



**REPÚBLICA DEL ECUADOR**  
**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMPRESARIAL DE GUAYAQUIL**

**TRABAJO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN AL TÍTULO DE:**  
**Ingeniería en Gestión de Telecomunicaciones con Mención en Redes**  
**de Acceso y Telefonía**

**TEMA:**  
**Diseño de una Red Inalámbrica basada en la Norma 802.11 ac para**  
**un Centro Comercial de Guayaquil en el 2018**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN 4:**  
**Gestión del Conocimiento, Tecnologías de la Informática y las**  
**Comunicaciones**

**AUTOR:**  
**Luis Jefferson Villacis Naranjo**

**JUNIO – 2018**  
**GUAYAQUIL-ECUADOR**

## **Declaración de responsabilidad**

Yo, Luis Jefferson Villacis Naranjo

Declaro que:

El Trabajo de Titulación DISEÑO DE UNA RED INALAMBRICA BASADA EN LA NORMA 802.11 AC PARA UN CENTRO COMERCIAL DE GUAYAQUIL EN EL 2018, previo a la obtención del Título de Ingeniera en Gestión de Telecomunicaciones Mención en Redes de Acceso y Telefonía, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 05 días del mes de junio del año 2018

El Autor

---

Luis Jefferson Villacis Naranjo

## **Dedicatoria**

A mi Padre Celestial. Por sus bendiciones y guía en todo momento, por permitirme seguir adelante para alcanzar mis metas propuestas.

A mis padres. Por el esfuerzo y la dedicación incondicional que han hecho para lograr mis metas educativas y profesionales. Gracias por enseñarme los valores del esfuerzo, perseverancia y trabajo duro para lograr el éxito como estudiante y como persona.

A mis tías y tíos. Que constantemente me motivaron a seguir adelante para mi superación personal y profesional.

A mis abuelos. Por su amor, cariño y sostén en todo momento.

A mi esposa. Por su apoyo incondicional en mi progreso profesional, sus horas de trabajo arduo para ayudarme en la elaboración de la tesis.

A mis hijos. Fuente diaria de inspiración para mi progreso profesional.

A mis hermanas y hermano.

## **Agradecimientos**

A mis maestros por expandir mis conocimientos, que con sus motivaciones han sido fundamentales para ayudarnos a superar cada día mis expectativas.

A mis amigos y compañeros de trabajo por su orientación e indicaciones en realizar esta tesis.

A la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil y al director de la carrera de telecomunicaciones por el apoyo brindado.

“Un corazón agradecido... se logra al expresar gratitud a nuestro Padre Celestial por Sus bendiciones y a aquellos que nos rodean por todo lo que aportan a nuestra vida.” Thomas S. Monson.

## Resumen

En la actual era digital en la que existe un gran número de dispositivos móviles que sirven como herramientas para el trabajo, estudio o diversión ha generado la alta demanda de nuevas redes inalámbricas que deben servir como medio de transporte, para el aumento exponencial de información que las aplicaciones exigen.

El propósito de esta investigación es realizar un estudio paso a paso, que sirva como una guía para el diseño de redes inalámbricas de alta velocidad de transmisión de datos, que puedan soportar la exigencia y operatividad de un gran número de dispositivos y aplicaciones cada vez más exigentes en lo que se refiere a conectividad y desempeño.

Se realizó consultas a expertos en el área de telecomunicaciones, especialmente a lo relacionado con el diseño de redes inalámbricas a través de entrevistas para determinar las mejores especificaciones, experiencias y normas en lo que respecta al tema.

Se efectuó el diseño de la red con la toma de mediciones y parámetros correspondientes, utilizando software especializado para determinar la ubicación correcta de los puntos de acceso inalámbrico.

Considerando estos detalles técnicos se realizó un diseño de red que cumpla con los mejores estándares de calidad y desempeño, demostrando lo estudiado durante los cuatro años de carrera para la ingeniería en gestión de sistemas de telecomunicaciones con mención de redes de acceso y telefonía.

**Palabras clave:** Redes inalámbrica, Norma 802.11 ac, Diseño de redes, Multi-gigabit, Alta velocidad de datos.

## Abstract

In the current digital age in which there is a large number of mobile devices that serve as tools for work, study or entertainment have generated the high demand for new wireless networks that should serve as a means of transport, for the exponential increase in information that the applications demand.

The purpose of this research is to carry out a step-by-step study, which serves as a guide for the design of high-speed wireless networks for data transmission, which supports the demand and operability of a large number of devices and applications. Demanding in terms of connectivity and performance.

Consultations were held in the area of telecommunications, especially the one related to the design of wireless networks through interviews to determine the best requirements, experiences and standards regarding the subject.

The design of the network was made with the taking of corresponding measurements and parameters, using the specialized software to determine the correct location of the wireless access points.

These two technical aspects were carried out with a red design that reflected the standards of quality and performance, demonstrating what was studied during the four-year career for engineering in the management of telecommunications systems with mention of access networks and telephony.

**Keywords:** Wireless networks, 802.11 ac Standard, Network design, Multi-gigabit, High data rate.

## Contenido

Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos .....	iv
Resumen .....	v
Abstract.....	vi
Contenido .....	vii
Índice de tablas.....	xi
Índice de figuras e ilustraciones .....	xii
Introducción .....	1
1. Capítulo 1: El problema.....	3
1.1. Planteamiento del Problema .....	3
1.2. Formulación del Problema .....	4
1.3. Sistematización del problema .....	4
1.4. Justificación .....	5
1.5. Objetivos.....	5
1.5.1. Objetivo General .....	5
1.5.2. Objetivos Específicos .....	5
1.6. Alcance .....	6
1.7. Delimitación del Problema.....	6
2. Capítulo 2: Marco Teórico.....	7
2.1. Antecedentes .....	7

2.2.	Revisión de Literatura .....	8
2.2.1.	Redes de Área Local .....	8
2.2.1.1.	Sistemas de cableado estructurado.....	8
2.2.1.2.	Medios físicos.....	9
2.2.2.	Redes inalámbricas y su evolución histórica .....	10
2.2.3.	Espectro Radioeléctrico.....	11
2.2.4.	Comunicaciones inalámbricas con la norma 802.11 ac .....	12
2.2.5.	Transmisión de datos con cable de par trenzado categoría 6 <sup>A</sup> ..	13
2.2.6.	Alimentación Eléctrica sobre Ethernet o Power over Ethernet ...	14
2.2.7.	Seguridad en las redes inalámbricas.....	15
2.2.7.1.	Método de autenticación para clientes Wireless .....	15
2.2.7.2.	Privacidad inalámbrica y métodos de integridad.....	16
2.2.8.	Tecnologías relacionadas con la norma 802.11 ac.....	17
2.2.9.	El siguiente salto, la norma 802.11ax .....	17
2.3.	Marco Contextual .....	18
2.4.	Marco Legal .....	18
3.	Capítulo 3: Marco Metodológico.....	19
3.1.	Tipo de investigación .....	19
3.2.	Formulación de la Hipótesis .....	19
3.3.	Diseño de la Investigación .....	20
3.3.1.	Desglose operacional de las variables.....	20



3.3.1.1. Variable Independiente: Comunicaciones inalámbricas.....	20
3.3.1.2. Variable dependiente: Cobertura.....	21
3.4. Técnicas de Investigación.....	21
4. Capítulo 4: Análisis de Resultados.....	22
4.1. Análisis y Procesamiento de datos.....	22
4.2. Resultados.....	33
4.3. Conclusiones.....	33
4.4. Recomendaciones.....	33
5. Propuesta.....	34
5.1. Resumen Ejecutivo.....	34
5.2. Análisis de la situación del entorno.....	34
5.3. Requisitos para el diseño de la red inalámbrica.....	35
5.3.1. Requisitos generales.....	35
5.3.2. Requisitos específicos.....	35
5.4. Plan estratégico.....	36
5.5. Plan operativo.....	38
5.5.1. Análisis de comparativo de modelos de equipos.....	38
5.5.2. Distribución de los puntos de acceso inalámbrico.....	40
5.6. Costo de la propuesta.....	41
Conclusiones.....	43
Recomendaciones.....	44

Glosario de Términos.....	45
Bibliografía.....	46
Anexos.....	50

## Índice de tablas

Tabla 1.- Cuentas de Internet fijo y móvil en el Ecuador. ....	3
Tabla 2.- Clasificaciones equivalentes de las normas TIA e ISO.....	14
Tabla 3.- Normas y aplicaciones de PoE. ....	14
Tabla 4.- Métodos de autenticación. ....	15
Tabla 5.- Métodos de integridad.....	16
Tabla 6.- WPA y WPA 2.....	16
Tabla 7.- Comparativa WPA y WPA 2.....	16
Tabla 8.- Conexión de dispositivos promedio. ....	25
Tabla 9.- Tabla comparativa de modelos Aironet de Cisco. ....	39
Tabla 10.- Access point costos ....	41
Tabla 11.- Accesorios para instalación de AP ....	41
Tabla 12.- Alimentación PoE de los AP.....	42
Tabla 13.- Antenas para los AP ....	42
Tabla 14.- Costo de servicios de instalación ....	42

## Índice de figuras e ilustraciones

Figura 1.- Unidades de IoT instaladas en miles de millones.....	1
Figura 2.- Subsistemas de cableado estructurado. ....	8
Figura 3.- Cuadro de aplicaciones por categoría.....	9
Figura 4.- Protocolos y distancias soportados por la fibra óptica. ....	10
Figura 5.- Evolución de la LAN inalámbrica. ....	10
Figura 6.- Comparación norma 802.11 n/ac. ....	11
Figura 7.- Espectro radio eléctrico.....	12
Figura 8.- Tecnología Beamforming de 802.11 ac.....	13
Figura 9.- Centro Comercial .....	37
Figura 10.- Diagrama de red actual.....	37
Figura 11.- Diagrama del Centro Comercial .....	38
Figura 12.- Cuadrante Mágico de Gartner.....	39
Figura 13.- Mapa de Calor distribución de puntos de acceso inalámbrico .....	40
Figura 14.- Diagrama de conexiones de cobre y fibra .....	41
Figura 15.- Diagrama ampliado de la red inalámbrica .....	50

## Introducción

Habitualmente existe la opinión de que la infraestructura y las redes de datos han inducido el crecimiento económico y el desarrollo social durante décadas, y que continuarán haciéndolo durante mucho tiempo.

El incremento de dispositivos conectados en red es cada vez mayor de acuerdo con las predicciones echas por Gartner en el 2017 el número de dispositivo aumenta de manera exponencial.

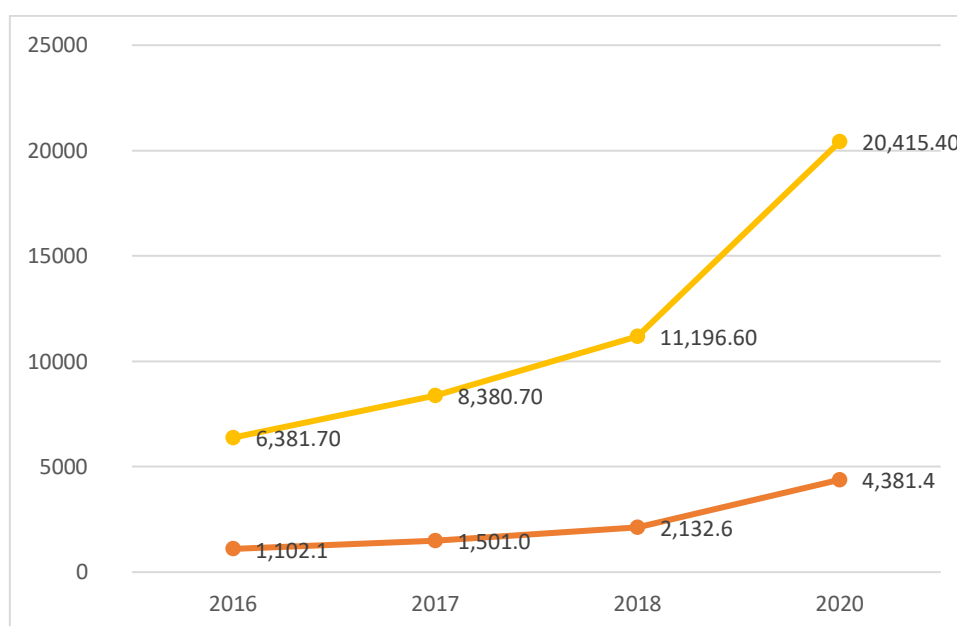


Figura 1.- Unidades de IoT instaladas en miles de millones. (Meulen, 2017)

Con el crecimiento de dispositivos conectados a la red también incrementa el número de dispositivos que requiere la conexión a redes inalámbricas que crecen junto con la necesidad de conexión de dichos dispositivos y que aumenta a través de los años.

Diseñar las redes inalámbricas que contemplen la conexión de dispositivos con la norma 802.11 y que dicha redes sea útiles para la conexión de dichos dispositivos con velocidades entre los 11 Mbps a 5 Gbps es el reto actual de los ingenieros.

De esta forma se realizara un análisis técnico confiable con el objetivo de obtener lo siguiente:

Determinar a través de un análisis técnico cuáles son las áreas para la correcta distribución de los puntos de acceso inalámbrico.

Identificar el tipo de infraestructura de red actualmente utilizada en las instalaciones del Centro Comercial para validar su operatividad.

Realizar pruebas de cobertura con software especializado para validar el patrón de radiación.

De esta forma se procederá con el desarrollo de esta investigación con el fin de encontrar el diseño coherente para el Centro Comercial.

## 1. Capítulo 1: El problema

### 1.1. Planteamiento del Problema

Actualmente las redes informáticas se han desarrollado de manera vertiginosa, el informe anual de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU, por sus siglas en inglés) indica:

[...] “En los diez años transcurridos desde la CMSI han aumentado considerablemente el acceso y la utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), sobre todo en lo que se refiere a los servicios de telefonía móvil e Internet.” (Parkes & Albertini, 2015).

Es sencillo ver cómo ha incrementado el número de usuarios, que se conectan a internet a nivel mundial y que es de sumo interés para los organismos internacionales, dicha medición sirve como índice de desarrollo en los países del mundo.

Las redes inalámbricas forman parte de ese desarrollo debido a la facilidad de movilidad y accesibilidad que ofrecen

[...] “Las WLAN (Wireless LAN) basadas en IEEE 802.11 se han vuelto las redes más populares en el acceso a los servicios de red y de banda ancha móvil/wireless a Internet. Y se espera que en los próximos años los servicios y aplicaciones de streaming o interactivos de video, alcancen hasta un 70% del tráfico total sobre dichas redes.” (Pérez, Cangemi, Dantiacq, Facchini, & Quiroga, 2015)

El desarrollo de dispositivos móviles con mayor capacidad de procesamiento, permite el uso de aplicaciones de datos, audio y video, que requieren de un mayor ancho de banda para dichas transmisiones.

En Ecuador el caso del aumento de acceso a internet no es muy distinto al resto del mundo, de acuerdo con datos proporcionados por el ente de regulación del país:

Cuentas Internet Fijo y Móvil									
Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Internet Fijo %	3.35	4.47	5.98	6.88	8.25	9.16	9.76	10.61	10.80
Internet Móvil %	2.35	10.48	22.15	26.66	30.79	34.97	47.04	52.50	51.51

Tabla 1.- Cuentas de Internet fijo y móvil en el Ecuador. (Agencia de Regulacion y Control de las Telecomunicaciones, 2018)

De acuerdo a los datos entregados por el ente regulador de telecomunicaciones en el país, el incremento de usuarios móviles en 7 años ha sido del 52,5%, con esta tabla se visualiza que las personas tienen una necesidad mayor por acceder a servicios de internet a través de sus dispositivos móviles.

En muchos países del mundo y en Ecuador, las redes inalámbricas forman un elemento clave en las industrias. Las empresas y comercios desean dar mayor acceso de internet para los usuarios y de esta forma acceder a nuevas formas de negocios.

El Centro Comercial no cuenta actualmente con una red inalámbrica, para los usuarios finales, pero es de relevancia entregar este servicio para los que los clientes puedan utilizar aplicaciones que requieren acceso a internet para que estos permanezcan por más tiempo en el Centro Comercial y accedan a los servicios de cafetería, alimentación, compras y demás.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿Cómo se debe realizar el diseño de una red inalámbrica que cuente con puntos de acceso Wireless que cumplan con la norma 802.11 ac para las instalaciones de un Centro Comercial?

## **1.3. Sistematización del problema**

Preguntas de sistematización son las preguntas que se responden con los objetivos específicos.

¿Cuál es el tipo de infraestructura de red actualmente utilizada en las instalaciones del Centro Comercial?

¿Cuál es el radio de cobertura que debe cubrir la red inalámbrica?

¿Cuál es la cobertura óptima para el Centro Comercial?



## **1.4. Justificación**

Las redes de datos son hoy por hoy una de las partes fundamentales para el crecimiento y desarrollo de cualquier empresa o negocios en cualquier ámbito, y es elemento cuasi obligatorio en las empresas de los países desarrollados.

Los países en vía de desarrollo en América Latina y el resto del mundo, dan los servicios de internet a través de la red inalámbrica, como valor agregado a su modelo de negocios.

La implementación de las tecnologías inalámbricas en una de las áreas de negocios como los centros comerciales, ayuda a los clientes a realizar transacciones financieras con sus equipos móviles.

El tema expuesto es relevante porque admite combinar la utilización de nuevos protocolos de comunicación en las redes inalámbricas para los dispositivos de última tecnología utilizados en la vida cotidiana de los usuarios y a su vez poder estudiar el funcionamiento de cada uno de ellos para la aplicación de sus mejores características, en las comunicaciones en el Centro Comercial en la ciudad de Guayaquil.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Comprobar a través de un análisis técnico cuáles son las áreas para la correcta distribución de los puntos de acceso inalámbrico.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Identificar el tipo de infraestructura de red actualmente utilizada en las instalaciones del Centro Comercial para validar su operatividad.
- Examinar el radio de cobertura y mejorar los servicios en las comunicaciones inalámbricas.
- Realizar pruebas de cobertura con software especializado para validar el patrón de radiación.

Se realizará procedimientos experimentales a través de pruebas de cobertura con: equipos, instrumentos de medición, software de análisis de mapas de calor, determinar radios de cobertura.

### **1.6. Alcance**

Este diseño tiene como objetivo realizar un análisis técnico para determinar la cobertura inalámbrica, con la menor cantidad de equipos dentro del perímetro del Centro Comercial.

### **1.7. Delimitación del Problema**

**Campo:** Ingeniería en Gestión de Telecomunicaciones

**Área:** Telecomunicaciones

**Delimitación espacial:** Esta investigación se realizará en un Centro Comercial.

**Delimitación Temporal:** El presente proyecto de investigación tendrá una duración de 6 meses, a partir de que este aprobado por el Consejo de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil.

## 2. Capítulo 2: Marco Teórico

### 2.1. Antecedentes

El actual trabajo de investigación, servirá como modelo de diseño para las redes inalámbricas para los edificios comerciales y ayuda como una estructura paso a paso en el área de telecomunicaciones en lo que se refiere al diseño.

Sin embargo al analizar otros trabajos de investigación realizado en otras instituciones, “Diego V”, en su trabajo de denominado, “Red Inalámbrica tipo Malla (WNM) estándar 802.11 de transmisión y la optimización de cobertura en los colegios de la provincia de Tungurahua.” (Vascones , 2015), al hablar sobre este tipo de redes malladas concluye que:

[...] “Se realizó un estudio de las redes inalámbricas WNM analizando su arquitectura y seleccionando el equipamiento necesario para implementar la red, logrando reducir los costos de acceso a internet brindado un óptimo servicio”. (Vascones , 2015)

Por lo que se debe realizar un análisis de los equipos más adecuados que se ajusten al diseño para nuestro ámbito de estudio.

En el libro Redes Inalámbricas Malladas se indica que:

[...] “Las redes inalámbricas de área local (WLAN) han demostrado con creces su eficiencia, y sus estaciones base (AP) son comunes en grandes áreas públicas. La planificación de redes se ha considerado como una tarea esencial para reducir costes. Los propios usuarios pueden controlar las WLANs, a nivel de aplicación y transporte, creando lo que se ha dado en llamar redes de usuarios” (Montenegro, 2015).

Es de sumo interés la reducción y optimización de los costos y la infraestructura de red para las entidades públicas y empresariales para el desarrollo y sostenibilidad de dichas entidades.

## 2.2. Revisión de Literatura

### 2.2.1. Redes de Área Local

#### 2.2.1.1. Sistemas de cableado estructurado

Es necesario conocer los tipos de topología de redes que existen y los medios que sirven para la transportación de la información de manera que se tenga una idea específica de los medios que se utilizan en una red de área local.

Detrás de cada red inalámbrica existe una red cableada, que soporta la conexión de los puntos de acceso inalámbrico, de ahí la necesidad de un sistema de cableado estructurado, el cual define como:

[...] “El cableado estructurado es un enfoque sistemático del cableado. Es un método para crear un sistema de cableado organizado que pueda ser fácilmente comprendido por los instaladores, administradores de red y cualquier técnico que trabaje con cables.” (Cisco System, 2015)

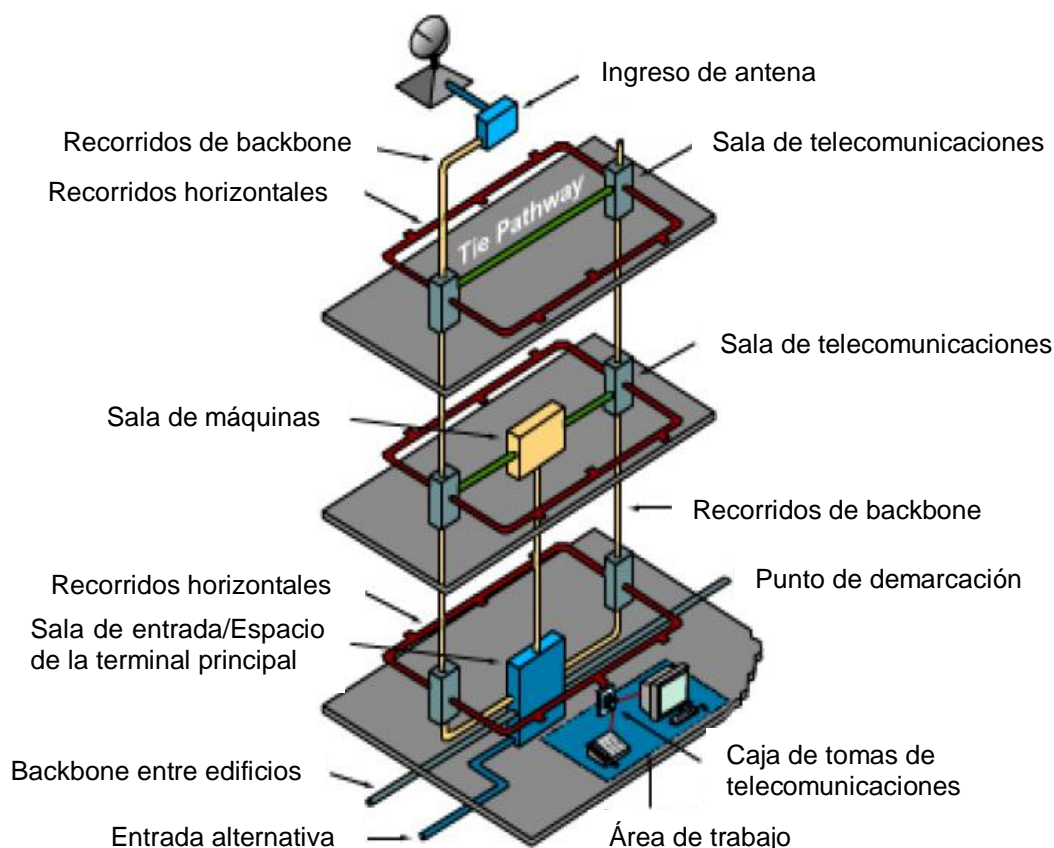


Figura 2.- Subsistemas de cableado estructurado. (Cisco Systems, 2015)

Como se visualiza en la imagen, se puede determinar en forma general dos tipos de conexiones horizontal y vertical (backbone).

### 2.2.1.2. Medios físicos

Los medios físicos también son de importancia para las redes inalámbricas ya que para la conexión de los puntos de acceso inalámbrico a los conmutadores de red se realizan a través de una conexión cableada.

#### Conexión a través de cable de par trenzado

El cable de par trenzado es el medio más comúnmente utilizado en las redes Ethernet, dado su bajo costo y su facilidad de implementación. Se analizara las aplicaciones y capacidad de transmisión que tiene dicho medio para la selección correcta de acuerdo con la aplicación en uso.

Aplicaciones	Categoría 5e/clase D	Categoría 6/clase E	Categoría 6A/clase EA	Clase F	Clase FA
TOKEN RING, 4/16 Mbps	X	X	X	X	X
10 BASE - T	X	X	X	X	X
100 BASE - T4	X	X	X	X	X
ATM	X	X	X	X	X
1000 BASE - T	X	X	X	X	X
TIA/EIA - 854		X	X	X	X
10 GBASE - T			X	X	X
SO/IEC 14165 144				X	X
Broadband CATV					X

Figura 3.- Cuadro de aplicaciones por categoría. (Siemon, 2015)

Elaborado por: Jefferson Villacis

Fuente: Siemon 2015

Se debe considerar las aplicaciones que puede soportar la red cableada dado que este puede ocasionar latencia en la red si no se selecciona el medio correcto para la transmisión de datos.

#### Conexión a través de fibra óptica

Para las conexiones que son superiores a los 100 m de distancia donde el cable de par trenzado no puede cubrir debido a la degradación de desempeño se utiliza cable de fibra óptica.

Se debe tener en cuenta cuales son las aplicaciones soporta la fibra óptica y las distancias que cubre dicho cable.

Protocolo	MM 50/125 OM2		MM 50/125 OM3		MM 50/125 OM4		SM tipo OS2	
	Longitud de onda		Longitud de onda		Longitud de onda		Longitud de onda	
	850 nm	1300 nm	850 nm	1300 nm	850 nm	1300 nm	1330 nm	1550 nm
Fast Ethernet 100 Mbps	300 m	2000 m	300 m	2000 m	300 m	2000 m	2000 m	N/A
Gigabit Ethernet 1 Gbps	550 m	550 m	900 m	550 m	1040 m	550 m	5000 m	N/A
10 Gigabit Ethernet	86 m	300 m	300 m	300 m	550 m	300 m	10 km	40 km

Figura 4.- Protocolos y distancias soportados por la fibra óptica. (Tecnología Telefonica, 2015)

La tabla muestra los protocolos de red utilizados para la transmisión de datos y la distancia máxima que puede ser transmitida la información a través de la fibra óptica.

### 2.2.2. Redes inalámbricas y su evolución histórica

La figura 2 muestra la evolución de la norma 802.11 establecida por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, por sus siglas en inglés) en las frecuencias de banda libre de 2,4 y 5 GHz que son las más utilizadas, dado que no se requiere licenciamiento para su uso.

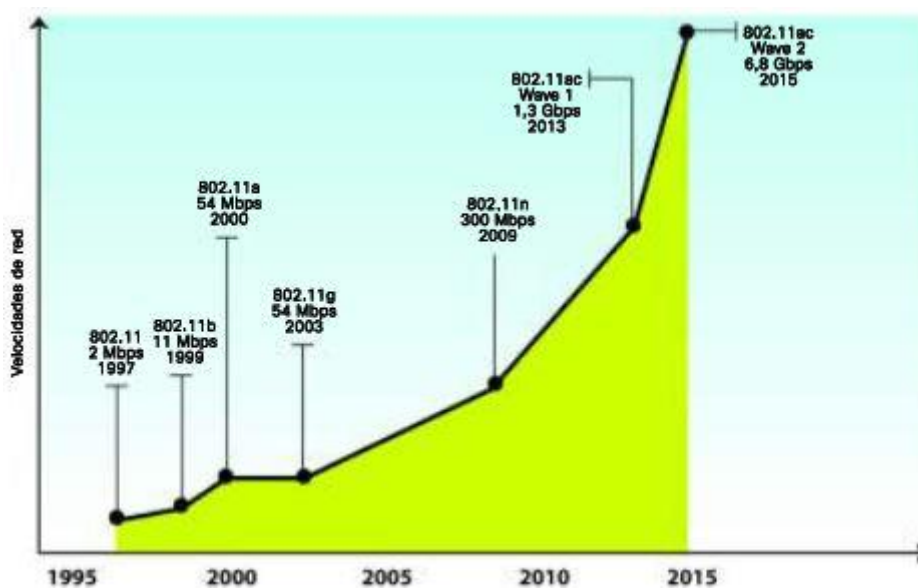


Figura 5.- Evolución de la LAN inalámbrica. (ZK Research, 2015)

La evolución para la transmisión de datos desde su inicio en el año de 1997 con velocidades de 2 Mbps hasta la actualidad con velocidades de 6,8 Gbps.

	802.11n	802.11n IEEE Specification	802.11ac Wave 1 Today	802.11ac Wave2 WFA Certification Process Continues	802.11ac IEEE Specification
Band	2.4 GHz & 5 GHz	2.4 GHz & 5 GHz	5 GHz	<b>5 GHz</b>	5 GHz
MIMO	Single User (SU)	Single User (SU)	Single User (SU)	<b>Multi User (MU)</b>	Multi User (MU)
PHY Rate	450 Mbps	600 Mbps	1.3 Gbps	<b>2.34 Gbps - 3.47 Gbps</b>	6.9 Gbps
Channel Width	20 or 40 MHz	20 or 40 MHz	20, 40, 80 MHz	20, 40, 80, <b>80-80, 160 MHz</b>	20, 40, 80, 80-80, 160 MHz
Modulation	64 QAM	64 QAM	256 QAM	256 QAM	256 QAM
Spatial Streams	3	4	3	3-4	8
MAC Throughput*	293 Mbps	390 Mbps	845 Mbps	1.52 Gbps- 2.26 Gbps	4.49 Gbps

\* Assuming a 65% MAC efficiency with highest MCS

Figura 6.- Comparación norma 802.11 n/ac (Cisco, 2017)

La figura compara la banda de frecuencia utilizada entre la norma 802.11 n y la norma 802.11 ac lo cual nos da una idea de las capacidades de transmisión en la que deberán trabajar los puntos de acceso inalámbrico.

### 2.2.3. Espectro Radioeléctrico

Para comprender como funcionan las redes inalámbricas se debe analizar la definición de las ondas radioeléctricas que se propagan a través del aire y su definición de acuerdo como lo establece la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones en Ecuador de la siguiente forma:

[...] “El espectro radioeléctrico constituye un subconjunto de ondas electromagnéticas u ondas hertzianas fijadas convencionalmente por debajo de 3000 GHz, que se propagan por el espacio sin necesidad de una guía artificial. A través del espectro radioeléctrico es posible brindar una variedad de servicios de telecomunicaciones que tienen una importancia creciente para el desarrollo y económico de un país.” (Agencia de Regulacion y Control de las Telecomunicaciones, 2018).

Las frecuencia de radio que son utilizadas para dominio público y que sirven para el desarrollo de la se encuentran dentro del radio de frecuencia mostrados en la figura 5, dentro del rango de ondas de radio y microondas.

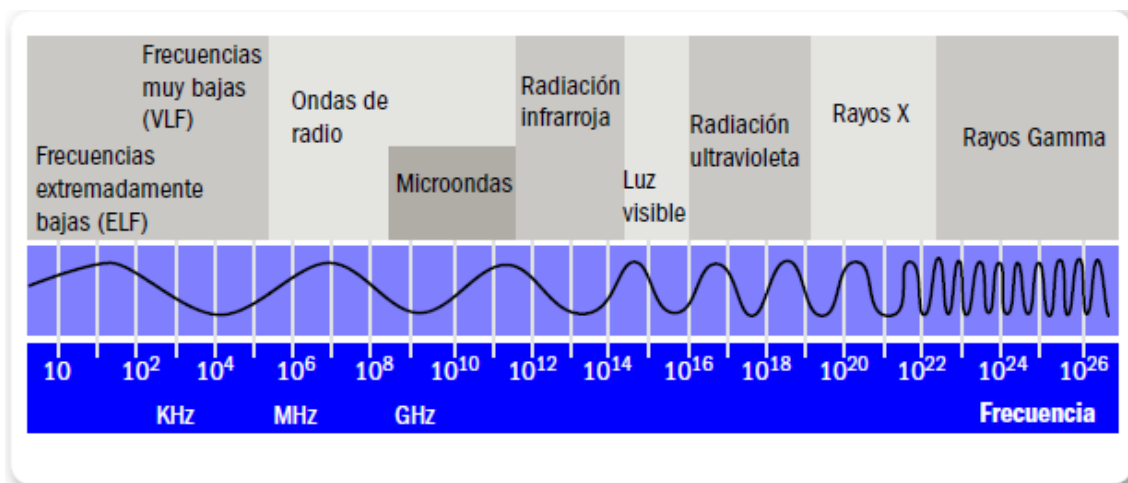


Figura 7.- Espectro radio eléctrico. (Carballeiro, 2012)

#### 2.2.4. Comunicaciones inalámbricas con la norma 802.11 ac

El relativamente nuevo estándar liberado por el “*Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos*” (IEEE, por sus siglas en inglés) presenta mejoras en comparación de con sus antecesores, la “*Asociación Profesional que apoya la Comunidad de Tecnología de la Información y las Comunicaciones*” (BICSI, por sus siglas en inglés) indica:

[...] “El estándar recién publicado del Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.® (IEEE®) 802.11ac wireless LAN (WLAN) tiene implicaciones de gran alcance con respecto al diseño de infraestructura (...) sus velocidades inalámbricas actuales aumenten considerablemente cambiando a equipo 802.11ac con capacidad para una velocidad de datos de 1,3 gigabits por segundo (Gb/s).” (Maguire, 2014)

La nueva capacidad de transmisión de este estándar supera ampliamente a sus antecesores de dicha norma, el sistema de cableado estructurado a ser utilizado para esta nueva tecnología, debe superar la velocidad de datos citada anteriormente, para así aprovechar la capacidad total del equipo a ser utilizado, caso contrario se desperdiciaría el dinero invertido en esta nueva tecnología.

Una de las mejoras de este nuevo estándar es el concepto de Beamforming mostrado en el libro de “*Redes Inalámbricas*”



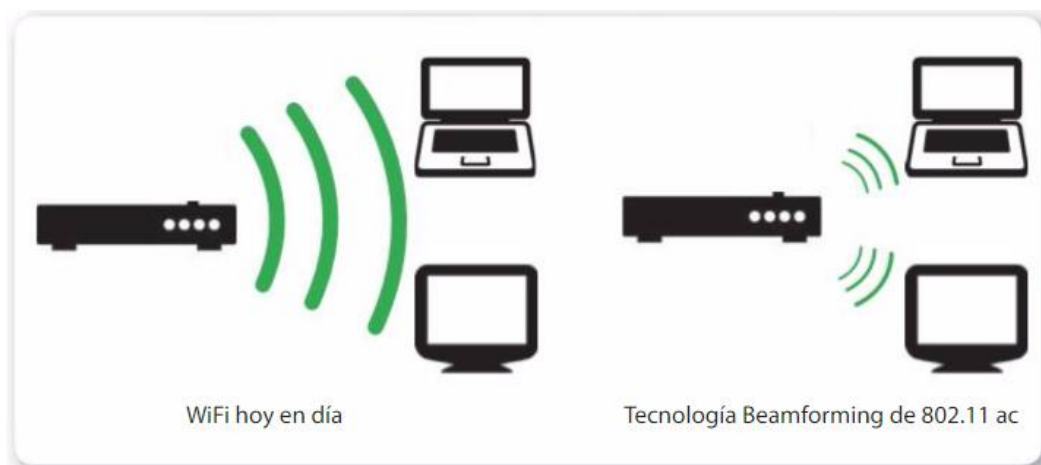


Figura 8.- Tecnología Beamforming de 802.11 ac. (Salveti, 2016)

Dicha mejora consiste en el envío de haces de la señal inalámbrica a el área donde se encuentra los dispositivos y no hacia todas partes.

#### **2.2.5. Transmisión de datos con cable de par trenzado categoría 6<sup>A</sup>**

Las redes convergentes y escalables son un factor importante para el desarrollo económico y tecnológico de las empresas por lo que se debe considerar lo siguiente:

[...] “Técnicamente, los principales factores impulsores son una infraestructura de cableado estructurado basada en normas, un protocolo de transporte de información común (Transmission Control Protocol/Internet Protocol [TCP/IP]) y capacidad escalable de la red.” (Schirmer, 2015)

Detrás de las redes inalámbricas existe una red alambrada que da la conexión a los equipos de conmutación, este medio de transmisión debe ser capaz de soportar la escalabilidad de las nuevas tecnologías y las altas velocidades de transmisión de datos.

Existen varios medios guiados que pueden ser utilizados para la conexión de los equipos de telecomunicaciones, en un edificio comercial el comúnmente utilizado es el cable de par trenzado, el cual es manejado en este estudio y se muestra sus diferentes frecuencias, categorías y clases de acuerdo con las normas de la TIA e ISO.

Ancho de banda	TIA (componentes) TIA 568 C	TIA (cableado) TIA 568 C	ISO (componentes) ISO/IEC 11801	ISO (cableado) ISO/IEC 11801
1 – 100 MHz	Categoría 5e	Categoría 5e	Categoría 5e	Clase D
1 – 250 MHz	Categoría 6	Categoría 6	Categoría 6	Clase E
1 – 500 MHz	Categoría 6A	Categoría 6A	Categoría 6A	Clase EA
1 – 600 MHz	sin especificar	sin especificar	Categoría 7	Clase F
1 – 1000 MHz	sin especificar	sin especificar	Categoría 7A	Clase FA

Tabla 2.- Clasificaciones equivalentes de las normas TIA e ISO. (Siemon, 2015)

Esta tabla nos indica el ancho de banda por categoría/clase de cable que puede ser utilizado en el sistema de cableado estructurado, que soporte velocidades de transmisión de datos mayores a los 1.3 Gbps que es la indicada por la norma 802.11 ac.

### 2.2.6. Alimentación Eléctrica sobre Ethernet o Power over Ethernet

La alimentación eléctrica de los puntos de acceso inalámbrico es una parte importante en el diseño de la red inalámbrica, de acuerdo con la tabla mostrada los equipos que cumplen con la norma 802.11 ac tiene un consumo máximo de 60 W

Organización/norma	Vatios de los equipos de fuente de alimentación	Aplicaciones
IEEE/802.3 af PoE sobre 2 pares	Hasta 15,4 W	802.11n WAP, Control de acceso, Clientes ligeros, Teléfonos IP, Cámaras IP fijas
IEEE 802.3 AT PoE+ de 2 pares	Hasta 30 W	Cámaras IP PTZ, Alarmas, Videoteléfonos IP, lectores RFID
IEEE 802.3 BT (Tipo 3) * PoE+ de 4 pares	Hasta 60 W	Control de acceso, Cámaras IP PTZ, 802.11ac, WAP, Lectores de puntos de venta
*Normas propuestas, no ratificadas aún      ** Grupo activo de trabajo de IEEE sobre la ratificación de HDBase-T como norma aprobada de IEEE		

Tabla 3.- Normas y aplicaciones de PoE. (Everett, 2017)

La alimentación eléctrica de los dispositivos es una de las opciones más óptimas para la infraestructura de redes en edificios comerciales.

## 2.2.7. Seguridad en las redes inalámbricas

Las redes Wireless son vulnerables en cuestiones de seguridad, el artículo científico “Técnicas de aprendizaje automático para la detección de intrusos en redes de computadoras” de la revista científica de cuba indica:

[...] “Con el crecimiento de las redes de computadoras, el aumento de los servicios que ofrecen las mismas y la necesidad de mantener la confiabilidad, integridad y disponibilidad de la información transmitida, hace que la seguridad de los sistemas de cómputo gane más importancia, debido a que por otra parte aumentan los ataques a sistemas, convirtiéndose en un serio problema.” (Rivero, 2014)

Este tema es de suma importancia para los ingenieros de diseño de redes ya que se debe asegurar la integridad de los datos que pueden ser robados por piratas informáticos.

### 2.2.7.1. Método de autenticación para clientes Wireless

Existen diferentes métodos de autenticación para los dispositivos que se conectaran a la red inalámbrica se procederá a analizar dichos métodos para

Autenticación Abierta	La autenticación abierta es fiel a su nombre; ofrece acceso abierto a una WLAN. El único requisito es que un cliente debe usar una solicitud de autenticación 802.11 antes de intentar asociarse con un AP. No se necesitan otras credenciales.
WEP (Privacidad equivalente por cable)	Como era de esperar, la autenticación abierta no ofrece nada que pueda oscurecer o encriptar el datos que se envían entre un cliente y un AP. Como alternativa, el estándar 802.11 tiene tradicionalmente definición de Wired Equivalent Privacy (WEP) como un método para hacer un enlace inalámbrico más, como o equivalente a una conexión por cable.
802.1x/EAP	En lugar de crear métodos de autenticación adicionales en el estándar 802.11, una versión más flexible y marco de autenticación escalable, el Protocolo de Autenticación Extensible (EAP), fue elegido. Como su nombre lo indica, EAP es extensible y no consiste en ningún método de autenticación. En cambio, EAP define un conjunto de funciones comunes que los métodos de autenticación actual pueden usar para autenticar usuarios.

Tabla 4.- Métodos de autenticación. (Hucaby, 2016)

### 2.2.7.2. Privacidad inalámbrica y métodos de integridad

Se visualizara los métodos de integridad comúnmente utilizados en los dispositivos de red inalámbrica, para comprender su funcionamiento de forma general.

TKIP (Protocolo de integridad de clave temporal)	Durante el tiempo en que WEP estaba incrustado en el cliente inalámbrico y en el hardware de AP, pero se sabía que era vulnerable, se desarrolló el Protocolo de integridad de clave temporal (TKIP, Temporal Key Integrity Protocol). TKIP es el producto del grupo de trabajo 802.11i y la Alianza Wi-Fi.
AES (Estándar Avanzado de Encriptación)	El Advanced Encryption Standard (AES) es el algoritmo de encriptación actual adoptado por los Institutos Nacionales de Estándares y Tecnología (NIST) de EE. UU. Y el gobierno de EE. UU., Y ampliamente utilizado en todo el mundo. En otras palabras, AES es abierto, de acceso público y representa el método de cifrado más seguro disponible en la actualidad.

Tabla 5.- Métodos de integridad. (Hucaby, 2016)

WPA (Acceso Protegido WiFi)	El estándar IEEE 802.11i define los mejores métodos de seguridad inalámbricos. Mientras ese estándar aún se estaba desarrollando, Wi-Fi Alliance presentó su certificación de la industria de acceso protegido Wi-Fi (WPA). WPA se basó en partes de 802.11i e incluía la autenticación 802.1x, TKIP y un método para la gestión de claves de cifrado dinámico.
WPA2 (Acceso Protegido WiFi versión 2)	Una vez que se ratificó y publicó 802.11i, Wi-Fi Alliance lo incluyó por completo en su certificación WPA Versión 2 (WPA2). WPA2 ofrece las capacidades de WPA, para ser compatible con versiones anteriores, al tiempo que agrega los algoritmos CCMP superiores.

Tabla 6.- WPA y WPA 2 (Hucaby, 2016)

	<b>WPA</b>	<b>WPA 2</b>
Autenticación	Clave pre – compartida o 802.1x	Clave pre – compartida o 802.1x
Encriptación	TKIP o AES	AES
Administración de clave	Administración de clave dinámica	Administración de clave dinámica

Tabla 7.- Comparativa WPA y WPA 2. (Hucaby, 2016)

En los IOS de los puntos de acceso inalámbricos encontraremos las combinaciones de seguridad que pueden ser configuradas para resguardar la integridad del acceso a la red y la información que se transmita por medio de dicha red.

### **2.2.8. Tecnologías relacionadas con la norma 802.11 ac**

Como hemos visto anteriormente la transmisión de datos de 1,3 Gigabits por segundo, debe ser tomada en cuenta debido a que la transmisión a través de un switch protocolo Gigabit Ethernet no será suficiente ya que la velocidad máxima de transmisión será de 1 gigabit por segundo.

[...] “El estándar para gigabit ethernet. IEEE Std 802.3z, se extiende la velocidad de funcionamiento de la red de área local más popular del mundo a 1.000 millones de bits por segundo (1000 Mb/s) para la interconexión alto rendimiento.” (Frazier, 1998)

Teniendo en cuenta esta premisa, se deberá tener presente en el diseño un switch con velocidades superiores a 1 Gigabit por segundo, de tal modo que se utilizará un switch que cumpla con la norma IEEE 802.3bz que establece como nuevo estándar velocidades de 2.5 y 5 gigabits por segundo.

[...] “IEEE 802.3bz define a la Ethernet BASE-T de 2,5 gigabits (2.5G) y 5 gigabits (5G). Especifica los parámetros de control de acceso a los medios de comunicación (AMC), las especificaciones de capas físicas (ECF) y los objetos de gestión para los medios de transmisión en par trenzado balanceado que se encuentran en el cableado estructurado.” (Power, 2016)

Dichas velocidades están establecidas para cables de par trenzado balanceado de categoría 5e, categoría 6 y categoría 6<sup>a</sup>, con restricción de distancia para las categorías inferiores a la categoría 6A.

### **2.2.9. El siguiente salto, la norma 802.11ax**

En la conferencia anual de comunicaciones y redes para consumidores del año 2016 se realizó el anuncio del inicio de un nuevo grupo denominado 802.11 ax.

[...] “Recientemente, IEEE ha iniciado un nuevo grupo estándar denominado 802.11ax para diseñar sistemas WLAN de alta eficiencia en futuras instalaciones de alta capacidad y densidad. En redes densas, los puntos de acceso vecinos (AP) se acercarán y servirán a muchos más usuarios, y la distribución de usuarios entre los APs es probable que sea desigual.” (Fengming, y otros, 2016)

Es decir que los números de Access point tendrá una mayor carga de usuarios y una mayor demanda de ancho de banda para las aplicaciones futuras, como la transmisión de video de alta definición.

El estándar IEEE 802.11ax previsto a ser publicado en el año 2019 realizará cambios en el actual IEEE 802.11n y IEEE 802.11ac e incluso podría reemplazar completamente dichas normas.

[...] “IEEE 802.11ax-2019 reemplazará tanto IEEE 802.11n-2009 como IEEE 802.11ac-2013 como la próxima modificación WLAN de alto rendimiento.” (Bellalta, 2016)

### **2.3. Marco Contextual**

Pendiente datos de fechas exactas que deben ser corroboradas por el personal administrativo del Centro Comercial, esta información estará pendiente, hasta tener una entrevista con el Gerente Administrativo, el cual estará retornando el 21 de abril del 2017.

### **2.4. Marco Legal**

Esta tesis se apega fielmente a los objetivos establecidos en la LEY ORGANICA DE TELECOMUNICACIONES, de acuerdo a lo descrito en el Título I, Disposiciones Generales, Capítulo I, Consideraciones Preliminares, Artículo 3 Párrafo 11.

[...] “Garantizar la asignación a través de métodos transparentes y en igualdad de condiciones de las frecuencias del espectro radioeléctrico que se atribuyan para la gestión de estaciones de radio y televisión, públicas, privadas y comunitarias, así como el acceso a bandas libres para la explotación de redes inalámbricas, precautelando que en su utilización prevalezca el interés colectivo y bajo los principios y normas que rigen la distribución equitativa del espectro radioeléctrico.” (Ley de Telecomunicaciones, 2015)

Dicha ley permite la libre explotación de las redes inalámbricas, dentro de lo establecido en el marco de la constitución de la República del Ecuador.

### **3. Capítulo 3: Marco Metodológico**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La constante evolución de las tecnologías en diferentes ámbitos de la ciencia, especialmente en el objeto de estudio como son las redes inalámbricas o Wireless Local Area Network (WLAN, por sus siglas en inglés), se puede definir que:

El método que es utilizado para este estudio es el “Método Histórico - Lógico”, porque dicho método realiza un análisis histórico de los avances tecnológicos de las redes inalámbricas en el paso del tiempo y la estructura lógica de dicha evolución.

**Modelo de investigación:** Proyecto de desarrollo

**Método de investigación:** Histórico - Lógico

**Instrumentos de investigación:** Análisis de documentos, observación, registro de materiales y equipos, procedimientos experimentales.

#### **3.2. Formulación de la Hipótesis**

Establecer el diseño de una red inalámbrica que cubra con las necesidades de conexión de los usuarios/clientes dentro del Centro Comercial, es el propósito principal de este tema de investigación por lo que se considera necesarios establecer las hipótesis que sean necesarias para dar solución a este problema, teniendo en cuenta los parámetros técnicos aprendidos en la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones

Para el diseño de la red inalámbrica basada en la norma 802.11 ac en el Centro Comercial se formulan las siguientes hipótesis:

H0: El diseño de la red inalámbrica cubre las necesidades de conexión Wireless para los dispositivos avanzados de los usuarios/clientes que circulan diariamente en el Centro Comercial.

H1: La infraestructura de red actual del Centro Comercial permite la implementación de equipos que utilizan el protocolo 802.11ac.

H2: Las áreas de tránsito de usuarios/clientes en el Centro Comercial pueden ser cubiertas por puntos de acceso inalámbrico para mejorar los servicios de comunicaciones.

H3: La factibilidad de realizar de pruebas de cobertura en el Centro Comercial con software especializado para determinar los patrones de radiación en las bandas de 2,4 y 5 GHz

Esta son las principales suposiciones, que se establecen que serán comprobadas al final de este estudio.

### 3.3. Diseño de la Investigación

El modelo de diseño de investigación que se desarrolla en este tema es de tipo descriptivo, se procederá a recopilar información para describir los espacios de estudio o zonas de desplazamiento de los dispositivos móviles

Además, de ser una investigación de campo para probar las áreas de radiación para el espectro radioeléctrico en las bandas de 2,4 GHz y 5 GHz.

Determinando las áreas donde existen equipos inalámbricos de zonas aledañas o de locales con clientes corporativos sin alterar las redes WiFi existentes.

#### 3.3.1. Desglose operacional de las variables

##### 3.3.1.1. Variable Independiente: Comunicaciones inalámbricas

Descripción de la variable	Categoría	Indicadores	Dimensiones	Instrumento
Comunicación (emisor/receptor) se encuentra unida por un medio de propagación no físico, utiliza la modulación de ondas electromagnética a través del espacio	Transmisión Redes Inalámbricas Emisor Destinatario	Equipos Medios QoS Capacidad Tecnológica	¿La necesidad de cobertura de la red en espacios abiertos?	Entrevista al personal administrador de red del Centro Comercial.



### 3.3.1.2. Variable dependiente: Cobertura

Descripción de la variable	Categoría	Indicadores	Dimensiones	Instrumento
Se refiere a las áreas donde existe la necesidad de conexión a la res	Medio de transmisión inalámbrico	Intensidad de señal Radio de cobertura	¿Cuál es el área máxima de cobertura para la red inalámbrica? ¿Qué ubicaciones se definirán para los puntos de acceso?	Entrevista al personal administrador de red del Centro Comercial

### 3.4. Técnicas de Investigación

Para este estudio se utiliza las técnicas de investigación de observación directa, se realiza el recorrido por todas las áreas del Centro Comercial donde los usuarios recurren frecuentemente de tal manera de que con el software de simulación de patrones de radiación que genera mapas de calor de las zonas donde llegan las ondas electromagnéticas que sirven como canal para la transmisión de los datos entre el punto de acceso inalámbrico y el dispositivo móvil.

Como parte del estudio se realiza una entrevista que ayuda como referencia de los hábitos que tienen los usuarios y dispositivos, la cantidad de horas uso por día, el tipo de conexión que prefieren utilizar, además de conocer los factores que se asocian entre las distintas variables.

#### Herramientas a utilizar

- Entrevista al personal administrativo del Centro Comercial

Se hará una entrevista al personal administrativo con el objetivo de recopilar información en cuanto a los recursos disponibles en la red actual.

- Entrevista a profesionales en Telecomunicaciones

Se realizara entrevistas a profesionales en el campo de telecomunicaciones con experiencia en el diseño de redes inalámbricas con el fin de recopilar información técnica y la forma que se realizan los diseños de redes inalámbricas.

## **4. Capítulo 4: Análisis de Resultados**

### **4.1. Análisis y Procesamiento de datos**

Para complementar el análisis técnico y determinar, cuáles son los detalles en equipos y topología utilizada por la red de datos existente se procedió a realizar entrevistas al administrador del Centro Comercial.

Además para reforzar la investigación se realizó entrevistas a profesionales expertos en el área de telecomunicaciones con experiencia en el área de diseño redes inalámbricas y redes de cableado estructurado.

**Entrevista:** Formato de entrevista como método de investigación para obtener información de relevancia para el diseño de la red inalámbrica en el Centro Comercial

**Objetivo:** Determinar las necesidades y detalles técnicos que actualmente tiene la infraestructura de redes del Centro Comercial realizar a través de consulta y observación que medios y equipos se encuentran en la red de datos actual del Centro Comercial.

#### **Entrevista # 1**

##### **Dirigida a Administrador del Centro Comercial**

##### **Diseño de una red inalámbrica basada en la norma 802.11 ac para el Centro Comercial de Guayaquil en el año 2017**

Como parte de mi tesis en la carrera de Ingeniería en Gestión de las Telecomunicaciones con Mención en Redes de Acceso y Telefonía de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, se solicita entrevista a al personal administrativo del Centro Comercial y profesionales en la rama de las Telecomunicaciones con el objetivo de obtener Información técnica referente al diseño de redes de datos locales a nivel de Switching y Wireless. Toda la información proporcionada en esta entrevista es confidencial, Agradezco su colaboración.

**Institución:** Centro de Comercial

**Persona entrevistada:** Lcda. Linda Chevez Sellan

**Cargo:** Administrador del Centro Comercial

**Experiencia (Años):** 10

**Preguntas:**

**1. ¿Actualmente cuál es su puesto laboral y que funciones desempeña?**

Me desempeño como administradora del centro comercial y entre mis principales funciones está el controlar y administrar la red de datos del Centro Comercial.

**2. ¿Cómo administradora del Centro Comercial cuales son las necesidades que desean cubrir con la red inalámbrica?**

- Conexión de datos
- Conexión de internet
- Seguridad

**3. ¿Marque con una x las áreas que considera que son de mayor importancia y que deben tener cobertura con la red de acceso inalámbrica?**

- Locales
- Oficinas
- Pasillos
- Parqueaderos
- Patios C.C.

**4. ¿Con cuántos locales cuenta aproximadamente el Centro Comercial?**

El Centro Comercial cuenta con 96 locales comerciales y dos bloques de oficinas para empresas.

**5. En promedio ¿cuantas personas circulan en el Centro Comercial diariamente?**

En promedio circulan alrededor de 300 personas por día en el Centro Comercial en busca de los productos que ofrecen los locales comerciales.

**6. ¿Cuenta con una red de datos que cubra todo el Centro Comercial?**

El área que abarca la red de datos actual se encuentra en su mayor parte en el bloque administrativo donde se encuentran los equipos los empleados del Centro Comercial.

**7. ¿Marque son una x la clase de red con la que cuenta el Centro Comercial actualmente?**

- Cableada \_\_\_\_\_
- Inalámbrica \_\_\_\_\_
- Mixta   x

**8. ¿Cuántos usuarios en promedio se conectan a la red?**

- 01 – 10   x
- 11 – 20 \_\_\_\_\_
- 21 – 30 \_\_\_\_\_
- 31 – 50 \_\_\_\_\_
- 51 – 100 \_\_\_\_\_
- Más de 100 \_\_\_\_\_

**9. ¿Con la nueva red inalámbrica cuantos usuarios o dispositivos promedios recurrentes se agregarían a la red inalámbrica?**

- 01 – 10 \_\_\_\_\_
- 11 – 20 \_\_\_\_\_
- 21 – 30 \_\_\_\_\_
- 31 – 50 \_\_\_\_\_
- 51 – 100 \_\_\_\_\_
- Más de 100   x

**10. ¿Coloque una x en el número de equipos o dispositivos que aproximadamente se encuentra conectados a la red?**

- 01 – 10 \_\_\_\_\_
- 11 – 20 \_\_\_\_\_
- 21 – 30 \_\_\_\_\_
- 31 – 50   x
- 51 – 100 \_\_\_\_\_
- Más de 100 \_\_\_\_\_

**11. Indique en la tabla más abajo cuales son los equipos o dispositivos con los que cuenta la red de datos**

<b>Dispositivo</b>	<b>Numero de dispositivos</b>	<b>Conexión Analógica</b>	<b>Conexión IP</b>
Computadores de escritorio	8		X
Laptop	3		X
Teléfonos	5	X	
Cámaras	10	X	
Tablet	2		X
Celulares	10		X

Tabla 8.- Conexión de dispositivos promedio.

**12. ¿Qué marca de dispositivos de red es de su preferencia para el diseño de la red inalámbrica?**

- Cisco                X
- HP
- Dell
- TPlink
- Dlink
- Trendnet

## **Entrevista # 2**

**Dirigida a Profesional en Telecomunicaciones**

**Diseño de una red inalámbrica basada en la norma 802.11 ac para el Centro Comercial de Guayaquil en el año 2017**

**Institución:** Akros

**Persona entrevistada:** Ing. Carlos Becilla

**Cargo:** Líder de conectividad y colaboración

**Experiencia (Años):** 10

**Preguntas:**

**1. ¿Actualmente cuál es su puesto laboral y que funciones desempeña?**

Líder de conectividad y colaboración, mis funciones son:

- Acercamiento al cliente
- Comprensión de la necesidad
- Validar objetivos del proyecto vs necesidad
- Sustento del proyecto
- Diseño de solución
- Propuesta de puntos de mejora adicionales
- Cotización de la solución

**2. ¿Con cuántos años de experiencia cuenta en el área de diseño de redes de datos?**

7 años, en la elaboración de diseño de redes para el área corporativa.

**3. ¿Usted, en promedio en cuantos proyectos de diseño de redes inalámbricas ha participado?**

En promedio he realizado 50 proyectos en el área de diseño.

**4. ¿Cuáles son los pre-requisitos para proceder con el diseño de la red inalámbrica?**

Conocimiento de transmisión inalámbrica, conocimiento de redes LAN, conocimiento de estándares y protocolos de la industria, conocimiento de productos, marcas y funcionalidades

**5. ¿Qué pasos se deben tener en cuenta en lo que respecta al diseño de redes inalámbricas?**

Estimado de ubicación de equipos, usuarios concurrentes, condiciones físicas del área a cubrir, site survey.

**6. ¿Qué herramientas generalmente utiliza para efectuar los diseños de redes inalámbricas?**

Herramienta de diseño de redes inalámbricas, AP para site survey.

**7. ¿Realiza inspecciones en sitio para realizar los diseños, realiza recorridos por las áreas donde se requiere la cobertura de la red inalámbrica, trabaja con planos para realizar los diseños de la red?**

Sí, es recomendable la inspección para tener una idea más clara de la estructura física en donde deberá realizarse el diseño.

**8. ¿Ha, realizado proyectos de diseño de redes inalámbricas con puntos de acceso inalámbrico que cuenten con la norma 802.11 ac?**

Sí, en el último año se ha solicitado diseños con equipos que utilizan esta normativa

**9. ¿Cuál es la arquitectura de red recomendada para las redes de acceso inalámbrico que cumplen con la 802.11 ac?**

Puntos de acceso con estándar 802.11ac (wave 2), conexión a equipos swiches con al menos 1Gbps de velocidad o capacidad de manejar velocidades MultiGigabit. El equipo de acceso debe tener capacidad de switching capaz de manejar la velocidad de todas las conexiones concurrentes, y el uplink hacia capas superiores debería manejarse con enlaces a 10Gbps.

**10. ¿Dado que los puntos de acceso inalámbrico que cuentan con la norma 802.11 ac pueden transmitir datos a velocidades entre 1 y 6 Gbps que equipos de conmutación (swiches) se deben recomendar para sacar el máximo provecho a dichas velocidades? (multigigabit)**

Equipos que puedan manejar agregación de enlaces (para AP que manejan 2 puertos de red Gigabit) o que estén en capacidad de manejar multigigabit (puertos de velocidad 1, 2.5, 5 y 10 Gbps).

**11. ¿En el caso de ser una red nueva para el enrutamiento a internet que equipo es el que generalmente se recomienda para el diseño?**

Se puede poner un firewall que sirva como enrutador hacia internet o un equipo de seguridad perimetral que, además de lo mencionado anteriormente, posea funcionalidades de protección de la red.

**12. ¿Actualmente en el mercado Ecuatoriano se utilizan equipos de conmutación a nivel de capa de acceso con puertos de red que alcanzan el Gigabit por segundo, se utilizan equipos multigigabit en el Ecuador, de acuerdo con su experiencia?**

Se ofertan poco, pero no he verificado su uso.

**13. ¿Qué marcas de equipos y modelos hay actualmente que utilicen la norma 802.11 ac y que generalmente recomiendan para ejecutar proyectos de redes inalámbricas?**

Cisco familias Aironet 1830, 1850, 1800, 2800,3800

Aruba familias 305, 315, 325, 335, 365, 375

**14. ¿Cuáles son las principales dificultades en el despliegue de redes inalámbricas 802.11 ac, por ejemplo permisos en la Arcotel, búsqueda de equipos compatibles, etc.?**

No hemos tenido dificultades. Los equipos que se comercializan están debidamente homologados por la Arcotel.

**15. ¿En los proyectos en los que ha realizado con la norma 802.11 ac al momento de la instalación y configuración de los equipos, existió algún problema?**

Al trabajar en el espectro de 5GHz, el alcance de cobertura de estas redes.

**16. ¿De qué forma generalmente se solucionan los problemas que pueden encontrar al instalar las nuevas redes inalámbricas que cumple con la norma 802.11 ac?**

Se solucionan desde el momento del site survey.

**17. ¿Cuáles son los requisitos mínimos de seguridad a nivel lógico recomendaría para la instalación de una red inalámbrica?**

Al menos trabajar con 3 redes:

- Red inalámbrica de administración de equipos
- Red de usuarios corporativos
- Red de invitados



**18. Según su experiencia, ¿cuál es el número de conexiones simultáneas que recomendaría y que pueden soportar los puntos de acceso inalámbrico, para una red inalámbrica en un Centro Comercial?**

Se recomienda alrededor de 35 usuarios por radio, pero dependiendo de las capacidades del equipo, pueden soportar hasta 200 usuarios por dispositivo de red.

**19. ¿Cómo se puede convencer a una organización y/o empresa instalar o actualizar sus redes inalámbricas con Puntos de acceso inalámbrico que utilicen el protocolo 802.11 ac?**

Indicando que soportan mayor cantidad de usuarios dada la segmentación del espectro radioeléctrico y mayor velocidad en conexiones.

**20. ¿Qué nuevos modelos de negocios cree Ud. que podrían desarrollarse con las nuevas velocidades de transmisión de datos que ofrecen las redes inalámbricas como lo es con la nueva norma 802.11 ac? Por ejemplo:**

Capacidad de manejar mayores velocidades, para poder entregar contenido multimedia.

**21. ¿Cómo ve usted, dentro de los próximos 5 años el crecimiento de las redes las redes inalámbricas en Ecuador?**

En la actualidad las redes inalámbricas han tenido un crecimiento exponencial a nivel de usuarios, equiparándose y hasta sobrepasando en ciertos casos al acceso cableado. En los próximos 5 años consideraría que las redes inalámbricas serían el principal medio de acceso a la red corporativa.

### **Entrevista # 3**

#### **Dirigida a Profesional en Telecomunicaciones**

#### **Diseño de una red inalámbrica basada en la norma 802.11 ac para el Centro Comercial de Guayaquil en el año 2017**

**Institución:** Akros

**Persona entrevistada:** Ing. Leonardo Vallejo

**Cargo:** Líder de producto para soluciones de cableado estructurado y centro de datos

**Experiencia (Años):** 8

#### **Preguntas:**

**1. ¿Actualmente cuál es su puesto laboral y que funciones desempeña?**

Líder de Producto, soy el responsable del manejo de soluciones, marcas, diseños y oferta de productos relacionados a los Centro de Datos y Cableado Estructurado.

**2. ¿Con cuántos años de experiencia cuenta en el área de diseño de sistemas de cableado estructurado?**

8 años de experiencia, mayormente a nivel corporativo.

**3. ¿Usted, en promedio en cuantos proyectos de diseño de sistemas de cableado estructurado ha participado?**

Innumerables. Semanalmente desde hace 7 años me ha tocado preparar un promedio de 3 ofertas por semana.

**4. ¿Cuáles son los pre-requisitos para proceder con el diseño de sistemas de cableado estructurado?**

Entender lo que busca el cliente, bosquejar la arquitectura de conectividad.

**5. ¿Qué pasos se deben tener en cuenta en lo que respecta diseño de sistemas de cableado estructurado?**

Identificar Número de Usuarios y servicios.

Tecnologías a interconectar.

Rutas, espacios, y ambientes de trabajo.

**6. ¿Qué herramientas generalmente utiliza para realizar el diseño de sistemas de cableado estructurado?**

Para mis diseños utilizo generalmente software de dibujos por computador como AutoCAD y Visio.

**7. ¿Realiza inspecciones en sitio para efectuar los diseños, realiza recorridos por las áreas donde se requiere la cobertura de la red inalámbrica, trabaja con planos para realizar los diseños de la red?**

Si, se realizan las inspecciones para los diseños, la cobertura Wireless regularmente se la maneja con un simulador para la selección de los dispositivos y luego se genera la visita en campo.

**8. ¿Ha, realizado proyectos de diseño de sistemas de cableado estructurado que trabajen con velocidades superiores al Gigabit por segundo?**

Si, en la mayor parte de los proyectos se recomienda diseños con cableado de par trenzado que soporten transmisión de datos de 10 Gbps.

**9. ¿Cuál es la categoría/clase de cable de par trenzado que recomendaría para las redes de datos que tengan equipos con velocidades superiores a 1 Gbps y que tengan una vida útil de 20 años?**

Para la mayor parte de los proyectos corporativos se recomienda la instalación de cable de par trenzado categoría 6A / Clase EA debido a las velocidades de transmisión de datos que soporta 10 Gbps, para ciertos clientes de acuerdo a la solicitud, se pueden utilizar otras categorías.

**10. ¿El cable recomendado es también útil, para trabajos con PoE + o UPoE para la alimentación eléctrica de los dispositivos finales a través de los equipos de conmutación de red?**

El cable de par trenzado de categoría 6A con característica S/FTP que en la mayoría de los casos se recomienda soporta la tecnología PoE+ o UPoE que es utilizada por cisco.

**11. ¿Qué marcas de cable de fibra óptica y de cobre recomienda regularmente para la instalación de sistemas de cableado estructurado?**

Va en función del presupuesto, las marcas se van acoplando también al diseño y la disponibilidad de mercado. Garantías y certificaciones también pesan.

Regularmente se manejan marcas como: PANDUIT, SIEMON, FURUKAWA, LEVITON, CONNECTION, ORTRONICS, LANPRO.

**12. ¿Para los enlaces que superan los 100 m de distancia en una red LAN que tipo de fibra óptica recomienda?**

Si es para interconectar edificios en la zona industrial, se suele recomendar fibra Monomodo, en los otros escenarios se trabaja con F.O Multimodo.

**13. ¿Se debe considerar algún tipo de fibra con características especiales los ambientes interiores o exteriores?**

Así es, y la clasificación no solo corresponde a ambientes generalizados indoor/outdoor sino también al entorno ambiental y el tipo de tendido del cable.

**14. ¿De qué forma generalmente se solucionan los problemas que pueden encontrar al instalar los nuevos de sistemas de cableado estructurado?**

Generalmente para determinar si la construcción de un punto de datos sea, este con cable de cobre de par trenzado o con cable de fibra óptica, se realizan pruebas de certificación que cumplen con los parámetros técnicos para determinar si el cable fue correctamente construido en el caso del cobre o fusionado en el caso de la fibra óptica. Esto ayuda a determinar si el medio tiene algún inconveniente para lo cual se deberá realizar el correctivo necesario.

**15. ¿En forma general que recomendaciones adicionales daría para el diseño de un sistema de cableado estructurado?**

Para el diseño se recomienda una planificación y un análisis de la infraestructura de la red de datos ya que se requiere en la mayoría de los casos que tenga escalabilidad y crecimiento.

Se debe tener el conocimiento y capacidades técnicas en lo que respecta al diseño de Redes de Datos, dado que en esta área de las telecomunicaciones también se generan avances tecnológicos.

## **4.2. Resultados**

Se ha podido obtener información del número de usuarios y dispositivos de red que se encuentran actualmente en uso en la red de datos del Centro Comercial.

La topología de la red usada, los equipos de conmutación, los equipos de enrutamiento, en conjunto con las características técnicas de cada uno, la dimensión de las áreas de cobertura.

También se ha obtenido información adicional acerca de la distribución de áreas que la administración del Centro Comercial desea que sea cubierta por la red inalámbrica.

## **4.3. Conclusiones**

De acuerdo con las respuestas dadas por cada uno de los entrevistados se puede realizar un diseño con mayor detalle, teniendo en cuenta las necesidades de la red actualmente utilizada.

Considerando también los detalles técnicos que los expertos en telecomunicaciones tienen en cuenta al realizar un diseño de red inalámbrica y la forma en la que generalmente se realizan esto servirá de pauta para realizar técnicamente nuestro diseño.

## **4.4. Recomendaciones**

El personal administrativo, cuenta con un técnico en sitio que tiene las nociones básicas en cuanto a los equipos de red utilizados.

No cuenta con documentación técnica acerca de la arquitectura de la red, solo se tiene un conocimiento general de cómo están realizadas las conexiones entre equipos.

Por lo que se recomienda realizar un documento técnico con los detalles de las conexiones de red, para realizar los respectivos mantenimientos preventivos y correctivos en el caso que sean necesarios.

## **5. Propuesta**

### **5.1. Resumen Ejecutivo**

El siguiente estudio de diseño es elaborado con el fin de determinar la mejor distribución de puntos de acceso inalámbrico para el Centro Comercial utilizado equipos que operan con la norma IEEE 802.11 AC.

Se procederá con el diseño de la infraestructura de la red inalámbrica basado en las tecnologías alternativas e identificando cada una de ellas para el desarrollo del diseño de la red.

Se realizara un análisis de los equipos comúnmente utilizados en el mercado ecuatoriano con el fin de seleccionar el o los dispositivos de red más idóneos que se adapten a las necesidades técnicas y económicas de diseño de red.

Se propone el diseño que cumpla con la cobertura en las áreas o zonas requeridas por el personal administrativo y técnico del Centro Comercial, logrando abarcar las áreas con mayor criticidad para los servicios inalámbricos que la administración desee tener en la red.

Al implementar este diseño, la administración del Centro Comercial podrá gestionar de forma centralizada la red inalámbrica, brindando un acceso controlado a la red de los distintos dispositivos que puede soportar. Con un número de usuarios y dispositivos de forma controlada.

Con esta propuesta tecnológica se vaticina amplificar y mejorar de forma inalámbrica las comunicaciones dentro del perímetro del Centro Comercial, es decir mejorando la red de datos actualmente utilizada con la aplicación de nuevas tecnologías y previendo hacia futuro el crecimiento de la red.

### **5.2. Análisis de la situación del entorno**

Para dar inicio del análisis de la situación actual de la red de datos del Centro Comercial se procedió con una entrevista al personal administrativo para tener conocimiento del estado actual de la red y determinar el punto de partida para

establecer que se requiere mantener o mejorar en la infraestructura tecnológica de la red.

Adicionalmente se analizará las entrevistas realizadas a dos profesionales de Telecomunicaciones con conocimientos en diseño de redes inalámbricas que servirán de pauta para la toma de decisiones en el diseño de la red inalámbrica para el Centro Comercial.

### **5.3. Requisitos para el diseño de la red inalámbrica**

#### **5.3.1. Requisitos generales**

Los requisitos generales para el diseño de una red inalámbrica son los siguientes:

- **Accesibilidad para la implementación:** se requiere la accesibilidad física en los lugares donde se determine la ubicación de los puntos de acceso inalámbrico para su instalación y configuración.
- **Enlaces fiables:** Se deberá proveer la redundancia de los enlaces con una topología de red que garantice la alta disponibilidad de conexión para cada uno de los dispositivos inalámbricos que se conectaran.
- **Enlaces estables:** para garantizar la estabilidad de los enlaces, los equipos deberán ofrecer una alta concurrencia de conexión de dispositivos de red
- **Ancho de banda:** el diseño debe garantizar la máxima capacidad de ancho de banda de acuerdo con la normativa 802.11 ac con la capacidad de transmisión de datos de hasta 5 Gbps.

El diseño de la red inalámbrica deberá cumplir con cada uno de estos requisitos expuestos de forma general para garantizar un buen diseño.

#### **5.3.2. Requisitos específicos**

A continuación se detallan los requisitos específicos que se deben considerar en el diseño de la red:

- **Topología de la red:** En este caso la topología de red de forma virtual para la norma 802.11 ac es una topología en estrella dada la capacidad

de conexión que manejan los puntos de acceso inalámbrico con el arreglo de antenas MU – MIMO que se revisó en el capítulo 2.

- **Requisitos de funcionamiento:** a través del comando ping se permitirá la evaluación de los tiempos de transmisión o latencia del envío y recepción de datos cuyos valores deben ser aceptables para el óptimo funcionamiento.
- **Throughput:** medido en bits por segundo cuya capacidad máxima de acuerdo con la normativa 802.11 ac es de 5 Gbps, esta es la capacidad para dicha norma y permitirá la retro-compatibilidad con las normas anteriores como la 802.11 a/b/g/n
- **Seguridad:** se implementara en la configuración lógica de los equipos el nivel de autenticación privacidad e integridad que ofrece la WAP 2 como requisito mínimo para el acceso a los usuarios o dispositivos a la red inalámbrica.

#### 5.4. Plan estratégico

Para efectuar las mediciones de longitud de la áreas abiertas del Centro Comercial se utilizó el software libre Google Earth Pro el cual facilita a través de imágenes satelitales de medición de amplias áreas en metros, kilómetros, millas, etcétera, y que para el estudio de esta tesis sirve de manera ideal ya que el Centro Comercial está ubicado en una de las ciudades más grandes del país y se puede visualizar en software sin inconveniente alguno.

Dado que el Centro Comercial en su totalidad tiene un área total de 9400 m<sup>2</sup> se debe considerar enlaces de fibra óptica de ser necesario para la ubicación de equipos a distancia mayores de los 100 m de los conmutadores de red.

De manera general se puede decir que el centro de comercial tiene de forma de rectángulo con una longitud de 200 metros de largo y 47 metros de ancho. Cuenta con 4 accesos a las áreas de parqueo por donde ingresan las personas a pie o en vehículo.

Frente a las áreas de parqueo se encuentra los pasillos peatonales por donde circulan los usuarios del Centro Comercial y los clientes





Figura 9.- Centro Comercial  
Fuente: Google Earth  
Elaborado por: Jefferson Villacis

Latitud: 2° 7'7.18"S

Longitud: 79°54'2.50"O

Dirección: Av. Isidro Ayora y Jose Luis Tamayo

Sector: Norte, Guayaquil, Guayas, Ecuador

### Topología de red

El siguiente grafico muestra la topología de red utilizada en el Centro Comercial la cual es una topología tipo estrella.

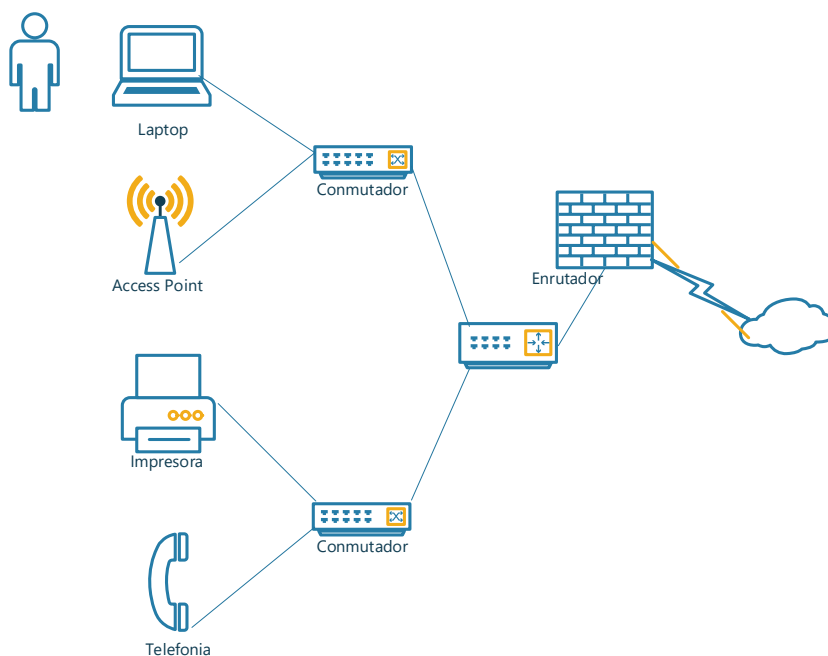


Figura 10.- Diagrama de red actual.  
Fuente: Análisis del Investigador  
Elaborado por: Jefferson Villacis

A continuación se realizó un diagrama del Centro Comercial para ver la distribución de los bloques, áreas de parqueo, pasillos que dan una mejor idea de cómo está distribuido el Centro Comercial.

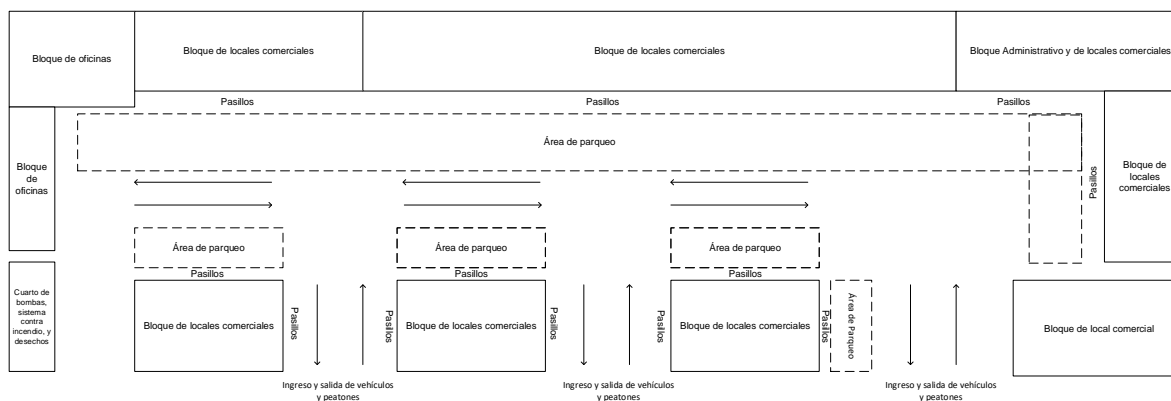


Figura 11.- Diagrama del Centro Comercial

Fuente: Análisis del Investigador  
Elaborado por: Jefferson Villacis

# Bloques de locales comerciales 8

# Bloques de oficinas 2

# Áreas de parqueo 5

## 5.5. Plan operativo

### 5.5.1. Análisis de comparativo de modelos de equipos

Una de las referencias más utilizadas en el área tecnología es el cuadrante de Gartner que define las tendencias del mercado tecnológico y selecciona a las marcas líderes, basadas en distintas variables entre ellas innovación, desempeño, costos, etc.

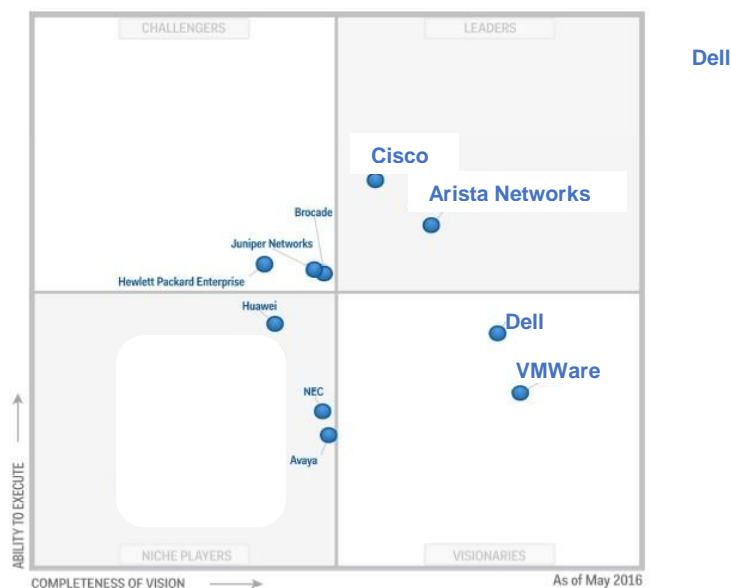


Figura 12.- Cuadrante Mágico de Gartner (Gartner, 2016 - 2017 )

Gartner elige a Cisco como líder en el ámbito de las redes de telecomunicaciones, lo que lo hace un referente para ser tomado en cuenta en el desempeño y diseño de redes de datos, bajo este criterio se selecciona a la marca cisco para el diseño de la red inalámbrica del Centro Comercial.

Para la selección de los modelos de equipos que se pueden utilizar en el diseño de la red inalámbrica se realizó una tabla para la comparación de los modelos de la marca cisco para ambientes exteriores y determinar cuál es el más conveniente para la red.

Modelo	Aironet 1540i	Aironet 1540d	Aironet 1562I	Aironet 1562E	Aironet 1562D
<b>Radio Specifications</b>					
<b>Antenna type</b>	Internal, wide	Internal, narrow	Internal	Dual-band or single-band, software-configurable	Internal, directional
<b>Wi-Fi standards</b>	802.11a/b/g/n/acW2	802.11a/b/g/n/acW2	802.11a/b/g/n/acW2	802.11a/b/g/n/acW2	802.11a/b/g/n/acW2
<b>Data rate</b>	300 Mbps	300 Mbps	1300 Mbps	867 Mbps	867 Mbps
<b>Maximum clients</b>	200	200	400	400	400
<b>Backhaul</b>					
<b>Fiber SPF optics</b>	-	-	Yes	Yes	Yes
<b>LAN port/PoE out (802.3af)</b>	1 GE (PoE in) port	1 GE (PoE in) port	SFP-based LAN port	SFP-based LAN port	SFP-based LAN port
<b>Power and Environment</b>					
<b>Power options</b>	PoE, 802.3af	PoE, 802.3af	48 VDC, PoE	48 VDC, PoE	48 VDC, PoE
<b>Temperature range</b>	-40 to 65°C	-40 to 65°C	-40 to 65°C	-40 to 65°C	-40 to 65°C

Tabla 9.- Tabla comparativa de modelos Aironet de Cisco. (Cisco, 2017)

### 5.5.2. Distribución de los puntos de acceso inalámbrico

Para determinar la mejor distribución de los puntos de acceso inalámbrico se utilizó un software especializado en el análisis de frecuencia y cobertura de las señales de radio emitidas por los puntos de acceso.

La figura 10 muestra un mapa de calor con el que se puede visualizar las áreas de cobertura de la señal, en color verde son las zonas donde el equipo dará una mejor cobertura.

Para el personal administrativo es de importancia cubrir las áreas de parqueo y pasillos por donde circulan los usuarios del Centro Comercial y clientes.

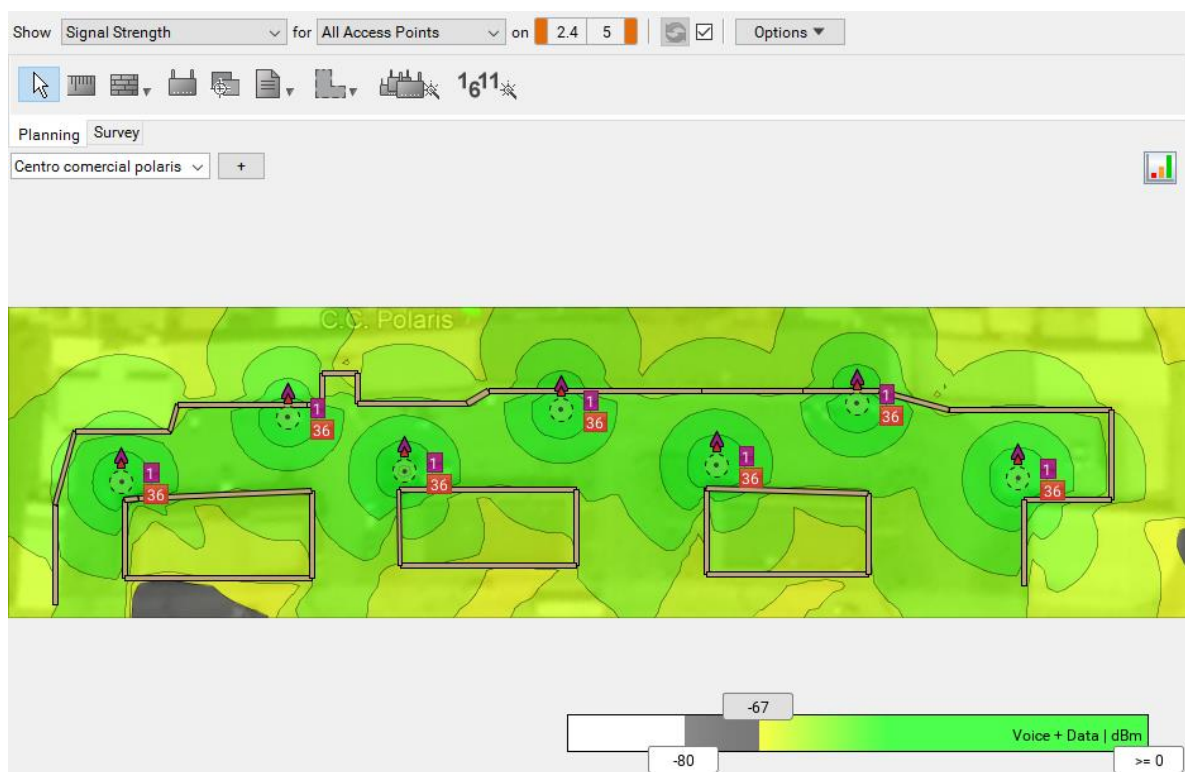


Figura 13.- Mapa de Calor distribución de puntos de acceso inalámbrico

Fuente: Análisis del Investigador

Elaborado por: Jefferson Villacis

- Relación señal-ruido, excelente
- Relación señal-ruido, muy buena
- Relación señal-ruido, buena

Con la simulación del software Ekahau se puede determinar la ubicación más idónea para los puntos de acceso inalámbrico lo cual garantiza que las áreas a ser cubiertas cumplirán con un buen desempeño y los dispositivos inalámbricos que se conecten a la red podrán transmitir la información correctamente

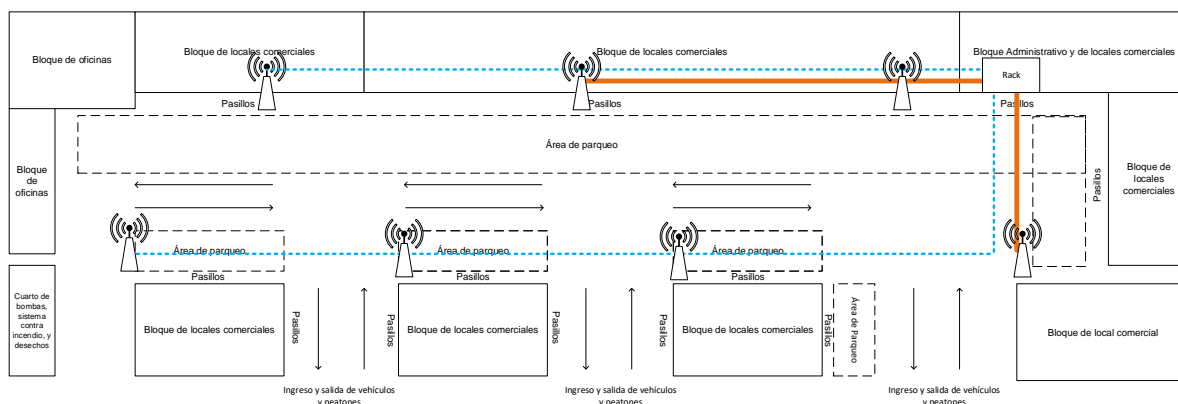


Figura 14.- Diagrama de conexiones de cobre y fibra

Fuente: Análisis del Investigador

Elaborado por: Jefferson Villacis

Para la conexión de los puntos de acceso inalámbrico se requiere la construcción de 4 enlaces de fibra óptica multi-modo y tres enlaces de cable de par trenzado de categoría 6A.

### 5.6. Costo de la propuesta

Una vez definido el número de puntos de acceso inalámbrico se procede a realizar una lista de costos de los dispositivos a ser usados para la red inalámbrica.

Descripción	Cantidad		Costo unitario	Costo Total
802.11 AC Low-Profile Outdoor AP, External Ant., A Reg Dom.	Unidad	7	\$ 1,495.00	\$10,465.00
Cisco 1560 Series IOS WIRELESS LAN	Unidad	1	\$ 0	\$ 0

Tabla 10.- Access point costs

Fuente: Análisis del Investigador

Elaborado por: Jefferson Villacis

Descripción	Cantidad		Costo unitario	Costo Total
Standard Pole/Wall Mount Kit for AP1560 Series	Unidad	7	\$ 99.00	\$ 693.00
802.11 ac AP Low Profile Mounting Bracket (Default) (2702i)	Unidad	7	\$ 0	\$ 0

Tabla 11.- Accesorios para instalación de AP

Fuente: Análisis del Investigador

Elaborado por: Jefferson Villacis

Descripción	Cantidad		Costo unitario	Costo Total
1560 series Power Injector	Unidad	7	\$ 249.00	\$ 1,743.00
AIR Line Cord North America	Unidad	7	\$ 0	\$ 0

Tabla 12.- Alimentación PoE de los AP

Fuente: Análisis del Investigador

Elaborado por: Jefferson Villacis

Descripción	Cantidad		Costo unitario	Costo Total
2.4 GHz 4dBi/5 GHz 7dBi Dual Band Omni Antenna, N connector	Unidad	7	\$ 299.00	\$ 2,093.00
5 ft low loss cable assembly W/N connector	Unidad	14	\$ 99.00	\$ 1,386.00

Tabla 13.- Antenas para los AP

Fuente: Análisis del Investigador

Elaborado por: Jefferson Villacis

Descripción	Cantidad		Costo unitario	Costo Total
Servicio de Configuración de Ap y controladora cisco, pruebas y documentación	Horas	20	\$ 25.00	\$ 500.00
Montaje Access Points Outdoor	Unidad	7	\$ 40.00	\$ 280.00
Instalación de antena para Access Point Outdoor	Unidad	5	\$ 10.00	\$ 50.00
Instalación del sistema de cableado estructurado (cobre y fibra)	Global	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
Subtotal			\$2,316.00	\$ 20,210.00
IVA a 12%				\$2,425.20
Total				\$22,635.20

Tabla 14.- Costo de servicios de instalación

Fuente: Análisis del Investigador

Elaborado por: Jefferson Villacis

## **Conclusiones**

Para realizar el diseño de nuevas tecnologías como en este caso las redes inalámbricas se requieren de un conocimiento técnico especializado para el manejo de las herramientas que den como resultado un correcto análisis técnico que sea útil para la implementación de los equipos Wireless

Para este diseño se eligió equipos Cisco como líder en la innovación tecnológica para las redes corporativas de alto rendimiento, basado en el análisis del cuadrante de Gartner, que selecciona a las mejores marcas, por su desempeño y costos.

Los pasos utilizados para el desarrollo de esta investigación pueden ser utilizados con equipos de diferentes marcas, dependiendo de las necesidades que pueden tener las corporaciones en sus redes de datos.

## **Recomendaciones**

Se deberá realizar canalizaciones para el tendido de los cables de cobre y de fibra óptica en el caso de ser necesario.

Se deberá implementar protocolos de seguridad más robustos a medida que aumente el número de usuarios y dispositivos en la red inalámbrica, esto ayudara a garantizar el correcto funcionamiento de la red con el paso del tiempo.

Se deberá llevar documentación técnica para llevar un registro de los cambios que se realicen en la red, para su mantenimiento preventivo y correctivo.

Se recomienda las actualizaciones periódicas de los IOS de cada uno de los puntos de acceso.



## Glosario de Términos

- AP: Puntos de acceso inalámbrico, estaciones inalámbricas, Equipos de transmisión inalámbrica., 7
- Backbone: Para los sistemas de cableado estructurado, se refiere a los enlaces principales entre edificios, pisos o campus., 8
- Beamforming: Es una manera de manejar la señal de radiofrecuencia a través de un access point que utiliza múltiples antenas para transmitir la misma señal. ... Coordina la señal enviada de cada antena, por lo cual los dispositivos finales ven notablemente mejorada la señal del enlace, 12
- BICSI: Asociación Profesional, Comunidad de Tecnología de la Información y las comunicaciones de Estados Unidos, 11
- CMSI: Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información, 3
- Gbps: Giga bit por segundo, 32
- IEEE: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos., 3
- Indoor/outdoor: Interior o Exterior, 33
- ISO: Organización Internacional de Normalización, 13
- Multigigabit: Tecnología de transmisión de datos para rangos entre 1 y 10 Gbps, 28
- S/FTP: Cable de par trenzado con malla metálica, 32
- Site Survey: Inspección en sitio, por su traducción en español, 28
- Streaming: Distribución digital de contenido multimedia a través de una red de computadoras, 3
- TCP/IP: Protocolo de Control de Transmisión y Protocolo de internet, 13
- TIA: Asociación de Industrias de Telecomunicaciones, 13
- TIC: Tecnologías de la Información y las comunicaciones, 3
- UPoE: Universal Power Ethernet, tecnología utilizada para la alimentación eléctrica de los equipos a través de los cables de par trenzado., 32
- WLAN: Redes Inalámbricas de Area Local., 3
- WNM: Red Inalámbrica tipo Malla, 7

## Bibliografía

- Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones. (Mayo de 2018). *ARCOTEL*. Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec>: <http://www.arcotel.gob.ec/servicio-acceso-internet/>
- ARCOTEL. (2017). Obtenido de <http://www.arcotel.gob.ec/espectro-radioelectrico-2/>
- Bellalta, B. (2016). IEEE 802.11ax: High-Efficiency WLANs. *IEEE Wireless Communications*, 38 - 46.
- Bicsi. (2012). *Manual de metodos de instalacion de sistemas de tecnología de la información*.
- Carballeiro, G. (2012). *Redes Wifi entorno de windows*. Dalaga: Fox Andina.
- Cisco. (2017). *802.11ac Wave 2 FAQ*. Obtenido de <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/enterprise-networks/802-11ac-solution/q-and-a-c67-734152.html>
- Cisco. (6 de mayo de 2017). *Find and compare outdoor and industrial access points*. Obtenido de <https://www.cisco.com/c/en/us/products/wireless/outdoor-wireless/compare-outdoor-and-industrial-access-points.html>
- Cisco Systems. (2015). *Suplemento sobre cableado estructurado*. Cisco Press.
- Cisco System. (2015). *Suplemento sobre cableado estructurado v 3.1*. Cisco Press.
- Domingo, A. A. (2013). Topologías de red. En A. A. Domingo, *Redes locales* (págs. 13-14). Madrid: Mc Graw Hill Education.
- Everett, C. (2017). Soluciones de Infraestructura para IoT e integración de edificios inteligentes. *TIC HOY*, 10.
- Fengming, C., Zhenzhe , Z., Zhong, F., Mahesh, S., Armour, S., & Ganesh, A. (2016). User association for load balancing with uneven user distribution

in IEEE 802.11ax networks. *Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), 2016 13th IEEE Annual* (pág. 490). Las Vegas, NV, USA: IEEE xplore.

Frazier, H. (1998). The 802.3G~ig abit Ethernet Standard. *IEEE 802 PERSPECTIVE*, 6-7.

Gartner. (2016 - 2017 ). *Cuadrante Mágico de Gartner*.

Hallberg, B. (2014). Understanding Network Cabling. En B. Hallberg, *Networking A Beginner's Guide* (págs. 37-58). New York: Mc Graw Hill Education.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Hucaby, D. (2016). *CCNA Wireless 200-355 Official Cert Guide*. Indianapolis: Cisco Press.

INEC. (2010). *Resultados del Censo de Poblacion y Vivienda*. Guayaquil: INEC.

ITU. (2015). *Manual sobre redes basadas en el Protocolo Internet (IP) y asuntos conexos*. ITU.

Ley de Telecomunicaciones. (18 de Febrero de 2015). *Ley Orgánica de Telecomunicaciones*. Quito, Pichincha, Ecuador: Editora Nacional. Obtenido de <https://www.registroficial.gob.ec/>

Maguire, V. (2014). El estándar inalámbrico 802.11 ac 5 GHz y lo que significa para el cableado estructurado. *TIC HOY*, 32-38.

Meulen, R. (7 de Febrero de 2017). *Gartner dice que 8,4 mil millones de "cosas" conectadas estarán en uso en 2017, un 31 por ciento más que en 2016*. Obtenido de <https://www.gartner.com/newsroom/id/3598917>

Montenegro, E. (2015). *Redes Inalámbricas Malladas, Planificación y comparación de recursos*. Lambert.

- Ocón, J. (Julio de 2016). *Tesis*. Obtenido de Sistema de información para el seguimiento de la actividad y evolución de personas residentes en centros de atención personalizada: <http://hdl.handle.net/10553/17958>
- Parkes, S., & Albertini, M. (30 de Noviembre de 2015). *La UIT publica datos mundiales anuales sobre las TIC y clasificaciones de los países según el Índice de Desarrollo de las TIC*. Obtenido de [http://www.itu.int/net/pressoffice/press\\_releases/2015/57-es.aspx#.WikVJFPhDDc](http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2015/57-es.aspx#.WikVJFPhDDc)
- Pérez, S., Cangemi, G., Dantiacq, A., Facchini, H., & Quiroga, G. (2015). Análisis de tráfico, modelación y simulación del tráfico de video en redes Wi-Fi 802.11 e. *In XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, (pág. 1). Salta.
- Power, M. (27 de Septiembre de 2016). *Business Wire, Inc.* Obtenido de Business Wire, Inc.: <http://www.businesswire.com/news/home/20160927005509/es/>
- Rivero, J. (2014). Técnicas de aprendizaje automático para la detección de intrusos en redes de computadoras. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 1-22.
- Salveti, D. (2016). *Redes Wireless*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fox Andina.
- Schirmer, E. (2015). Las Redes Convergidas. *TIC Hoy*, 14-18.
- Siemon. (10 de 2015). *Catálogo de Siemon*. Obtenido de [https://www.siemon.com/la/white\\_papers/07-10-09-demystifying.asp](https://www.siemon.com/la/white_papers/07-10-09-demystifying.asp)
- Tecnología Telefónica. (2015). *Tipos de fibra OM1, OM2, OM3, OM4, OM5, OS1, OS2*. Obtenido de <http://www.tecnologiatelefonica.com/tipos-de-fibra-OM1-OM2-OM3-OM4-OM5-OS1-OS2>

Diseño de una red inalámbrica basada en la norma 802.11 ac para un Centro Comercial de Guayaquil en el 2018

Vascones, D. (2015). RED INALÁMBRICA TIPO MALLA (WNM) ESTANDAR 802.11 DE TRANSMISIÓN Y LA OPTIMIZACIÓN DE COBERTURA EN LOS COLEGIOS DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

ZK Research. (2015). La evolución de WiFi impulsa la necesidad de contar con redes multigigabit. *Influencia y percepción de los medios sociales*, 2-7.

## Anexos

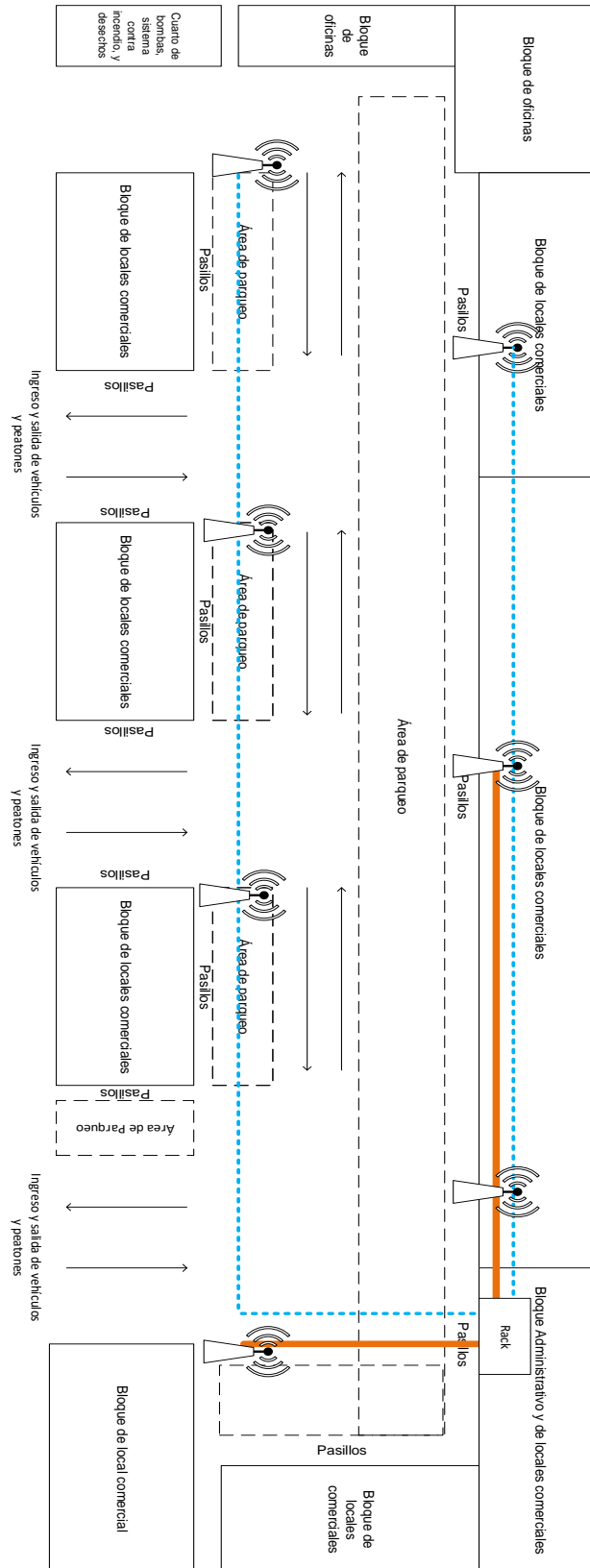


Figura 15.- Diagrama ampliado de la red inalámbrica

Diseño de una red inalámbrica basada en la norma 802.11 ac para un Centro Comercial de Guayaquil en el 2018

Hoja de datos técnicos Aironet 1560

Data Sheet: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1560-series/datasheet-c78-737416.pdf>