

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
ÁREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



PROYECTO DE GRADO

**“DISEÑO DE UNA RED MESH INALÁMBRICA PARA EL CAMPUS DE
LA UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO”**

PROYECTO DE GRADO PRESENTADO PARA OBTENER EL TÍTULO
ACADÉMICO DE LICENCIADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS

POSTULANTE: Univ. Rudy Quispe Huanca
TUTOR: Mcs. Ing. Fredy Morales Blanco.
ASESOR: Ing. José E. Balderrama Méndez

Cobija - Pando – Bolivia

2021

RESUMEN

El presente proyecto ofrece el diseño final de una red Mesh Inalámbrica, para una futura implementación en todos los bloques del campus Universitario.

Para su desarrollo se utilizó la metodología PPDIOO de Cisco, la cual permite definir las actividades de cada fase para la planificación, el diseño, la implementación y el funcionamiento adecuado de la red Mesh. La metodología PPDIOO está conformada por seis fases que son preparar, planear, diseñar, implementar, operar y optimizar.

Finalmente, como resultado de la aplicación de la metodología PPDIOO, se obtiene un diseño final de red Mesh Inalámbrico, que tiene la capacidad de cobertura en todo los bloques del Campus universitario, permitiendo así a los usuarios establecer una conexión adecuada.

ABSTRACT

This project offers the final design of a Wireless Mesh network, for a future implementation in all the blocks of the University campus.

For its development, the Cisco PPDIIO methodology was used, which allows defining the activities of each phase for the planning, design, implementation and proper operation of the Mesh network. The PPDIIO methodology is made up of six phases that are prepare, plan, design, implement, operate and optimize.

Finally, as a result of the application of the PPDIIO methodology, a final Wireless Mesh network design is obtained, which has the capacity to cover all the blocks of the University Campus, thus allowing users to establish an adequate connection.

ÍNDICE

MARCO INTRODUCTORIO	1
1.1 ANTECEDENTES	2
1.2 PROYECTOS SIMILARES	3
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3.1 Formulación de Problema	5
1.4 OBJETIVOS.....	5
1.4.1 Objetivo General	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
1.5 JUSTIFICACIÓN	6
1.5.1 Justificación económica.....	6
1.5.2 Justificación social	6
1.5.3 Justificación técnica.....	6
1.6 METODOLOGÍA.....	7
1.7 ALCANCES.....	8
1.8 APORTES.....	8
MARCO TEÓRICO	9
2 CONTEXTO ACTUAL DE LA INSTITUCIÓN	10
2.1 UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO	10
2.1.1 CONSTITUCIÓN Y GOBIERNO DE LA UAP	10
2.1.2 INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE LA UAP	11
2.2 MARCO LEGAL	12
2.3 MARCO CONCEPTUAL	13
2.3.1 Redes de datos	13
2.3.2 Tipos de redes	13

2.3.3	Características	14
2.4	REDES INALÁMBRICAS.....	15
2.4.1	Cómo funcionan las redes inalámbricas	16
2.4.2	Clasificación de las redes inalámbricas según cobertura.....	18
2.4.3	Tipos de redes inalámbricas	18
2.5	TOPOLOGÍA DE RED 802.11.....	21
2.5.1	Modo Ad-Hoc	21
2.5.2	Modo Infraestructura	22
2.5.3	La topología de red de malla	22
2.6	REDES MESH.....	26
2.6.1	Funcionamiento	27
2.6.2	Capas del Modelo OSI	28
2.6.3	Arquitectura de red	30
2.6.4	Protocolos de Enrutamiento Mesh.....	31
2.6.5	Beneficios redes Mesh	33
2.6.6	Diferencias entre las redes Ad Hoc y las redes malla	34
2.6.7	Aplicaciones	34
2.6.8	Redes Mesh con WI-FI 6	35
2.7	ESTÁNDARES	36
2.7.1	IEEE 802.11.....	36
3	DESARROLLO DEL PROYECTO	39
3.1	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.....	39
3.1.1	Factibilidad Operacional.....	39
3.1.2	Factibilidad Técnica	40
3.1.3	Factibilidad Económica.....	41
3.1.4	Presupuesto de los equipos y materiales para el proyecto propuesto	41

3.2	ETAPAS DE LA METODOLOGÍA DEL PROYECTO	42
3.3	FASE I DE PREPARACIÓN.....	43
3.3.1	Auditoria a la red WIFI.....	44
3.3.2	Encuestas	45
3.3.3	Análisis de (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas) FODA	56
3.4	FASE II DE PLANIFICAR.....	57
3.4.1	Red Física Actual.....	58
3.4.2	Equipos Actuales	58
3.4.3	Equipos propuestos para el proyecto	60
3.5	FASE III: DISEÑAR.....	61
3.5.1	Selecion de la topología de Red	62
3.5.2	Descripción de los Equipos Ubiquiti	62
3.6	FASE IV IMPLEMENTACIÓN	67
3.6.1	Prueba realizada con la red tradicional actual.....	67
3.6.2	Prueba realizada con el prototipo implementado	68
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
3.7	CONCLUSIONES	72
3.8	RECOMENDACIONES	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Emisión de distintas frecuencias	19
Figura 2. Clasificación de las redes inalámbricas.....	20
Figura 3. Independientes IBSS	21
Figura 4: Duplica la red inalámbrica	22
Figura 5: Esquema de la primera generación de redes Mesh	24
Figura 6: Esquema de la Segunda generación	25
Figura 7: Esquema de la tercera generación	26
Figura 8: Red Mesh.....	27
Figura 9: Topología Mesh.....	28
Figura 10: Repetidor Inalámbrico.....	40
Figura 11: Plano del de la UAP	43
Figura 12: Vista panorámica de la UAP	44
Figura 13: Captura de pantalla auditoria de wifi net Spot	44
Figura 14: Captura de pantalla wifi analyzer.....	45
Figura 15 Grafico Estadístico: Pregunta 1	46
Figura 16 Grafico Estadístico: Pregunta 2.....	47
Figura 17 Grafico Estadístico: Pregunta 3	48
Figura 18 Grafico Estadístico: Pregunta 4.....	49
Figura 19 Grafico Estadístico: Pregunta 5	50
Figura 20 Grafico Estadístico: Pregunta 6.....	51
Figura 21 Grafico Estadístico: Pregunta 7	52
Figura 22 Grafico Estadístico: Pregunta 8.....	53
Figura 23 Grafico Estadístico: Pregunta 9.....	54
Figura 24: Grafico Estadístico: Pregunta 10.....	55
Figura 25 Grafico Estadístico: Pregunta 8.....	56
Figura 26: Red actual.....	61
Figura 27: Topología de red propuesta	62
Figura 28: Unifi UAP AC MESH PRO.....	63
Figura 29: Ubicación de los equipos.....	66

Figura 30: Medición de test de velocidad a la red UAP	67
Figura 31: Ubicación del Access Point.....	68
Figura 31: Test de velocidad de la red Mesh	69
Figura 32: Usuarios activos y test de velocidad	69
Figura 33: Medición de latencia	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Costo de materiales.....	41
Tabla 2: Costo de equipos.....	42
Tabla 3: Costo Total del proyecto.....	42
Tabla 4 Resultado de encuesta: pregunta 1.....	46
Tabla 5 Resultado de encuesta: Pregunta 2.....	47
Tabla 6 Resultado de la encuesta: pregunta 3.....	48
Tabla 7 Resultado de la encuesta: Pregunta 4.....	49
Tabla 8 Resultado de la encuesta: Pregunta 5.....	50
Tabla 9 Respuesta de la encuesta: Pregunta 6.....	51
Tabla 10 Respuesta de la encuesta: Pregunta 7.....	52
Tabla 11 Respuesta de la encuesta: Pregunta 8.....	53
Tabla 12 Respuesta de encuesta: Pregunta 9.....	54
Tabla 13 Respuesta de encuesta: pregunta 10.....	55
Tabla 14 Respuesta de encuesta: Pregunta 11.....	56
Tabla 15: Equipos Actuales.....	58
Tabla 16: Equipos propuesto.....	60

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 4-A: Árbol de problema.....	77
Anexo 4-B: Visita a la red principal.....	77
Anexo 4-C: Preguntas de la encuesta.....	78
Anexo 4-D: Preguntas de la encuesta.....	79
ANEXO 4-E: Test de velocidad de la red principal.....	79

CAPITULO I

1 MARCO INTRODUCTORIO

1.1 ANTECEDENTES

La Universidad Amazónica de Pando (UAP) pertenece al Comité Ejecutivo de Universidades de Bolivia (CEUB) aprobado el 3 de diciembre de 1993, la universidad cuenta con 6 áreas y 18 carreras encargados de formar profesionales.

Actualmente la Universidad Amazónica de Pando (UAP) posee una infraestructura inalámbrica deficiente con redes independientes, es decir, hay equipos instalados para acceso inalámbrico en cada área que son aisladas y demás dependencias de la universidad, los cuales presentan problemas de conectividad. Debido a la gran importancia de tener una red inalámbrica óptima hoy en día, es necesario hacer un análisis de la red actual y rediseñarla con tecnologías de mallas MESH

Las redes inalámbricas son redes sin cable que se suelen comunicar por medios no guiados a través de ondas electromagnéticas. La transmisión y la recepción se efectúan a través de antenas, no solo se emplean para realizar conexiones de datos, con frecuencia se utilizan para emitir señal de televisión, en telefonía, para seguridad usando cámaras, para sensores y domótica (Andreu, 2010).

Actualmente en el mercado existe una opción en cuanto a redes de bajo costo y fácil de implementar estas son las llamadas redes Mesh, las cuales ofrecen una solución total en cuanto a problemas de cobertura y vigencia de conectividad a la red, por el simple hecho de ser descentralizada y poder conectarse superficialmente del rango del punto de acceso a través de un nodo móvil.

La tecnología Mesh para redes inalámbricas universitarias es una opción muy recomendable, así lo afirma Universidad central de Berlín en Alemania en donde esta tecnología se efectuó en primera instancia como un experimento para toda su comunidad universitaria, han pasado muchos años desde que efectuaron este proyecto y actualmente está con descendida por muchos nodos los cuales están apoyados en Firmware. A los cuales se les da usos corporativos y sociales. (Pinto, 2017)

La primera red inalámbrica se desarrolló en la Universidad de Hawai en 1971 para conectar computadoras en cuatro islas sin el uso de cables telefónicos. Las redes inalámbricas ingresaron al mundo de la computación personal en la década de 1980, cuando la idea

de compartir datos entre computadoras estaba ganando popularidad. Algunas de las primeras redes inalámbricas no usaban ondas de radio, sino que usaban transceptores de infrarrojos (transceptores). Desafortunadamente, el infrarrojo aún no ha completado su despegue porque este tipo de radiación no puede atravesar objetos físicos. Como resultado, requieren un paso sin obstrucciones en todo momento, lo que es difícil de lograr en la mayoría de las oficinas.

Las redes inalámbricas se han fortalecido gracias a la reducción secuencial de los costos de los equipos para este tipo de conexión; hoy en día, las redes inalámbricas se han convertido en una necesidad que se ha convertido en un lujo.

El hardware necesario para configurar una red Mesh es relativamente económico y de fácil acceso, ya que es el mismo que el hardware utilizado para una WLAN (red de área local inalámbrica) tradicional. La tecnología, por otro lado, opera en una banda del espectro de radio que es de uso gratuito, sin licencia, por lo que cualquiera puede usar el medio sin papel ni licencia.

1.2 PROYECTOS SIMILARES

A continuación se muestra proyectos realizados referentes a redes Mesh.

El proyecto de (Calle, 2014) titulado “**Administración de redes inalámbricas mesh bajo tecnología libre**” fue desarrollado en el marco de ofrecer un prototipo de red Wireless utilizando tecnología IEEE 802.11s “mesh”, planteando como objetivo el diseño de la red empezando de un lugar apropiado para su ejecución, la selección de equipos y la selección del protocolo de ruteo, el trabajo concluye demostrando que existe un ahorro económico y una calidad de señal en los usos de esta tecnología.

El proyecto de (Cepeda, 2014) titulado “**Diseño e implementación de una red mesh como alternativa de solución para redes comunitarias o rurales**”, presentando un

análisis detallado de la planeación, elaboración, diseño, construcción, implementación y estudio de como una red libre puede proveer el medio necesario para la comunicación sin depender de cableados.

El proyecto de (Bautista & Valencia, 2021) “**diseño e implementación de redes MESH como opción de conectividad a internet en entornos rurales**” propone de solución de conectividad adecuada, eficiente y oportuna para territorios rurales en Colombia que actualmente no cuentan con servicio de telecomunicaciones o el que se les ofrece es demasiado costoso. El proyecto concluye tomando en cuenta que las redes inalámbricas en malla demuestran ser una solución viable en diferentes regiones del mundo, en una época en que la inteligencia artificial y el internet de las cosas avanzan tan vertiginosamente deben contemplarse estos parámetros y condiciones para proyectar una solución que cubra las necesidades de la sociedad.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Universidad Amazónica de Pando (UAP), posee una infraestructura de red que se encuentra destinada a desarrollar funciones educativas que tienen que ver con la enseñanza -aprendizaje propias de la educación superior.

Dentro del complejo universitario UAP, El plantel administrativo, docentes y estudiantes en los últimos años vienen presentando problemas de conectividad inalámbrica ya que no permiten el correcto acceso a Internet y al ser una Institución Educativa es de vital importancia hacer uso del Internet día a día.

El problema se enfoca en la deficiencia de cobertura inalámbrica en el Campus Universitario ya que las redes inalámbricas tradicionales presenta dificultades en la conexión y pérdida de datos cuando los usuarios se van alejando del punto de acceso, por otro lado, los estudiantes que se movilizan a otro bloque debe pedir credenciales de esa red debido a que cada bloque administra su punto de acceso inalámbrico provocando

incomodidades y pérdida de tiempo.

La gran demanda de conexión a Internet por parte de la comunidad universitaria a través del uso de móviles, computadoras portables, tabletas y la conexión a miles de aplicaciones que existen en la nube o también a los sistemas internos de la UAP han originado que los usuarios estén siempre conectados aun si estos están en movimiento.

También, la descentralización de los puntos de acceso de red inalámbrica provoca mala administración de accesos e inseguridad en la conexión de los usuarios que pueden comprometer la integridad de la información que los administrativos, docentes y estudiantes generan.

1.3.1 Formulación de Problema

La actual infraestructura de redes WLAN, provoca la insuficiente conectividad en algunos sectores del campus de la Universidad Amazónica de Pando.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Diseñar una red mediante la tecnología en Malla MESH, para mejorar el acceso inalámbrico de docentes, estudiante y administrativos dentro del Campus Universitario.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la infraestructura de redes WLAN en el campus de la UAP.
- Validar el diseño de una red Malla MESH a través de un prototipo, acorde a las características y necesidades.
- Establecer los requerimientos de Infraestructura de las redes MESH.
- Demostrar las ventajas comparativas (técnica y económica) de la red Malla MESH, respecto a las redes tradicionales.

1.5 JUSTIFICACIÓN

La propuesta que se plantea en este proyecto es una alternativa viable para brindar un mejor servicio de conexión WI-FI a la comunidad de la UAP que le permita acceder a información y a todos los recursos de internet de los cuales hacen uso frecuentemente por diversos motivos desde diferentes dispositivos electrónicos, teniendo la opción de desplazarse por las diferentes ubicaciones de la institución.

Son claras las necesidades actuales, tales como expandir el área de cobertura, mejorar la intensidad de la señal, administrar los equipos por medio de una plataforma de gestión centralizada y optimizar el consumo de ancho de banda, por lo que se toma la iniciativa de proponer un diseño de red moderno, con la más alta tecnología del mercado para la universidad y con el respectivo análisis económico.

1.5.1 Justificación económica

El presente proyecto pretende contribuir al desarrollo de la UAP, brindando servicios de calidad en la conectividad inalámbrica con la finalidad de sacar el máximo provecho a los equipos que se utilizaran para una futura implementación de este proyecto, ya que están preparados para soportar un mayor ancho de banda.

1.5.2 Justificación social

El rango de cobertura que abarca cada dispositivo electrónico con tecnología Mesh brindará un acceso a la red mucho más rápido, lo cual permitirá a los administrativos, plantel docente y estudiantes de la institución utilizar la red inalámbrica de una forma más efectiva y segura.

1.5.3 Justificación técnica

La UAP tendrá una mejora tecnológica y una mejor administración en el acceso correcto a Internet y a su vez se logrará optimizar automáticamente la red, para que esta pueda

proporcionar a los estudiantes y docentes un rendimiento acorde al nivel de exigencia del tráfico de red.

1.6 METODOLOGÍA

La metodología a utilizar en este proyecto se denomina PPDIOO que permite formalizar el ciclo de vida mediante fases, cada uno cumple con su función específica y se relacionan con su antecesora y predecesora, definida por CISCO y orientada a la creación de redes de datos, se formaliza en 6 fases a las que se debe su nombre (CISCO, 2010).

- **Fase de preparación:** Esta fase crea un caso de negocios para establecer una justificación financiera para la estrategia de red. La identificación de la tecnología que soportará la arquitectura.
- **Fase de planeación:** Identifica los requerimientos de red realizando una caracterización y evaluación de la red, realizando un análisis de las deficiencias contra las buenas prácticas de arquitectura. Un plan de proyecto es desarrollado para administrar las tareas, parte responsables, hitos y recursos para hacer el diseño y la implementación. Este plan de proyecto es seguido durante todas las fases del ciclo.
- **Fase de diseño:** El diseño de la red es desarrollado basado sobre los requerimientos técnicos y de negocios, obtenidos desde las fases anteriores. Esta fase incluye diagramas de red y lista de equipos. El plan de proyecto es actualizado con información más granular para la implementación. Después de esta fase aprobada empieza la implementación.
- **Fase de implementación:** Nuevo equipamiento es instalado y configurado en esta fase. El plan de proyecto es seguido durante esta fase. Los cambios deben ser comunicados en una reunión de control de cambios, con la necesaria aprobación para proceder. Cada paso en la implementación debe incluir una descripción, guía de implementación, detallando tiempo estimado para implementar, pasos para rollback en caso de falla e información de referencia adicional.

- **Fase Operativa:** Esta fase mantiene el estado de la red día a día. Esto incluye administración y monitoreo de los componentes de la red, mantenimiento de ruteo, administración de actualizaciones, administración de performance, e identificación y corrección de errores de red. Esta fase es la prueba final de diseño.
- **Fase de optimización:** Esta fase envuelve una administración pro-activa, identificando y resolviendo cuestiones antes que afecten a la red. Esta fase puede crear una modificación al diseño si demasiados problemas aparecen, para mejorar cuestiones de performance o resolver cuestiones de aplicaciones.

1.7 ALCANCES

- Se llegó a la demostración a atreves de un prototipo con las ventajas comparativas de la nueva tecnología para la conectividad a la red inalámbrica en los Bloques del Campus Universitario, quedando la puesta en marcha la implementación a cargo de la institución.
- Se llegó al resultado final de este proyecto del diseño de una red MESH en el Campus Universitario.

1.8 APORTES

El diseño propuesto será de gran aporte para la comunidad universitaria de la UAP, llevándola hacia una mejora tecnológica, de la misma manera administrar de forma correcta el acceso a Internet y así sacar el máximo provecho de la conectividad y proporcionar a los administrativos, docentes y estudiantes un rendimiento acorde al nivel de exigencia.

El estudio realizado sobre el diseño de redes inalámbricas con énfasis en malla inalámbrica mesh es de mucha utilidad para otras instituciones que quieran implementar este tipo de tecnologías en su empresa.

CAPITULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 CONTEXTO ACTUAL DE LA INSTITUCIÓN

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO

Es una Institución Pública y Autónoma de Educación Superior, que forma profesionales idóneos, con excelencia académica, pensamiento crítico y compromiso social, que desarrolle la investigación científica y tecnología, promoviendo la interacción social, en un contexto de diversidad social e interculturalidad, para contribuir al desarrollo integral de nuestra amazonia.

Misión

Institución pública y autónoma de educación superior, que forma profesionales idóneos con excelencia académica pensamiento crítico y compromiso social , que desarrolle la investigación científica y tecnológica, promoviendo la social en un contexto de diversidad social e interculturalidad para contribuir al desarrollo integral de nuestra amazonia

Visión

En el año 2017 la Universidad Amazónica de Pando será una universidad autónoma y transparente desconcentrada incluyente con libertad de pensamiento comprometida con su población que brinde profesionales de excelencia académica, investigación científica y tecnológica pertinente hacia su entorno; enfocada en una gestión moderna y flexible basada en resultados, con sus programas acreditados, orientados al bienestar de la comunidad universitaria para contribuir al desarrollo integral de nuestra amazonia

2.1.1 CONSTITUCIÓN Y GOBIERNO DE LA UAP

La UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO, es una institución de Educación Superior autónoma que forma parte del Sistema de la Universidad Boliviana, la base de su constitución es la comunidad educativa democráticamente organizada por docentes y estu-

diantes que en forma paritaria conforman todas las instancias de decisión y de gobierno universitario.

- a. Órgano de Cogobierno Paritario
 - El congreso Institucional Interno
 - Honorable consejo del área
 - El consejo del área
 - El consejo de la carrera

- b. Autoridades Universitarias.
 - Rector
 - Vicerrector
 - Director de Carrera

2.1.2 INFRAESTRUCTURA FÍSICA DE LA UAP

La UAP posee una infraestructura destinada para desarrollar funciones académicas que tienen que ver con la enseñanza – aprendizaje y las prácticas pedagógicas propias de la Educación Superior.

El campus de la UAP cuenta con una infraestructura:

- Parqueos
- Bibliotecas
- Bloque A
- Bloque B
- Bloque C
- Bloque D
- Bloque E
- Bloque F
- Bloque G
- Laboratorios de Ingeniería
- Cancha de fútbol
- Coliseo

- Oficinas administrativas
- Plaza
- Comedor Universitario
- Guardería

2.2 MARCO LEGAL

La Universidad Amazónica de Pando, siendo una de las universidades más joven del sistema universitario de Bolivia, es la única institución de formación profesional cuya creación fue aprobada en el VI Congreso Nacional de Universidades en septiembre de 1984 y creada por D.S. N° 20511 de septiembre de 1984(Pando, s.f.).

La Agencia de Gobierno Electrónico y Tecnologías de Información y Comunicación AGETIC propone un plan de implementación de gobierno electrónico para el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) y fortalecer las capacidades e incrementar la eficiencia de las entidades públicas, como para mejorar los canales de comunicación del Estado con la ciudadanía y la participación y control social.

El Gobierno Electrónico está vinculado con los procesos y estructuras creadas para la oferta electrónica de más y mejores servicios gubernamentales, en este entendido la Autoridad de Regulación y Fiscalización de Telecomunicaciones y Transportes ATT, en cumplimiento a la política nacional y lineamientos institucionales, desarrolla el Plan Institucional de Implementación de Gobierno Electrónico, para implementar y gestionar Gobierno Electrónico en la gestión institucional.

PLAN NACIONAL DE FRECUENCIAS

Artículo 4°.- Establecer los siguientes parámetros necesarios para la transición al nuevo marco normativo aprobado por la presente Resolución Ministerial:

I. Las Licencias otorgadas en las bandas: de 2.500 a 2.570 MHz; de 2.620 a 2.690 MHz; y de 2.570 a 2.620 MHz, continuarán vigentes hasta la conclusión de los plazos fijados en las mismas.

IV. Las bandas libres en 2,4 GHz y 5,2 GHz entrarán en vigencia al momento de la publicación de la presente Resolución Ministerial; asimismo, la banda libre de 5,8 GHz será liberada por la ATT en el plazo máximo de un plan que establezca para ese propósito.

Artículo 5°.- Encargar el cumplimiento de la presente Resolución Ministerial y su publicación al Vice ministerio de Telecomunicaciones y a la Autoridad de Regulación y Fiscalización de Telecomunicaciones y Transportes - ATT.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Redes de datos

Una red es un conjunto de ordenadores conectados entre sí, que pueden comunicarse compartiendo datos y recursos sin importar la localización física de los distintos ordenadores o dispositivos conectados. Es a través de una red que se puede ejecutar procesos en otro ordenador, acceder a sus ficheros, enviar mensajes, compartir programas, etc.

Los ordenadores suelen estar conectados entre sí por cables. Pero si la red se extiende sobre una región de gran tamaño, las conexiones pueden realizarse a través de líneas telefónicas, microondas, líneas de fibra óptica e incluso a través de satélites. Cada dispositivo conectado a la red se denomina nodo. Un dispositivo es aquel que interviene en la comunicación de forma autónoma, sin estar bajo el control de otro dispositivo (Fernández, 2001).

2.3.2 Tipos de redes

Según la escala geográfica de su implantación, una red se puede clasificar en las siguientes categorías (Gil, Pomares y Candelas, 2010):

LAN Local Área NetWork. Está constituida por un conjunto de ordenadores, independientes conectados entre sí, pueden comunicarse y compartir recursos. Abarcan una zona no demasiado grande, como un edificio o un campus.

MAN, Metropolitana Área NetWork. Estas pueden abarcar una ciudad o región, puede ser de propiedad privada o pública.

WAN Wide Área NetWork. Comprenden áreas más grandes, estas incluso pueden abarcar varios países.

2.3.3 Características

Características de una red local, según Fernández (2001).

Los ordenadores conectados a una red local pueden ser grandes ordenadores u ordenadores personales, con sus distintos tipos de periféricos. A continuación, algunas características de estas redes:

1. Un medio de comunicación común a través del cual todos los dispositivos pueden compartir información, programas y equipo, independiente del lugar físico donde se encuentre el usuario o el dispositivo. Las redes locales están contenidas en un área reducida como puede ser un edificio, un campus, etc.
2. Una velocidad de transmisión muy elevada para que pueda adaptarse a las necesidades de los usuarios y el equipo. El equipo de la red local puede transmitir datos a la velocidad máxima a la que puedan comunicarse con las estaciones de la red, por lo general un Mb por segundo.
3. Una distancia relativamente corta entre las estaciones, que puede variar entre unos metros y varios kilómetros.
4. La posibilidad de utilización de cables de conexión normales.
5. Todos los dispositivos pueden comunicarse con el resto y algunos de ellos pueden funcionar independientemente.
6. Un sistema fiable, con un índice de errores muy bajo. Las redes locales disponen de su propio sistema de detección y corrección de errores de transmisión.
7. Flexibilidad, el usuario administra y controla su propio sistema de red.

Hay dos tipos de dispositivos básicos que pueden conectarse a una red local, las estaciones de trabajo y los servidores.

Una estación de trabajo es un ordenador desde donde el usuario puede acceder a los recursos de la red.

Un servidor es un ordenador que permite a otros ordenadores que accedan a los recursos que dispone, esto servidores pueden ser: dedicados, son usados únicamente para ofrecer sus recursos a otros nodos, y no dedicados, pueden trabajar simultáneamente como servidor y estación de trabajo.

De forma general, en una red, al nodo que pide un servicio o inicia una comunicación, se le denomina cliente. Al nodo que responde a la petición se le denomina servidor (Fernández, 2001).

2.4 REDES INALÁMBRICAS

Los inicios de las redes inalámbricas se tuvo en 1979 cuando científicos de IBM en Suiza despliegan la primera red de importancia con tecnología infrarroja, (Huidobro, s. f.) Menciona que:

No es hasta 1985 cuando se comienzan los desarrollos comerciales de redes con esta filosofía, momento en el que el órgano regulador del espectro radio eléctrico americano, la FCC, asignó un conjunto de estrechas bandas de frecuencia para libre uso en las bandas de los 2,4 y los 5 GHz. Inmediatamente, la Asociación de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, IEEE, designó una comisión de trabajo para desarrollar una tecnología de red en las mismas: la 802.11. A partir de ese momento se liberaron una serie de estándares (conocidos, genéricamente, como Wi-Fi), el más reciente de los cuales ha sido el IEEE 802.11g.

“Una red inalámbrica en la que dos o más dispositivos puedes comunicarse sin la necesidad de establecer una conexión por cable, a través de un enlace que utiliza ondas electromagnéticas de radio microondas o infrarrojo” (Lederkremer, 2019, p. 96).

Por su parte (Stallings & Stallings, 2005) menciona que “son redes que utilizan ondas de radio para conectar los dispositivos, sin la necesidad de utilizar cables de ningún tipo”.

Los dispositivos que actualmente es muy común observar en el uso diario son: los teléfonos inteligentes (Smartphone), computadoras portátiles, tabletas, etc.

Las redes inalámbricas son redes sin cable que se suelen comunicar por medios no guiados a través de ondas magnéticas. La transmisión y la recepción se efectúan a través de antenas. Estas pueden alcanzar pocos metros, como las antenas intermedias o una distancia más amplia como los repetidores.

2.4.1 Cómo funcionan las redes inalámbricas

Las redes inalámbricas Wi-Fi IEEE 802.11x, utilizan ondas de radio, al igual que los teléfonos celulares, televisores y radios. De hecho, la comunicación a través de una red inalámbrica es muy similar a la comunicación de radio de dos vías.

Para comprender el modo de funcionamiento práctico y técnico de la forma de conexión entre los dispositivos inalámbricos debemos describir lo siguiente (Lederkremer, 2019)

- a. **El espectro electromagnético.** El rango de frecuencias y longitudes de onda es denominado espectro electromagnético.
- b. **Radio.** Es el término utilizado para la porción del espectro electromagnético en la cual las ondas pueden ser transmitidas aplicando corriente alterna a una antena.
- c. **Ancho de banda.** El ancho de banda es simplemente una medida de rango de frecuencia. Si un rango de 2400 MHz a 2480 MHz es usado por un dispositivo, entonces el ancho de banda sería de 80MHz. Se puede ver fácilmente que el ancho de banda que definimos aquí está muy relacionado con la cantidad de datos que puedes transmitir dentro de él: a más lugar en el espacio de frecuencia, más datos caben en un momento dado. El término ancho de banda es a menudo utilizado erróneamente para describirlo que se conoce por tasa de transmisión de datos.
- d. **Frecuencias y canales.** El estándar 802.11b utiliza la banda 2,4 GHz. El espectro está dividido en partes iguales distribuidas sobre la banda en canales individuales. Es importante notar que los canales son de un ancho de 22MHz, pero están separados sólo por 5MHz. Esto significa que los canales adyacentes se

superponen, y pueden interferir unos con otros.

2.4.1.1 Ventajas de las redes inalámbricas

(Gutiérrez, O. E, 2020). Menciona las ventajas que presenta la tecnología WIFI sobre el cableado tradicional:

- **Comunicación punto a punto sencillo:** Es posible comunicar varias PC sin necesidad de un engorroso cableado que las una.

- **Instalación rápida y costos mínimos:** En la actualidad, montar una red inalámbrica es un procedimiento bastante económico y está al alcance de todo usuario. Simplemente necesitamos una tarjeta PCI, o un equipo CPU o en caso de una conexión a Internet se debe disponer de un punto de acceso inalámbrico (AP). Es muy simple la interconexión con redes cableadas, usando puntos de acceso que sean compatibles con ambas tecnologías.

- **Configuración simple:** La configuración general es muy sencilla, podríamos decir que es equiparable a una red tradicional cableada, solo que se le adiciona la configuración de la seguridad de la red. (WEB).

- **Excelente reubicación:** Una red inalámbrica nos permite desplazar el equipo (dentro del área de influencia de la red) sin tener que preocuparnos del cableado. En el caso de PC portátiles, la movilidad es mucho mayor debido a la propia naturaleza del equipo. En definitiva, la ausencia de cableado, facilita la reubicación de las estaciones de trabajo, permite rapidez en la instalación, lo que deriva en menores costos.

2.4.1.2 Desventajas de las redes inalámbricas

Gutiérrez, O. E, 2020). Menciona los inconvenientes de este tipo de tecnología:

- **Alcance limitado,** ya que el alcance de las ondas de radio, como sabemos, está restringido a un área determinada, dependiendo de la potencia emitida, la ganancia de las antenas, y la sensibilidad, etc.

- **Apantallamiento de la señal,** depende de lo obstaculizada que se encuentre la emisión, ya sea por puertas, muebles, armarios, paredes, árboles edificios, etc.

- Interferencias suele dar problemas de conectividad en áreas pobladas donde la tecnología, es muy utilizada. Esto se traduce en pérdidas de conexión.

- **Seguridad** este factor es uno de los que hay que prestarle suma atención en esta tecnología. Son muchas las redes que se instalan sin tener en consideración la seguridad y por tanto, la convierten en redes abiertas, sin proteger la información que por ellas circulan. Existen varias alternativas para garantizar la seguridad que se verán más adelante.

- **Velocidad de transmisión limitada.** La velocidad máxima de transmisión para la 802.11b es de 11 **Mbps**, aunque lo normal está entre 1,5 y 5 Mbps. En el caso de 802.11g la máxima está en 54 Mbps y lo normal oscila entre 5 y 25 Mbps. Son valores más que suficientes para las necesidades de última milla, y si se las compara con las tecnologías cableadas, es limitada su velocidad, puesto que no alcanzan los 100 Mbps, ò 1Gbps.

2.4.2 Clasificación de las redes inalámbricas según cobertura

Las redes locales inalámbricas más que una sustitución de las LANs convencionales, son una extensión de las mismas, ya que permite el intercambio de información entre los distintos medios en una forma transparente al usuario.

2.4.3 Tipos de redes inalámbricas

Los tipos de redes inalámbricas son 4 (Medina, 2012):

WPAN (Wireless Personal Area Network) como las tecnologías Bluetooth. Red inalámbrica de interconexión de periféricos que estén a corta distancia del emisor.

La tecnología principal WPAN es Bluetooth. Ofrece una velocidad máxima de 1 Mbps con un alcance máximo de unos treinta metros. La tecnología Bluetooth, también conocida como IEEE 802.15.1, tiene la ventaja de tener un bajo consumo de energía, algo que resulta ideal para usarla en periféricos de pequeño tamaño (Andreu, 2010).

WLAN (Wireless Local Area Network) similar a una LAN, pero sin cables. Una red de área local inalámbrica, también conocida como WLAN, es un sistema de comunicación inalámbrica flexible, muy utilizada como alternativa a las redes de área local cableada

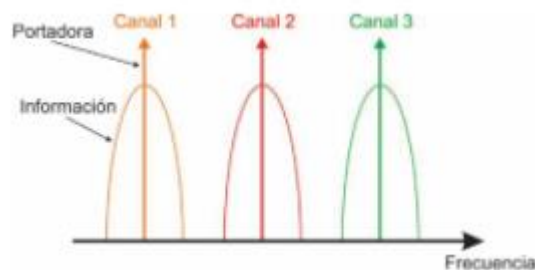
o como extensión de éstas. Usan tecnologías de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas.

Las redes WLAN, son un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible y muy utilizado como alternativa a la LAN cableada o como una extensión de esta. Hace uso de una tecnología de radio frecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizarse las conexiones cableadas (Valdivia, 2005).

Red inalámbrica que suele situarse en el mismo edificio. La más conocida es WiFi, que usa el estándar IEEE 802.11 en sus diferentes versiones 802.11a, 802.11b, 802.11g y la 802.11n (Andreu, 2010).

La información se transmite de un punto a otro por ondas de radio. Se refiere a portadoras de radio, sobre las que va la información. Los datos a transmitir se superponen a la portadora de radio y de este modo pueden ser recuperados por el receptor. A este proceso se le llama modulación (Valdivia, 2005).

Figura 1. Emisión de distintas frecuencias



Fuente: (Valdivia, 2005)

Los componentes de una red WLAN son similares a los de una red cableada.

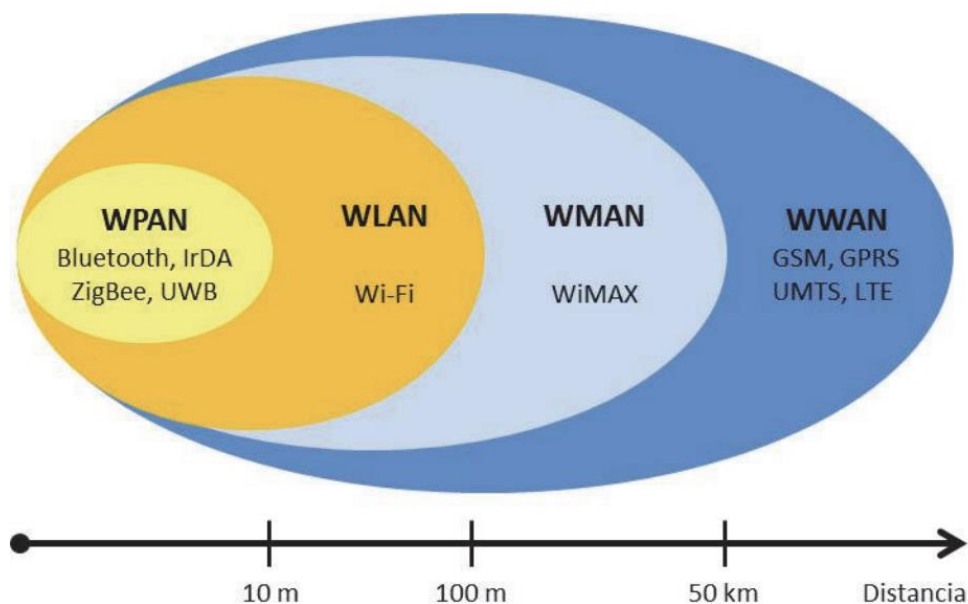
- Adaptadores de red:** también llamados NIC, se instalan en los sistemas informáticos que quieren conectarse a la red inalámbrica.
- Puntos de acceso o AP:** son el centro neurálgico de las redes inalámbricas. Permiten conectar los dispositivos inalámbricos entre sí y con la red cableada.
- Repetidores:** estos dispositivos permiten ampliar el área de cobertura de una red inalámbrica.
- Puentes inalámbricos:** son elementos software o hardware que permiten la

interconexión de dos redes. El puente hace de intermediario entre las redes que conecta.

WMAN (Wireless Metropolitana Área Network) basada en Wi-Max. Las redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN) también se conocen como bucle local inalámbrico (WLL, Wireless Local Loop). Las WMAN se basan en el estándar IEEE 802.16. Los bucles locales inalámbricos ofrecen una velocidad total efectiva de 1 a 10 Mbps, con un alcance de 4 a 10 kilómetros, algo muy útil para compañías de telecomunicaciones. También las tecnologías de este grupo se conocen como inalámbricas de banda ancha (Andreu, 2010).

WWAN (Wireless Wide Área Network) Red inalámbrica de área mundial, basada en tecnologías como vSAT, 2G, 3G y 4G. Soluciones vía telefonía móvil, que cada día ganan más adeptos ya que pueden llegar a velocidades de cientos de megabits por segundo (Andreu, 2010).

Figura 2. Clasificación de las redes inalámbricas



Fuente: (Stallings & Stallings, 2005)

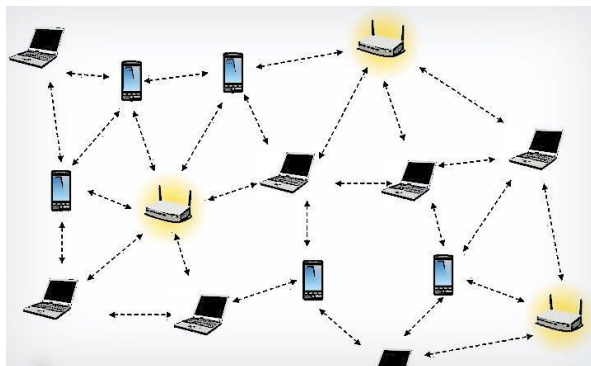
2.5 TOPOLOGÍA DE RED 802.11

El estándar define dos tipos de topología de red a las cuales se las denomina: Modo Ad-hoc y Modo Infraestructura. Dentro de cada una de estos modos, se puede definir lo que se da en llamar conjunto de servicio básico BSS (Basic Service Set), que consiste en que exista al menos dos o más nodos suscriptores, que se reconozcan entre ellos y puedan trabajar en conjunto para minimizar la cantidad de colisiones. A los nodos también se los denomina CPE (Customer Premises Equipment), o cliente y estamos indicando cualquier dispositivo que contenga capa física y MAC de acuerdo al estándar.

2.5.1 Modo Ad-Hoc

El modo Ad hoc, también conocido como peer to peer (de igual a igual) permite que cada cliente se comunique individualmente con el resto de sus pares en forma inalámbrica, es decir sin emplear un punto de acceso que centralice la información. A esta configuración se la conoce como Conjunto Básico de Servicios.

Figura 3. Independientes IBSS



(Gutiérrez, O. E, 2020).

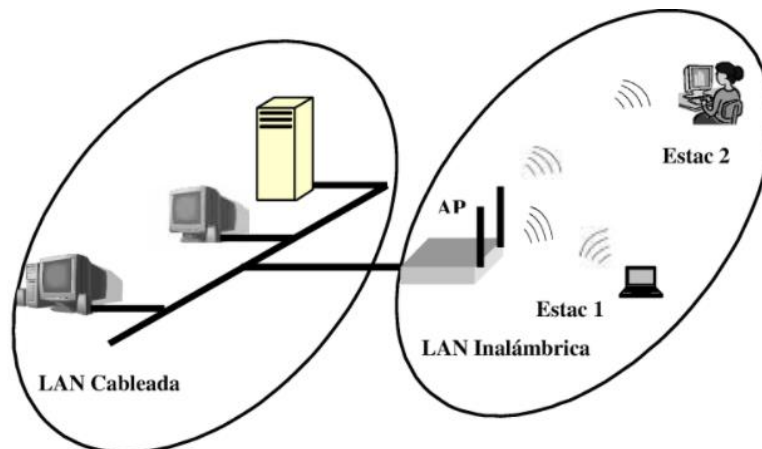
Para que la comunicación entre estaciones sea posible, hace falta que se vean mutuamente en forma directa, es decir que cada una de ellas se encuentre dentro del rango de cobertura de la otra. Por lo general son redes temporales y se usan por ejemplo cuando dos empleados de una misma empresa desean compartir archivos entre sus computadoras portátiles.

tiles. Este tipo de redes, no necesita ningún tipo de gestión administrativa. La figura 10.1 ejemplifica esta configuración.

2.5.2 Modo Infraestructura

En este modo, la red dispone al menos de un punto de acceso (AP) y varios clientes inalámbricos. El hecho de disponer un AP, duplica el alcance de la red inalámbrica. En la figura 4 se muestra un ejemplo de esta topología, y además se ve que el AP puede conectarse a otras redes y en particular a una red fija cableada, con lo cual un usuario puede tener acceso desde su equipo a otros recursos. El AP es una estación, que oficia de base y es a donde se conectan todos los clientes o CPE de la red, por lo general, controla el tráfico entre él y sus distintos suscriptores, en estos casos, no existe una comunicación “de igual a igual”.

Figura 4: Duplica la red inalámbrica



Fuente: Gutiérrez, O. E. (2020).

2.5.3 La topología de red de malla

“En una topología en malla, cada dispositivo tiene un enlace punto a punto y dedicado con cualquier otro dispositivo. El término dedicado significa que el enlace conduce el tráfico únicamente entre los dos dispositivos que conecta” (Briones, s. f., p. 1).

El uso de malla tiene varias ventajas como: el uso de enlaces dedicados, garantiza que cada conexión sólo debe transportar la carga de datos propia de los dispositivos conectados, eliminando el problema que surge cuando los enlaces son compartidos por varios dispositivos. Por otro lado, es Robusta.

Otra definición de la red de malla (Molina, s. f.) Menciona que “es una topología de red en la que cada nodo está conectado a uno o más de los otros nodos. De esta manera es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos”.

2.5.3.1 Ventajas

(Molina, s. f.) Describe algunas ventajas y desventajas que tiene.

- Es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos.
- No puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones.
- Cada servidor tiene sus propias comunicaciones con todos los demás servidores.
- Si falla un cable el otro se hará cargo del tráfico.
- No requiere un nodo o servidor central lo que reduce el mantenimiento.
- Si un nodo desaparece o falla no afecta en absoluto a los demás nodos.
- Si desaparece no afecta tanto a los nodos de redes.
- Las redes de malla son auto ruteables. La red puede funcionar, incluso cuando un nodo desaparece o la conexión falla, ya que el resto de los nodos evitan el paso por ese punto. En consecuencia, la red malla, se transforma en una red muy confiable.

2.5.3.2 Desventajas

Las desventajas son mínimas, considerando el costo de red en lo que se implemente de forma alámbrica.

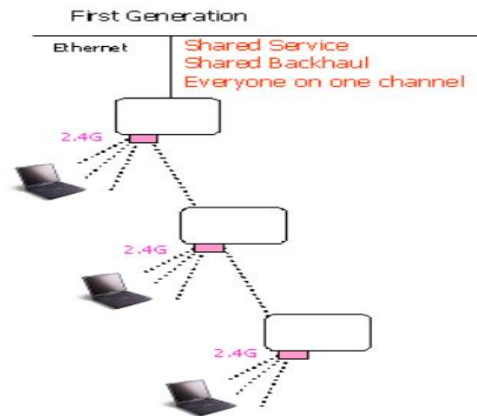
PRIMERA GENERACIÓN

Usa el mismo enlace de radio para la transmisión de datos entre el cliente y el nodo, así como entre nodos. Tiene transmisión store-and-forward es decir, primero recibe y luego transmite.

Desventaja:

1. Disminución del ancho de banda
2. No se puede transmitir y recibir datos simultáneamente por un sólo canal de radio porque provocaría interferencia, congestión y contención en cada nodo.

Figura 5: Esquema de la primera generación de redes Mesh



Fuente: Tomado de

http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo323/2s12/project/reports/Araya_Lopez/generaciones.html

SEGUNDA GENERACIÓN

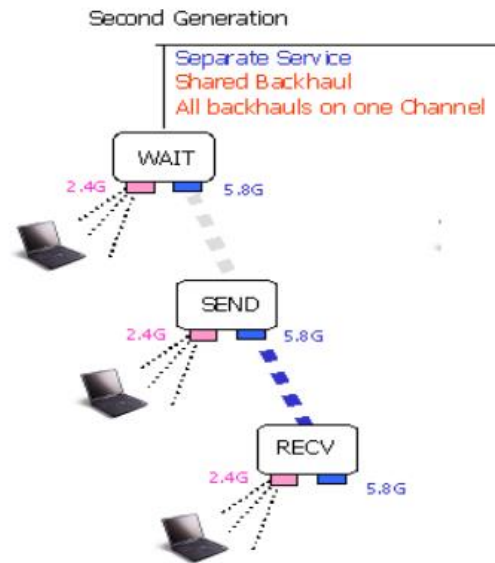
Combina dos canales, el 802.11b/g para dar servicio y el 802.11a para interconectar los nodos con el estándar.

Con este sistema se logró eliminar la interferencia en los nodos ya que se trabaja con diversas bandas de frecuencia (entre 2.4GHz y 5.8GHz).

Desventaja:

1. Al aumentar la demanda de servicio por parte del usuario, se presentan congestiones significativas en la parte de la radio que se usa para interconectar los nodos.

Figura 6: Esquema de la Segunda generación



Fuen-

te: http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo323/2s12/project/reports/Araya_Lopez/generacion.es.html

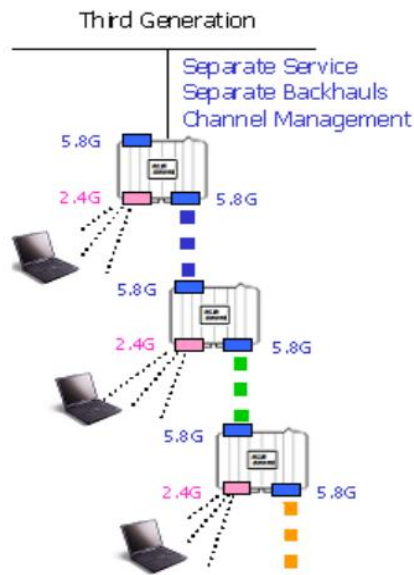
TERCERA GENERACIÓN

Los canales disponibles se pueden reutilizar, haciendo que el espectro disponible sea más amplio y que el funcionamiento de la red aumente 50 o más veces.

Los equipos de esta generación se basan en productos multi-radios que soportan múltiples configuraciones de red.

Un radio de los equipos de tercera generación se usa para crear un enlace hacia su nodo upstream (nodo más cerca al gateway) y otro radio se utiliza para un enlace downstream al nodo vecino siguiente.

Figura 7: Esquema de la tercera generación



Fuen-

te: http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo323/2s12/project/reports/Araya_Lopez/generacion.es.html

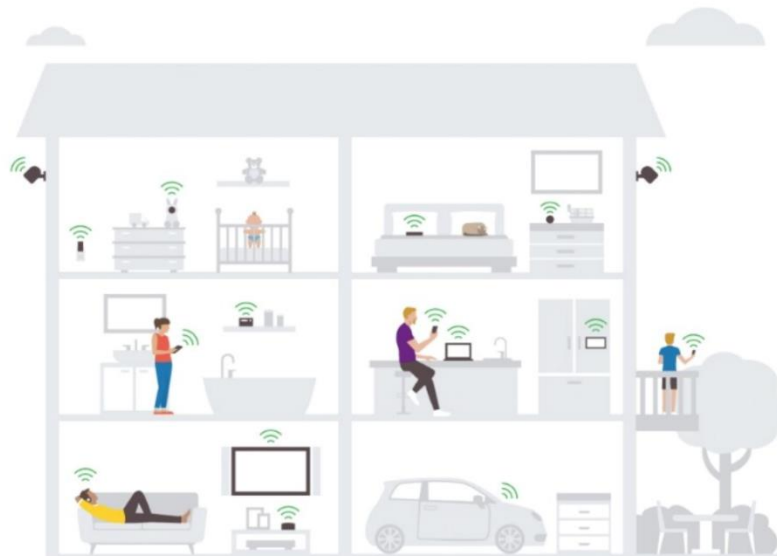
2.6 REDES MESH

Las redes inalámbricas Mesh (WMNs) es un tipo de red radical que marca la diferencia en relación con las tradicionales y centralizadas sistemas inalámbricos, tales como redes celulares y las redes de área local (LAN); Unas de las características de las redes Mesh es su inherente tolerancia a fallos cuando existe algún problema en la red, incluso cuando varios nodos fallan, la facilidad de implementación de este tipo de red, y una gran capacidad de ancho de banda. Aunque las redes inalámbricas Ad Hoc son similares a WMNs, los protocolos y arquitecturas desafiados para las redes inalámbricas Ad Hoc funcionan mal cuando se aplican en redes WMNs. Además los criterios de desafío son diferentes para ambas redes. Estas diferencias de desafío se originan principalmente debido a los tipos de aplicación para cada red. Por ejemplo, una red Ad Hoc es generalmente desafiada para ambientes de alta movilidad, por otro lado una red WMNs está desafiada para ambientes baja movilidad.

(Rodríguez, 2021) menciona que “Los sistemas de redes en malla o Mesh se están convirtiendo en una estupenda alternativa a los clásicos extensores inalámbricos gracias a su mayor versatilidad y prestaciones con los que cubrir toda la vivienda bajo una misma red”.

Esta tecnología permite aumentar la señal de tu wifi. Como lo describe (Fernández, 2020) “Las redes Mesh, también denominadas WiFi Mesh o simplemente "Red de malla" o "mallada" en castellano, son uno de los mejores métodos para poder mejorar la cobertura de tu casa y llegar a más rincones”

Figura 8: Red Mesh



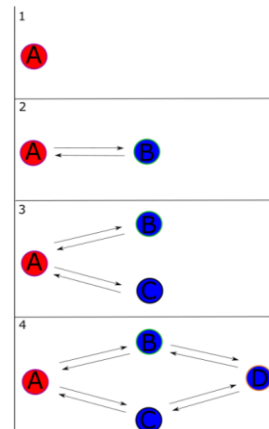
Fuente: (Fernández, 2020)

2.6.1 Funcionamiento

La topología de red se va conformando con la interconexión de nodos con sus vecinos alcanzables, de modo que, al agregar un nodo solitario, este genera una celda (1). Luego al agregar otro nodo que se encuentre en su rango de alcance, este lo reconoce y genera un enlace similar a una conexión punto a punto (2). Al agregar un nuevo nodo cercano al primero y a la vez al segundo se generan 2 nuevos enlaces entre estos (3). Si se agrega un

cuarto nodo lejano al primero, pero en el rango del segundo y tercer nodo se generan 2 enlaces, pero el primer nodo siempre es capaz de comunicarse con el cuarto porque puede llegar a este a través del segundo o desde el tercer nodo (4). Incluso si se pierde comunicación con el segundo o el tercer nodo, la comunicación seguiría existiendo ya que siempre habría una ruta disponible para llevar a cabo la comunicación.

Figura 9: Topología Mesh



Fuente: (Agurto, 2016)

Esta es la razón por la cual las redes Mesh se convierten en una red escalable y a la vez altamente confiable, mientras más nodos se agregan esta red va ganando robustez por poseer más redundancia. El hecho que haya más redundancia no significa que un paquete dará muchos más saltos antes de llegar a su destino, para ello el protocolo de enrutamiento ejecuta algoritmos para determinar la mejor ruta entre 2 nodos que requieran comunicarse. (Butler, 2013)

2.6.2 Capas del Modelo OSI

El estándar 802.11 para redes LAN inalámbricas incluye una serie de enmiendas. Las enmiendas contemplan principalmente las técnicas de modulación, gama de frecuencia y la calidad del servicio (QoS). Como todos los estándares 802 del IEEE, el IEEE 802.11 cubre las primeras dos capas del modelo de OSI (Open Systems Interconnection), es decir la capa física y la capa de enlace. La sección siguiente describirá lo que implica cada una de esas capas en términos de estándares inalámbricos.

2.6.2.1 Capa física

La capa física tiene como finalidad transportar correctamente la señal que corresponde a 0 y 1 de los datos que el transmisor desea enviar al receptor. Esta capa se encarga principalmente de la modulación y codificación de los datos.

Técnicas de modulación

Un aspecto importante que influye en la transferencia de datos es la técnica de modulación elegida. A medida que los datos se codifican más eficientemente, se logran tasas o flujos de bits mayores dentro del mismo ancho de banda, pero se requiere hardware más sofisticado para manejar la modulación y la demodulación de los datos.

2.6.2.2 Capa de enlace de datos

La capa de transmisión de datos de 802.11, se compone de dos partes:

1. Control de acceso al medio (MAC)
2. Control lógico del enlace (LLC)

La subcapa LLC de 802.11 es idéntica a la de 802.2 permitiendo una compatibilidad con cualquier otra red 802, mientras que la subcapa MAC presenta cambios sustanciales para adecuarla al medio inalámbrico. La subcapa MAC (L2) es común para varios de los estándares 802.11, y sustituye al estándar 802.3 (CSMA/CD Ethernet) utilizado en redes cableadas, con funcionalidades específicas para radio (los errores de transmisión son más frecuentes que en los medios de cobre), como fragmentación, control de error (CRC- Cyclic Redundancy Check), las retransmisiones de tramas y acuse de recibo, que en las redes cableadas son responsabilidad de las capas superiores.

2.6.3 Arquitectura de red

Mobility in TCP/IP Networks menciona que la arquitectura de las redes Mesh se puede clasificar en tres tipos:

Infraestructura

La infraestructura está formada por los routers Mesh y es el esqueleto de la red. Dichos routers realizarán las funciones de Gateway, hosting, etc., y permitirán la conexión a Internet. Del mismo modo interconectan todo tipo de redes inalámbricas existentes, como puede ser Wifi, WiMax, telefonía móvil. Aquellos dispositivos que tengan tecnología Ethernet se conectarán a los routers mediante la misma. Para aquellos dispositivos que utilicen la misma tecnología radio que dispongan los routers, se conectarán directamente a ellos, y si es distinta podrán hacerlo mediante sus estaciones base que a su vez utilizarán Ethernet.

Clientes Mesh

Los clientes Mesh proporcionan una conexión punto a punto entre los dispositivos además de realizar funciones básicas de red, como encaminamiento o configuración. De este modo no es necesario un router Mesh. Estos clientes forman una red y sería similar a la conocida ad-hoc. Sin embargo, los clientes mesh disponen de una tecnología superior a los clientes habituales puesto que su software y hardware han de ser capaces de soportar las funciones necesarias para la conexión.

Mesh híbrido

Esta arquitectura combina la infraestructura con los clientes Mesh. Los clientes Mesh podrían acceder a la red a través de la red de routers o a través de otros clientes Mesh aumentando así la cobertura. Además de ello, se interconectan los otros tipos de redes ya existentes como puede ser Wifi, WiMax, redes móviles, radio. Los routers Mesh tienen una movilidad reducida y están concentrados en realizar todas las tareas de encaminamiento y configuración facilitando la tarea de los clientes y otros nodos y reduciendo su trabajo. Se mantiene la tecnología multi-hop gracias a la red de routers desde la que no es necesario que todos los nodos tengan

completa visión de todos los nodos existentes, sino que tan sólo es necesario visualizar los nodos cercanos.

2.6.4 Protocolos de Enrutamiento Mesh

Dado que se trata de una red de topología dinámica y auto configurable, las rutas que se establecen entre dispositivos cambian dinámicamente, con lo cual son necesarios una serie de protocolos para transmitir los datos con un bajo coste de transmisión, como por ejemplo, encontrar la ruta con menos saltos. Con el fin de establecer las rutas más adecuadas, se presentan diversos elementos de enrutamiento que describimos a continuación (**Gutiérrez, O. E., 2020**).

Descubrimiento de nodos: cada dispositivo debe encontrar los distintos nodos que se encuentran a su alcance. La topología puede variar con frecuencia, por lo que es necesaria una comprobación constante.

Descubrimiento de la frontera: encontrar los límites de una red, la frontera de la malla, que generalmente es donde se conecta a Internet.

Calidad de enlace: medir la calidad de los enlaces, como, por ejemplo, calculando el número de paquetes perdidos. • Cálculo de rutas: calcular la ruta óptima que se debe establecer en una comunicación basándose en algún criterio escogido.

Manejo de direcciones IP: asignar y controlar direcciones IP, lo cual en redes Mesh es bastante delicado cuando se tratan de IPs privadas.

Manejo de la red troncal: manejo de conexiones a redes externas.

2.6.4.1 Protocolos de Enrutamiento más comunes

a. B.A.T.M.A.N. (Better Approach To Mobile Ad-hoc Networking):

Es un protocolo de ruteo proactivo para Redes Mesh Ad-hoc Inalámbricas, incluyendo las redes ad-hoc móviles. El protocolo mantiene proactivamente información sobre la existencia de todos los nodos en la malla, que son accesibles a través de enlaces de comunicación de uno o múltiples saltos. La estrategia de B.A.T.M.A.N. es determinar para cada destino en la malla un vecino de un salto, el cual puede ser utilizado como mejor Gateway para comunicarse con el nodo de destino. Para poder realizar un ruteo de múltiple salto basado en IP, la tabla de ruteo de

un nodo debe contener un Gateway para cada host o ruta de red. El aprender sobre el mejor próximo salto para cada destino es todo lo que al algoritmo B.A.T.M.A.N. le importa. No hay necesidad de encontrar o calcular la ruta completa, lo que hace posible una implementación muy rápida y eficiente.

B.A.T.M.A.N. toma en consideración los desafíos comunes, en redes inalámbricas y en las del tipo Mesh en particular, realizando un análisis estadístico de la pérdida de paquetes del protocolo y velocidad de propagación, y no depende del estado o información topológica de otros nodos. En vez de confiar en metadatos contenidos en el tráfico recibido del protocolo, el cual podría estar retrasado, desactualizado o perdido, las decisiones de ruteo están basadas en el conocimiento sobre la existencia o falta de información. Los paquetes del protocolo B.A.T.M.A.N. contienen sólo una limitada cantidad de información y por lo tanto son muy pequeños. La pérdida de paquetes del protocolo a causa de enlaces no confiables no son contados con redundancia, pero son detectados y utilizados para mejores decisiones de ruteo. B.A.T.M.A.N. elige la ruta más confiable hacia el próximo salto en la decisión de ruteo de nodos individuales. Este acercamiento ha mostrado en práctica que es confiable y libre de loops (búcles).

El enfoque del algoritmo B.A.T.M.A.N. es dividir el conocimiento sobre el mejor camino, entre nodos en la malla, a todos los nodos participantes. Cada nodo percibe y mantiene sólo la información sobre el próximo mejor salto hacia todos los otros nodos. De ahí que la necesidad de un conocimiento global acerca de los cambios en la topología local se convierte innecesaria. Adicionalmente, un mecanismo de inundación basado en eventos pero interminable (en el sentido de que B.A.T.M.A.N. nunca agenda ni saca de tiempo información de topología para optimizar sus decisiones de ruteo) previene la creación de información topológica contradictoria (la causa usual de los loops de ruteo) y limita la cantidad de mensajes de topología inundando la malla (y así evita la sobrecarga de control de tráfico). El algoritmo está diseñado para tratar con redes que están basadas en enlaces no confiables.

b. RO.B.IN. (ROuting Batman INside)

Robin es un proyecto Open Source de Red MESH. La idea detrás de este proyecto es el poder conectar equipo inalámbrico (routers) de bajo costo (generalmente basado en un chip Atheros), corriendo software libre. Todo lo que se necesita es conectar un dispositivo a la toma de energía eléctrica y a un acceso a Internet (generalmente a través de un acceso xDSL), el mismo que hará las veces de Gateway.

Al ser el proyecto Robin basado y concebido como software libre, puede redistribuirlo y / o modificar lo en los términos de la licencia GNU Version 2.

Existen dos tipos de nodos en esta Red: El nodo que ofrece conexión a Internet es llamado NODO GATEWAY. Y un nodo sin ningún tipo de conexión a internet es un NODO REPETIDOR, este se conecta a través del protocolo MESH al GATEWAY.

Cada nodo recibe paquetes de información (dependiendo del protocolo de ruteo) de los otros nodos activos de la red y se entera de la topología de red y el algoritmo de enrutamiento elegido (OLSR o Batman) se encargará de descubrir el mejor camino hacia un Gateway, para acceder al Internet.

2.6.5 Beneficios redes Mesh

Una de las principales ventajas de este tipo es la optimización de recursos, y te permiten tener una mejor cobertura en las zonas más distanciadas de la casa. (*WiFi Mesh*, s. f.) Complementa mencionando “estés donde estés, encontrarás una señal que sea buena ya que siempre te ofrecerán la ruta más corta posible o la que menos saturada esté en ese momento”. Otra de las ventajas es que la facilidad de instalación en cuanto a sistemas de satélites.

(Ayón, 2020) menciona a (López 2007) en el cual de menciona que tiene una configuración intuitiva, “lo cual implica que el sistema se encargue de buscar por nosotros la mejor forma de tener la señal más óptima en todo momento, y esto realmente es una de las

grandes ventajas que ofrece las redes Wi-fi Mesh o malladas ya que el usuario no tiene que preocuparse de conectarse a otras redes Wi-Fi”.

2.6.6 Diferencias entre las redes Ad Hoc y las redes malla

(Owen, 2012) Describe las diferencias entre las redes de Ad Hoc y las redes malla de la siguiente manera:

En las redes inalámbricas Ad-Hoc es uno de los modos de operación de una radio 802.11. Sucede en el OSI capa 1, la capa física, y que básicamente significa que todos los dispositivos pueden comunicarse directamente con cualquier otro dispositivo que está dentro de alcance de la radio. Normalmente, en el modo de Infraestructura, los dispositivos inalámbricos sólo pueden comunicarse con un Punto central de Acceso o Router y el dispositivo es responsable de la re-transmisión de los paquetes desde un equipo cliente a otro dispositivo de cliente (incluso si están uno al lado del otro). Redes Ad-Hoc deshacerse de la mitad-hombre que es el AP, sin embargo no tienen ninguna capacidad inherente para multi-hop. Eso significa que, si Un dispositivo puede llegar a dispositivo B, y el dispositivo B puede llegar dispositivo de C, pero no puede llegar a C, entonces a y C no pueden comunicarse porque B no va a volver a transmitir todos los paquetes.

Las Redes en malla, que también se conoce como Enrutamiento Mesh sucede en el OSI capa 3, la capa de red. Malla de Enrutamiento permite que cada dispositivo en una red (también llamados nodos) para actuar como un router y volver a enviar los paquetes en nombre de cualquier otro dispositivo. Malla de Enrutamiento de proporcionar la multi-hop instalaciones en las que el modo Ad-Hoc carece. Combinando el modo Ad-Hoc en la capa 1 y la Malla de Enrutamiento en la capa 3 se puede crear redes en malla inalámbrica únicamente entre los dispositivos del cliente, sin necesidad de centralizada de Puntos de Acceso o Routers.

2.6.7 Aplicaciones

(Ayón, 2020) menciona a (Morales, 2006) Básicamente las redes mesh facilitan la comunicación inalámbrica ya que brindan soluciones a todas las necesidades que afrontan

las diferentes comunicaciones. Entregando así una amplia elasticidad en todas las conexiones, especialmente en lugares donde se tenga que abarcar un rango más alto de cobertura, un ejemplo claro en donde se puede implementar una red con tecnología mesh es un campus universitario.

2.6.8 Redes Mesh con WI-FI 6

Las redes mesh wifi 6 viene con una mayor velocidad a comparación de wifi 5, esto gracias al uso de modulación de amplitud, lo que significa que se conseguirá un 40% más de velocidad. También se conseguirá menor consumo energético. Un caso de éxito del uso de esta tecnología es descrita por (Ayón, 2020), donde menciona “se dio en la Universidad de Mondragón Fráncfort, Alemania, en la cual tenemos como actor principal la empresa de telefonía móvil Huawei ya que en octubre de 2019 lanzo un plan piloto para inspirar a todos los estudiantes de dicha Universidad a mejorar sus resultados educativos”.

A continuación, se listará algunos casos de éxito de esta tecnología según Ayón, 2020).

- Alemania: Freifunk OLSR Mesh, Universidad central de Berlín, Alemania
- Red inalámbrica comunitaria urbana con tecnología Wi-fi 6. Estados Unidos
- Red comunitaria de Mesh inalámbrica en India
- Red Mesh en Ciudad del cabo – Sudáfrica.

El uso de esta tecnología desde el 2019 se ha establecido ampliamente en los hogares. Varias compañías lanzaron tecnología de WI FI 5, pero en el 2020 se lanzó WI FI 6.

2.6.8.1 Ventajas

El uso de WI FI 6, trae más beneficios que se conocerá a continuación. Según (De Luz, s. f.) Se incorpora mejoras muy importantes:

- Más velocidad.- el nuevo Wi-Fi 6 hace uso de una modulación de amplitud en cuadratura de 1024QAM, esto significa que conseguiremos una velocidad en torno a un 25% más.
- Más cobertura.- introduce la tecnología BSS Coloring que nos permitirá mitigar las interferencias con otras redes WiFi.

-
MU-MIMO en todas las bandas.- Próximamente se tendrá MU-MIMO bidireccional, donde la velocidad global sea mayor.

OFDMA.- Permite que la red inalámbrica será mucho más eficiente, es decir se podrá conectar múltiples dispositivos y no habrá gran bajada de velocidad.

Menor consumo energético. Si al conectar múltiples dispositivos como: Smartphones, tablets, o computadoras portátiles, se notará un incremento de la autonomía de la batería a su antecesor. Wi-Fi 6 incorpora la tecnología TWT (Target Wake Time) que permite ahorrar batería y usar el espectro Wi-Fi de un modo más eficiente.

2.7 ESTÁNDARES

Así como el estándar 802.3 define Ethernet para un entorno cableado, el IEEE (Instituto of Eléctrica and Electrónicos Engineers) ha definido un conjunto de estándares para el entorno de las redes inalámbricas bajo la denominación 802.11 (Gutiérrez, O. E, 2020).

El auge que está experimentando la utilización de tecnología inalámbrica Mesh en la actualidad está provocando el aumento de productos para el desarrollo de redes WMN. Por esto, los principales grupos de estandarización están trabajando en desarrollar estándares que mejoren la interoperabilidad entre las redes existentes y las ahora emergentes.

2.7.1 IEEE 802.11

IEEE corresponde a las siglas de (Institute of Electrical and Electronics Engineers) en español Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, una asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización, entre otras cosas. Es la

mayor asociación internacional sin ánimo de lucro formada por profesionales de las nuevas tecnologías y su trabajo se centra en promover la creatividad, el desarrollo y la integración, compartir y aplicar los avances en las tecnologías de la información, electrónica y ciencias en general para beneficio de la humanidad y de los mismos profesionales.

CAPITULO III

3 MARCO APLICATIVO

3.1 DESARROLLO DEL PROYECTO

En este capítulo se puntualiza los aspectos del análisis de factibilidad tanto en lo operacional, técnica, como económica de la Red WLAN actual presentando una comparación con la Red MESH propuesta, se utiliza las etapas de metodología, el criterio de validación con sus procedimientos, cumpliendo con el propósito de obtener seguridad necesaria en el diseño final.

3.2 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El presente proyecto tiene como objetivo principal realizar el diseño final de la Red Mesh para el Campus Universitario de la UAP, mismo que se fundamenta en problemas existentes actualmente en la institución.

A continuación, se hace una exposición y un análisis de factibilidad para comprender en que se sustenta a ser concebido.

3.2.1 Factibilidad Operacional

En visitas y conversaciones con el encargado de redes del Campus Universitario de la UAP, se logró tener la aprobación y acceso a las instalaciones para realizar las inspecciones técnicas y ejecutar los respectivos análisis de la situación actual de la red WLAN del Campus Universitario.

Se pudo conocer que actualmente existen problemas con la falta de cobertura WIFI, para el acceso al servicio de internet para realizar las actividades académicas, por parte de los docentes y estudiantes dentro del Campus Universitario.

Se considera factible desde el punto de vista operacional, el diseño de la red Mesh utilizando principios de la arquitectura SAFE de Cisco y aplicando procedimientos DRP a la infraestructura tecnológica.

3.2.2 Factibilidad Técnica

En el presente proyecto se tiene en cuenta utilizar nuevos equipos para futura implementaciones del diseño propuesto.

Dado que se supo, en conversación con el encargado de la red de datos, que el 50% de los equipos actuales de la red Inalámbrica, se encuentran sin funcionamiento.

Figura 10: Repetidor Inalámbrico



Fuente: Elaboración Propia

Como se pudo comprobar en visitas de la inspección de equipos existentes no son reutilizables para el diseño y los expuestos anteriormente existen en el mercado, la propuesta es factible desde el punto de vista técnico.

3.2.3 Factibilidad Económica

En conversaciones con el encargado de la red de datos del Campus Universitario de la UAP, se pudo conocer que el proyecto que se desee implementar debe tener las autorizaciones necesarias, las cuales determinan si es viable y aplicable. En consecuencia, el actual plan luego de ser presentado pasará por el proceso de validaciones correspondientes donde se determinará su complementación o no.

3.2.4 Presupuesto de los equipos y materiales para el proyecto propuesto

Esta Factibilidad permitirá determinar la viabilidad económica del equipo. Se utilizará en el desarrollo del diseño de redes inalámbricas, por lo que se manipulara una tabla comparativa de los precios de los equipos descritos en la viabilidad técnica, y Analizar su propósito de costo-beneficio y verificar si el proyecto es rentable.

A continuación, se detallan los costos de los Access Point, Switch y herramientas adicionales:

Tabla 1: Costo de materiales

Materiales	Cantidad	Pre/Unitario	Total
Cable UTP	1	969	969
Conectores RJ45	50	1.5	35
Precintos color negro	50	18	18
Ramplús	50	50 cts	25
Pernos Auto roscante	60	0.4	24
Total Bs			1.071

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2: Costo de equipos

EQUIPOS DE RED			
Descripción	Cant.	Pre/Uni.	Total
Cloud Key Gen2	1	1603	1603
UniFi AC Mesh APs	3	1150	3450
Switch US-8-60W	1	1250	1250
UAP AC Mesh Pro	10	2000	20.000
UB-USG-EU	1	1300	1300
Total Bs			27.603

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3: Costo Total del proyecto

COSTO TOTAL HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	
Descripcion	Total
Herramientas	1.071
Equipos	27.603
Total	28.674

Fuente: Elaboración Propia

3.3 ETAPAS DE LA METODOLOGÍA DEL PROYECTO

En este proyecto se optó por utilizar la metodología PPDIOO, que describe el ciclo de vida de una red de datos que será utilizado para la creación o diseño de etapas.

La metodología PPDIOO consiste en seis fases que definen la realización de una red de datos. Estas son preparar, planificar, diseñar, implementar, operar y optimizar.

En el actual proyecto se utiliza, la metodología PPDIOO, el objetivo principal de este trabajo es el alcance utilizando desde la fase preparar, pasando por la fase planificar, hasta la fase diseñar, el diseño final será la propuesta que se presente a la Universidad Amazónica de Pando, la que se pondrá en consideración a la espera de una aprobación.

3.4 FASE I DE PREPARACIÓN

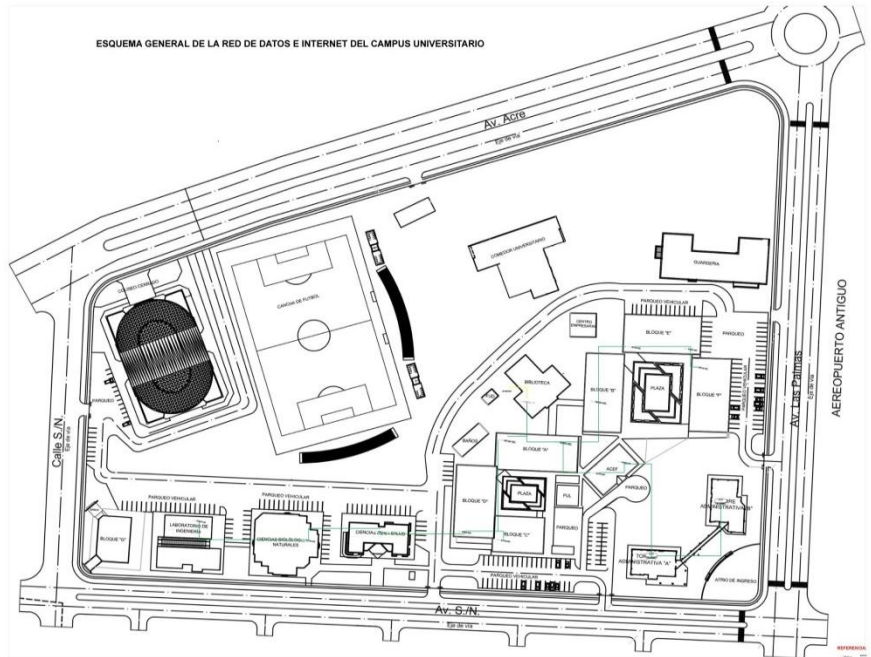
En esta fase preparar de este proyecto, se realizó un reconocimiento del Campus Universitario, su infraestructura, su red de datos y otra características de esta.

La Universidad Amazónica de Pando, se encuentra Ubicado en el Norte de Bolivia en Departamento de Pando, dentro de la Ciudad de Cobija, es una Institución Pública y Autónoma de Educación Superior, trabaja en jornadas matutinas, vespertinas y nocturnas.

Posee una infraestructura, y la red de datos abarca en todo los bloques del Campus Universitario, pero se evidencia problemas con referente a las redes Inalámbricas. Luego de las visitas y análisis de la situación actual de la red Inalámbrica, se concluye que la infraestructura existente actualmente en Campus Universitario.

Plano Del Campus Universitario

Figura 11: Plano del de la UAP



Fuente: Facilitado por el encargado de red de datos UAP

Figura 12: Vista panorámica de la UAP



Fuente:(<https://www.google.com.bo/maps>)

3.4.1 Auditoria a la red WIFI

A continuación, se presentan imágenes de la auditoría realizada a la red del Campus Universitario, se utilizó el programa Net Spot para conocer más acerca de la red WIFI que existe en el Campus Universitario.

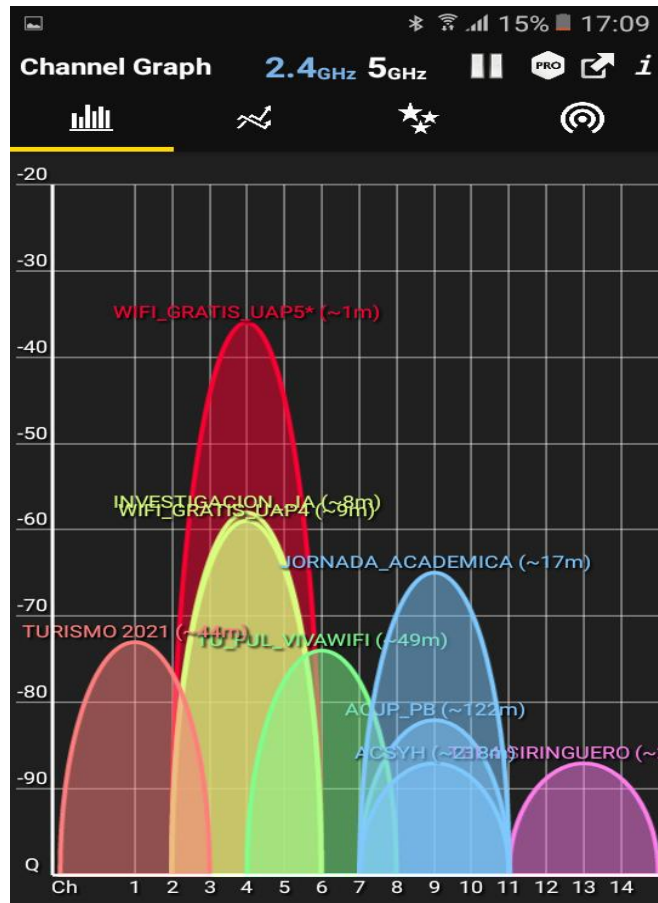
Figura 13: Captura de pantalla auditoria de wifi net Spot

SSID	BSSID	Alias	Gráfico	Señal	%	Min.	Máx.	Prome...	Nivel	Ba...	Canal	Ancho	Vendedor	Seguridad	Modo	Último vi...
ZTE-eb570e	78:31:2B:EB:57:0A			-	-	-96	-77	-84		2,4	1	20	zte	WPA2 Personal	n	14 s hace
WIFI_GRATIS_UAP3	40:3F:8C:88:EB:A7			-81	17	-96	-77	-82		2,4	4	20	TP-LINK	Open	n	ahora
WIFI_GRATIS_UAP2	40:3F:8C:88:E5:BC			-71	29	-85	-71	-74		2,4	4	20	TP-LINK	Open	n	ahora
WIFI_GRATIS_UAP1	40:3F:8C:88:EC:A6			-83	15	-96	-71	-81		2,4	4	20	TP-LINK	Open	n	ahora
WIFI_GRATIS_UAP	EC:8A:4C:BD:76:FD			-83	15	-96	-69	-82		2,4	4	20	zte	Open	n	ahora
linksys	00:25:9C:3F:84:6C			-87	10	-96	-77	-84		2,4	6	20	Cisco-Linksys	Open	b	ahora
JORNADA_ACADEMICA	90:9A:4A:54:3E:88			-	-	-96	-67	-75		2,4	9	20	TP-LINK	WPA2 Personal	n	9 s hace
HP4484CS	02:22:C2:1B:02:17			-	-	-96	-79	-84		2,4	10	20	-	Open	b	5 m 25 s h...
ELECCIONES_CONGRE...	48:F8:B3:34:49:CC			-	-	-96	-74	-84		2,4	11	20	Cisco-Linksys	Open	n	3 m 6 s ha...
ACSYH	80:BE:76:EE:69:3F			-81	17	-96	-63	-75		2,4	9	20	TP-LINK	WPA2 Personal	n	ahora

Fuente: Elaboración Propia

En el grafico anterior se pueden apreciar las redes WIFI que existen en el Campus Universitario, también se ve la intensidad de señal que poseen, el tipo de seguridad.

Figura 14: Captura de pantalla wifi analyzer



Fuente: Elaboración propia

El grafico anterior muestra una captura de pantalla donde se observa el tráfico de canal.

Cabe recalcar que el encargado de la red de datos del campus universitario supo manifestar que las redes Wireless habilitado, que es la que lleva por nombre “WIFI_GRATIS UAP” las otras son independientes por diferentes áreas administrativas.

3.4.2 Encuestas

El presente encuesta tiene la finalidad de recabar información, acerca del servicio de internet wifi de la Universidad Amazónica de Pando. En ese sentido solicitamos a los estudiantes y administrativos, puedan brindarnos su opinión descriptiva y cualitativa, con el propósito de proyectar posibles acciones que vayan en beneficio del Campus Universitario.

Una vez completados los cuestionarios, se procedió a la organización y sistematización de los datos de modo que puedan ser interpretados apropiadamente según los fines que se tiene previsto. En ese sentido se presenta a continuación los siguientes resúmenes de datos:

Se muestra un resumen de los cuestionarios realizados a los estudiantes y administrativos, manteniendo el anonimato de sus nombres, con un número de once preguntas por cada encuestado. Una vez recopilada toda la información, se valoriza las preguntas, luego se prosigue con la gráfica estadística mostrando el nivel más frecuente como mayor ponderación, como se aprecia en las siguientes gráficas.

Pregunta 1

¿Conoce usted sobre la existencia de redes inalámbricas (WIFI) en el Campus Universitario de la UAP?

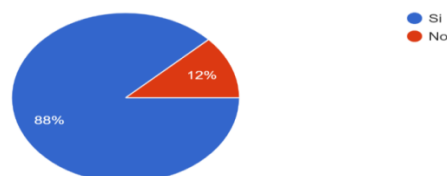
Tabla 4: Resultado de encuesta: pregunta 1

Opciones	Cantidad	Porcentaje
SI	22	88%
NO	3	12%
TOTAL	25	100%

Fuente: elaboración propia

Figura 15 Gráfico Estadístico: Pregunta 1

1. ¿Conoce usted sobre la existencia de redes inalámbricas (WIFI) en el Campus Universitario de la UAP?
25 responses



Fuente: Elaboración pro

Análisis e Interpretación: cómo podemos observar en la pregunta 1 con una población de 25 personas, realizada en el Campus Universitario, el 88% del personal administrativo y estudiantes conoce la existencia de las redes inalámbricas (WIFI) del Campus Universitario de la UAP y otro 12% de ellos dicen que no conocen las existencias de las redes inalámbricas.

Pregunta 2

¿Las redes inalámbricas (WIFI) son administradas por la USIC o es independiente al área que pertenece?

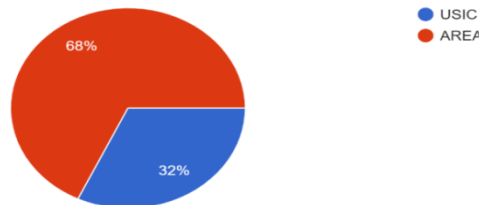
Tabla 5 Resultado de encuesta: Pregunta 2

Opciones	Cantidad	Porcentaje
USIC	17	68%
ARREA	8	32%
TOTAL	25	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 16: Grafico Estadístico: Pregunta 2

2. ¿Las redes inalámbricas (WIFI) son administradas por la USIC o es independiente al área que pertenece?
25 respuestas



Fuente: Elaboración Propia

Análisis e Interpretación: cómo podemos observar en la pregunta 2 con una población de 25 personas, realizada con cada directorio de área del Campus Universitario, el 68% del personal administrativo tanto estudiantes afirman que la red inalámbrica es administrada por cada área de forma independiente, dato que refuerza la idea de realizar una mejora significativa en la red inalámbrica, para reducir el porcentaje se debe llevar a cabo la unifica-

ción de la red inalámbrica y administrado por la USIC, el 32% indica que es administrado por la USIC.

Pregunta 3

¿Qué opinión le merece la calidad del servicio de internet para la búsqueda de información académica?

Tabla 6: Resultado de la encuesta: pregunta 3

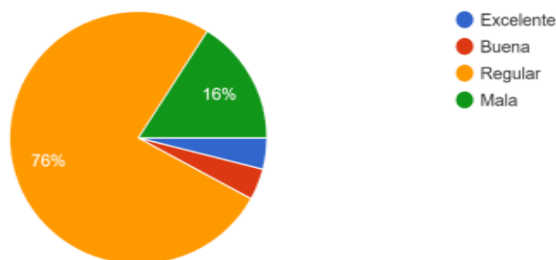
Opciones	Cantidad	Porcentaje
EXCELENTE	1	4%
BUENA	1	4%
REGULAR	19	76%
MALA	4	16%
TOTAL	25	100%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 17: Grafico Estadístico: Pregunta 3

3. ¿Qué opinión le merece la calidad del servicio de internet para la búsqueda de información académica?

25 responses



Fuente: Elaboración propia.

Análisis e Interpretación: Como podemos observar en la pregunta 3 con una población de 25 personas, el 76% de los encuestados afirman que la calidad del servicio de internet para

la búsqueda de información no es eficiente dentro del Campus Universitario, y el 16% da la opinión que la búsqueda de información académica es mala, por falta de acceso al servicio internet, el 4% considera que es excelente la calidad del servicio de internet, el otro 4% hace notar que la busque de información académica es regular.

Pregunta 4

¿Cuál es su percepción con respecto a las facilidades para conectarse a las redes inalámbricas?

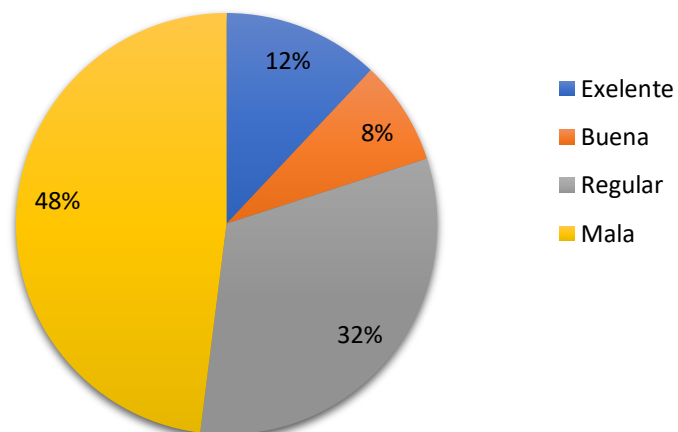
Tabla 7: Resultado de la encuesta: Pregunta 4

Opciones	Cantidad	Porcentaje
EXCELENTE	4	16%
BUENA	2	8%
REGULAR	8	32%
MALA	12	48%
TOTAL	25	100%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 18: Grafico Estadístico: Pregunta 4

4 ¿Cuál es su percepción con respecto a las facilidades para conectarse a las redes inalámbricas?



Fuente: Elaboración Propia

Análisis e Interpretación: Cómo podemos observar en la pregunta 4 con una población de 25 personas, el 48% de los encuestados afirman que la factibilidad al acceso a la red inalámbrica es mala, otro 32% accede de forma regular y el 16% tiene excelente conectividad a la red inalámbrica, el resto del 8% confirman que el acceso a la red inalámbrica es bueno.

Pregunta 5

¿Para qué fines usted utiliza el servicio de internet dentro del Campus Universitario

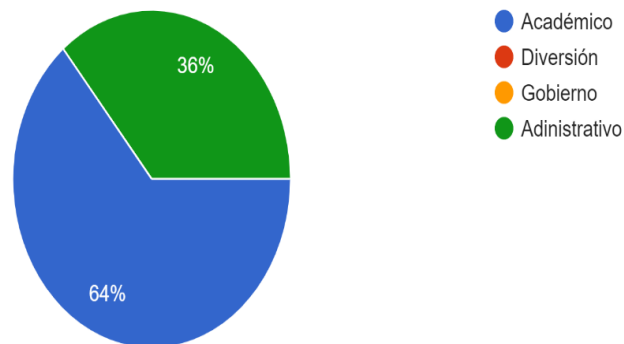
Tabla 8: Resultado de la encuesta: Pregunta 5

Opciones	Cantidad	Porcentaje
ACADÉMICO	16	64%
DIVERSIÓN	0	0%
GOBIERNO	0	0%
ADMINIS- TRATIVO	9	36%
TOTAL	25	100%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 19: Grafico Estadístico: Pregunta 5

5. ¿Para qué fines usted utiliza el servicio de internet dentro del Campus Universitario
25 responses



Fuente: Elaboración Propia

Análisis e Interpretación: Cómo podemos observar en la pregunta 5 con una población de 25 personas, el 64% utilizan el servicio de internet para las actividades académicas, y el 36% utilizan para sus labores administrativas.

Pregunta 6

¿Ha experimentado usted que el internet se vuelve lento o desaparece la conexión de su dispositivo si es que se aleja de algún área específica?

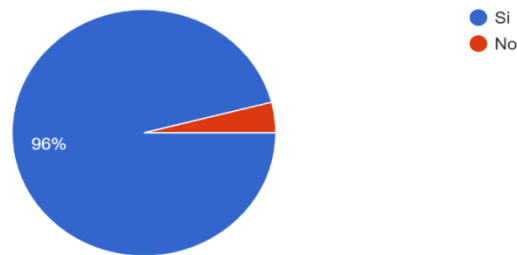
Tabla 9: Respuesta de la encuesta: Pregunta 6

Opciones	Cantidad	Porcentaje
SI	24	96%
NO	1	4%
TOTAL	25	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 20: Grafico Estadístico: Pregunta 6

6. ¿Ha experimentado usted que el internet se vuelve lento o desaparece la conexión de su dispositivo si es que se aleja de algún área específica
25 responses



Fuente: Elaboración propia.

Análisis e Interpretación: Cómo podemos observar en la pregunta 6 con una población de 25 personas, el 96% de los encuestados afirman que al alejarse de un punto de acceso (WIFI) van perdiendo la conexión y velocidad de navegación, otros 4% no han experimentado la disminución de intensidad de señal.

Pregunta 7

¿Cuál es su valoración general del servicio de internet inalámbrico (WIFI) en el Campus Universitario? Valore de 0 a 5, teniendo en cuenta que 0 es “muy insatisfecho” y 5 “muy satisfecho”

Tabla 10: Respuesta de la encuesta: Pregunta 7

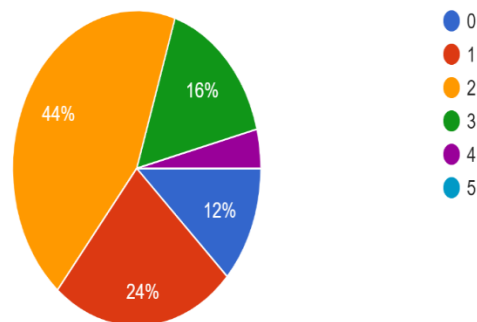
Opciones	Cantidad	Porcentaje
0	3	12%
1	6	24%
2	11	44%
3	4	16%
4	1	4%
5	0	0%
TOTAL	25	100%

Elaboración: Propia

Figura 21: Grafico Estadístico: Pregunta 7

7. ¿Cuál es su valoración general del servicio de internet inalámbrico (WIFI) en el Campus Universitario? Valore de 0 a 5, teniendo en cuenta que 0 es “muy insatisfecho” y 5 “muy satisfecho”.

25 responses



Fuente: Elaboración propia.

Análisis e Interpretación: Como podemos observar en la pregunta 7 con una población de 25 personas, el 44% da la valoración del servicio de internet a través de la red WIFI que son Insatisfecho, el 24% de los encuestados al acceso de la red WIFI es muy mala, el 12% hace conocer que el acceso a la red WIFI es muy buena, el 4% realiza la valoración al acceso WIFI de forma regular.

Pregunta 8

Por favor, en pocas palabras, díganos el motivo o motivos de su valoración anterior.

Tabla 11: Respuesta de la encuesta: Pregunta 8

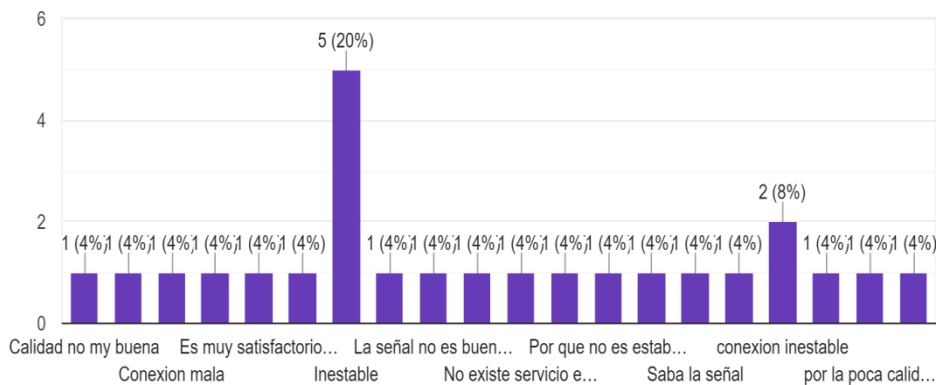
Opciones	Cantidad	Porcentaje
Calidad no muy buena	2	8%
Conexión inestable	3	12%
no es buena	11	44%
No existe el servicio	5	20%
Baja señal	3	12%
Por la poca calidad	1	4%
TOTAL	25	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Grafico Estadístico: Pregunta 8

8. Por favor, en pocas palabras, díganos el motivo o motivos de su valoración anteriorR.

25 responses



Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 9

¿Cuáles son sus principales necesidades de su área con respecto al internet a través de las redes inalámbricas (WIFI)?

Tabla 12: Respuesta de encuesta: Pregunta 9

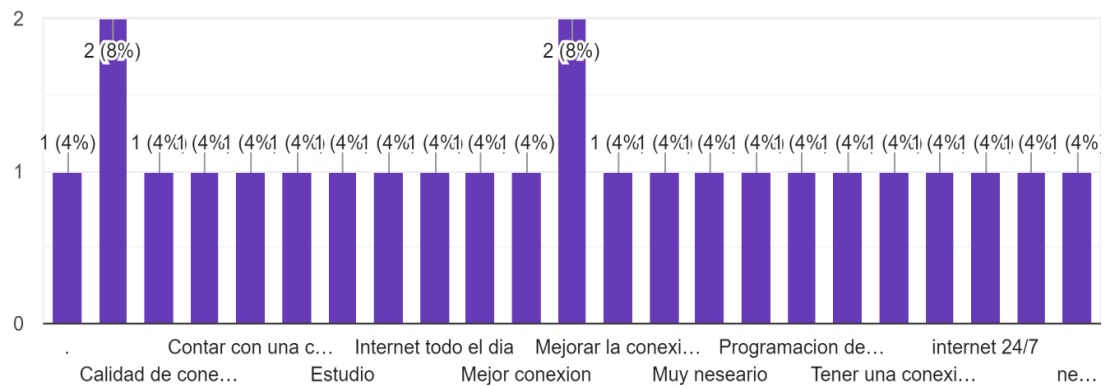
Opciones	Cantidad	Porcentaje
Calidad de conexión	2	8%
Internet todo el día	3	12%
Mejorar la conexión	11	44%
Muy necesario	5	20%
Programación de Materias	3	12%
Tener una conexión estable	1	4%
TOTAL	25	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 23: Grafico Estadístico: Pregunta 9

9.- Cuales son sus principales necesidades de su área con respecto al internet a través de las redes inalámbricas (WIFI)?R.

25 responses



Fuente: Elaboración propia.

Pregunta 10

¿Qué oficinas o bloques dentro del Campus Universitario debería cubrir las redes inalámbricas (WIFI)

Tabla 13: Respuesta de encuesta: pregunta 10

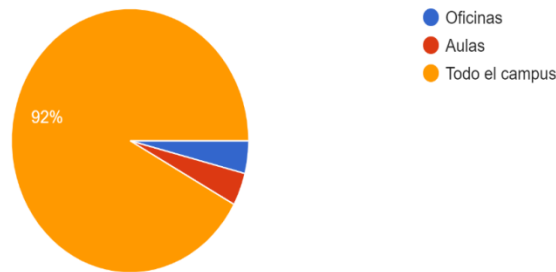
Op- ciones	Cantidad	Porcentaje
Oficina	1	4%
Aula	1	4%
Todo el campus	23	92%
TOTAL	25	100%

Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Grafico Estadístico: Pregunta 10

10. ¿Qué oficinas o bloques dentro del Campus Universitario debería cubrir las redes inalámbricas (WIFI)?

25 responses



Fuente: Elaboración propia

Análisis e interpretación: Cómo podemos observar en la pregunta 10 con una población de 25 personas, el 92% de los encuestados dan sugerencia que las redes inalámbricas deberían ser implementados en todo el Campus Universitario, para tener un mejor rendimiento académico, el resto de 4% dan su opinión para las aulas, otro 4% en oficinas.

Pregunta 11

¿Cree usted que la implementación de una red inalámbrica (WIFI) unificada en todo el Campus Universitario contribuirá a un mejor rendimiento tanto en las actividades administrativas, proceso enseñanza-aprendizaje?

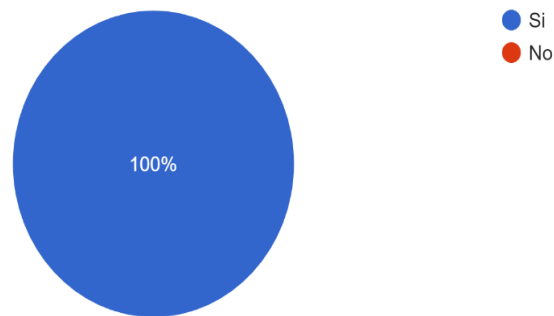
Tabla 14: Respuesta de encuesta: Pregunta 11

Op- ciones	Cantidad	Por centaje
SI	25	100 %
NO	0	0%
TOTAL	25	100 %

Fuente: Elaboración Propia

Figura 25 Grafico Estadístico: Pregunta 11

11. ¿Cree usted que la implementación de una red inalámbrica (WIFI) unificada en todo el Campus Universitario contribuirá a un mejor rendimiento t...s administrativas, proceso enseñanza-aprendizaje?
25 responses



Fuente: Elaboración propia.

Análisis e Interpretación: Cómo podemos observar en la pregunta 11 con una población de 25 personas, el 100% de los encuestados afirman que con la implementación de una red inalámbrica de forma unificada en todo el campus universitaria contribuirá a un mejor rendimiento Académica

En las figuras anteriores se observa el gráfico estadístico de las encuestas realizadas a los estudiantes y administrativos de la Universidad.

3.4.3 Análisis de (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas) FODA

Para un análisis sistemático de la situación actual en la que se encuentra el campus de la UAP, se realiza una descripción de las características tanto favorables como desfavorables que surgen a partir del servicio de internet que ofrece la UAP.

Entre las Debilidades identificadas se encuentran

- Tiene menor velocidad comparada a la conexión de cable, debido a que es propensa a las interferencias o pérdidas de señal.
- La seguridad es la principal desventaja, ya que existen algunos programas capaces de capturar paquetes.
- Nueva conexión con autenticación mientras existe desplazamiento de un dispositivo
- Distancia limitada de señal
- Lentitud en la recepción de paquetes

Se establecen las posibles amenazas

- Robo de datos: unirse a una red inalámbrica expone a los usuarios a la pérdida de documentos privados.
- Uso inapropiado de la red ocasiona lentitud y congestión de datos
- A mayor conectividad de varios dispositivos la señal cae.

Las fortalezas del campus son

- Existe conectividad inalámbrica en varias áreas del campus
- No es necesario un cableado UTP para la conexión
- Gastos mínimos para la conexión a internet

Las oportunidades del campus son

- El WI-FI se ha convertido en una necesidad para el acceso a la información
- Servicio de Internet en la mayor parte del campus.
- Acceso a programas virtuales desde el campus

3.5 FASE II DE PLANIFICAR

En la fase planificar se describirá de manera más técnica la red actual y su diseño, también el esquema de los APs.

Además se profundizará de los equipos y otros elementos que se proponen en este proyecto para una implementación futura del Diseño de una red Mesh Inalámbrica planteado al Campus Universitario de la UAP.

3.5.1 Red Física Actual

Por un corte de cable UTP, gran parte del Campus Universitario no cuenta con conexión a la Red de Datos.

Según lo encontrado en inspecciones al Campus Universitario, la Red de Datos es alimentada en la Biblioteca Central a través la fibra óptica, proveído por la empresa de telecomunicaciones ENTEL S.A., con el plan corporativo de 200MB.





Para las conexiones entre bloques y edificios es a través de cables de red UTP categoría 6ª y la red inalámbrica (WIFI), la misma que se utiliza en los bloques A, B, C, D, E y F, aunque en visitas realizadas se encontraron otras redes en Campus Universitario, pero eran redes Wireless instaladas por cada área administrativa de forma independiente.

3.5.2 Equipos Actuales

En este apartado se muestran los equipos actuales de la Red de Datos.

Tabla 15: Equipos Actuales

Nro	NOMBRE DEL EQUIPO	IMAGEN
1	REUTER ZTE F660	
2	SWITCH TP LINK 24 PUERTOS GIGABIT	




3	TP-LINK REPETIDOR INALAMBRICO	
4	EQUIPO DE COMPUTACIÓN	
5	CONECTOR RJ45	
6	CABLE UTP CAT 6	



Fuente: Elaboración propia

3.5.3 Equipos propuestos para el proyecto

En este apartado se muestran los equipos que serán utilizados para una futura implementación.

Tabla 16: Equipos propuesto

Nro	NOMBRE DEL QUIPO	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
1	<p style="text-align: center;">ROUTER CORPORATIVO GIGABIT LÍNEA UNIFI</p>	<p>(3) puertos RJ45 10/100/1000 *</p> <ul style="list-style-type: none"> • (1) Puerto de consola serie RJ45 • Funcionamiento silencioso sin ventilador • Capacidad de montaje en pared • Rendimiento de reenvío de capa 3 • Tamaño de paquete de 64 bytes: 1,000,000 pps • Tamaño de paquete de 512 bytes o más: 3 Gbps (velocidad de línea) 	
2	<p style="text-align: center;">UAP AC MESH</p>	<p>Access Point UniFi MESH para exterior 802.11ac doble banda 2.4/5 GHz, MIMO 2x2, antenas desmontables, hasta 1167 Mbps.</p> <p>Principales: Resistente a la intemperie. Admite 802.3af y Adaptador PoE Pasivo 24 V</p>	
3	<p style="text-align: center;">Cloud Key Gen 2</p>	<p>Memoria RAM: 2 GB. CPU: 8-Core, 2.0 GHz ARM. Memoria eMMC: 32 GB. Wi-Fi para paso de datos.</p>	

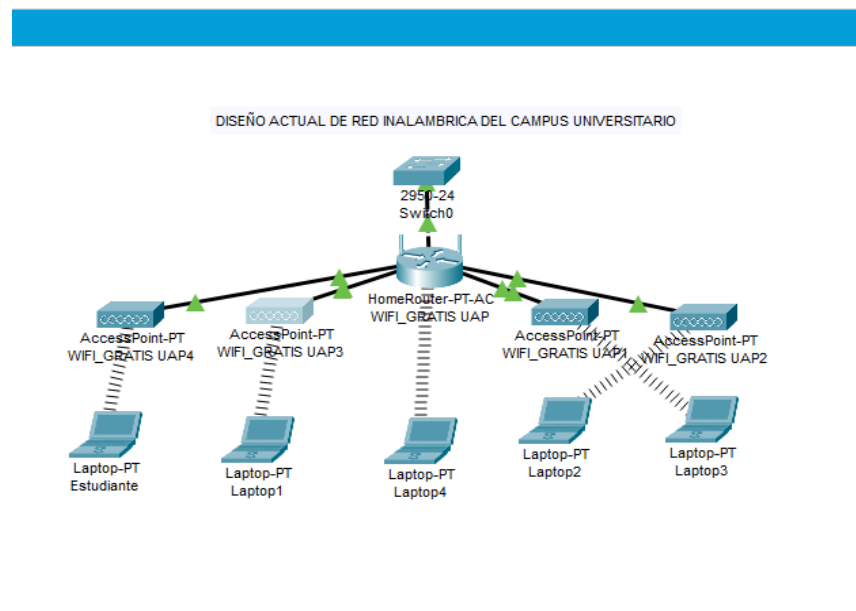
4	SWITCH GIGABIT UBIQUITI 8 PUERTOS	Alimentación: Adaptador 48V 2A (incluido) Cumple con estándar ETSI300-019-1.4 de resistencia a golpes y vibración. Temperatura de operación: -5 a 45° C (23 a 113° F) Dimensiones: 148 x 99.5 x 30.7 mm Peso: 432g Listo para administrar desde UCCK para gestión desde la nube.	
5	AC-MESH PRO	Es un punto de acceso WiFi 802.11ac de banda dual, listo para exteriores, de alto rendimiento que puede alcanzar una tasa de rendimiento agregado de 1,75 Gbps con sus 5 GHz (3x3 MIMO) y 2,4 GHz. Bandas de GHz (802.11n). El UAP AC Mesh Pro	

Fuente: Elaboración Propia

3.6 FASE III: DISEÑAR

El diseño actual, es una red en casca donde un Switch proporciona un puerto para conectar un router, en la figura 26 mostramos como está diseñado la red.

Figura 26: Red actual



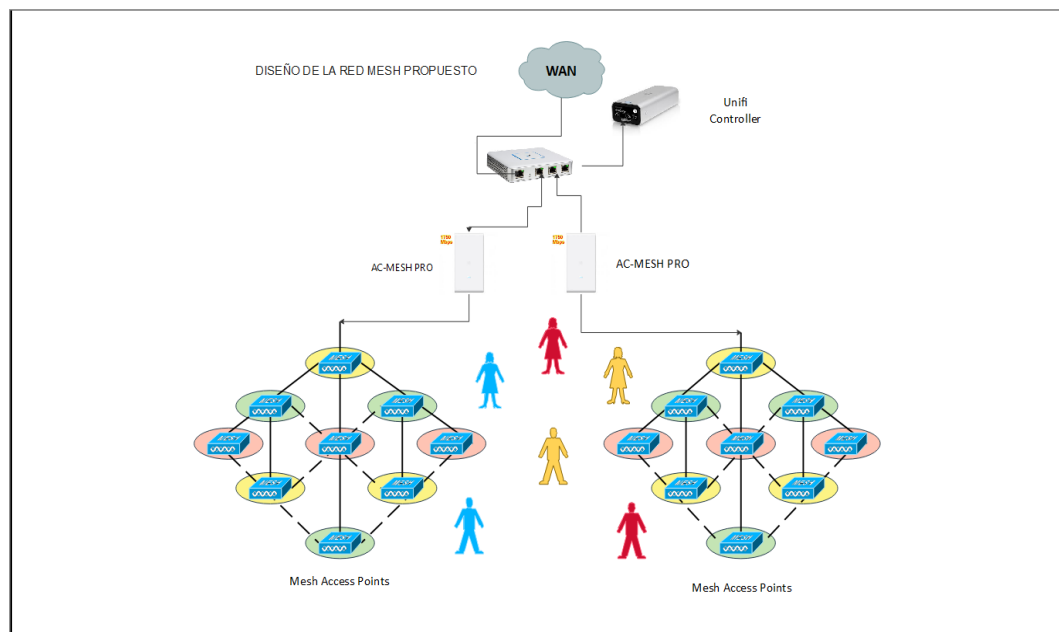
Fuente: Elaboracion propia

3.6.1 Selección de la topología de Red

De todas las topologías de red existentes para diseño de red se ha seleccionado la topología tipo estrella porque es la más que brinda mayores ventajas sobre las otras topologías, es la más que se adapta a las necesidades del Campus Universitario.

A continuación se presenta el diseño de la topología física “Eipo Estrella” desarrollada para el Campus Universitario.

Figura 27: Topología de red propuesta



Fuente: Elaboración propia

3.6.2 Descripción de los Equipos Ubiquiti

De acuerdo a las factibilidades técnicas y económicas del proyecto de investigación y análisis de la situación actual del Campus Universitario se determinó que los equipos más imponderables son los Acces Point-Ubiquiti Unifi AC MESH PRO, debido a que tienen integrado un dispositivo denominado POE que permite actuar de intermediario en la red LAN actual junto con sus equipos Existentes.

Unifi UAP AC MESH PRO

Figura 28: *Unifi UAP AC MESH PRO*



Fuente: (<https://onlineservices.com.ve/shop/product/uap-ac-m-pro-unifi-ac-mesh-pro-682>)

Las características más considerables del equipo son las siguientes:

Es un punto de acceso WiFi 802.11ac de banda dual, listo para exteriores, de alto rendimiento que puede alcanzar una tasa de rendimiento agregado de 1,75 Gbps con sus 5 GHz (3x3 MIMO) y 2,4 GHz. Bandas de GHz (802.11n). El UAP AC Mesh Pro también cuenta con una súper antena omnidireccional patentada para brindar una cobertura excepcional de 360 °, así como una transmisión simétrica de largo alcance de hasta 183 metros. Este punto de acceso se alimenta con 802.3af PoE y está equipado con (2) puertos GbE RJ45 para admitir múltiples conexiones LAN de alta velocidad. El UAP AC Mesh Pro se puede configurar en minutos y administrar completamente con la aplicación web o la aplicación móvil UniFi Network.

Consideración del diseño

Para el desarrollo del diseño de la red Mesh inalámbrica, se ha tomado en cuenta los siguientes puntos.

➤ **Ancho de banda y velocidad de transmisión**

Se tomó en consideración el ancho de banda con que dispone el Campus Universitario y la velocidad de transmisión de los equipos que se llevan a emplear en base a los estándares IEEE 802.11.

➤ **Compatibilidad con la red existente**

De acuerdo al análisis actual el Switch será el equipo principal donde se conectarán los Accesos Point y demás equipos a implementar.

➤ **Número de Usuarios**

Al momento de diseñar la red Mesh inalámbrica es importante determinar el número de usuarios que se van a conectar a la red, dependiendo de ello se analiza el número de Accesos Point que se deben implantar, también se consideró el tipo de estándar con el que trabaja el AP.

A continuación se determina el número de AP

Para calcular el número de AP debe conocer:

- X= Requerimiento de ancho de banda de las aplicaciones
- Y= Cantidad estimada de usuario a conectar
- Z= Rendimiento del AP

La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$X*Y/Z = \text{Cantidad de AP}$$

- **Área de cobertura**

En este factor se debe considerar si el AP se instalara en exteriores o interiores, dependiendo de ello y del estándar que se utilice será el rango de cobertura, por ejemplo, si se emplea el estándar 802.11b este posee una mayor cobertura con un menor ancho de banda y si se instalara en un área abierta cubrirá una cobertura de 20m, en exteriores 30m, en pasillos y corredores hasta más de 45m

- **Seguridad**

En esta parte se debe tomar mucho encuentra la seguridad de la Inalámbrica, ya que la red inalámbrica es más susceptible a ataques debido a que los hacker no necesitan de una conexión física para acceder a la red, es por ello, que se debe determinar el nivel (básico, intermedio y avanzado) y grado de seguridad que se pretende implementar en la red.

3.6.2.1 Tipo de estándar

Determinar estándar IEEE 802.11 para determinar el manejo correcto de la red inalámbrica del Campus Universitario, de acuerdo a los equipos de red y al ancho de banda que dispone la institución.

802.11n

El estándar 802.11n es utilizado en redes WLAN utilizando tecnologías OFDM y MIMO debido a que actualmente todos los equipos de telecomunicaciones o de redes emplean estas tecnologías para alcanzar altas velocidad de transmisión hasta 600 Mbps, además facilita el control de acceso brindando mecanismos de encriptación como es el WEP o privacidad equivalente a las redes de cable.

Características

- “802.11n se puede manejar en dos anchos de banda de frecuencia: 2,4 GHz o 5 GHz”.
- “Ofrece la posibilidad de duplicar el ancho de banda por canal para 40 MHz, lo que da un poco de más del doble de la velocidad de transmisión de datos”.
- “Permite aumentar la capacidad de la red con respecto a los dos estándares anteriores 802.11a y 802.11g”

Porque usarlo

Porque, además de trabajar con dos bandas, proporciona mecanismos de seguridad WEP y ESSID, lo cual permiten programar o establecer un código para que el usuario pue-

da acceder al punto de acceso, de igual manera posee tablas de direcciones MAC denominadas ACLs restringiendo el acceso a clientes cuyas MAC no se encuentren en la lista.

3.6.2.2 Ubicación de los equipos

Esta parte es la más importante a considerar al momento de ejecutar el proyecto, se recomienda instalar el Access Point UniFi UAP AC Mesh, en los puntos indicados que está en la figura 30.

Figura 29: Ubicación de los equipos



Fuente: Elaboración Propia

3.6.2.3 Software para administración la red inalámbrica

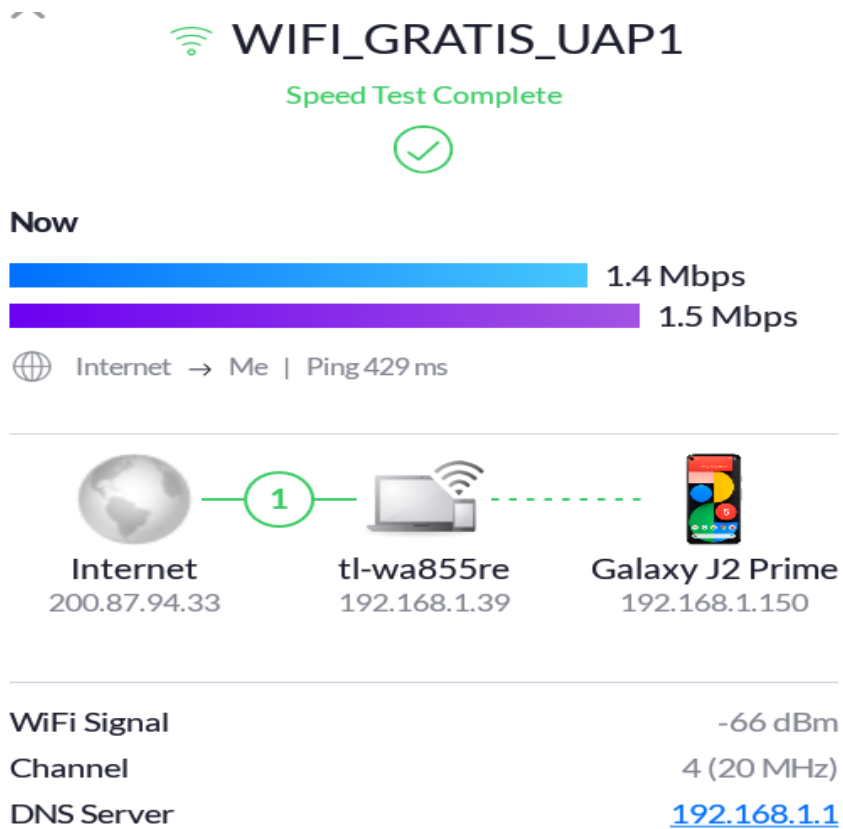
Para culminar la presente propuesta, se recomienda utilizar desde cualquier navegador web, el programa Unifi Controller ya que es un software que puede ser instalado en la nube o en la infraestructura local, que facilita la implantación y permite la gestión y el mantenimiento de la infraestructura de red UniFi Wifi.

3.7 FASE IV IMPLEMENTACIÓN

En esta fase se implementó el prototipo para obtener los resultados comparativos entre las redes tradicionales y wifi Mesh como se plantea en los objetivos específicos.

3.7.1 Prueba realizada con la red tradicional actual

Figura 30: Medición de test de velocidad a la red UAP



Fuente: Captura de pantalla

Como podemos Observar en la figura 30, el test de velocidad llega a ser con una descarga de 1.4 Mbps y de subida 1.5 Mbps con una intensidad de señal -66 dBm.

Figura 31: Ubicación del Access Point



Fuente: Captura Fotográfica

3.7.2 Prueba realizada con el prototipo implementado

Equipo instalado para la prueba tiene las siguientes características:

- Dimensiones: 343.2 x 181.2 x 60.2 mm.
- Peso: 633 g (con antenas)
- Interfaz de red: 2x puerto Ethernet 10/100/1000.
- Botón de reset: Si.
- Estándar Wi-Fi: 802.11 a/b/g/n/ac.
- Alimentación por PoE: 48V, 0.5A Gigabit (incluido) (802.3af compliant)
- Consumo máximo: 9W.

Una vez instalado se procedió a la configuración para su respectiva conectividad.

Ya teniendo acceso a la red otorgada, se procedió a las pruebas correspondientes.

CAPITULO IV

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Al final de la investigación se extrajeron las siguientes conclusiones:

- En este proyecto se realizó el Diseño Final de una red MESH, para mejorar la cobertura inalámbrica dentro del Campus Universitario. Lo más importante de este proyecto fue implementar el prototipo en el Área de Ciencias y Tecnología, demostrando las ventajas comparativas de la red Malla MESH, respecto a las redes tradicionales.
- Se ha implementado un prototipo de red Mesh, en la sala de datos del Área de Ciencias y Tecnología, misma que nos permitió realizar las pruebas de calidad de señal.
- Se logró establecer los requerimientos iniciales para una futura implementación de una red Mesh.
- Se logró seleccionar los equipos y ubicaciones que se deben tener en cuenta en una futura implementación de la red en el Campus Universitario.
- En general, se puede concluir que la tecnología Mesh es una opción muy recomendable para utilizar en la institución, gracias a todos los beneficios que trae, por esta razón su implementación ayudaría a solucionar los problemas de conectividad a las redes inalámbricas en el Campus Universitario.

4.2 RECOMENDACIONES

Aunque con este prototipo de prueba, se ha avanzado en la investigación de la red Mesh, todavía queda un largo camino por recorrer y es necesario continuar con los esfuerzos para una futura implementación.

- Se recomienda poner en consideración la implementación red Mesh inalámbrica propuesto en el diño final, considerando cada uno de los equipos recomendados, el tipo de conexión y los lugares estratégicos. También considerar el diseño del esquema de red, ya que mediante él se podrá garantizar que todo el personal administrativo, docentes y estudiantes del campus universitario de la UAP se puedan conectar a la red sin inconveniente alguno.
- Ver como el diseño y el prototipo implementado de redes Mesh en la sala de datos en el Área de Ciencias y Tecnología sirven como planos y directrices para una futura implementación de red Mesh en cualquier sitio en donde se le desee efectuar.
- Cuando se necesite la realización de simulaciones y diseños de redes de telecomunicaciones incentivar a la investigación, estudio y manejo de herramientas de simulación y diseño de telecomunicaciones, partiendo de la previa capacitación a los estudiantes de la carrera de ingeniería de sistemas de la UAP.

BIBLIOGRAFÍA

Andreu, Joaquin. (2010) *Servicios en redes inalámbricas*. México: EDITEX

Pinto, A. C. (2017). Diseño de una red de monitorización de variables meteorológicas relacionadas a los tornados en Barranquilla-Colombia y su área metropolitana. scielo, 10. Obtenido de 59 http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless_es/files/13_es_redes_Mesh_guia_v02.pdf

Calle, Renato (2014), “*Administración de redes inalámbricas mesh bajo tecnología libre*” obtenida de <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/8178>

Fernández Benavidez, Rolando (2001). *Redes de Computadoras*. Nova32 Development Software.

Gil Vázquez, Pablo, Pomares Baeza, Jorge, Candelas Herías, Francisco A. (2010). *Redes y transmisión de datos*. Universidad de Alicante.

Valdivia Miranda, Carlos (2005). *Sistemas informáticos y redes locales*. Ediciones Paraninfo, S.A.

Ayón, B. (2020). *Beneficios de implementar una red con tecnología Mesh en las redes inalámbricas Universitarias: Caso de estudio Universidad Estatal del Sur de Manabí*. 13(11).

Bjerklie, D. (2018). *Tecnología para todos: Wifi en todo el mundo (Technology For All: Wi-Fi Around the World)*. Teacher Created Materials.

Briones, O. (s. f.). *Topología de red: Topología en Malla - PDF Descargar libre*. Recuperado 24 de agosto de 2021, de <https://docplayer.es/20676757-Topologia-de-red-topologia-en-malla.html>

Buettrich, S., & Escudero, A. (2007). *Topología e Infraestructur estructura Básica de Redes Inalámbricas*. https://www.unac.edu.pe/images/inventario/documentos/manuales/topologia-e-infraestructura_guia_v02.pdf

CC.OO. de Andalucía. (2008). *La conectividad Inalambrica: Un enfoque para el alumno*. <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd6785.pdf>

De Luz, S. (s. f.). *Mejores sistemas Wi-Fi Mesh con Wi-Fi 6: Comparativa y características técnicas*. RedesZone. Recuperado 25 de agosto de 2021, de <https://www.redeszone.net/reportajes/listas/mejores-sistemas-wi-fi-mesh-wi-fi-6/>

Fernández, Y. (2020, septiembre 24). *Qué es una red Mesh, cómo funciona y en qué se diferencian con un repetidor o PLC*. Xataka. <https://www.xataka.com/basics/que-red-mesh-como-funciona-que-se-diferencian-repetidor-plc>

Gestión de redes telemáticas. (s. f.). Recuperado 27 de agosto de 2021, de <http://reader.digitalbooks.pro/content/preview/books/37922/book/OEBPS/Text/chapter1.html>

Gutiérrez, O. E. (2020). *Comunicaciones móviles y redes inalámbricas*. Córdoba, Jorge Sarmiento Editor - Universitas. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/bibliotecauab/172318?page=111>.

Hernández, I. R. (s. f.). *La tecnología WiFi nació de la necesidad de establecer un mecanismo de conexión inalámbrica que fuese compatible entre distintos dispositivos. En esta nota, explicamos de qué se trata la transmisión por aire, qué seguridad brinda esa transferencia de datos y los estándares de comunicación más utilizados.* 2.

Huidobro, J. M. (s. f.). *Wi-Fi. Conectividad en todo lugar y momento.* 7.

Lederkremer, M. (2019). *Redes Informáticas*. RedUsers.

Medina, Mauricio, “Implementación de un proveedor de servicio de internet inalámbrico en la ciudad de Nueva Loja”, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, Quito, junio 2010. [En línea] [Citado el: 12 de septiembre de 2012]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2216/1/CD-2968.pdf>

Molina, C. (s. f.). *Topologías de red*. http://www.redtauros.com/Clases/Fundamentos_Red/02_Topologia_de_Red.pdf

Rodríguez, P. (2021, julio 22). *ASUS presenta el ZenWiFi ET8, un potente kit para montar una red WiFi 6E en casa de hasta 6,6 Gbps con Ethernet 2,5 Gbps y USB 3.1*. Xataka Smart Home. <https://www.xatakahome.com/la-red-local/asus-presenta-zenwifi-et8-potente-kit-para-montar-red-wifi-6e-casa-6-6-gbps-ethernet-2-5-gbps-usb-3-1>

Samuel, C. A. E., Christopher, C. N. B., & Enrique, M. G. L. (2013). *ANÁLISIS DE LA RED DE DATOS MINISTERIO DE RELACIONES LABORALES (EDIFICIO TORREZUL – ADMINISTRATIVO)*. 137.

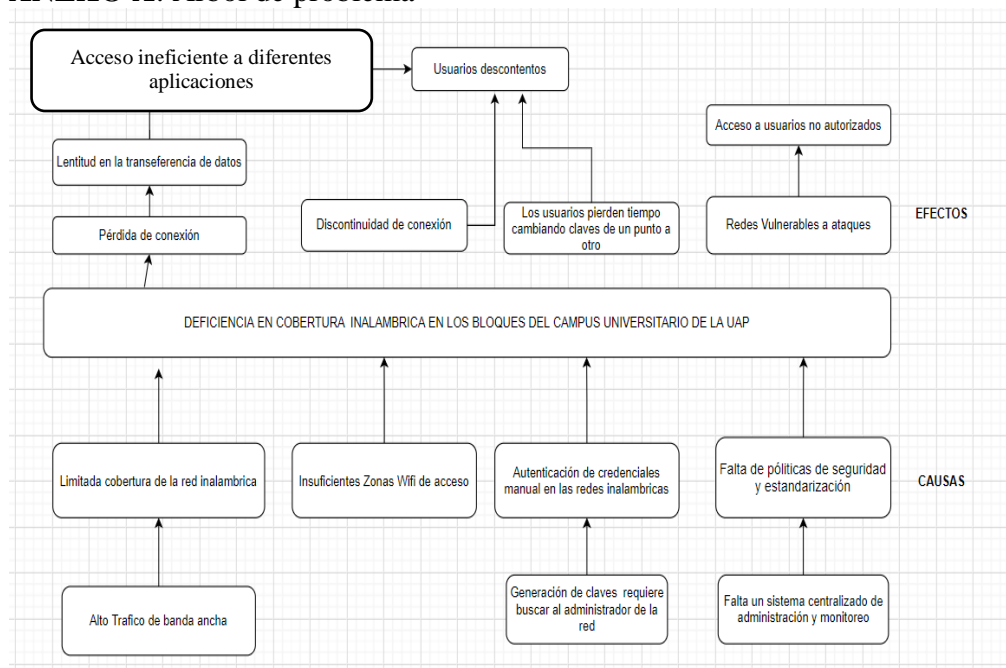
Stallings, W., & Stallings, W. (2005). *Wireless communications and networks* (2nd ed). Pearson Prentice Hall.

Universidad de Valencia. (s. f.). *Redes de comunicación: Topología y enlaces*. https://www.uv.es/rosado/courses/sid/Capitulo2_rev0.pdf

WiFi Mesh: Qué es, qué ventajas y cómo tenerlo en casa - Wi-Fi. (s. f.). ADSLZone. Recuperado 24 de agosto de 2021, de <https://www.adslzone.net/reportajes/tecnologia/que-es-wifi-mesh/>

ANEXOS

ANEXO A: Árbol de problema



ANEXO B: Visita a la red principal



ANEXO C: Preguntas de la encuesta

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO ÁREA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA CARRERA-INGENIERÍA DE SISTEMAS

ENCUESTA

Buen día, la presente es una encuesta anónima que permitirá realizar un estudio sobre las características, cobertura, calidad del servicio de internet a través de las redes inalámbricas disponibles en el Campus Universitario de la (UAP). Le agradecemos brindarnos un minuto de su tiempo y responde de la manera más sincera a las siguientes, preguntas:

1. ¿Conoce usted sobre la existencia de redes inalámbricas (WIFI) en el Campus Universitario de la UAP?

Sí

No

2. ¿Las redes inalámbricas (WIFI) son administradas por la USIC o es independiente al área que pertenece?

USIC

Área

3. ¿Qué opinión le merece la calidad del servicio de internet para la búsqueda de información académica?

Excelente

Buena

Regular

Mala

4. ¿Cuál es su percepción con respecto a las facilidades para conectarse a las redes inalámbricas?

Excelente

Buena

Regular

Mala

5. ¿Para qué fines usted utiliza el servicio de internet dentro del Campus Universitario?

Académico

Diversión

Gobierno

Administrativo

6. ¿Ha experimentado usted que el internet se vuelve lento o desaparece la conexión de su dispositivo si es que se aleja de algún área específica?

Sí

No

7. ¿Cuál es su valoración general del servicio de internet inalámbrico (WIFI) en el Campus Universitario?

ANEXO D: Preguntas de la encuesta

Valore de 0 a 5, teniendo en cuenta que 0 es "muy insatisfecho" y 5 "muy satisfecho".

0 1 2 3 4 5

8. Por favor, en pocas palabras, díganos el motivo o motivos de su valoración anterior

R. No existe el servicio

9.- Cuales son sus principales necesidades de su área con respecto al internet a través de las redes inalámbricas (WIFI)?

R. Académico administrativo

10. ¿Qué oficinas o bloques dentro del Campus Universitario debería cubrir las redes inalámbricas (WIFI)?

Oficinas Aulas Todo el Campus

11. ¿Cree usted que la implementación de una red inalámbrica (WIFI) unificada en todo el Campus Universitario contribuirá a un mejor rendimiento tanto en las actividades administrativas, proceso enseñanza-aprendizaje?

Si No

ANEXO E: Test de velocidad de la red principal

