



**DISEÑO DE UNA RED WI-FI CON SERVICIOS ANALÍTICOS Y DE
HIPERLOCALIZACIÓN EN UN CENTRO COMERCIAL, BOGOTÁ D.C.**

OMAR RICARDO VEGA AGUIRRE

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ DC**

2019

**DISEÑO DE UNA RED WI-FI CON SERVICIOS ANALÍTICOS Y DE
HIPERLOCALIZACIÓN EN CENTROS COMERCIALES**

Presentado por:

OMAR RICARDO VEGA AGUIRRE

**Trabajo opción de grado Pasantías en la empresa Ikusi Redes Colombia en el área
de ingeniería y preventa presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero de Telecomunicaciones**

**Director: Rafael Orlando Cubillos Sanchez
Ingeniero de Sistemas**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO
FACULTAD DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES
BOGOTÁ DC
2019**

RECTOR GENERAL

Padre Juan Ubaldo López Salamanca, O.P.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO Y FINANCIERO GENERAL

Padre Luis Francisco Sastoque Poveda, O.P.

VICERRECTOR ACADÉMICO GENERAL

P. Mauricio Antonio Cortés Gallego, O.P.

SECRETARIO GENERAL

Doctor Héctor Fabio Jaramillo Santamaría

SECRETARIA DE DIVISIÓN

E. C. Luz Patricia Rocha Caicedo

DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

Ingeniero Germán Macías Muñoz

Nota de Aceptación

Firma Ingeniero Rafael Orlando Cubillos
Tutor Asignado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Fecha

Contenido

Resumen	IX
Abstract.....	X
Introducción	2
1. Capítulo 1.....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 JUSTIFICACIÓN	4
1.3 OBJETIVOS	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
2. Capítulo 2.....	6
2.1 MARCO TEORICO.....	6
2.1.1 Teoría de Redes Wi-Fi	6
2.1.1.1 ¿Qué es?	6
2.1.1.2 Topología	6
2.1.1.3 Frecuencias de operación.....	8
2.1.1.4 Estándar 802.11	9
2.1.1.5 Parámetros de diseño	11
2.1.2 Analítica y Marketing	14
2.1.2.1 ¿Qué es analítica y marketing?	14
2.1.2.2 Big data	14
2.1.2.3 Inteligencia artificial	16
3. Capítulo 3.....	18
3.1 DESARROLLO.....	18
3.1.1 Requerimientos del cliente	19
3.1.2 Información infraestructura física del cliente	20
3.1.3 Topología de la red	21
3.1.4 Ancho de banda canal de internet.....	24
3.1.5 Herramienta de Hiperlocalización de Cisco.....	25
3.1.5.1 Ekahau.....	28
3.1.6 Herramienta de Analítica y Marketing Inteligente de Purple.....	35
4. Conclusiones y recomendaciones.....	43
4.1 Conclusiones.....	43
4.2 Recomendaciones.....	44
5. Bibliografía	45

Resumen

El crecimiento exponencial de las infraestructuras de redes en especial las redes Wireless, ha conllevado a que los fabricantes de telecomunicaciones se hayan dado a la tarea de empezar a desarrollar múltiples soluciones de red que ayuden al mejoramiento de la experiencia tanto del usuario como del administrador de la red, por lo tanto, en la actualidad se busca aprovechar al máximo las funcionalidades que puede brindar una red Wi-Fi.

Con esto en mente, a través de este proyecto se busca brindar al cliente algo más que una solución de conectividad y cobertura Wi-Fi en sus instalaciones. Se hace el diseño una red Wireless con funcionalidades de hiperlocalización en una distancia efectiva entre uno y tres metros, agregando como diferenciador una capa de servicios de analítica orientados a la efectividad de las ventas y el mejoramiento del marketing; todo esto apalancado por las soluciones de Cisco CMX (Connected Mobile Experiences) para la parte de hiperlocalización y de Purple para la parte de analítica.

Es por esto que siendo parte del equipo de ingeniería y preventa de IKUSI REDES COLOMBIA se desarrolla la propuesta desde un punto de vista de aliados del cliente, donde estos serán todos esos usuarios que se conecten a la red y que nos permitan ofrecerles un “viaje” personalizado cuando visiten los centros comerciales.

IKUSI REDES COLOMBIA dentro de su visión ha entendido que los cambios en la experiencia que buscan nuestros clientes, requiere no solamente un alto grado de ingeniería que permitan alcanzar mediante la tecnología los distintos objetivos de negocio de nuestros aliados, sino también un entendimiento profundo de esas necesidades y experiencias de uso que permitan brindar a nuestros clientes la solución adecuada mediante el uso de las tecnologías que proponemos.

Palabras clave: Wireless, conectividad, experiencias, diseño, hiperlocalización, analítica, marketing.

Abstract

The exponential growth of network infrastructures, especially Wireless networks, has led telecommunications manufacturers to start developing multiple network solutions that help improve the experience of both the user and the administrator. The network, therefore, currently seeks to make the most of the functionalities that a Wi-Fi network can provide.

With this in mind, this project seeks to provide the customer with more than just a connectivity solution and Wi-Fi coverage in their facilities. The design is a Wireless network with hyperlocation functionalities in an effective distance between one and three meters, adding as a differentiator a layer of analytical services oriented to the effectiveness of sales and the improvement of marketing; all this leveraged by the solutions of Cisco CMX (Connected Mobile Experiences) for the hyperlocalization part and of Purple for the analytical part.

That is why being part of the engineering and presales team of IKUSI REDES COLOMBIA develops the proposal from a point of view of allies of the client, where these will be all those users that connect to the network and that allow us to offer them a "trip" "Custom when you visit the shopping centers.

IKUSI REDES COLOMBIA within its vision has understood that the changes in the experience that our clients are looking for, requires not only a high degree of engineering that allows us to achieve through the technology the different business objectives of our allies, but also a deep understanding of those needs and experiences of use that allow us to provide our customers with the appropriate solution through the use of the technologies we propose.

Keywords: Wireless, connectivity, experiences, design, hyperlocation, analytics, marketing.

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Las redes inalámbricas admiten comunicaciones inalámbricas entre una gran variedad de dispositivos.</i>	6
Figura 2. <i>Componentes de una red Wi-Fi.</i>	7
Figura 3. <i>Banda de 2,4GHz.</i>	8
Figura 4. <i>Comparación de los estándares.</i>	11
Figura 5. <i>Fuentes de Big Data inalámbrico.</i>	14
Figura 6. <i>Pirámide de componentes de la solución.</i>	19
Figura 7. <i>Proceso conceptual de interacción con el usuario final.</i>	19
Figura 8. <i>Plano Centro Comercial Primer Piso.</i>	21
Figura 11. <i>Topología de la red a implementar en el centro comercial del cliente.</i>	21
Figura 12. <i>Equipos a usar en el proyecto.</i>	23
Figura 13. <i>Comparación entre Hiperlocalización y RSSI.</i>	26
Figura 14. <i>Interfaz de usuario.</i>	29
Figura 13. <i>Lista de Access Point.</i>	30
Figura 14. <i>Edición de cada Access Point</i>	31
Figura 15. <i>Ubicación Estimada Access Point Primer Piso.</i>	32
Figura 16. <i>Patrones de Radiación en las bandas 2.4 y 5 GHz primer piso.</i>	32
Figura 17. <i>Ubicación Estimada Access Point Segundo Piso.</i>	33
Figura 18. <i>Patrones de Radiación en las bandas 2.4 y 5 GHz Segundo piso.</i>	33
Figura 19. <i>Ubicación Estimada Access Point Tercer Piso.</i>	33
Figura 20. <i>Patrones de Radiación en las bandas 2.4 y 5 GHz Tercer piso.</i>	34
Figura 21. <i>Re-uso de canales.</i>	34
Figura 22. <i>Aironet 4800.</i>	35
Figura 23. <i>Funcionamiento Purple.</i>	36
Figura 24. <i>Ventajas Purple.</i>	36
Figura 25. <i>Valor Agregado.</i>	37
Figura 26. <i>Principios básicos</i>	37
Figura 27. <i>Portal de invitados.</i>	39
Figura 28. <i>Flujo de marketing.</i>	40

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1. Planes de desarrollo en un proyecto	11
Tabla 2. Cantidad de equipos en el centro comercial.....	23
Tabla 3. Factores para determinar el ancho de banda.....	24
Tabla 4. Cálculo de ancho de banda.....	25

Introducción

En esta monografía se presenta la propuesta del proyecto Servicios de hiperlocalización y analíticas sobre la red Wi-Fi pública para la implementación en centros comerciales, realizado durante la pasantía cursada en el segundo semestre del 2018. Este proyecto fue vendido por la empresa IKUSI REDES COLOMBIA a un cliente que lo usará en distintos centros comerciales de Colombia, por cláusulas de confidencialidad pactadas entre IKUSI REDES COLOMBIA y el cliente propietario de los centros comerciales donde se va a desarrollar la solución, habrá información considerada como confidencial por lo tanto no se tendrá completo acceso a todo el proyecto vendido al cliente.

Asistir a un centro comercial es un pasatiempo en donde se pueden realizar múltiples actividades tales como comprar vestuarios, cenar en familia, cumplir una cita, asistir a una función de cine, departir en un salón de juegos o simplemente llegar a este lugar para cambiar de ambiente y salir de la cotidianidad, todas estas actividades acompañadas de la experiencia que puede brindar una conexión a internet para múltiples funcionalidades como streaming, voz, jugar online, descarga de archivos o simplemente chatear en una red social. (Magrane, 2018)

La conexión a la red Wi-Fi es un diferenciador que permite mejorar la productividad y el desarrollo de una organización. Hace unos años atrás las conexiones inalámbricas simplemente eran una opción de respaldo cuando la conexión Ethernet llegase a fallar en algún momento; las tecnologías y soluciones van evolucionando a pasos agigantados por esta razón la Wireless en general se ha convertido en el centro de la estrategia de la digitalización de una empresa o persona que vaya de la mano con las innovaciones tecnológicas del mercado. (Oswal, 2017)

Es por este motivo que este documento se basa en la adquisición de una solución Wi-Fi por parte de un grupo de socios-propietarios de una cadena de centros comerciales. Al Cliente se le ofrece la posibilidad de utilizar la red Wi-Fi como herramienta para mejorar experiencias en los usuarios que los visitan diariamente, de igual manera aprovechar la conectividad de estos a la red para realizar envío de promociones de diferentes tiendas según preferencias de cada visitante, así como también captar nuevos clientes y satisfacer las necesidades de la base de clientes presentándoles innovaciones que los sorprenderán. Y la más fundamental e importante que es conocer el comportamiento de todos sus visitantes a lo largo de su permanencia del centro comercial. Esto se facilita mediante la analítica identificando las zonas de mayor tráfico y concurrencia.

1.Capítulo 1

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A lo largo de muchos años, se utilizaba la conectividad Wi-Fi que brindaban los diferentes espacios comerciales en general para la exclusiva navegación en Internet. Cabe recalcar que para hacer uso de esta conectividad usualmente se tiene que realizar un proceso de autenticación por medio de un portal cautivo o simplemente por medio de una interfaz dependiendo de cómo se haya configurado insertando el nombre de la persona que iba a usar el servicio de Wi-Fi. Los datos de aquellas personas que hacían uso de este servicio, quedaban almacenados en los servidores de los propietarios de la red y con el pasar del tiempo se eliminaba dicha información sin darle un uso que generara algún tipo de valor comercial.

Es en este punto donde nace la pregunta que da inicio al proyecto ¿Se puede utilizar la red Wi-Fi como una plataforma que indique las ubicaciones de un usuario y que a su vez incremente considerablemente las ventas con herramientas de analítica en una organización comercial? Partiendo de este interrogante, se plantea una solución diferenciadora que va de la mano con la red Wi-Fi en donde a través de la hiperlocalización realizada por el arreglo de Access Point, se puedan conocer las ubicaciones de un usuario y dependiendo de esto se puedan realicen campañas de marketing que incentiven a los visitantes a comprar e incrementen las ventas de la organización.

El diseño y el dimensionamiento efectivo de la red, van acompañados de varias características, en especial las que buscan cumplir a cabalidad para garantizar el éxito del proyecto. Estas características son la cobertura de la señal Wi-Fi por la mayor parte del centro comercial, interferencias en las instalaciones del cliente, cantidad de usuarios recurrentes que acuden diariamente a los centros comerciales y los equipos que va a utilizar el cliente.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Para el diseño de la red Wi-Fi, previamente se deben tener conocimientos técnicos de telecomunicaciones tales como cobertura, interferencias y patrones de radiación de los equipos, que tratados de manera correcta harán que la conectividad a la red sea excelente. De igual manera, el diferencial de la solución se centra en los servicios analíticos y de hiperlocalización que puedan garantizar al cliente el incremento considerable de las ventas en un periodo de tiempo.

Es importante garantizar la conectividad inalámbrica a lo largo de las instalaciones del cliente, porque si un empleado en general del centro comercial empieza a presentar problemas de conectividad esto se verá reflejado en indicadores de rendimiento del trabajador. Por otro lado, si un usuario recurrente del sitio tiene mala cobertura de la Wi-Fi en general, el centro comercial no tendrá un diferencial en cuanto a la competencia por lo tanto comenzarán a decaer las ventas de los locales comerciales que conforman cada centro comercial del cliente.

Luego de solucionar el problema de cobertura, el cliente debe aprovechar al máximo aquellos usuarios que toman el servicio de su red Wi-Fi utilizando la conexión a la red como una herramienta que permita ubicar en que parte del centro comercial se encuentra cada usuario(Hiperlocalización), después de saber dónde se encuentra cada usuario utilizar aplicaciones de analítica (Purple) para él envió de ofertas, promociones, descuentos y demás dependiendo del almacén al que se encuentren cerca.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Diseñar una red con servicios de hiperlocalización y analíticas sobre el Wi-fi público.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar los requerimientos del cliente para esta solución.
- Recopilar información de la infraestructura física del cliente.
- Definir la topología de red.
- Realizar un análisis de espectro y de tráfico.
- Definir el software de marketing a usar en el centro comercial
- Definir la herramienta de hiperlocalización a usar en la solución.

2.Capítulo 2

2.1 MARCO TEORICO

En esta sección se *pone en contexto la solución* de acuerdo a la terminología utilizada, esto con el fin de entender y *contextualizar* los servicios de analítica en las redes Wi-Fi apalancados con los servicios que hiperlocalización que se van a desarrollar en este proyecto.

A continuación, se realizará una breve explicación de conceptos de la solución:

2.1.1 Teoría de Redes Wi-Fi

2.1.1.1 ¿Qué es?

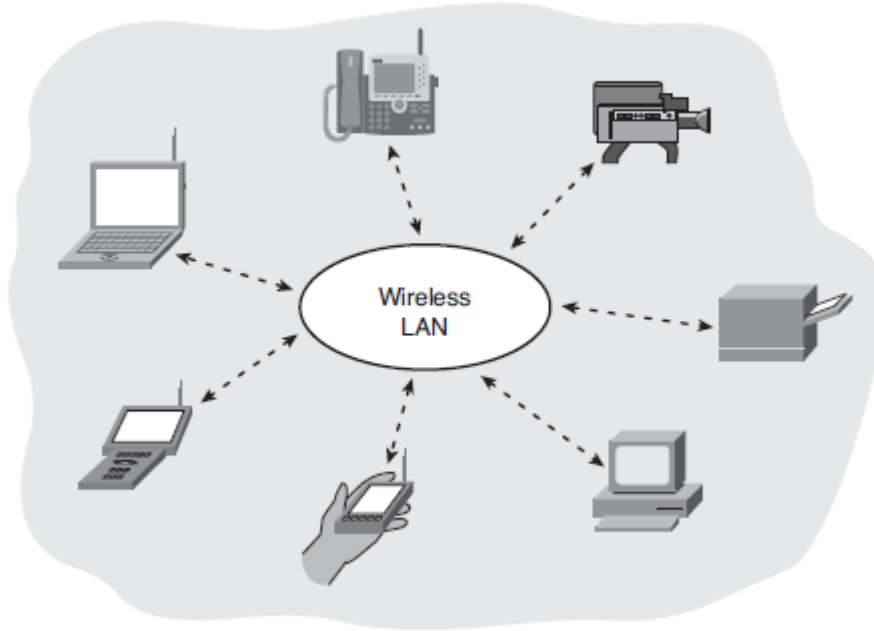
Una red Wi-Fi(Wireless Fidelity o Fidelidad inalámbrica) es aquella red que utiliza como medio de transmisión las ondas de radio para conectar innumerables dispositivos tales como computadores y teléfonos celulares a Internet o simplemente contactarlos a una red empresarial y hacer uso de las aplicaciones de la misma; dichas redes se basan en el estándar 802.11b que es una tecnología que desde sus inicios fue diseñada para ambientes privados, pero que a lo largo del tiempo se ha ido adaptando para el uso en ambientes públicos. Estas redes fueron diseñadas con el objetivo de agregar funcionalidad (agregar más que conectividad) a las redes empresariales y que poco a poco fuesen dejando a un lado las cableadas (Henry, 2002).

La principal ventaja de esta tecnología es su facilidad de uso, se puede conectar cualquier dispositivo a la red sin necesidad de cables mediante señales de radio que se encuentran en el espectro radioeléctrico (Brain, 2001).

2.1.1.2 Topología

Las redes inalámbricas se caracterizan por ofrecer conectividad en ambientes de campus, edificios en general y oficinas a lo largo de toda una ciudad, la siguiente figura ilustra el principio básico del funcionamiento de una red Wi-Fi (Geier, 2010).

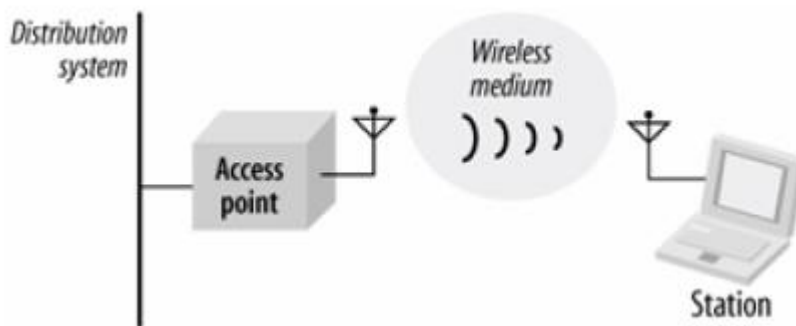
Figura 1. Las redes inalámbricas admiten comunicaciones inalámbricas entre una gran variedad de dispositivos.



Fuente: (Geier, 2010)

Estas redes se conforman de cuatro componentes básicos que son estaciones o usuario final, medio inalámbrico, puntos de acceso y sistema de distribución. En la siguiente figura se pueden evidenciar (Gast, 2005).

Figura 2. Componentes de una red Wi-Fi.



Fuente: (Gast, 2005).

- **Estaciones o Usuario Final**

Estos son los dispositivos que utiliza el usuario, pueden ser computadores portátiles, teléfonos celulares o cualquier dispositivo que posea una interfaz de red inalámbrica (Gast, 2005).

- **Medio inalámbrico**

Para el envío de tramas de un usuario final a otro el estándar utiliza el medio inalámbrico para el envío de estas. Cuando se empezaron a usar las redes inalámbricas se utilizaron dos capas físicas, Radio Frecuencia(RF) e infrarroja, pero a lo largo del tiempo y por funcionamiento el RF demostró mayor efectividad (Gast, 2005).

- **Puntos de acceso**

Son los encargados de realizar el puente entre la red alámbrica con la red inalámbrica, estos son manejados por un dispositivo al que se le conoce como controladora (equipo de red que tiene como función administrar los puntos de acceso que se conectan a la red) y generalmente está ubicada en la data center de la red. (Gast, 2005).

- **Sistema de distribución**

El sistema de distribución es el componente lógico encargado de reenviar las tramas de los usuarios finales a sus destinos correspondientes. Esta tarea la realiza controladora a la cual están asociados los puntos de acceso. Cuando varios puntos de acceso están conectados para formar un área de cobertura considerable, estos se deben comunicar entre sí mediante la controladora para conocer la ubicación y los movimientos de los usuarios finales. (Gast, 2005).

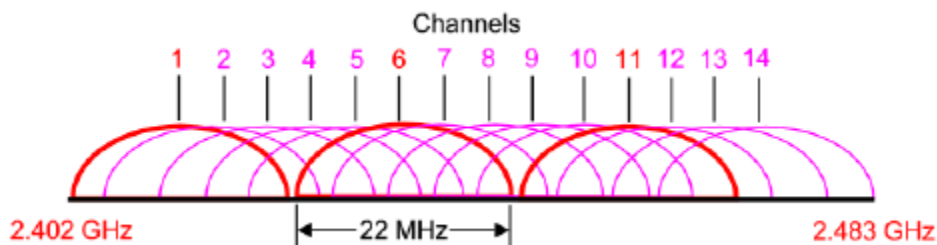
2.1.1.3 Frecuencias de operación

La tecnología Wi-Fi se caracteriza por tener dos frecuencias de operación, 2,4GHz y 5GHz. Ambas bandas de frecuencia son de uso libre y se puede transmitir sin licencia alguna, por lo tanto, en estas frecuencias se utilizan los teléfonos inalámbricos, juguetes de bebés y las redes Wi-Fi; por lo cual si se desea usar las redes Wi-Fi se debe estar sujeto a que se puedan llegar a presentar problemáticas de interferencias con los dispositivos mencionados. Tanto la banda de 2,4GHz como la de 5GHz están sujeta a la regulación fijada por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) y la Agencia Nacional del Espectro (ANE) (Joel Crane, 2018)

- **Banda de 2,4GHz**

Esta banda de frecuencia se encuentra en el rango de 2,4 – 2.483 GHz, como lo muestra la siguiente imagen:

Figura 3. *Banda de 2,4GHz.*



Fuente: (Martín, 2015)

El ancho de banda en 2,4GHz es de 22MHz y a su vez la separación de entre cada canal es de 5MHz, en esta separación produce una problemática que se denomina solapamiento entre canales. En la Figura 3 evidenciamos que se solapa los canales desde el 2 hasta el 5, por ende, aquel dispositivo que transmita información en dichos canales se verá afectado por la interferencia, así mismo en el canal 6 con los canales desde 7 hasta el 10 y en el canal 11 con los canales desde el 12 hasta el 14. Por lo tanto, se recomienda que los dispositivos inalámbricos transmitan en los canales 1, 6, 11 para evitar el problema de interferencias. (Martín, 2015)

- **Banda de 5 GHz**

Esta banda de frecuencia se encuentra en el rango 5,150 – 5,725GHz teniendo un mayor ancho de banda que la de 2,4 GHz, presentando menos niveles de interferencias por la baja demanda de servicios en esta banda. Sin embargo, al tener una frecuencia alta, presenta poca cobertura con respecto a la banda 2,4 GHz por lo cual presenta altos niveles de atenuación, cada canal posee un ancho de banda de 16,6 MHz y se encuentran separados a 20 MHz, esta separación ayuda a que no se presente solapamiento en la transmisión de datos. (Martín, 2015)

- **Interferencias y atenuaciones**

Unos de los mayores retos a los cuales se enfrenta la persona que este diseñando una red Wi-Fi es el tema de interferencias y atenuaciones en área de cobertura. Estas dos problemáticas son afrontadas a diarios por los diseñadores de redes. Las interferencias afectan las transmisiones de datos debido a que la banda donde funciona el Wi-Fi ya sea 2,4 GHz o 5 GHz, son bandas que son de uso libre y no necesita licenciamiento alguno para su funcionamiento; esto hace que muchos aficionados la utilicen de forma masiva con diversos dispositivos con múltiples usos, generando saturación en los canales de la banda. Por otro lado, los materiales en los que generalmente se encuentran contruidos las instalaciones donde se desea implementar una solución Wi-Fi, generan atenuaciones de la señal que afectan considerablemente el desempeño de cuanto a cobertura de la red. (ESS)

2.1.1.4 Estándar 802.11

El 802.11 es un estándar creado y anunciado por IEEE en 1997 teniendo especificaciones orientadas a tecnologías Wireless en donde se especifica conectividad entre un cliente o usuario y una estación base o inclusive entre otro cliente directamente. Se relaciona con las redes inalámbricas que proporcionan el acceso a datos sin necesidad de cables a clientes móviles o aquellos que se encuentran fijos en un lugar. Gracias a la estandarización de la IEEE, las redes inalámbricas de área local (WLAN) han tenido un desarrollo considerablemente rápido en la industria (Olenewa, 2013).

- **802.11**

Este estándar inicial, se ratificó en el año 1997. Se usa en redes inalámbricas de área local entregando velocidades de 1 y 2 Mbps en la banda de 2.4 GHz, mediante el uso del DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum o Espectro extendido de secuencia directa, también conocido como DS-CDMA) y del FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum o Salto de Frecuencia de Espectro Extendido) El caso de uso más representativo de este estándar fueron las aplicaciones de código de barras (Geier, 2010).

- **802.11a**

Se ratificó en el año 1999, siendo una continuación del 802.11 ofreciendo velocidades en el orden de los 54 Mbps trabajando en la banda de 5 GHz y utilizando OFDM (Multiplexación de División de Frecuencia Ortogonal) con 52 subportadoras.

Presenta una particularidad y es que a pesar de que estuvo listo en el año 1999 presento un retraso en el desarrollo de las tarjetas de radio, pues estas trabajarían en la banda de los 5 GHz. De igual manera para la época presento problemas de interoperabilidad con la banda de 2.4 GHz; las ventajas más significativas son sin duda alguna son la capacidad de transmisión y la banda libre de interferencias (Geier, 2010).

- **802.11b**

En el año 1999 fue presentado como una mejora al 802.11 ganando una considerable aceptación en la industria inalámbrica, proporcionando velocidades de 11 Mbps. Después de esta presentación mejorada los Access points y las diferentes tarjetas de radio fueron entregados con dichas mejoras, por lo cual si alguien tenía un dispositivo en el anterior estándar es decir en el 802.11 podía acceder a estas mejoras con una simple actualización del firmware, sin embargo estaba expuesto a la interferencias de la banda 2.4 GHz que no necesita licenciamiento alguno para su uso(Geier, 2010).

- **802.11g**

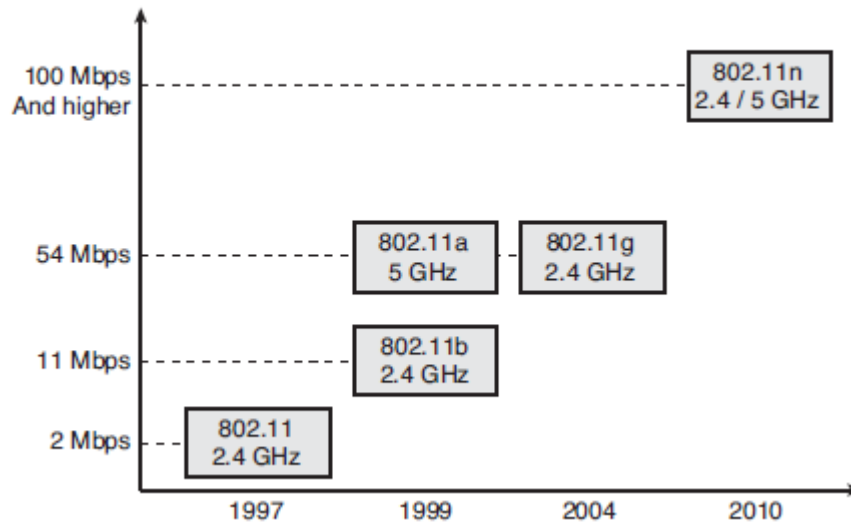
Hacia el año 2003 los usuarios del anterior estándar es decir el 802.11b se empezaron a quejar de la velocidad que se veía afectada por las interferencias, es por eso que el año 2004 aparece el estándar 802.11g que buscaba aumentar las velocidades pero que fuese en la misma banda de 2.4 GHz llegando así a velocidades de 54 Mbps con compatibilidad con el estándar 802.11a y 802.11b conocido como operación mixta (Geier, 2010).

- **802.11n**

Fue ratificado en el año 2009, llegando a velocidades por encima de los 100 Mbps, gracias a la incorporación de varias antenas al tiempo lo que permite enviar y recibir datos de manera simultánea. Claramente es un estándar que proporciona un rendimiento superior con respecto a los anteriores, esto gracias a la tecnología MIMO (Múltiples entradas-Múltiples Salidas). En este punto de estandarización se puede llegar a comparar la red alámbrica con la red inalámbrica, porque en primer lugar se mejora el problema de interferencias gracias a MIMO, en segundo lugar, se mejora la confiabilidad del cliente y se reduce el tiempo de solución de problemas(Geier, 2010).

Para tener una visión más resumida y clara de los principales aspectos de cada estándar se muestra la siguiente figura:

Figura 4. Comparación de los estándares.



Fuente: (Geier, 2010)

2.1.1.5 Parámetros de diseño

Para el diseño y la implementación de una red Wi-Fi, se recomienda planificar y ejecutar el proyecto teniendo en cuenta requisitos de diseño y de instalación, así como también las pruebas que se deseen realizar una vez haya finalizado el proyecto (Geier, 2010). El proyecto debe incluir los siguientes planes a desarrollar durante el proyecto:

Tabla 1. Planes de desarrollo en un proyecto

Planes a desarrollar durante el proyecto	Descripción
Definir el alcance	Definiendo el alcance de un proyecto, permite a los directivos asignar la cantidad justa de trabajo.
Definir una estructura de desarrollo	Con la estructura de desarrollo se identifica el cómo, cuándo, donde, porque y quienes van a desarrollar un proyecto
Definir e identificar el personal hacia el cual se va a desarrollar el proyecto	La identificación del personal hacia el cual está dirigido es la clave del éxito del mismo.
Definir horarios y fechas de trabajo	Teniendo definidos los horarios y las fechas en que se va a implementar el proyecto se puede tener una fecha estimada de finalización.

DISEÑO DE UNA RED WI-FI CON SERVICIOS ANALÍTICOS Y DE HIPERLOCALIZACIÓN EN CENTROS COMERCIALES

Definir el presupuesto del proyecto	Va de la mano con el alcance, teniendo claro el presupuesto se puede definir hasta donde se llegara con el proyecto.
Evaluar los riesgos	Con la evaluación de riesgos a los cuales se verá enfrentado el proyecto, se anticipar el fracaso del proyecto.
Analizar la viabilidad del proyecto	Va de la mano con los riesgos, si se tienen más riesgos que posibilidades de éxito será un proyecto con baja posibilidad de éxito.

Fuente: Autor

El orden en que desarrollen los anteriores planes no es importante, sin embargo, se deben tener en cuenta a la hora de desarrollar el proyecto y también se debe ir actualizando a medida que este se vaya desarrollando (Geier, 2010).

Si el proyecto está diseñado para una nueva edificación, es importante involucrar el personal técnico del proyecto desde que se tenga un bosquejo de la arquitectura básica del edificio, en especial si hay algún tipo de restricción con la ubicación de los puntos de acceso; es aquí donde surge la pregunta más usual en proyectos de Wireless que es ¿Cuántos puntos de acceso se necesitan y en que sitios los debo ubicar? Para obtener un número aproximado de cuantos equipos se deben considerar para el proyecto se debe realizar una tarea denominada Site Survey o encuesta del sitio que por lo general se realiza al inicio del proyecto (Gast, 2005).

En una red cableada la planeación es considerablemente sencilla, dependiendo del tamaño del proyecto puede requerir un alto grado de destreza para el dimensionamiento del proyecto pero de una u otra manera se puede resolver rápidamente porque los medios alámbricos se comportan de una manera predecible, a diferencia de una red inalámbrica que carece de este nivel de sencillez al momento de la implementación lo que hace que el proceso de planeación sea de mayor importancia (Gast, 2005).

El éxito de un proyecto de red Wireless, se encuentra en el Site Survey o en la Inspección del sitio, para ejecutarlo se deben tener los siguientes requerimientos técnicos:

- **Consideraciones de throughput**

El throughput es la cantidad de información procesada en un periodo de tiempo, sabiendo esto surge la pregunta ¿Cuánto throughput se requiere?, este requerimiento depende del tipo de los dispositivos que se conectaran a la red, en la mayoría de casos se elegirán redes basadas en el estándar 802.11^a o 802.11g para usar la capa física de 54 Mbps. (Gast, 2005)

- **Área de cobertura**

¿En qué sitios debe tener cobertura la red? ¿En todo lado? En las instalaciones donde se va a realizar el proyecto, hay sitios donde se presenta cierto nivel de dificultad para brindar

cobertura, por ejemplo, los compartimientos por donde se desplazan los ascensores, por lo tanto, es mejor definir las áreas de cobertura junto con el cliente. (Gast, 2005)

- **Densidad de usuarios**

Además de las áreas donde se va a brindar cobertura, se debe tener en cuenta la cantidad de usuarios que va a soportar la red, es decir, habrán sitios donde los usuarios pueden reunirse más cerca que otros, por ejemplo las cafeterías. (Gast, 2005)

- **Movilidad**

La conectividad continua es un aspecto que se debe garantizar en todo momento, es por eso que si un usuario se desplaza de sitio siempre debe tener acceso a la red Wireless. (Gast, 2005)

- **Población de usuarios**

¿Cuántas personas utilizarán la red inalámbrica y que calidad de servicio se espera que reciban? Siempre se debe asegurar el crecimiento de la red. (Gast, 2005)

- **Consideraciones físicas**

¿Cómo se energizarán los puntos de acceso? Puede ser mediante PoE (Power over Ethernet) o mediante Power Injector. ¿Se pueden instalar los puntos de acceso y las antenas a la intemperie o se tienen que dejar ocultos? (Gast, 2005)

- **Arquitectura de red lógica**

¿Cuál va a ser el direccionamiento? ¿Qué bloque de direcciones se va utilizar? Se tiene que analizar si el cliente ya tiene definido un grupo de direcciones IP para el proyecto. (Gast, 2005)

- **Características de la aplicación**

¿Hay alguna aplicación a utilizar dentro de la red que sea sensible a retrasos o variables? (Gast, 2005)

- **Requerimientos de seguridad**

¿Se tiene algún requerimiento de seguridad en específico a implementar? ¿Hay información sensible que desee proteger a diferentes tipos de ataques que se puedan presentar en la red? En el momento de la implementación se debe tener en cuenta si el cliente posee información importante que el cliente quiera proteger, de igual manera se tiene que mirar si el cliente es alguien que pueda presentar vulnerabilidad de seguridad. (Gast, 2005)

- **Consideraciones ambientales del sitio**

Se deben revisar los materiales con que está construida la edificación donde se va a realizar el proyecto, estos pueden afectar la propagación y la calidad de la señal. (Gast, 2005)

2.1.2 Analítica y Marketing

El marketing y la analítica van de la mano, por un lado, se recogen datos de diferentes tipos de usuarios en la red y por el otro lado se plantea la mejor estrategia para vender algo. Esta combinación resulta útil para aquellas organizaciones que desean captar personas y venderles un producto o servicio (NeoAttack, s.f.).

2.1.2.1 ¿Qué es analítica y marketing?

Se le conoce como analítica al hecho de descubrir, interpretar y comunicar diferentes tipos de patrones significativos de datos recolectados y que se puedan usar en diferentes herramientas para diferentes objetivos en el mayor de los casos, para una organización corporativa. Gracias a la analítica se pueden agregar diferentes funcionalidades a una empresa o negocio como por ejemplo obtener resultados deseados, realizar procesos de optimización y ahorrar costos. Estas funcionalidades han sido un diferencial importante para que los líderes de cada organización que obtienen éxitos gracias a la analítica, ignoren sus instintos y toda toma decisión que realicen van de la mano con los datos obtenidos (Oracle, s.f.).

Por otro lado, entrando en el campo del mercadeo, se conoce como marketing al proceso de investigar, promover y el más importante vender diferentes tipos de productos. A estos se le suman tareas como atraer y retener diferentes tipos de clientes para continuar vendiendo ya sea un producto o un servicio (Ward, 2018).

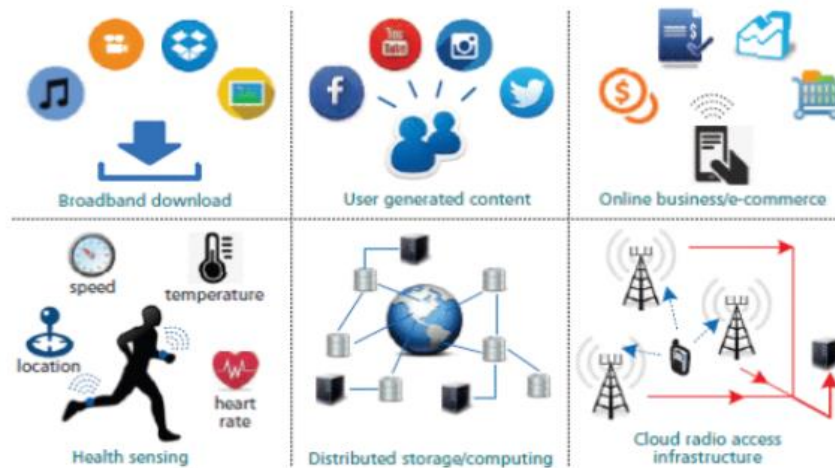
2.1.2.2 Big data

Big data(BD) es el proceso de acumular y analizar grandes cantidades de información que luego serán procesados llegando a correlacionar datos llegando a resultados efectivos que aumentan la productividad de una organización (Gartner, s.f.). Pueden llegar al orden de los Exabytes(10^{18}) por lo que las máquinas de computo tradicionales no pueden llegar procesarlos y mucho menos administrarlos (Oracle, s.f.).

Las redes móviles son uno de los mayores aportantes de tráfico de datos, hacia el 2014 el incremento de usuarios móviles llegó a 97% llegando a la cifra de 10.7 exabytes de transmisión de datos en el mundo. Este incremento exponencial se atribuye también al uso desmedido de los teléfonos inteligentes en donde se utilizan para usar diferentes tipos de aplicaciones tales como música, video y juegos en línea (S.Cui, 2015).

Figura 5. Fuentes de Big Data inalámbrico.

DISEÑO DE UNA RED WI-FI CON SERVICIOS ANALÍTICOS Y DE HIPERLOCALIZACIÓN EN CENTROS COMERCIALES



Fuente: (S.Cui, 2015)

- **Volumen**

Con big data, los volúmenes de datos que se tendrán que procesar serán en el orden de los terabytes y en algunos casos en petabytes. Estos pueden tal vez datos de Twitter o simplemente secuencias de clics de una página web o datos en tiempo de real de un sensor (Oracle, s.f.).

- **Velocidad**

Cuando se habla de velocidad, es la velocidad con que estos datos son generados llegando a ser velocidades descomunales que las maquinas convencionales no pueden gestionar de alguna manera (Oracle, s.f.).

- **Variedad**

Los datos recibidos presentan una gran cantidad de variedad, estos se caracterizan por ser datos no estructurados como texto, audio y video por lo cual se les debe un procesamiento previo para poder ser visualizados (Oracle, s.f.).

El valor o la utilidad con que se puede enfocar el BD no es la recolección de grandes cantidades de datos sino cómo con estos datos puedo tomar decisiones que me lleven fácilmente al éxito, es decir, dejar a un lado los instintos y seguir el BD a la hora de realizar una toma de decisiones en una empresa. (Consultec)

- **Caso de uso real**

WALMART es una cadena de almacenes ubicadas alrededor del mundo, que tiene una visita de 200 millones de personas a la semana, poseen 10700 tiendas en 27 países, tienen alrededor de 2 millones de trabajadores en sus almacenes, tienen un estimado de 2 millones de transacciones por hora, generan información en el orden de los terabytes y sus bases de datos están en el orden de los petabytes. (Consultec)

Esta cadena almacena la información de las compras que realizan sus clientes, ellos se dieron a la tarea de analizar toda esta información y llegar a la conclusión que en la época donde se presentaban huracanes aumentaban las ventas del producto Pop-Tarts a comparación que otras épocas del año. Los gerentes de cada Almacén revisaron esta conclusión y decidieron colocar en época de huracanes el producto a la entrada de cada tienda, resultó ser una decisión efectiva pues se aumentaron las ventas exponencialmente del producto. (Consultec)

2.1.2.3 Inteligencia artificial

La inteligencia artificial (IA) se define como la técnica que puede llegar a que las máquinas puedan solucionar los problemas con la misma inteligencia de los seres humanos, con IA la máquina tiende a imitar en lo que más puede la inteligencia de las personas, así como la manera de aprender del entorno y así resolver los problemas tendiendo a realizarlo con éxito. (Wang, 2017).

Cuando se habla de imitar a las personas, se refiere a la parte cognitiva del ser humano como lo es la capacidad de razonar y tomar decisiones, memorizar cualquier cosa y así confiar de manera paulatina que la máquina con IA realizara las cosas igual o mejor que un ser humano (SGMA). Hay diferentes facetas que se asocian a la IA, tales como aprender, adaptarse a cambios y la creatividad; esto se evidencia en la cotidianidad del ser humano, por eso es que estas facetas se quieren llevar a nivel de máquina y así hacer más fácil la vida a las personas. (JUAN JESÚS ROMERO, 2017)

El principal objetivo de la IA, es la resolución eficiente de problemas que un ser humano no puede solucionar con éxito o simplemente se tardaría demasiado tiempo en hacerlo. Esta resolución es respaldada con una serie de técnicas basadas en algoritmos matemáticos que usa la IA para abordar una problemática en general. (SGMA)

La base de la IA es lo que se denomina Machine Learning o Aprendizaje automático, que consiste en definir un objetivo y el método para llegar al objetivo la máquina lo aprende de manera autónoma. En el aprendizaje automático se logran identificar cuatro tipos:

- **Supervisado**

Este aprendizaje consiste en saber cuál será el resultado antes de que este se muestre. Por ejemplo, la máquina tiene como datos de entrada imágenes de animales y frutas Machine learning cuando los está recibiendo, los analiza y a esto se le conoce como un entrenamiento de la máquina. El resultado dependerá de la entrada y de los resultados que se esperan obtener. (GN, Machine Learning Types and Algorithms, 2018)

- **No supervisado**

En este tipo de aprendizaje se obtienen resultados desconocidos por la máquina porque la máquina recibe los datos de entrada y el modelo se ejecuta dentro de la máquina. Estos datos son agrupados porque estos datos se toman como variables aleatorias que hay que agrupar y ordenar. (GN, Machine Learning Types and Algorithms, 2018)

- **Semi-supervisado**

Es una combinación entre el supervisado y el no supervisado, es el aprendizaje que más se adapta a la vida real donde hay datos con y sin etiquetas que permiten agruparlos. (GN, Machine Learning Types and Algorithms, 2018)

- **Reforzado**

Se tiene como base el aprendizaje mediante ensayo y error, está orientado cuando se desea obtener un resultado muy específico. La máquina almacena el aprendizaje y toma de este el mejor resultado y así obtener un resultado preciso. (GN, Machine Learning Types and Algorithms, 2018)

Teniendo claro los tipos de aprendizaje, se debe tener en cuenta la clasificación de los datos que pueden estructurados y no estructurados. La clasificación tiene como objetivo identificar la clase y la categoría del dato recibido en una máquina. (Garg, 2018) Hay siete algoritmos que facilitan la clasificación de los datos en una máquina:

- **Regresión logística**

Es un algoritmo de aprendizaje automático que consiste en describir los posibles resultados realizando una sola prueba mediante una función. Es útil en aquellos casos donde la influencia que aplica un grupo de variables al resultado. (Garg, 2018)

- **Naive Bayes**

Está basado en el teorema de Bayes que consiste en la independencia entre características. Este algoritmo se usa en la vida real para clasificar un correo como spam. Requiere un tiempo de entrenamiento para definir los parámetros de clasificación. (Garg, 2018)

- **Pendiente de gradiente estocástico**

Es de un enfoque simple pero eficiente, se usa principalmente cuando se tienen muestras bastantes grandes. Es sensible a la perdida de datos pero se considera eficiente y fácil de implementar. (Garg, 2018)

- **K-Vecinos más cercanos**

Presenta una particularidad en cuanto a que este algoritmo no construye un modelo que lo identifique, sino que solo se limita a almacenar las variables que resultan del aprendizaje. Su resultado depende de sus variables vecinas, se usa cuando los aprendizajes son grandes. (Garg, 2018)

- **Árbol de decisiones**

Se encarga de generar una secuencia de reglas que se utilizan para clasificar los datos, es de fácil entendimiento y tiene la capacidad de manejar datos de categorías y numéricos. Con un solo cambio que se genere en los datos se cambia completamente el algoritmo. (Garg, 2018)

- **Bosque aleatorio**

Clasifica mediante un estimador que depende del árbol de decisiones en muestras de conjuntos de datos utilizando el promedio para su resultado. Es medianamente complejo de implementar, pero su resultado es efectivo. (Garg, 2018)

- **Máquina de vectores de soporte**

Representa los datos de obtenidos en el aprendizaje como una especie de puntos que estás separados dependiendo de la categoría a la que pertenezcan, a medida que se ingresen nuevos datos son categorizados y dependiendo de la categoría a la que son asignados así mismo se predice el resultado. (Garg, 2018)

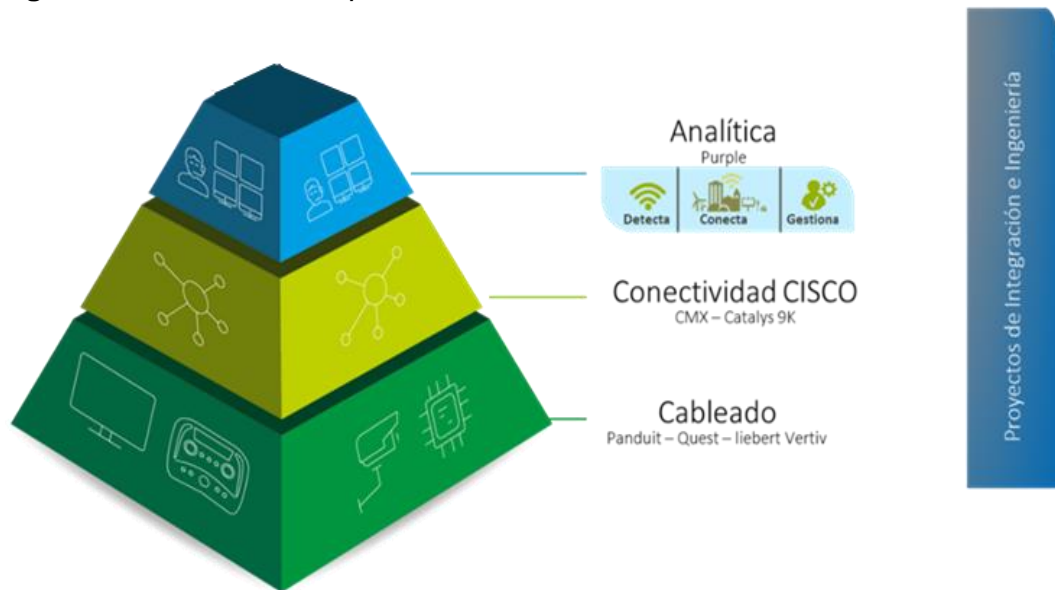
3. Capítulo 3

3.1 DESARROLLO

La solución propuesta al cliente, se definió de manera piramidal para garantizar que esta sea de funcionamiento apropiado. En la capa de cableado se implementará una red de cableado estructurado en categoría 6 marca PANDUIT para todos los elementos de red de cobre y fibra óptica. Esta capa será la encargada de transportar los datos entre los Access Points hacia los switches y posteriormente hacia los equipos de borde y la conexión hacia los centros de datos e Internet. La capa de conectividad es la encargada de la localización, hace uso de la red Wi-Fi para detectar las ubicaciones de cada uno de los clientes que se encuentran conectados a la red. Por otro lado, la capa de analítica es la encargada de realizar campañas de marketing dependiendo de las ubicaciones de los usuarios enviando ofertas y promociones a los dispositivos móviles que se asocian a la red Wi-Fi.

Por eso se cree que una sólida construcción de todas las capas del modelo permitirá garantizar que la solución funcione con un óptimo desempeño.

Figura 6. Pirámide de componentes de la solución.



Fuente: Autor

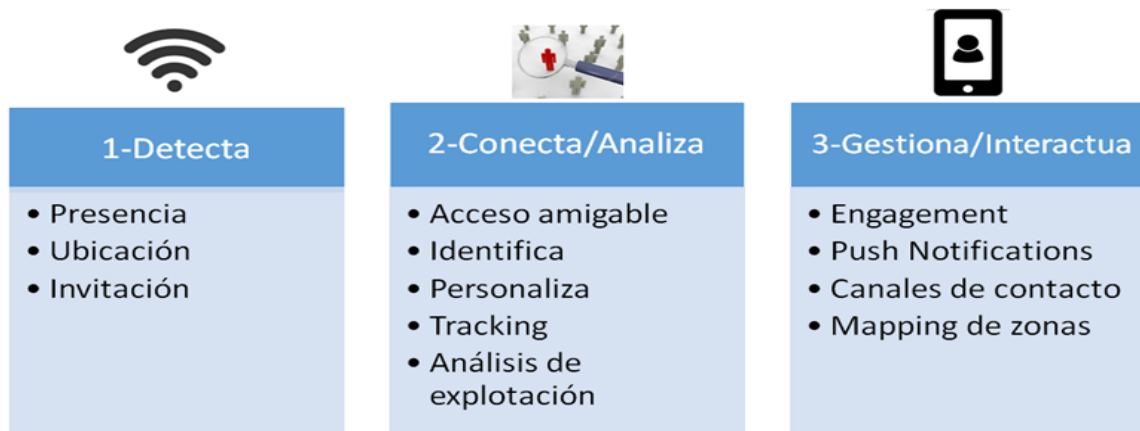
3.1.1 Requerimientos del cliente

El cliente requiere mejorar las prestaciones, obtener mayor flexibilidad y optimizar los costos de su servicio de Wi-Fi pública de sus centros comerciales en Colombia. Lo anterior con el propósito final de ofrecer un mejor servicio a sus clientes finales y a sus áreas internas de soporte al negocio, cumpliendo con las regulaciones vigentes y optimizando la utilización de los recursos disponibles.

La propuesta debe incluir una visión de futuro, considerando tecnologías vigentes, nuevas tendencias y soluciones que se estén incorporando en las actuales redes de conectividad.

La solución requerida tiene como objetivo proporcionar al usuario final del cliente, el beneficio de obtener conectividad a internet de cortesía de alta calidad dentro de las dependencias de sus centros comerciales, mejorando así su experiencia de compra y permanencia, y generando simultáneamente una interacción más estrecha que permita al cliente ofrecer servicios y beneficios personalizados. Al anterior proceso de interacción, conceptualmente, el cliente lo ha segmentado en tres etapas: a) Detección, b) Conexión, y c) Interacción, según se observa en el esquema a continuación.

Figura 7. Proceso conceptual de interacción con el usuario final.



Fuente: Cliente

Se requiere que la solución propuesta por la empresa contemple la totalidad del anterior proceso e interacción, suministrando las herramientas tecnológicas y los servicios de avanzada necesarios para cubrir los requerimientos de cada una de sus fases.

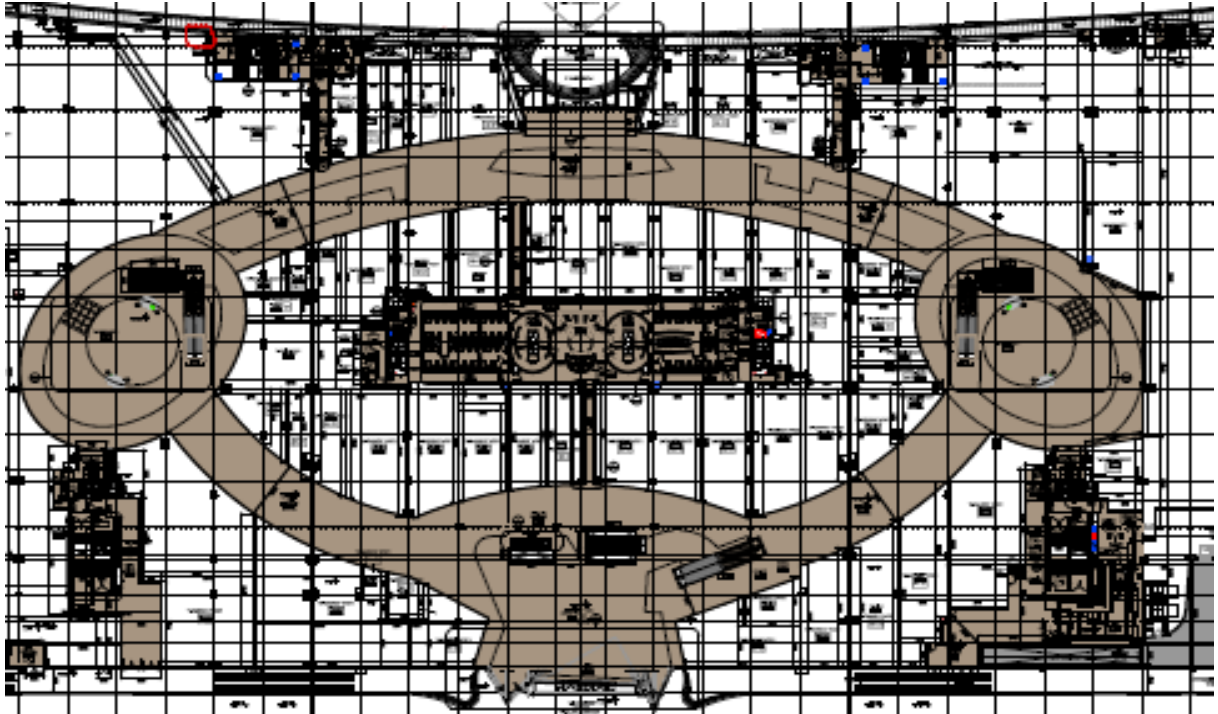
Para la primera fase (fase de detección), el cliente espera particularmente que la solución propuesta sea capaz de soportar y proveer técnicas de detección proactiva de usuarios finales, es decir, herramientas que detecten la presencia e inviten al cliente a conectarse a la red de Wi-Fi pública. Para las fases siguientes (conexión e interacción) se requiere de una solución escalable y flexible, que sea capaz de interactuar y soportar futuras aplicaciones y funcionalidades.

El personal del cliente que hará mayor uso será el área de marketing quien realizará la explotación primaria de la información obtenida por la misma, pese a que áreas técnicas, de abastecimiento y legales también puedan interactuar con la misma. Debido a esto, se requiere que la empresa preste especial atención en que su solución propuesta pueda ser integralmente gestionada (desde sus componentes, hasta las vistas de explotación de datos) mediante una interfaz única y amigable.

3.1.2 Información infraestructura física del cliente

El cliente en harás de facilitar la planeación de la solución, suministró a IKUSI REDES COLOMBIA los planos de la locación de tres pisos donde se va a implementar la solución.

Figura 8. *Plano Centro Comercial Primer Piso.*



Fuente: Cliente

3.1.3 Topología de la red

A continuación, se describe la arquitectura tipo que se manejará para todos los sitios, este es el escenario solicitado por el cliente donde los siguientes equipos estarán en el centro comercial:

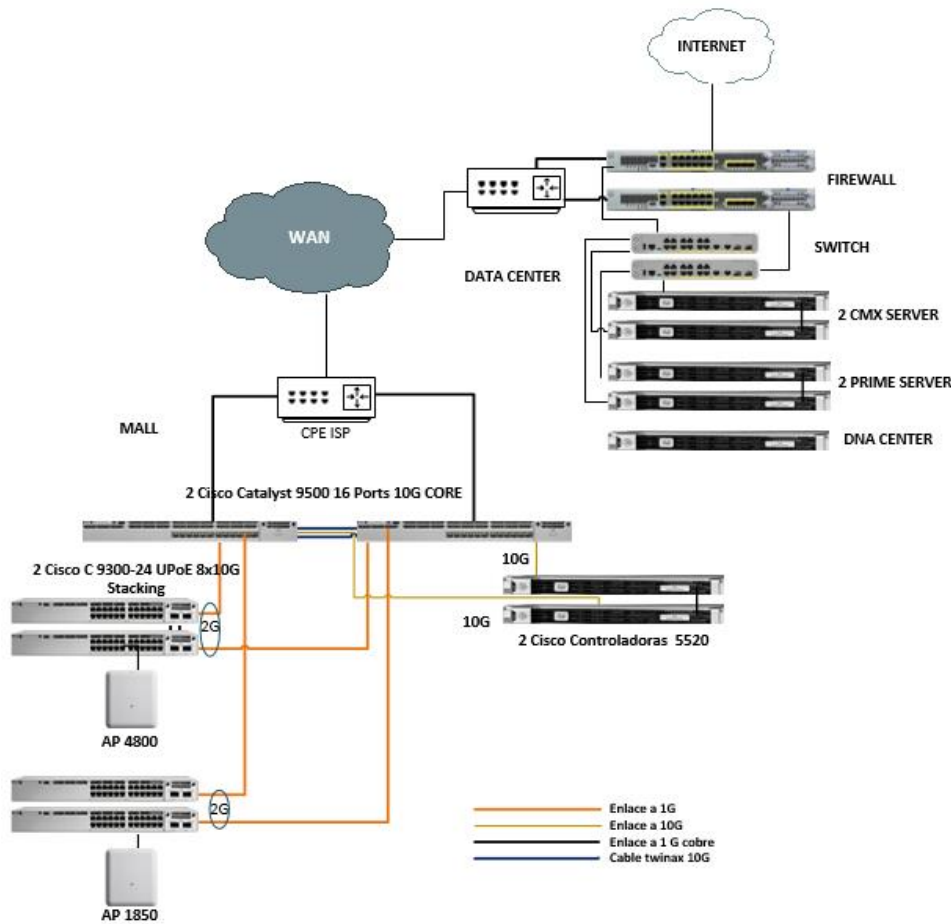
- Access Points
- Switches de Acceso y Core
- Controladoras Inalámbricas

Y en los Data Centers se colocarán:

- Servidores de Gestión
- Firewalls
- Switches de Conexión

Figura 9. *Topología de la red a implementar en el centro comercial del cliente.*

DISEÑO DE UNA RED WI-FI CON SERVICIOS ANALÍTICOS Y DE HIPERLOCALIZACIÓN EN CENTROS COMERCIALES



Fuente: Autor

La topología de red que se planteó en el proyecto es tipo estrella, donde en el centro comercial del cliente se instalará toda la parte de la distribución y el acceso. Por otro lado, el Core estará ubicado en las instalaciones de Data Center de Internexa en la ciudad de Bogotá. Para el acceso se van a utilizar los Access point de la serie 4800 que son los que van a garantizar la Hiperlocalización, estos irán ubicados en las zonas de mayor afluencia de usuarios como los son la plazoleta de comidas y en los pasillos de los locales comerciales, para el resto de zona de menor afluencia se van a utilizar Access Point de la serie 1850; se debe garantizar que NO debe haber una distancia superior a 20 metros entre AP's, esta es la distancia máxima que recomienda el fabricante a la cual se deben instalar estos equipos si se quiere tener una efectividad de 1-3 metros en la localización de los usuarios.

Los Access point se conectarán a los switches mediante enlaces a 1G de categoría 6 marca PANDUIT garantizando siempre una distancia máxima de 90 metros desde los switches hasta cada Access point. Para la parte de los switches de acceso a los cuales se van a conectar los AP's se usarán Catalyst 9300 de 24 puertos con capacidad de soportar Power Over Ethernet (PoE) esto para energizar cada AP, adicionalmente cuentan con 8

puertos de Uplink cada uno de 1G así como también módulos y puertos para tener la capacidad stackearse, es decir, tener la capacidad de apilar varios switches conectados mediante un cable de stack, obteniendo mayor capacidad de puertos y mayor disponibilidad en caso de que un switch llegue a dañarse.

Para la distribución se van a utilizar switches Catalyst 9500 de 16 puertos a los cuales se van a conectar los 9300 mediante enlaces de fibra óptica de 1G tipo OM4 de 12 hilos de manera redundante. Los Access point serán administrados por controladoras Cisco 5520 configuradas en HA que irán conectadas a los switches de distribución 9500 mediante enlaces de fibra óptica a 10G de manera redundante. Los equipos de distribución irán conectados a los equipos de última milla de propiedad del ISP mediante un enlace de cobre de 1G de manera redundante. Por solicitud del cliente el core estará ubicado en las instalaciones de Internexa ubicado en Zona franca, allí se instalarán los firewalls que se conectarán a internet y brindarán toda la seguridad a la red, también se instalarán los servidores de hiperlocalización y los servidores de analítica de la red.

A continuación, se relaciona la cantidad de equipos que se definieron después de establecer la topología a implementar y realizar el diseño con el apoyo de la herramienta Ekahau que se explica más adelante:

Tabla 2. Cantidad de equipos en el centro comercial.

Centro Comercial	Equipamiento
Cliente	<ul style="list-style-type: none"> • Access Point de Hiperlocalizacion <ul style="list-style-type: none"> ○ Nivel 1: 58 equipos ○ Nivel 2: 62 equipos ○ Nivel 3: 51 equipos • Access Points de conectividad zona parqueaderos <ul style="list-style-type: none"> ○ Sótano 1: 18 equipos ○ Sótano 2: 18 equipos • 20 Switches de Borde de 24 puertos que soportan U Poe garantizando la potencia requerida por los AP • 2 Switches de Core • 2 Controladoras Inalámbricas

Fuente: Autor

En la siguiente figura, se relacionan el tipo, el modelo y la marca de equipos a usar en el proyecto:

Figura 10. Equipos a usar en el proyecto.

DISEÑO DE UNA RED WI-FI CON SERVICIOS ANALÍTICOS Y DE HIPERLOCALIZACIÓN EN CENTROS COMERCIALES

Imagen referencia	Equipo	Modelos	Marca
	Switich Core	Catalyst C9500-24x-E	Cisco
	switich Acceso	Catalyst C9300-24U-E, Catalyst C9500-16X-E	Cisco
	Controladora Ap's	AIR-CT5520-K9	Cisco
	Access Point	AIR-AP1852i-A-K9 /AIR-AP4800-A-K9	Cisco
	Servidores de Hiperlocalización	UCS-C220M5SX (DB)	Cisco / Purple
	Firewall	FPR2120-NFGW-K9	Cisco
	Cableado y gabinetes	Categoría 6, Face Plate, Patch Panel	Panduit
	UPS	UPS 6KVA, 1KA, 3KVA	LIEBERTVERTIV

Fuente: Autor

3.1.4 Ancho de banda canal de internet

Una parte muy importante del diseño de la red es cuantificar el ancho de banda del canal de internet requerido para satisfacer las necesidades de los usuarios. La capacidad del canal contratado con el ISP determinó a través del siguiente cálculo:

Tabla 3. Factores para determinar el ancho de banda.

Porcentaje	Centro comercial	Servicios
	28.594	Maximo visitantes por Día
70%	20.016	Pico afluencia de publico de 4 pm a las 9 pm.
3	6.672	Se consideran 3 periodos de tiempo de visitantes durante al día.
75%	5.004	de estas personas se considera cuantas personas tiene dispositivo wifi
30%	1.501	de estas personas se considera las personas que se accede a la red wifi
10%	150	Streaming hd 850 Kbps
20%	300	Streaming sd 300 Kbps
30%	450	Redes sociales 256 Kbps
40%	600	App chat 128 Kbps

Fuente: Autor y (Networks, 2019)

Según datos suministrados por encuestas realizadas por el cliente, en el centro comercial donde se va a realizar la solución tiene un máximo de visitantes de 28594 usuarios al día.

La máxima afluencia de público se presenta entre las 4 y las 9 de la noche, periodo en el cual asisten al centro comercial 20016 usuarios que representan el 70% del total. Esta franja de máxima asistencia se divide en 3 periodos cada uno de los cuales tiene 6672 usuarios.

Las encuestas permitieron determinar que, de los 6672 usuarios de cada periodo, un 75% poseen un teléfono móvil (5004 personas), de estos usuarios un 30% se conecta a la red Wi-Fi del centro comercial (1501 personas).

Ahora se contemplan diferentes factores estimados sobre el uso que le dan estos 1501 usuarios que se conectan a la Wi-Fi. El 10% es decir unos 150 usuarios consumen streaming hd que necesita alrededor de 850 Kbps. El 20% (300 usuarios), consumen streaming sd que requiere 300 Kbps. El 30% (450 usuarios), se conectan a redes sociales con un consumo de 256 Kbps. El restante 40% (600 usuarios), utilizan la conectividad a la red para aplicaciones de chat que precisa de 128 Kbps.

Ahora, se hallará el ancho de banda total teniendo en cuenta lo anterior:

Tabla 4. Cálculo de ancho de banda.

Servicios	Consumo (Kbps)	Numero de usuarios	Ancho de banda (Kbps)
Streaming hd 850 Kbps	850	150	127.500
Streaming sd 300 Kbps	300	300	90.000
Redes sociales 256 Kbps	256	450	115.200
App chat 128 Kbps	128	600	76.800
Total			409.500

Fuente: Autor y (Networks, 2019)

El estimado realizado indica que se requiere una velocidad de transmisión de 409500 Kbps. Por esta razón se decidió contratar con el ISP una capacidad de canal de 500Mbps.

3.1.5 Herramienta de Hiperlocalización de Cisco

La solución de Hiperlocalización del fabricante Cisco, consiste en aprovechar de manera eficiente el hardware de la serie 4800, es decir, gracias a estos equipos se utiliza el ángulo de llegada de las señales Wi-Fi y así se puede determinar la ubicación de los usuarios que estén conectados. La arquitectura para esta solución es la que se utiliza en las redes Wi-Fi convencionales que consiste en tener un arreglo de AP's que se administra mediante una controladora Wi-fi que se conecta a un switch de acceso.

Las bandas en las que trabaja esta herramienta son las de 2,4 GHz y 5 GHz. En la controladora Wi-Fi se pueden configurar lo que se denomina como Band Select que consiste en identificar dispositivos de usuarios que operen en ambas frecuencias identificando la banda en la que mejor puede trabajar y así optimizar el servicio. Las bandas

en donde trabaja la solución son de uso libre no licenciado, por lo cual la cantidad de dispositivos utilizados en esta banda al mismo tiempo genera lo que se denomina interferencia, esta problemática afecta el ancho de banda. Para minimizar los efectos de la interferencia se necesita configurar tres parámetros en la controladora Cisco Clientlink: El DBS.. (Dynamic Bandwith Selection) y el Campus Wireless CleanAir. El Clientlink en español Enlace de Cliente utiliza el beamforming para mejorar la relación señal-ruido para los dispositivos Wireless; por otro lado el Dynamic Bandwith Selection en español Selección Dinamica de Ancho de Banda utiliza multiples canales en un Access point aumentando así el ancho de banda; el Campus Wireless CleanAir realiza de manera permanente el análisis del espectro proporcionando una completa visibilidad de los dispositivos que estén usando las bandas (2.4 GHz y 5GHz) y puedan generar interferencias.

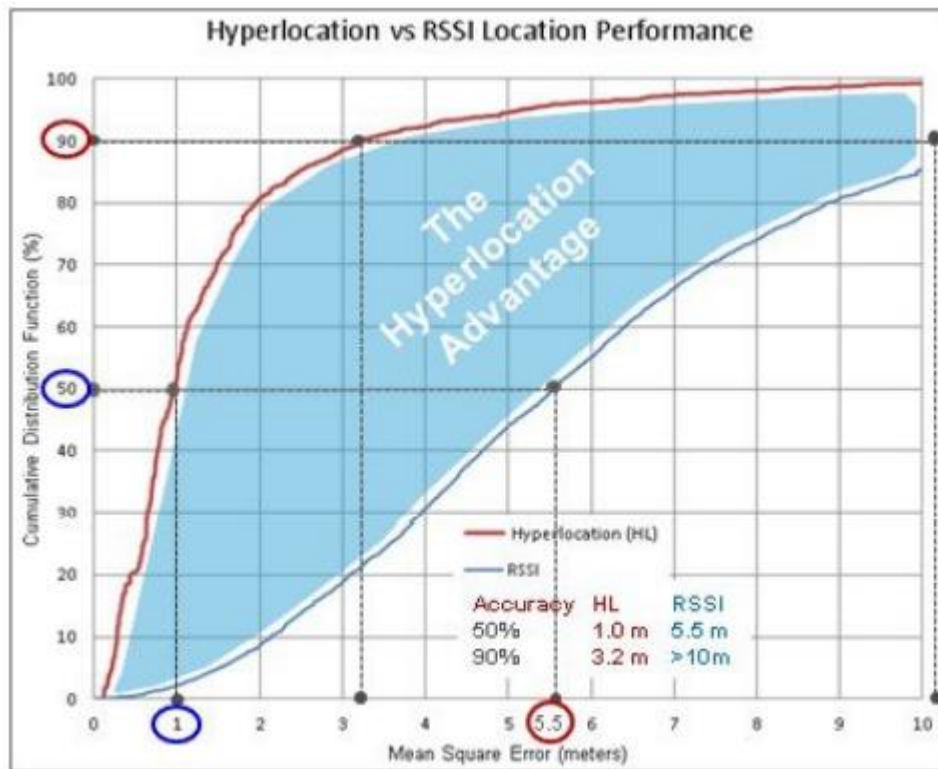
El objetivo de la Hiperlocalización es saber la ubicación precisa de un usuario que cuente conexión a la red Wi-fi. Esta ubicación tiene un rango efectivo entre 1 y 3 metros buscando así que el usuario se desplace a lo largo de toda una locación generando roaming y así se pueda saber en todo momento donde se encuentra.

El roaming que consiste en que un usuario se desplace entre Access point y no pierda conectividad en ningún momento, esto se presenta tan pronto el dispositivo del usuario identifique una baja señal y este en capacidad de conectarse a una de mayor señal, esto ocurre en cuestión de milisegundos haciendo que el usuario pase por desapercibido esto.

La localización convencional utiliza RSSI (Received Signal Strength Indicator) la cual consiste en estimar la cantidad de potencia que un usuario de la red Wi-Fi está recibiendo y es así que se calcula la distancia a la cual se encuentra un dispositivo teniendo una efectividad de 5-10 metros. La hiperlocalización utiliza la tecnología RSSI + el ángulo de llegada de las señales Wi-Fi y así brindar una ubicación efectiva de 1-3 metros realizando un despliegue de red óptimo. (Cisco, AP4800 Hyperlocation Deployment Guide, 2018)

La solución Cisco Hyperlocation presenta una innovación de hardware y software que puede ofrecer una precisión de ubicación de 1 a 3 metros en promedio para los clientes de Wi-Fi asociados. La base de la solución es el Access Point Cisco Aironet 4800. Con un indicador de intensidad de señal recibida en inglés Received Signal Strength Indicator (RSSI) y el ángulo de llegada admitido a través de esta tecnología, puede triangular la ubicación de los clientes móviles Wi-Fi asociados con una precisión milimétrica. (Cisco, Hyperlocation Solution Data Sheet, 2019) A continuación en la Figura 13 se hace una comparación entre Hiperlocalización y RSSI donde se evidencia al rango de precisión que tiene la Hiperlocalización frente al método de localización tradicional RSSI .

Figura 11. *Comparación entre Hiperlocalización y RSSI.*



Fuente: (Cisco, Hyperlocation Deployment Guide, 2015)

Para garantizar el correcto funcionamiento de la herramienta, el fabricante Cisco recomienda seguir los siguientes pasos y así poder garantizar el óptimo funcionamiento de la misma:

1. Instalar el software en la WLC (Wireless Lan Controller).
2. Instalar el software MSE (Mobility Services Engine) en la WLC.
3. Instalar el Cisco Prime Insfraestructure(CPI).
4. Realizar pruebas para asegurar conectividad entre los sistemas.
5. Instalar los Access Point.
6. Colocar los Access Point en la herramienta CPI.
7. Orientar las antenas de los AP's en CPI.
8. Habilite la Hiperlocalización.
9. Realice una prueba de Hiperlocalización con al menos 2 dispositivos.
10. Analice los resultados evidenciados en la herramienta.

3.1.5.1 Ekahau

Ekahau es una herramienta de RF predictivo que permite hacer desarrollar fácilmente un diseño de red, logrando sacar el máximo potencial de ésta ofreciendo funcionalidades de planificación automatizada de la red, inspección de cobertura, análisis y optimización, solución de problemas si se tiene desplegada una red Wi-Fi, generación de informes de cobertura y capacidad. (Lauronen, 2018)

Está diseñado para ser usada en todas las etapas del proyecto de Wireless que se desee llevar a cabo, ya sea en la etapa de planeación, implementación y validación. Gracias a esta herramienta se permite hacer un Site Survey o estudio sitio que permite obtener el rendimiento máximo de la red.

Un Site Survey o estudio de sitio, es la forma de obtener información de cobertura y de ubicación de los Access point dentro de un lugar. Realizando el estudio de sitio se podrá identificar las interferencias que afectaran la cobertura de cada Access Point y también ayudará a determinar en qué áreas se deben y en cuales no colocar equipos Wireless.

Para realizar el Site Survey, se deben seguir los siguientes pasos que van a garantizar que sea efectivo:

- Definir requisitos de la red.

Se debe determinar el número aproximado de usuarios que se conectarán a la red, así como también las áreas donde se desea que haya cobertura de la red, que tipo de dispositivos se van a conectar, la capacidad, el rendimiento y si es posible una visita para revisar de manera presencial a locación. (Ekahau, Ekahau Wireless Design, 2017)

- Site Survey de manera automática.

Si la persona que esté utilizando la herramienta, podrá utilizar la opción de generar el site de manera automática y así poder tener un punto de inicio que le permita ajustar de manera manual las ubicaciones de los AP's según considere. (Ekahau, Ekahau Wireless Design, 2017)

- Pre-despliegue.

Uno de los objetivos de la herramienta, es predecir el número de Access point que se necesitan en el proyecto, es por eso que una vez definido el área de cobertura se podrán ubicar de manera automática o manual los Access point y así poder tener un estimado de equipos que se necesitan en la solución. (Ekahau, Ekahau Wireless Design, 2017)

- Afinar el Site survey.

Si se considera que ya el Site se encuentra hecho de manera correcta proceda con el despliegue físico, de lo contrario realice todos los afinamientos en la herramienta las veces que sea necesario y así poder garantizar una óptima implementación. (Ekahau, Ekahau Wireless Design, 2017)

DISEÑO DE UNA RED WI-FI CON SERVICIOS ANALÍTICOS Y DE HIPERLOCALIZACIÓN EN CENTROS COMERCIALES

- Reconocimiento de las locaciones.

Se recomienda realizar una visita física a las locaciones para realizar una verificación de ubicaciones que garantice que se puedan instalar los Access point correctamente. (Ekahau, Ekahau Wireless Design, 2017)

- Mapas.

Es importante tener todos los mapas de las locaciones donde se vaya a realizar el Site Survey, es el parámetro más importante por esto se debe tener listos y a la mano. (Ekahau, Ekahau Wireless Design, 2017)

Una vez completado lo anterior se deben cargar los mapas a la herramienta se configuran los pisos de la locación definiendo así el área de cobertura de la red. La interfaz de usuario se muestra en la siguiente figura:

Figura 12. Interfaz de usuario.



Fuente: (Ekahau, Wi-Fi Planning, Verification, Troubleshooting)

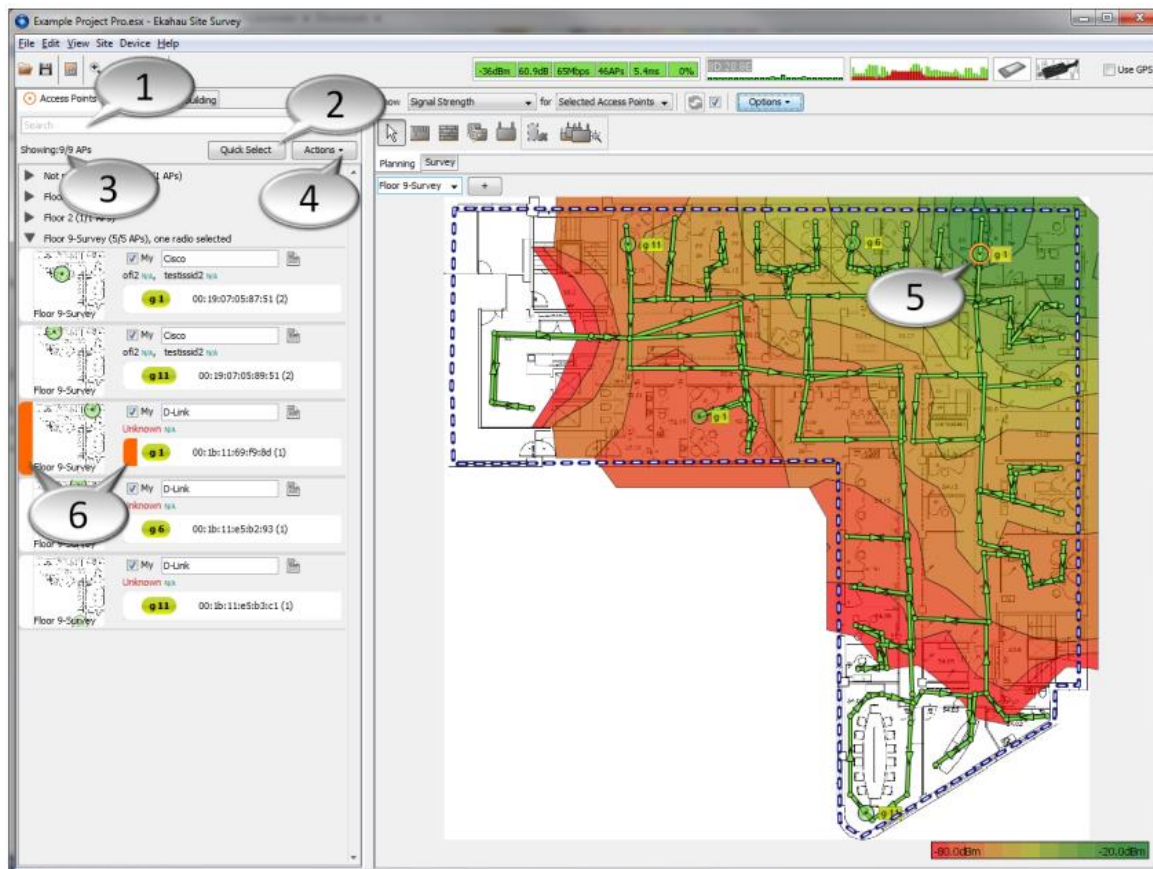
1. Access Point, Surveys, y definir la edificación
2. Barra de herramientas
3. Selección de visualizaciones

DISEÑO DE UNA RED WI-FI CON SERVICIOS ANALÍTICOS Y DE HIPERLOCALIZACIÓN EN CENTROS COMERCIALES

4. Vista en miniatura
 5. PING
 6. Vista en miniatura de la señal
 7. Analizador de espectro
 8. Fichas de planificación
 9. Vista del mapa
- **Selección de los Access Point**

Para seleccionar y definir los Access point con los que se va a realizar el site, se debe definir previamente los niveles o pisos de cada ubicación y realizar la ubicación nivel por nivel, se recomienda hacer el site generando de manera automática la ubicación de los Access point y afinar manualmente la ubicación de estos hasta que se logre la cobertura deseada.

Figura 13. Lista de Access Point.



Fuente: (Ekahau, Wi-Fi Planning, Verification, Troubleshooting)

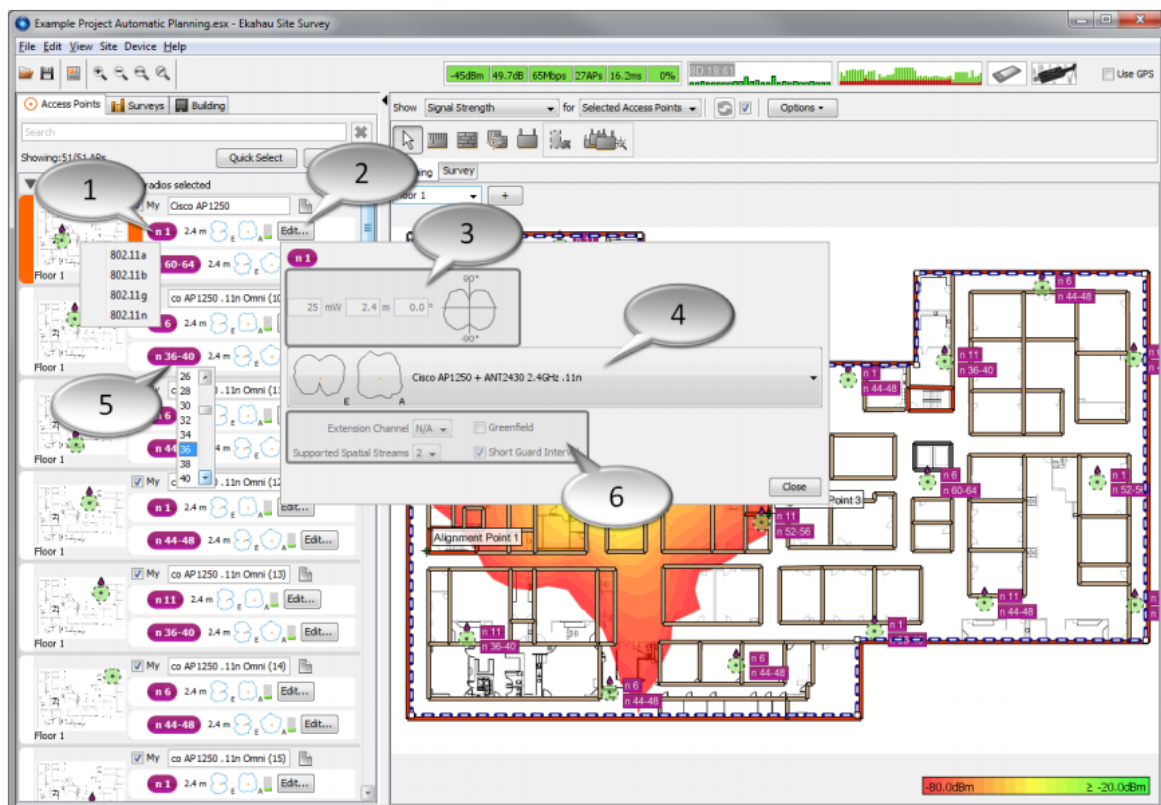
A continuación, se relacionan las ubicaciones de las funciones en la interfaz:

DISEÑO DE UNA RED WI-FI CON SERVICIOS ANALÍTICOS Y DE HIPERLOCALIZACIÓN EN CENTROS COMERCIALES

1. Panel de búsqueda para encontrar un Access Point en específico
2. Seleccionar un grupo de Access Point
3. Número de Access Point
4. Realizar acciones sobre los Access Point
5. Ubicación del Access Point dentro del mapa
6. Seleccionar un Access Point específico para ejecutar una modificación sobre el mismo

De igual manera cada Access Point se puede editar a conformidad de cada quien como se muestra en la figura 15:

Figura 14. Edición de cada Access Point .



Fuente: (Ekahau, Wi-Fi Planning, Verification, Troubleshooting)

1. Se escoge la tecnología con que se desee que trabaje 802.11(a/b/g/n)
2. Se pueden editar las propiedades de las antenas del equipo
3. Se muestra la potencia de transmisión y altura
4. Se muestra el tipo de antena, el patrón de radiación, la elevación y al azimut
5. Se puede cambiar el canal en que se desee que trabaje el equipo

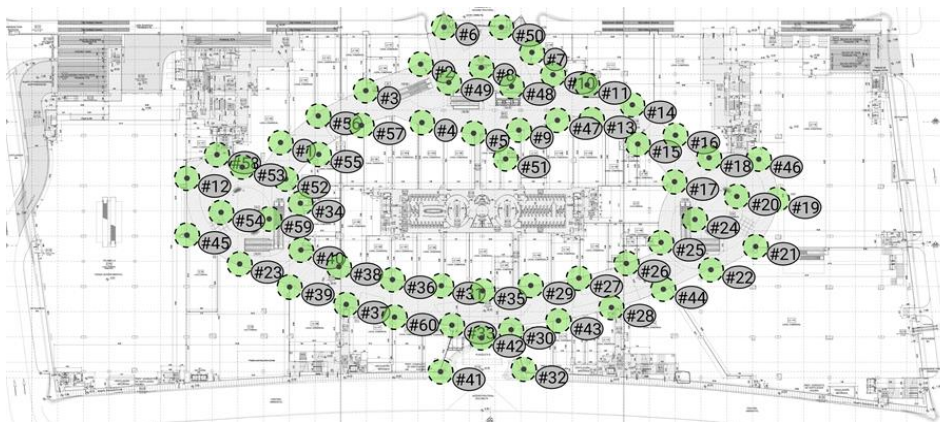
6. Se muestran las propiedades del 802.11n

- **Atenuaciones**

Dentro de la herramienta, se brinda la oportunidad de definir los materiales de los que se encuentra hecho la locación donde se sea implementar la solución. El porqué de esta posibilidad se da con el objetivo de saber de qué material conforma las paredes, techos y pisos y así poder determinar la facilidad con que las ondas de radio puedan penetrar dichas superficies. Por ejemplo, si el cliente posee una ventana de vidrio en cierta ubicación de la locación, este tipo de material se puede definir a la hora que se esté realizando el Site Survey pudiendo llegar hacer una estudio más efectivo y llevado a la realidad con facilidad. (Hintersteiner, 2018)

En este proyecto se utilizó esta herramienta predictiva con los planos suministrados de las locaciones del centro comercial y se obtuvo el siguiente resultado estimado de las ubicaciones de los Access Points:

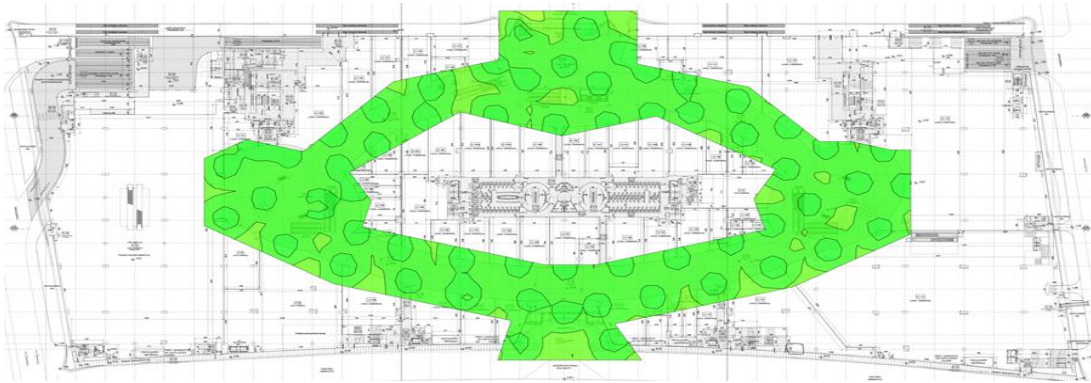
Figura 15. *Ubicación Estimada Access Point Primer Piso.*



Fuente: Autor

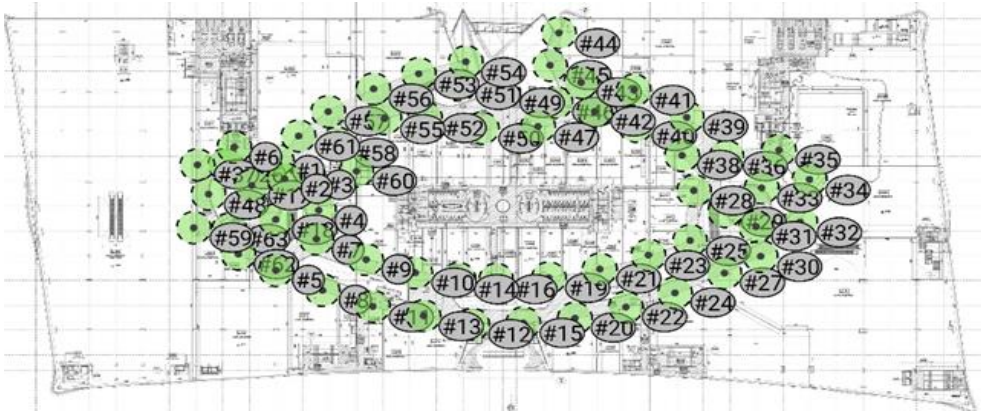
En la anterior imagen se evidencia las ubicaciones de cada Access point dentro del plano con su respectiva numeración que facilita la identificación de cada equipo.

Figura 16. *Patrones de Radiación en las bandas 2.4 y 5 GHz primer piso.*



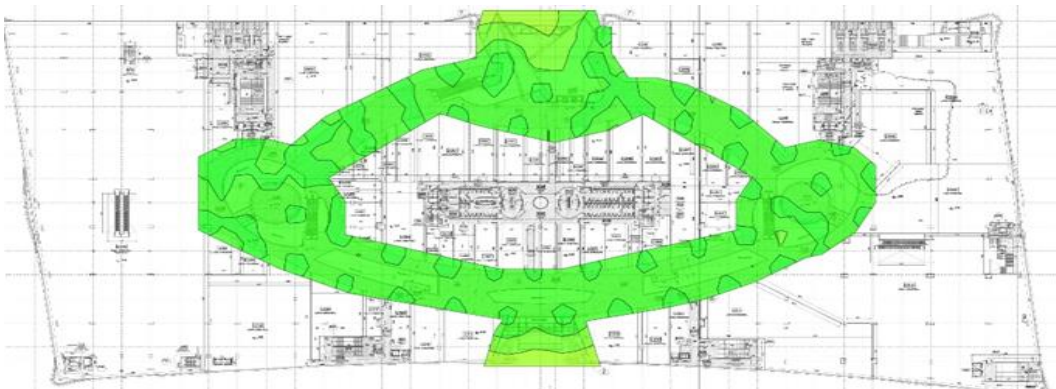
Fuente: Autor

Figura 17. Ubicación Estimada Access Point Segundo Piso.



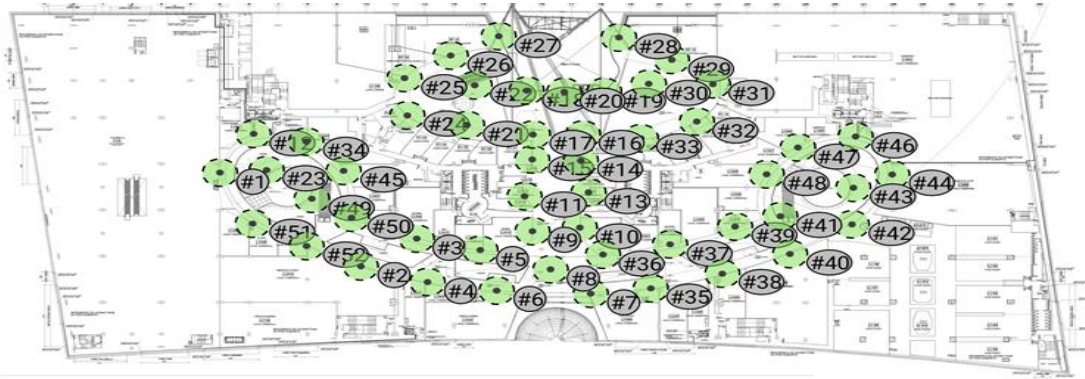
Fuente: Autor

Figura 18. Patrones de Radiación en las bandas 2.4 y 5 GHz Segundo piso.



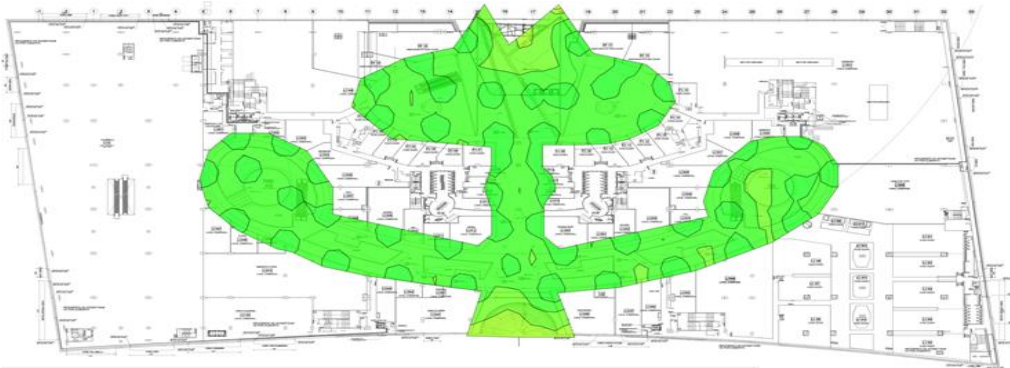
Fuente: Autor

Figura 19. Ubicación Estimada Access Point Tercer Piso.



Fuente: Autor

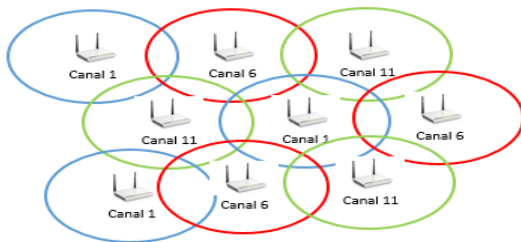
Figura 20. Patrones de Radiación en las bandas 2.4 y 5 GHz Tercer piso.



Fuente: Autor

Después de estimar las ubicaciones más efectivas de cada Access Point en el plano, la correcta asignación de canales en los que va a trabajar cada equipo juega un papel muy importante. Dicha asignación se debe realizar de manera correcta para evitar la interferencia co-canal que se genera cuando los Access point que están en ubicaciones contiguas o cercanas y se encuentran trabajando bajo el mismo canal. Para evitar este problema se recomienda hacer re-uso de canales que consiste en alternar la asignación de canales en cada equipo considerando un espacio considerable entre cada uno.

Figura 21. Re-uso de canales.



Fuente: Autor

- **Características generales del Access Point Cisco Aironet 4800**

Figura 22. *Aironet 4800.*



Fuente: (Cisco, AP4800 Hyperlocation Deployment Guide, 2018)

Este Access point está diseñado para ofrecer la mejor experiencia al usuario, está compuesto por cuatro antenas de radio que funcionan de manera simultánea ofreciendo servicios de hiperlocalización y asignación flexible de bandas (2.4 GHz y 5GHz o que las antenas trabajen solo en 5GHz aumentando el rendimiento) teniendo un diferencial con equipos de otras referencias. Con este equipo se podrá brindar coberturas de red de alto rendimiento con capacidad de soportar hasta 400 usuarios. (Cisco, AP4800 Hyperlocation Deployment Guide, 2018)

- **Análisis de espectro del Wi-Fi**

Este análisis consiste en realizar mediciones de la señal Wi-Fi en un sitio o locación y poder determinar la intensidad que se tiene de la señal. Esta medición se hace con el objetivo de encontrar todo tipo de interferencias que afecten el rendimiento de la red Wi-Fi, es importante recordar que las bandas en las que opera el Wi-Fi 2.4 y 5GHz están expuestas a millones de interferencias porque son de uso libre que no requieren licenciamiento alguno, por lo tanto, son de uso libre y cualquier persona puede hacer uso de estas. (NetSpot, 2019)

Se recomienda realizar el análisis una vez que se tenga la red Wi-Fi instalada y funcionando para así revisar las mayores fuentes de interferencias que estén afectando el correcto funcionamiento de la red desplegada. (NetSpot, 2019)

3.1.6 Herramienta de Analítica y Marketing Inteligente de Purple

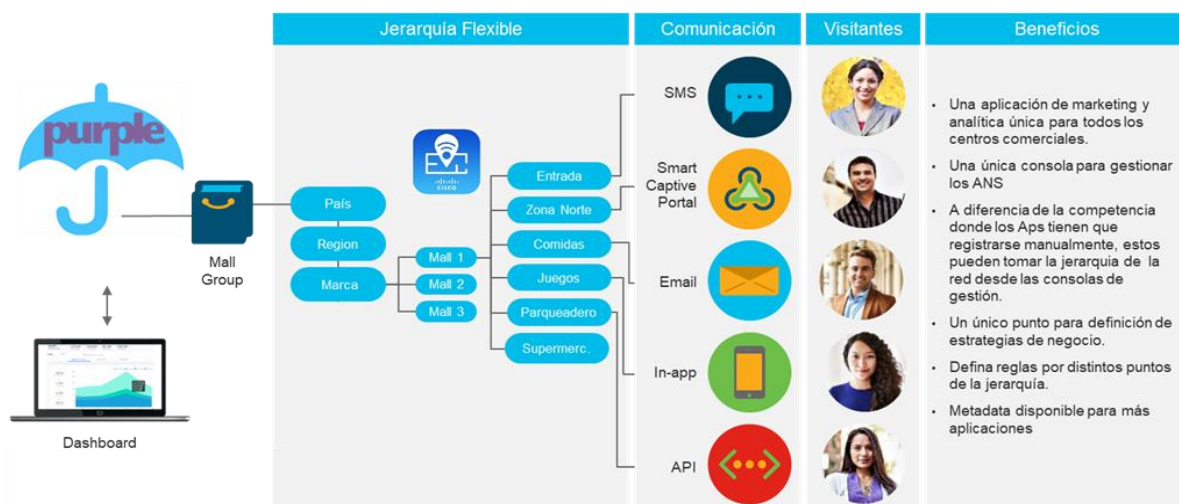
Purple es una herramienta desarrollada para realizar analítica con datos recolectados en una red Wi-Fi y con estos realizar campañas de marketing para aumentar la venta de bienes y servicios en aquel cliente que adquiera la solución. Trabaja de la mano y se complementa con la solución de Hiperlocalización de Cisco, pues por un lado se recolectan todos los datos de usuarios que se conectan a una red Wi-Fi ingresando datos personales

DISEÑO DE UNA RED WI-FI CON SERVICIOS ANALÍTICOS Y DE HIPERLOCALIZACIÓN EN CENTROS COMERCIALES

que el usuario diligencia a través de un portal cautivo ya sea suministrado por Cisco o por Purple. Después de que estos datos son enviados a la nube de Purple, son analizados y es allí donde se toman decisiones de marketing que puedan aumentar las ventas considerablemente.

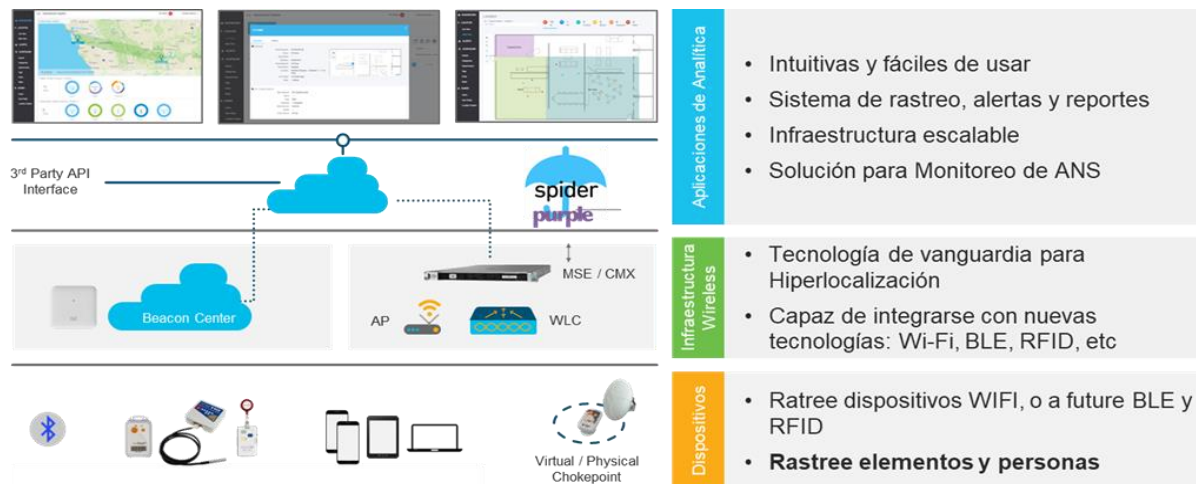
Los datos recolectados pueden ser el nombre, fecha de nacimiento, intereses en general, datos de contacto, permanencia en el centro comercial, frecuencia de las visitas y más. Luego, se pueden usar estos datos para crear mejores perfiles de clientes e impulsar campañas de marketing personalizadas; en última instancia, transformar la red Wi-Fi en una herramienta de generación de ingresos para un negocio. (Purple, 2018)

Figura 23. Funcionamiento Purple.



Fuente: Purple

Figura 24. Ventajas Purple.



Fuente: Purple

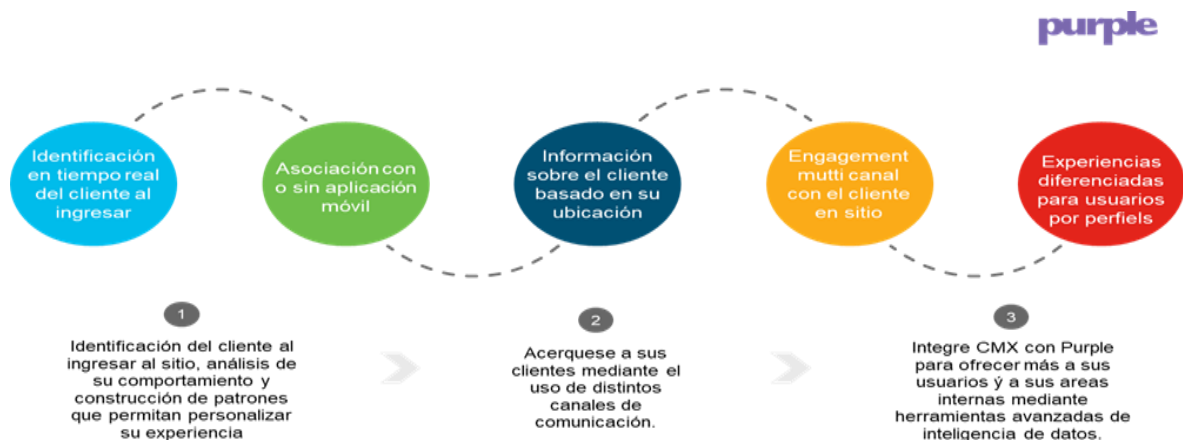
Como parte de la solución propuesta por IKUSI se ha incluido la solución de Purple, líder del mercado en soluciones para mejorar la experiencia de los usuarios mediante la conectividad sobre redes inalámbricas.

Purple es una plataforma escalable, basada en la nube que se especializa en la experiencia del usuario final sobre redes Wi-Fi, ofreciendo un acceso rápido a internet mediante un registro simple por formulario o redes sociales. En retorno, los dueños de la red se beneficiarán de la recolección de los datos de estos usuarios con gran detalle, ganando adicionalmente “me gusta” y “seguidores” en sus redes sociales con analítica de estos datos en tiempo real, incluyendo datos demográficos de los clientes, más una herramienta de fidelidad para enviar publicidad altamente dirigida hacia los clientes mediante distintos medios de comunicación.

Mediante un diseño especializado para rastreo de dispositivos, el cliente se podrá beneficiar al conocer la ubicación de los usuarios dentro del espacio, ver donde pasan más tiempo y enviarles un correo o SMS basados en el tiempo de permanencia dentro de una zona pre definida, o cuando se muevan de un área a otra.

Esto permitirá acompañar al cliente en su visita a los centros comerciales, brindándole un acompañamiento personalizado y obteniendo información de su desenvolvimiento dentro de los centros comerciales.

Figura 25. Valor Agregado



Fuente: Purple

Purple se basa en tres principios básicos que ofrece al cliente: Acceso, Análisis y Acción.

Figura 26. Principios básicos



Fuente: Purple

3.1.6.1 Objetivos críticos del negocio

- Monetización de las redes Wi-Fi
- Necesidad para analítica detallada y capacidad de análisis detallado de los datos demográficos
- Manejo de voucher y mecanismos de fidelización para clientes
- Fidelización mediante redes sociales
- Mejorar la experiencia del usuario
- Ofrecer filtrado de contenido para tener una experiencia adecuada para toda la familia

3.1.6.2 Diferenciadores Principales

- Mejor experiencia para conectarse del Mercado
- Más de 25 lenguas soportadas
- La manera más completa de recolección de datos
- Portal intuitivo construido para las áreas de marketing y para las líneas de negocio
- Motor de marketing para Marketing sobre redes Wi-Fi más preciso y relevante
- Costo Efectivo: Incluye el módulo de Ubicación y Analítica independiente del fabricante de hardware
- Fácil de implementar, sin importar la infraestructura Wi-Fi que se encuentra por debajo

3.1.6.3 Valor para el cliente y ROI

- Recolección de datos valiosos y de contacto sobre nuestros clientes
- Incrementar el alcance media redes sociales

DISEÑO DE UNA RED WI-FI CON SERVICIOS ANALÍTICOS Y DE HIPERLOCALIZACIÓN EN CENTROS COMERCIALES

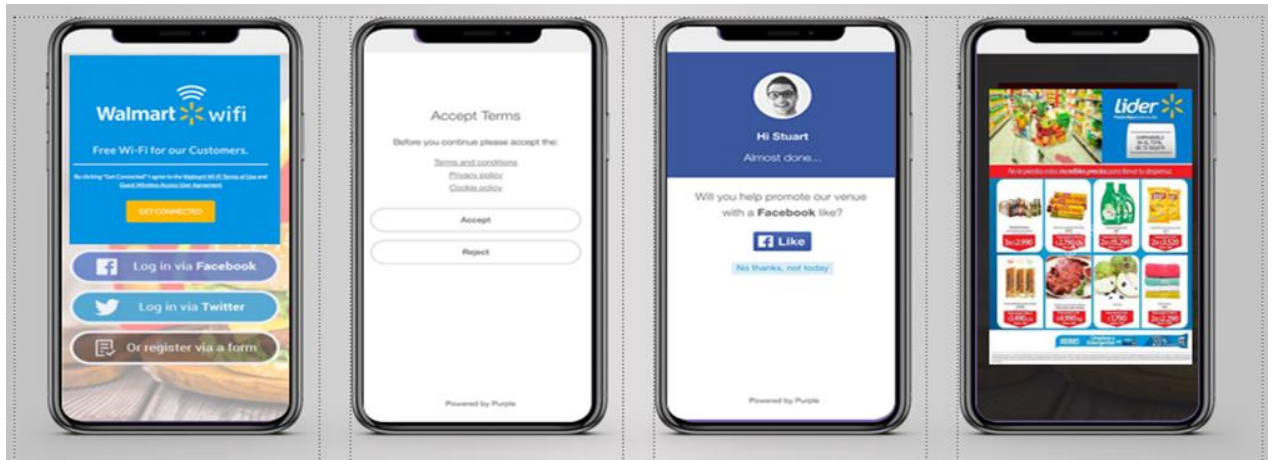
- Mejor fidelización de los clientes
- Redirección eficaz hacia sitios web y hacia descarga de aplicaciones
- Incremento de ventas
- reducción de Costos
- Mejoras operaciones
- Mejor experiencia del cliente

3.1.6.4 Portales de Invitados

Para el Acceso se tienen las siguientes funcionalidades:

- Login mediante redes sociales o formulario corto
- Páginas de bienvenida HTML completamente personalizables
- Poder configurar el portal en diferentes idiomas.
- Redirecciones: Ofertas, promociones, cupones e informaciones
- Flujos lógicos

Figura 27. Portal de invitados.



Fuente: Purple

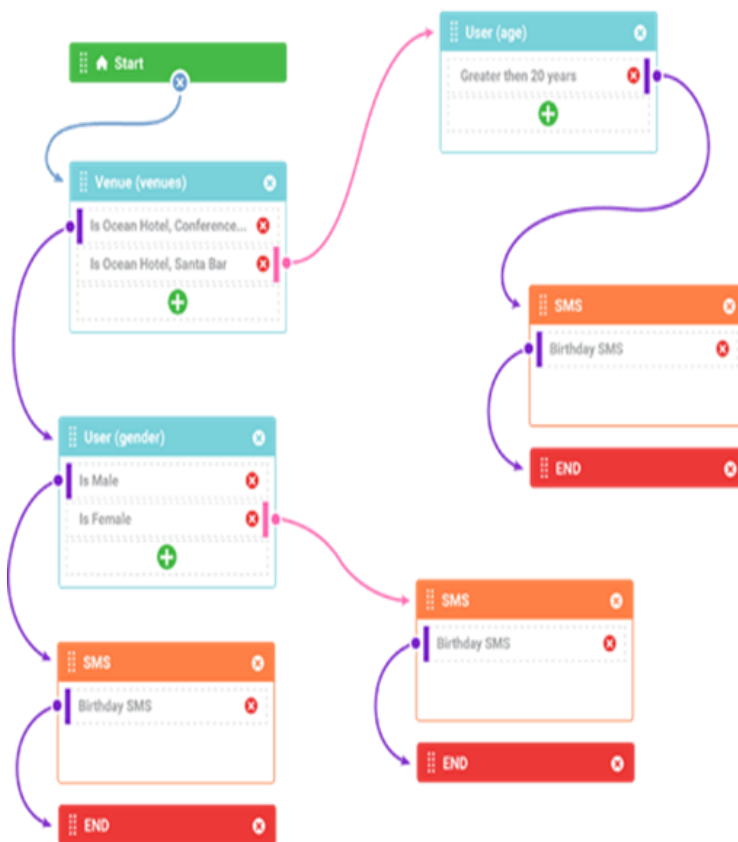
Existen distintos mecanismos dentro de Purple que me permiten definir posteriormente cómo será la integración con el usuario, el flujo que tendrá esta y las encuestas que podrán ser presentadas durante el ingreso a la plataforma.

3.1.6.5 Flujo de Marketing Inteligente

- Con un punto 'Inicio' y 'Fin', puede ver visualmente cómo funcionará su flujo, lo que le permite crear decisiones basadas en varios parámetros y desencadenar acciones sin esfuerzo.

- Claro, Simple y accionable.
- Constructor simple de arrastrar y soltar (Drag &Drop)
- Segmente fácilmente los datos del cliente, usando una interfaz clara
- Automatica y active los envíos de SMS y eMarketing
- Redirigir segmentos de usuario a diferentes páginas de presentación
- Faculte a su equipo de marketing para crear campañas complejas

Figura 28. Flujo de marketing.



Fuente: Purple

3.1.6.6 Micro Encuestas

- La solución permite la realización de micro encuestas que permitan evaluar la experiencia del usuario considerando:
- Con Micro Surveys se tiene una audiencia cautiva; apuntando a sus usuarios en el momento correcto mientras te visitan
- Permite configurar páginas de encuestas anónimas, breves y fáciles de usar

- Se muestra durante el proceso de autenticación del usuario, antes de que accedan a la red Wi-Fi.
- Las empresas tienen la opción de permitir a los usuarios omitir la encuesta y acceder directamente a la navegación, o bien, habilitarlos para que sean obligatorios, por lo que los usuarios deben completar las preguntas antes de acceder al Wi-Fi.

Las encuestas permiten contar con distintos tipos de cualidades al momento de crearlas como son:

- Múltiples preguntas
- Hasta cuatro preguntas, en función: selección múltiple, rating y clasificaciones de estrellas
- Campo de texto libre que permita al usuario proporcionar comentarios personalizados.
- Centrado en el usuario: corto, fácil de completar y sin fisuras.
- Ayuda tomar acción y decisiones al negocio
- Las respuestas se agregan en la sección de informes proporcionando datos accionables claros
- Exportar a un archivo CSV.
- Capacidad de respuesta completamente móvil, fácil de completar desde todo tipo de dispositivos

3.1.6.7 Ubicación y Analítica de Presencia

Mediante este módulo se tendrá la capacidad de entender dónde están los clientes, donde circulan, cuanto tiempo pasan y tomar acciones basadas en esta valiosa información considerando que la herramienta nos permitirá:

- Rastrear el movimiento de cliente dentro del espacio definido
- Mapa de calor mostrando las áreas ocupadas y datos demográficos sobrepuestos
- Enviar correo y SMS a los clientes basados en los tiempos que pasen en áreas específicas o locales dentro del espacio.
- Administrar el personal basado en ubicación y en la cantidad de pasos que han dado.

Para el Análisis se tiene una serie de módulos que permiten aprovechar esos datos entregados por el usuario y poder empezar a brindar experiencias personalizadas para

él. Esto se basará principalmente en la capacidad de generar reportes en tiempo real sobre los visitantes, las campañas, y la red.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

El crecimiento desmesurado de las infraestructuras de redes inalámbricas junto con las necesidades de las personas de estar siempre conectados a internet, ha generado que los diseños y soluciones de conectividad hayan cambiado a lo largo de los años. Es por esto que se logró diseñar una red Wi-Fi complementada con servicios analíticos y de hiperlocalización que el cliente adquirió y que a la fecha se encuentra en fase de implementación en las instalaciones del mismo.

Con la recopilación de la información suministrada por cliente y la identificación de los requerimientos del mismo, se logró definir una topología de red basada en métricas de diseño (Área de cobertura, densidad de usuarios, movilidad, planta física, etc) logrando dejar listo el diseño de la red que está siendo implementando en la actualidad.

Como se expresó en el primer párrafo el diseño de la red va complementada con dos herramientas que son de hiperlocalización y de analítica. La de hiperlocalización se basa lograr ubicar a un usuario en una distancia efectiva de 1-3 metros gracias los Access Point Cisco 4800 y a los servidores CMX, cuando el usuario ha ingresado datos de información personal mediante un portal cautivo para poder acceder a la red del centro comercial, entra a funcionar la herramienta de analítica de Purple que va de la mano con el servidor CMX ya que es en este donde se encuentra la información de datos de usuario y de localización en que se encuentran. Con esta información la herramienta de Purple le hace un procesamiento de datos de marketing inteligente logrando así incrementar las ventas del centro comercial.

El análisis de tráfico de la Tabla 3 fue desarrollado para calcular el ancho de banda logrando llegar a un estimado de 500 Mbps que se contratará con un ISP y así garantizar una conectividad óptima que podrá satisfacer la demanda del cliente.

4.2 Recomendaciones

Los diseños de redes de telecomunicaciones deben llevar componentes que hagan más fácil la vida a las personas. Cuando se diseña una solución se debe apuntar a la resolución de problemas que se presenten en la cotidianidad.

Para poder brindar un proyecto como el presente, se debe estar en constante aprendizaje de las soluciones e innovaciones de las redes inalámbricas y así desde la ingeniería llegar a ser integrador que brinde más que una simple conectividad.

Las integraciones de tecnologías, ayudan a que desde la parte de la innovación se puedan crear nuevos proyectos y soluciones que logren incrementar las ventas en un cliente como lo es el centro comercial, llegando a brindar un incentivo para que los usuarios recurrentes compren más.

La clave para llegar a satisfacer las necesidades tecnológicas de algún cliente, se basa en el dialogo concurrente que se tenga con este. Pues esta es la manera en que se aclaran las dudas y problemáticas que se tengan a lo largo del diseño.

5. Bibliografía

- Brain, M. W. (Febrero de 2001). How WiFi Works. *HowStuffWorks. com*. Retrieved February, 4. Obtenido de <https://www.albany.edu/~gc227838/ist523/How%20WiFi%20Works.pdf>
- Cisco. (19 de Noviembre de 2015). *Hyperlocation Deployment Guide*. Obtenido de https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/controller/technotes/8-1/Halo-DG/b_hyperlocation-deployment-guide.pdf
- Cisco. (10 de Agosto de 2018). *AP4800 Hyperlocation Deployment Guide*. Obtenido de https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/controller/technotes/8-8/b_ap_4800_hyperlocation_deployment_guide.html
- Cisco. (23 de Enero de 2019). *Hyperlocation Solution Data Sheet*. Obtenido de <https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/interfaces-modules/aironet-hyperlocation-module-advanced-security/datasheet-c78-734901.html>
- Consultec. (s.f.). *Introducción al Big Data*. Obtenido de www.spri.eus/euskadinnova/documentos/2343.aspx
- EkaHau. (12 de Marzo de 2017). *EkaHau Wireless Design*. Obtenido de Site Survey & 3D Wi-Fi Planner: https://www.ekahau.com/wp-content/uploads/2017/04/EkaHau_Site_Survey_DS.pdf
- EkaHau. (s.f.). *Wi-Fi Planning, Verification, Troubleshooting*. Obtenido de 2016: <https://avanis.de/importmedia/A3635/PDF/ESS%20User%20Guide.pdf>
- ESS, E. (s.f.). *EkaHau Site Survey and Heatmap - Visualizations*. Obtenido de https://www.ekahau.com/wp-content/uploads/2018/08/White_Paper_EkaHau_Site_Survey_Heatmap_Visualizations.pdf
- Garg, R. (2018 de Enero de 2018). *7 Types of Classification Algorithms*. Obtenido de <https://www.analyticsindiamag.com/7-types-classification-algorithms/>
- Gartner. (s.f.). *Big Data*. Obtenido de <https://www.gartner.com/it-glossary/big-data/>
- Gast, M. (2005). *Wireless Network The Definitive Guide*. United States of America: O'Reilly Media.
- Geier, J. (2010). *Designing and Deploying 802.11n Wireless Networks*. Indianapolis, USA: Cisco Press.

- GN, C. K. (31 de Agosto de 2018). *Artificial Intelligence: Definition, Types, Examples, Technologies*. Obtenido de <https://medium.com/@chethankumargn/artificial-intelligence-definition-types-examples-technologies-962ea75c7b9b>
- GN, C. K. (6 de Septiembre de 2018). *Machine Learning Types and Algorithms*. Obtenido de <https://towardsdatascience.com/machine-learning-types-and-algorithms-d8b79545a6ec>
- Henry, P. (2002). WiFi: what's next? *IEEE Communications Magazine*, 66-72.
- Hintersteiner, J. D. (19 de Febrero de 2018). *Designing Good Wi-Fi: It's Not Just Plug-and-Play*. Obtenido de https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2140159/2018%20White%20Papers/Designing%20Good%20Wi-Fi_Final.pdf?__hssc=195323123.2.1553805637601&__hstc=195323123.304326fb70fc8c82a73f1b9dfccf9b42.1544533632260.1550776719219.1553805637601.3&__hsfp=1461252067&hsCtaTracking=
- Joel Crane, B. H. (2018). *Wi-Fi Network Design For Dummies*. Obtenido de http://media.wiley.com/assets/7373/77/wifi_network_design_for_dummies_ekahau_special_edition_9781119450566.pdf
- JUAN JESÚS ROMERO, C. D. (2017). *INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y COMPUTACIÓN AVANZADA*. Obtenido de <https://cdv.dei.uc.pt/wp-content/uploads/2014/03/ms07.pdf>
- Kojima, M. G. (2018). Big Data Analytics, Machine Learning, and Artificial Intelligence in Next-Generation Wireless Networks. *IEEE Access*, 32328-32338.
- Lauronen, M. (8 de junio de 2018). *Ekahau Site Survey Features*. Obtenido de <https://support.ekahau.com/hc/en-us/articles/115004123808-Ekahau-Site-Survey-Features>
- Magrane, B. (29 de Junio de 2018). *Next-Generation Wireless at Mobile World Congress*. Obtenido de <https://blogs.cisco.com/wireless/next-generation-wireless-at-mobile-world-congress>
- Martín, M. M. (2015). *Análisis, diseño y despliegue de una red WiFi en Santillana del Mar*. Madrid.
- NeoAttack. (s.f.). *Analytics Marketing*. Obtenido de <https://neoattack.com/neowiki/analytics-marketing/>
- NetSpot. (2019). Obtenido de <https://www.netspotapp.com/wifi-spectrum-analyzer.html>

- Networks, E. (21 de Febrero de 2019). *Wi-Fi Engagements from Super Bowl LIII*.
Obtenido de <https://www.extremenetworks.com/resources/slideshare/wi-fi-engagements-from-super-bowl-liii/#>
- Olenewa, J. (2013). *Guide to Wireless Communications*. Boston: Cengage.
- Oracle. (s.f.). *What is Analytics*. Obtenido de <https://www.oracle.com/solutions/business-analytics/what-is-analytics.html>
- Oracle. (s.f.). *What Is Big Data?* Obtenido de The Definition of Big Data:
<https://www.oracle.com/nz/big-data/guide/what-is-big-data.html>
- Oswal, A. (11 de Abril de 2017). *Creating Digitization Opportunities Starts With Your Wireless Access Points*. Obtenido de <https://blogs.cisco.com/enterprise/creating-digitization-opportunities-starts-with-your-wireless-access-points>
- Purple. (2018). *How does Purple work?* Obtenido de <https://purple.ai/how-we-work/>
- S.Cui, S. a. (2015). Wireless communications in the era of big data. *IEEE Communications Magazine*, 190-199.
- SGMA. (s.f.). *Inteligencia artificial*. Obtenido de
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/219/A7.pdf>
- Wang, F. a. (2017). Autonomic mobile networks: The use of artificial intelligence in wireless communications. *2nd International Conference on Advanced Robotics and Mechatronics (ICARM)*, 582-586.
- Ward, S. (5 de Noviembre de 2018). *An Explanation of Marketing in Business*. Obtenido de <https://www.thebalancesmb.com/marketing-in-business-2948349>