access Point debe ser capaz de ser energizado mediante switches con puertos compatibles PoE+ / UPOE
- El Access Point deberá soportar canales con ancho de banda de hasta 160MHz y tener mecanismo de selección dinámica de ancho de banda de canal según el contexto de radiofrecuencia
- El Access Point debe presentar mecanismos de análisis de espectro a nivel de hardware para manejar problemas de interferencia inalámbrica
- El Access Point será capaz de duplicar la capacidad de radio de 802.11ac proporcionando una selección automática de banda de RF entre 2.4GHz y 5GHz en una sola interfaz de radio

- El Access Point soportará radios duales de 5GHz permitiendo una tasa de datos de capa física total de 5.2Gbps
- El Access Point debe ser capaz de soportar modo de monitorización de seguridad dedicado, en el que un radio atiende a los clientes y el segundo simultáneamente sirve como detector de ataques inalámbricos
- El Access Point debe tener mecanismo que permita mejorar el rendimiento de la conexión AP-Cliente (“downlink”), de tal modo que genere ahorro en el consumo de batería de dispositivos móviles que se conecten a él.
- El Access Point debe soportar aceleración de hardware dedicado para mejorar el rendimiento de las aplicaciones que realizan monitoreo y control sobre otras aplicaciones
- El Access Point debe soportar las siguientes funcionalidades Wave 2 AC: MRC, beamforming, canales de 20, 40, 80 y 160 MHz; A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx), 802.11 DFS y soporte CSD
 - Estándares soportados:
 - IEEE 802.3ad
 - IEEE 802.11a/b/g, 802.11n, 802.11h, 802.11d
 - IEEE 802.11ac
 - IEEE 802.11i, WPA, WPA2
 - IEEE 802.1X
 - AES
 - EAP-Transport Layer Security (TLS)
 - EAP-Tunneled TLS (TTLS)
 - Microsoft Challenge Handshake Authentication Protocol Version 2 (MSCHAPv2)
 - Protected EAP (PEAP) v0
 - EAP-MSCHAPv2
 - EAP-Flexible Authentication via Secure Tunneling (FAST)
 - PEAP v1
 - EAP-Generic Token Card (GTC)
 - EAP-Subscriber Identity Module (SIM)
 - Wi-Fi Multimedia (WMM)
- A nivel de hardware, como mínimo debe de tener:
 - 1 Puerto de consola para administración RJ-45

- 2 Puertos RJ-45 100/1000 BASE-T de tipo “autosensing”
- 1 Puerto USB 2.0
- Soporte Smartnet 8x5xnbnd por 03 años.
- La instalación, configuración y puesta en servicio de los equipos será realizada por el postor.

Descripción de la solución propuesta:

Luego de establecer/proponer los requisitos previos y equipamiento a utilizar (802.11ax) se ha tenido en cuenta que los Access Points (AP) trabajarán en 2 bandas. En la banda de 5GHz usará canales no superpuestos y con ancho de banda de 20 MHz. Por un tema de optimización también trabajarán en la banda 2.4 GHz y operarán en los canales 1, 6 y 11 con un ancho de banda de 20 MHz según lo recomendado en: [<https://www.cbtnuggets.com/blog/certifications/cisco/when-to-use-20mhz-vs-40mhz-vs-80mhz>].

De esta manera con la información recabada en los pasos anteriores encontraremos la posición correcta de los AP's para cubrir las zonas necesarias de cobertura y de alta densidad con la red más óptima.

Creación del Proyecto:

Para la creación del proyecto lo primero que tenemos que hacer es introducir los planos de cada piso de la facultad en el programa Cambium Networks WIFI DESIGNER [x] [y], con las paredes, y crearemos la facultad situando los pisos según su orden, utilizaremos los materiales genéricos que más adelante modificaremos.

Primera aproximación

Colocación de APs

Piso 1 de la FIEE

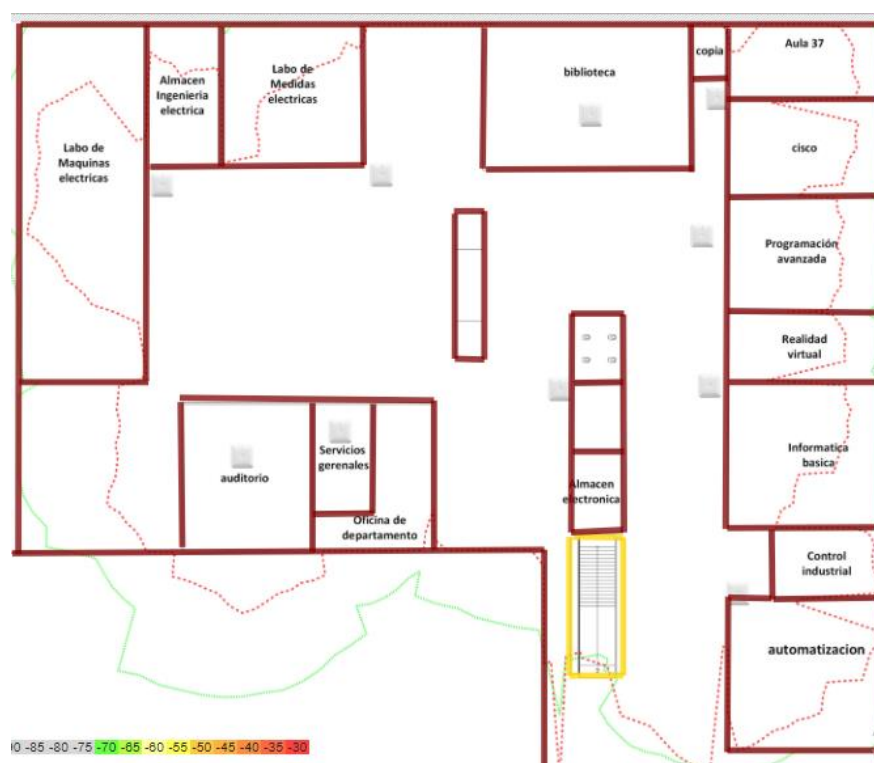


Figura 35. Plano piso 1 con paredes

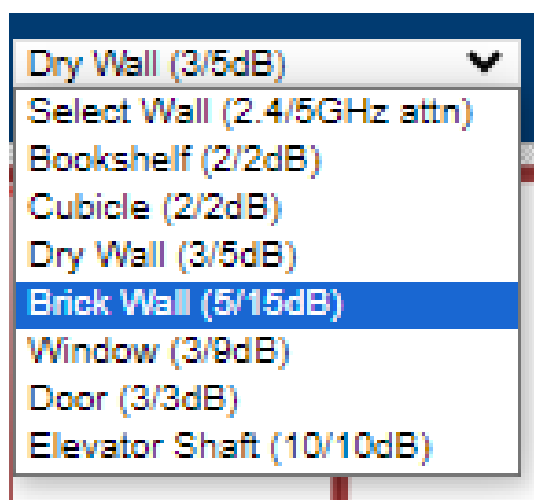


Figura 36. Configuración del material a utilizar en la simulación

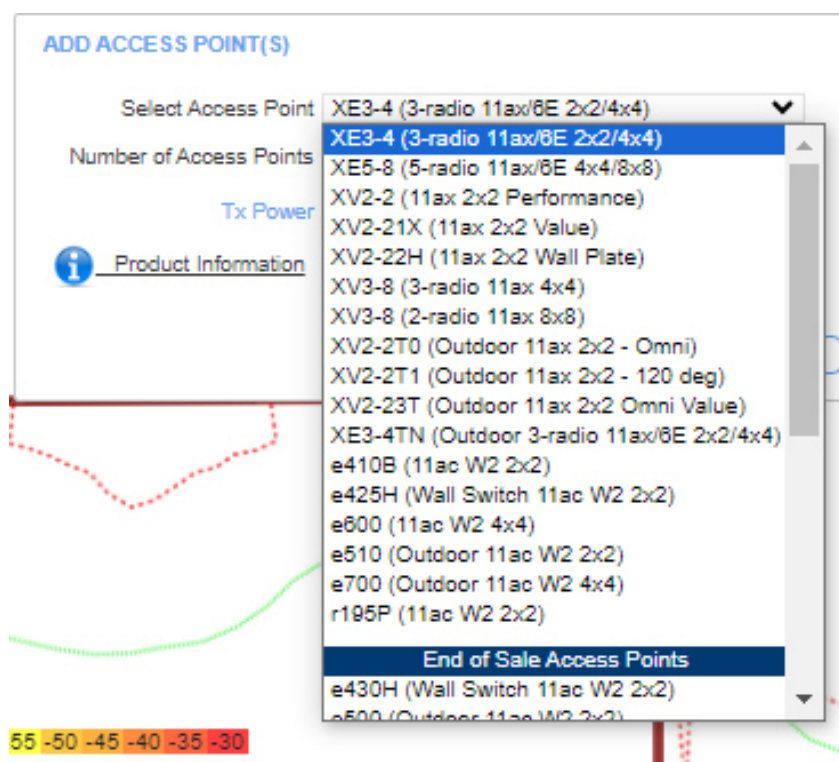


Figura 37. Configuración del AP en el programa

Piso 2 de la FIEE



Figura 38. Plano piso 2 con paredes

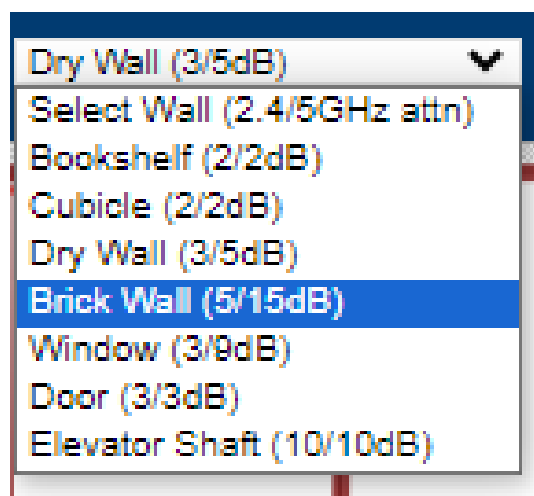


Figura 39. Configuración del material a utilizar en la simulación

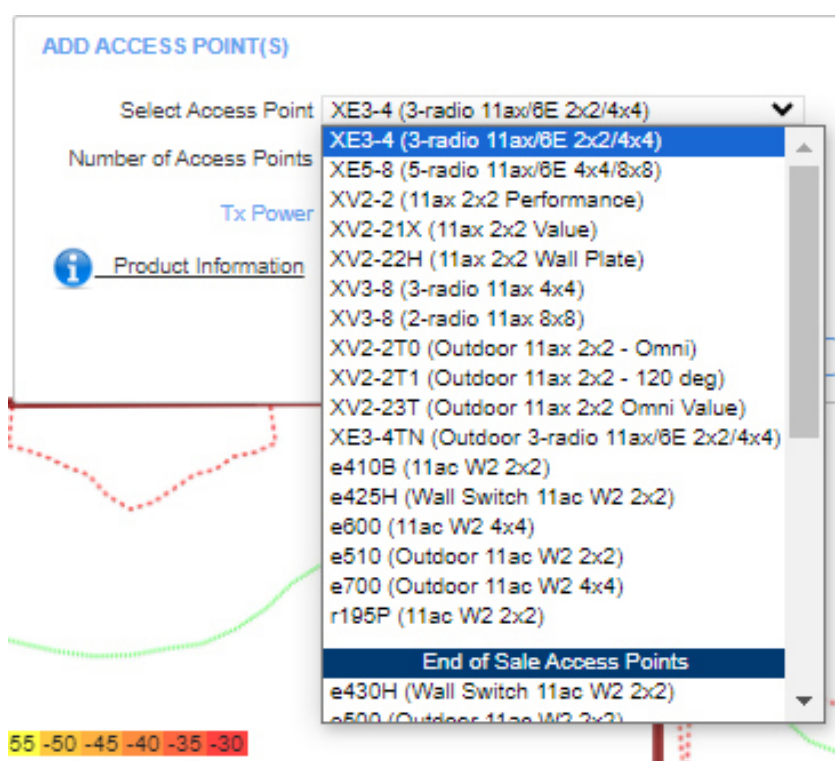


Figura 40. Configuración del AP en el programa

Piso 3 de la FIEE



Figura 41. Plano piso 3 con paredes

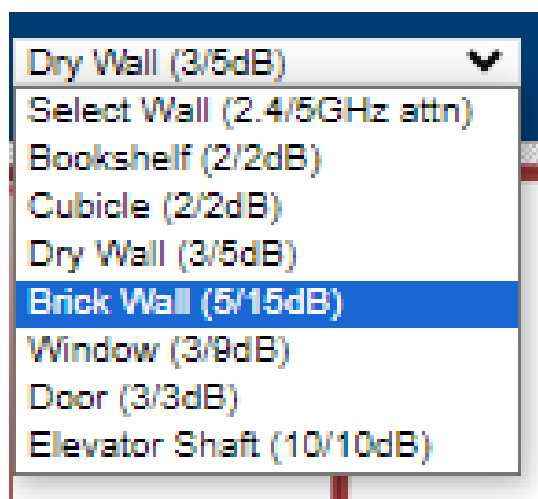


Figura 42. Configuración del material a utilizar en la simulación

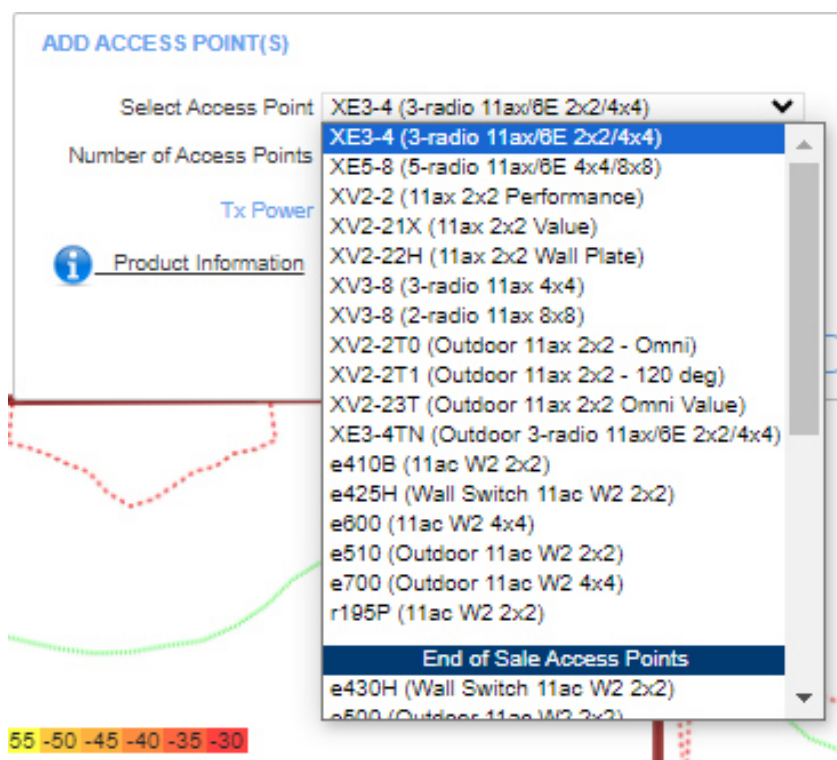


Figura 43. Configuración del AP en el programa

En esta fase se va a realizar un previo diseño alzado, el cual nos dará una idea de cuantos APs serían necesarios colocar para soportar la cantidad de usuarios y otros datos necesarios para el diseño final. Este diseño aportará la información necesaria para desarrollar la arquitectura final.

Mediciones:

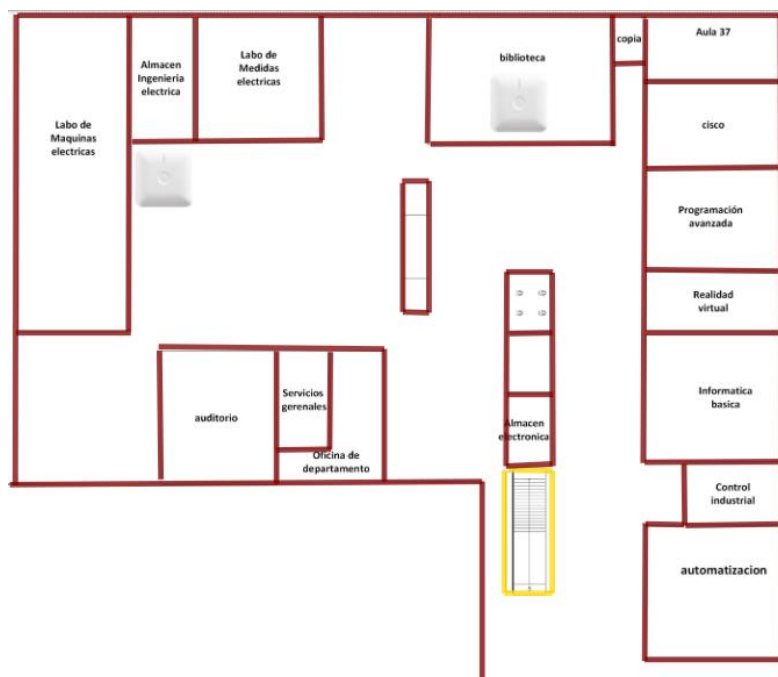


Figura 44. AP's del piso 1

Fotos de laptop midiendo

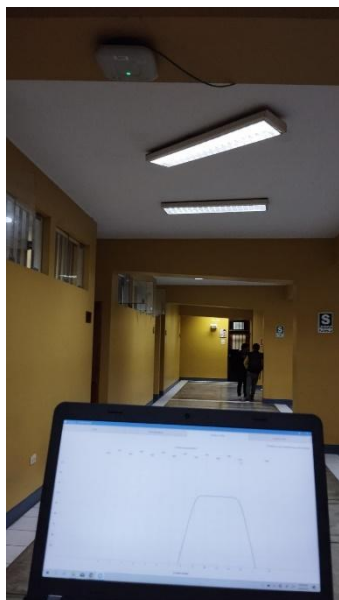


Figura 45. Medición en Banda 5 GHz

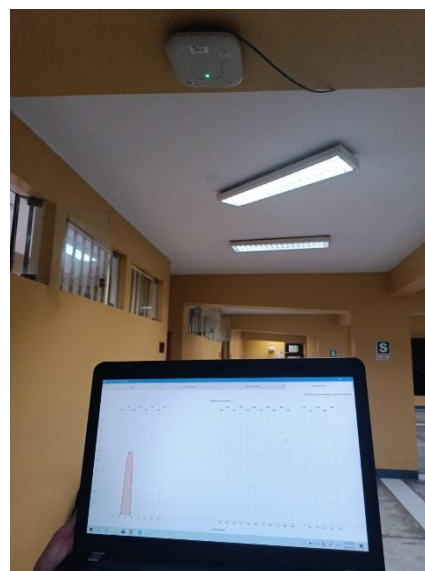


Figura 46. Medición en Banda 2.4 GHz

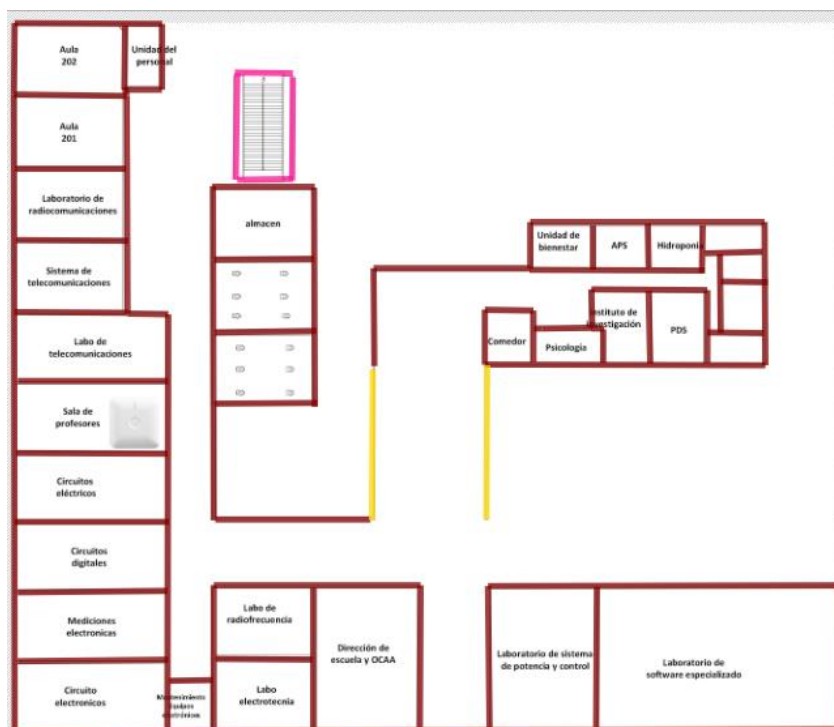


Figura 47. AP's del piso 2

Fotos de laptop midiendo

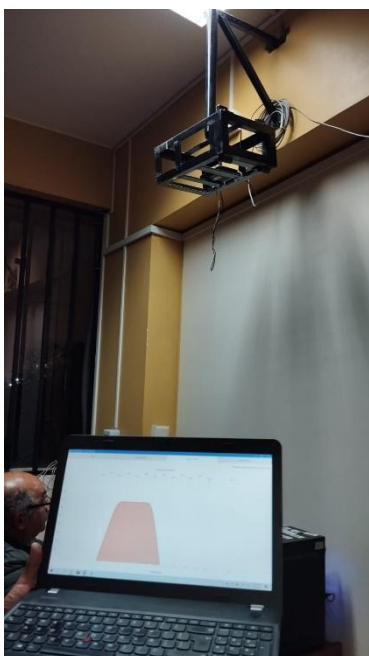


Figura 48. Medición en Banda 2.4 GHz

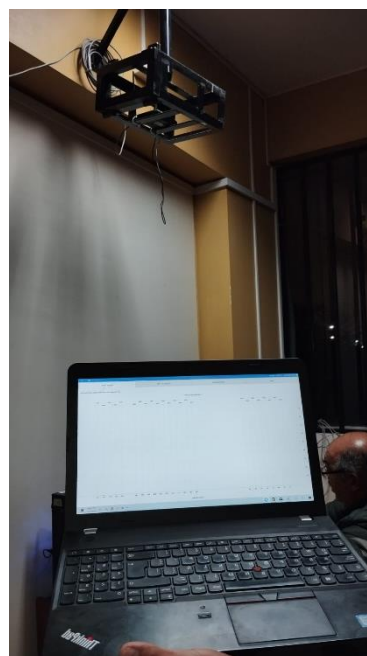


Figura 49. Medición en Banda 5GHz



Figura 50. AP's del piso 3

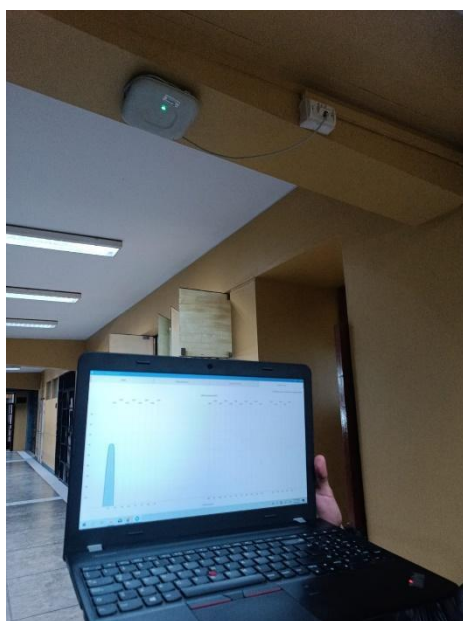


Figura 51. Medición en Banda 5 GHz

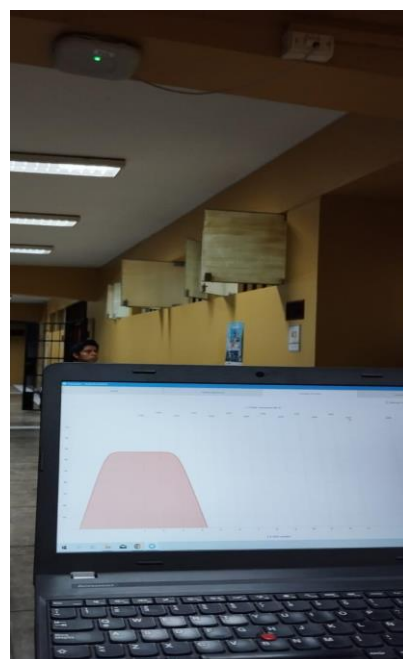


Figura 52. Medición en Banda 2.4 GHz

Fotos de laptop midiendo

Resultados:

Piso 1:

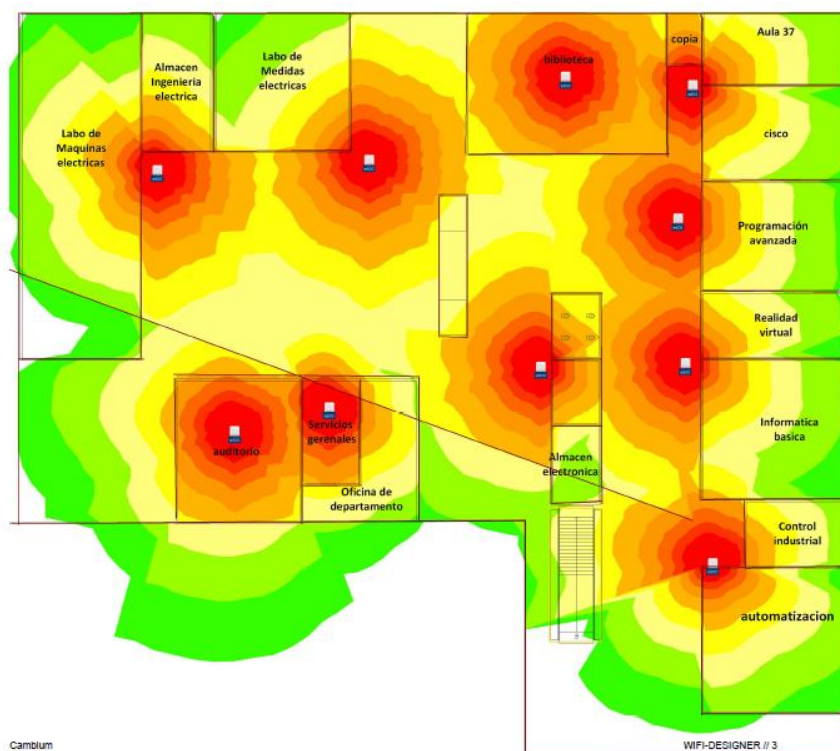


Figura 53. Nivel de señal Piso 1 (ambas bandas)

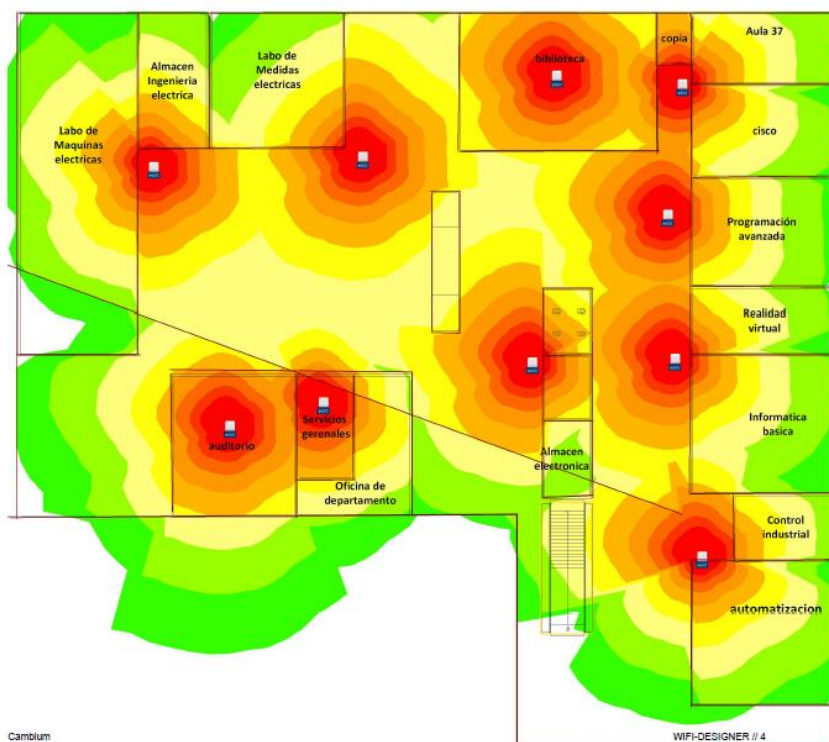


Figura 54. Nivel de señal Piso 1 (banda 2.4 GHz)

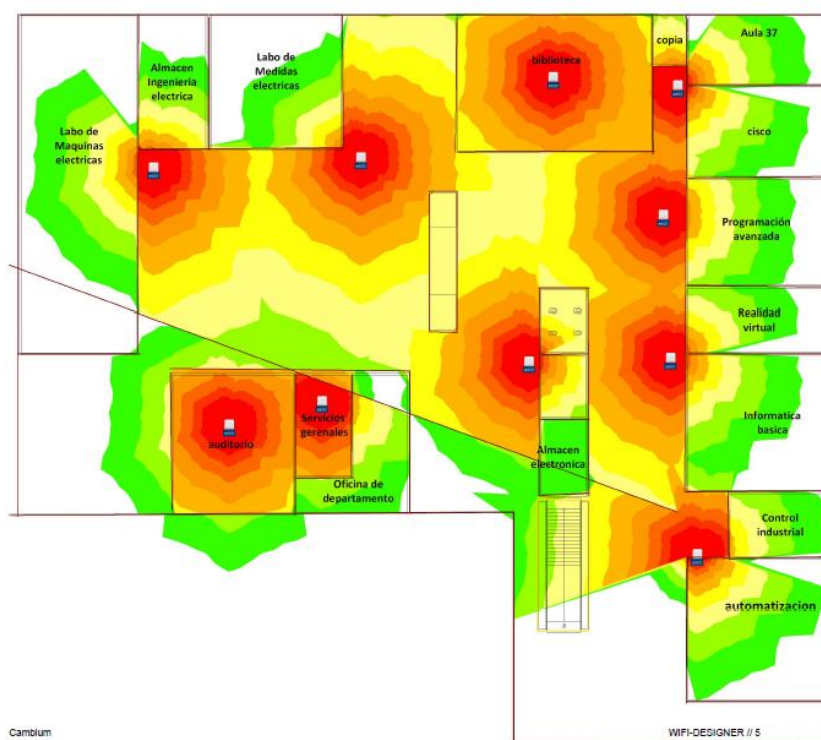


Figura 55 Nivel de señal Piso 1 (banda 5 GHz)

Piso 2:

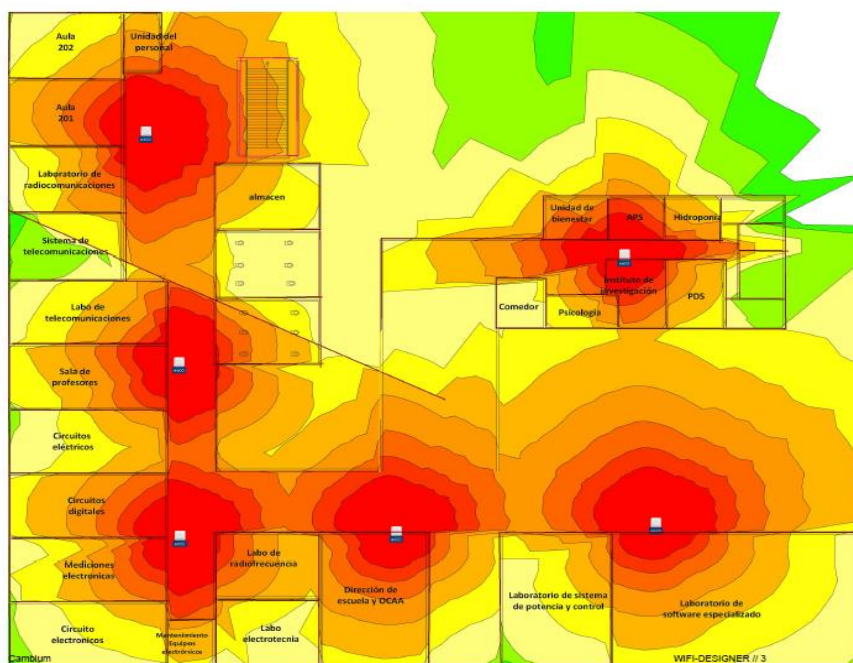


Figura 56. Nivel de señal Piso 2 (ambas bandas)

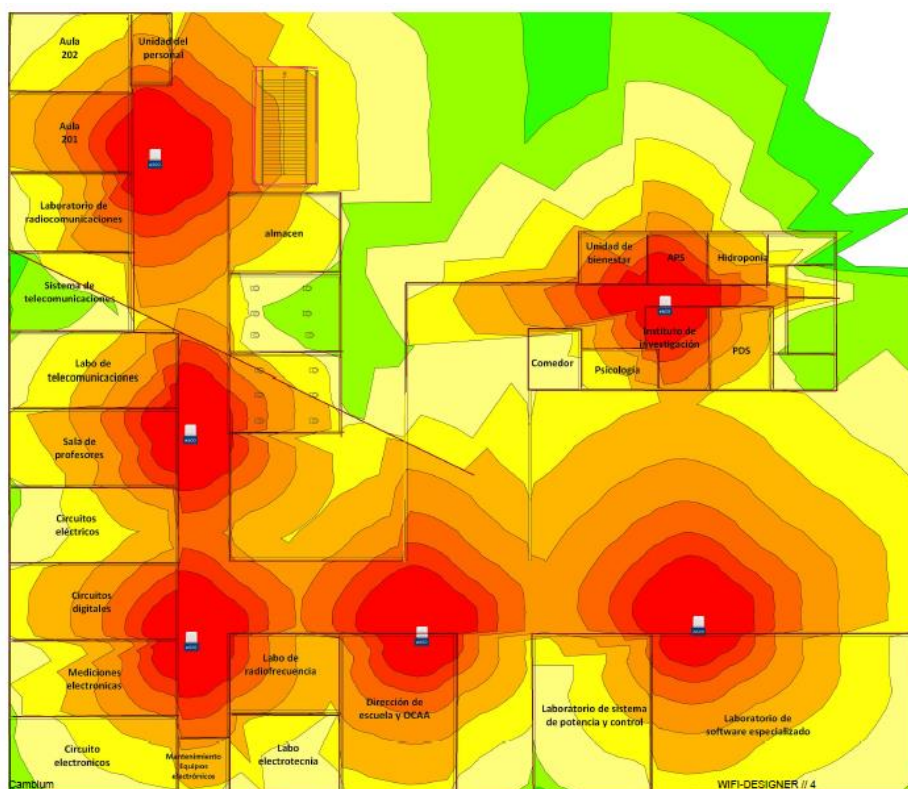


Figura 57. Nivel de señal Piso 2 (banda 2.4 GHz)

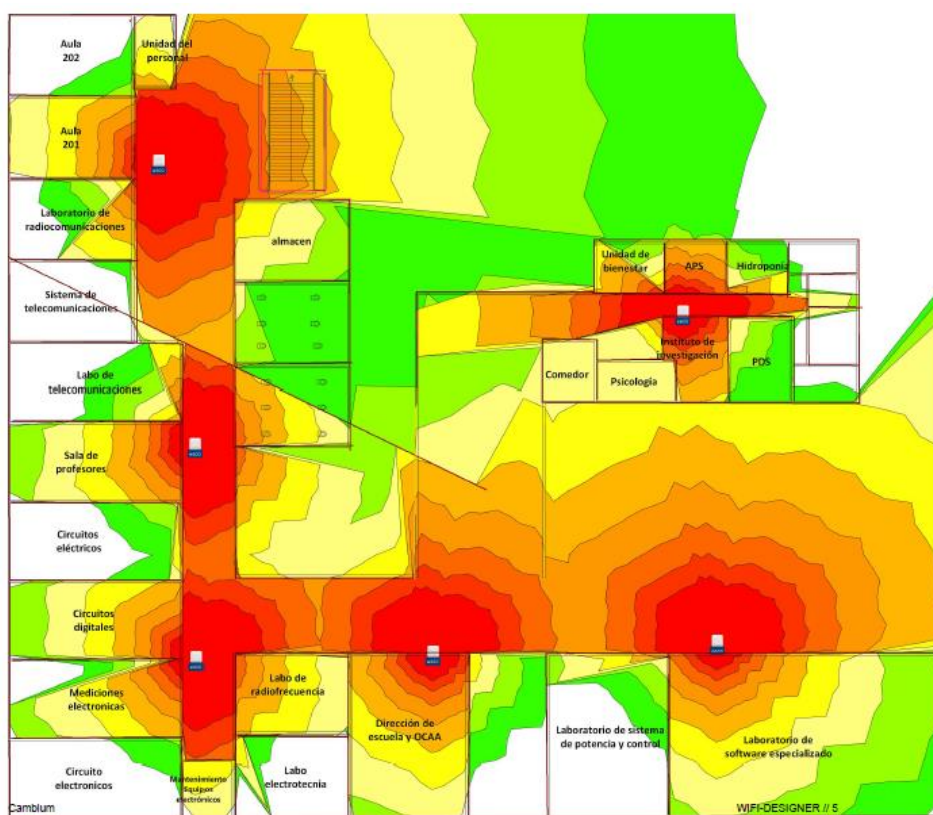


Figura 58. Nivel de señal Piso 2 (banda 5 GHz)

Piso 3:

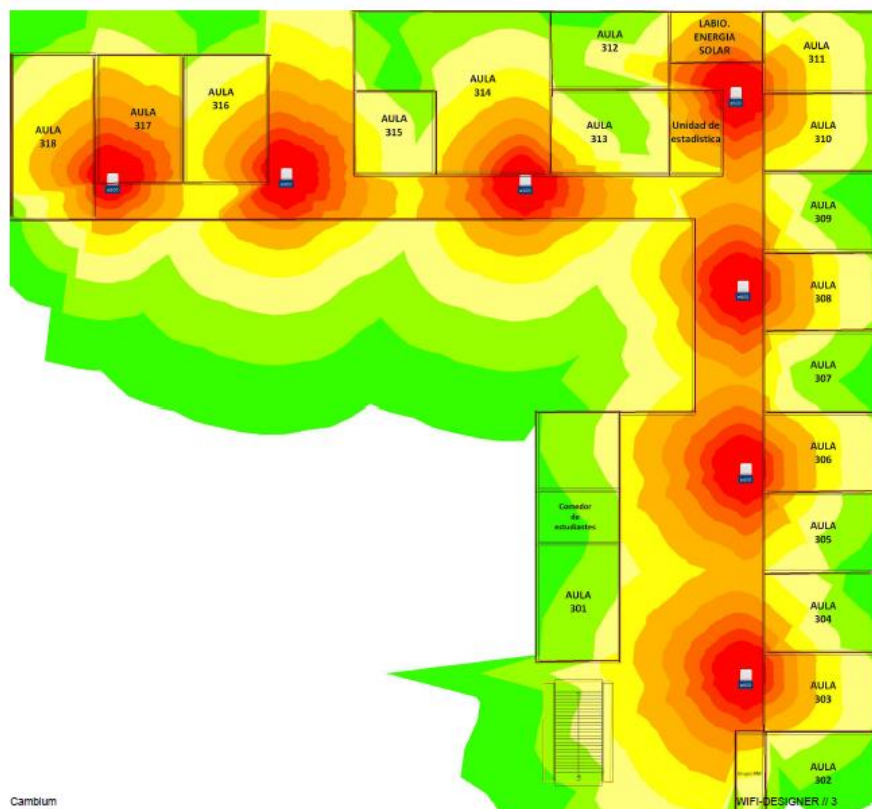


Figura 59. Nivel de señal Piso 3 (ambas bandas)

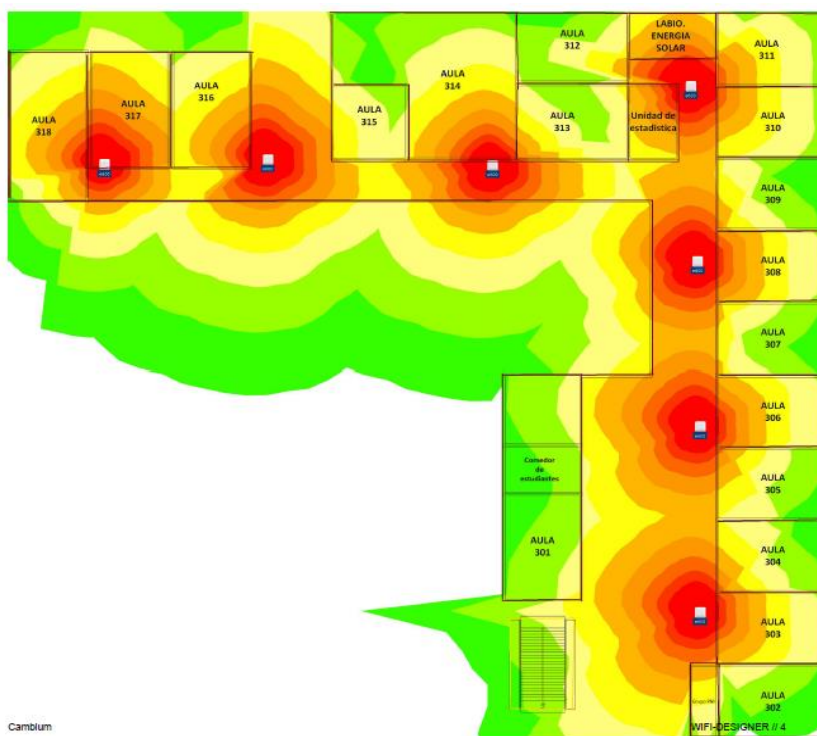


Figura 60. Nivel de señal Piso 2 (banda 2.4 GHz)

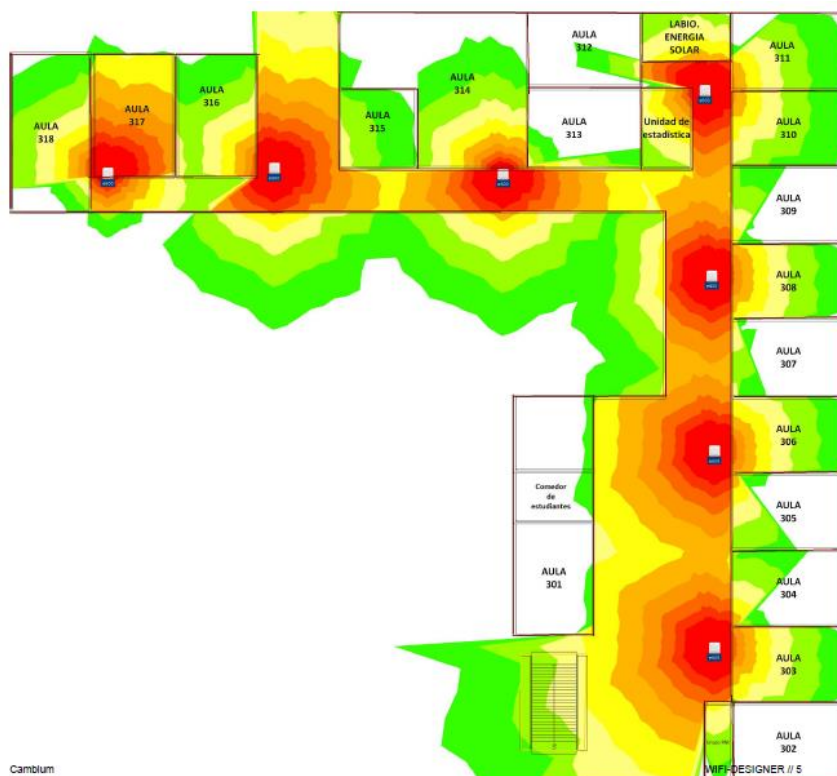


Figura 61. Nivel de señal Piso 3 (banda 5 GHz)

Como se puede ver en la Figura 59, 60 y 61 se puede visualizar la cantidad de APs en las zonas más concurridas de este piso, en esta área son 7 los equipos necesarios para alcanzar una cobertura adecuada en zonas en las que vaya a haber mayor concentración de personas.

CAPITULO IV: CONCLUSIONES

4.1 Justificación

Las tendencias globales actuales intentan integrar uso de herramientas de tecnología en desarrollo de procesos educativos, lo que promueve el uso de materiales multimedia dentro y fuera del aula. Las redes informáticas son la piedra angular de este desarrollo educativo.

Por ejemplo, las nuevas tecnologías facilitan el acceso a una variedad de nuevos recursos que tanto estudiantes como profesores pueden utilizar para mejorar su preparación profesional. Por tanto, existe estrecha relación entre ciencias de educación y tecnología informática, ya que ambas se complementan con el objetivo de introducir herramientas que garanticen la gestión eficaz de los centros universitarios y faciliten la disponibilidad de recursos en línea.

El trabajo actual está en consolidar el proceso de mejora de la red y conexión de los educadores, porque junto con las innovaciones en tecnologías de la información, es fundamental que los centros de formación profesional cumplan con los estándares del mundo tecnológico.

Por las razones antes mencionadas, es necesario analizar los requerimientos de los docentes para el diseño de redes Wi-Fi, determinar buenas prácticas de implementación en los objetos de estos centros comerciales, identificar su posible comportamiento y mejoras en las redes Wi-Fi, teniendo en cuenta la frecuencia del ancho de banda de 2,4 y 5 GHz.

4.2 Presentación de Resultados

4.2.2 Costos

Proyecto: "IMPLEMENTACIÓN DE RED WIRELESS PARA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA (PABELLON NUEVO)"

ITEM	DESCRIPCION	CODIGO	UND. MEDIDA	TOTAL	COTIZACIÓN	TOTAL/ CLASE
I. SUB-SISTEMA DE CABLEADO HORIZONTAL						
1	Cable F/UTP Categoría 6A	PUR6004BU-U	Carrete	11	S/ 964.79	S/ 10,612.69
2	Jacks RJ45 Categoría 6A Outlet	CJ688TPIW	Unid.	46	S 25.00	S/ 1,150.00
3	Jacks RJ45 Categoría 6A Patch Panel	CJ688TPBL	Unid.	46	S/ 25.00	S/ 1,150.00
4	Patch Cord Categoría 6A de 3 pies	UTPS3	Unid.	92		S/ -
5	Patch panel modular (configurable) de 24 puertos categoría 6A para etiquetar	CPPL24WBL	Unid.	2	S/ 120.00	S/ 240.00
6	Face plate de 1 salidas categoría 6A	UICFPHE2IW	Unid.	46		S/ -
7	Tapa ciega modular 24 puertos para patch panel categoría 6A	CMBBL-X	Unid.	1	S/ 2.45	S/ 2.45
8	Gabinete de Pared 21 UR (incluye regleta y ventiladores extractores)		Unid.	1		S/ -
9	Ordenador horizontal de cable 2 UR	WMPH2E	Unid.	2	S/ 480.00	S/ 960.00
10	Cintillos para sujetar cable de 20 cm de long. Color claro		ciento	1	S/ 7.00	S/ 7.00
11	Cinta de Velcro de 1 " de ancho	5MT	Unid.	4		S/ -
12	Cinta Maskingtape de 1 " de ancho	3M	Unid.	6	S/ 13.50	S/ 81.00
13	Cinta aislante de 1000 m de longitud	3M	Unid.	6	S/ 7.70	S/ 46.20
14	Canaleta Dixon 40x25	DXN1 0141	Unid.	15	S/ 26.20	S/ 393.00
15	Canaleta Dixon 25x25	DXN1 0081	Unid.	150	S/ 16.70	S/ 2,505.00
16	Canaleta Dixon 20x20	DXN1 0061	Unid.	150	S/ 13.30	S/ 1,995.00
17	tarugo 3/8		Ciento	4	S/ 9.90	S/ 39.60
III. EQUIPOS DE COMUNICACIÓN Y ACCESORIOS						
14	Switch de Acceso: 24 puertos 10/100/1000	WS-C2960X-24PS-L	Unidad	1	S/ 7,448.69	S/ 7,448.69
15	ACCESS POINT CISCO	CISCO AIRONET 2800 SERIES - AIR-AP2802I-A- K9	Unidad	46	S/ 4,594.41	S/ 211,342.86
16	Instalación de Cableado estructurado, configuración e instalación de equipamiento, trabajo de obra, instalación de tubos de 1" 1/4 sap		Unidad	1		S/ -
					TOTAL	S/ 237,973.49

Tabla 4. Requerimiento de Materiales y Equipamiento

4.3 Conclusiones

La complejidad para el diseño de una red wifi recae sobre el correcto análisis de los aspectos técnicos y características que constituyen una red wifi, para ellos es muy necesario una adecuada planificación de los Access Points, y esto toma mucho tiempo puesto que es muy complicado cuadrar todos con la menor interferencia posible y a la vez satisfacer el resto de requisitos de potencia y velocidad.

Durante el desarrollo del presente trabajo se pudo observar la ventaja de utilizar la banda de 5GHz sobre la banda de 2.4 GHz dado que posee un mayor número de canales y eso permite organizar mejor los canales a fin de evitar interferencias del tipo co-canales. Además, los equipos compatibles con la banda de 2.4 GHz son los más antiguos y no tienen posibilidad de conectarse a otra banda.

Parte esencial del presente trabajo ha sido el estudio y análisis de los planos de la facultad ya que la infraestructura, los materiales y el aforo de la misma, son elementos indispensables a considerar para el diseño de la red.

Un aspecto importante y necesario en un diseño es la cuantificación de las necesidades de la red, para lo cual la una encuesta es de gran ayuda, pero es necesario considerarlo solo como referencia, dado que los encuestados pueden no tener claro cómo funciona una red IEEE 802.11, esto es importante ya que una mala interpretación de los resultados en las encuestas puede hacernos sobredimensionar demasiado la red y aumentar excesivamente los costes de la misma.

Otro factor a considerar es la simultaneidad ya que es poco probable que todos los posibles usuarios de la red estén al mismo tiempo conectados a la misma y enviando datos, aun así, es recomendable suponer una simultaneidad alta, lo que nos asegurará cobertura en momentos críticos.

CAPITULO V: RECOMENDACIONES

Se debe de realizar una renovación total del cableado y equipos de comunicación de los gabinetes de la facultad, dado que en su mayoría cuentan con más de 15 años de uso.

Debido al avance de las tecnologías y de la población estudiantil se sugiere un redimensionamiento del sistema de cableado estructurado del pabellón B de la facultad.

Se recomienda la actualización y/o elaboración de los mapas del pabellón B de la facultad dado que no se cuentan con uno propio y digitalizarlos o utilizar alguna herramienta de simulación para ello.

Se recomienda un peinado del sistema de cableado de los gabinetes de la facultad.

Un diseño de una red wifi contribuye con la modernización y mejora en tema de conectividad para la facultad.

Es necesario contar con unos planos en algún programa de simulación para una posterior implementación de mejoras a los equipos de comunicación y ubicación.

El uso de herramientas de simulación para el análisis de trafico de redes y parámetros de señales wifi es muy importante para el diseño de un red wifi

En el caso de la facultad realizar las coordinaciones con la red telemática para la mejora y/o de los equipos de comunicación (switches, routers, gabinetes, red de cableado estructurado)

Buscar alguna forma de centralizar la administración en la facultad misma, es decir no estar siempre subyugado a lo que diga y/o haga la red telemática.

CAPITULO VI: BIBLIOGRAFIA

Bernal Cojal, J. N., & Sangay Huaccha, W. E. (2022). *Análisis e Implementación de un Firewall de Seguridad para el Control de Accesos y Protección de Redes*. Recuperado de <https://acortar.link/5iEXb4>

Calvache, R. (2020). *Tecnologías ISP*. Obtenido de Webcloud Hosting: https://hostingwebcloud.com/que-es-unisp/#x27a1xfe0fProveedores_de_acceso_telefonico

CEPAL. (2020). *Las oportunidades den la digitalización en América Latina frente al COVID-19*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45360/4/OportDigitalizaCov id-19_es.pdf

Check Fiber Company. (10 de Abril de 2019). *WISP (Proveedor de servicio de internet inalámbrico)*. <https://check-fiber.com/que-es-un-wisp/>

Chocarro, D. (2021) *Instalación y puesta en marcha de un radioenlace para la realización de unas prácticas en el Grado de Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación*. Universidad Pública de Navarra. https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/40184/TFG_Diego_Chocarro_%C3%81lvarez_v3.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Choque (2022) *Diseño de una red WISP, para proporcionar el servicio de internet fijo en el municipio de Copacabana*. Universidad Mayor de San Andrés.

CNABF (2022) *Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias. Versión 2022*. <https://portalespectro.ane.gov.co:10253/JsonConfigAne/CNABF.pdf>

Entrenamientos Cambium Networks. (2022). *Diseño e implementación de Wi Fi indoor y outdoor* [Video]. YouTube <https://acortar.link/xROYA9>

- Espinoza, L. & Montero, A. (2021) *VLAN's*. Universidad del Azuay.
https://www.uazuay.edu.ec/sites/default/files/public/redes_de_datos_lan2.pdf
- Grandstream Networks Latin America. (2023). *Video Tutorial - Bloqueo de contenido no autorizado en la red* [Video]. YouTube
<https://acortar.link/PRuO35>
- ID Group. (2021). *Qué es un Firewall y cómo funciona? Obtenido de ID Grup*: <https://idgrup.com/firewall-que-es-y-comofunciona/#:%7E:text=Un%20firewall%2C%20tambi%C3%A9n%20llamado%20cortafuegos,ordenadores%20de%20una%20misma%20red.>
- INCIBE (2019) *Seguridad en redes wifi: Una guía de aproximación para el empresario*.<https://www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/guias/doc/guia-de-seguridad-en-redes-wifi.pdf>
- Instituto de Ingeniería UNAM (2023) *Hardware y software*.
<https://www.iingen.unam.mx/es-mx/AlmacenDigital/CapsulasTI/Paginas/hardwareyssoftware.aspx>
- Lamiño, A. (2021) *Análisis, implementación y evaluación del desempeño del estándar IEEE 802.11 ax en escenarios reales y simulados*. Universidad de las Fuerzas Armadas.
<https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/25710/T-ESPE-044716.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marin, G. (2021) *Descripción del protocolo Dante en transferencia de audio digital sobre redes ethernet*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/42357/gamarin.v.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Muñoz, L. (2019) *Diseño de la red inalámbrica WI-FI para los visitantes del parque del café*. Universidad Tecnológica de Pereira.
<https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/f568e7ad-d3b9-48a0-ab1b-a4e01b36b951/content>

Quiroz, C. (2021) *Redes Inalámbricas para la nueva certificación CCNA*.

<https://ccna-quiroz.blogspot.com/2021/07/redes-inalambricas-para-la-nueva.html>

Santacruz, O (2020) *Transmisión de modulación de amplitud*.

<https://www.profesores.frc.utn.edu.ar/electronica/electronicaaplicadaiii/aplicada/cap03modulacionam1.pdf>

Syscom. (2021). *Buenas prácticas para implementaciones en redes Wi-Fi*

[Video]. YouTube <https://acortar.link/HxSr5o>

Universidad de Valencia (2021) *Sistemas Industriales distribuidos*.

https://www.uv.es/rosado/courses/sid/Capitulo2_rev0.pdf

Universidad Nacional del Sur (s/f) *Redes y Cableados*

esturcturado.https://servicios.uns.edu.ar/institucion/conc_nd/docs/material/C495-M337.pdf

Wireless LAN Design Guide: For high-density client environments in higher

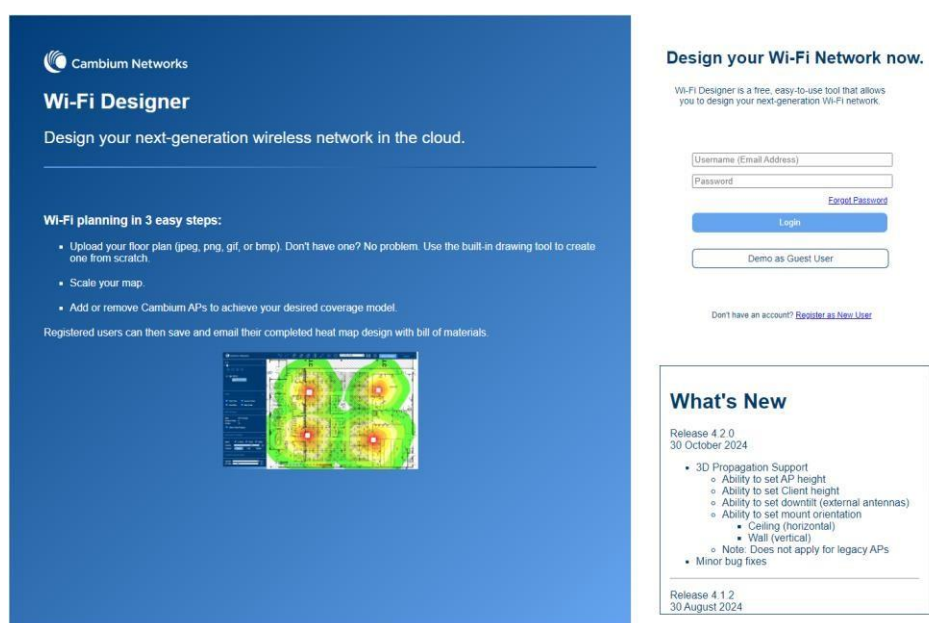
education. (07/2017). Cisco

ANEXO

Manual de uso del Cambium Wi Fi Designer

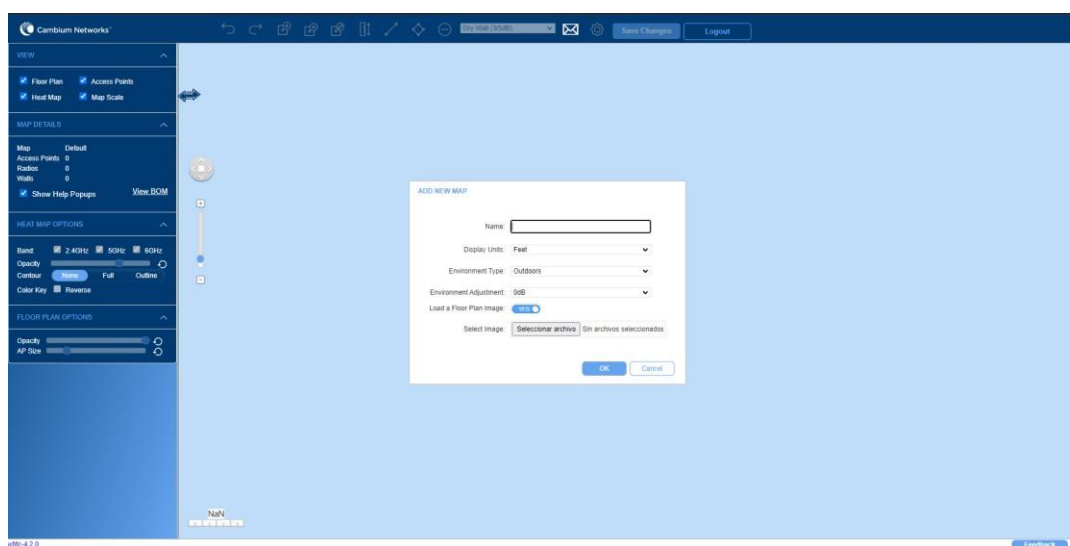
Paso 1: **Loguear en el aplicativo**

Abrimos nuestro navegador para buscar la página web de Cambium Networks (<https://www.cambiumnetworks.com/>), donde nos dirigiremos al apartado de productos y daremos clic en “Management and Applications” (Gestión y Aplicaciones). Bajaremos un poco y buscaremos la opción de Wi- Fi Designer para proceder, en el apartado de Planning o Planeamiento, con la opción de “Wi-Fi Designer”. Para terminar, damos clic a “Login Now” o Iniciar Ahora (<https://wfd.cloud.cambiumnetworks.com/wfdc/>) y terminaremos en esta página.



Ya con esto, o nos registra o nos logueamos, para poder acceder al aplicativo.

Paso 2: ***Creamos un proyecto***



Habiendo Logueado en la plataforma, continuaremos con la creación de nuestro plano y especificando los parámetros y condiciones para la simulación.

ADD NEW MAP

Name:

Display Units:

Environment Type:

Environment Adjustment:

Load a Floor Plan Image: ☒

Select Image:

Continuaremos con la denominación del proyecto en la parte de Name y especificaremos las unidades de medida (metros o pies) en el apartado de Display Units.

Display Units: **Feet** ▼

Environment Type: **Feet**

Meters

Posterior a ello, designaremos el tipo de ambiente de simulación.

Environment Type: **Outdoors** ▼

Environment Adjustment: **Apartment Building**

Convention Center

Load a Floor Plan Image: **Office (Cubicles)**

Hospital

Select Image: **Hotel**

Outdoors

School

Office (Walled)

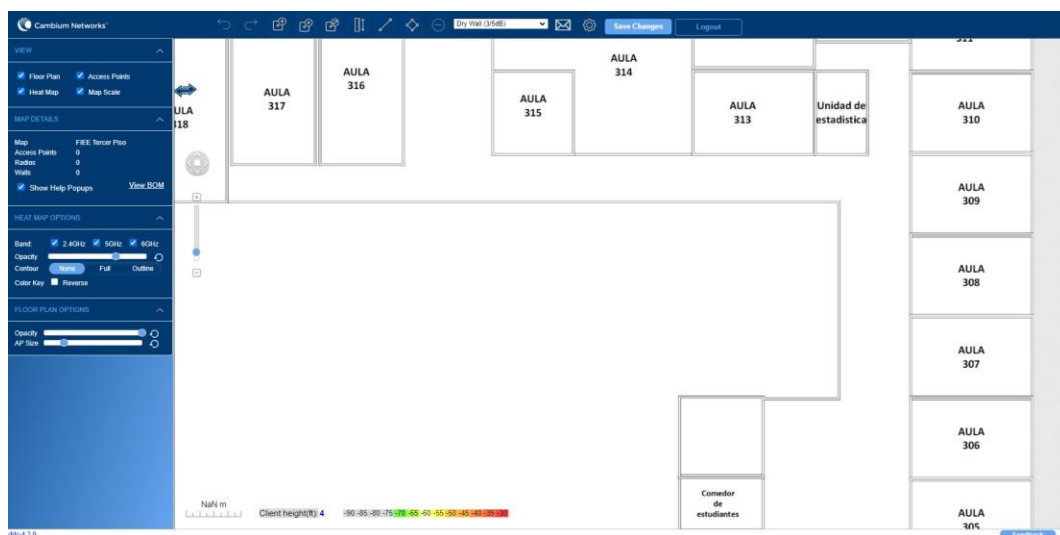
Warehouse

Además, ajustaremos los decibeles con respecto al ambiente de trabajo y cargaremos la imagen del plano de la instalación para poder simular.

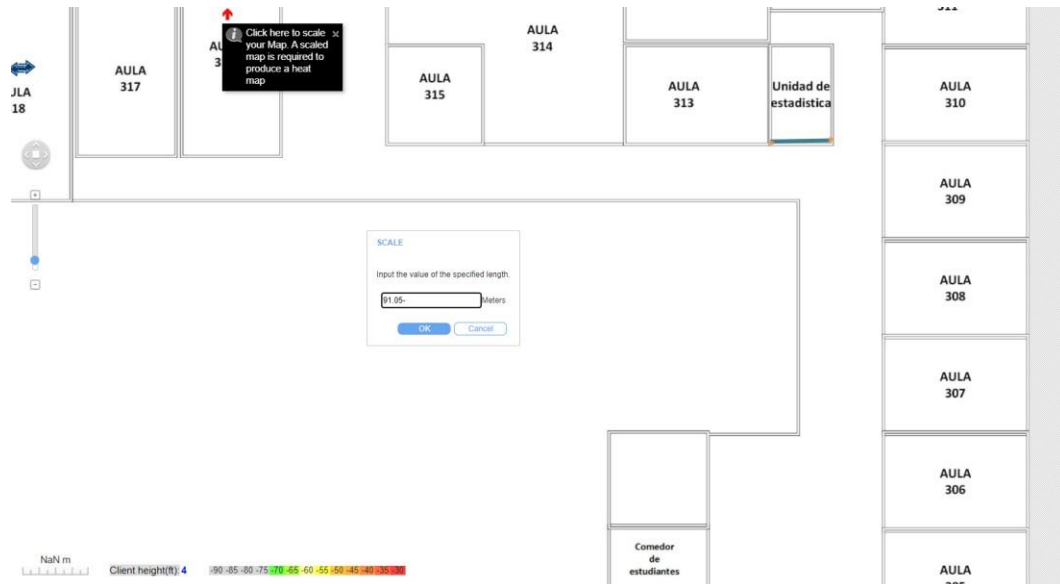
Environment Adjustment: **-3dB** ▼

Load a Floor Plan Image: **YES**

Select Image: **Seleccionar archivo** WhatsApp I...7.06 PM.jpeg



Procedemos a escalar las dimensiones del plano con cómo es en la realidad para alistar la simulación. Por ello, designaremos dos puntos y los contrastaremos con la distancia de la realidad.



Ya con la escala puesta, continuamos colocando los puntos de acceso para alistar la simulación.



Seleccionaremos el punto de acceso, la cantidad de puntos de acceso como también la potencia de transferencia que se emplearán en los casos de uso de frecuencias de 2.4 GHz, 5 GHz y 6 Ghz. Además, se designa la altura como también la orientación que se le va a poner.

ADD ACCESS POINT(S)

Select Access Point: X7-35X (3-radio Wi-Fi 7 2x2) ▼

Number of Access Points: 3

Tx Power: 24

Height (m): 10

Orientation: Ceiling (Horizontal) ▼

End of Sale Access Points

ADD ACCESS POINT(S)

Select Access Point: X7-35X (3-radio Wi-Fi 7 2x2) ▼

Number of Access Points: 3

Tx Power: 2.4GHz 24 5GHz 25 6GHz 25

Height (m): 10

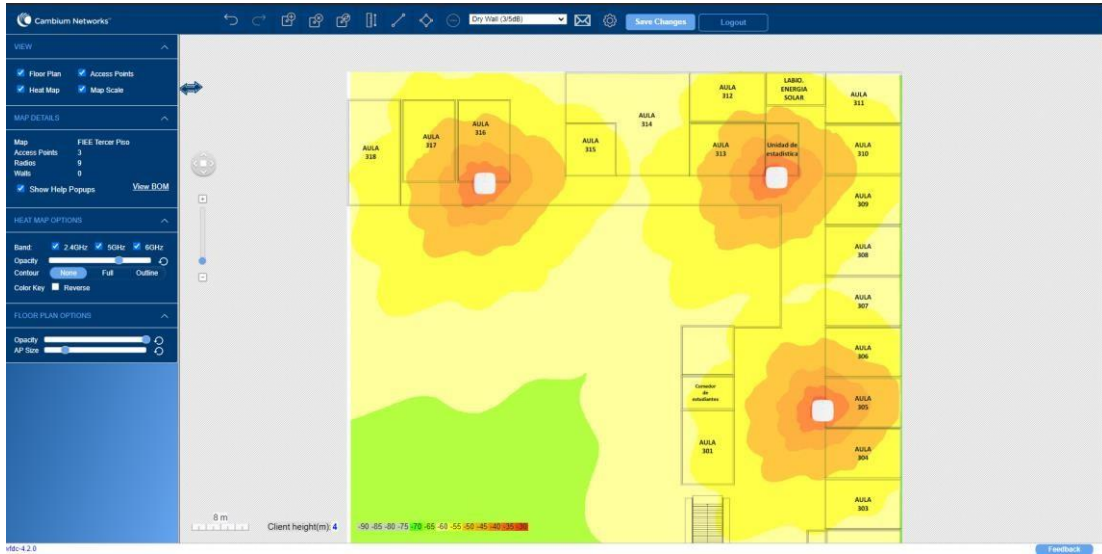
Orientation: Ceiling (Horizontal) ▼

Ceiling (Horizontal)

Wall (Vertical)

OK Cancel

Ya con esto se podría modificar más aspectos y obtendríamos una imagen parecida a esta:



Para finalizar, quedan algunos aspectos extras que podremos modificar para asemejarla más a la realidad y tenga un mejor resultado.

VIEW

☒ Floor Plan
 ☒ Access Points

☒ Heat Map
 ☒ Map Scale

MAP DETAILS

Map FIEE Tercer Piso
 Access Points 3
 Radios 9
 Walls 0

☒ Show Help Popups
 [View BOM](#)

HEAT MAP OPTIONS

Band: ☐ 2.4GHz ☐ 5GHz ☒ 6GHz

Opacity [Slider]

Contour ☒ None ☐ Full ☐ Outline

Color Key ☐ Reverse

FLOOR PLAN OPTIONS

Opacity [Slider]

AP Size [Slider]

Además, también se puede eliminar, agregar y cambiar puntos de acceso como también reescalar, dibujar paredes solas como continuas y especificar este tipo de paredes para una mejor simulación.

