

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**Estudio y diseño de una red inalámbrica pública WI-FI en el malecón
del Salado de la ciudad de Guayaquil**

AUTOR:

Madrid Navia, Iván Daniel

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de

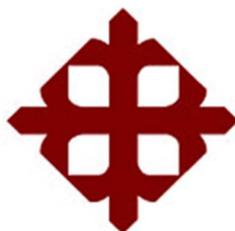
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR:

Ing. Romero Rosero, Carlos Bolívar

Guayaquil, Ecuador

11 de septiembre del 2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.
Madrid Navia, Iván Daniel como requerimiento para la obtención del título
de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**.

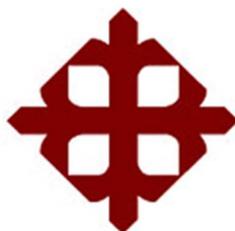
TUTOR

Ing. Romero Rosero, Carlos Bolívar

DIRECTOR DE CARRERA

M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 11 días del mes de septiembre del año 2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Madrid Navia, Iván Daniel**

DECLARÓ QUE:

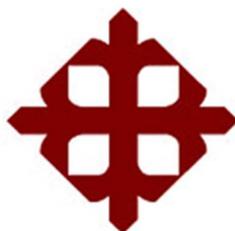
El trabajo de titulación “**Estudio y diseño de una red inalámbrica pública WI-FI en el malecón del Salado de la ciudad de Guayaquil**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

Guayaquil, a los 11 del mes de septiembre del año 2018

EL AUTOR

MADRID NAVIA, IVAN DANIEL



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, **Madrid Navia, Iván Daniel**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “**Estudio y diseño de una red inalámbrica pública WI-FI en el malecón del Salado de la ciudad de Guayaquil**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 11 del mes de septiembre del año 2018

EL AUTOR

MADRID NAVIA, IVAN DANIEL

REPORTE DE URKUND

Informe del Trabajo de Titulación de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, con **2 %** de coincidencias perteneciente al estudiante, **MADRID NAVIA IVAN DANIEL.**

The screenshot displays the URKUND interface. On the left, a document summary is shown with the following details:

- Documento:** TT-IM-A-2018 Final-30-08-18-corrregido3SINH.docx (D41058488)
- Presentado:** 2018-08-30 17:13 (-05:00)
- Presentado por:** Carlos Bolivar Romero Rosero (carlos.romero@cu.ucsg.edu.ec)
- Recibido:** edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com
- Mensaje:** [TT-IM-A-2018] [Mostrar el mensaje completo](#)
2% de estas 26 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.

On the right, the 'Lista de fuentes' (List of sources) is visible, containing the following entries:

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	tesis 1er borrador 2.docx
	https://es.weatherspark.com/y/19346/Clima-promedio-en-Guayaquil-Ec...
	http://www.guayaquilesmidestino.com/es/malecones/malecones-urban...

Below the list, there are sections for 'Fuentes alternativas' and 'Fuentes no usadas'. At the bottom of the interface, there are navigation and utility buttons: '1 Advertencias', 'Reiniciar', 'Exportar', and 'Compartir'.

Two overlapping windows are shown in the foreground:

- Left window (41% zoom):** #1 Activo. Contains the text: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES. TEMA: Estudio y diseño de una red inalámbrica pública Wi-Fi en el malecón del Salado de la ciudad de Guayaquil. AUTOR: Madrid Navia, Iván Daniel. Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES. TUTOR: Ing. Romero Rosero, Carlos Bolívar. Guayaquil, Ecuador. 9 de septiembre del 2018. Capítulo 1: Descripción General.
- Right window (41% zoom):** Archivo de registro Urkund: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / Ti... Contains the text: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES. Propuesta de red inalámbrica wi-fi para servicio de internet, el centro Histórico patrimonial de la ciudad de Zaruma Provincia. Oro. AUTOR: Erick Tutiven. Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES. TUTOR: Zamora Cedeño, Néstor. Guayaquil, Ecuador 12.

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación lo dedico principalmente a mis padres, Ruth Navia y Leonel Madrid, quienes son el pilar principal en mi vida, con su apoyo incondicional lograron ser la mayor fuente inspiración en los momentos más difíciles de mi camino como estudiante, aportando con sus conocimientos y grandes consejos, que gracias a su guía y cuidado hoy me permiten cumplir una gran anhelada meta. A mi abuela Haida Batioja, quien con su inmenso cariño a estado apoyándome de manera constante en este largo camino. A mi tía Vivien Navia, quien me acogió como una segunda madre en esta etapa universitaria y a su vez dándome ejemplo de su calidad de persona. A mis hermanos Leonel y Stephanie quienes han estado conmigo en este caminar estudiantil y junto a ellos creciendo cada día para llegar a ser un gran profesional.

EL AUTOR

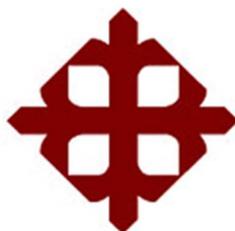
MADRID NAVIA, IVAN DANIEL

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre la Ing. Ruth Navia, por darme la oportunidad y confiar en mi para lograr una de las primeras metas como estudiante y aprovechar para agradecerle todo el sacrificio por el que paso para hoy permitirme estar donde estoy. A mi padre el Eco. Leonel Madrid, por ser el ejemplo a seguir de un profesional intachable, quien con sus acertados consejos influyó en mí caminar universitario, enseñándome que con perseverancia y trabajo duro se consiguen los objetivos. Un agradecimiento especial para mi abuela la Lcda. Haida Batioja, quien me apoyo desde el inicio en esta etapa universitaria. A mi tía la Lcda. Vivien Navia quien me trató como un hijo acogiéndome bajo su cuidado durante mis estudios universitarios. A mis hermanos el Ing. Leonel Madrid y Stephanie Madrid por el apoyo constante que siempre me han brindado. A mis familiares, amigos y compañeros universitarios que aportaron con sus conocimientos en mi trabajo de titulación. A mi tutor el Ing. Carlos Romero, por su gran labor como docente y tutor, que con paciencia y sabiduría supo guiarme de la manera correcta en mi culminar universitario.

EL AUTOR

MADRID NAVIA, IVAN DANIEL



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

M. Sc. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESÚS
DECANO

f. _____

M. Sc. PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO
CORDINADOR DE AREA

f. _____

M. Sc. VALLEJO SAMANIEGO, LUIS VICENTE
OPONENTE

Índice General

Índice de Figuras	XI
Índice de Tablas.....	XIII
Resumen	XIV
Capítulo 1: Descripción General.....	2
1.1. Introducción.....	2
1.2. Antecedentes.	2
1.3. Definición del Problema.....	3
1.4. Justificación del Problema.....	3
1.5. Objetivos del Problema de Investigación.....	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos.	4
1.6. Hipótesis.....	4
1.7. Metodología de Investigación.....	4
Capítulo 2: Fundamentación Teórica	5
2.1. Redes inalámbricas.....	5
2.1.1 Topología de redes inalámbricas.	6
2.1.2 Estándares de las comunicaciones inalámbricas.....	6
2.2. Seguridad en redes inalámbricas.....	8
2.2.1. Sistemas de cifrado y encriptación.	9
2.3. Campos, espectro y propagación de ondas electromagnéticas.	10
2.3.1. Tipos de espectro.	10
2.3.2 Propagación de ondas electromagnéticas.	11
2.3.3 Perdidas en la transmisión de ondas.....	12
2.3.4 Tipos de ondas electromagnéticas.	12
2.3.5 Radiación electromagnética.	13
2.3.6 Bandas de frecuencia en el Ecuador.	13

2.4	Fibra Óptica.....	14
2.4.1	Ley de Snell o ley de refracción	16
2.4.2	Índice de refracción.....	16
2.4.3	Tipos de fibra óptica.....	17
2.4.4	Red de acceso por fibra óptica	19
2.4.5	Tipos de redes de acceso FTTx.....	20
2.5	Redes ópticas pasivas (PON)	22
2.5.1	Tipos de redes PON.....	22
CAPÍTULO 3: SIMULACION Y RESULTADOS OBTENIDOS.....		24
3.1.	Descripción geográfica e infraestructura del sitio.	24
3.1.1	Situación general y funcionamiento del malecón.....	25
3.2.	Características, elementos y especificaciones de la red WI-FI.	29
3.2.1.	Condiciones climáticas	29
3.2.2.	Condiciones del terreno.....	31
3.2.3.	Análisis de visitantes y demanda del servicio de internet.	33
3.2.4.	Elementos y especificaciones técnica de la red wifi	39
3.3.	Diseño, estructura y simulaciones de la red WI-FI	44
3.3.1.	Red de acceso por FO.....	44
3.3.2.	Diseño de la red WI-FI.....	45
3.3.3.	Distribución de Access point en el Malecón	47
3.3.4	Simulación y datos reales de la red.	48
3.3.5	Datos reales tomados en el malecón.....	56
3.4	Presupuesto económico aproximado.....	62
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		63
4.1.	Conclusiones.....	63
4.2.	Recomendaciones.....	64
Bibliografía		65

Índice de Figuras

Capítulo 1:

Capítulo 2:

Figura 2. 1: Tipos de redes inalámbricas según cobertura y estándares.....	5
Figura 2. 2: Seguridad de redes inalámbricas según su protocolo	10
Figura 2. 3: Rangos de frecuencia en el espectro electromagnético	11
Figura 2. 4: Componente básico de una onda electromagnética	12
Figura 2. 5: Descripción de una onda periódica.....	12
Figura 2. 6: Descripción de una onda no periódica.....	13
Figura 2. 7: Cable de fibra óptica	14
Figura 2. 8: Cobertura red de fibra óptica en Ecuador	15
Figura 2. 9: Parámetros de la ley de Snell	16
Figura 2. 10: Fibra óptica monomodo	18
Figura 2. 11: Fibra óptica multimodo.....	19
Figura 2. 12: Red de acceso de fibra óptica	20
Figura 2. 13: Redes de acceso FTTx.....	21

Capítulo 3:

Figura 3. 1: Ubicación geográfica de la ciudad de Guayaquil, Google maps.	25
Figura 3. 2: Vista del Estero Salado y la ciudad desde el puente del malecón	26
Figura 3. 3: Distribución de espacios y locales del Malecón del Salado	28
Figura 3. 4: Vista del Malecón del Salado desde el puente 5 de junio, tomada con Google Earth.....	28
Figura 3. 5: Clima promedio de la ciudad de Guayaquil	30
Figura 3. 6: Temperatura promedio de la ciudad de Guayaquil	30
Figura 3. 7: Precipitación de lluvia mensual promedio.....	31

Figura 3. 8: Relación diámetro de gota con longitud de onda.....	32
Figura 3. 9: Distancia entre el espejo de agua y la edificación del Malecón del salado	33
Figura 3. 10: Porcentaje de las respuestas de la pregunta encuestada N1 .	35
Figura 3. 11: Porcentaje de las respuestas de la pregunta encuestada N2 .	35
Figura 3. 12: Porcentaje de las respuestas de la pregunta encuestada N3.	36
Figura 3. 13: Porcentaje de las respuestas de la pregunta encuestada N4.	37
Figura 3. 14: Porcentaje de las respuestas de la pregunta encuestada N5.	38
Figura 3. 15: Interior del equipo Ruckus T300	40
Figura 3. 16: Controladora Ruckus ZoneDirector 3000.....	42
Figura 3. 17: Transceiver	43
Figura 3. 18: Distancia del tendido de la FO.....	45
Figura 3. 19: Esquema básico de la red WI-FI.....	46
Figura 3. 20: Access Point distribuidos por el malecón.....	48
Figura 3. 21: Asignación de escala del mapa	51
Figura 3. 22: Asignación del modelo de AP y parámetros técnicos a utilizarse.....	51
Figura 3. 23: Intensidad de señal para Wifi Malecón del Salado en banda de 2.4 GHz.....	52
Figura 3. 24: Intensidad de señal para Wifi Malecón del Salado en banda de 5 GHz.....	53
Figura 3. 25: Velocidad de datos de la red Wifi Malecón del Salado en banda de 2.4 GHz.....	54
Figura 3. 26: Velocidad de datos de la red Wifi Malecón del Salado en banda de 5 GHz Elaborado por: Autor.....	54
Figura 3. 27: Enumeración de AP y coberturas por áreas Elaborado por: Autor.....	55
Figura 3. 28: Lectura de espectro en la banda 2.4GHz	57
Figura 3. 29: Lectura del espectro en la banda 2.4 GHz.....	58
Figura 3. 30: Lectura de espectro en la banda 2.4GHz	58
Figura 3. 31: Lectura de espectro en la banda 2.4GHz	59
Figura 3. 32: Lectura de espectro en las bandas 2.4GHz y 5GHz del Malecón del Salado.....	60

Índice de Tablas

Capítulo 2:

Tabla 2. 1: Estándares de redes inalámbricas	7
Tabla 2. 2: Clasificación de espectro electromagnético en zonas.....	13
Tabla 2. 3: Bandas de frecuencias asignadas en el Ecuador	14
Tabla 2. 4: Parámetros de la ley de Snell según el material	17

Capítulo 3:

Tabla 3. 1: Números de locales del Malecón del Salado	27
Tabla 3. 2: Horarios de atención y funcionamientos del Malecón del Salado	29
Tabla 3. 3: Respuestas obtenidas de la pregunta 1	34
Tabla 3. 4: Respuestas obtenidas de la pregunta 2.....	35
Tabla 3. 5: Respuestas obtenidas de la pregunta 3.....	36
Tabla 3. 6: Respuestas obtenidas de la pregunta 4.....	37
Tabla 3. 7: Respuestas obtenidas de la pregunta 5.....	38
Tabla 3. 8: Capacidad del equipo Ruckus T300	41
Tabla 3. 9: Capacidad del equipo Ruckus T300	44
Tabla 3. 10: Configuración de la capacidad de la red.....	47
Tabla 3. 11: Requisitos de cobertura de las áreas.....	49
Tabla 3. 12: AP operativos por canales y potencia	56
Tabla 3. 13: Presupuesto económico aproximado del diseño de la red WI-FI	62

Resumen

El presente trabajo de titulación está basado en el estudio y diseño de una red inalámbrica WI-FI para el Malecón del Salado de la ciudad de Guayaquil, proponiendo un acceso y navegación eficiente de internet por medio del estándar FTTC como red de acceso y con un diseño tipo mesh para el despliegue de la red WI-FI, para el cual se utilizó el simulador Ekahau Site Survey Pro para realizar las respectivas pruebas de la red en las bandas de frecuencia 2.4GHz y 5GHz permitiendo observar las características de propagación y atenuación de la señal transmitida; luego se procedió a realizar pruebas reales con el equipo Ruckus T300 a utilizarse como Access Point, demostrando así resultados casi similares a los datos otorgados por el simulador y comprobando que el diseño propuesto de la red WI-FI a utilizarse cumple con las demandas establecida por la encuesta realizada a los visitantes del Malecón del Salado.

Palabras claves: (WI-FI, FTTC, SIMULADOR, FRECUENCIA, PROPAGACIÓN, ATENUACIÓN, AP)

Abstract

This work degree is based on the study and design for a wireless network access for internet service for the Salad Pier located in Guayaquil City, proposing efficient internet access and navigation through the FTTC standard as an accessible network, with a kind mesh design for the wireless network deployment, with the Ekahau Site Survey Pro simulator was used to perform the respective network test in 2.4GHz and 5GHz frequency bands allowing to observe the propagation and attenuation characteristics of the transmitted signal, then, proceeded to carry out real tests with the Ruckus T300 equipment to be used as an access point, showing almost similar results to the data provided by the simulator and verifying that the proposed design of the wireless Network to be used satisfies the demands established by the survey carried out to the visitors of the Salad Pier.

Palabras claves: (WI-FI, FTTC, SIMULATOR, FREQUENCY, PROPAGATION, ATTENUATION, ACCES POINT)

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN GENERAL

1.1. Introducción.

Guayaquil es una ciudad con un gran crecimiento en el sector empresarial la cual se sigue proyectando para llegar a ser una ciudad tecnológica y turística, donde existen muchos puntos de acceso libre a redes WI-FI para que sus visitantes disfruten de este sistema de comunicación, a su vez, como avanza la tecnología, el acceso a internet en lugares públicos es cada vez más requerido.

Las autoridades públicas y privadas cada vez aportan más con nuevos proyectos de inversión para la implementación de puntos de acceso WI-FI en zonas turísticas de la ciudad como los parques, malecones, zonas empresariales entre otras; para así mejorar los servicios que en ellos se ofrecen.

Hoy en día uno de los malecones más conocidos por su afluencia turística y esparcimiento es el Malecón del Salado, el cual no cuenta con uno de estos puntos de acceso libre a WI-FI; por lo que este estudio se basará en el diseño de una red inalámbrica WI-FI, la cual servirá para dotar de acceso a internet al malecón y así incrementar el comercio, mejorar los servicios y la seguridad que se brinda.

1.2. Antecedentes.

El malecón del Estero Salado de la ciudad de Guayaquil, es un sitio donde se busca ofrecer un servicio óptimo en comunicación vía internet, ya que es un lugar que cuenta con una alta influencia de transeúntes por parte de universitarios y visitantes; el malecón que también cuenta con ciertos atractivos turísticos y sumando la actual era de la comunicación, el servicio de internet es una herramienta principal para este tipo de lugares.

En la actualidad ya existe parte de una infraestructura para proveer el servicio de internet en el parque del Malecón del Estero Salado que en los últimos años se ha convertido en un gran sitio turístico de la ciudad de Guayaquil, pero el servicio que se ofrece por parte de la alcaldía de Guayaquil es solo en calles aledañas al malecón, pero no dentro de él.

Hay necesidad de una conexión estable de internet en el malecón donde los usuarios podrán satisfacer sus necesidades de comunicación, debido a que no todos los usuarios cuentan con planes de paquetes de datos móviles, y así puedan contar con el acceso a internet mediante un servicio de internet sin costo en el sitio.

1.3. Definición del Problema.

¿Cómo afecta la falta de un sistema de conexión inalámbrica pública WI-FI al malecón del estero salado en la ciudad de Guayaquil en el año 2018?

1.4. Justificación del Problema.

Se está realizando el actual estudio con la finalidad de brindar un servicio de internet público, óptimo y actualizado; siendo de gran relevancia para mejorar y aumentar la afluencia turística y la economía en el malecón del Estero Salado, siendo así los visitantes, estudiantes universitarios y los dueños de pequeños locales comerciales del malecón los más beneficiados con esta investigación.

El análisis técnico que se realizará, ayudará a resolver y mejorará los servicios que ofrece el malecón tales como parqueaderos, pagos con tarjetas en los locales, video vigilancia dentro del malecón, locales y parqueaderos, entre otros; además brindará un gran aporte en los aspectos sociales y económicos de la ciudad incrementando las visitas y mejorando ventas que servirán para incrementar la economía del sector.

A su vez será de gran aporte académico para futuros proyectos de inversión en parques, malecones, piletas o lugares turísticos de la ciudad y aportando ampliamente con el acceso a la comunicación vía internet a los estudiantes de las dos universidades más grandes respecto al alumnado en la ciudad de Guayaquil que frecuenta casi permanentemente el malecón del Salado.

1.5. Objetivos del Problema de Investigación.

1.5.1. Objetivo General.

Realizar el estudio y diseñar una red de conexión inalámbrica WI-FI que proporcione el acceso a internet gratuito a los visitantes del Malecón del Salado de la ciudad de Guayaquil.

1.5.2. Objetivos Específicos.

1. Describir la posición geográfica y la infraestructura actual del malecón del Estero Salado de la ciudad de Guayaquil.
2. Definir las características, especificaciones técnicas y elementos de la red de conexión inalámbrica WI-FI.
3. Diseñar una red WI-FI en el malecón del Estero Salado de la ciudad de Guayaquil.
4. Elaborar el presupuesto económico aproximado de la red WI-FI a diseñarse en el malecón del Estero Salado.

1.6. Hipótesis.

Con este estudio y diseño de una red inalámbrica WI-FI, el malecón del Estero Salado podrá contar con una conectividad de internet en el sitio seleccionado, lo cual permitirá el acceso de comunicación a estudiantes, comerciantes, turistas y más visitantes de este malecón; brindando un servicio de calidad, rapidez y seguridad en la comunicación.

1.7. Metodología de Investigación.

El tipo de investigación utilizado en este proyecto es de tipo descriptiva con enfoque cuantitativo, el cual se basará en describir varias características de situaciones específicas, a través de este método se observa detalladamente la información para de esta manera obtener una visión general del entorno. En esta investigación de tipo descriptivo se evidencian características físicas y técnicas del estudio realizado, para luego proceder al diseño de la red inalámbrica WI-FI propuesta en el malecón del Estero Salado, Guayaquil provincia del Guayas.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Redes inalámbricas.

La tecnología en redes inalámbricas se ha convertido en una de las más comunes para el acceso a la red, con el estándar IEEE 802.11 y su tecnología WI-Fi (del inglés Wireless Fidelity) como la más conocida para redes de área local inalámbrica WLAN (por sus siglas en inglés Wireless Local Area Network).

En la actualidad aún existen dispositivos que trabajan con este estándar, que se ha mantenido en vigencia a pesar de los avances en su estándar IEEE 802.11. Luego, el estándar IEEE 802.11n nace como una propuesta con la finalidad de mejorar significativamente el rendimiento de la red.

El estándar IEEE 802.11n está basado a normas anteriores de la familia IEEE 802.11, agregando la característica de múltiple entrada – múltiple salida MIMO (del inglés Multiple-input, Multiple-output), la cual presenta una tasa en teoría máxima de 600 Mbps y con un ancho de canal de 40 MHz.(Cueva, Jiménez, & Maldonado, 2016, p. 3).

En la figura 2.1 se observan los tipos de redes inalámbricas según su rango de cobertura, servicio que ofrece y sus estándares correspondientes.

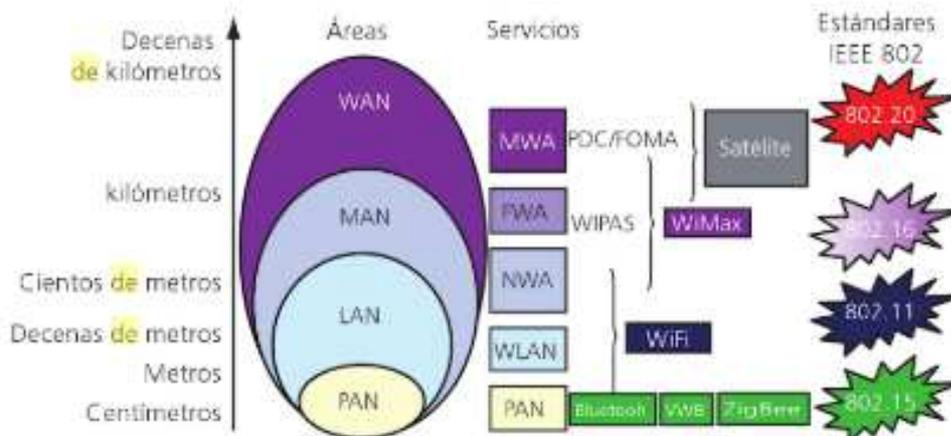


Figura 2. 1: Tipos de redes inalámbricas según cobertura y estándares.

Fuente:(Andreu, 2011)

2.1.1 Topología de redes inalámbricas.

WPAN (Red inalámbrica personal), la principal característica de esta red es que su sistema de comunicación se enfoca en un área específica y pequeña de 10m de operación a su redonda que envuelve a una persona o a algún dispositivo y permite conectar con otro dispositivo que se encuentre en movimiento o permanezca estático, por ejemplo, bluetooth. (Papacetzí, 2003)

WLAN (Red inalámbrica de área local), este tipo de red es una de las más comunes a utilizarse por los proveedores de servicio de internet para el servicio de banda ancha ya que está establecida para un área específica como una casa, edificio o parqueadero que vayan desde los 10 hasta los 100 metros a través de WI-FI.

WMAN (Red inalámbrica de área metropolitana), este tipo de red es vista de forma básica como la unión de varias redes LAN conectadas entre sí o una gran red WI-FI que cubre un área mucho mayor en rangos de 4 a 10 kilómetros utilizando tecnología WI-MAX (interoperabilidad mundial para acceso por microondas) que brinda un mejor ancho de banda.

WWAN (red inalámbrica de área amplia o extensa), este tipo de redes de área extensa son las que usan las grandes compañías para la transmisión de datos móviles que utilizan los smartphones viajando de un país a otro y utilizan tecnologías como WI-MAX, GPRS, HSPA, 3G, 4G Y 4.5G.(Andreu, 2011)

2.1.2 Estándares de las comunicaciones inalámbricas.

Las tecnologías de redes inalámbricas se basan en el estándar 802.11, el cual empezó a regir desde el año 1997 por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE por sus siglas en ingles), tal y como se observa en la figura 2.1. Este primer estándar soportaba un ancho de banda máximo de 2Mbps el cuál era demasiado lento para la mayoría de aplicaciones, por esta razón salieron otras versiones, siendo estas las más utilizadas, observar tabla 2.1.

Tabla 2. 1: Estándares de redes inalámbricas

Estándar IEEE	Velocidad máxima	Frecuencia	Compatibilidad con versiones anteriores
802.11	2 Mb/s	2,4 GHz	–
802.11a	54 Mb/s	5 GHz	–
802.11b	11 Mb/s	2,4 GHz	–
802.11g	54 Mb/s	2,4 GHz	802.11b
802.11n	600 Mb/s	2,4 GHz y 5 GHz	802.11a/b/g
802.11ac	1,3 Gb/s (1300 Mb/s)	5 GHz	802.11a/n

Fuente: (Martínez, 2005)

IEEE 802.11.a

El primer estándar 802.11 (referido a menudo como el 802.11 Primo), fue inicialmente publicado en el año 1997 por el IEEE. El estándar 802.11 sólo ofrece soporte para velocidades de hasta 2 Mbps (megabits por segundo) en la banda de frecuencia no licenciada de 2.4 GHz ISM (por las iniciales en inglés de Industrial, Scientific y Medical).(Tutiven, 2016)

IEEE 802.11b

El estándar 802.11b creado en 1999 como una expansión del estándar original, 802.11b ofrece soporte para una tasa de datos máxima de 11 Mbps. Este estándar define la utilización de la misma banda de 2.4 GHz definida en el 802.11. El foco principal detrás del desarrollo del 802.11b fue el de poder incrementar las tasas de datos. Este estándar permitió un incremento gigantesco de la utilización de WLANs, y es considerado como uno de los catalizadores de la popularidad con que hoy en día goza el WI-FI.

IEEE 802.11g

El estándar 802.11g publicado en el 2003, es compatible con el 802.11b, y es posible transmitir tasas de datos superiores a los 54 Mbps. Como utiliza la misma banda de 2.4 GHz, los dispositivos que conforman el

estándar 802.11g son susceptibles de la misma interferencia, y pueden sufrirla si el espectro se encuentra sobresaturado.(Tutiven, 2016)

IEEE 802.11N

El estándar 802.11n publicada en septiembre del 2009 introduce numerosas características, por ejemplo, rangos de comunicación y tasas de transferencia mucho mayores hasta 100 Mbps o más que el rendimiento típico, y una nueva tecnología conocida como de entrada y salida múltiple (o MIMO por las iniciales en inglés de Multiple-input and Multiple-output). Esta tecnología utiliza antenas múltiples y múltiples conexiones inalámbricas para poder alcanzar estas tasas, y es mucho más resistente a la interferencia sin por ello necesitar de un incremento significativo de poder para poder transmitir los datos.

IEEE 802.11ac

El estándar 802.11ac es una mejora evolutiva de 802.11n. Uno de los objetivos de 802.11ac es ofrecer niveles más altos de rendimiento acorde con Gigabit Redes Ethernet:

- Una experiencia de transferencia de datos aparentemente “instantánea”
- Una tubería lo suficientemente gruesa como para proporcionar una alta calidad de la experiencia, es directa en el espacio del consumidor, el objetivo son múltiples canales de Contenido de alta definición (HD) entregado a todas las áreas de la casa.(Cisco, 2018)

2.2. Seguridad en redes inalámbricas.

La seguridad en las comunicaciones inalámbricas se describe a menudo en términos de tres elementos: autenticación, confidencialidad e integridad.

La autenticación garantiza que los nodos son quién y lo que dicen ser, la confidencialidad asegura que los intrusos no pueden leer el tráfico de red y la integridad asegura que los mensajes son entregados sin alteración.

2.2.1. Sistemas de cifrado y encriptación.

La confidencialidad (impidiendo el acceso no autorizado a los contenidos de un mensaje) se logra mediante la protección del contenido de los datos con el cifrado. El cifrado es opcional en las WLAN, pero sin él, cualquier dispositivo compatible con el estándar dentro del alcance de la red puede leer todo su tráfico.

Sistema de cifrado WEP (Wired Equivalent Privacy)

WEP o privacidad equivalente a cableado fue ratificado como estándar de seguridad WI-FI en septiembre de 1999, que permite cifrar la información que se transmite proporcionando un cifrado a nivel 2, basado en el algoritmo de cifrado RC4 que utiliza claves de 64 bits o de 128 bits.(Pellejero, Andreu, & Lesta, 2006)

Sistema de cifrado WPA (WI-FI Protected Access)

WPA o Acceso WI-FI protegido para hacer frente a las vulnerabilidades de WEP, el grupo comercial Wi-Fi Alliance estableció WPA a principios de 2003. La configuración WPA más común es WPAPSK (Pre-Shared Key). Las claves utilizadas por WPA son de 256 bits, un aumento significativo con respecto las claves de 64 bits y 128 bits utilizados en el sistema WEP.

Sistema de cifrado WPA2 (WI-FI protected Acces 9ersión 2)

Uno de los cambios más significativos entre WPA y WPA2 fue el uso obligatorio de los algoritmos AES y la introducción de CCMP (Counter Cipher Mode with Block Chaining Message Authentication Code Protocol) como un reemplazo de TKIP (aún se conserva en WPA2 como un sistema de reserva y para interoperabilidad con WPA).(Cherry, 2014)



Figura 2. 2: Seguridad de redes inalámbricas según su protocolo

Fuente:(Cisco, 2018)

2.3. Campos, espectro y propagación de ondas electromagnéticas.

Los campos eléctricos según coulomb es una propiedad del espacio que rodea a un cuerpo cargado de modo tal que cuando es esa región se sitúa una carga de prueba, dicha carga experimenta una fuerza dada por la ley de coulomb de campo eléctrico.(Medina, 2017)

2.3.1. Tipos de espectro.

- Espectro electromagnético.

El espectro electromagnético es el rango de frecuencias de todas las ondas electromagnéticas que se pueden propagar a través del espacio libre, ordenadas según su longitud de onda y su frecuencia. Dicha totalidad de espacio es la que se usa para la transmisión en telecomunicaciones a través de diferentes frecuencias según los lugares desde donde se transmiten, y por lo general son regulados y distribuidos por los países según las leyes de su propio territorio. En la figura 2.3 se puede visualizar varios rangos de frecuencia del espectro. (Blázquez, 2015)

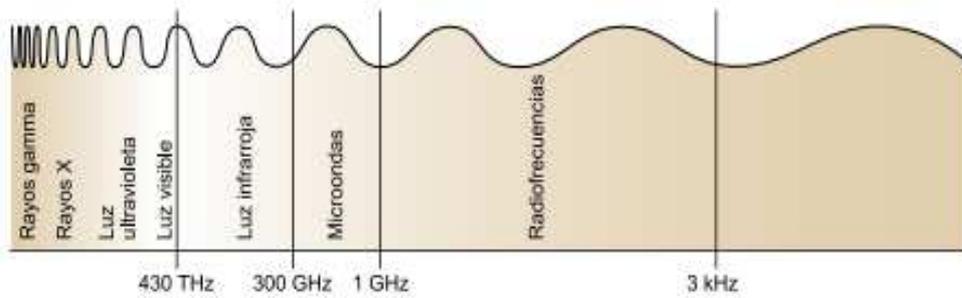


Figura 2. 3: Rangos de frecuencia en el espectro electromagnético

Fuente: El autor

- Espectro radioeléctrico

El espectro radioeléctrico se denomina como un conjunto de ondas electromagnéticas que se encuentran en una banda de frecuencia menor a los 3000 GHz, dichas ondas son propagadas por el espacio con la finalidad de enviar una señal de un punto a otro.

En el Ecuador las telecomunicaciones son reguladas por la Agencia de regulación y control de las telecomunicaciones, el cual ordena, organiza y gestiona la distribución del recurso del espacio ecuatoriano.(Arcotel, 2015)

2.3.2 Propagación de ondas electromagnéticas.

Las ondas electromagnéticas son movimientos ondulatorios que se trasladan sin necesidad de un medio físico para poder propagarse por el espectro, una onda electromagnética armónica plana se comporta y se propaga como una onda transversal, su dirección de oscilación es perpendicular a la dirección de propagación, observar en la figura 2.4.

Las partes principales de una onda electromagnéticas son la longitud de onda, amplitud, frecuencia, periodo y velocidad.

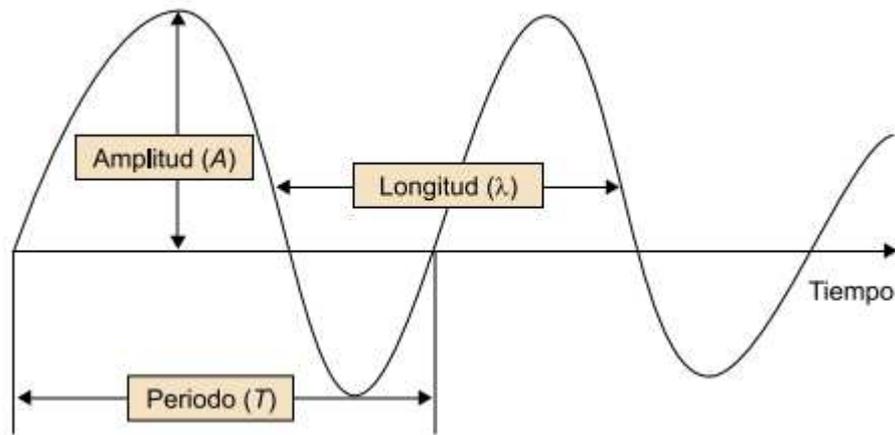


Figura 2. 4: Componente básico de una onda electromagnética

Fuente: El autor

2.3.3 Pérdidas en la transmisión de ondas.

- Distorsión de la onda, sucede cuando se deforma la señal por motivos propios de los elementos del sistema de comunicación.
- Atenuación en la onda, es básicamente la pérdida progresiva de la señal y esta dependerá de la distancia, la frecuencia y los problemas ambientales de temperatura.
- El ruido es un factor muy común que perturba la calidad de transmisión y dichos ruidos pueden ser externos o propios de la línea generados por daños o malas conexiones.

2.3.4 Tipos de ondas electromagnéticas.

- Ondas periódicas

Las ondas periódicas son las que se producen en ciclos repetitivos es decir que no viaja una sola perturbación sino varias que van moviéndose de forma perpendicular mientras se va expandiendo la onda como se muestra en la figura 2.5.



Figura 2. 5: Descripción de una onda periódica

Fuente: Autor

- Ondas no periódicas

Este tipo de ondas no siguen de forma regular un ciclo como las ondas periódicas, goza de características diferentes, dando pulsos aislados a la expansión que los origina, ejemplo las ondas sonoras, observar figura 2.6.



Figura 2. 6: Descripción de una onda no periódica

Fuente: Autor

2.3.5 Radiación electromagnética.

Las radiaciones electromagnéticas son aquellas que no implican el desplazamiento de ningún cuerpo, ya que lo que se transporta son fotones. Son fenómenos ondulatorios y cada uno de ellos obedecen las mismas leyes físicas, describiéndose en función de dos parámetros: longitud de onda (λ) y frecuencia (ν). Cuanto menor es la longitud de onda, mayor es la frecuencia y la energía de la radiación. La emisión de un tipo u otro de onda depende de la frecuencia de oscilación del emisor. (Robledo, 2014)

Mirar los diferentes tipos de radiación en la tabla 2.2.

Tabla 2. 2: Clasificación de espectro electromagnético en zonas

Radiación ionizante			Radiación óptica			Campos electromagnéticos		
Rayos Cósmicos	Rayos γ	Rayos X	Ultra violeta	Visible	Infrarrojo	RF		Por debajo de la RF
						Micro-ondas	Radio-frecuencia	

Fuente: (Robledo, 2014)

2.3.6 Bandas de frecuencia en el Ecuador.

En el Ecuador el espectro radioeléctrico está dividido en nueve bandas de frecuencias, que se encuentran designadas por números enteros y en orden creciente, de acuerdo con la tabla 2.3. Dado que la unidad de frecuencia es el hertzio (Hz), las frecuencias se expresan:

En kilohertzios (kHz) hasta 3000 kHz, en mega hertzios (MHz) por encima de 3 MHz hasta 3000 MHz y en giga hertzios (GHz) por encima de 3 GHz hasta 3000 GHz.

Tabla 2. 3: Bandas de frecuencias asignadas en el Ecuador

Número de la banda	Símbolos (en inglés)	Gama de frecuencias (excluido el límite inferior, pero incluido el superior)	Subdivisión métrica correspondiente
4	VLF	3 a 30 kHz	Ondas miriamétricas
5	LF	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas
6	MF	300 a 3000 kHz	Ondas hectométricas
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas
9	UHF	300 a 3000 MHz	Ondas decimétricas
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas
12		300 a 3000 GHz	Ondas decimilimétricas

Fuente: (Arcotel, 2015)

2.4 Fibra Óptica

El cable de fibra óptica, véase la figura 2.7, es un medio de transmisión de datos de alta velocidad. Contiene diminutos filamentos de vidrio o plástico que transportan haces de luz. Los datos digitales se transmiten por medio de cables a través de impulsos rápidos de luz. El extremo receptor de una transmisión de fibra óptica convierte los impulsos de luz en valores binarios, que pueden ser leídos por un ordenador.

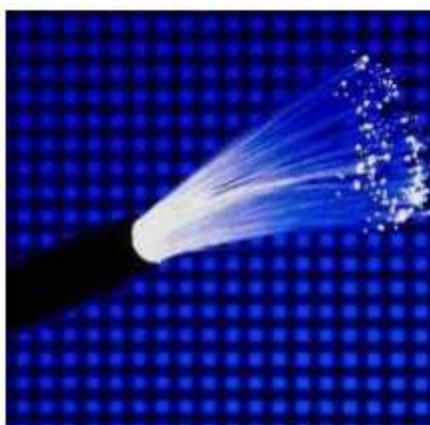


Figura 2. 7: Cable de fibra óptica

Fuente: (Juárez 2015)

Dado que los cables de fibra óptica proporcionan velocidades de transferencia rápidas y gran ancho de banda, se utilizan para una gran parte de la columna vertebral de Internet. Por ejemplo, la mayoría de los cables de telecomunicaciones transatlánticos entre los Estados Unidos y Europa son de fibra óptica. En los últimos años, la tecnología de fibra óptica se ha vuelto cada vez más popular para las conexiones locales de Internet también. Por ejemplo, algunos ISP (por ejemplo, Telconet ver figura 2.8) ahora ofrecen “Internet por fibra”, que proporciona acceso a Internet a través de una línea de fibra óptica. Las conexiones de fibra pueden proporcionar hogares y negocios con velocidades de transferencia de datos de 1 Gbps. (Pezo Apolinario, 2017)



Figura 2. 8: Cobertura red de fibra óptica en Ecuador

Fuente: (Telconet, 2017)

2.4.1 Ley de Snell o ley de refracción

La ley de Snell liga el cociente de los índices de refracción con el ángulo del haz de luz incidente y el refractado, como se muestra en la figura 2.9.

$$\text{Ecuación 2.1: } n_1 \cdot \text{sen}\theta_1 = n_2 \cdot \text{sen}\theta_2$$

Fuente: Autor



Figura 2. 9: Parámetros de la ley de Snell

Fuente: (Juarez, 2015)

Índice de refracción

Cuando un haz de luz se propaga por un medio a otro distinto, una parte del haz se refleja mientras que la otra sufre una refracción, que consiste en el cambio de dirección del haz. Para esto se utiliza el llamado índice de refracción del material, que nos servirá para calcular la diferencia entre el ángulo de incidencia y el de refracción del haz (antes y después de ingresar al nuevo material)

Se llama índice de refracción absoluto "n" de un medio transparente al cociente de la velocidad de la luz en el vacío ($3 \times 10^8 \text{ m/s}$), "Co" y la velocidad que tiene la luz en ese medio, "V". La relación se muestra en la ecuación 2.2.

$$\text{Ecuación 2.2: } n = C_0 / V$$

Fuente: Autor

Dado que la velocidad de la luz siempre es menor a cualquier medio que en el vacío, el índice de refracción siempre será mayor a 1 ya que $n=1$

en el vacío. En la tabla 2.4 se muestran los índices de refracción para algunos materiales. (Martinez Arismendi, 2014)

Tabla 2. 4: Parámetros de la ley de Snell según el material

MATERIAL.	ÍNDICE DE REFRACCIÓN.
Vacío.	1
Aire.	1.0003
Agua	1.33
Cuarzo.	1.46
Sal rocosa.	1.54
Diamante.	2.42

Fuente: Autor

2.4.3 Tipos de fibra óptica

Comprender las características de los diferentes tipos de fibra ayuda a comprender las aplicaciones para las que se utilizan. El funcionamiento de un sistema de fibra óptica se basa en saber qué tipo de fibra se está utilizando y por qué. Hay dos tipos básicos de fibra: fibra multimodo y fibra monomodo. La fibra multimodo se diseña mejor para distancias de transmisión cortas, y es adecuada para su uso en sistemas LAN y video vigilancia. La fibra monomodo se diseña mejor para distancias de transmisión más largas, haciéndola conveniente para la telefonía de larga distancia y los sistemas multicanales de la difusión de la televisión.

- Fibra monomodo

El cable de modo único es un solo soporte de fibra de vidrio con un diámetro de 8.3 a 10 micrones que tiene un modo de transmisión. Single Mode Fibra con un diámetro relativamente estrecho, a través del cual solo un modo se propagará típicamente 1310nm o 1550nm. Lleva mayor ancho de banda que la fibra multimodo, pero requiere una fuente de luz con un ancho

espectral estrecho. Sinónimos: fibra óptica monomodo, fibra monomodo, guía de onda óptica monomodo, fibra monomodo. Observar figura 2.10.



Figura 2. 10: Fibra óptica monomodo

Fuente: (telecable, 2016)

La fibra monomodo le da una velocidad de transmisión más alta y hasta 50 veces más distancia que multimodo, pero también cuesta más. La fibra monomodo tiene un núcleo mucho más pequeño que el multimodo. El núcleo pequeño y la única onda de luz prácticamente eliminan cualquier distorsión que podría resultar de los pulsos de luz superpuestos, proporcionando la menor atenuación de señal y las velocidades de transmisión más altas de cualquier tipo de cable de fibra. Es un solo soporte (la mayoría de las aplicaciones utilizan 2 fibras) de fibra de vidrio con un diámetro de 8.3 a 10 micrones que tiene un modo de transmisión. La fibra óptica monomodo (Single Mode, SM) con un diámetro relativamente estrecho, a través del cual solo un modo se propagará típicamente 1310 o 1550nm. Lleva mayor ancho de banda que la fibra multimodo, pero requiere una fuente de luz con un ancho espectral estrecho. (Pezo Apolinario, 2017)

- Fibra multimodo

La fibra multimodo le da un alto ancho de banda a altas velocidades a distancias medias. Las ondas de luz se dispersan en numerosos caminos, o modos, a medida que viajan a través del núcleo del cable, típicamente 850 o 1300 nm. Los diámetros típicos de núcleo de fibra multimodo son 50, 62,5 y 100 micrómetros. Sin embargo, en tramos de cable largos (más de 3000 pies [914.4 m]), múltiples trayectorias de luz pueden causar distorsión de señal en el extremo receptor, lo que resulta en una transmisión de datos poco clara e incompleta.

El hecho de que transmite varios modos simultáneamente, hace que este tipo de fibras presenta una dispersión particular de la dispersión intermodal. Se produce debido a que los haces de luz recorren distancias diferentes y no llegan a su destino al mismo tiempo. Dentro de las fibras multimodo, el índice de gradiente gradual menos dispersión intermodal y que los haces de luz describen direcciones onduladas, de manera que los más cercanos al eje recorren menos distancia, pero son más lentos. Una dispersión intermodal más baja, permite que este tipo de fibra admita las distancias de propagación mayores que las de índice escalonado. Este tipo de fibra inicialmente fue el más utilizado debido a los problemas mecánicos que se presentan a la hora de trabajar con las fibras monomodo. En la figura 2.11 se muestran los dos tipos de fibras multimodo de índice escalonado e índice gradual. (Pezo Apolinario, 2017)

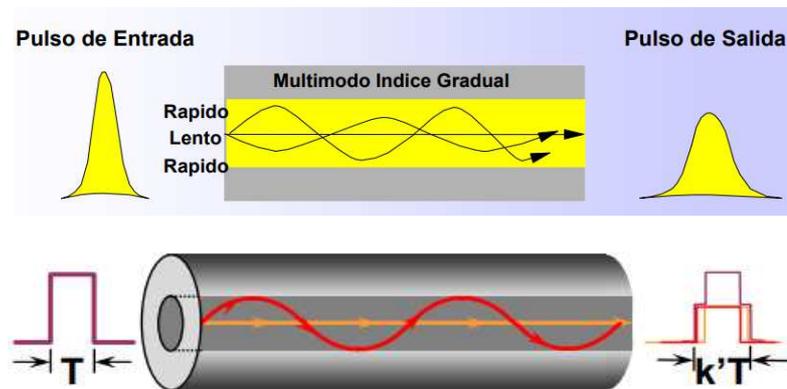


Figura 2. 11: Fibra óptica multimodo

Fuente: (Brand, 2015)

2.4.4 Red de acceso por fibra óptica

Como marco de referencia la figura muestra lo que se entiende por red de acceso de fibra un conjunto de equipos e instalaciones que conectan los elementos terminales de la red de transporte con los terminales de los usuarios. Se distinguen las partes siguientes: Terminal de Línea (TLO), Red de distribución de fibra óptica, Terminal de red óptica (TRO) y acometida. Observar la figura 2.12. Para apreciar gráficamente la red de acceso.

En la actualidad se incluye también otros tipos de conmutadores: conmutador ATM, Routers IP y servidores locales. Esto es cualquier tipo de concentrador que agrega el tráfico de los clientes finales y lo entrega a la red de transporte.

La situación en el acceso de fibra en algunos casos es un equipo separado, mientras que en otros está incluido en los conmutadores o routers. Es evidente que en las redes que requieren un Terminal de línea como equipo independiente son más caras que aquellas en las que la conmutación local y la transmisión están integradas en un único elemento. (Vidal, 2017)

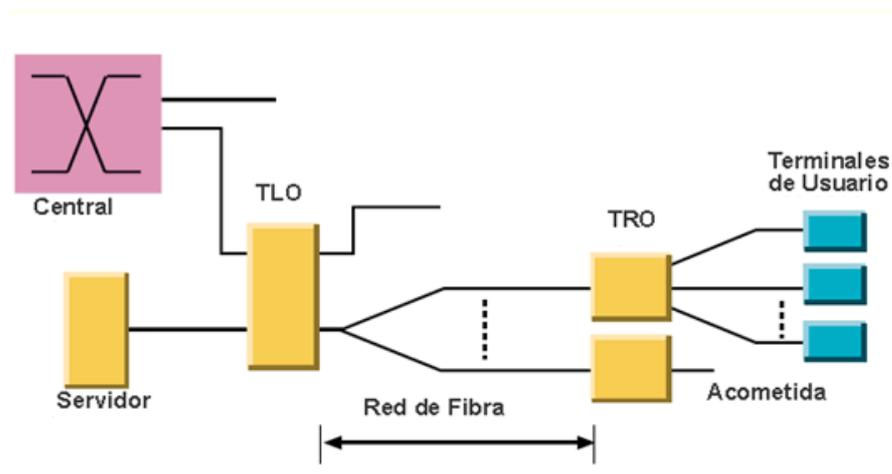


Figura 2. 12: Red de acceso de fibra óptica

Fuente: El autor

2.4.5 Tipos de redes de acceso FTTx

Para que una red funcione de una manera eficiente y proporcione servicios de calidad a los usuarios, debe existir una correcta topología de red la que deberá ser de la manera más sencilla, dependiendo en donde va a ser empleado la tecnología de telecomunicaciones FTTx (Fiber to the X); son redes de banda ancha, es decir, que tienen una gran capacidad para transportar datos. (Remache, 2016)

- FTTH

Fiber-to-the-home: la fibra llega directamente al interior o a la fachada de la vivienda del cliente.

- FTTB

Fiber-to-the-building o Fiber-to-the-basement: el proveedor de servicio llega hasta el cuarto de telecomunicaciones del edificio. A partir de este punto se llega hasta el usuario normalmente utilizando par de cobre.

- FTTC

Fiber-to-the-curb: Fibra Óptica desde la central hasta el cuarto de telecomunicaciones o hasta la acera. En este caso la cabina se encuentra más próxima al usuario, a una distancia entre 300 y 600 metros.

- FTTN

Fiber-to-the-node: el tramo de fibra termina en una cabina situada en la calle de entre 1,5 a 3 km del usuario. (Carvajal, 2014). Observar gráficamente las FTTx en la figura 2.13.

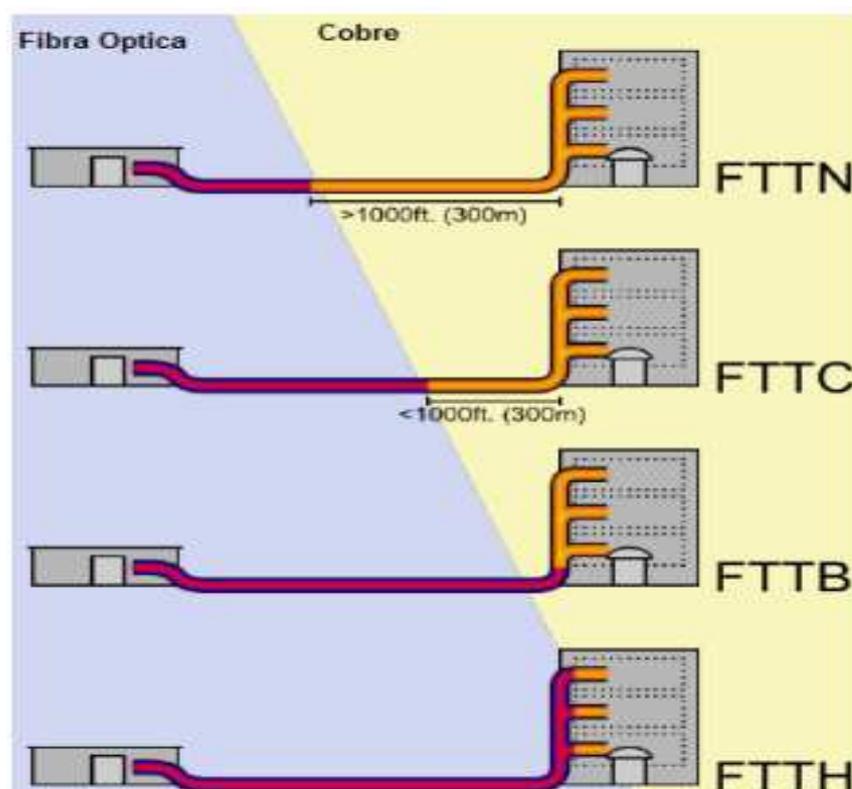


Figura 2. 13: Redes de acceso FTTx

Fuente: ("IEEE Sección Argentina", 2018)

2.5 Redes ópticas pasivas (PON)

Una red PON es aquella que está compuesta por elementos pasivos desde la central hasta el usuario, la ventaja de este tipo de redes es que ofrece mayor ancho de banda a los abonados, gracias a la gran capacidad de transmisión de las fibras óptica. El elemento principal pasivo de una red PON es el divisor óptico o Splitter, que es el que se encarga de separar la señal y guiar el tráfico hacia los diferentes usuarios de la red. Existen varios tipos de redes PON, las mismas que han ido evolucionando con el pasar del tiempo y las cuales las describiremos a continuación. (Pinto, 2015)

2.5.1 Tipos de redes PON

APON (Asynchronous Transfer Mode Over Passive Optical Network)

Fue la primera red bajo la recomendación ITU-T G.983 que definió la FSAN (Full Service Access Network, red de acceso de servicio completo), APON basa su enlace descendente de transmisión en ráfagas de células ATM (Asynchronous Transfer Mode), con una velocidad máxima de 155 Mbps que luego fue aumentado a 622Mbps.

BPON (Broadband PON – Red Óptica Pasiva de Banda Ancha)

Las redes BPON (Banda Ancha de Redes Ópticas Pasivas), surge luego de la evolución de las redes APON, dado la limitación de la velocidad de la misma. Se basa en el estándar APON y ha sido ratificada en la recomendación ITU-T G.983, con la diferencia que puede soportar otros estándares de banda ancha y ofrece servicios como acceso Ethernet o distribución de video.

Alcanza una velocidad de 155 Mbps fijos, tanto en el canal ascendente como en el canal descendente, pero fue modificado para admitir tráfico asimétrico que alcanza 622 Mbps en el canal descendente y en el canal ascendente 155 Mbps.

También admite tráfico simétrico en donde el canal descendente y el canal ascendente alcanzan 622 Mbps, pero su principal desventaja es que su costo es muy elevado y tiene limitaciones técnicas. (Remache, 2016)

EPON (Broadband PON – Red Óptica Pasiva de Banda Ancha.)

Especificaciones realizadas por el grupo de trabajo EFM (Ethernet in the First Mile), constituido por la IEEE a diferencia de las redes estandarizadas por la UIT. Aprovecha las ventajas de la tecnología de fibra óptica de redes PON y aplica a Ethernet. El estándar EPON se desarrolla bajo la norma IEEE 802.3

GPON (Broadband PON – Red Óptica Pasiva de Banda Ancha.)

Estandarizada por ITU-T y denominada Gigabit-capable PON (GPON), fue aprobada en 2003 – 2004 y ha sido normalizada bajo las recomendaciones G.984.1, G.984.2, G.984.3 y G.984. Es un estándar de las redes PON que alcanza una velocidad superior a 1 Gbps, soporta varias tasas de velocidad con el mismo protocolo, incluyendo velocidades simétricas de 622 Mbps, 1.25 Gbps, y asimétricas de 2.5 Gbps en el enlace descendente y 1.25 Gbps en el ascendente.

Tiene un alcance máximo de 20 km; GPON usa multiplexación WDM (Wavelength División Multiplexing) la cual le permite que la información viaje tanto ascendente como descendente por la misma fibra óptica. (Pinto, 2015)

CAPÍTULO 3: SIMULACION Y RESULTADOS OBTENIDOS

En este capítulo se desarrolla la obtención de los objetivos específicos propuestos en el capítulo 1 para el diseño de una red inalámbrica WI-FI, describiendo datos generales, datos técnicos, tecnología y equipos a usar en el malecón del estero salado de la ciudad de Guayaquil, junto con un presupuesto aproximado de darse una implementación.

3.1. Descripción geográfica e infraestructura del sitio.

La ciudad de Guayaquil, ubicada en la provincia del Guayas, es la ciudad más visitada en el año 2017 según los datos del diario El Universo con fecha 5 de julio del 2017.(El Universo, 2017) y no es para menos teniendo en cuenta la cantidad de lugares turísticos que la ciudad posee, así como lo son tres de las más grandes obras emblemáticas de la ciudad: el Malecón Simón Bolívar, Malecón del salado y el más reciente Puerto Santa Ana, Actualmente la ciudad de Guayaquil tiene una población flotante con la que alcanza los 2 684 016 habitantes dentro de su área metropolitana según datos del censo realizado en el 2010 por el INEC, teniendo en cuenta una tasa anual promedio de crecimiento poblacional de 2,70 %.

La ciudad de Guayaquil está compuesta de 347 km² de superficie, de los cuales 316 km², equivalentes al 91,9 % del total, pertenecen a la tierra firme suelo; mientras que los restantes 29 km², equivalentes al 8,1 %, pertenecen a los cuerpos de agua que comprenden ríos y esteros.

Debido a que se ubica en plena zona ecuatorial, la ciudad tiene temperaturas cálidas durante todo el año, aunque el calor más sofocante se ubica entre enero y mayo. Si bien en estos meses la temperatura real no es muy alta, la humedad hace que la sensación térmica se eleve hacia los 40° o más.

La geografía de Guayaquil está caracterizada por su posición costera en la parte noroccidental de América del Sur, en la región litoral de Ecuador con una elevación sobre el nivel del mar de 4.02mts y su ubicación se encuentra entre el río Guayas y el estero Salado, tal como se observa en la

figura 3.1. Con latitud: 2° 10' S; longitud: 79° 54' O y coordenadas: N8128385.172 – E19741554.450.(Segovia, 2000)

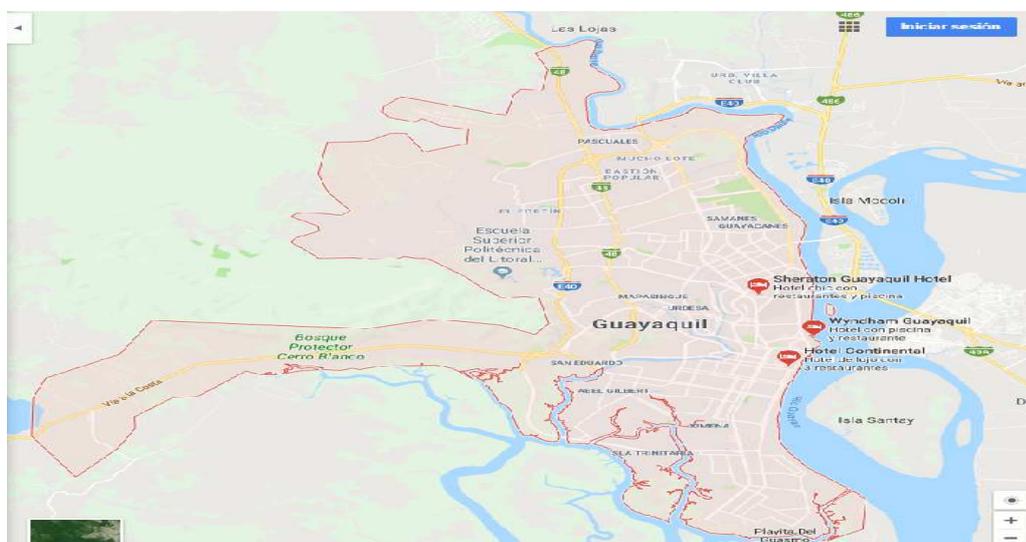


Figura 3. 1: Ubicación geográfica de la ciudad de Guayaquil, Google maps.

Elaborado por: Autor

3.1.1 Situación general y funcionamiento del malecón.

El Malecón del Salado construido bajo la administración municipal del alcalde Ab. Jaime Nebot Saadi en el año 2009 como centro de esparcimiento social y diversión nocturna, en agosto del 2017 fue designado y tuvo una reapertura funcionando como zona cultural y entretenimiento. El malecón del Salado nombrado así por ubicarse en las orillas del Estero Salado de la ciudad de Guayaquil, con una extensión de 400 metros y forma parte del proceso de regeneración urbana de la ciudad, el área está distribuida en dos plantas, cada una con vista hacia al Estero Salado donde también se observa el parque lineal y la fuente de aguas danzante ubicada en el parque de la ferroviaria y con una vista hacia la ciudad donde se observa la Av. 9 de Octubre y sus edificios, tal como se observa en la figura 3.2.



Figura 3. 2: Vista del Estero Salado y la ciudad desde el puente del malecón

Elaborado por: Autor

En la parte alta tiene un diseño de cubierta que se asemejan a una embarcación de velas y posee un puente peatonal colgante de 55 metros de longitud, que separa los bloques norte y sur los cuales son bordeados por un espejo de agua.

El lado norte consta con una zona acondicionada bordeada de vidrio por 3 lados y uno de concreto, con alrededor de 120mts de largo por 21.4mts de ancho que se encuentra distribuida de la siguiente manera: 1 Safari Zone (70.2 x 15.4mts) que cuenta con alrededor de 32 juegos mecánicos infantiles y un patio de comidas en la misma área con 4 locales de comida, baños públicos, un cajero automático, zonas de descanso; seguido de un espacio de 16.5mts de largo que ocupa un Sweet and Coffee; también cuenta con una terraza en la cual funcionan 4 bares de comida rápida y bebidas, dando un total de 9 locales operativos. A unos 70mts del lado norte se encuentra el parqueadero del parque del estero salado en el cual los visitantes del malecón también pueden utilizar ya que cuenta con aproximadamente 155 parqueos.

El lado sur tiene unas medidas aproximadas de casi 300mts (101mts el local La Bota y 188mts de sendero) que está distribuida de la siguiente manera: entrando por la calle 9 de Octubre en su exterior cuenta con 66

parqueos y un local de venta de bebida alcohólicas, mientras que en la parte interna cuenta con 5 espacios: el “Micro teatro Gye” con capacidad para 120 personas y “Las Tablas teatro café” con capacidad para 150 personas; los otros tres espacios son de diferentes propósitos: la explanada (baños públicos), la terraza (4 bares) y la sala de La Bota. Mas una boletería general todo esto en un área alrededor de (100 x 26.4mts). Observar la tabla 3.1 para detallar número de locales.

Tabla 3. 1: Números de locales del Malecón del Salado

Malecón del Salado		Número de locales	Espacio extra
LADO NORTE	Interior	4	
	Terraza	4	
	Exterior	2 baños	1 cajero
	Interior 2	1	1 baño
LADO SUR	Interior	4	
	Terraza	4	
	Exterior	1 bar	2 baños
	Garita	1	66 parqueos
	Sendero	1	1 muelle
Total		22 locales operativos	

Elaborado por: Autor

Los metros restantes están conformados plenamente por un sendero que conduce a un patio de comidas típicas y un muelle en el cual los visitantes pueden alquilar pequeños botes por un precio de \$4 para remar por el estero salado. La distribución del espacio y locales se la observara en la figura 3.3.

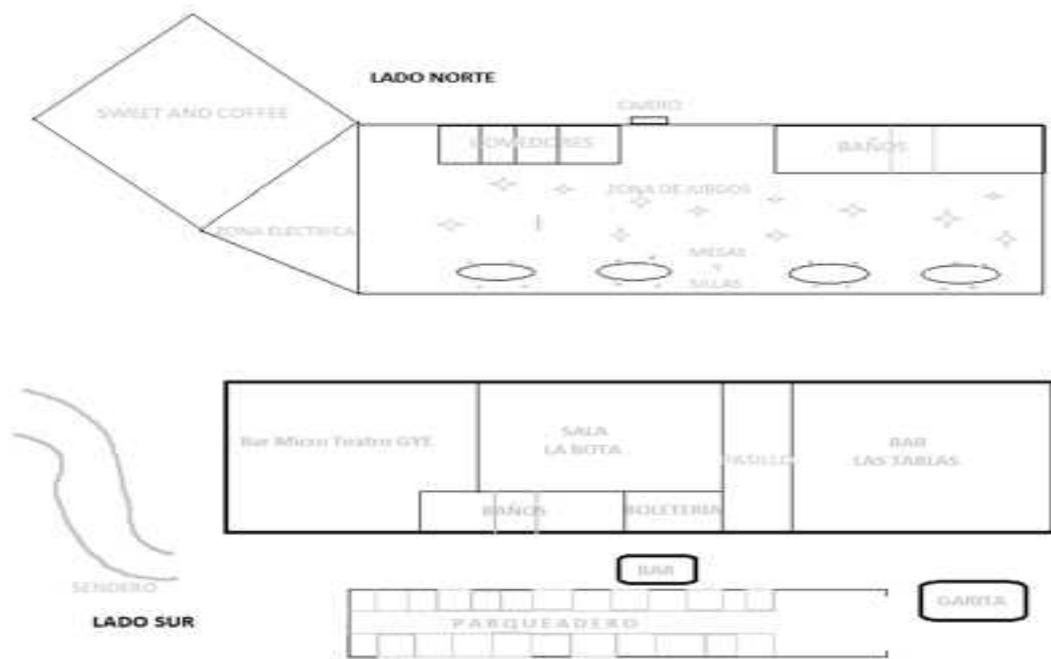


Figura 3. 3: Distribución de espacios y locales del Malecón del Salado

Elaborado por: Autor

En la figura 3.4 se observa el Malecón del Salado cuya ubicación y dirección exacta es Av. 9 de octubre y Av. Tungurahua, perteneciente a la parroquia Urdaneta, Latitud: -2186729 Longitud: -79.897974. Y con sus límites marcados al norte con la Universidad de Guayaquil, al sur con la calle Aguirre, al este con la calle Tungurahua y al oeste con el Estero Salado.



Figura 3. 4: Vista del Malecón del Salado desde el puente 5 de junio, tomada con Google Earth

Elaborado por: Autor

El actual malecón hace su apertura al público de lunes a domingo en horarios de 07:00 – 24:00h, pero en la hora de apertura solo es acceso a los

espacios de descanso y de circulación. Cuenta con varios atractivos, como: jardines piletas, zonas de descanso, monumentos, zonas de juegos, bar-teatro, muelle, plazoletas al aire libre para presentaciones artísticas y la denominada Plaza de los Mariscos para saborear las delicias de la gastronomía costeña marinera y a su vez también cuenta con servicio de guardianía metropolitana. Ver horarios específicos de atención del malecón en la tabla 3.2.

Tabla 3. 2: Horarios de atención y funcionamientos del Malecón del Salado

	Locales de comida	Bar – teatros	Parqueadero	Zona infantil
Días	Lun- Dom	Mie- Dom	Lun-Dom	Lun-Dom
Apertura	09:00 am	17:00 pm	7:00 am	11:00 am
Cierre	21:00 pm	00:05 am	00:10	22:00 pm

Elaborado por: Autor

3.2. Características, elementos y especificaciones de la red WI-FI.

Previo a la definición del objetivo específico de detallar las características, elementos y especificaciones de la red WI-FI, se ha realizado una investigación de datos que aportaran a la obtención de este objetivo.

- Condiciones climáticas básicas del sitio.
- Condiciones del terreno.
- Demanda del servicio de internet en el malecón.

3.2.1. Condiciones climáticas

En Guayaquil, la temporada de lluvia es muy caliente y nublada que usualmente va de finales de noviembre hasta mediados de mayo y la temporada seca (sin lluvia) es cálida y parcialmente nublada entre los meses de junio a octubre. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 21 °C a 31 °C y rara vez baja a menos de 19 °C o sube a más de 33 °C; teniendo en cuenta los cambios climáticos del mismo que se puedan presentar.

En la figura 3.5 podemos observar el resumen del clima que mantiene la ciudad de Guayaquil durante todo el año.

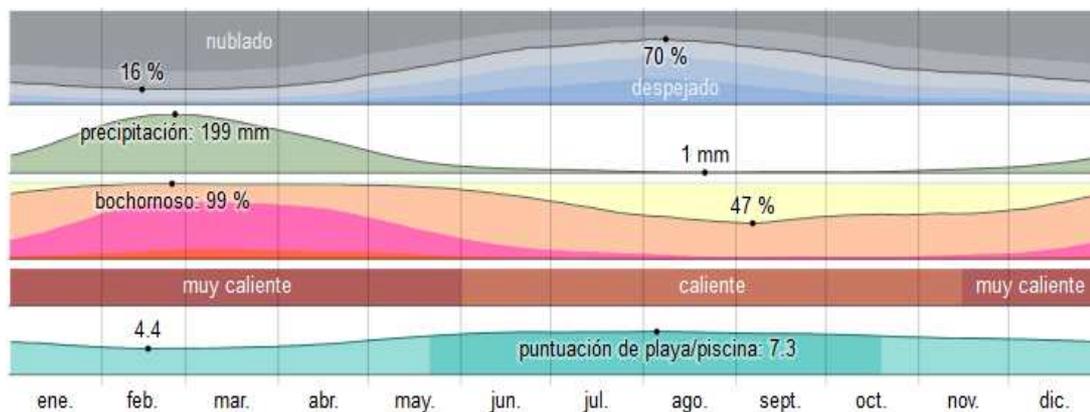


Figura 3. 5: Clima promedio de la ciudad de Guayaquil

Elaborado por: (WeatherSpeak, 2016)

El periodo de tiempo más caluroso en Guayaquil va desde el 7 de marzo al 10 de mayo, con una temperatura máxima promedio por día, es mayor a los 30 °C.

La temporada menos calurosa y seca dura 2 meses, del 19 de junio al 26 de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 29 °C. El día más frío del año es el 24 de agosto, con una temperatura mínima promedio de 21 °C y máxima promedio de 29 °C. (Windfinder, 2016)



Figura 3. 6: Temperatura promedio de la ciudad de Guayaquil

Elaborado por: (WeatherSpeak, 2016)

Por lo mostrado en la figura 3.6 podemos observar en la línea roja que la temporada de mayor temperatura va desde marzo hasta mediados de mayo, haciendo que los meses más idóneos para gozar de un clima menos caluroso y visitar la ciudad sea entre junio y agosto.

Guayaquil goza de una variante extremada de lluvia mensual en cada estación, su temporada de lluvias va desde noviembre a junio siendo estos los meses con mayor precipitación, La mayor cantidad de lluvia cae durante los días centrados alrededor del 25 de febrero, con una acumulaciones totales promedio de 199 milímetros.(Windfinder, 2016)

Como se observa en la figura 3.7, el periodo de menor lluvia del año va desde 25 de junio al 15 de noviembre. Siendo el mes de agosto el que cuenta con la menor cantidad de lluvia.

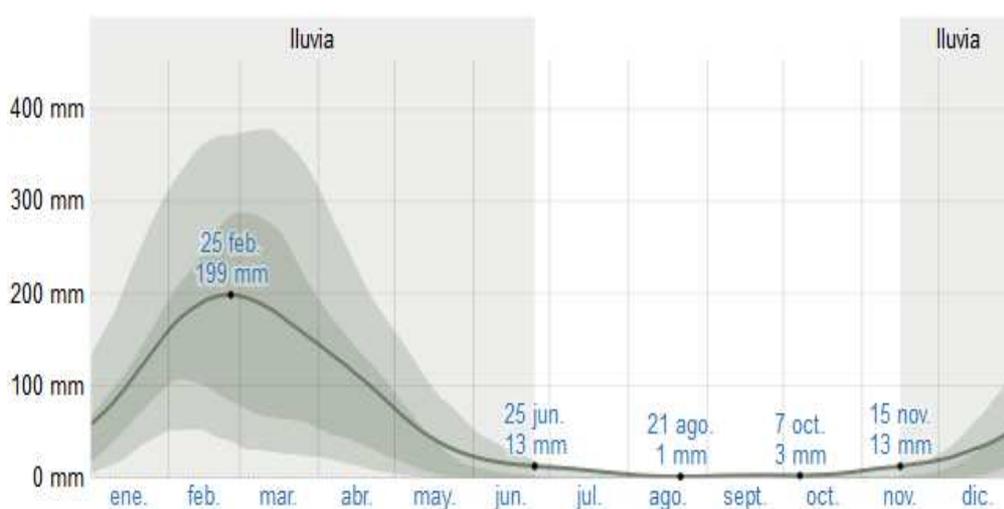


Figura 3. 7: Precipitación de lluvia mensual promedio

Elaborado por: (WeatherSpeak, 2016)

3.2.2. Condiciones del terreno.

Según reportes del diario el expreso el 65% de Guayaquil se asienta sobre tierra arcillosa, siendo parte de este gran porcentaje el sector del Malecón del Salado. Este tipo de suelos no son muy estable para grandes y medianas construcciones, pero con la ayuda de pilotes y tratos en el suelo esta desventaja se puede revertir dando como resultado muchas de las grandes construcciones y edificaciones que la ciudad de Guayaquil posee.(Alvarado, 2016).

Puntualmente el Malecón del Salado está construido sobre un tipo de suelo limo-arcilloso que básicamente es compuesto de una mezcla de arena fina y arcilla que forma una especie de barro junto al lodo y restos vegetales; muy típico para este tipo de zonas ya que se encuentra en el lecho del estero salado, bordeando todo el malecón con un espejo de agua.

El espejo de agua que bordea el Malecón del Salado es de consideración media en cuanto a potencial interferencia de RF a causa de reflexión, por lo que a continuación se detallara si este factor afectara a la señal de la red WI-FI a diseñarse.

En comunicaciones de RF es importante mencionar que la dispersión de la señal generada por efecto de lluvia depende de la comparación del tamaño de la longitud de onda de la señal y el diámetro de la gota de lluvia, es decir si el diámetro de la gota de lluvia es menor a la longitud de onda, en ese caso la atenuación será pequeña, pero si el diámetro de la gota supera a la longitud de onda de la señal esta atenuación se incrementa.(Harris, 2014).

La figura 3.8 muestra la relación entre la longitud de onda y el diámetro de la gota de lluvia. Hay que tener en cuenta que generalmente la refracción se produce a determinados ángulos.

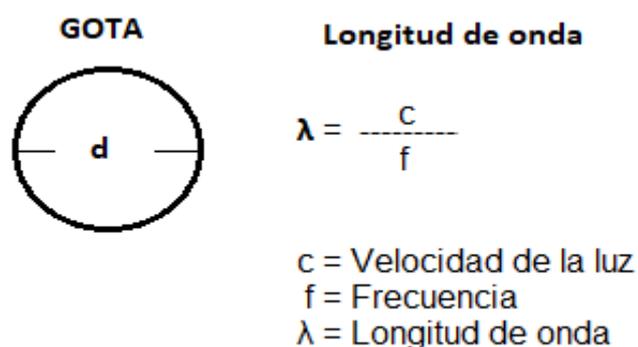


Figura 3. 8: Relación diámetro de gota con longitud de onda.

Elaborado por: Autor

Tomando en cuenta este parámetro de afectación de la onda, al aplicarlo en referencia al espejo de agua que Bordea al Malecón del Salado,

se obtiene la siguiente conclusión: la edificación del Malecón del Salado se encuentra a unos 4 metros de distancia del borde, dicho borde tiene una distancia en vertical hacia el nivel de mar del estero de aproximados 0.9 metros en su marea máxima y 1.5 metros de distancia en su marea mínima, por lo cual nuestra propagación RF no se encuentra sujeta a efecto de reflexión debido la distancia de separación entre el espejo de agua y el espacio por donde se propaga la longitud de onda de la señal que se centrara en la superficie de la edificación, muelle y terraza del mismo.

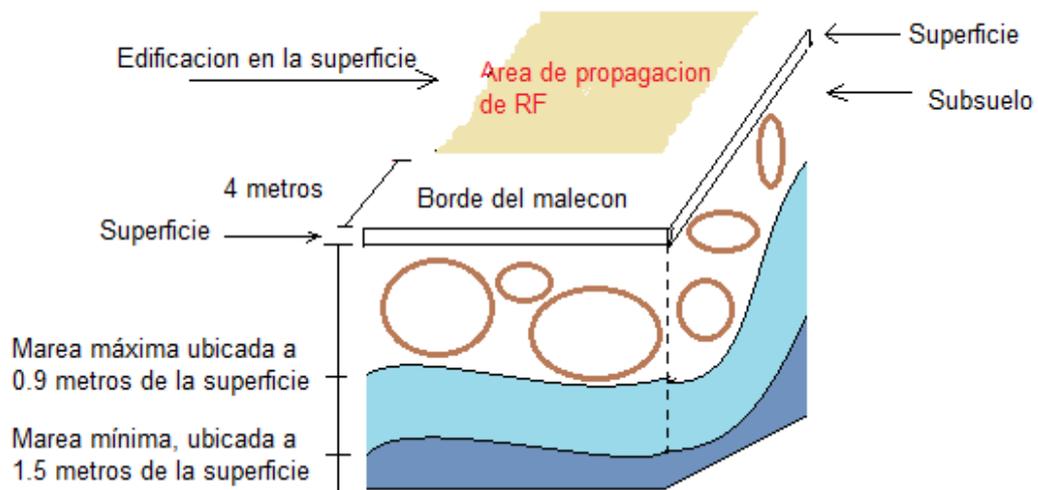


Figura 3. 9: Distancia entre el espejo de agua y la edificación del Malecón del salado

Elaborado por: Autor

3.2.3. Análisis de visitantes y demanda del servicio de internet.

Guayaquil es la ciudad con mayor afluencia turística del Ecuador teniendo un promedio aproximado de los últimos 3 años de 1 750 000 visitantes por año, este dato fue obtenido entre una población nacionales y extranjera.(Observatorio, 2016).

Siendo el malecón del estero salado objeto de prueba para aportar la toma de estos datos, debido a que es una de las zonas de gran concurrencia turística en la ciudad de Guayaquil en el cual el malecón y parque del estero salado recibe alrededor de 250 000 visitantes nacionales e internacionales por mes; (El Comercio, 2016), siendo los días viernes, sábado y domingo de mayor concurrencia de personas.

Encuesta realizada.

Se realizó la siguiente encuesta con la finalidad de tener datos reales de los visitantes del malecón para así determinar una demanda aproximada del servicio de internet.

Basado en la encuesta realizada a 50 personas que visitan, frecuentan o trabajan en el Malecón del Salado se observará de manera gráfica el porcentaje de la necesidad del servicio de internet en el Malecón del Salado.

La encuesta fue realizada a los visitantes y trabajadores del sitio, en donde las preguntas fueron encuestadas de manera general para los 2 tipos de personas y así obtener ciertos datos específicos que nos ayudaran a definir la demanda del servicio, manteniendo un rango de edades de 15 a 40 años y de 41 años en adelante.

Las preguntas a realizarse fueron las siguientes:

Pregunta 1: ¿Cuenta usted con un plan de datos móviles?

Pregunta 2: ¿Le gustaría contar con servicio de internet público en el Malecón del Salado?

Pregunta 3: ¿Con qué tiempo de conexión le gustaría contar a usted para acceder a un servicio de internet gratuito dentro del malecón?

Pregunta 4: Si le dieran a escoger un parámetro de calidad del servicio de internet, entre velocidad de navegación y estabilidad de conexión, ¿cuál escogería?

Pregunta 5: ¿Qué tan necesario considera Ud. Un servicio de internet público (sin costo) en el Malecón del Salado?

A continuación, se muestra en tablas y gráficas estadísticas los resultados obteniendo por pregunta encuestada, teniendo como base los 50 encuestados y sus edades los cuales son: 38 encuestados de 15 – 40 años y 12 encuestados de 41 años en adelante.

Pregunta 1.

Tabla 3. 3: Respuestas obtenidas de la pregunta 1

Pregunta 1		
Edad	SI	NO
15 – 25	20	18
26 – 40	8	4
TOTAL	28	22

Fuente: Autor

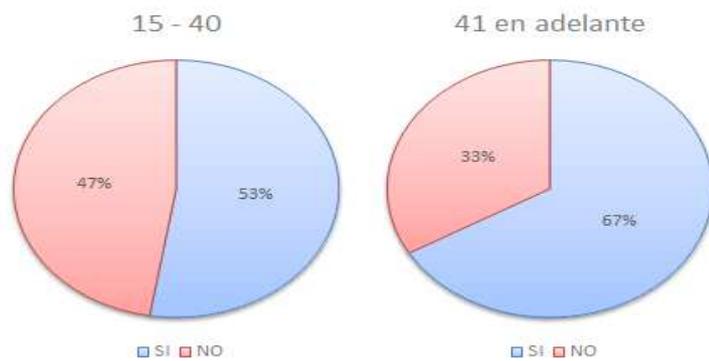


Figura 3. 10: Porcentaje de las respuestas de la pregunta encuestada N1

Elaborado por: Autor

En la tabla 3.3, correspondiente a la pregunta 1, podemos observar que entre los encuestados de 15 – 40 hay muy poca diferencia entre los que tienen un plan de datos y los que no, a su vez entre los encuestados de 41 en adelante predomina la respuesta que si tienen un plan de datos tal como se observa en la gráfica 3.10, y en promedio general del total d encuestados seria alrededor de un 56% los que si cuenta con un plan de datos móviles y el 46% restante carece de un plan de datos móviles.

Pregunta 2

Tabla 3. 4: Respuestas obtenidas de la pregunta 2

Pregunta 2		
Edad	SI	NO
15 – 25	37	1
26 – 40	11	1
TOTAL	48	2

Fuente: Autor



Figura 3. 11: Porcentaje de las respuestas de la pregunta encuestada N2

Elaborado por: Autor

En la tabla 3.4, correspondiente a las respuestas de la pregunta 2, se observa que entre los encuestados de 15 – 40 y los de 41 en adelante, la respuesta a que si les gustaría contar con el servicio de internet en el Malecón del salado es ampliamente favorable hacia una respuesta positiva y en términos generales como se observa en la gráfica 3.11 hay una aceptación por parte de los encuestado del 96 % y 92% mientras que un mínimo 4% y 8% se opone.

Pregunta 3

A los encuestados se les realizo esta pregunta con la finalidad de obtener como dato específico: el tiempo de conexión que les gustaría tener al utilizar el servicio; como se observa en la tabla 3.5, el tiempo de 30 minutos de conexión sería muy corto para las necesidades del total de encuestados en ambos rangos de edad, sin embargo, en la figura 3.12 observamos que el tiempo estimado de conexión que prefieren ambas edades es de 45 minutos, siendo los encuestados de 15 – 40 quienes más optan por esta opción con una aceptación del 74%.

Tabla 3. 5: Respuestas obtenidas de la pregunta 3

Pregunta 3		
Edad	30 minutos	45 minutos
15 – 40	10	28
41 en adelante	4	8
TOTAL	16	34

Fuente: Autor



Figura 3. 12: Porcentaje de las respuestas de la pregunta encuestada N3

Elaborado por: Autor

Pregunta 4

La pregunta 4 también fue encuestada con la finalidad de obtener un dato específico, en este caso: calidad de servicio; como se observa en la tabla 3.6, ofrecer una buena velocidad de navegación o una conectividad estable para el total de encuestados de ambas edades fue muy atractivo, sin embargo, en la figura 3.13 se puede saber que los encuestados en términos de calidad tienen una alta preferencia por gozar del mayor beneficio de calidad posible, siendo ambas opciones muy aceptadas por los encuestados llegando a obtener porcentajes de aceptación del 53% en conexión estable y de 58% de aceptación en velocidad de navegación, dando a entender que la opción más viable para los encuestados sería la de ofrecer la mejor calidad posible tanto en velocidad de navegación como en estabilidad de conexión.

Tabla 3. 6: Respuestas obtenidas de la pregunta 4

Pregunta 4		
Edad	Velocidad de navegación	Conexión Estable
15 – 40	18	20
41 en adelante	7	5
TOTAL	25	25

Fuente: Autor

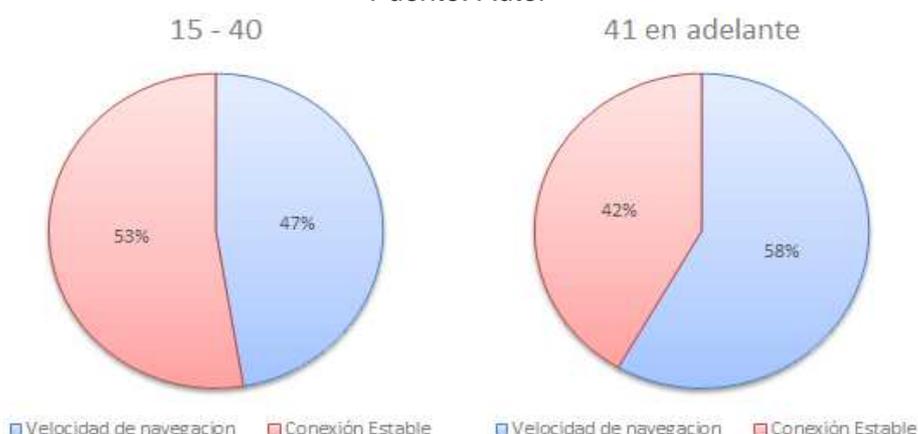


Figura 3. 13: Porcentaje de las respuestas de la pregunta encuestada N4
Elaborado por: Autor

Pregunta 5

La pregunta 5 también fue encuestada con la misma finalidad que las preguntas 3 y la 4 que es la obtención de un dato específico, en este caso:

que tan necesario es contar con este servicio en el malecón; como se observa en la tabla 3.7, ambos rangos de edades consideraron que es muy necesario contar con el servicio, y en la figura 3.14 se aprecia que un 13% de los encuestados de 15 – 40 considera que no es necesario el servicio (justificando que cuentan con un buen plan de datos), a su vez el resto del porcentaje está a 87% y 92% de aceptación por parte de ambos rangos de edad encuestados, haciendo validar nuestra necesidad de diseñar una red WI-FI en el Malecón del Salado

Tabla 3. 7: Respuestas obtenidas de la pregunta 5

Pregunta 5		
Edad	Poco necesario	Necesario
15 – 40	5	33
41 en adelante	1	11
TOTAL	6	44

Fuente: Autor



Figura 3. 14: Porcentaje de las respuestas de la pregunta encuestada N5
Elaborado por: Autor

Analizando los resultados obtenidos por la encuesta nos indica que alrededor de un 96% de las personas que visitan el Malecón del Salado les gustaría contar con el servicio de internet público WI-FI (sin costo), así mismo un 88% de los encuestados considera como una necesidad el poder contar con el servicio en él sitio, y que el servicio cumpla con las ciertas demandas como:

- Tiempo de conexión de 45 minutos.
- Tener una gran velocidad de navegación.
- Gozar de una conectividad estable durante el tiempo señalado.

Los datos que se muestran en el análisis de los resultados finales, son tomados del promedio generado por los valores totales de las tablas de ambos rangos de edad, para así obtener el porcentaje total de los encuestados en las preguntas 3, 4 y 5 de la encuesta que fue efectuada en el mes de Julio del 2018.

3.2.4. Elementos y especificaciones técnica de la red wifi

Basándonos en los datos ya especificados de visitantes y concurrencia que tiene el Malecón del Salado, más los datos que arrojó la encuesta realizada, se propone usar equipos con las especificaciones técnicas necesarias que nos permitan alcanzar las demandas de calidad que el servicio requiere en el Malecón del Salado.

Con la finalidad de ofrecer un servicio óptimo y de calidad se utilizará como equipo de Access Point el Ruckus T300 para el diseño de la red; debido a que este equipo fue diseñado plenamente para uso externo de largo, medio y corto alcance, que a su vez cumple con las especificaciones técnicas que demanda el servicio en el sitio permitiéndonos trabajar en las mejores condiciones.

Los equipos Ruckus han tenido una gran acogida en el Ecuador, llegando así a ser utilizada por varias empresas a nivel nacional y abriéndose mercado de manera directa gracias a las grandes características con los que cuentan sus equipos y modelos, que ofrecen mejor infraestructura en equipos para WLAN y permitiendo estar a la vanguardia que competen a los prestadores de servicios de banda ancha.

Ruckus T300

Los Ruckus T300 están diseñados plenamente para el tipo de áreas que se ven afectados por varias condiciones ambientales del sitio, debido a que brindan un gran servicio de redes inalámbricas, listo para los dispositivos móviles. Su peculiar diseño aporta con antenas adaptativas

doblemente polarizadas, las cuales le permiten mejorar la capacidad de la red mientras se instala, mitigando de manera implícita la interferencia y mejorando la relación señal a interferencia más ruido (SINR). En la figura 3.15, se observa el interior de un equipo Ruckus T300.



Figura 3. 15: Interior del equipo Ruckus T300
Elaborado por: (Ruckus, 2018)

El equipo Ruckus T300 usa un modelo predictivo para la selección de canales, lo que se conoce como ChannelFly, que se encarga de utilizar la actividad real para conocer qué canales producen la mayor capacidad y así entregar la mayor velocidad a los clientes del malecón y reducir la interferencia. La serie T300 tiene un diseño fácil de instalar dentro de un contorno ultraliviano y de bajo perfil, lo que lo hace ideal para este tipo de instalaciones que buscan implementar Wi-Fi de manera rápida y económica en entornos de alta capacidad. (Ruckus, 2018). Observar tabla 3.8 para observar el rendimiento y capacidad del equipo.

Características técnicas:

- Admisión de doble banda (5GHz/2,4GHz) en simultáneo
- 1167 Mbps de capacidad total de RF de la WLAN
- Tecnología de antenas adaptativas BeamFlex+ y gestión de RF avanzada
- Hasta 10 dBm de mitigación de la interferencia
- Optimizado para los entornos de alta densidad
- Rango óptimo operativo de 50 metros

- Diversidad de polarización para un óptimo rendimiento del dispositivo móvil
- Calificado IP-67, -20°C a +55°C

Tabla 3. 8: Capacidad del equipo Ruckus T300

RENDIMIENTO Y CAPACIDAD	
Índice de capa física de modulación de dato	<ul style="list-style-type: none"> • 2.4 GHz 802.11b/g/n 300 Mbps • 5 GHz 802.11a/n/ac 867 Mbps
Estaciones simultáneas	Capacidad hasta 512 por AP
Clientes de VoIP simultáneos	Hasta 30

Fuente: (Ruckus, 2018)

Ruckus ZoneDirector 3000

Ruckus ZoneDirector 3000 es uno de los equipos principales a utilizar en la red WLAN debido a que cumple con las especificaciones requerida y nos brinda una alta calidad y un bajo índice de deficiencia.

ZoneDirector 3000 es una controladora que se integra perfectamente con conmutadores, firewalls, servidores de autenticación y otros equipos de redes existentes. Todos los puntos de acceso Ruckus (cableados o mallados) descubrirán automáticamente al ZoneDirector y este logra que se configuren automáticamente para así volverse instantáneamente manejable.(Arris, 2013)

ZoneDirector 3000 permite a los administradores determinar local o remotamente el rendimiento del WI-FI del cliente. Con SpeedFlex, los administradores pueden planificar mejor, solucionar problemas, supervisar y medir el rendimiento de WLAN. En la figura 3.16 se puede observar la controladora.



Figura 3. 16: Controladora Ruckus ZoneDirector 3000
Elaborado por: (Arris, 2013)

Los usuarios que utilizan ZoneDirector por primera vez simplemente conectan sus computadoras a la WLAN y especifican una URL que los dirige a un portal web cautivo para su primera autenticación. Luego, ZoneDirector configura automáticamente el sistema del cliente con el SSID designado y una clave de encriptación generada dinámicamente que centraliza las decisiones de autenticación y autorización para todos los AP, proporcionando un control de admisión seguro a través de la WLAN.

La controladora Ruckus nos brinda una mejor calidad de servicio con menos puntos de acceso y minimiza los saltos internodales que degradan el rendimiento.

- Adapta automáticamente las conexiones WI-FI entre los nodos a los cambios ambientales
- Controla automáticamente las asignaciones de canales y la potencia de transmisión de todos los puntos de acceso de WI-FI de Ruckus
- Roaming rápido
- Reenvío distribuido

Obteniendo como resultado que se necesitan desplegar menos AP y con BeamFlex +, el sistema Ruckus selecciona continuamente la mejor ruta para cada paquete, para clientes fuera de la red y AP de malla dentro de la red.

Transceiver (transmisores/receptores)

Son unos dispositivos conversores entre toda la data de las Señales eléctricas y Señales de Luz que se utiliza para lograr interconexión entre un cable de fibra óptica y un cable UTP como es el caso de nuestra red WI-FI. Y el POE (Power Over Ethernet) que se usa en Redes Ethernet para el suministro de Energía Eléctrica a dispositivos activos. Observar figura 3.17 para visualización del Transceiver.



Figura 3. 17: Transceiver
Elaborado por: (Arris, compani, 2013)

Entre las características que presenta este equipo, son:

- Solución de Bajo Costo para la Conversión de Data/POE a largas distancias.
- Conversor: *UTP*/Fibra óptica.
- Está limitado por una distancia de 100 metros.
- Puerto *RJ-45*: solo *POE*.
- Puerto genérico de Entrada DC: para alimentación externa de 24 o 50 VDC.

Otros materiales a utilizarse

Varios elementos o equipos a utilizarse se visualizarán en la tabla 3.9.

Tabla 3. 9: Capacidad del equipo Ruckus T300

OTROS ELEMENTOS DE LA RED WI-FI	
EQUIPOS / ELEMENTOS	FUNCION
POE (Energía Sobre Ethernet)	Dispositivo que permite la conducción eléctrica por el cable UTP para elementos activos de la red.
Cable UTP	Cable utilizado para la transmisión de datos y enlaces entre dispositivos.
Caja de distribución	Caja donde llega el cable de FO para su distribución en un área determinada.
Mini postes	Postes donde se colocarán los equipos de la red.

Elaborado por: Autor

3.3. Diseño, estructura y simulaciones de la red WI-FI

La red WI-FI a diseñarse en el Malecón del Salado contará con Telconet como proveedor de servicio, debido a que se especializan en trabajos este tipo y cuentan con grandes velocidades de navegación ya que trabajan con fibra óptica (FO), posee certificaciones internacionales que respaldan su calidad de servicio y sumada la gran experiencia que tiene en la ciudad de Guayaquil donde ya tiene grandes trabajos realizados y cuenta con una red de acceso por varios puntos de la ciudad así como lo es el área donde se encuentra el Malecón del Salado.

3.3.1. Red de acceso por FO

El tipo de red FTTx según lo detallado en la fundamentación teórica a utilizarse será la FTTC es decir fibra óptica desde la central hasta el cuarto de telecomunicaciones o hasta la acera, ya que la distancia aproximada entre la cabina y el usuario de este tipo de red es de 300 a 600 metros.

La red de acceso que dotará del servicio de internet a la red WI-FI del Malecón del salado, será por cable de fibra óptica (FO), el cual será tomado desde uno de los nodos de la misma empresa que está ubicado en las calles Tungurahua y Clemente Ballen que es donde inicia el tendido de forma soterrada con un cable de Fibra óptica monomodo de 144 hilos con aproximados 550 metros de distancia hasta la entrada del parque del Malecón del salado, como se observa en la figura 3.18 en donde a partir de

ahí se distribuirá el servicio a través de cable UTP por mini postes según el diseño de la red WI-FI.

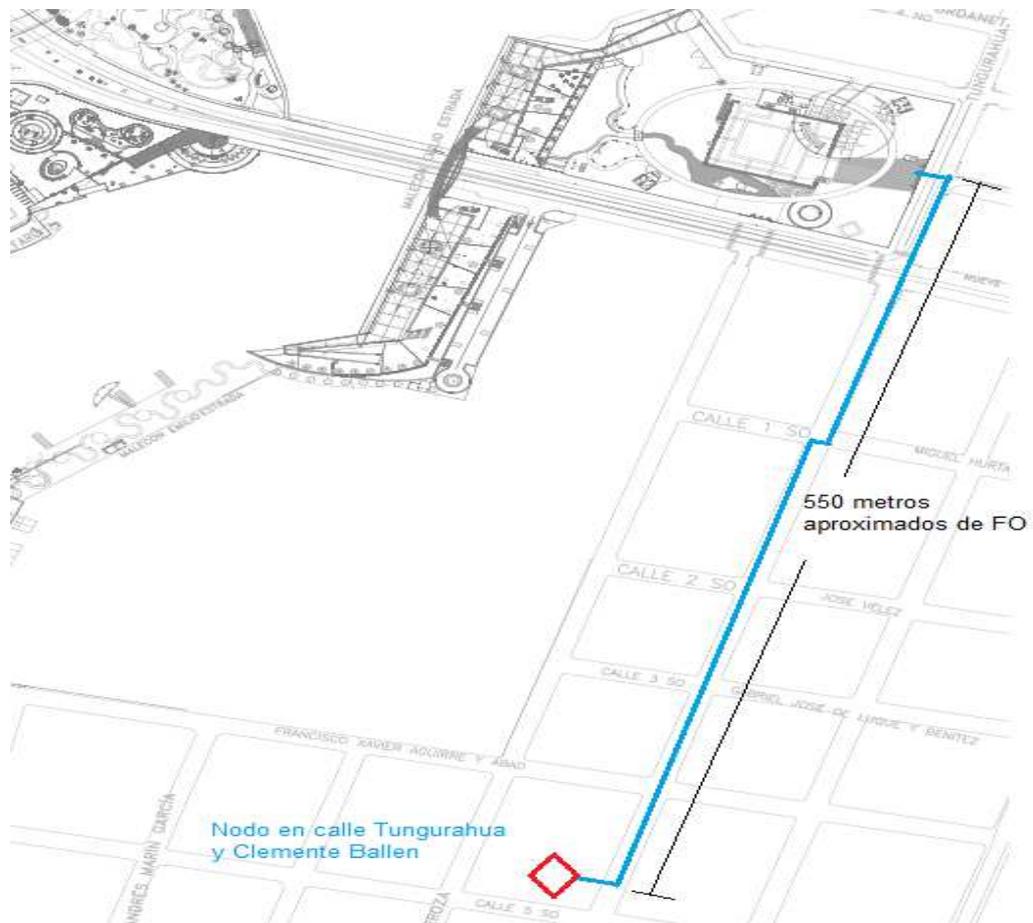


Figura 3. 18: Distancia del tendido de la FO

Elaborado por: Autor

Una vez que el tendido de FO esté realizado se distribuirá por cable UTP desde el pedestal del parque por toda la zona a través de cajas y mini postes hasta llegar al Transceiver para cambiar de FO a cable UTP el cual se distribuye en los puntos de acceso designados con una topología multipunto a multipunto.

3.3.2. Diseño de la red WI-FI.

En la figura 3.19 se presenta el esquema modelo en el que se basará la red WI-FI a utilizarse en el Malecón del Salado, la cual se ajustará a la cantidad de puntos de acceso que determine nuestra simulación.

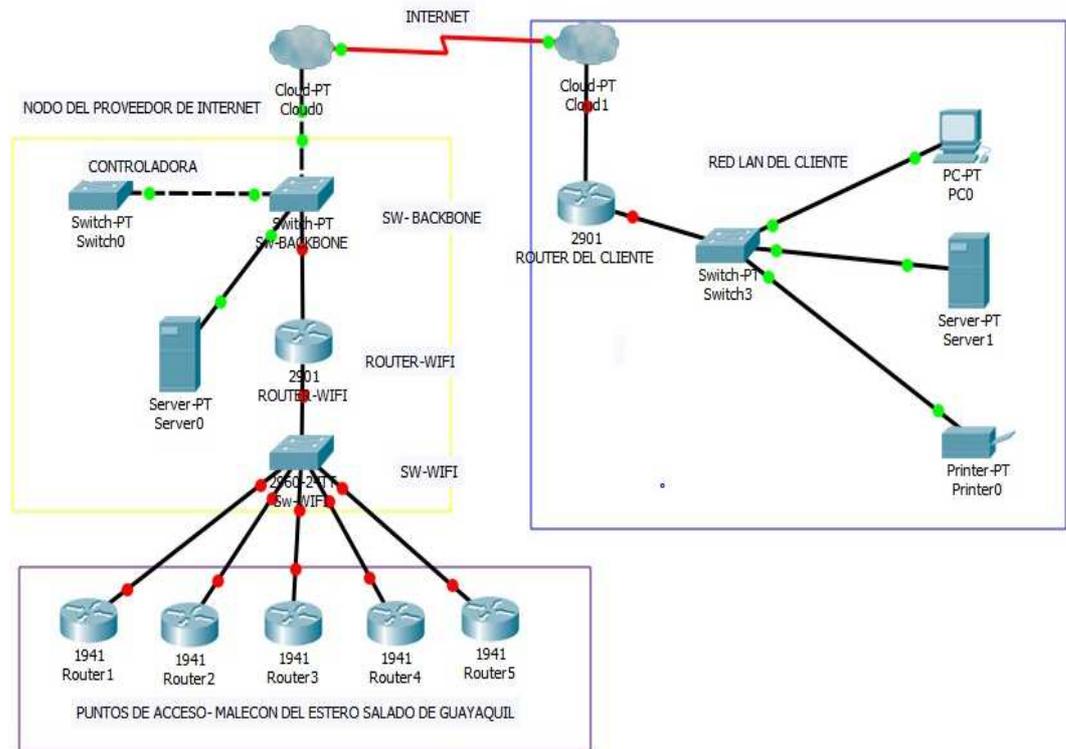


Figura 3. 19: Esquema básico de la red WI-FI

Elaborado por: Autor

El esquema elegido para la arquitectura de la red es multipunto a multipunto o malla mesh, que son redes que se acoplan de manera sencilla. La red está compuesta por tres etapas:

Proveedor de servicio: Esta etapa es manejada bajo las características de la empresa elegida para brindar el servicio, en este caso es Telconet el cual será el encargado de transmitir el acceso a la red por medio del servicio de internet.

Conexiones en los nodos: Los puntos de acceso serán conectados en una caja principal que será instalada en un área específica del malecón que se encuentra dentro del zafari zone, por lo cual los AP serán direccionados a la controladora Ruckus ZoneDirector 3000 que se encontrará ubicada en el nodo y que tiene su propio enlace de internet. Esta controladora será monitoreada por el proveedor.

Conexión de los usuarios: En esta etapa se enlazan los puntos de acceso con los equipos que fueron seleccionados por las características técnicas que satisfacen nuestra demanda, es decir los Ruckus T300 de doble banda (2.4Ghz y 5Ghz), las mismas bandas no licenciadas por las que

se ofrecerá el servicio y que a su vez son compatibles con la mayoría de equipos de conexión inalámbricas que hay en la actualidad. En la tabla 3.10 se observa la configuración de la capacidad de la red.

Tabla 3. 10: Configuración de la capacidad de la red

	2.4 GHz	5 GHz
Velocidad de datos mínima	54 Mbits/s	54 Mbits/s
Número de SSID	2	2
Máxima Cantidad de Clientes Asociados	300	300
RTS / CTS	No	No
Velocidad de datos mínima	54 Mbits/s	54 Mbits/s

Elaborado por: Autor

3.3.3. Distribución de Access Point en el Malecón

De acuerdo a la simulación realizada por el survey es recomendado colocar 14 Access Point en el área del Malecón del salado para la distribución de la señal WI-FI, dicha distribución se explicará más adelante en los datos de la simulación. Con esta cantidad de AP se logrará dotar de una buena señal a los visitantes. La distribución de dichos AP se los observa en la figura 3.20. Los equipos Ruckus T300 estarán trabajando a su máxima capacidad y a su máxima potencia, caso contrario el número de AP puede aumentar.



Figura 3. 20: Access Point distribuidos por el malecón

Elaborado por: Autor

Cada equipo Ruckus T300 tendrá un rango de acción de 50 metros según sus especificaciones detalladas, pero en la práctica tomando en cuenta los factores externos que puedan atenuar la señal (ruido, metalurgia, fuertes vientos, etc.) tendrán un rango de acción eficiente de 45 metros, donde gracias a sus características técnicas del equipo funcionaran para 2 bandas de frecuencias no licenciadas: la banda 2.4Ghz y la banda de 5Ghz.

3.3.4 Simulación y datos reales de la red.

Según la simulación realizada los requisitos de cobertura de los Ruckus en su mejor práctica son los que se visualizan en la tabla 3.11 en tres áreas.

Las simulaciones que se presentan en este capítulo fueron realizadas por el simulador "Ekahau Site Suvery Pro" con la finalidad de obtener graficas de los datos necesarios para respaldar el diseño de la red.

Tabla 3. 11: Requisitos de cobertura de las áreas

Requisito de cobertura: Ruckus Best Practices Area-1 (5,026.5 m²)	Intensidad de la señal Min -70.0 dBm Relación de señal a ruido mín. 25.0 Db Velocidad de datos Min 12 Mbps Cant. De puntos de acceso Min 2 at min. -75.0 dBm Superposición de canal máx. 2 at min. -85.0 dBm Tiempo de ida y vuelta (RTT) 300ms Max Max cantidad de Paquetes perdidos 2.0 %
Capacidad de Requerimientos	1200 Generic Smartphone [Background Sync] 600 Generic Tablet [Background Sync] 50 Generic Laptop [Background Sync] Total: 1850 (925 Mbits/s)
Requisito de cobertura: Ruckus Best Practices Area-2 (21,092.5 m²)	Intensidad de la señal Min -70.0 dBm Relación de señal a ruido mín. 25.0 Db Velocidad de datos Min 12 Mbps Cant. De puntos de acceso Min 2 at min. -75.0 dBm Superposición de canal máx. 2 at min. -85.0 dBm Tiempo de ida y vuelta (RTT) 300ms Max Max cantidad de Paquetes perdidos 2.0 %
Capacidad de Requerimientos	400 Generic Tablet [Background Sync] 600 Generic Smartphone [Background Sync] 150 Generic Laptop [Background Sync] Total: 1150 (575 Mbits/s)
Requisito de cobertura: Ruckus Best Practices Area-3 (324.4 m²)	Intensidad de la señal Min -70.0 dBm Relación de señal a ruido mín. 25.0 Db Velocidad de datos Min 12 Mbps Cant. De puntos de acceso Min 2 at min. -75.0 dBm Superposición de canal máx. 2 at min. -85.0 dBm Tiempo de ida y vuelta (RTT) 300ms Max Max cantidad de Paquetes perdidos 2.0 %
Capacidad de Requerimientos	200 Generic Smartphone [Background Sync] Total: 200 (100 Mbits/s)

Elaborado por: Autor

Las simulaciones a realizarse serán:

- Intensidad de señal en las bandas 2.4Ghz y 5Ghz.
- Velocidad de datos en las bandas 2.4Ghz y 5Ghz.
- Distribución de los puntos de acceso asociado por AP.

Pasos que se realizaron para la simulación:

1. Abrir el programa Ekahau Site Suvery Pro y añadir el mapa del sitio para realizar SUVERY como se observa en la figura 3.21.
2. Definir la escala del mapa para aproximar lo más posible al sitio y así obtener medias exactas.
3. Crear un plan de cobertura especificando todos los parámetros técnicos a utilizar por el tipo de AP, como se observa en la figura 3.22.
4. Automáticamente el Zone Planner, escogerá las ubicaciones para la distribución los Access Point en el sitio y se indicaran: paredes, techos, zonas de cobertura y zonas de interferencia; para así dar la radiación lo más real posible a transmitir en el malecón.

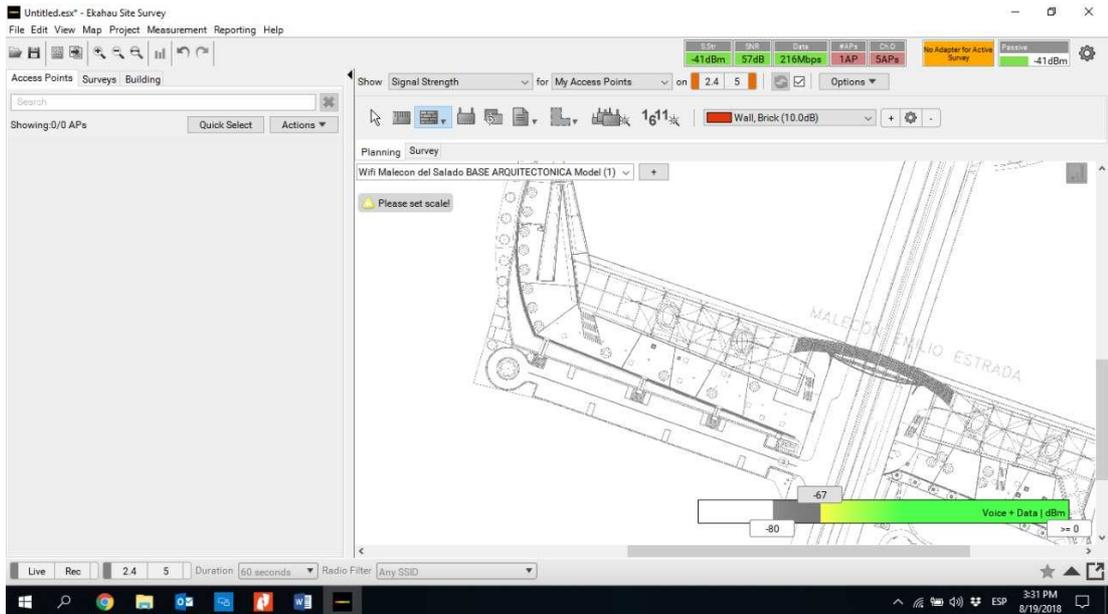


Figura 3. 21: Asignación de escala del mapa

Elaborado por: Autor

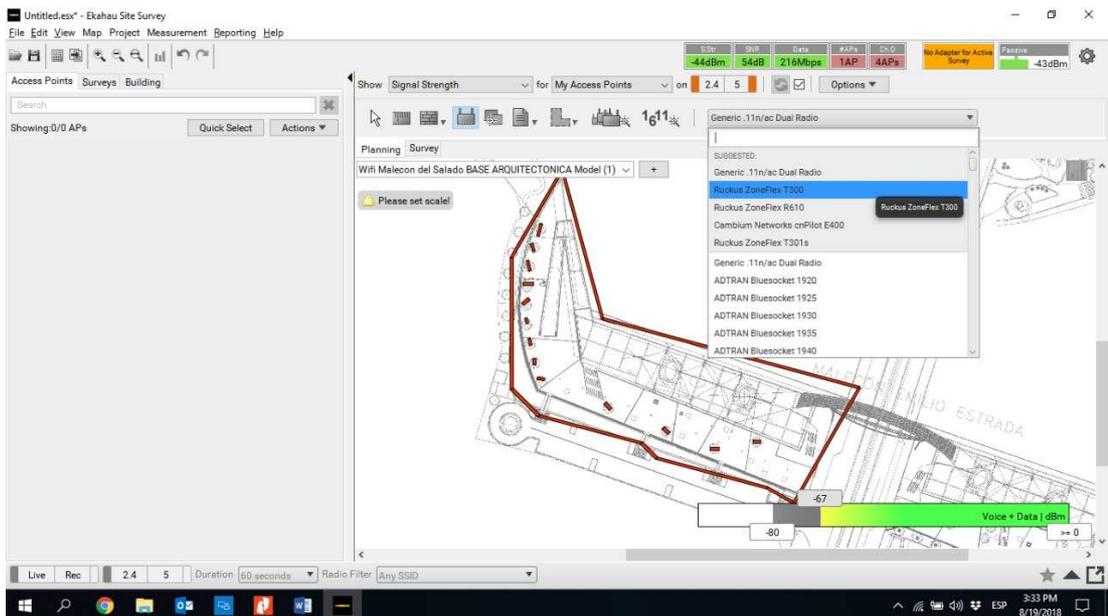


Figura 3. 22: Asignación del modelo de AP y parámetros técnicos a utilizarse.

Elaborado por: Autor

Una vez realizada las condiciones de la simulación se procede a realizar los 3 tipos de simulación ya establecidos, a continuación, se presentan los resultados de la simulación.

Intensidad de señal para Wifi Malecón del Salado en banda de 2.4 GHz.

La intensidad de la señal o cobertura, es el requisito más básico para la red inalámbrica, como regla general si se tiene una baja intensidad de señal significa que la conexión no es confiable y tiene un bajo rendimiento de datos el cual se medirá en escala de decibelios por colores como se observa en la figura 3.23.

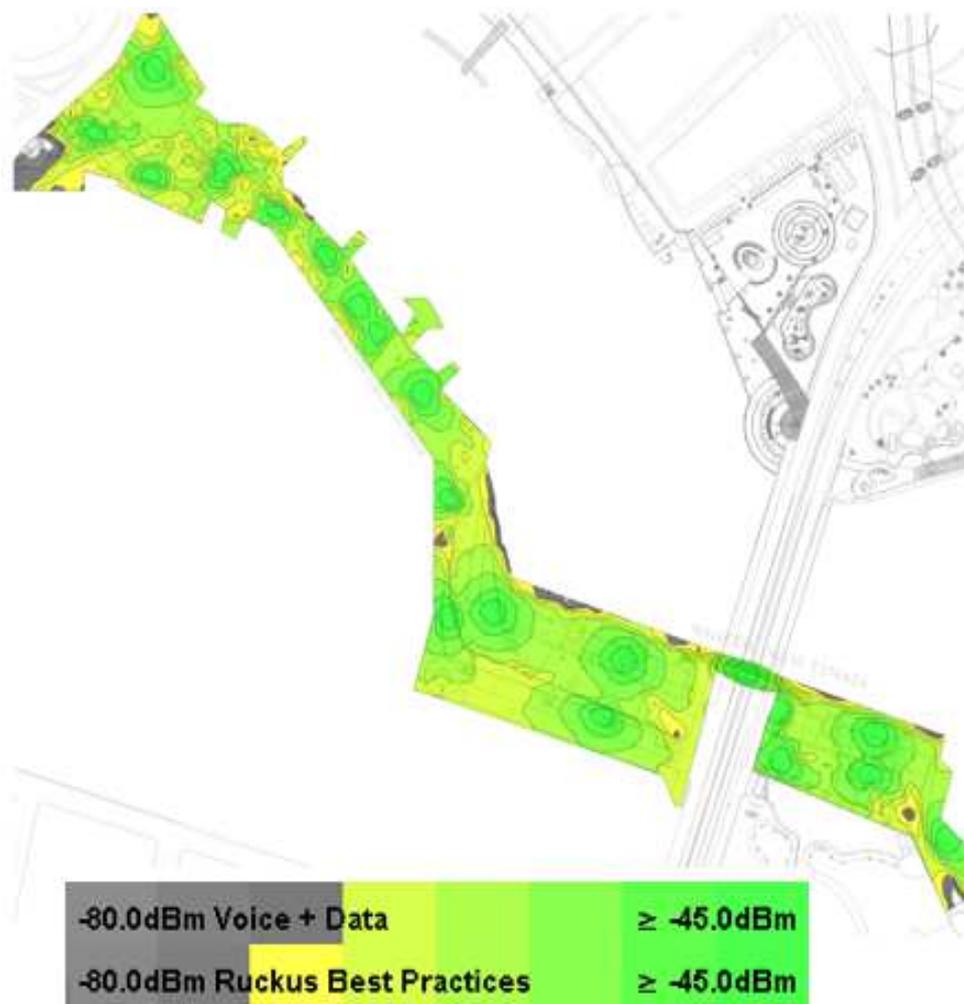


Figura 3. 23: Intensidad de señal para Wifi Malecón del Salado en banda de 2.4 GHz

Elaborado por: Autor

Cobertura de señal para Wifi Malecón del Salado en banda de 5 GHz.

En la gráfica 3.24 se observa la intensidad la señal de los AP en la banda de frecuencia de 5Ghz, en escala de decibelios por colores.



Figura 3. 24: Intensidad de señal para Wifi Malecón del Salado en banda de 5 GHz

Elaborado por: Autor

Velocidad de datos para el estudio de la red Inalámbrica WI-FI en el Malecón del Salado en la banda de 2,4 GHz y 5 GHz.

La velocidad de datos es la velocidad más alta posible para la simulación (medida en megabits por segundo) a la que los dispositivos inalámbricos transmitirán los datos. En la gráfica 3.25 visualizaremos la velocidad en escala a colores en la banda de 2.4Ghz y en la figura 3.26 se observa la velocidad en escala a colores en la banda de 5Ghz, normalmente, el rendimiento real de los datos es aproximadamente la mitad de la velocidad de datos o un poco menos.



Figura 3. 25: Velocidad de datos de la red Wifi Malecón del Salado en banda de 2.4 GHz

Elaborado por: Autor



Figura 3. 26: Velocidad de datos de la red Wifi Malecón del Salado en banda de 5 GHz Elaborado por: Autor

Puntos de acceso asociados para el estudio de la red Inalámbricas WI-FI en el Malecón del Salado

En la gráfica 3.27 se muestra la simulación de los puntos de acceso al que están asociados al área, es decir en qué área de cobertura de un AP estará conectado dicho usuario. La imagen muestra Asociación pronosticada de la intensidad de la señal.



Figura 3. 27: Enumeración de AP y coberturas por áreas
Elaborado por: Autor

El simulador arroja los resultados por punto de acceso colocado, cada AP estará trabajando simultáneamente en las bandas de frecuencia 2.4GHz y 5GHz dado que su característica de doble banda se lo permite. Observar tabla 3.12 para ver los canales y potencia de operación de los AP.

Tabla 3. 12: AP operativos por canales y potencia

AP #	Access Point			
		Canal del AP	Potencia del AP	
1	Ruckus ZoneFlex T300 (1)			
	802.11n	6	6 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 2.4GHz
	802.11ac	161	25 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 5GHz
2	Ruckus ZoneFlex T300 (11)			
	802.11n	6	6 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 2.4GHz
	802.11ac	153	25 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 5GHz
3	Ruckus ZoneFlex T300 (12)			
	802.11n	11	6 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 2.4GHz
	802.11ac	116	25 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 5GHz
4	Ruckus ZoneFlex T300 (14)			
	802.11n	11	6 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 2.4GHz
	802.11ac	56	25 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 5GHz
5	Ruckus ZoneFlex T300 (16)			
	802.11n	1	6 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 2.4GHz
	802.11ac	136	25 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 5GHz
6	Ruckus ZoneFlex T300 (18)			
	802.11n	6	6 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 2.4GHz
	802.11ac	157	25 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 5GHz
7	Ruckus ZoneFlex T300 (2)			
	802.11n	1	6 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 2.4GHz
	802.11ac	108	25 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 5GHz
8	Ruckus ZoneFlex T300 (20)			
	802.11n	11	6 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 2.4GHz
	802.11ac	112	25 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 5GHz
9	Ruckus ZoneFlex T300 (21)			
	802.11n	1	6 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 2.4GHz
	802.11ac	40	25 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 5GHz
10	Ruckus ZoneFlex T300 (3)			
	802.11n	11	6 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 2.4GHz
	802.11ac	44	25 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 5GHz
11	Ruckus ZoneFlex T300 (4)			
	802.11n	6	6 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 2.4GHz
	802.11ac	132	25 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 5GHz
12	Ruckus ZoneFlex T300 (6)			
	802.11n	1	6 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 2.4GHz
	802.11ac	104	25 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 5GHz
13	Ruckus ZoneFlex T300 (7)			
	802.11n	6	6 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 2.4GHz
	802.11ac	124	25 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 5GHz
14	Ruckus ZoneFlex T300 (9)			
	802.11n	1	6 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 2.4GHz
	802.11ac	64	25 Mw	Ruckus ZoneFlex T300 5GHz

Fuente:(Gonzales & Leonardo, 2018)

3.3.5 Datos reales tomados en el malecón.

Según los datos reales tomados en el sitio, se obtuvo como resultados las atenuaciones de la señal, canal y frecuencia en la que trabaja el equipo Ruckus T300 y los usuarios que en este caso se usó una laptop y un smartphone, tomados en las bandas 2.4GHz y 5GHz.

Durante el proceso de inspección en sitio se configuro un equipo Ruckus T300 con las siguientes características:

- Alimentación con un inyector POE
- Asignación de IP 192.168.40.1/24
- Asignación del SSID MALECON SALADO UCSG 2.4 GHz y 5 GHz para las 2 bandas de frecuencia en 802.11n y 802.11ac respectivamente.

El programa a utilizar es el WI-FI Analyzer para la medición del espectro en las dos bandas, según las características del equipo Ruckus T300 para tener una buena conectividad de internet es necesario tener no más de -70dBm de potencia recibida por el AP para así satisfacer la demanda establecida de una buena conectividad.

La primera lectura se realizó con una computadora laptop conectada a 15m de distancia del punto de acceso, la figura 3.28 muestra que el SSID se encuentra transmitiendo en el canal 2, en el protocolo 802.11n y con un ancho de banda de 20 MHz y con atenuación de -19dBm, lo que nos quiere decir que está trabajando dentro del rango de una correcta conectividad.

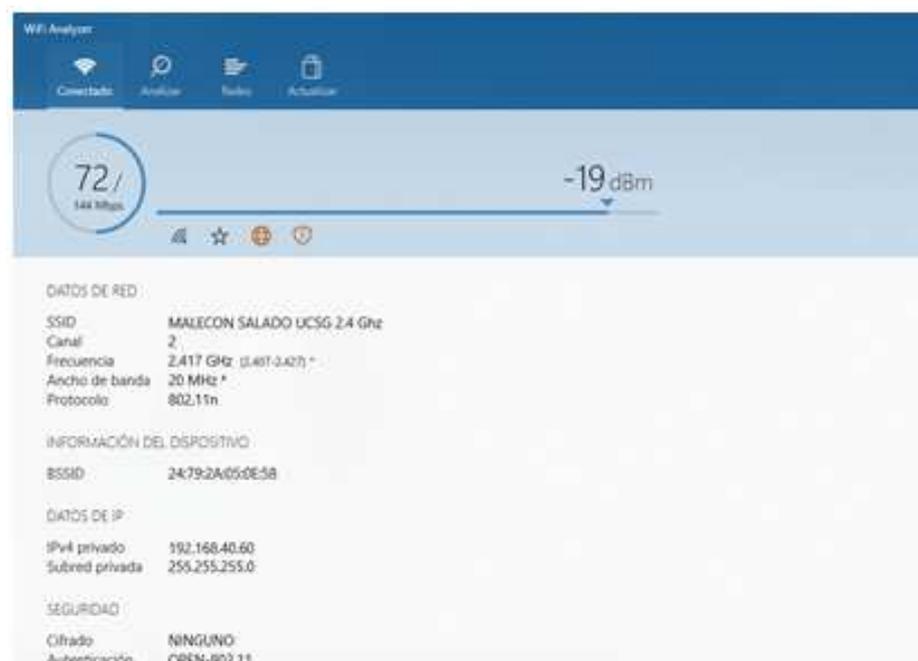


Figura 3. 28: Lectura de espectro en la banda 2.4GHz

Elaborado por: Autor

En la misma primera lectura, en la gráfica 3.29 también se puede observar que el SSID MALECON SALADO UCSG 2.4 GHz es la señal con más intensidad dentro de la banda de frecuencias que está saturada en 2.4 GHz.



Figura 3. 29: Lectura del espectro en la banda 2.4 GHz

Elaborado por: Autor

En la segunda lectura realizada con una laptop conectada a una distancia de 35m de distancia del punto de acceso, la figura 3.30 muestra que el SSID se encuentra en canal 6, transmitiendo en el protocolo 802.11n con banda de 20 MHz con una potencia de -59dBm, es decir trabajando dentro del rango de una correcta conectividad.



Figura 3. 30: Lectura de espectro en la banda 2.4GHz

Elaborado por: Autor

La figura 3.31 nos muestra los datos obtenidos con el equipo conectado a una distancia de 50m del punto de acceso, es decir el rango máximo de la capacidad de funcionamiento óptimo del equipo Ruckus T300 en la que se tiene que cumplir con la demanda establecida, el detalle de la captura muestra que el SSID se encuentra en canal 5 transmitiendo en el protocolo 802.11n con un ancho de banda de 20 MHz con una potencia de -68dBm con el porcentaje más óptimo de señal a mayor distancia del lugar.

Estos datos nos demuestran que a distancias de hasta 40 metros del AP los dispositivos tienen un alcance de conexión muy estable y entrando en el rango máximo es decir de 50 metros en adelante la potencia de la señal se disminuirá y causara problemas de inestabilidad de conexión, para esto 14 AP distribuidos a distancias aproximadas de 45 a 50 metros son los ideales para la red del Malecón del Salado.

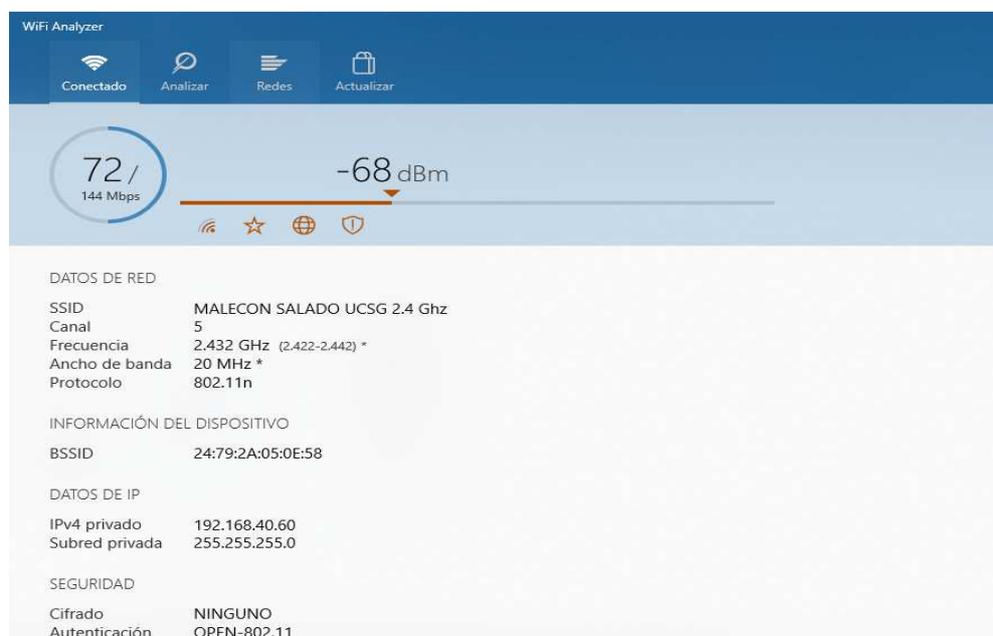


Figura 3. 31: Lectura de espectro en la banda 2.4GHz

Elaborado por: Autor

También se realizó pruebas con un smartphone a una distancia aproximada de 40 metros del AP, analizando ambas frecuencias de 2.4GHz y 5GHz, obteniendo canales, protocolo, velocidad de navegación y la potencia de la señal.

Obteniendo como resultado simultaneo en lectura de ambas frecuencias: canales, protocolos y potencia de señales diferentes entre sí, pero permitiendo conectividad en cualquiera de las dos bandas de frecuencia con una potencia de señal dentro de la distancia más óptima.

A su vez también se visualiza en forma de escala grafica que el espectro en la banda 5GHz no se encuentra saturado como en el de 2.4GHz y trabajando en el canal 124, con el parámetro IEEE 802.11AN con una potencia de señal de -67dBm, haciendo completamente operativa la transmisión de datos vía WI-FI en la red del malecón del salado, tal como se observa en la figura 3.32.

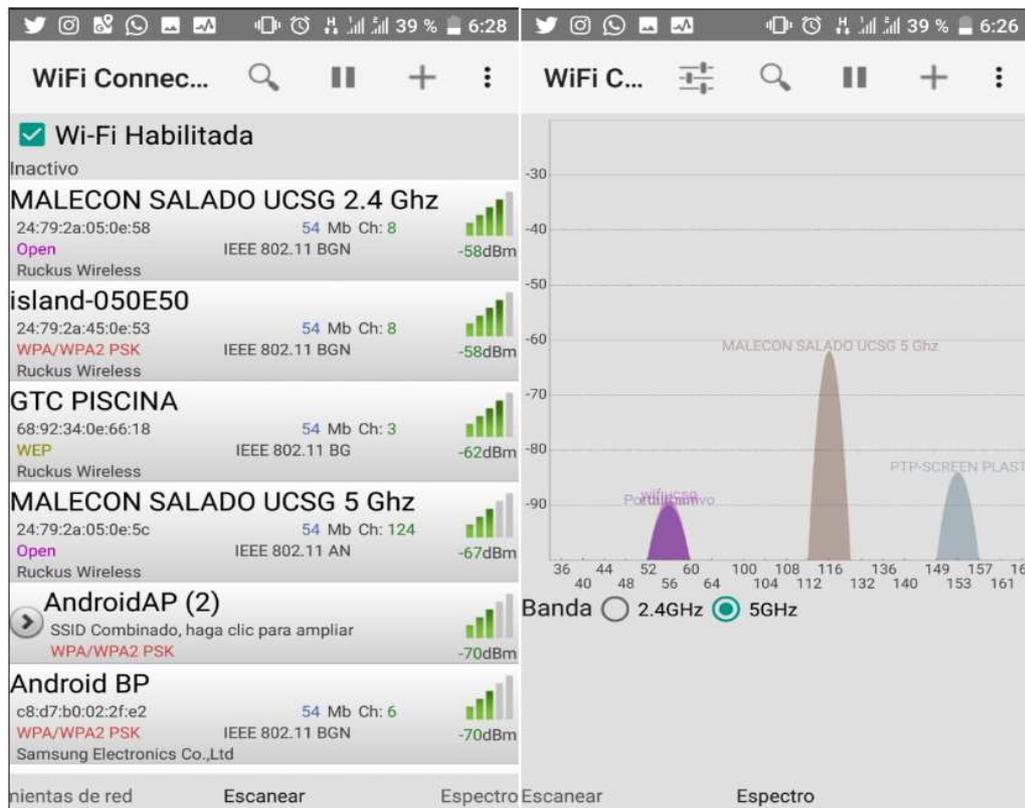


Figura 3. 32: Lectura de espectro en las bandas 2.4GHz y 5GHz del Malecón del Salado

Elaborado por: Autor

La banda de frecuencia de 2.4GHz es la banda de frecuencia más utilizada por los dispositivos electrónicos, pero se encuentra saturada y no se recomienda tanto, aunque tenga un mayor rango de cobertura que la 5GHz su tasa de transmisión de datos es menor.

La banda de frecuencia de 5GHz es menos utilizada y no está saturada por lo que se la recomienda a utilizar ya que tiene una mayor tasa de transmisión de datos y es la demanda que se quiere satisfacer, pero tiene una cobertura mucho menor a la de 2.4Ghz.

Es esencial que los equipos se ubiquen a una altura no mayor de 4 metros y a pequeñas distancias para formar células de conexión inalámbrica.

Análisis de Resultados

Los resultados obtenidos por las mediciones reales tomadas en el Malecón del Salado tienen los siguientes resultados en diferencia a la simulación.

En la simulación realizada en la banda de 2.4Ghz y 5Ghz se obtienen resultados de intensidad de señal de -80dBm en los puntos más alejados del AP es decir en su máximo rango de trabajo que son 50metros, pero en la práctica en su rango máximo de trabajo de 50 metros se obtienen intensidad de señal de -70dBm, que es la intensidad mínima requerida para un buen funcionamiento de los equipos Ruckus T300.

De igual forma se analiza la simulación de la velocidad de datos, obteniendo como resultado que en las bandas de frecuencia de 2.4Ghz y 5GHz se tienen velocidades de transmisión de datos de 120 Mb/s y 140Mb/s en casi todo el rango de acción, y en las zonas que la velocidad es menor tiene velocidades aproximadas de 70Mb/s, pero en la práctica se obtiene un solo valor de velocidad de transmisión real de 72Mb/s dicho valor es obtenido en la terraza del malecón ya que es el lugar que se encuentra

sujeto a varias condiciones climáticas y hace que la velocidad de transmisión sea menor a la simulada en la parte interior y exterior del malecón.

Dichos valores indican que la red WI-FI diseñada para el malecón del Salado cumple con una velocidad de transmisión mínima de 72Mb/s y con una atenuación no mayor a -70dBm, lo cual certifica que los equipos Ruckus T300 a utilizarse cumplen con la función requerida haciendo de esta una red WI-FI funcional en el caso de una futura implementación.

3.4 Presupuesto económico aproximado.

Para alcanzar lo indicado en el cuarto objetivo específico, se presenta en la tabla 3.13 valores aproximados del costo de la red WI-FI diseñada para el Malecón del Salado, los precios establecidos de los materiales son por valor de compra mas no de alquiler de equipos. El valor de la mano de obrar varía dependiendo la cantidad de días que demore la instalación del proyecto, es decir el valor unitario establecido multiplicado por los días que demore la instalación.

Tabla 3. 13: Presupuesto económico aproximado del diseño de la red WI-FI

Equipos, materiales y mano de obra			
Obra Civil	Cantidad	Valor unitario	Total
Rack de piso 45 UR	2	\$254	\$508
Postes metálicos con base reforzada de cemento	2	\$1,600	\$3,200
Materiales			
Bobina de cable UTP 6ª – Area 1	1	\$300	\$300
180 metros de cable UTP – Area 2	1	\$220	\$220
1200 metros de FO	1200	\$0.90	\$1,080
Switch POE de 16 puertos	2	\$18	\$36
Transceiver	16	\$25	\$400
Ruckus T300	14	\$690	\$9,660
Ruckus ZoneDirector 3000	1	\$4,900	\$4,900
POE	3	\$20	\$60
Mano de obra			
Cuadrilla de técnicos	2	275	\$550
TOTAL			\$20,914

Elaborado por: Autor

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones.

Durante el presente trabajo de investigación se logró obtener las siguientes conclusiones:

1. Se logró describir la posición geográfica y la infraestructura del Malecón del Salado permitiendo conocer las dimensiones y características que se necesitaron para definir los equipos a utilizarse en la red.
2. Se estableció que los equipos Ruckus T300 a utilizarse son los indicados para la distribución de la señal de la red ya que en la práctica cumple con los requerimientos necesarios para que la red diseñada cuente con una conectividad estable y óptima velocidad de navegación.
3. El diseño de la red WI-FI cumple con las pruebas técnicas reales y simuladas que lo hacen un diseño confiable y seguro en el caso de darse una futura implementación.
4. El presupuesto aproximado se lo ha elaborado en base a la compra de los equipos, al precio actual que bordea el mercado.

4.2. Recomendaciones.

1. Se recomienda para una futura implementación el análisis completo de los permisos de construcción dentro del Malecón de Salado para poder ser ejecutado con las normas vigentes.
2. Para este tipo de sitios que se ven afectados por cambios climáticos al aire libre, se recomienda utilizar equipos de gama alta para exteriores que son los que cuentan con las especificaciones técnicas necesarias para cumplir con una excelente calidad de servicio a ofrecer.
3. Es recomendable que los equipos y mini postes no estén a una altura superior a los 4 metros para así tener un rango de acción más eficiente en cuanto a potencia de señal.
4. Para satisfacer la demanda de una alta transmisión de datos se recomienda que la red WI-FI trabaje en la banda de frecuencia de 5GHz ya que cuenta con mayor velocidad de transmisión de datos que la banda de 2.4GHz

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, J. (2016). Un 65 % de Guayaquil se asienta sobre tierras arcillosas. Recuperado el 30 de julio de 2018, de <http://www.expreso.ec/vivir/un-65-de-guayaquil-se-asienta-sobre-tierras-arcillosas-FH292160>
- Andreu, J. (2011). *Redes inalámbricas (Servicios en red)*. Editex.
- Arcotel. (2015). Espectro Radioeléctrico. Recuperado el 11 de julio de 2018, de <http://www.arcotel.gob.ec/espectro-radioelectrico-2/>
- Arris, compani. (2013). ZoneDirector 3000. Recuperado el 25 de julio de 2018, de <https://www.ruckuswireless.com/products/system-management-control/zonedirector-controllers/zonedirector-3000>
- Blázquez, J. P. (2015). Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos. *academia.edu*, 30.
- Cherry, D. (2014). *Fundamentos da Privacidade Digital: Ferramentas para Proteger suas Informações Pessoais e sua Identidade na Internet*. Elsevier Brasil.
- Cisco, public. (2018). 802.11ac: The Fifth Generation of Wi-Fi Technical White Paper, 20.
- Cueva, R. A. L., Jiménez, C. B. F., & Maldonado, C. A. M. (2016). Análisis del desempeño en un enlace descendente de redes basadas en los estándares IEEE 802.11b, IEEE 802.11n y WDS. / Performance analysis of downlink networks based on standards IEEE 802.11b, IEEE 802.11n and WDS / Performance analysis of down-link. *RECI Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática*, 5(10), 1–19.
- El Comercio. (2016). El Malecón 2000 es el lugar más visitado de Guayaquil. Recuperado el 25 de julio de 2018, de

<http://www.elcomercio.com/actualidad/malecon-lugar-visitado-guayaquil-turismo.html>

El Universo, diario. (2017). Guayaquil supera a Quito en número de visitas de extranjeros | Comunidad | Guayaquil | El Universo [Diario].

Recuperado el 18 de julio de 2018, de

<https://www.eluniverso.com/guayaquil/2017/07/05/nota/6265951/guayaquil-supera-quito-numero-visitas-extranjeros>

Gonzales, B., & Leonardo, C. (2018). Estudio técnico del acceso de internet público y de factibilidad para su implementación en centros turísticos del balneario Ballenita de la provincia de Santa Elena. Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10221>

Harris, D. C. (2014). *Análisis químico cuantitativo*. Reverte.

IEEE Sección Argentina | Instituto de Ingenieros en Electricidad y Electrónica Sección Argentina. (2018). Recuperado el 17 de septiembre de 2018, de <http://www.ieee.org.ar/index.asp>

Martínez, D. R. (2005). *Comunicaciones en redes WLAN: WiFi, VoIP, multimedia, seguridad*. Creaciones Copyright.

Medina, W. (2017). *El Campo Eléctrico: Serie Problemas Resueltos de Electricidad. Volumen 2*. Independently Published.

Observatorio, turístico. (2016). GUAYAQUIL CUENTA CON UN OBSERVATORIO TURÍSTICO | Bienvenidos a Guayaquil. Sitio web oficial turístico de la ciudad. Recuperado el 18 de julio de 2018, de <http://www.guayaquilesmidestino.com/es/noticias/guayaquil-cuenta-con-un-observatorio-turistico>

Papacetz, F. M. A. (2003). Wireless Personal Area Network (WPAN) a Home Networking. Recuperado el 10 de julio de 2018, de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/archundia_p_fm/

- Pellejero, I., Andreu, F., & Lesta, A. (2006). *Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN: de la teoría a la práctica*. Marcombo.
- Robledo, F. H. (2014). *Riesgos Físicos II: Iluminación*. Ecoe Ediciones.
- Ruckus. (2018). Ruckus. Recuperado el 25 de julio de 2018, de <https://www.telalca.com/ruckus/>
- Segovia, L. O. (2000). *“La descentralización en el Ecuador”: avatares de un proceso inconcluso*. Editorial Abya Yala.
- Tutiven, A. (2016). Propuesta de red inalámbrica Wi-Fi para servicio de Internet, para el Centro Histórico Patrimonial de la ciudad de Zaruma provincia de El Oro. Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/6600>
- WeatherSpeak. (2016). Clima promedio en Guayaquil, Ecuador, durante todo el año - Weather Spark. Recuperado el 18 de julio de 2018, de <https://es.weatherspark.com/y/19346/Clima-promedio-en-Guayaquil-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-BestTime>
- Windfinder. (2016). Windfinder.com - Tide calendars / prediction Guayaquil Aeropuerto. Recuperado el 30 de julio de 2018, de https://www.windfinder.com/tide/guayaquil_aeropuerto

GLOSARIO

AP - Access Point: Puntos de accesos, ubicaciones de routers que transmiten señal.

Atenuación: Pérdida o degradación de la intensidad de señal.

Ekahau Site Survey Pro: Programa de simulaciones profesionales para redes inalámbricas.

Fibra Óptica: Filamento de material dieléctrico capaz de conducir y transmitir señales a través de impulsos luminosos de uno extremo a otro a una gran velocidad.

FTTx – Fiber To The: Denominación para el tipo de acceso por fibra óptica, fibra hasta la casa, edificio, acera y barrio.

IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers: Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos, encargados de dar normativas a las comunicaciones inalámbricas y otro tipo de comunicaciones.

ISP – Internet Service Provider: El proveedor de servicio de internet se encarga de ofrecer internet a los usuarios como el caso de las empresas.

POE – Energy on Ethernet: Energía sobre ethernet, es un dispositivo que permite la conducción eléctrica por medio del cable UTP.

Red de Acceso: Red primaria por el que la empresa lleva el servicio a un lugar determinado.

RF: Radio frecuencias, frecuencias de radio que se transmiten por el espectro radioeléctrico.

SSID - Service Set Identifier: Secuencia de 32 caracteres para la denominación de una red inalámbrica para identificarlos.

Transceiver - transmisores/receptores: Son unos dispositivos que utiliza para lograr interconexión entre un cable de fibra óptica y un cable UTP.

UTP: par trenzado sin blindaje, son cables que se utilizan para diferentes tecnologías de redes locales.

VoIP - Voice over IP: es un conjunto de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando el protocolo de internet o IP.

WI-FI Analyzer: Analizador de WI-FI es una aplicación o programa para analizar espectros en redes inalámbricas WI-FI.

WI-FI – Wireless-Fidelity: Fidelidad inalámbrica o sin cables.

WLAN – Wireless Local Area Network: una red inalámbrica de área local es una de las redes más utilizada con un rango de acción de hasta 100 metros como por ejemplo el WI-FI.

WIMAX - Worldwide Interoperability for Microwave Access: Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas, es un estándar de transmisión inalámbrica de datos con mayor rango de acción que el WI-FI.

3G y 4G: tercera generación y cuarta generación, denominaciones de las generaciones de transmisiones de datos.



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Madrid Navia, Iván Daniel** con C.C: # 092115553-7 autor del Trabajo de Titulación: **Estudio y diseño de una red inalámbrica pública WI-FI en el malecón del Salado de la ciudad de Guayaquil** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 11 de septiembre de 2018

f. _____

Nombre: Madrid Navia, Ivan Daniel

C.C: 092115553-7

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Estudio y diseño de una red inalámbrica pública WI-FI en el malecón del Salado de la ciudad de Guayaquil		
AUTOR(ES)	MADRID NAVIA, IVAN DANIEL		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. CARLOS. ROMERO ROSERO		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Telecomunicaciones		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	11 de septiembre de 2018	No. DE PÁGINAS:	79
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistemas Microcontroladores y Comunicaciones Inalámbricas		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	WI-FI, FTTC, Simulador, Frecuencia, Propagación, Atenuación, AP		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El presente trabajo de titulación está basado en el estudio y diseño de una red inalámbrica WI-FI para el Malecón del Salado de la ciudad de Guayaquil, proponiendo un acceso y navegación eficiente de internet por medio del estándar FTTC como red de acceso y con un diseño tipo mesh para el despliegue de la red WI-FI, para el cual se utilizó el simulador Ekahau Site Suvery Pro para realizar las respectivas pruebas de la red en las bandas de frecuencia 2.4GHz y 5GHz permitiendo observar las características de propagación y atenuación de la señal transmitida; luego se procedió a realizar pruebas reales con el equipo Ruckus T300 a utilizarse como Access Point, demostrando así resultados casi similares a los datos otorgados por el simulador y comprobando que el diseño propuesto de la red WI-FI a utilizarse cumple con las demandas establecida por la encuesta realizada a los visitantes del Malecón del Salado.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593981379948	E-mail: danielmn88@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Palacios Meléndez Edwin Fernando		
	Teléfono: +593-9-68366762		
	E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			