

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA**



**TESIS**

**“DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA BASADA EN  
TECNOLOGÍA MESH PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL  
SERVICIO DE ACCESO INTERNET EN UN HOTEL DE LA  
CIUDAD DE TACNA, AÑO 2021”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. DIEGO EFRAÍN CHOQUE CENTÓN**

**TACNA-PERU**

**2022**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**TESIS**

**“DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA BASADA EN TECNOLOGÍA  
MESH PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL SERVICIO DE ACCESO INTER-  
NET EN UN HOTEL DE LA CIUDAD DE TACNA, AÑO 2021”**

Tesis sustentada y aprobada el 03 de Junio del 2022; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE: Mag. ANÍBAL JUAN ESPINOZA ARANCIAGA**

**SECRETARIO: Mag. MARCO ANTONIO COLOMA YUNGANINA**

**VOCAL: Mtro. HERACLIO HENRY GOMEZ DEL CARPIO**

**ASESOR: Mag. TITO LEONCIO CÓRDOBA MIRANDA**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Diego Efraín Choque centón, en calidad de bachiller de la Escuela de Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 46748749

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

*“Diseño de una red inalámbrica basada en tecnología mesh para mejorar la calidad del servicio de acceso internet en un hotel de la ciudad de Tacna, año 2021”*

La misma que presento para optar el:

*Título Profesional de Ingeniero Electrónico*

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a la universidad y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 06 de junio del 2022



---

Diego Efraín Choque centón

DNI: 46748749

## DEDICATORIA

Dedicado a Dios a quien oré y pedí fuerzas para poder concluir mis estudios satisfactoriamente, a mi madre, quien siempre me apoyo y lucho para darme lo mejor y a mis tíos, quienes me brindaron un apoyo moral en momentos difíciles de mi carrera, a mi pareja e hijos, que me impulsan a querer ser mejor cada día.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco al Mg. Tito Leoncio Córdoba Miranda por guiarme en el proceso de mi investigación, a mis docentes, quienes tuvieron mucha paciencia y dedicación en inculcarme sus conocimientos a lo largo de mi carrera.

Un agradecimiento especial a mi madre, quien me formo con buenos valores, que me ayudaron a lo largo de mi vida académica y laboral.

Y finalmente, pero no menos importantes a mis compañeros, con quienes vivimos experiencias gratificantes a lo largo de nuestro periodo académico en la Universidad Privada de Tacna.

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS .....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT .....	xvi
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>2</b>
1.1        Descripción del problema.....	2
1.2        Formulación del problema.....	3
1.2.1    Problema General .....	3
1.2.2    Problemas específicos.....	3
1.2.3    Justificación e importancia.....	3
1.3        Objetivos.....	3
1.3.1    Objetivo General.....	3
1.3.2    Objetivos Específicos .....	4
1.4        Hipótesis .....	4
1.4.1    Hipótesis General .....	4
1.4.2    Hipótesis específicas.....	4
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
2.1        Antecedentes de Estudio .....	5
2.2        Estado del Arte .....	5
2.3        Bases teóricas .....	6
2.3.1    Redes Mesh.....	6
2.3.2    Características generales de las redes inalámbricas mesh .....	6

2.3.3	Arquitectura y protocolos de las redes mesh .....	7
2.3.4	Topología mesh o en malla .....	9
2.3.5	Protocolos de las redes inalámbricas mesh .....	10
2.3.6	Estándar Wi-fi 5.....	12
2.3.7	Indicador de intensidad de la señal recibida (RSSI) .....	13
2.3.8	Calidad de servicio.....	13
2.4	Definición de términos.....	15
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....		17
3.1	Diseño de la investigación.....	17
3.2	Acciones y actividades.....	17
3.2.1	Determinación de requerimientos y planeación .....	17
3.2.2	Requerimientos .....	18
3.2.3	Análisis y diseño .....	23
3.2.4	Desarrollo e implementación .....	45
3.2.5	Pruebas.....	58
3.3	Materiales y/o instrumentos .....	60
3.3.1	Requerimientos de los equipos para la red inalámbrica .....	60
3.3.2	Instrumentos de medición necesarios .....	60
3.3.3	Características de los equipos para la red inalámbrica.....	60
3.3.4	Características del Acces point: .....	60
3.3.5	Características del Controlador: .....	61
3.3.6	Características del switch:.....	61
3.3.7	Características de los instrumentos de medición:.....	62
3.4	Operacionalización de variables .....	63
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....		64
4.1	Respecto a la variable independiente .....	64
4.2	Respecto a la variable dependiente .....	68
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....		69

CONCLUSIONES .....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS .....	74

## ÍDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estándar 802.11g.....	11
Tabla 2. Mediciones realizadas en el primer piso con Wifi Analyzer .....	26
Tabla 3. Mediciones realizadas en el segundo piso con Wifi Analyzer.....	27
Tabla 4. Mediciones realizadas en el tercer piso con Wifi Analyzer .....	28
Tabla 5. Potencia recibida en cada ambiente del primer piso del hotel .....	33
Tabla 6. Potencia recibida en cada ambiente del segundo piso del hotel .....	34
Tabla 7. Potencia recibida en cada ambiente del tercer piso del hotel .....	34
Tabla 8. Rango de direccionamiento estático para los equipos de la red.....	36
Tabla 9. Ancho de banda requerido de la red inalámbrica .....	37
Tabla 10. Operacionalización de las variables .....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Representacion esquematica de los 2 tipos denodos mesh: Aps y puntos Mesh</i> .....	9
Figura 2. Planos del primer piso .....	20
Figura 3. Planos del segundo piso.....	21
Figura 4. Planos del tercer piso .....	22
Figura 5. Topología lógica de la red mesh.....	23
Figura 6. Prueba de ubicación del access point en el primer piso.....	25
Figura 7. Prueba de ubicación del access point en el segundo piso .....	26
Figura 8. Prueba de ubicación del access point en el tercer piso.....	28
Figura 9. Medidas en 3 ambientes distintos del hotel con wifi analyzer.....	29
Figura 10. Espectro de propagación de la señal inalámbrica en función a la ubicación de los access point en el primer piso .....	30
Figura 11. Espectro de propagación de la señal inalámbrica en función a la ubicación de los access point en el segundo piso.....	31
Figura 12. Espectro de propagación de la señal inalámbrica en función a la ubicación de los access point en el tercer piso .....	32
Figura 13. Parámetros de medición de campo con el aplicativo Wifi Analyzer .....	35
Figura 14. Interfaz de configuracion rapida del controlador.....	38
Figura 15. Interfaz de configuracion de dispositivos.....	38
Figura 16. Asignación de la SSID o nombre de la red en el asistente de configuración rápida .....	39
Figura 17. Asignación de los administradores de red en el asistente de configuración rápida .....	39
Figura 18. Resumen de configuraciones del asistente de configuración rápida .....	40
Figura 19. Interfaz gráfica general del controlador .....	40
Figura 20. Dispositivos o nodos listos para integrar a la red inalámbrica .....	41
Figura 21. Dispositivos o nodos correctamente integrados a la red inalámbrica mesh.....	42

Figura 22. Modificación del grupo red inalámbrica de área local.....	42
Figura 23. Configuración del nombre de red y parámetros necesarios para la red inalámbrica .....	42
Figura 24. Configuración del nombre de red y parámetros necesarios para la red inalámbrica .....	43
Figura 25. Configuración de redundancia de red inalámbrica .....	44
Figura 26. Planos del primer piso con la Ubicación de los equipos mesh .....	46
Figura 27. Planos del segundo piso con la Ubicación de los equipos mesh.....	47
Figura 28. Planos del tercer piso con la Ubicación de los equipos mesh .....	48
Figura 29. Configuración rápida del controlador Omada Oc200.....	49
Figura 30. Configuración de dispositivos del controlador Omada OC200 .....	49
Figura 31. Asignación de los administradores de red del controlador Amada OC200 ..	50
Figura 32. Resumen de la configuración del asistente rápido .....	50
Figura 33. Inicio de sesión en el controlador omada con la clave y contraseña asignada previamente.....	51
Figura 34. Interfaz gráfica del controlador omada OC200.....	51
Figura 35. Asignación de Ip estática del controlador .....	52
Figura 36. Integración de los Access Point EAP245 a la red inalámbrica .....	52
Figura 37. EAP245 correctamente integrados a la red inalámbrica.....	53
Figura 38. Asignación del sitio donde estará nuestra red inalámbrica mesh .....	53
Figura 39. Asignacion de usuario y contraseña para que el controlador pueda configurar los EAP .....	54
Figura 40. Nombre del grupo de red inalámbrica de área local del hotel.....	54
Figura 41. Nombre y contraseña de la red inalámbrica mesh .....	55
Figura 42. SSID o nombre de red correctamente creado .....	55
Figura 43. Cambio de nombre de los access point EAP245 .....	56
Figura 44. Asignacion de IP estática a los EAP245 .....	56
Figura 45. Access point EAP 245 correstamente integrados a la red inalámbrica mesh .....	57

Figura 46. Creación de un panel con widgets para un control más específico .....	57
Figura 47. Widgets correctamente integrados a nuestro perfil del hospedaje .....	58
Figura 48. Protocolos de comunicación correctamente integrados en el sistema de red inalámbrica mesh.....	59
Figura 49. Recepcion de señal en los dispositivos finales.....	59
Figura 50. Diseño físico de la red Inalámbrica mesh en el primer piso.....	64
Figura 51. Diseño físico de la red Inalámbrica mesh en el segundo piso.....	69
Figura 52. Diseño físico de la red Inalámbrica mesh en el tercer piso .....	70
Figura 53. Diseño lógico de la red inalámbrica mesh.....	67

## ÍNDICE DE ANEXOS

anexo 1. Matriz de consistencia.....	74
anexo 2. Hoja de datos del switch TL-SG1008MP .....	75
anexo 3. Hoja de datos el Access point EAP245 .....	76
anexo 4. Hoja de datos del controlador Omada OC200 .....	77

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo mejorar la calidad del servicio de la conexión inalámbrica de un hotel en la ciudad de Tacna por medio del diseño de una red inalámbrica mesh. Para lo cual utilizamos una metodología de estudio aplicada al ciclo de vida de un producto, el cual nos permite trabajar de una manera ordenada para cada paso del proyecto, el cual es determinar los requerimientos para el diseño físico y el diseño lógico y a su vez determinar la calidad de servicio que ofrecerá nuestra red con respecto a la fiabilidad y disponibilidad. Como resultado de este trabajo de investigación se obtuvimos el diseño físico y el diseño lógico de la red el cual fue nuestra variable independiente, así como los resultados de los cálculos realizados para obtener los parámetros de calidad de servicio el cual fue nuestra variable dependiente que se expresaron en dimensiones de fiabilidad y disponibilidad. Finalmente se concluye que la red ofrece protocolos adecuados para ofrecer una buena conectividad de los dispositivos inalámbricos a la red para nuestro diseño lógico, y los estudios realizados en la metodología del diseño para la ubicación de los Access point fueron satisfactorios para realizar nuestro diseño físico, esto se ve reflejado en la calidad de servicio que ofrece nuestra red inalámbrica mesh.

**Palabras clave:** Tecnología mesh, Red inalámbrica, Calidad de servicio, Topología física, Topología lógica

## ABSTRACT

The objective of this research project is to improve the service quality of the wireless connection of a hotel in the city of Tacna through the design of a wireless mesh network. For which we use a study methodology applied to the life cycle of a product, which allows us to work in an orderly manner for each step of the project, which is to determine the requirements for the physical design and the logical design and in turn determine the quality of service that our network will offer with respect to reliability and availability. As a result of this research work, we obtained the physical design and the logical design of the network, which was our independent variable, as well as the results of the calculations carried out to obtain the quality of service parameters, which was our dependent variable. expressed in dimensions of reliability and availability.

Finally, it is concluded that the network offers adequate protocols to offer good connectivity of wireless devices to the network for our logical design, and the studies carried out in the design methodology for the location of the Access points were satisfactory to carry out our physical design. This is reflected in the quality of service offered by our wireless mesh network.

**Keywords:** Mesh technology, Wireless network, Quality of service, Physical topology, Logical topology

## INTRODUCCIÓN

La gran aceptación y desarrollo en el mercado de las tecnologías inalámbricas han ido revolucionando con el tiempo el campo de las comunicaciones a nivel global, ya que brinda gran comodidad a los usuarios al no depender de tecnologías alámbricas y a su vez ofrecen los mismos y hasta en algunos casos mejores resultados.

En consecuencia, los trabajadores de las pequeñas, medianas y grandes empresas se ven beneficiados de esta tecnología, ya que mejoran su productividad al poder acceder a los servicios de manera confiable y con la comodidad de no depender de tecnologías estáticas.

En la actualidad en muchos establecimientos como hoteles, colegio, oficinas y demás pequeñas y medianas empresas, usan repetidores inalámbricos con protocolos de red discontinuados, generando que muchas veces se pierda acceso a los servicios de la red inalámbrica por la conexión de múltiples usuarios, estos repetidores también generan múltiples identificadores de red (SSID) los cuales al momento de cambiar de uno a otro se tiene que realizar manualmente.

Ante los requerimientos del hotel y dada la necesidad de brindar mejores servicios a los clientes La red inalámbrica debería brindar un buen servicio de conexión y la recepción de un ancho de banda necesario para que sus equipos y dispositivos inalámbricos funciones de una manera eficiente.

El objetivo de esta tesis es de diseñar una red inalámbrica mesh, la cual utiliza los últimos protocolos de comunicación inalámbrica, para mejorar la calidad de servicio de un hotel.

## CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción del problema

Las conexiones inalámbricas han mejorado con el pasar de los años, pero esto no ha solucionado los problemas comunes a las conexiones Wi-fi, que hoy en día, siguen afectando a una gran cantidad de usuarios. En general los factores que intervienen en estos problemas son generalmente los obstáculos y las interferencias que existen en el lugar donde se requiere de los servicios wi-fi. Los problemas más continuos y que molestan a los usuarios es que el internet Wi-fi va lento y en algunas ocasiones existe perdidas de paquetes, esto afecta mucho en a los usuarios en el caso de que estén en una videoconferencia o ya sea que estén haciendo streaming, una de las causas de estos problemas es la gran cantidad de usuarios.

Las redes inalámbricas Wi-fi utilizan una serie de protocolos que posibilitan la conexión entre dos o más equipos entre sí, logrando así una eficaz transmisión de cualquier tipo de datos, los protocolos utilizados para las redes WLAN pertenecen a la familia 802.11, pero estos a lo largo del tiempo ha sufrido de grandes cambios y mejoras que equipos que se actualizan constantemente no cuentan, hasta hace unos años se utilizaba el protocolo 802.11n/b/g que ayudaban en gran medida al uso de grandes velocidades, pero con la evolución de la fibra óptica y los mayores anchos de banda de internet que nos ofrecen, han tenido que evolucionar, apareciendo así el protocolo 802.11ac que actualmente se está utilizando bastante.

En uso de las redes Wi-fi en las empresas es muy utilizado actualmente y por el gran auge que tienen los dispositivos inteligentes en la actualidad, se ha incrementado la cantidad de usuarios que requiere de un internet Wi-fi estable, por tal motivo en un hotel ubicado al sur de Tacna al año 2021, se ha visto este tipo de requerimientos, ya que actualmente utiliza Puntos de Acceso para la red, estos generan una red independiente en cada piso del hotel y también solo permiten el acceso de 20 usuarios en simultáneo, teniendo problemas de congestión cada vez que se conectan muchos usuarios a un mismo punto de acceso, esto genera una gran molestia a los usuarios que requieren de una señal inalámbrica estable.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema General**

¿En qué medida la implementación de nuevas tecnologías inalámbricas mejorará la calidad del servicio de acceso a internet en el hotel?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- a. Ampliar la cobertura de la red inalámbrica.
- b. Reducir la congestión en la red inalámbrica, al incrementar la cantidad de usuarios que acceden a la red simultáneamente.

### **1.2.3 Justificación e importancia**

Desde un punto de vista social el uso de estas nuevas tecnologías inalámbricas ayudara a que en los hoteles y demás empresas puedan ofrecer una mejor calidad de conectividad y por consecuencia esto generara un aumento en su clientela, ya sea de turistas o personas de la localidad.

Desde un punto de vista económico, el uso de nuevas tecnologías inalámbricas, ara que no tengamos que comprar muchos puntos de acceso para las conexiones a la red Wi-fi sino esto por consecuencia generara grandes ahorros a los hoteles que usen estas nuevas tecnologías.

Desde un punto de vista tecnológico, el uso de estas nuevas tecnologías brindara a los hoteles la posibilidad de interconectar a más usuarios a la red de manera simultánea, garantizando la seguridad de su información y una red estable sin perdidas de datos.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Diseñar una red inalámbrica basada en tecnología mesh, para mejorar la calidad del servicio en el hotel.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- a. Diseñar la topología física de la red inalámbrica, para determinar la ubicación de los nodos inalámbricos en el terreno, con la finalidad de ampliar la cobertura de la red.
- b. Diseñar la topología lógica de la red inalámbrica, para incrementar el número de usuarios concurrentes y una gestión centralizada de la red.

## **1.4 Hipótesis**

### **1.4.1 Hipótesis General**

La red inalámbrica basada en tecnología mesh, mejorara la calidad del servicio en el acceso a internet a los usuarios del hotel.

### **1.4.2 Hipótesis específicas**

- a. El diseño de la topología física de la red inalámbrica optimizara la cobertura de la red.
- b. El diseño de la topología lógica de la red inalámbrica reducirá la congestión y permitirá una gestión centralizada de la red.

## CAPITULO II: MARCO TEORICO

### 2.1 Antecedentes de Estudio

Chiquisá (2009) en su tesis titulada “Diseño de una red inalámbrica mesh para las parroquias rurales del cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi” tiene como propósito ofrecer una solución tecnológica para dotar de servicio de comunicaciones a las parroquias rurales del cantón Latacunga en la provincia de Cotopaxi, definiendo los parámetros técnicos que se deben cumplir y la normativa a seguir para operar redes inalámbricas con tecnología MESH. Este trabajo ha permitido aplicar los diferentes conocimientos adquiridos en el tiempo de estudio de la carrera.

Villacreses (2013) en su tesis titulada “Análisis y diseño de redes mesh para aumentar cobertura de internet en la facultad técnica para el desarrollo” tiene como propósito ofrecer una solución tecnológica para dotar de servicios de comunicación inalámbrica a todas las áreas correspondientes a la Facultad Técnica para el desarrollo de la UCSG, definiendo todos los parámetros técnicos que se deben cumplir y la normativa a seguir para operar redes inalámbricas con tecnología MESH y tiene como objetivo principal brindar el servicio de conexión a través de una red Wifi en cualquier sitio de la facultad donde se encuentren tanto estudiantes como maestros y visitantes, además se presenta un estudio de los protocolos para estas redes, software y hardware a utilizar para el buen funcionamiento de la red.

Rodas (2014) en su tesis titulada “Diseño de una red inalámbrica mesh en el campus de la universidad nacional del callao para proveer servicios de internet inalámbrico” tiene como finalidad brindar conectividad inalámbrica de internet a usuarios móviles y unificar las redes LAN existentes dentro del campus con los más altos niveles de seguridad asignando anchos de banda específicos para las redes conectadas.

### 2.2 Estado del Arte

Inicialmente, lo que comenzó con un experimento sobre cómo comunicarse con dos personas. Las computadoras llevaron al progreso, grandes descubrimientos y el nacimiento de las computadoras. Telecomunicaciones entre computadoras en la Universidad de Hawái en la década de 1970 Sucedió un hecho histórico: el primer proyecto de red Las computadoras son redes ARPANET y ALOHA, respectivamente, que se encuentran en Norman

Abramson, pero cuando ARPANET utiliza líneas telefónicas alquiladas, ALOHA usa Packet Radio. En ese momento, ARPANET comenzó a trabajar con NSFNet (Fundación Nacional de Ciencias del gobierno), derivada de Internet, "Internet" es cualquier red que utiliza el protocolo TCP/IP. "Esta Internet" significa una red global muy grande que utiliza TCP/IP y Esto significa NSFNet y ARPANET respectivamente (Barrenechea, 2008, p. 8)..

Ahora, en general, todas las computadoras de la empresa están conectadas por cable o inalámbricas entre sí, esto define la red de área local, y finalmente esta red está conectada a Internet, que se define como la red local del mundo conectado localmente. Otra variación es el método de acceso a Internet: ADSL (para uso doméstico), cable de fibra óptica (para empresa), cable coaxial (para Telmex), satélite, WIFI y otros. Hay muchos de ellos, pero los cubriremos de acuerdo con los detalles de la ubicación de la empresa. Algunos se utilizan en nuestro entorno (Barrenechea, 2008, p. 8).

El propósito de diseñar una red inalámbrica mesh es de brindar una mayor calidad de servicio para que los equipos que funciona con esta tecnología se beneficien de esta, una de las mejoras más resaltantes de esta tecnología es que brinda una innovadora forma de comunicación, ya que la distribución de ancho de banda se hace de manera inteligente gracias a los protocolos en la que está basada (Barrenechea, 2008, p. 8).

## **2.3 Bases teóricas**

### **2.3.1 Redes Mesh**

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. Eso sí, a diferencia de optar simplemente por comprar un router de terceros para sustituir o complementar el de la operadora, en este caso, la solución de las redes de malla requiere al menos de dos dispositivos, pudiendo tener incluso más dependiendo del tamaño de tu casa (Fernández,2020).

### **2.3.2 Características generales de las redes inalámbricas mesh**

Las redes inalámbricas mesh son un tipo activo de red que se diferencia de los sistemas inalámbricos centralizados tradicionales que existen en la actualidad en el mercado,

como las redes celulares, las redes de área local (LAN) y los sistemas satelitales (Villacreses,2013, p.34).

Una de las características de la red de malla es su tolerancia a fallas inherente, en caso de falla de la red, incluso en caso de falla de múltiples nodos, la red de malla es fácil de implementar y tiene un alto rendimiento (Villacreses,2013, p.34).

Aunque las redes inalámbricas son particularmente similares a las redes de malla, los protocolos y arquitecturas diseñados para redes inalámbricas en particular funcionan mal cuando se usan en redes de malla. Además, los criterios de diseño de las dos redes son diferentes. Estas diferencias de diseño se deben principalmente al tipo de aplicaciones que tiene cada red. Por ejemplo, las redes Ad Hoc suelen estar diseñadas para entornos de alta movilidad, mientras que las redes de malla están diseñadas para entornos de baja movilidad (Villacreses, 2013, p. 35).

Factores como las ineficiencias del protocolo, la interferencia de fuentes externas, el espectro electromagnético compartido y su escasez reducen aún más el rendimiento alcanzable de las redes inalámbricas basadas en un único sistema de radio Best. Para aumentar la capacidad de las redes malladas y satisfacer las crecientes demandas de tráfico provocadas por las nuevas aplicaciones, se lleva a cabo una investigación en profundidad sobre las redes multiradio (MR-WMN). Los avances recientes en la creación de redes se basan principalmente en el enfoque de múltiples radios. Aunque MR-WMN ofrece más ancho de banda que las redes Meshmonoradio, aún existen deficiencias y desafíos que deben abordarse. Las siguientes secciones se centran en estos dos tipos de redes (Chiluisa, 2009, p. 6).

### **2.3.3 Arquitectura y protocolos de las redes mesh**

Construir una red inalámbrica es el primer paso para realizar una red económica con alta capacidad en un área de cobertura específica. Una verdadera infraestructura de red inalámbrica es un enrutador de red sin cables entre nodos. Incluye pares de radios que no necesitan estar conectados a puertos, como un punto de acceso (AP) WLAN tradicional. La arquitectura de malla mantiene la fuerza de la señal al dividir largas distancias en una serie de saltos más cortos. Los nodos intermedios no solo amplifican la señal, sino que también toman decisiones generales de reenvío o enrutamiento en función de su conocimiento de la red. Esta arquitectura bien diseñada puede ofrecer los beneficios económicos de un alto ancho de banda, eficiencia de espectro y cobertura (Montes, 2014, p.1).

- **Arquitecturas de red:**

- a. Arquitectura Plana**

En una red plana, la red consta de clientes que actúan como servidores y enrutadores. En este caso, todos los nodos están en el mismo nivel. Los nodos de clientes inalámbricos trabajan juntos para proporcionar enrutamiento, configuración de red, provisión de servicios y muchos otros tipos de solicitudes (Villacreces, 2013, p. 38).

- b. Arquitectura jerárquica**

En una arquitectura jerárquica, la red tiene varios niveles de jerarquía, en la que los nodos de clientes forman el nivel más bajo de la arquitectura. Por tal motivo estos nodos de los clientes pueden comunicarse con la red del enrutador (Rodas, 2014, p. 2).

- c. Arquitectura Híbrida**

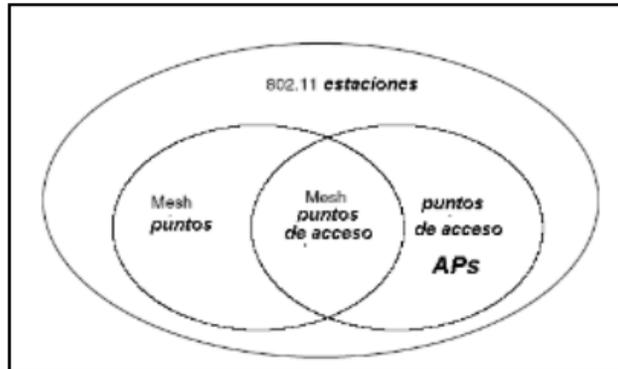
Tiene la infraestructura local tradicional que necesita para conectarse a los recursos en Azure. En este módulo, usted aprenderá a elegir un método de conexión que equilibre la funcionalidad, el costo de la arquitectura y la seguridad para su caso de uso (Azure, 2006).

- d. Arquitectura mesh 802.11**

La creciente disponibilidad de radios multimodo integradas con etiquetas 802.11a/b/g de clientes y equipos de infraestructura permitirá la implementación de nuevas arquitecturas de malla, en la figura 1 podremos visualizar 2 tipos de nodos mesh. Los nodos de malla utilizados para acceder a la red son de dos tipos, la ventaja de los puntos de malla es un poco más dominante, y su única función es enrutar paquetes de forma inalámbrica a los nodos MeshAP vecinos y nodos para permitir la conexión directa con el cliente. Un pequeño subconjunto de estos nodos MeshAP se conectará mediante cable troncal y actuará como puerta de enlace para el tráfico de entrada/salida (Villacreces, 2013, p. 5).

**Figura 1**

*Representación esquemática de los 2 tipos de nodos mesh: Aps y puntos Mesh*



*Nota.* Tomado de Análisis y Diseño de redes MESH para aumentar cobertura de internet en la Facultad Técnica para el Desarrollo (p. 27), por V. T. Andrés, 2013.

### **2.3.4 Topología mesh o en malla**

La topología en malla 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 transmitir y recibir datos de un nodo a otro por diferentes caminos. Si la red de malla está completamente conectada, no puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones. Cada servidor tiene sus propias conexiones con los otros servidores (Xalapa, 2008, p.18).

En una topología de malla, cada computadora está conectada a todas las demás computadoras. Si bien la facilidad de solución de problemas y la mayor facilidad de uso son grandes ventajas, estas redes son costosas de instalar porque usan muchos cables. Por esta razón, se vuelven aún más importantes en el uso de redes inalámbricas porque no se requiere cableado. En muchos casos, las topologías de malla se utilizan en combinación con otras topologías para crear topologías híbridas (Villacreses, 2013, p.35).

Nada es necesariamente dinámico en una Red Topología Mesh o en Malla. Sin embargo, en años recientes y en redes de conexión inalámbrica el término “Mesh” es a menudo usado como un sinónimo de “AD HOC” o red móvil. Obviamente combinando las dos características de la topología MESH y las capacidades de Ad Hoc, es una proposición muy atractiva. Mientras algunas de las grandes ventajas en entornos dinámicos, la mayoría

de las implementaciones más relevantes y exitosas que han surgido hasta ahora son completamente estáticas. como por ejemplo con Nodos/Antenas colocados en techo o Torres (Chiluisa, 2009, p.35).

### **2.3.5 Protocolos de las redes inalámbricas mesh**

Las primeras versiones de 802.11 fue lanzada en 1997, luego de 7 años de estudios, aproximadamente. Con el aumento de nuevas versiones, la versión original se convirtió en 802.11 legacy (Villacreses, 2013, p.25).

La característica FHSS (espectro ensanchado por salto de frecuencia) disminuye un poco la velocidad de transmisión de datos, sin embargo, mejora la transmisión y hace que sea menos susceptible a interferencias, una vez que la frecuencia utilizada cambia constantemente. El DSSS (espectro ensanchado por secuencia directa) mejora considerablemente, pero es más susceptible a las interferencias, una vez que se hace uso de todos los canales al mismo tiempo (Chiluisa, 2009, p.1).

- **Protocolos de red Inalámbrica 802.11**

La familia de estándares IEEE 802.11 ha sido ampliamente aceptada desde que se ratificó el estándar 802.11b en 1990. Admite redes de transporte en modo paquete, estandarizadas para la subcapa MAC en el nivel de enlace de datos. Vale la pena señalar que no se emitió ninguna licencia para usar frecuencias de radio. En concreto, se encuentran en las bandas ISM de 2,4 GHz y 5,0 GHz, lo que reduce considerablemente sus costes operativos (Chiluisa, 2009, p.1).

- **802.11b**

Utiliza la misma señal de radiofrecuencia que el estándar original 802.11 - 2,4 GHz. 802.11b es una frecuencia no regulada que es sensible a la interferencia de hornos de microondas, teléfonos inalámbricos y otros dispositivos que usan la misma frecuencia de 2,4 GHz, pero se puede evitar fácilmente instalando el dispositivo a una distancia razonable de otros dispositivos. Los proveedores a menudo prefieren usar frecuencias en el rango no regulado para reducir los costos de producción (IEEE,2000).

- **802.11g**

El estándar 802.11g permite una velocidad máxima de transferencia de datos de 54 Mbps con velocidades comparables a 802.11b. Además, tal y como se observa en la tabla 1 vemos que el estándar 802.11g utiliza la banda de frecuencia de 2,4 GHz y el cifrado OFDM, es compatible con los dispositivos 802.11b, con la excepción de algunos dispositivos más antiguos (IEEE, 2003).

**Tabla 1**

*Estándar 802.11g*

Velocidad Hipotética (Mbit/s)	Rango ambientes cerrados(m)	Rango Ambiente aire libre(m)
54	27	75
48	29	100
36	30	120
24	42	140
18	65	180
12	64	250
9	75	350
6	90	400

*Nota.* Fuente: Arévalo (2017) publicada en la tesis: propuesta del diseño de red para la distribución de los dispositivos de conexión inalámbrica en la ciudad universitaria de la universidad nacional de san Martín – Tarapoto (p.15). Muestra la velocidad hipotética a la que se propaga en ambientes cerrados y abiertos.

- **802.11n**

Este es un estándar de redes inalámbricas que es una modificación del protocolo de malla IEEE 802.11 que especifica cómo se pueden conectar los dispositivos inalámbricos para formar una red inalámbrica que se puede usar en topologías y redes relativamente fijas (no móviles). red inalámbrica especial. El grupo de trabajo IEEE 802.11a cuenta con voluntarios de universidades e industrias para proporcionar especificaciones y posibles soluciones de diseño para redes inalámbricas. Como exige la norma, el documento se revisó varias veces antes de su finalización (IEEE, 2013).

- **802.11s**

Al igual que Wifi N, Wifi AC es compatible con conexiones de 5 GHz, está menos saturado, tiene más canales y es menos propenso a las interferencias. La diferencia es que Wi-Fi AC solo funciona en la banda de frecuencia de 5 GHz, 12 veces más rápido que el estándar anterior. No te preocupes, también es compatible con 2.4GHz (IEEE, 20013).

- **802.11ac**

Este es un estándar inalámbrico que es una modificación del protocolo de malla IEEE 802.11 que especifica cómo se pueden conectar los dispositivos inalámbricos para formar una red de malla inalámbrica que se puede usar en redes inalámbricas y topologías relativamente fijas (no móviles). El grupo de trabajo IEEE 802.11a cuenta con voluntarios de universidades e industrias para proporcionar especificaciones y posibles soluciones de diseño para redes inalámbricas. Como exige la norma, el documento se revisó varias veces antes de su finalización (IEEE, 2013).

### **2.3.6 Estándar Wi-fi 5**

En el caso del estándar WiFi 5, existen varios tipos de velocidades, además, para los equipos doble banda o triple banda simultánea, debemos tener en cuenta que en 2.4GHz se usará Wifi 4. Por otra parte, debemos de tener en cuenta que la velocidad indicada es teórica. Las velocidades en 2.4GHz son con 40MHz de ancho de canal, y en 5GHz es con 80MHz de ancho de canal y 256QAM (IEEE,2013).

- **AC433:** velocidad de 433Mbps en 5GHz con MIMO 1T1T
- **AC1200:** doble banda simultánea, velocidad de 300Mbps en 2.4GHz con MIMO 2T2R y 867Mbps en 5GHz con MIMO 2T2R.
- **AC1300:** doble banda simultánea, velocidad de 300Mbps en 2.4GHz con MIMO 2T2R y 256QAM, en 5GHz una velocidad de 867Mbps con MIMO 2T2R. También es posible que un equipo use solamente 5GHz con MIMO 3T3R, pero no sería lo normal.

- **AC2200:** triple banda simultánea, velocidad de 400Mbps en 2.4GHz, 867Mbps en 5GHz y 867Mbps en 5GHz-2. Usado en Wifi Mesh con banda dedicada.

### **2.3.6 Indicador de intensidad de la señal recibida (RSSI)**

RSSI significa Indicador de intensidad de la señal recibida. El problema de comprender el poder de RSSI radica en el hecho de que RSSI no es un número "real". Más bien, es un número relativo que mide la fuerza de una señal cuando es recibida por un dispositivo y se ve afectada por muchos factores (HUAWEI, 2021).

Recibir una señal inalámbrica del transmisor al receptor puede ser como tratar de hablar con un amigo en un concierto de rock. Varios factores ambientales pueden impedirle alcanzar la claridad. "La medición de RSSI se ve afectada por todos los factores que dañan sus señales en el punto de recepción". Aunque el RSSI se mide en una escala de 0 a -99, no hay una única razón para culpar por la baja calificación del RSSI. Deberá estar muy atento, monitorear las rutas de Wi-Fi en su hogar y probar posibles fuentes de interferencia (HUAWEI, 2021).

#### • **Valores de señal RSSI**

- 0: Es una señal muy difícil de lograr
- 30 a -50: Señal recomendable para una buena conexión
- 60 a -70: Señal medio baja, con una conexión estable pero propensa a caídas
- 70 a -99: Señal mínima para una conexión, no es recomendable ya que sufre de caídas de señal constantes.

### **2.3.7 Calidad de servicio**

La calidad del servicio de wi-fi inalámbrico es muy mala hoy en día, y muchas empresas solo se preocupan por poner módems de internet en casa, la señal inalámbrica es débil, lo que obliga a las empresas y los hogares grandes a comprar dispositivos independientes para ayudar a llevar internet a todos. parte de su casa o rincón de su negocio (Cedeño, 2014, p.1).

Las redes mesh nos dan la posibilidad de ofrecer calidad de servicio con respecto a las señales inalámbricas; por su gran capacidad de usuarios y por su fácil administración,

ofrecen a los clientes empresariales una solución robusta, económica y de fácil manejo administrable (Cedeño, 2014, p.1).

- **Disponibilidad**

La disponibilidad se expresa como un porcentaje del tiempo de actividad de la red. Este porcentaje se calcula como la relación entre el tiempo real (en minutos) disponible en la red y el número total de minutos en el período de tiempo acordado multiplicado por 100. En otras palabras, la disponibilidad es la relación entre el tiempo de actividad sobre el tiempo total expresado como porcentaje (cisco,2020).

$$D = \frac{ut}{up+dt} \quad (1)$$

D = Disponibilidad  
 Ut = tiempo de actividad  
 Dt = tiempo de inactividad

$$DD = \frac{tudm}{tmd} \quad (2)$$

Dd = Porcentaje de disponibilidad en el dispositivo  
 Tudm = tiempo total de actividad en un día en minutos  
 Tmd = minutos totales en un día

- **Fiabilidad**

Una de las mayores preocupaciones de los administradores de redes es que el servicio de aplicaciones y protocolos esenciales sea fiable y de alta calidad. A medida que las aplicaciones y dispositivos van usando más ancho de banda, la QoS adquiere más

importancia para garantizar un nivel determinado de disponibilidad de las aplicaciones y también tiene que garantizar la ausencia de fallas por pérdidas (Teach targe, 2021).

La confiabilidad indica qué tan bien está funcionando la red. Considerará la capacidad de la red para poder funcionar sin fallas y con el rendimiento esperado durante un cierto período de tiempo. En otras palabras, le dice cuánto puede confiar en que la red funcione como se espera (cisco, 2020).

$$RMTBF = \frac{ts}{nf} \quad (3)$$

RMTB= fiabilidad de tiempo medio entre fallas

Ts=tiempo en servicio

Nf= número de fallas

$$DRMTBF = \frac{tmd}{nfd} \quad (4)$$

DRMTBF= fiabilidad de tiempo medio entre fallas del dispositivo

Tmd= minutos totales en un día

Nfd= número de fallas en un día

## 2.4 Definición de términos

### 2.4.1 Tecnología Mesh:

En una topología de malla completa, todos los nodos de la red se conectan directamente entre sí. En una topología de malla parcial, algunos nodos están conectados a todos los demás, pero otros sólo están conectados a aquellos nodos con los que intercambian más datos (Tom Nolle, 2021).

**2.4.2 Red Inalámbrica:**

Una red inalámbrica permite que otros dispositivos que se conecten a la red cuando no existe la posibilidad de conectarse de modo cableado, Normalmente existen 2 tipos de bandas en las que trabaja, las cuales son 2.4 GHz y 5 GHz (Tom Nolle, 2021).

**2.4.3 Calidad de servicio:**

Es la calidad de servicio que se debe ofrecer en una red mesh, como ofrecer ciertas garantías a los usuarios, como lo son la fiabilidad y disponibilidad (Yúbal Fernández, 2020).

**2.4.4 Topología:**

Es un mapa físico o lógico de la red que permite realizar un diseño eficiente ya que nos brinda los parámetros necesarios para la implementación de nuevas tecnologías a nuestra red (Tom Nolle, 2021).

**2.4.5 Plataformas TIC:**

Las plataformas de intercambio de información. Son también una herramienta muy útil para garantizar un buen proceso de enseñanza y ofrecer un entorno de comunicación óptimo en un ambiente de estudio (Lorena Vargas, 2018).

## CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO

### 3.1 Diseño de la investigación

Dado que el objetivo de la tesis será el de mejorar la conectividad de los dispositivos inalámbricos en la red y su incidencia en la calidad de servicio, se recurrió a un diseño de investigación experimental, que se aplicará de manera centralizada, considerando el tema de investigación tiene sustento experimental previo en otros proyectos de implementación, se procedió a realizar una ya que en este caso existirá la manipulación de la variable independiente.

### 3.2 Acciones y actividades

El Método de diseño para desarrollar sistemas de telecomunicaciones se hará en base a una adaptación del ciclo de vida de un producto “Jhosep Valaich” en el cual se seguirán 4 etapas:

- Determinación de requerimientos y planeación
- Análisis y diseño
- Desarrollo e implementación
- Pruebas

#### 3.2.1 Determinación de requerimientos y planeación

Para la determinación de los requerimientos de la red inalámbrica mesh se desarrollarán las siguientes actividades de esta etapa:

##### a. Determinar el sistema de telecomunicaciones a diseñar

El sistema para desarrollar es una red inalámbrica mesh o en malla.

**b. Determinar los servicios que prestará el sistema de comunicaciones.**

Los servicios que prestará el sistema de red inalámbrica será netamente de internet, pero con la posibilidad de añadir en un futuro servicio como:

- Conexión de cámaras IP
- Telefonía IP
- Creación de Vlans, etc.

**c. Requerimientos iniciales Diseño Físico y lógico**

Los requerimientos iniciales para el diseño de la red se van a desarrollar en dos aspectos, los cuales son el diseño físico y diseño lógico.

**3.2.2 Requerimientos**

Lista de requerimientos del sistema son:

- a. Funcionalidad
- b. Parámetros de operación
- c. Requerimientos para el diseño físico
- d. Requerimientos para el diseño lógico

**a. Funcionabilidad**

El principal servicio que brindara la red inalámbrica a diseñar será el de proveer un servicio de internet estable que proporcione un buen ancho de banda a todos los dispositivos que estén conectados a esta.

**b. Parámetros de operación**

Para el diseño de la red inalámbrica mesh, se tomó en cuenta los siguientes aspectos técnicos:

- Se requiere un ancho de banda de internet de 300 Mbps.
- Gestión centralizada
- Administración múltiple de los Access point
- Integración Mesh
- Acceso cloud
- Limitación de ancho de banda para los clientes
- Seguridad de la red
- Estándar de red inalámbrica 802.11 ac/n/g/b/a
- Estándar Poe af/at
- Estándar roaming 802.11 k/r/v
- Servidor DHCP

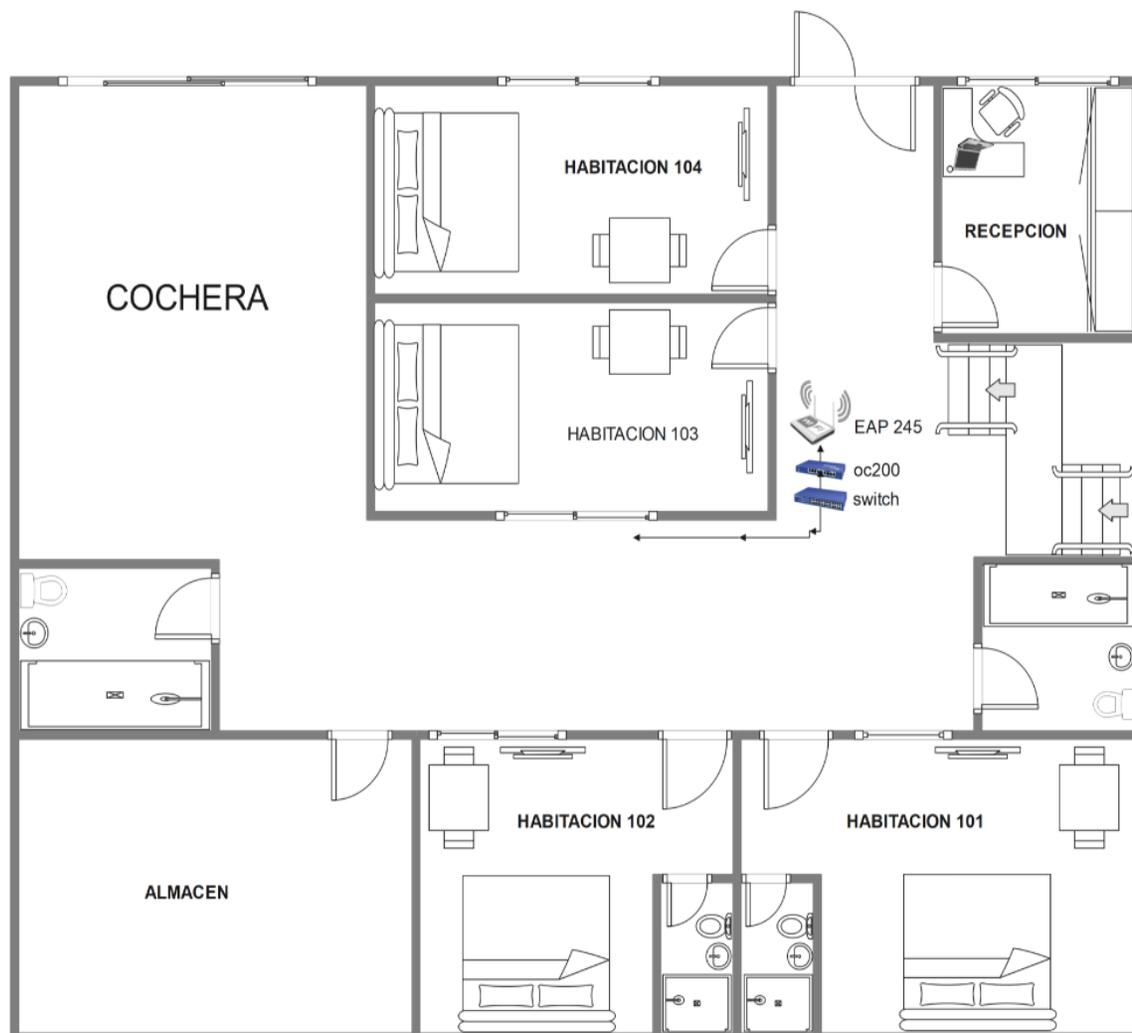
### **c. Requerimientos para el diseño físico**

Para la determinar la ubicación de los Access point en nuestro diseño físico se requiere del método ensayo-error, el cual nos ayuda a determinar mediante pruebas la ubicación adecuada de los equipos para nuestro diseño.

En la figura 2 se puede visualizar la ubicación de los acces point en el primer piso del hotel como resultado de utilizar el software Wifi Analyzer para medir la intensidad de señal en las habitaciones y así mismo el software CYPETEL Wireless para visualizar la propagación de la señal inalámbrica y ver la potencia con la que llega a cada una de las habitaciones, de esta forma se determina la ubicación idónea de nuestros Access point para nuestro diseño de red inalámbrica mesh.

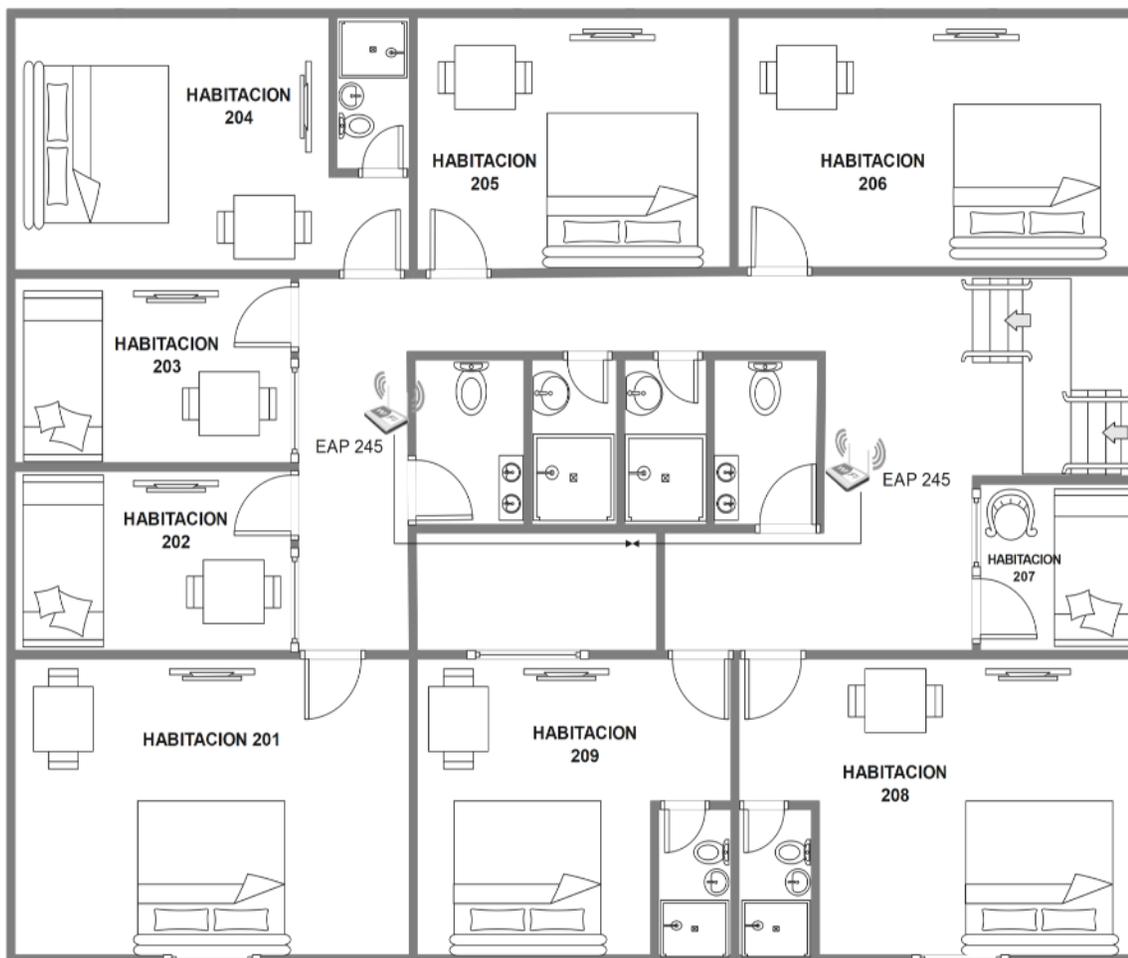
**Figura 2**

*Planos del primer piso*



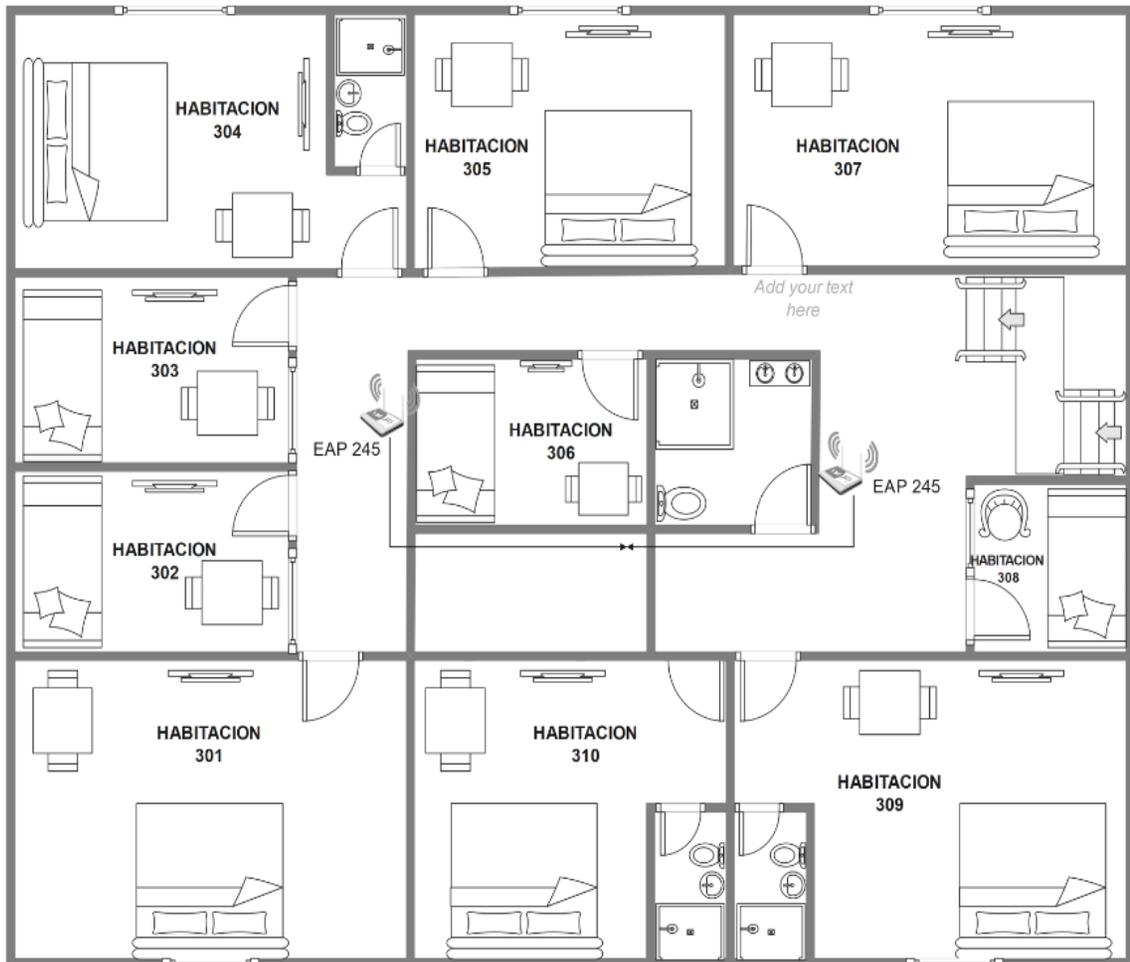
*Nota.* Fuente propia. Se muestran la ubicación del Access point en el primer piso donde se requiere que transmita el internet Wifi, para la ubicación de los Access point.

En la figura 3 podemos visualizar la ubicación de los acces point en el segundo piso, como resultado de los estudios realizados con el software wifi analyzer y CYPETEL Wireless.

**Figura 3***Planos del segundo piso*

*Nota.* fuente propia. A continuación, se muestran la ubicación del Access point en el segundo piso donde se requiere que transmita el internet Wifi, para la ubicación de los Access point.

En la figura 4 podemos visualizar la ubicación de los acces point en el tercer piso, como resultado de los estudios realizados con el software wifi analyzer y CYPETEL Wireless.

**Figura 4***Planos del tercer piso*

*Nota.* fuente propia. A continuación, se muestran la ubicación del Access point en el tercer piso donde se requiere que transmita el internet Wifi, para la ubicación de los Access point.

#### **d. Requerimientos para el diseño lógico**

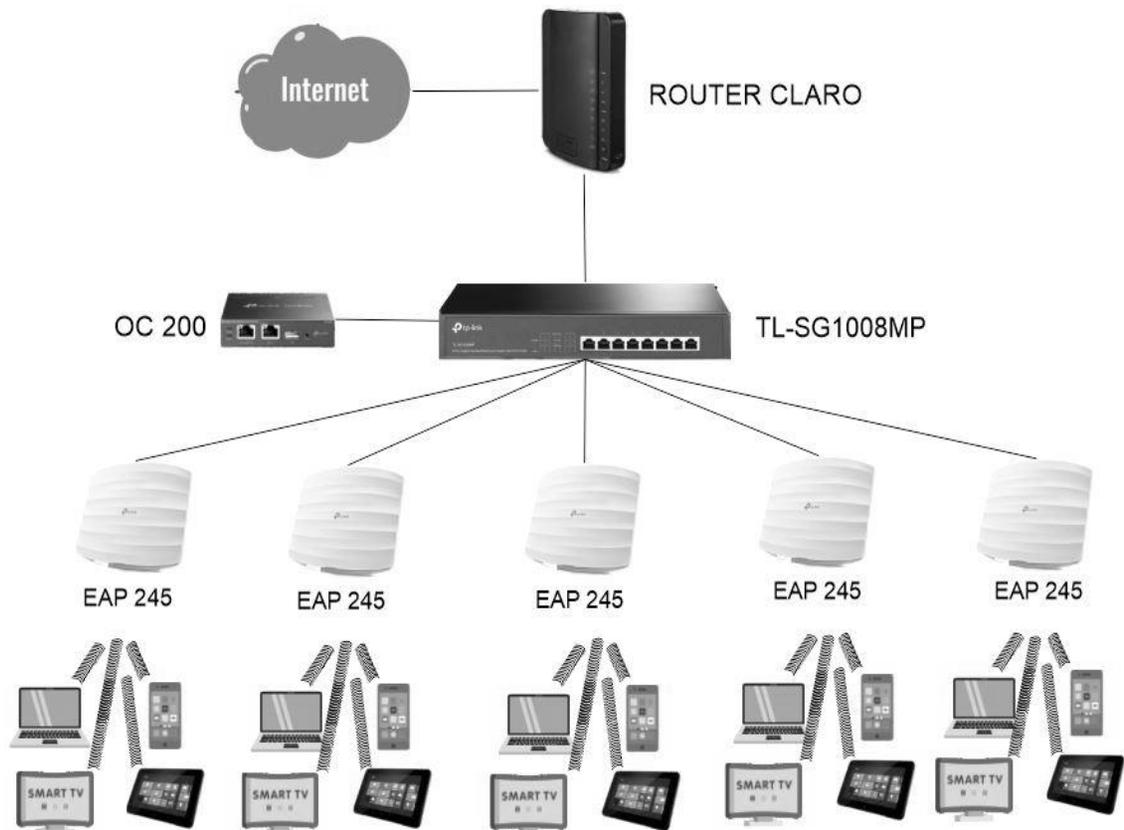
Para el diseño lógico de la red inalámbrica mesh se requirió de la utilización de los siguientes protocolos:

- IEEE 802.11 ac/n/g/b/a
- IEEE 802.3 af/at
- IEEE 802.11 k/r/v
- IEEE 802.1x

- Asignación de rango de direcciones IP estáticos para los equipos 192.168.0.220/24 al 19.168.0.225/24.
- Asignación de direcciones dinámicas para los dispositivos que se conectaran a la red.

**Figura 5**

*Topología lógica de la red mesh*



### 3.2.3 Análisis y diseño

En base a los requerimientos definidos en la etapa anterior, se diseñará al detalle el sistema de red inalámbrica, para lo cual realizaremos una serie de actividades.

Actividades para realizar:

- **Detalles del diseño físico**

En el siguiente punto se detallan la ubicación de los Access point en cada piso de hotel con su respectiva ubicación, para esto se ha tomado los siguientes criterios:

- Método ensayo-error para la ubicación de los nodos de la red mesh.
- Simulación de la ubicación de los Access point en el software CYPETEL Wireless para obtener el indicador de la intensidad de la señal requerida (RSSI), tomando en cuenta las pérdidas que ocasionan las paredes, puertas y ventanas.
- Se utilizo un dispositivo móvil con la aplicación Wifi analyzer para medir la intensidad de señal en las habitaciones y ambientes de cada piso del hotel
- Se utilizo un dispositivo móvil con la aplicación SpeedTest para medir el ancho de banda que recepción los dispositivos inalámbricos.

*Método ensayo error*

Para la ubicación de los equipos se utiliza el método de ensayo-error, el cual se determinó que es necesario para el diseño de nuestra red.

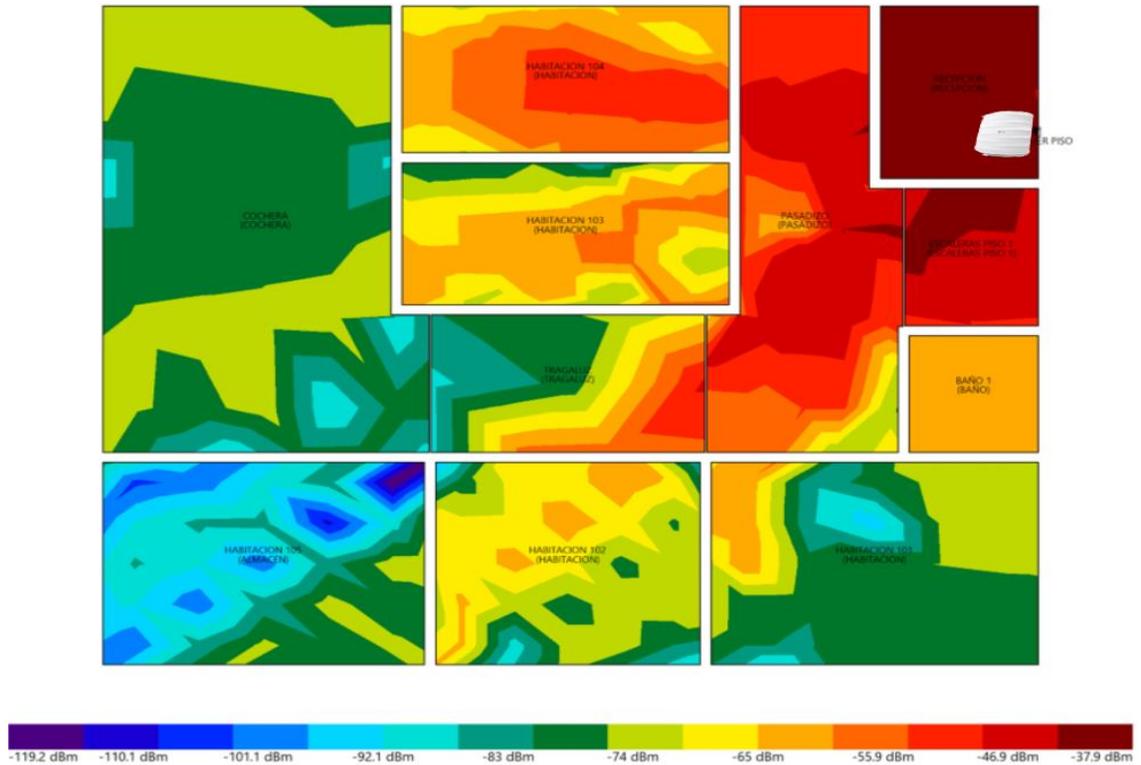
Se realizaron 10 ensayos de ubicación de los nodos de la red dentro del hotel, en cada ambiente se ubicó y probó con las herramientas de medición, la potencia de la señal inalámbrica, tomando como punto de partida el primer diseño mostrado a continuación:

*Primer ensayo de ubicación de nodos del diseño*

En la figura 6 se muestra el mapa de calor en función a la ubicación de los nodos ubicados en el primer piso con su respectiva franja de colores que indica los valores de RSSI de menor a mayor intensidad.

**Figura 6**

*Prueba de ubicación del Access Point en el primer piso*



*Nota:* En la imagen 6 se muestra cómo se propaga la señal Wifi en el primer piso. Para lo cual se ubicó uno de los nodos de la red mesh en la recepción del Hotel. La franja de colores está en el rango de -37,9 y -119,2 dBm, siendo una buena recepción de señal los valores que estén entre -0 y -60dBm, así mismo se visualiza que existen zonas en las que la señal es muy baja y no tiene calidad.

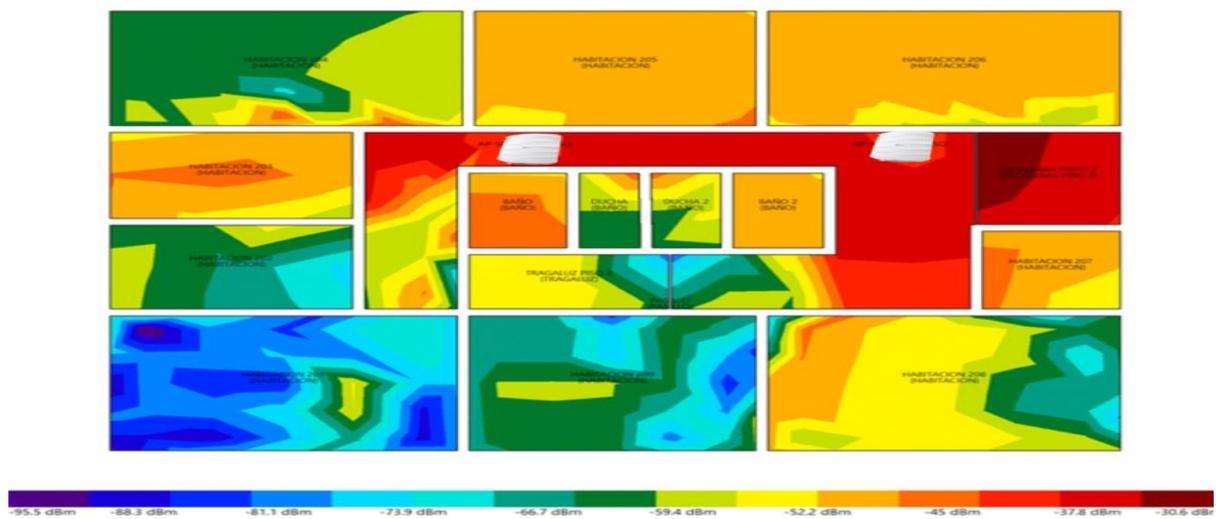
En la tabla 2 podemos ver la potencia con la que se recibe en los distintos ambientes del hotel en el primer piso.

**Tabla 2***Mediciones realizadas en el primer piso con Wifi Analyzer*

Tipo de recinto	Altura del plano de trabajo (m)	Recinto	Potencia Recibida (dB)	
			2.4 GHz	5.0 GHz
habitaciones	0,8	habitación 101	-59,2	-65,8
		habitación 102	-60,6	-67,2
		habitación 103	-56,5	-63,2
		habitación 104	-50,5	-57,1
		habitación 105	-72,5	-79,1
recepción	0,8	recepción	-32,5	-46,1
baño	0,5	baño 1	-61,5	-68,1
cochera	1	cochera	-85,8	-78,5
tragaluz	1	tragaluz	-75,7	-54,3
pasadizo	1	pasadizo	-70,2	-48,8
escaleras piso 1	1,5	escaleras piso 1	-37,9	-44,5

*Nota.* Se realizó la medida del nivel de potencia de recepción en los ambientes del hotel tanto para la frecuencia de 2.4 GHz y 5 GHz.

En la figura 7 se muestra el mapa de calor en función a la ubicación de los nodos ubicados en el segundo piso con su respectiva franja de colores que indica los valores de RSSI de menor a mayor intensidad.

**Figura 7***Mediciones realizadas en el segundo piso con Wifi Analyzer*

*Nota:* En la imagen 7 se muestra cómo se propaga la señal Wifi en el segundo piso para lo cual se ubicó uno de los nodos de la red mesh en uno de los pasadizos del Hotel.

La franja de colores está en el rango de -30,6 y -95,5 dBm siendo una buena recepción de señal los valores que estén entre -0 y -60dBm, así mismo se visualiza que existen zonas en las que la señal es muy baja y no tiene calidad.

En la tabla 3 podemos ver la potencia con la que de recepción en los distintos ambientes del hotel en el segundo piso.

**Tabla 3**

*Mediciones realizadas en el segundo piso con Wifi Analyzer*

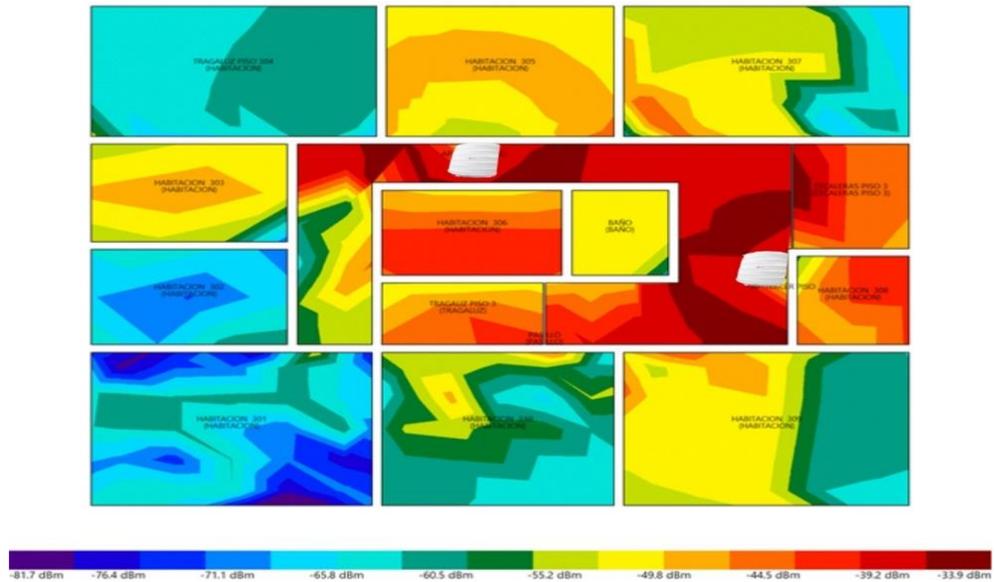
Tipo de recinto	Altura del plano de trabajo (m)	Recinto	Potencia Recibida (dB)	
			2,4 GHz	5.0 GHz
Habitaciones	0,8	habitación 101	-95,5	-103,1
		habitación 202	-75,7	-83,3
		habitación 203	-60,4	-67,9
		habitación 204	-70,9	-78,5
		habitación 205	-53,4	-61
		habitación 206	-59,9	-67,5
		habitación 207	-53,4	-60,9
		habitación 208	-79	-86,5
		habitación 209	-85	-92,5
Baño y ducha	0,5	baño	-60,9	-68,5
		ducha	-64,1	-71,7
		ducha 2	-62,7	-70,3
		baño 2	-52,5	-60
Escaleras piso 2	2	escaleras piso 2	-39,6	-47,1
Pasadizo	1,3	pasillo	-80,6	-88,3

*Nota.* Se realizó la medida del nivel de potencia de recepción en los ambientes del hotel tanto para la frecuencia de 2.4 GHz y 5 GHz.

En la figura 8 se muestra el mapa de calor en función a la ubicación de los nodos ubicados en el tercer piso con su respectiva franja de colores que indica los valores de RSSI de menor a mayor intensidad.

**Figura 8**

*Mediciones realizadas en el tercer piso con Wifi Analyzer*



*Nota.* En la imagen 8 se muestra cómo se propaga la señal Wifi en el tercer piso para lo cual se ubicó uno de los nodos de la red mesh en la recepción del Hotel.

La franja de colores está en el rango de -33,9 y -81,7 dBm visualizándose que Existen zonas en las que la señal es muy baja y no tiene calidad.

En la tabla 4 podemos ver la potencia con la que de recepción en los distintos ambientes del hotel en el tercer piso.

**Tabla 4**

*Mediciones realizadas en el tercer piso con Wifi Analyzer*

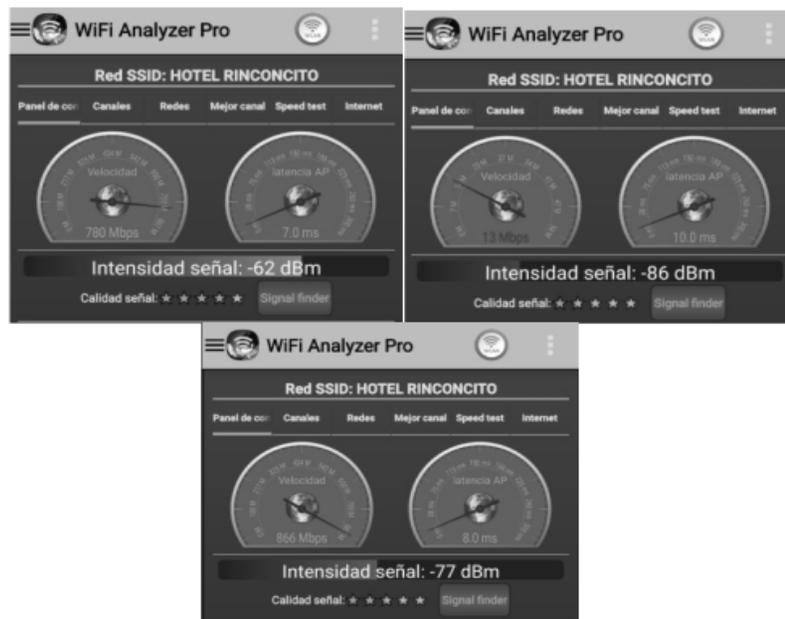
Tipo de recinto	Altura del plano de trabajo (m)	Recinto	Potencia Recibida (dB)	
			2.4 GHz	5.0 GHz
Habitaciones	0,8	habitación 301	-81,7	-88,4
		habitación 302	-72,4	-79
		habitación 303	-71,5	-78,1
		habitación 304	-69,5	-76,1
		habitación 305	-55	-61,6
		habitación 306	-50,8	-57,4
		habitación 307	-68,7	-75,4
		habitación 308	-57,2	-63,8
		habitación 309	-63,5	-70,1
BAÑO Y DUCHA	0,5	baño	-66,8	-73,5
		baño 2	-53,4	-60
Escaleras piso 2 Pasadizo	2	escaleras piso 3	-60,9	-67,6
	1,3	pasillo	-70,8	-77,3

*Nota.* En la tabla 4 se visualiza la medida del nivel de potencia de recepción en los ambientes del hotel tanto para la frecuencia de 2.4 GHz y 5 GHz, considerando la altura en la que los dispositivos interactúa cada dispositivo inalámbrico.

Habiendo realizado los estudios de propagación de la señal, se procede a realizar el estudio utilizando la aplicación wifi analyzer en los distintos ambientes del hotel, obtenido valores prácticos muy parecidos a los valores teóricos, tal como se muestra en la figura 9.

**Figura 9**

*Medidas en 3 ambientes distintos del hotel con Wifi Analyzer*



*Nota.* En la figura 9 se muestra la medida que se tomó en 3 ambientes distintos del hotel con respecto al Access point en el primer piso, para corroborar los datos obtenidos con la simulación.

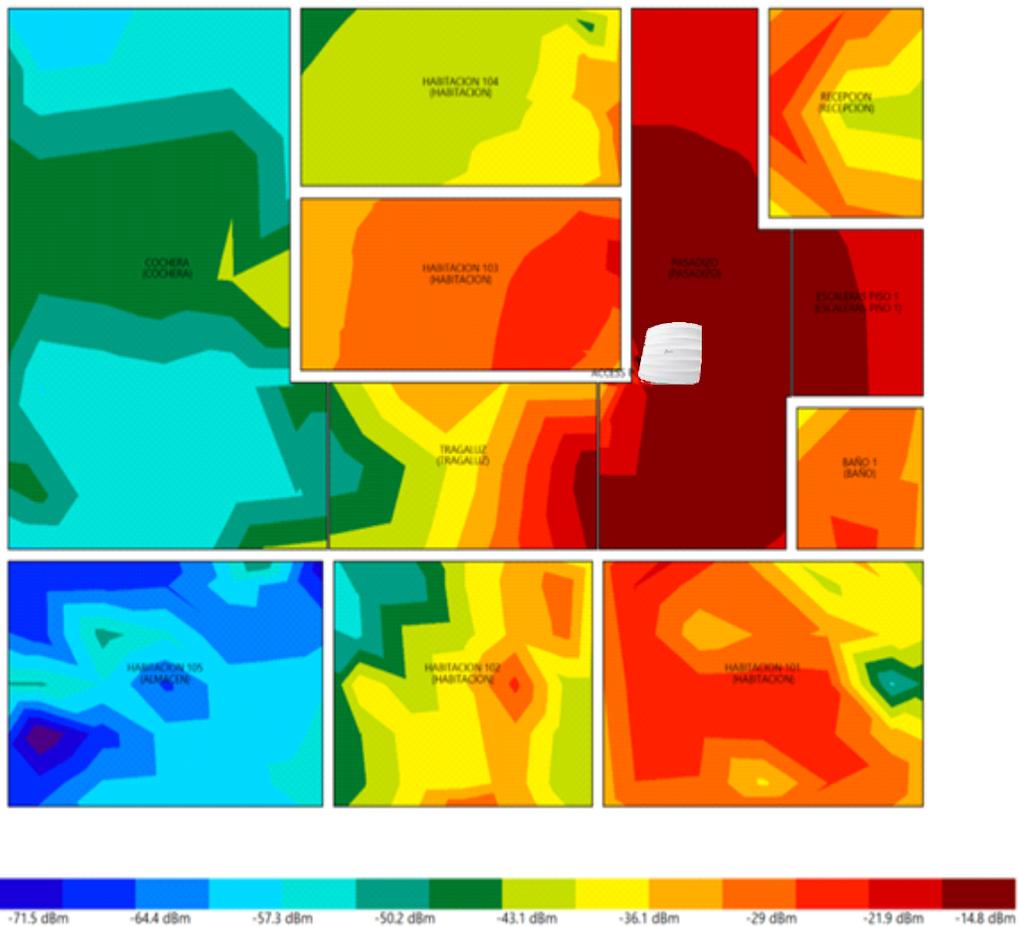
Luego de realizar los 10 ensayos correspondientes, todos del mismo método que se usó para el de punto de partida, se determinó que el ensayo final fue el más idóneo para la implementación de nuestra red.

### Ensayo final para la ubicación de nodos en el diseño

Realizamos el ultimo ensayo para determinar la posición de los acces point en los distintos pisos del hotel, primero ubicamos los acces point en el primer piso tal como se muestra en la figura 10.

#### Figura 10

*Espectro de propagación de la señal inalámbrica en función a la ubicación de los Access en el primer piso*

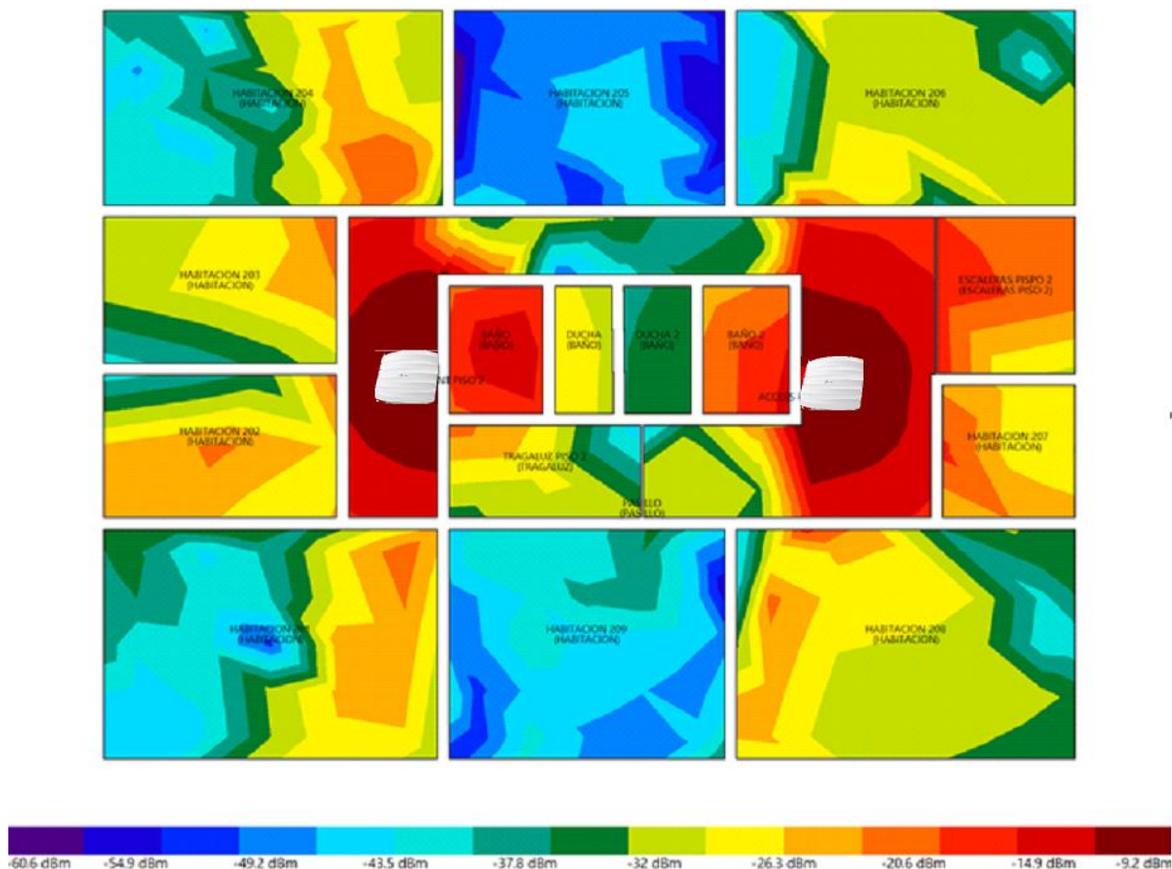


*Nota.* En la imagen 10 se muestra la propagación de la señal inalámbrica en el primer piso con respecto a la ubicación del Access point, de acuerdo con nuestra fuente definida en el marco teórico la intensidad de señal esta detallada por una franja de colores, variando entre -14,8 y 78,5 dBm, siendo el valor idóneo para una buena conexión entre -30 y -50 dBm.

Se realiza la ubicación de los Access point en el segundo piso en los ambientes adecuados luego de haber realizado el estudio correspondiente, tal como se muestra en la figura 11.

**Figura 11**

*Espectro de propagación de la señal inalámbrica en función a la ubicación de los Access point en el segundo piso.*

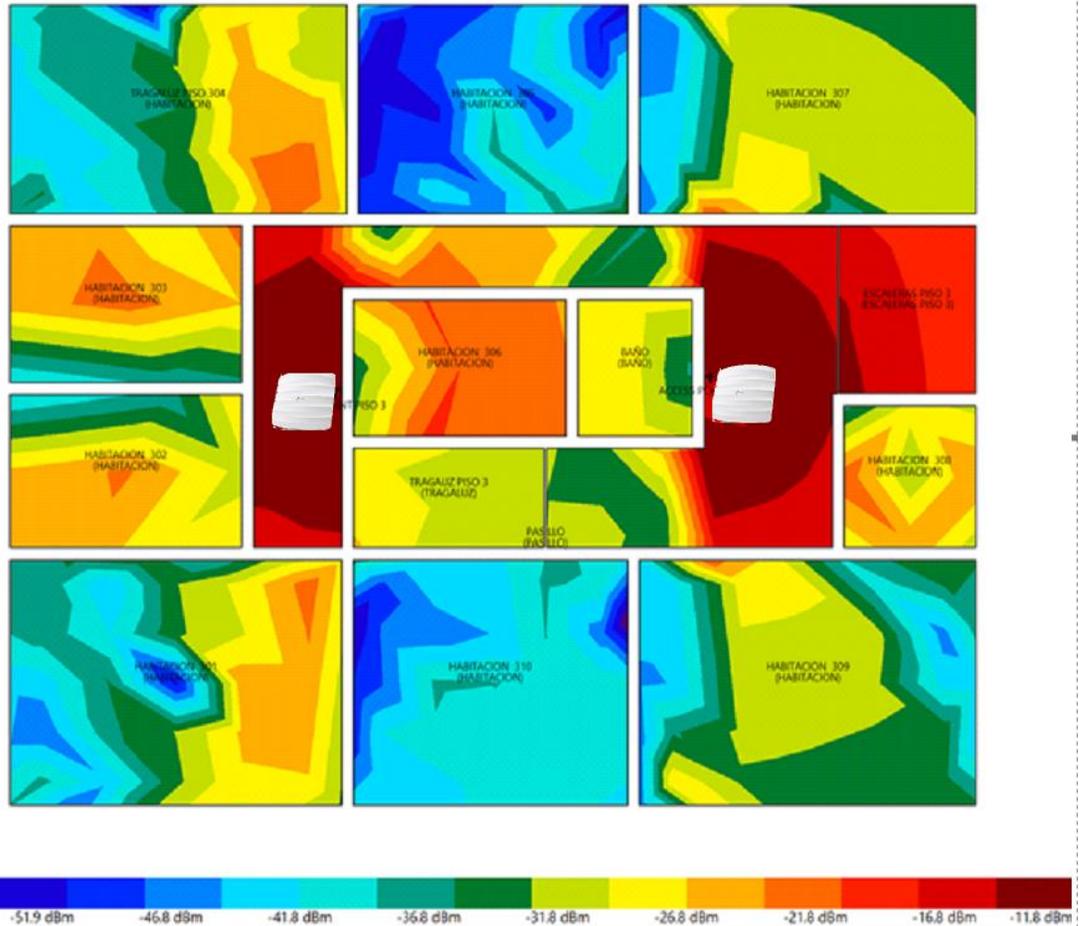


*Nota.* En la imagen 11 se muestra la propagación de la señal inalámbrica en el segundo con respecto a la ubicación de los Access point, de acuerdo con nuestra fuente definida en el marco teórico la intensidad de señal esta detallada por una franja de colores, variando entre -9,2 y 60,6 dBm, siendo el valor idóneo para una buena conexión entre -30 y -50 dBm.

Se realiza la ubicación de los Access point en el tercer piso en los ambientes adecuados luego de haber realizado el estudio correspondiente, tal como se muestra en la figura 12.

**Figura 12**

*Espectro de propagación de la señal inalámbrica en función a la ubicación de los EAP245 en el tercer piso*



*Nota.* En la imagen 12 se muestra la propagación de la señal inalámbrica en el tercer piso con respecto a la ubicación de los Access point, de acuerdo con nuestra fuente definida en el marco teórico la intensidad de señal esta detallada por una franja de colores, variando entre -11,8 y 56,9 dBm, siendo el valor idóneo para una buena conexión entre -30 y -50 dBm.

Habiendo ubicado los Access point los ambientes del primer piso realizamos el estudio de propagación con respecto a receptores en los distintos ambientes, obteniendo los valores en dB idóneos, tal como se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5**

*Potencia recibida en cada ambiente del primer piso del hotel*

Tipo de recinto	Altura del plano de trabajo (m)	Recinto	Potencia Recibida (dB)	
			2.4 GHz	5.0 GHz
Habitaciones	0,8	habitación 101	-53,7	-51,3
		habitación 102	-53,7	-51,4
		habitación 103	-33,5	-41,1
		habitación 104	-46	-53,7
		habitación 105	-78,5	-56,2
Recepción	0,8	recepción	-43,2	-50,8
Raño	0,5	baño 1	-39	-46,6
Rochera	1	cochera	-58,8	-56,4
Tragaluz	1	tragaluz	-52,2	-59,9
Pasadizo	1	pasadizo	-35,7	-43,3
Escaleras piso 1	1,5	escaleras piso 1	-21,6	-29,2

Habiendo ubicado los Access point los ambientes del segundo piso realizamos el estudio de propagación con respecto a receptores en los distintos ambientes, obteniendo los valores en dB idóneos, tal como se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6***Potencia recibida en cada ambiente del segundo piso del hotel*

Tipo de recinto	Altura del plano de trabajo (m)	Recinto	Potencia Recibida (dB)	
			2.4 GHz	5.0 GHz
Habitaciones	0,8	habitación 201	-51,3	-58,9
		habitación 202	-41,4	-49,1
		habitación 203	-41,4	-49,1
		habitación 204	-47,7	-55,3
		habitación 205	-60,6	-68,3
		habitación 206	-47	-54,7
		habitación 207	-29,8	-37,5
		habitación 208	-45,3	-52,9
		habitación 209	-56,3	-64
Baño y ducha	0,5	baño	-36,5	-44,2
		ducha	-31,2	-38,8
		ducha 2	-37,8	-45,4
		baño 2	-24,7	-32,3
Escaleras piso 2	2	escaleras piso 2	-30,7	-38,3
pasadizo	1,3	pasillo	-49,6	-57,3

Habiendo ubicado los Access point los ambientes del tercer piso realizamos el estudio de propagación con respecto a receptores en los distintos ambientes, obteniendo los valores en dB idóneos, tal como se muestra en la tabla 7.

**Tabla 7***Potencia recibida en cada ambiente del tercer piso del hotel*

Tipo de recinto	Altura del plano de trabajo (m)	Recinto	Potencia Recibida (dB)	
			2.4 GHz	5.0 GHz
Habitaciones	0,8	habitación 301	-51,8	-58,9
		habitación 302	-42,1	-49,1
		habitación 303	-42,1	-49,1
		habitación 304	-53,8	-55,3
		habitación 305	-53,9	-68,3
		habitación 306	-34,8	-54,7
		habitación 307	-48,0	-37,5
		habitación 308	-36,9	-52,9
		habitación 309	-47,8	-64
Baño y ducha	0,5	baño	-56,9	-44,2
		ducha	-20,8	-38,8
		ducha 2	-49,6	-45,4
		baño 2	-32,8	-32,3
Escaleras piso 2	2	escaleras piso 3	-36,5	-38,3
pasadizo	1,3	pasillo	-51,8	-57,3

Habiendo realizado el último ensayo, se procede a realizar el estudio utilizando el aplicativo wifi analyzer para medir la intensidad de campo en los distintos ambientes del hotel, obteniendo valores prácticos muy parecidos a los valores teóricos, tal como se muestra en la figura 13.

**Figura 13**

*Parámetros de medición de campo con el aplicativo Wifi Analyzer*



*Nota.* En la imagen 13 nos muestra la intensidad de señal Wifi con la que esta recepcionando el dispositivo móvil.

- **Detalles del diseño lógico**

En este punto se justifica los criterios que se tomó en cuenta para el diseño lógico del diseño de red inalámbrica mesh.

*Políticas de restricciones*

Los usuarios de la red inalámbrica solo podrán ingresar a la red con la SSID y la contraseña de la red, los únicos que podrán ingresar a la configuración de la red será el administrador de la red y el personal al que se le brinde el acceso cloud.

### *Tipo y modo de direccionamiento Ip de la red inalámbrica mesh*

Los dispositivos que se conectaran a la red inalámbrica mesh tendrá un tipo de direccionamiento IP estático que tiene un rango desde 192.168.0.220/24 al 192.168.0.230/24.

Por otro lado, la asignación Ip de los dispositivos que se conectaran a la red será de modo dinámico, siendo el router de nuestro proveedor de servicio de internet nuestro servidor DHCP, quien asignara de manera dinámica las Ip a los dispositivos inalámbricos.

### *Rango de direccionamiento*

El rango de direccionamiento Ip de los equipos de la red es el siguiente:

**Tabla 8**

*Rango de direccionamiento estático para los equipos de la red*

<b>Dispositivo</b>	<b>Dirección IP</b>	<b>Mascara de subred</b>	<b>Gateway</b>
Controlador Omada OC200	192.168.0.225	255.255.255.0	192.168.0.1
EAP245_PISO 1	192.168.0.224	255.255.255.0	192.168.0.1
EAP245_PISO 2	192.168.0.223	255.255.255.0	192.168.0.1
EAP245_PISO 2(II)	192.168.0.222	255.255.255.0	192.168.0.1
EAP245_PISO 3	192.168.0.221	255.255.255.0	192.168.0.1
EAP245_PISO 3(II)	192.168.0.220	255.255.255.0	192.168.0.1

### *Ancho de banda requerido para la red inalámbrica*

El ancho de banda que se necesita para el buen funcionamiento de la red Wifi es de 300 Mbps esto basado en un estudio de los requerimientos mínimos para los distintos dispositivos que se conectaran a la red inalámbrica:

Para determinar el ancho de banda de internet que requerirá nuestro diseño de red inalámbrica se toma en cuenta la cantidad de ancho de banda que necesitara cada dispositivo, tal como se muestra en la tabla 9.

**Tabla 9**

*Ancho de banda requerido de la red inalámbrica*

<b>velocidad de internet para los servicios del hotel rincocito</b>					
<b>Dispositivos</b>	<b>Velocidad de internet mínima (Mbps)</b>	<b>Velocidad de internet optima (Mbps)</b>	<b>Promedio (Mbps)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Velocidad ocupada (Mbps)</b>
SMART TV	5	8	6,5	20	130
DVR (CAMARAS DE SEGURIDAD)	1	3	2	6	12
SMART PHONE	2	5	3,5	20	70
COMPUTADORA - LAP TOP	3	8	7,5	20	150
TOTAL					362

*Configuración de los equipos del sistema de red inalámbrica mesh:*

*Configuración rápida del Wireless controler*

Lo primero que visualizaremos al momento de iniciar el controlar OC 200 es un asistente de configuración donde le pondremos un nombre al controlador, tal como se muestra en la figura 14, seleccionar el país y la aplicación para la que le daremos uso.

## Figura 14

### Interfaz de configuracion rapida del controlador

tp-link omada

1 Omada Setup Wizard — 2 Configure Devices — 3 Configure Wi-Fi — 4 Controller Access — 5 Summary

**Omada Setup Wizard**

Set Your Controller Name:

Set your country or region:

Select Your Timezone:

**Application Scenario**

Select the application scenario depending on your needs. We will guide you configure and optimize the parameters of your network according to your scenario.

Hotel
  Restaurant
  Office
  Factory

Dormitory
  Campus
  Hospital
  Home

Shopping
  Airport
  Customized

Next

Nota. extraído del video de la página oficial de tp-link: <https://n9.cl/a2oy5>

En la figura 15 nos muestra los EAP que se van a integrar a la red, es importante resaltar que en este paso no se debe integrar los nodos a la red para evitar fallas en el sistema.

## Figura 15

### Interfaz de configuracion de dispositivos.

Omada Setup Wizard — 2 Configure Devices — 3 Configure Wi-Fi — 4 Controller Access — 5 Summary

**Configure Devices**

Please select the devices you would like to configure.

<input type="checkbox"/>	DEVICE NAME	MODEL	IP ADDRESS	UPTIME
<input type="checkbox"/>	0C-80-63-07-18-6C	EAP225(EU) v3.0	192.168.0.148	0 days 00:57:16
<input type="checkbox"/>	1C-3B-F3-00-F8-44	TL-R605 v1.0	192.168.0.1	0 days 00:58:19
<input type="checkbox"/>	60-32-B1-8D-40-7B	TL-SG2008 v3.0	192.168.0.143	0 days 00:58:02

Select 0 of 3 items Showing 1-3 of 3 records < 1 > 10 /page Go To page:  GO

Back Skip Next

Nota. extraído del video de la página oficial de tp-link: <https://n9.cl/a2oy5>

En la figura 16 nos muestra el paso en el que podemos crear el la SSID de la red y la contraseña.

**Figura 16**

*Asignación de la SSID o nombre de la red en el asistente de configuración rápida.*

*Nota.* extraído del video de la página oficial de tp-link: <https://n9.cl/a2oy5>

En la figura 17 se ve el administrador de la red local y el administrador de red que ara las configuraciones remotamente.

**Figura 17**

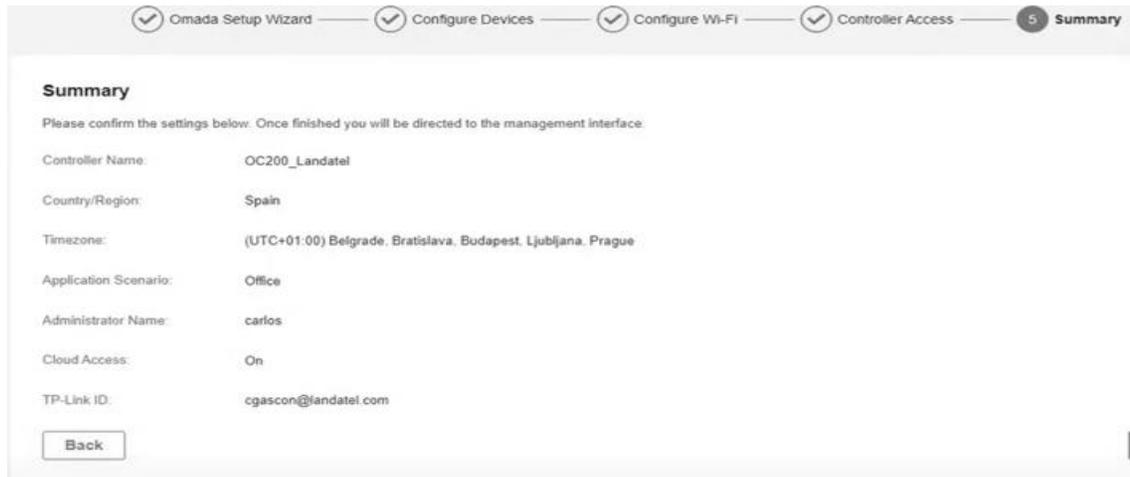
*Asignación de los administradores de red en el asistente de configuración rápida*

*Nota.* extraído del video de la página oficial de tp-link: <https://n9.cl/a2oy5>

En la figura 18 nos muestra el último paso a seguir, el cual es el de confirmar todos los datos que se configuro en los pasos anteriores.

**Figura 18**

*Resumen de configuraciones del asistente de configuracion rapida*

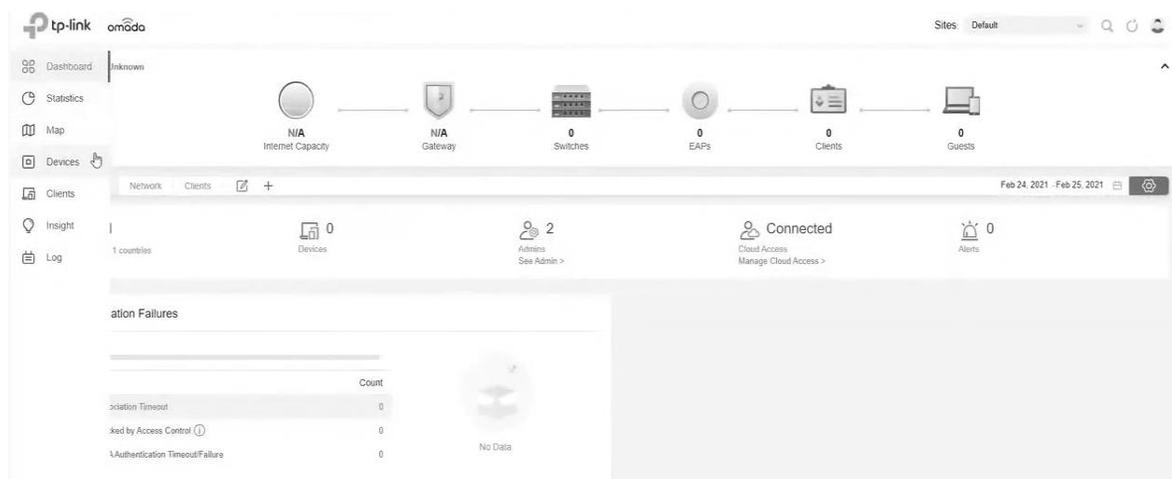


*Nota.* extraído del video de la página oficial de tp-link: <https://n9.cl/a2oy5>

Luego de logear con nuestro usuario y contraseña, nos mostrara la interfaz del software del controlador donde tendremos distintos apartados como estadísticas, topología, dispositivos que podemos adoptar, los clientes conectados a la red y las estadísticas temporales de la red, tal y como podemos visualizar en la figura 19.

**Figura 19**

*Interfaz gráfica general del controlador*



*Nota.* extraído del video de la página oficial de tp-link: <https://n9.cl/a2oy5>

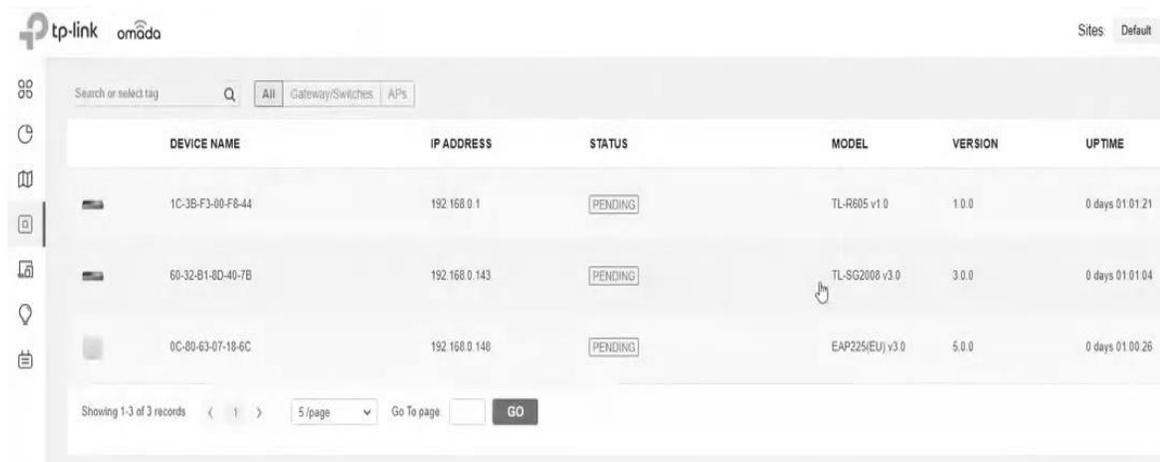
## Configuración de la red mesh en el Wireless controler

*Configuración de los EAP con el controlador:* En la figura 12 se visualiza los distintos EAP que están listos para ser adoptados por la red.

Luego de ingresamos al apartado de dispositivos donde visualizamos el estado de los distintos dispositivos de la red tal y como se ve en la figura 20.

### Figura 20

*Dispositivos o nodos listos para integrar a la red inalámbrica*



DEVICE NAME	IP ADDRESS	STATUS	MODEL	VERSION	UPTIME
1C-3B-F3-00-F8-44	192.168.0.1	PENDING	TL-R605 v1.0	1.0.0	0 days 01 01:21
60-32-B1-8D-40-7B	192.168.0.143	PENDING	TL-SG2008 v3.0	3.0.0	0 days 01 01:04
0C-80-63-07-18-6C	192.168.0.148	PENDING	EAP225(EU) v3.0	5.0.0	0 days 01 00:26

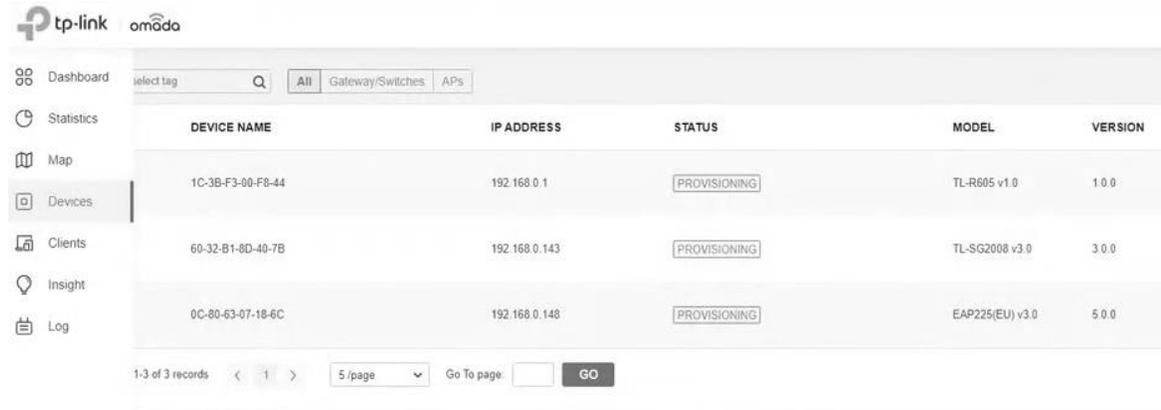
Showing 1-3 of 3 records < 1 > 5/page Go To page  GO

*Nota.* extraído del video de la página oficial de tp-link: <https://n9.cl/a2oy5>

Luego de adoptar los EAP nos mostrara el estado de estos como conectado como se visualiza en la figura 21.

## Figura 21

*Dispositivos o nodos correctamente integrados a la red inalámbrica mesh*



The screenshot shows the TP-Link Omada web interface. On the left is a navigation menu with options: Dashboard, Statistics, Map, Devices, Clients, Insight, and Log. The 'Devices' section is active, displaying a table of mesh devices. The table has columns for Device Name, IP Address, Status, Model, and Version. Three devices are listed, all with a 'PROVISIONING' status.

DEVICE NAME	IP ADDRESS	STATUS	MODEL	VERSION
1C-3B-F3-00-F8-44	192.168.0.1	PROVISIONING	TL-R605 v1.0	1.0.0
60-32-B1-8D-40-7B	192.168.0.143	PROVISIONING	TL-SG2008 v3.0	3.0.0
0C-80-63-07-18-6C	192.168.0.148	PROVISIONING	EAP225(EU) v3.0	5.0.0

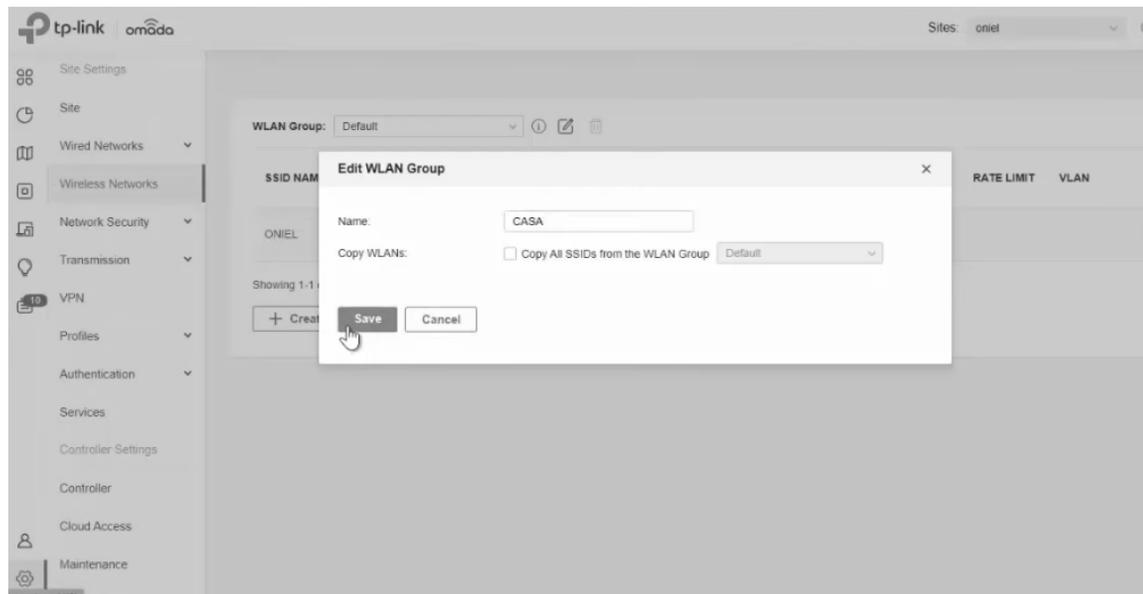
At the bottom of the table, it shows '1-3 of 3 records', a page size of '5/page', and a 'Go To page' field with a 'GO' button.

*Nota.* extraído del video de la página oficial de tp-link: <https://n9.cl/a2oy5>

A continuación, en el área de redes inalámbricas modificamos el nombre del grupo WLAN, tal como se visualiza en la figura 22.

## Figura 22

*Modificación del grupo red inalámbrica de área local.*

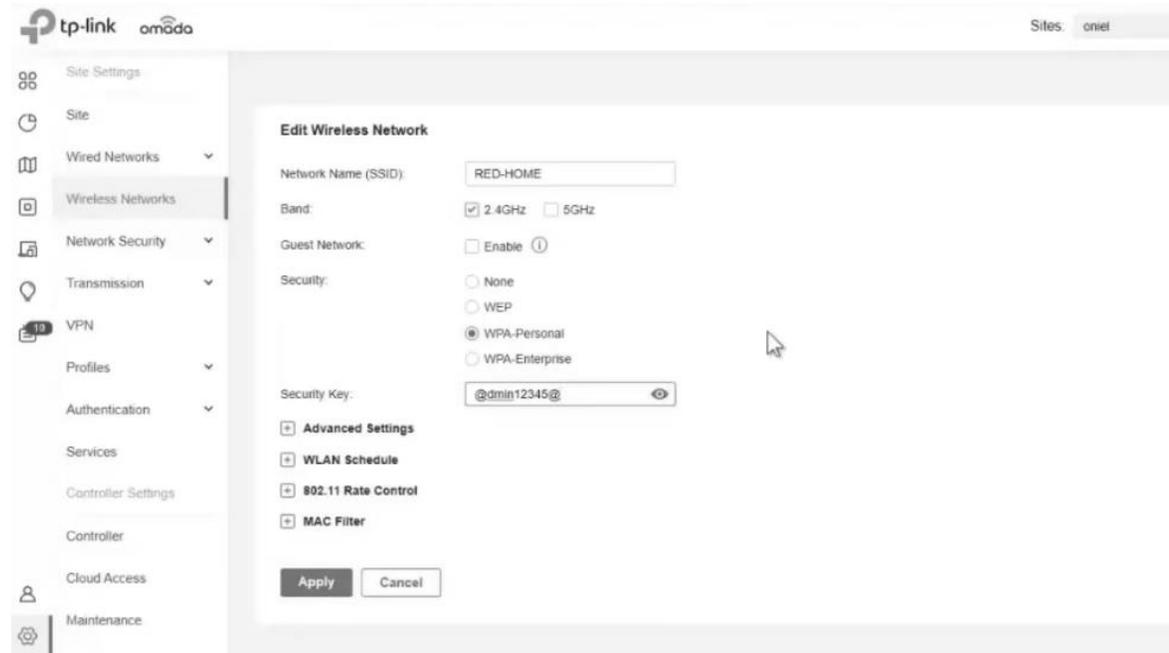


*Nota.* extraído del video de la página oficial de tp-link: <https://n9.cl/a2oy5>

Una vez creado el grupo WLAN, crearemos nuestra red inalámbrica mesh donde configuraremos la SSID, se elegirá en que bandas de frecuencia va a trabajar, pondremos la contraseña de la red y configuraremos el tipo de seguridad que tendrá cada EAP, como se muestra en la figura 23.

**Figura 23**

Configuración del nombre de red y parámetros necesarios para la red inalámbrica.

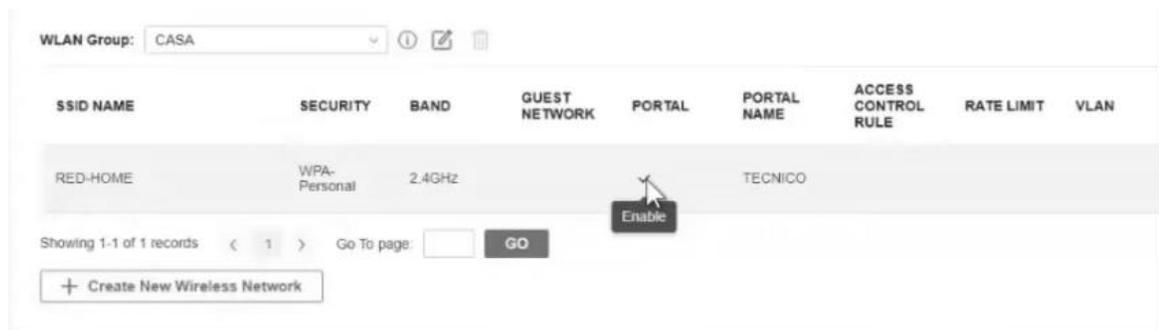


Nota. extraído del video de la página oficial de tp-link: <https://n9.cl/a2oy5>

Luego de configurar los parámetros de nuestra red inalámbrica, procedemos a visualizar que todo esta correcto con un check, tal como se ve en la figura 24

**Figura 24**

Configuración del nombre de red y parámetros necesarios para la red inalámbrica

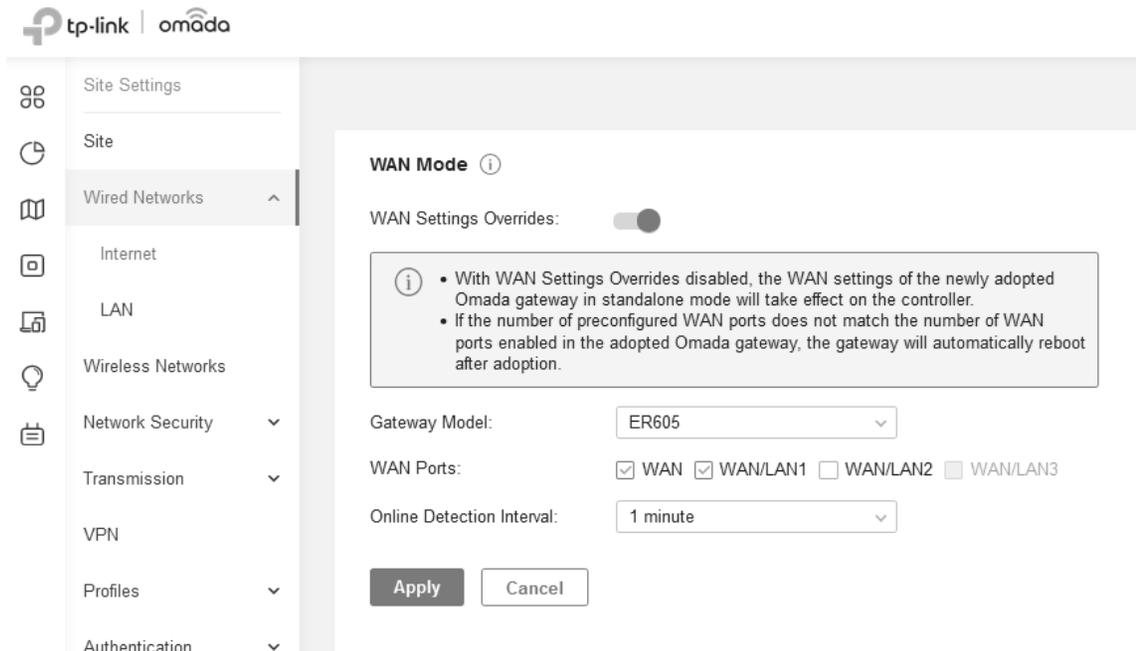


Nota. extraído del video de la página oficial de tp-link: <https://n9.cl/a2oy5>

Luego de terminar con las configuraciones de red correspondiente vamos al apartado de configuración de red, tal como se visualiza en la figura 25.

**Figura 25**

*Configuración de redundancia de red inalámbrica*



*Nota.* En la figura nos muestra la configuración para la redundancia de la red, la cual es necesaria para no perder la conexión de los servicios de la red mesh, en caso de que caiga una red se activará el otro puerto WAN con un intervalo de 1 minuto.

- **Cálculo de calidad de servicio:**

*Disponibilidad*

Para garantizar una alta disponibilidad para el diseño de la red inalámbrica mes, se ha tomado en cuenta que el punto más crítico es el acceso a internet para lo cual se está utilizando una redundancia en el acceso a internet, utilizando dos proveedores de internet (cisco,2020).

Por otro lado, se realizaron los cálculos para medir la confiabilidad de la red, tomando en cuenta que el tiempo de reconexiones al día por redundancia es de 1 minuto, para esto utilizamos la ecuación 2.

$$DD = \frac{tudm}{tmd} * 100 = \frac{24*59}{24*60} * 100 = 98.3\%$$

Dd = Porcentaje de disponibilidad en el dispositivo

Tudm = tiempo total de actividad en un día en minutos

Tmd = minutos totales en un día

La disponibilidad de la red inalámbrica de nuestro diseño tiene una confiabilidad del 98% ya que tiene un tiempo de reinicio de 1 minuto al día en promedio.

### *Fiabilidad*

Calculamos la fiabilidad de la red la cual es para poder calcular el tiempo en que la red tiene fallas a lo largo del día, para ello utilizamos la ecuación 4.

$$DRMTBF = \frac{tmd}{nfd} = \frac{24*60}{2} = 1440 \text{ minutos} = 24 \text{ horas}$$

DRMTBF= fiabilidad de tiempo medio entre fallas del dispositivo

Tmd= minutos totales en un día

Nfd= número de fallas en un día

La fiabilidad del servicio es de 24 horas con respecto a las fallas que son 1 vez al día, por tanto, se demuestra mediante cálculos que la red es completamente fiable.

### **3.2.4 Desarrollo e implementación**

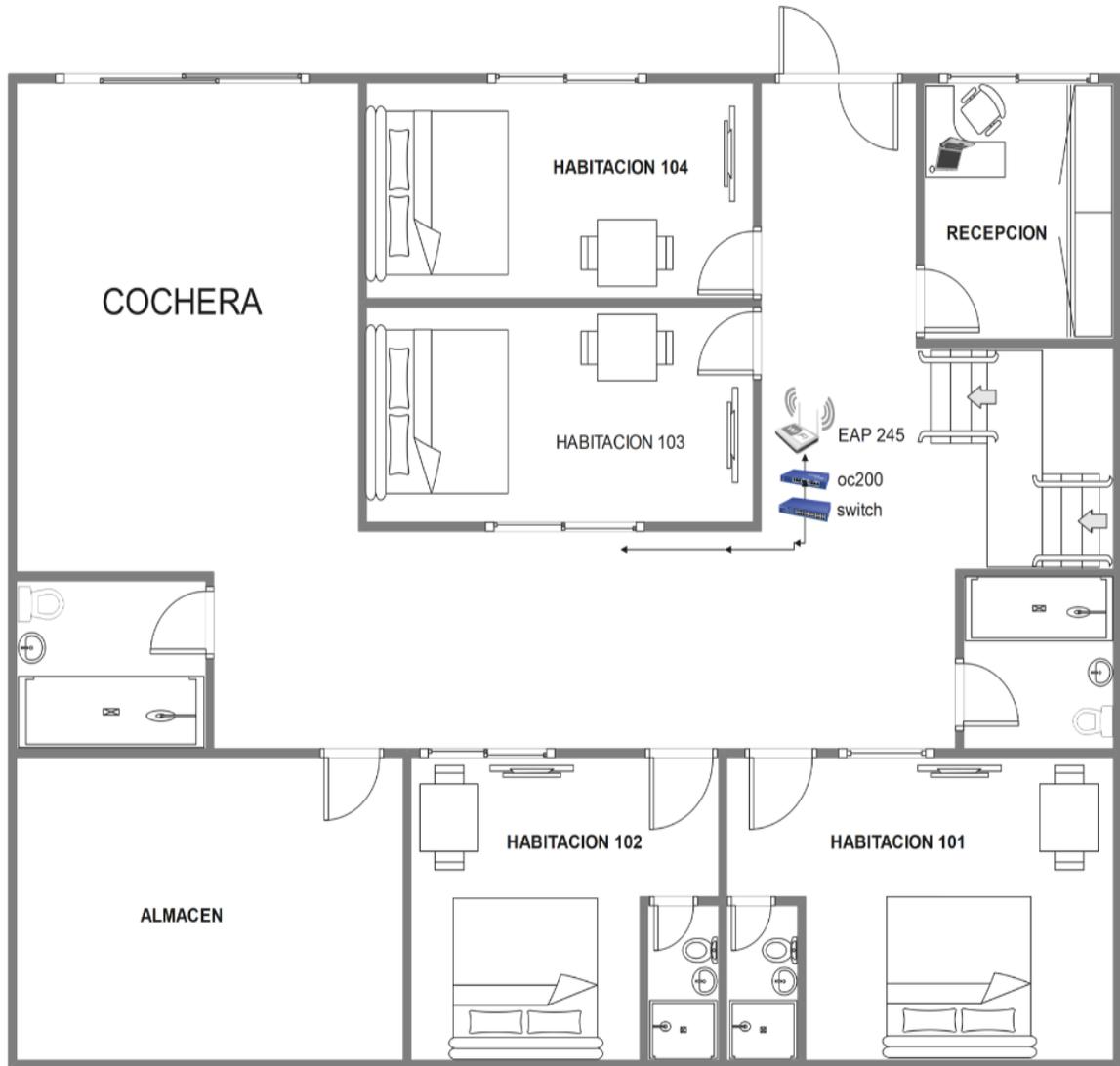
- **Ubicación de los equipos en los planos**

Para la Ubicación de los equipos de nuestra red mesh, se realizó el método de ensayo error, en el cual se probó la ubicación de los nodos en distintas ubicaciones del hotel en dos ensayos distintos.

Luego de haber hecho el estudio para determinar la ubicación de los equipos en el primer piso, lo plasmamos en nuestro plano del diseño físico de la red, tal como se ve en la figura 26.

**Figura 26**

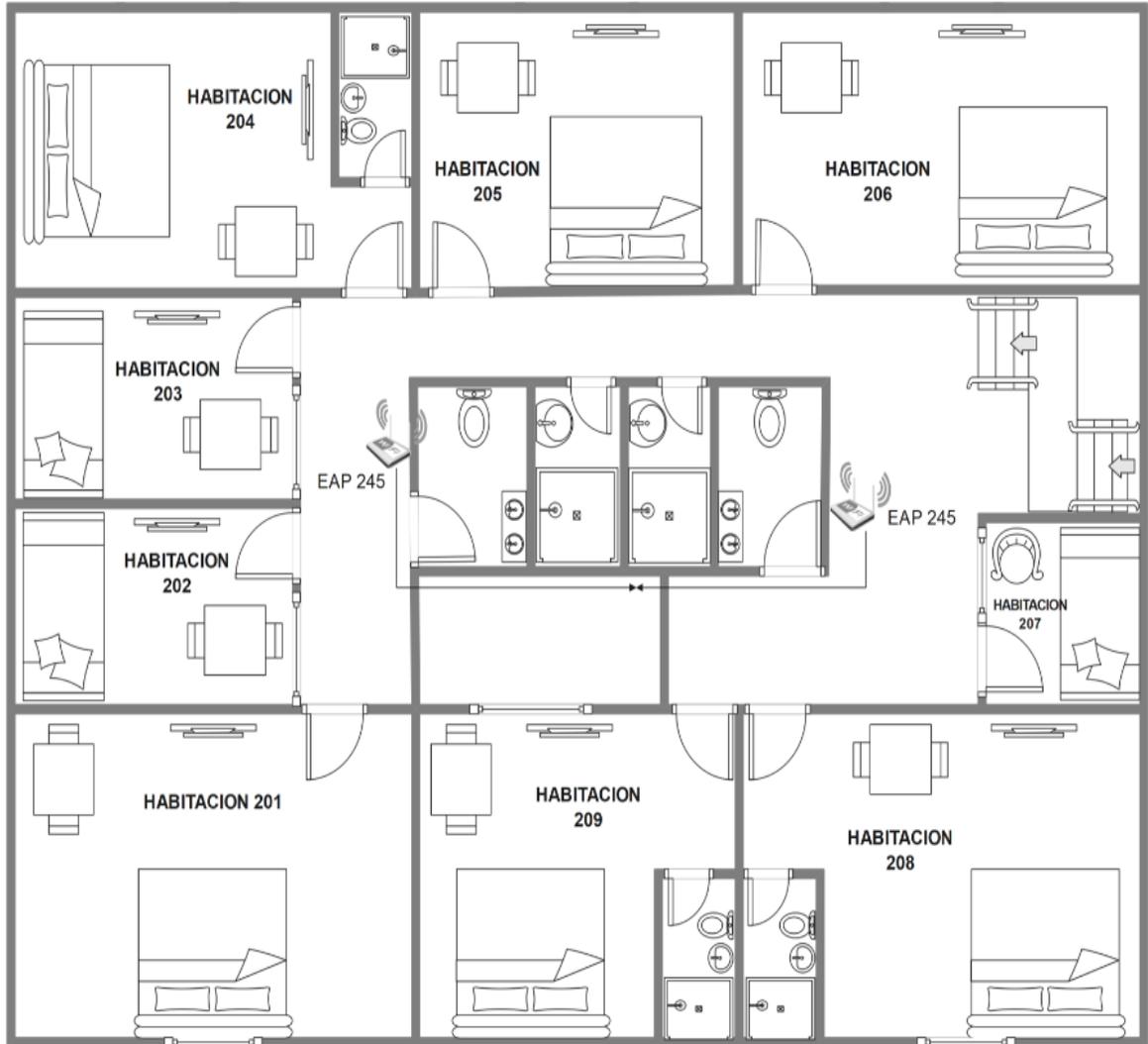
*Planos del primer piso con la Ubicación de los equipos mesh*



Así mismo en la figura 27 se visualiza la ubicación de los Access point en los planos del diseño físico de la red del segundo piso del hotel.

### Figura 27

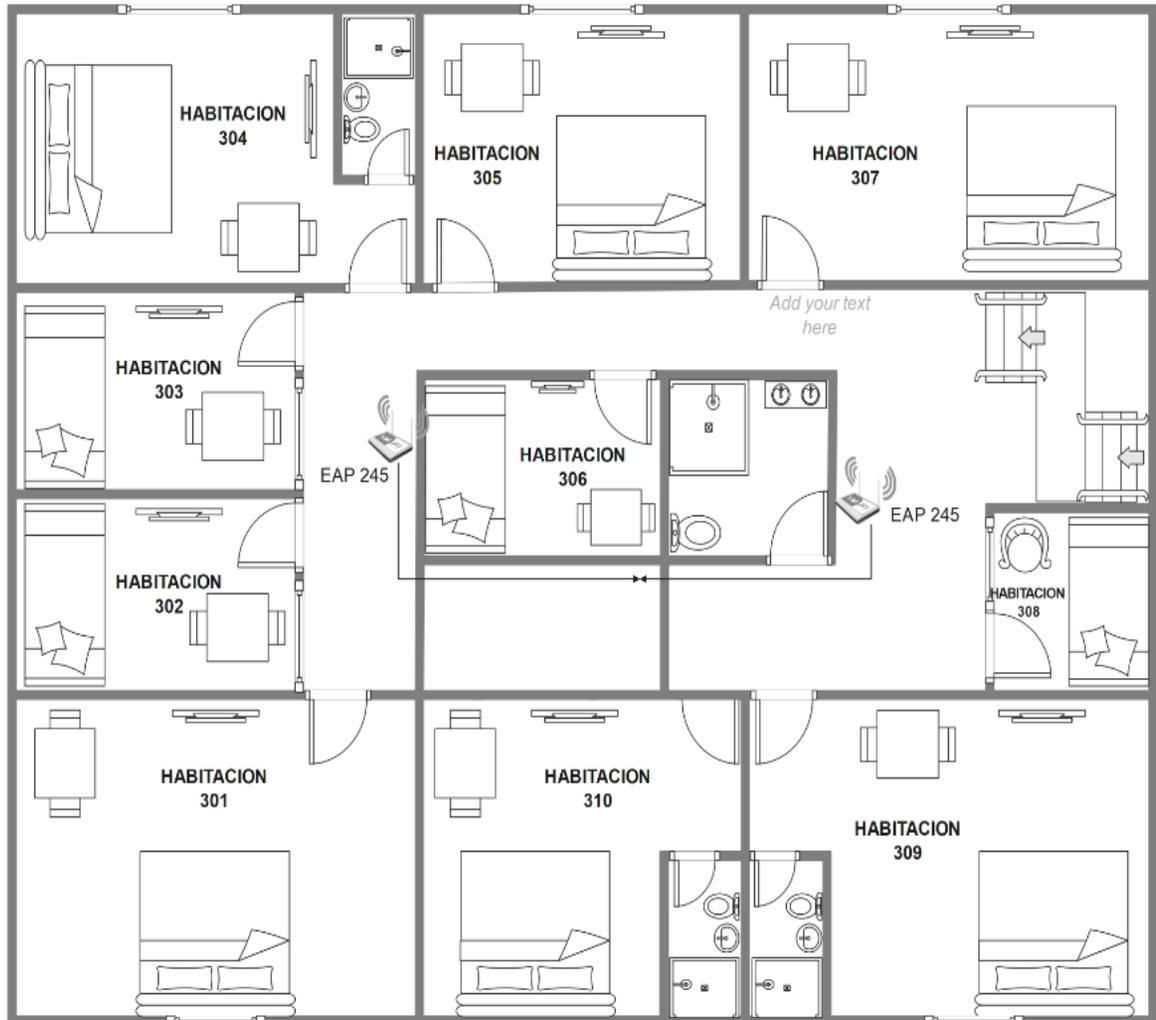
*Planos del segundo piso con la Ubicación de los equipos mesh*



Así mismo en la figura 28 se visualiza la ubicación de los Access point en los planos del diseño físico de la red del tercer piso del hotel.

### Figura 28

*Planos del tercer piso con la Ubicación de los equipos mesh*



- **Configuración de los equipos del sistema de red inalámbrica**

Procedemos a configurar los equipos de la red inalámbrica del hotel rinconcito, para ello hacemos las configuraciones rápidas del controlador, tal como se ve en la figura 29.

**Figura 29**

*Configuración rápida del controlador Omada Oc200*

**Omada Setup Wizard**

1 Omada Setup Wizard — 2 Configure Devices — 3 Configure WAN Settings Overrides — 4 Configure Wi-Fi — 5 Controller Access — 6 Summary

Set Your Controller Name:

Set your country or region:

Select Your Timezone:

**Application Scenario**

Select the application scenario depending on your needs. We will guide you configure and optimize the parameters of your network according to your scenario.

Hotel
  Restaurant
  Office
  Factory
  Dormitory
  Campus
  Hospital
  Home

Next

Realizamos la configuración de los dispositivos como se muestra en la figura 30.

**Figura 30**

*Configuración de dispositivos del controlador Omada OC200*

✓ Omada Setup Wizard — 2 **Configure Devices** — 3 Configure WAN Settings Overrides — 4 Configure Wi-Fi — 5 Controller Access — 6 Summary

**Configure Devices**

Please select the devices you would like to configure.

<input type="checkbox"/>	DEVICE NAME	MODEL	IP ADDRESS	UPTIME
① No entry in the table.				

Una vez finalizado el paso anterior asignamos al administrador de la red, tal como se ve en la figura 31.

## Figura 31

### Asignación de los administradores de red del controlador Amada OC200

Omada Setup Wizard — Configure Devices — Configure WAN Settings Overrides — Configure Wi-Fi — **6 Controller Access** — Summary

**Controller Access**

Create an administrator name and password for local login to Omada Controller.

Administrator Name:  Enter the username with letters (case-sensitive), numbers, underscores, or hyphens.

Email:  ⓘ

Password:  ⓘ  
Strength: High

Confirm Password:  ⓘ

To enjoy Omada Cloud Service, you can log in and bind your TP-Link ID to your controller.

Cloud Access:

TP-Link ID:

**Join User Experience Improvement Program**

The program helps us improve our product and services. By joining this program, you agree to our [User Experience Improvement Program Policy](#).

Al finalizar todos los pasos de la configuración rápida nos mostrara un resumen detallado tal como se muestra en la figura 32.

## Figura 32

### Resumen de la configuración de asistente rápido de la red inalámbrica

Omada Setup Wizard — Configure Devices — Configure WAN Settings Overrides — Configure Wi-Fi — Controller Access — **6 Summary**

**Successful!**

Please confirm the settings below. Once finished you will be directed to the management interface.

Controller Name:	HOTEL RINCONCITO
Country/Region:	Peru
Timezone:	(UTC-05:00) Bogota, Lima, Quito
Application Scenario:	Hotel
Administrator Name:	diegocc3112
Cloud Access:	On
TP-Link ID:	diegocc3112@gmail.com

En la figura 33 visualizamos la interfaz de inicio de sesión al controlador de la red.

### Figura 33

*Inicio de sesión en el controlador omada con la clave y contraseña asignada previamente*

**Omada SDN Controller**

Remember Me

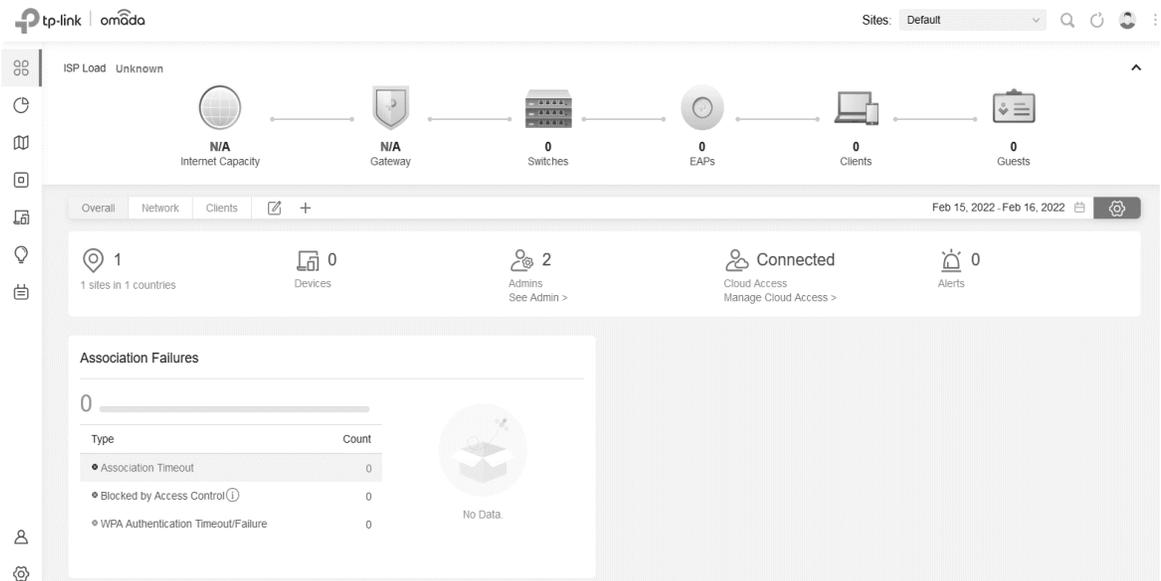
**Log in**

[Forgot password?](#)

Luego de iniciar sesión nos mostrara la interfaz grafica de nuestro controlador, tal como se ve en la figura 34.

### Figura 34

*Interfaz gráfica del controlador omada OC200*



Posteriormente realizamos la configuración de la Ip del controlador, tal como se ve en la figura 35.

**Figura 35**

*Asignación de Ip estática del controlador*

The screenshot shows the configuration page for a controller. The left sidebar contains a navigation menu with items like Site, Wired Networks, Wireless Networks, Network Security, Transmission, VPN, Profiles, Authentication, Services, Controller Settings, Controller, and Cloud Access. The main area is titled 'General Settings' and includes the following fields:

- Controller Name: HOTEL RINCONCITO
- Time Zone: (UTC-05:00) Bogota, Lima, Quito
- Daylight Saving Time:  Enable
- Primary NTP Server: 0.0.0.0
- Secondary NTP Server: 0.0.0.0
- Reset Button:  (with an info icon)
- Network Settings:
  - Static
  - DHCP
- IP Address: 192 . 168 . 0 . 222
- Netmask: 255 . 255 . 255 . 0
- Gateway: 192 . 168 . 0 . 1
- Primary DNS: 8 . 8 . 8 . 8
- Secondary DNS: 8 . 8 . 4 . 4 (Optional)

Luego de realizar el paso anterior podemos ver el estado de los Access point listos para ser adoptados e integrados a la red, tal como se ve en la figura 36.

**Figura 36**

*Integración de los Access Point EAP245 a la red Imbrica*

The screenshot shows the 'Access Points' page in the Omnicast interface. The table below lists the status of several EAP245 access points:

DEVICE NAME	IP ADDRESS	STATUS	MODEL	VERSION	DOWNLINK	UPTIME	ACTION
6C-5A-B0-45-58-A0	192.168.0.2	CONNECTED	EAP245(US) v 3.0	5.0.3	0	6m 12s	
6C-5A-B0-45-70-CA	192.168.0.46	PROVISIONING	EAP245(US) v 3.0	5.0.3	0	5m 41s	
C0-06-C3-E3-56-66	192.168.0.47	CONNECTED	EAP245(US) v 3.0	5.0.4	0	6m 34s	
C0-06-C3-E3-56-92	192.168.0.48	PROVISIONING	EAP245(US) v 3.0	5.0.4	0	6m 44s	

Una vez integrados los Access point a la red inalámbrica, podemos visualizar el estado de estos como *conectados* satisfactoriamente, tal como se ve en la figura 37.

### Figura 37

*Access Point EAP245 correctamente integrados a la red inalámbrica.*

	6C-5A-B0-45-58-A0	192.168.0.2	CONNECTED	EAP245(US) v 3.0	5.0.3
	6C-5A-B0-45-70-CA	192.168.0.46	CONNECTED	EAP245(US) v 3.0	5.0.3
	C0-06-C3-E3-56-66	192.168.0.47	CONNECTED	EAP245(US) v 3.0	5.0.4
	C0-06-C3-E3-56-92	192.168.0.48	CONNECTED	EAP245(US) v 3.0	5.0.4
	C0-06-C3-E3-56-AC	192.168.0.49	CONNECTED	EAP245(US) v 3.0	5.0.4

Showing 1-5 of 5 records < 1 > 10 /page Go To page:  GO

Posteriormente se asigna el sitio de la red inalámbrica con los datos y ubicación del hotel, tal como se muestra en la figura 38

### Figura 38

*Asignación del sitio donde estará nuestra red inalámbrica mesh.*

tp-link | omada

- Site Settings
- Site
- Wired Networks
- Wireless Networks
- Network Security
- Transmission
- VPN
- Profiles

#### Site Configuration

Site Name:

Country/Region:

Time Zone:

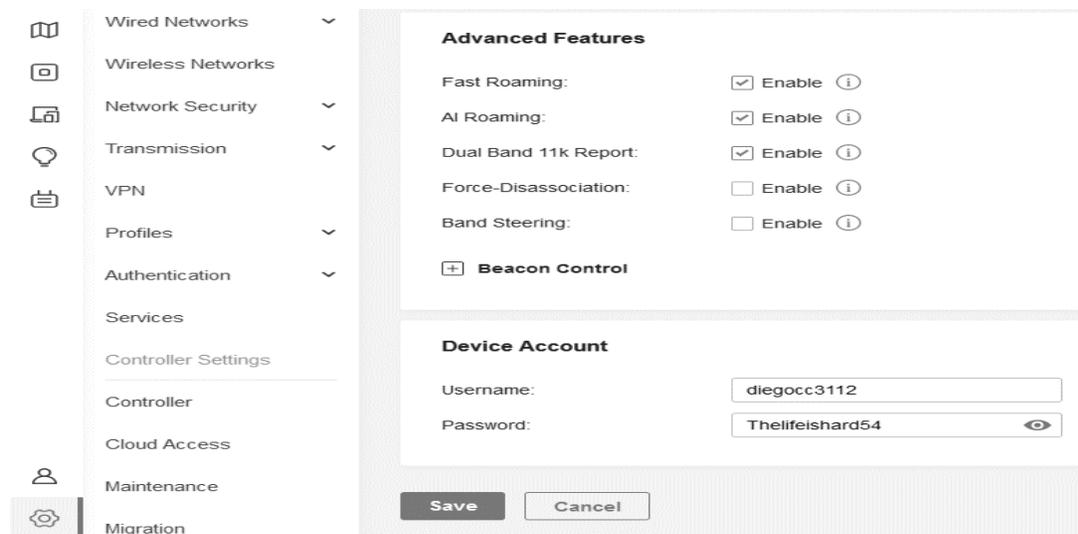
Daylight Saving Time:  Enable

Application Scenario:

Configuramos el usuario y contraseña de la red en la interfaz de configuraciones del controlador, tal como se ve en la figura 39.

**Figura 39**

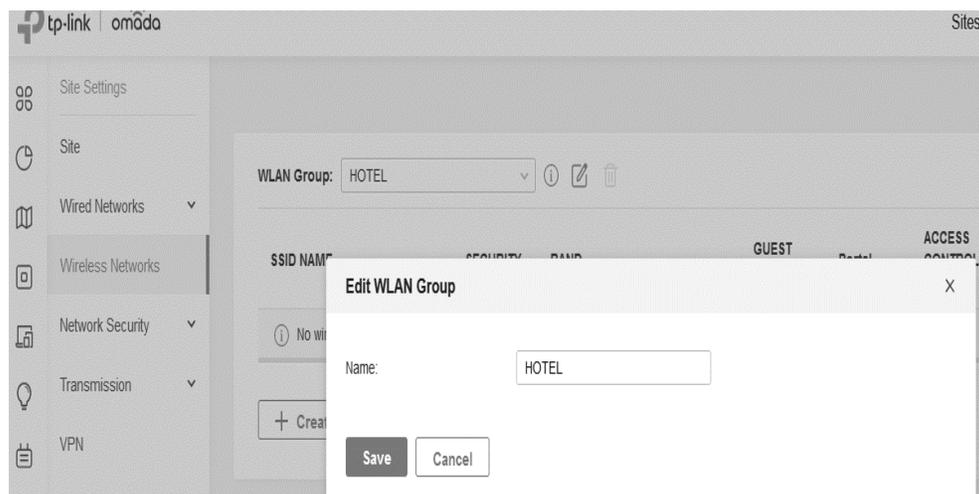
*Asignación de usuario y contraseña para que el controlador pueda configurar los EAP.*



Asignamos el rubro al que pertenece nuestra red inalámbrica para integrar posteriormente redes de otros rubros, como se ve en la imagen 40, para nuestro caso de estudio es un hotel.

**Figura 40**

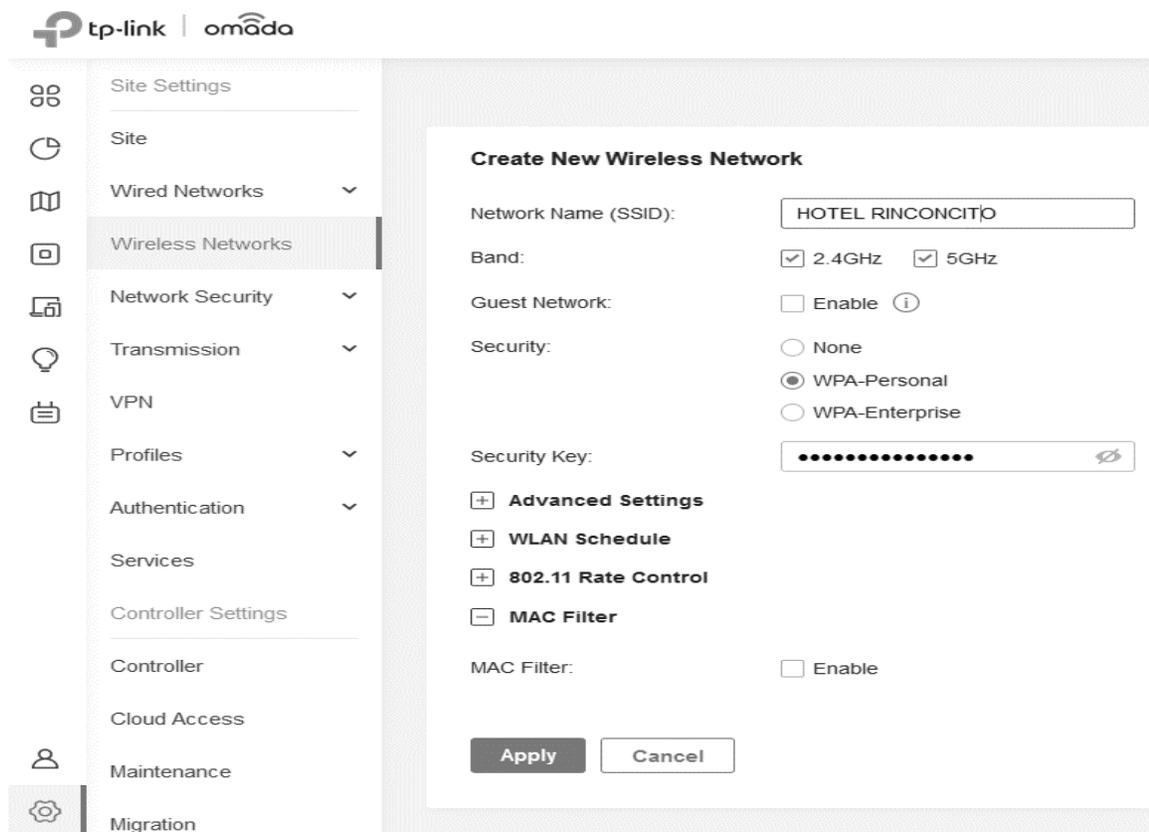
*Nombre del grupo de red inalámbrica de área local del hotel.*



En el apartado de configuración de redes inalámbricas habilitamos una contraseña y usuario para la red inalámbrica como se visualiza en la imagen 41.

**Figura 41**

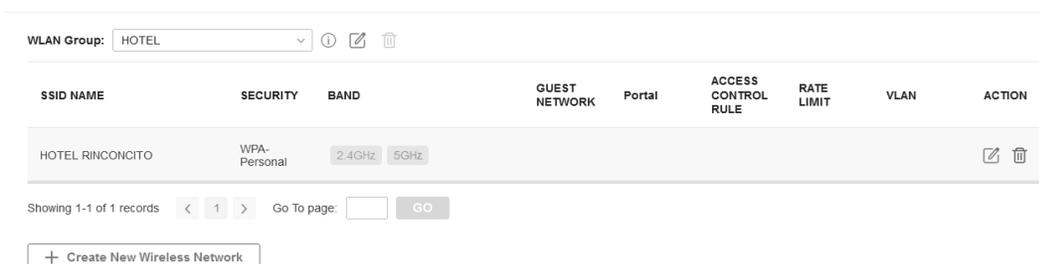
*Nombre y contraseña de la red inalámbrica mesh.*



En la imagen 42 se muestra la red correctamente creada con las 2 bandas de frecuencia integrada.

**Figura 42**

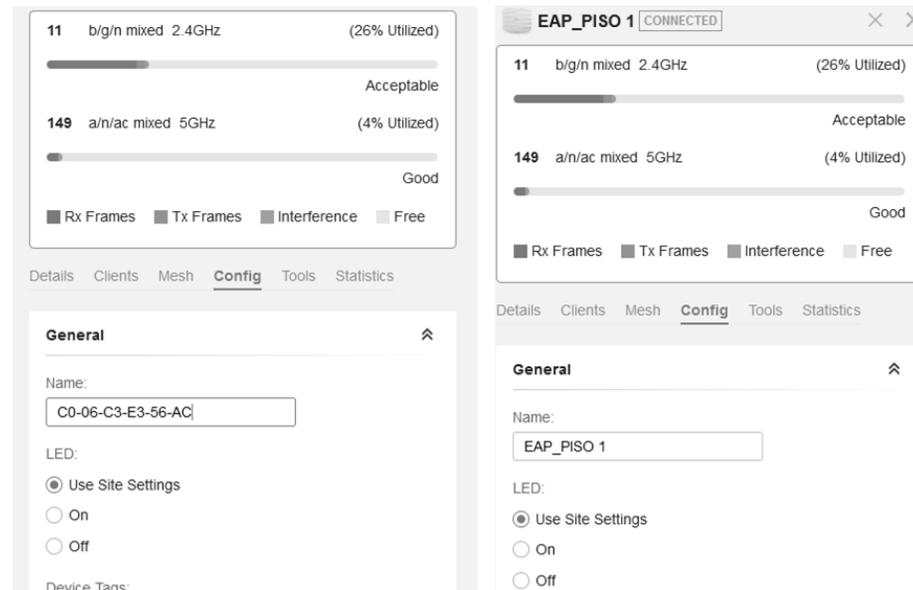
*SSID o nombre de red correctamente creado.*



Posteriormente realizamos el cambio de nombre de los access point para poder ser identificados al momento de su configuracion, tal como se ve en la figura 43.

**Figura 43**

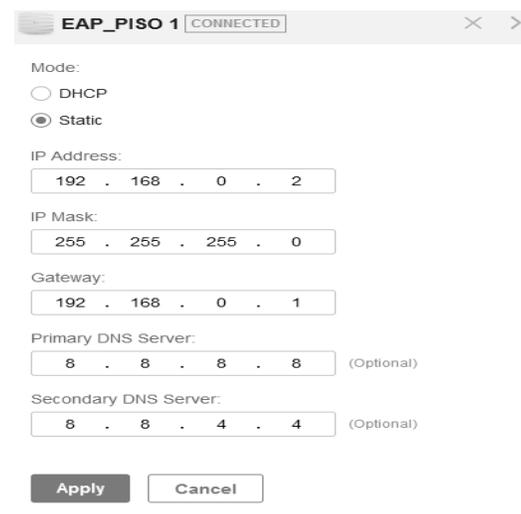
*Cambio de nombre de los access point EAP245*



Luego de realizar el paso anterior asignamos una Ip estática a los Access point como se muestra en la figura 44

**Figura 44**

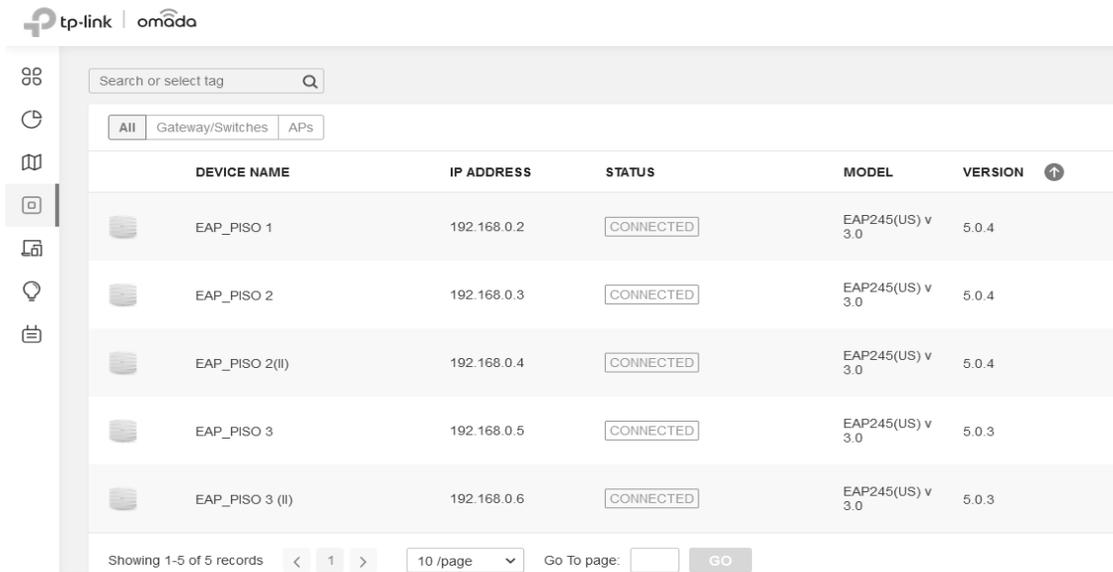
*Asignación de Ip estática a los EAP245*



En la figura 45 podemos visualizar que los Access point están correctamente integrados a la red con todas las configuraciones realizadas en los pasos anteriores.

### Figura 45

*Access point EAP 245 correstamente integrados a la red inalambrica mesh.*

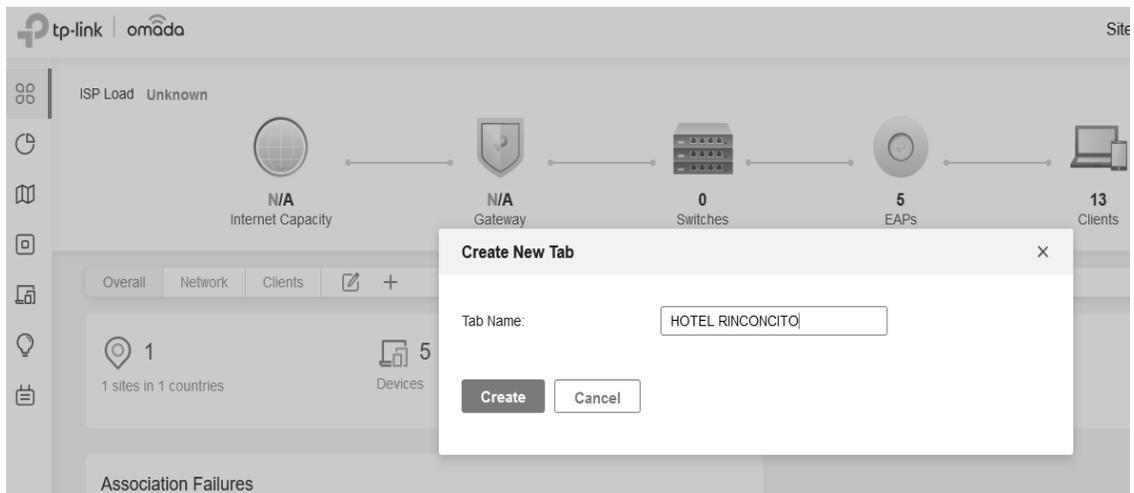


DEVICE NAME	IP ADDRESS	STATUS	MODEL	VERSION
EAP_PISO 1	192.168.0.2	CONNECTED	EAP245(US) v 3.0	5.0.4
EAP_PISO 2	192.168.0.3	CONNECTED	EAP245(US) v 3.0	5.0.4
EAP_PISO 2(II)	192.168.0.4	CONNECTED	EAP245(US) v 3.0	5.0.4
EAP_PISO 3	192.168.0.5	CONNECTED	EAP245(US) v 3.0	5.0.3
EAP_PISO 3 (II)	192.168.0.6	CONNECTED	EAP245(US) v 3.0	5.0.3

Creamos un grupo de widgets para poder visualizar los diferentes parámetros de nuestra red inalámbrica como se muestra en la figura 46.

### Figura 46

*Creación de un panel con widgets para un control más específico*



The dashboard displays the following widgets:

- ISP Load: Unknown
- Internet Capacity: N/A
- Gateway: N/A
- Switches: 0
- EAPs: 5
- Clients: 13
- Overall: Network, Clients, +
- 1 sites in 1 countries
- 5 Devices
- Association Failures

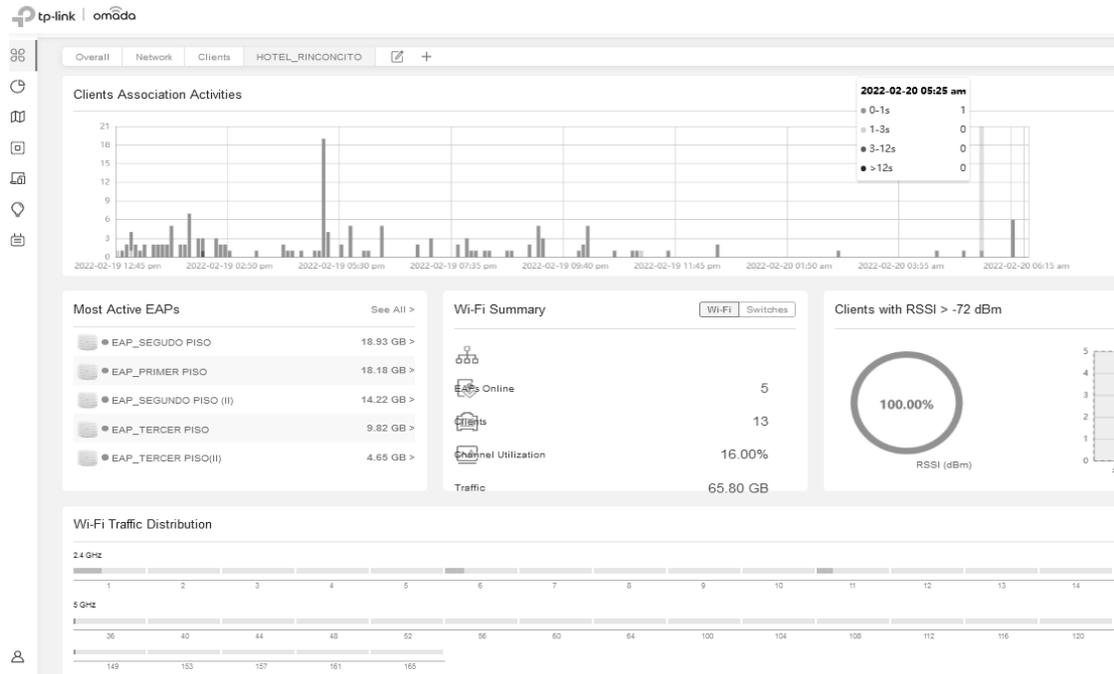
The 'Create New Tab' dialog box is open with the following details:

- Tab Name: HOTEL RINCONCITO
- Buttons: Create, Cancel

En la figura 47 se muestra los widgets correctamente integrados a la interfaz del controlador de la red inalámbrica.

### Figura 47

*Widgets correctamente integrados a nuestro perfil del hospedaje*



### 3.2.5 Pruebas

En esta etapa se realizará pruebas de funcionamiento de la red inalámbrica mesh, a través de una lista de verificación realizada en función a los requerimientos del sistema.

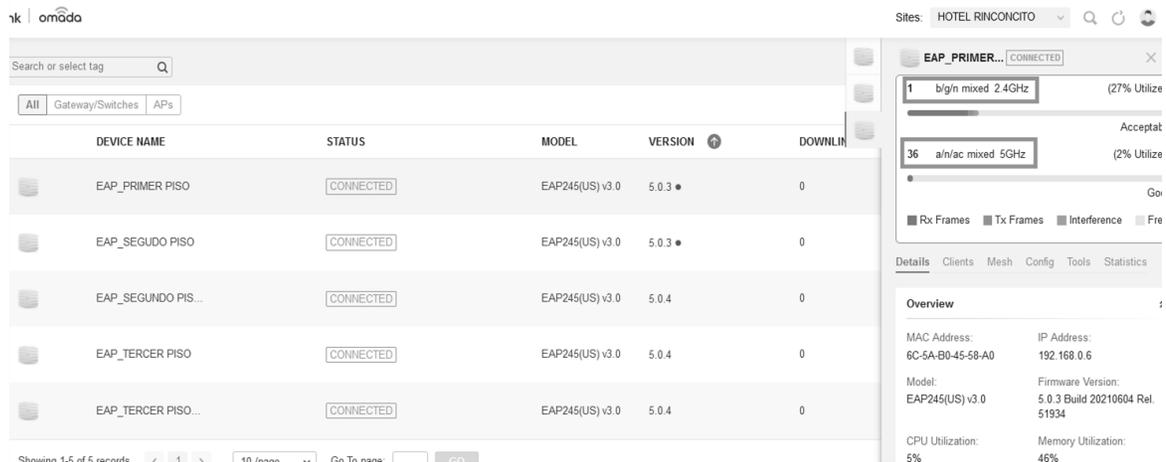
Actividades de la etapa:

- Pruebas en el sistema en función de la lista de requerimientos: Uno de los principales requerimientos de la red inalámbrica mesh, es la adaptación de los protocolos de red en cada EAP245.

En la figura 48 podemos ver como se integraron correctamente los protocolos de red en las 2 bandas de frecuencia.

## Figura 48

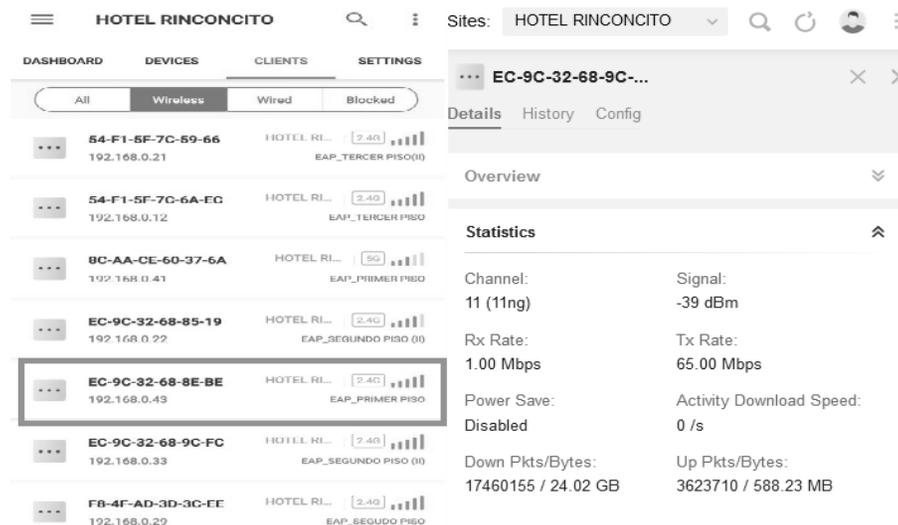
*Protocolos de comunicación correctamente integrados en el sistema de red inalámbrica mesh*



Con respecto a nuestro análisis del diseño físico en el que se determinó la ubicación de los equipos dentro de la red inalámbrica mesh, se tomó el ensayo final, como se muestra en la figura 49, la propagación de la señal es la adecuada para cada ambiente del hotel y todos reciben una adecuada señal para el funcionamiento de los equipos.

## Figura 49

*Recepcion de señal en los dispositivos finales*



### **3.3 Materiales y/o instrumentos**

#### ***3.3.1 Requerimientos de los equipos para la red inalámbrica***

Para la selección de los equipos necesarios para la red inalámbrica se tomó en consideración los siguientes criterios los cuales se especifican :

- a. Los equipos cumplan con el estándar 802.11 a/b/g/n y con el estándar inalámbrico AC.
- b. Switch de capa 2 compatible con el estándar 802.3 af/at.
- c. Equipos que tengan la capacidad de trabajar en doble banda y tengan un costo mediano/bajo.
- d. Equipo con el Software necesario para la gestión centralizada de la red inalámbrica.

#### ***3.3.2 Instrumentos de medición necesarios***

- a. Dispositivo móvil con el software para analizar las redes wi-fi cercanas y medir la intensidad de la señal inalámbrica.
- b. Dispositivo móvil con la aplicación para medir el ancho de banda de los puntos de acceso.

#### ***3.3.3 Características de los equipos para la red inalámbrica***

Por las razones mencionadas en el punto anterior se decidió optar por los siguientes equipos:

#### **3.3.5 Características del Acces point:**

- a. Velocidades simultáneas de hasta 450Mbps en 2.4GHz y 1300Mbps en 5GHz haciendo un total de 1700Mbps.
- b. Roaming Fluido que permite que los vídeos y llamadas de voz no se vean afectados por los movimientos de los usuarios.
- c. Software Controlador EAP gratuito que permite a los administradores gestionar de manera sencilla cientos de EAPs.

- d. Compatibilidad con el estándar Ethernet (PoE 802.3af/at) para una instalación sencilla.
- e. Red de Invitados segura con múltiples opciones de autenticación (SMS/Facebook Wi-Fi/Voucher, etc.) y abundantes tecnologías de seguridad inalámbrica.
- f. La función Band Steering mueve automáticamente dispositivos de doble banda a la banda de 5GHz para conexiones más rápidas.
- g. Cuenta con balanceo de Carga, que asegura a un gran número de usuarios disfrutar de una mejor experiencia de red en redes empresariales de alta densidad.
- h. Soporta gestión de VLAN para una gestión de la red avanzada.

Todas las características se detallan con mayor exactitud en el anexo 03.

### **3.3.6 Características del Controlador:**

- a. Gestión centralizada profesional para redes Wi-Fi
- b. Acceso vía Nube gratuito para gestionar desde cualquier lugar y siempre que prefiera.
- c. Soporte PoE (802.3af/802.3at) para una fácil instalación.
- d. Diseño de hardware líder en la industria con chipset poderoso, caja metálica de alta resistencia y puerto USB para backup automático.
- e. Omada App para una gestión práctica.

Todas las características se detallan con mayor exactitud en el anexo 03.

### **3.3.7 Características del switch:**

- a. 8 puertos 10/100/1000Mbps RJ45
- b. Puertos PoE+ que permiten la transferencia de datos y energía en un solo cable
- c. Compatible con equipos bajo estándar IEEE 802.3af/at, expandiendo así las redes domésticas y de oficinas.
- d. Tecnología innovadora de ahorro energético reduce el consumo energético
- e. Soporta estándar PoE+ con una potencia total de 153W\* y hasta 30W por puerto

Todas las características se detallan con mayor exactitud en el anexo 04.

### **3.3.8 Características de los instrumentos de medición:**

Para la medir ciertos parámetros de la red inalámbrica requerimos de un dispositivo móvil con los siguientes softwares:

- **Wi-Fi Analyser**

La función principal de Wi-Fi Analyzer es proporcionar la información necesaria para que puedas elegir el mejor canal para tu red Wi-Fi. Esta aplicación incluye varias herramientas diferentes que brindan información valiosa para nuestra red inalámbrica.

La información puede resultar confusa al principio, pero el concepto es simple: el eje horizontal es el canal y el eje vertical es la intensidad de la señal en dBm (decibelios-milivatios). Cuanto mayor sea la potencia, mejor. Cuantas menos redes utilicen el mismo canal, mejor, porque entonces no habrá interferencias entre ellas.

- **Speed Test**

Speedtest utiliza la conexión a Internet del dispositivo para medir la velocidad entre el dispositivo y el servidor de prueba. Varios factores experimentales pueden causar velocidades inesperadas.

- **CYPETEL Wireless**

Es una herramienta para el diseño de redes inalámbricas en ambientes interiores a través de estudios de cobertura. En esta aplicación podemos manipular los emisores y receptores de señal wifi y así poder obtener la cobertura de la señal con respecto a los materiales y sus respectivas pérdidas.

### 3.4 Operacionalización de variables

Para poder entender los requerimientos generales de nuestro trabajo de investigación, procedemos a realizar un resumen detallado de las variables de estudio, así como su definición, dimensión y los indicadores, tal como se muestra en la tabla 10.

**Tabla 10**

*Operacionalización de las variables*

<b>Variable In-dependiente</b>	<b>Defini-ción</b>	<b>Dimen-sión</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicador</b>	<b>Índice</b>
Red inalámbrica basada en tecnología mesh.	Interconecta dispositivos inalámbricos en malla para mejorar la calidad de servicio.	Topolo-gía fí-sica	Determina la cober-tura de la red inalám-brica.	Ubicación de los no-dos de la red.	Cantidad de nodos.
		Topolo-gía ló-gica	Reduce la congestión de la red inalám-brica.	Usuarios concurren-tes en un determi-nado tiempo.	Cantidad de usua-rios.
<b>Variable De-pendiente</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimen-sión</b>	<b>Definición</b>	<b>Indicador</b>	<b>Índice</b>
Calidad de servicio	Ofrecer un buen servi-cio a partir de un bien intangible acorde a las necesi-dades de los clien-tes.	Disponi-bilidad	Indica cuanto tiempo una red es ac-cesible y operativa.	Porcentaje de tiempo que la red está opera-tiva.	Minutos
		Fiabili-dad	Que tan bien fun-ciona la red.	Tolerancia a fallas	Minutos

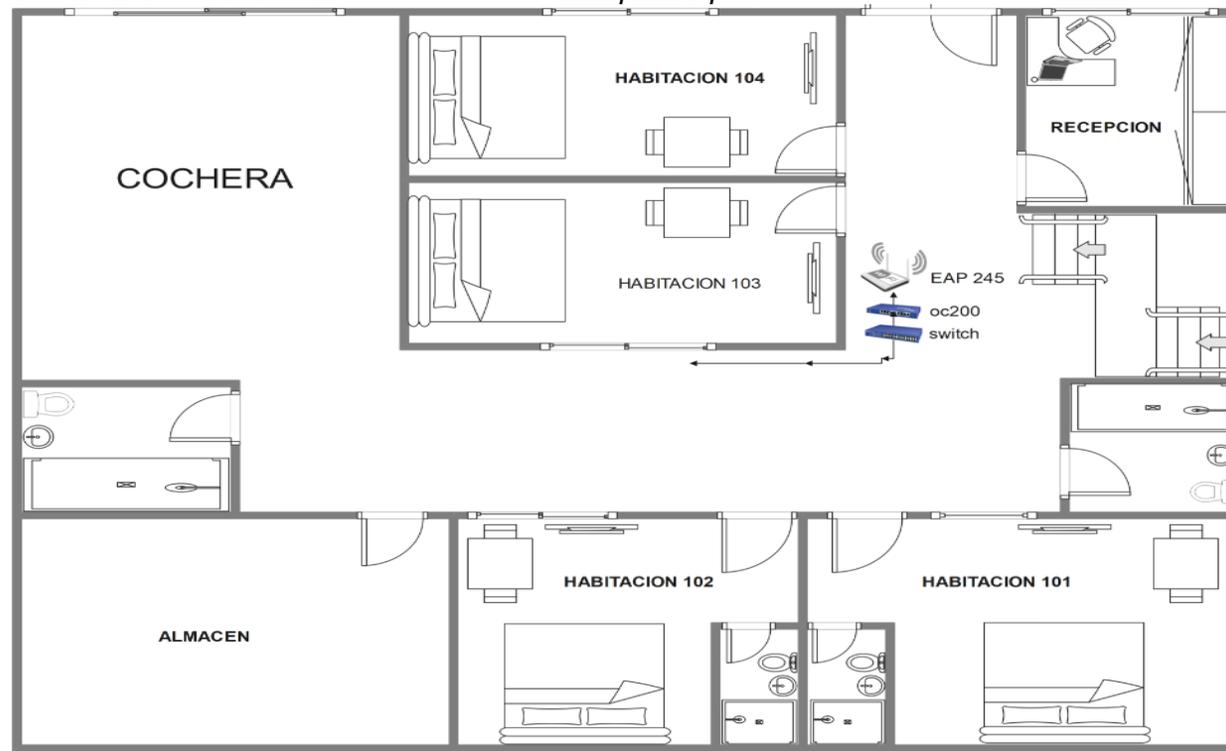
## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Respecto a la variable independiente

Como el resultado de la investigación se obtuvo el *diseño físico* y *diseño lógico* en el cual se comprobó y verifico el buen funcionamiento en función a los requerimientos de la red inalámbrica. En la imagen 50 se muestra el diseño físico de la red del primer piso.

**Figura 50**

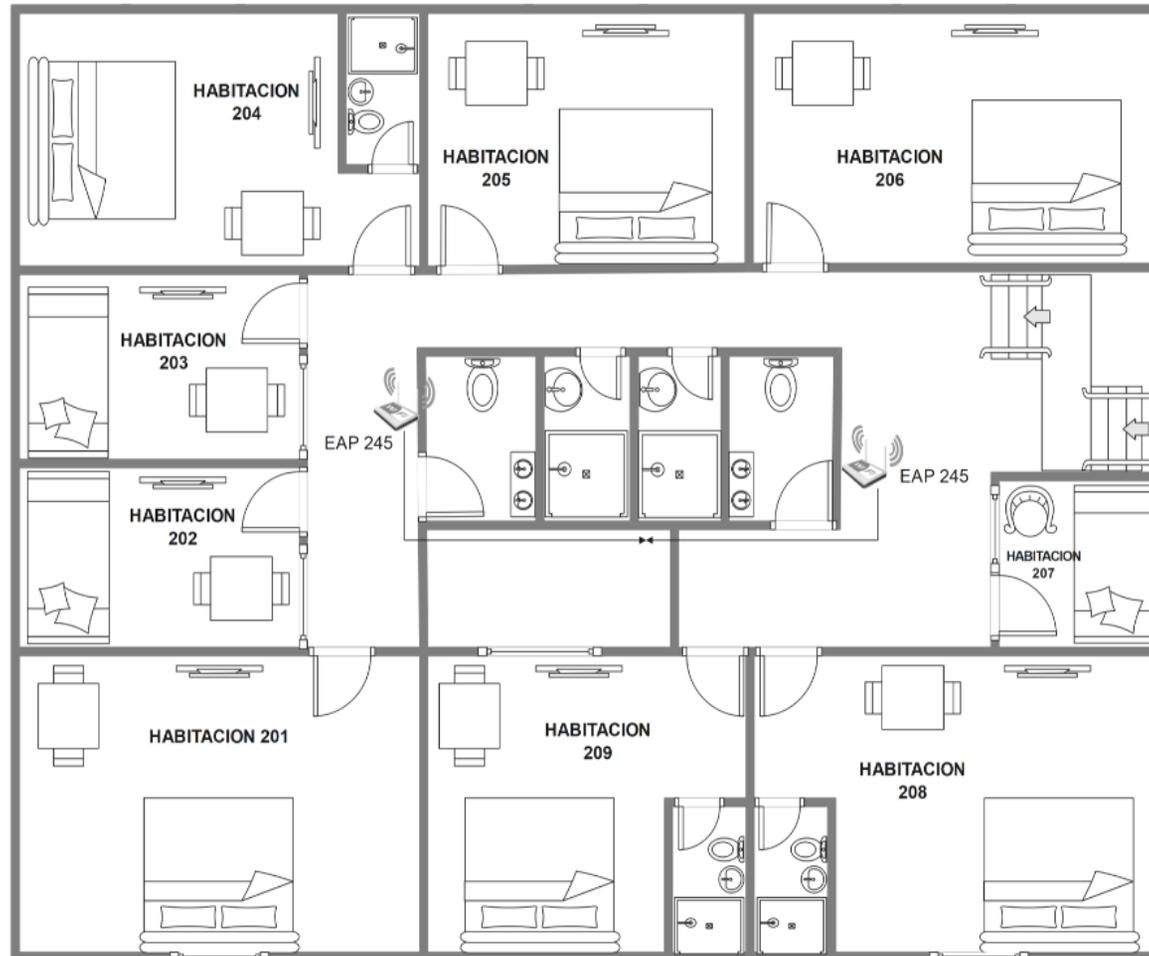
*Diseño físico de la red Inalámbrica mesh en el primer piso*



En la figura 51 podemos visualizar el diseño físico de la red inalámbrica del segundo piso.

**Figura 51**

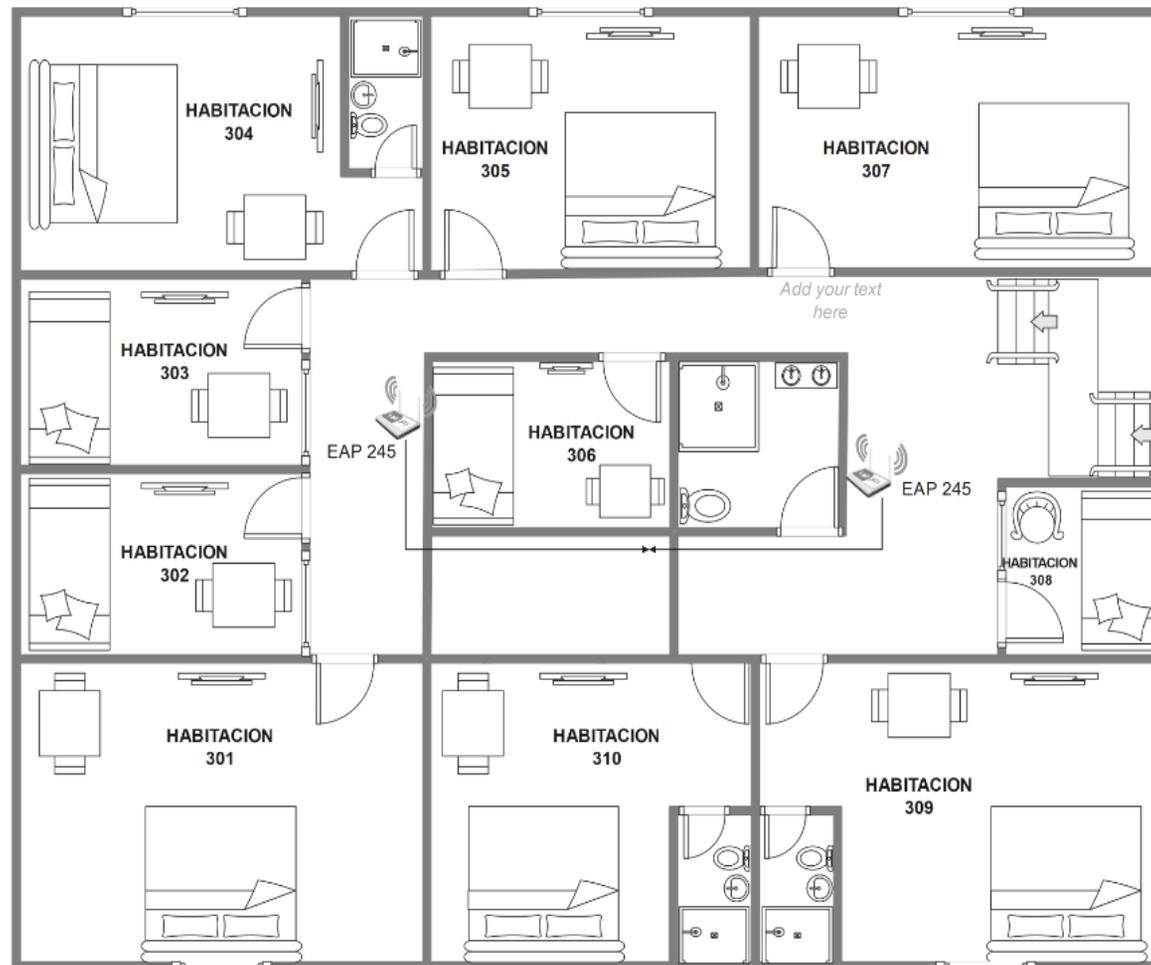
*Diseño físico de la red Inalámbrica mesh en el segundo piso*



En la figura 52 podemos visualizar el diseño físico de la red inalámbrica del tercer piso.

**Figura 52**

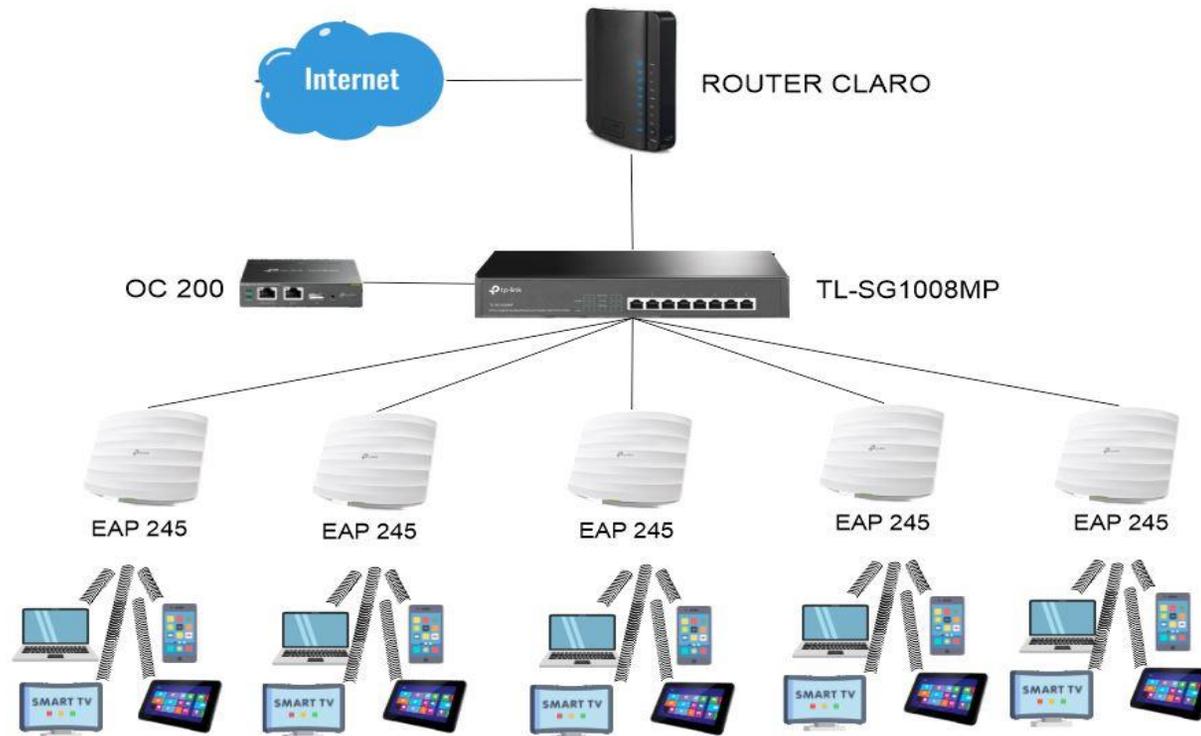
*Diseño físico de la red Inalámbrica mesh en el tercer piso*



Se realizó el diseño lógico de la red con los componentes necesarios para la red inalámbrica mesh, tal y como se muestra en la figura 53.

**Figura 53**

*Diseño lógico de la red inalámbrica mesh*



Y como resultado del diseño físico y lógico de la red inalámbrica mesh, se logró mejorar la calidad del servicio en el hotel, ya que todos los dispositivos reciben el ancho de banda requerido para cada dispositivo y ya no existe la caída de señal en ningún ambiente del hotel.

#### **4.2 Respecto a la variable dependiente**

Como resultado de los cálculos realizados para determinar la calidad de servicio de la red inalámbrica, se determinó que el porcentaje de disponibilidad es del 98%, lo cual es un resultado satisfactorio y con respecto a la fiabilidad de la red, considerando que la red inalámbrica solo tiene una caída diaria, se calculó que tiene una fiabilidad de 24 horas.

## CAPITULO V: DISCUSIÓN

La metodología de investigación se llevó a cabo gracias a la metodología basada en el ciclo de vida de un producto, El cual es un aporte significativo.

El sistema de red inalámbrica mesh es mucho más eficiente que los sistemas convencionales de red inalámbricas, los cuales cuentan con Access point independientes. En el caso del diseño realizado en esta tesis se usa Access point interconectados entre sí, el cual nos crea una red unificada y con la capacidad de ser administrada tanto de manera local como remotamente.

El método ensayo-error, el cual es el método que utilizamos en esta tesis para la ubicación de los nodos de la red inalámbrica mesh, fue uno de los métodos más prácticos y con resultados satisfactorios que pudimos utilizar.

## CONCLUSIONES

Para el diseño físico se utilizaron normas basadas en la propagación de la señal inalámbrica, gracias a esto se pudo hacer un estudio de la ubicación de los dispositivos en cada piso del hotel y así poder llegar a todos los ambientes sin pérdidas de señal.

Para el diseño lógico de la red inalámbrica mesh, se utilizaron protocolos de comunicación que ayudaron a incrementar el número de usuarios que pueden conectarse a la red en simultáneo, de la misma manera la administración de la red se lleva a cabo mediante una gestión centralizada de maneja local y remotamente.

La calidad de servicio para nuestra red inalámbrica mesh nos dieron resultados muy favorables, ya que tanto confiabilidad como la fiabilidad dieron resultados satisfactorios con respecto a los cálculos realizados en el diseño de la red.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar el estudio de los protocolos de comunicación del nuevo estándar que se antepondrá en un futuro al protocolo de comunicación 802.11 ac, como el protocolo 802.11 ax.

Realizar un estudio de ancho de banda requerido por dispositivo que se conecta a la red, de manera detallada con respecto al uso de determinadas aplicaciones que estos utilizan.

Realizar un estudio del throughput, la relación de señal ruido y la tasa de error ruido del diseño de la red inalámbrica.

Realizar un estudio de la sensibilidad de recepción de los Acces point para tener una referencia y compararla con los niveles de recepción de la señal para garantizar la recepción de la información.

Implementación de niveles de seguridad para el diseño de red inalámbrica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Javier, CPM (2009). Diseño de una malla inalámbrica roja (WMNs) para las parroquias rurales del cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi. Escuela Politécnica Nacional.
- Zavala, T. I. B. (2008). "Diseño de una red LAN inalámbrica para una empresa de lima". Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Fernández, Y. (2020). "Qué es una red Mesh, cómo funciona y en qué se diferencian con un repetidor o PLC". <https://n9.cl/qc6rh>.
- Palomino, V. A. R. (2014). "Diseño de. una red inalámbrica mesh en el, campus de la universidad nacional del callao para proveer servicios de internet inalámbrico". Universidad Nacional del Callao.
- Tobar, A. J. V. (2013). "Análisis y Diseño de redes MESH para aumentar cobertura de internet en la Facultad Técnica para el Desarrollo". Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- González, W. G. B. (2018). "Estudio en conocimiento del conocimiento en las redes inalámbricas mesh". Universidad Veracruzana.
- Víctor Julio Cruz Rozo, Jhonatan Collazos Collazos. (2016). "Diseño de un Modelo de Infraestructura para Redes Mesh en Entornos Comunitarios o Rurales de Colombia". Universidad Libre de Bogotá.
- 802.11s whitepaper with Jerome Henry (n.d.). Cwnp.Com. (2022), from <https://www.cwnp.com/802-11s-whitepaper-with-jerome-henry/>
- Ramírez, I. (2019). "Qué es Wi-Fi 6 y qué ventajas tiene con respecto a la versión anterior". <https://www.xataka.com/basics/que-wi-fi-6-que-ventajas-tiene-respecto-a-version-anterior>
- De Luz, S. (2021). "Qué significa cada sigla de las características WiFi. RedeshZone". <https://www.redeshzone.net/tutoriales/redes-wifi/significado-sigla-caracteristicas-wifi/>
- Chung Cedeño, A. D. (2018). "Optimización de una red de malla (MESH) inalámbricas para tráfico multimedia mediante calidad de servicio". <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1398289>

TechTarget, C. (2021). "*Calidad de servicio o QoS*". <https://www.computerweekly.com/es/definicion/Calidad-de-servicio-o-QoS>

## ANEXOS

## ANEXO 01 : Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Indicador	Método
¿En qué medida la implementación de nuevas tecnologías inalámbricas mejorará la calidad del servicio de acceso a internet en el hotel?	Diseñar una red inalámbrica basada en tecnología mesh, para mejorar la calidad del servicio en el hotel.	La red inalámbrica basada en tecnología mesh, mejorará la calidad del servicio en el acceso a internet a los usuarios del hotel.	Red Inalámbrica mesh.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ubicación de los nodos en la red.</li> <li>➤ Usuarios concurrentes en un determinado tiempo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ensayo-error</li> <li>➤ Políticas de restricción de la red.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ampliar la cobertura de la red inalámbrica.</li> <li>➤ Reducir la congestión en la red inalámbrica, al incrementar la cantidad de usuarios que acceden a la red simultáneamente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ . Diseñar la topología física de la red inalámbrica, para determinar la ubicación de los nodos inalámbricos en el terreno, con la finalidad de ampliar la cobertura de la red.</li> <li>➤ Diseñar la topología lógica de la red inalámbrica, para incrementar el número de usuarios concurrentes y una gestión centralizada de la red.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El diseño de la topología física de la red inalámbrica optimizara la cobertura de la red.</li> <li>➤ El diseño de la topología lógica de la red inalámbrica reducirá la congestión y permitirá una gestión centralizada de la red.</li> </ul>	Calidad de servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Porcentaje de tiempo en que la red está operativa</li> <li>➤ Tolerancia a fallas</li> </ul>	Diseño basado en el ciclo de vida de un producto

## ANEXO 02 : Hoja de datos del switch TL-SG1008MP

Hardware Features & Performance	
Product Picture	
Model	TL-SG1008MP
Standards	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3x, IEEE 802.3af, IEEE 802.3at, IEEE 802.1p
Network Ports	8*10/100/1000 Mbps RJ45 ports with 8 PoE ports
Network Media (Cable)	10Base-T: UTP category 3, 4, 5 cable (maximum 100 m) EIA/TIA-568 100_STP (maximum 100 m) 100Base-TX: UTP category 5, 5e or above cable (maximum 100 m) EIA/TIA-568 100_STP (maximum 100 m) 1000Base-T: UTP category 5, 5e cable or above cable (maximum 100 m) EIA/TIA-568 100_STP (maximum 100 m)
Auto Negotiation	YES
Auto MDI/MDIX	YES
Forwarding Mode	Store and Forward
Switch Capacity	16 Gbps
MAC Address Table	4K, Auto-learning, Auto-aging
Flow Control	YES
Backpressure	YES
Fan Quantity	1
Max Power Consumption	9.89 W (220 V/50 Hz. no PD connected) 144.36 W (110 V/60 Hz. with 126 W PD connected)
Max Heat Dissipation	33.74 BTU/h (no PD connected) 492.56 BTU/h (with 126 W PD connected)
LED	Power, 1000 Mbps, Link/Act, PoE Status, PoE MAX
Dimensions	11.6 x 7.1 x 1.7 in. (294 x 180 x 44 mm)
Certification	CE, FCC
Operating Temperature	0 °C to 40 °C (32 °F to 104 °F)
Storage Temperature	-40 °C to 70 °C (-40 °F to 158 °F)
Operating Humidity	10% to 90% non-condensing
Storage Humidity	5% to 90% non-condensing
Jumbo Frame	16 KB

## ANEXO 03 : Hoja de datos el Access point EAP245

Ceiling Mount 802.11n/ac AP						
Model		EAP265 HD	EAP245	EAP225	EAP115	EAP110
Name		AC1750 Wireless MU-MIMO Gigabit Ceiling Mount Access Point	AC1750 Wireless MU-MIMO Gigabit Ceiling Mount Access Point	AC1350 Wireless MU-MIMO Gigabit Ceiling Mount Access Point	300 Mbps Wireless N Access Point	300 Mbps Wireless N AccessPoint
Main Design	LAN Interfaces	2 x Gigabit Ethernet Port		1 x Gigabit Ethernet Port	1 x 10/100 Mbps Ethernet Port	
	Wi-Fi Standards	IEEE 802.11a/b/g/n/ac			IEEE 802.11a/b/g/n	
	Maximum Data Rate	450 Mbps (2.4 GHz) + 1300 Mbps (5 GHz)		450 Mbps (2.4 GHz) +876 Mbps (5 GHz)	300 Mbps (2.4 GHz)	
	Concurrent Clients	500+	220+	220+	100	
	Antennas	2.4G: 3 x 3.5 dBi 5GHz: 3 x 4 dBi	2.4 GHz: 3 x 3.5 dBi, 5 GHz: 3 x 4 dBi	2.4 GHz: 3 x 4 dBi, 5 GHz: 2 x 5 dBi	2 x 4 dBi	
Transmit Power	CE: < 20 dBm (2.4 GHz, EIRP); < 28 dBm(5 GHz, EIRP) FCC: < 24 dBm (2.4 GHz); < 24 dBm (5GHz)	CE: < 20 dBm (2.4 GHz, EIRP); < 28 dBm (5 GHz, EIRP) FCC: < 24 dBm (2.4 GHz); < 24 dBm (5 GHz)	CE: < 20 dBm (2.4 GHz, EIRP); < 28 dBm (5 GHz, EIRP) FCC: < 24 dBm (2.4 GHz); < 24 dBm (5 GHz)	CE: < 20 dBm (2.4 GHz, EIRP); < 27 dBm (5 GHz, EIRP) FCC: < 24 dBm (2.4 GHz); < 22 dBm (5 GHz)	CE: < 19 dBm (EIRP), FCC: < 21 dBm	
Centralized Management	Omada Software Controller	•				
	Omada Hardware Controller	•				
	Omada APP	•				
Security	Captive Portal Authentication	•				
	Access Control	•				
	Maximum number of MAC Filter	4000				
	Wireless Isolation between Clients	•				
	VLAN	•				
	Rogue AP Detection	•				
	Wireless Encryption	WPA-Personal/Enterprise, WPA2-Personal/Enterprise				
	802.1X Support	•				
	Multiple SSIDs	16 (8 on each band)			8	
	Enable/Disable Wireless Radio	•				
	Enable/Disable SSID Broadcast	•				
	Guest Network	•				

Wireless Function	Automatic Channel Assignment	•	
	Transmit Power Control	Adjust transmit Power on dBm	
	QoS (WMM)	•	
	Seamless Roaming	•	-
	Mesh	•	-
	Beamforming	•	-
	MU-MIMO	•	-
	Rate Limit	Based on SSID/Client	
	Load Balance	•	
	Airtime Fairness	•	-
	Band Steering	•	-
	RADIUS Accounting	•	
	MAC Authentication	•	
	Reboot Schedule	•	
	Wireless Schedule	•	
	Wireless Statistics	•	
Static IP/Dynamic IP	•		

#### ANEXO 04 : Hoja de datos del controlador Omada OC200

Controller Type		Hardware Controller		Software Controller
Model		OC200	OC300	-
Main Design	Processor	Dual-Core A53 @ 1.2 GHz	Quad-Core A72 @ 1.2 GHz	-
	Memory Information	1 GB DDR3	2 GB DDR4	-
	Storage	1MB Nor Flash; 4 GB eMMC	2MB Nor Flash; 8 GB eMMC	-
	RJ45 Port	2 10/100 Mbps Ethernet Ports	2 10/100/1000 Mbps Ethernet Ports	-
	USB Port	1 USB 2.0 Port; 1 Micro-USB Port	1 USB 3.0 Port	-
	Interface	1 Kensington Lock; 1 Reset		-
Hardware Design	Power Supply	802.3af/at PoE; Micro-USB (DC 5 V/ Minimum 1 A)	100-240 V ~ 50/60 Hz AC	-
	Max Power Consumption	7.5 W (powered by a PoE device, with USB 2.0 connected); 3.5 W (powered via Micro-USB port, no USB 2.0 connected)	9.0 W (no USB 3.0 connected); 14.8 W (with USB 3.0 connected)	-
	Dimensions	3.9 x 3.9 x 1.0 in (100 x 98 x 25 mm)	11.6 x 7.1 x 1.7 in (294 x 180 x 44 mm)	-
	Multi-Site Management	√		
	Multi-tenant Management (Role/Site/Device Privileges)	√		

System Management	Cloud Access	√	
	Migration (Site Migration/Controller Migration)	√	
	Account Management	√	
	Maximum Number of Sites	100	1000
	Maximum Number of Accounts	1000	
	Maximum Number of Local Accounts	500	
	Maximum Number of Cloud Accounts	500	
	Maximum Number of Vouchers	50,000	
	Maximum Number of Local Users	50,000	
	Maximum Number of WLAN Groups	500	5000
	Maximum Number of SSIDs	16 in each site	
	Maximum Number of ACL	Router: 64 Switch: 32 EAP: 16	
	Maximum Number of Free Authentication	32 in each site	
	Maximum Number of Pre-Authentication Access	32 in each site	
	Maximum Number of Authentication Free Policy	96 in each site	
	Maximum Number of Reboot Schedule	8 in each site	
	Maximum Number of PoE Schedule	8 in each site	
	Maximum Number of MAC Filter Groups	8 in each site	
	Maximum Number of MAC Addresses in Each MAC Filter Group	500 (4,000 in total per controller)	
	Maximum Number of VPN	64 in each site	
	Maximum Number of Static Routing	64 in each site	
	Maximum Number of Policy Routing	64 in each site	
	Backup & Restore	√	
	Auto Backup	√	
	Customized UI Interface	√	

