



# **ESPE**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**EXTENSIÓN LATACUNGA**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA**

**“DIMENSIONAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED  
INALÁMBRICA CON ESTÁNDAR 802.11 PARA EL CASINO DE  
VOLUNTARIOS DE LA 13 BI “PICHINCHA”.**

**Monografía presentada como requisito previo a la obtención  
del Título:**

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.**

**CBOS. ELEC. HURTADO LOZADA DIEGO DANILO**

**CBOS. ELEC. GUILCAPI DUCHI LUIS ALFONSO**

**Latacunga-Ecuador**

**FEBRERO 2014**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE  
EXTENSIÓN LATACUNGA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA  
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, CBOS. ELEC. HURTADO LOZADA DIEGO DANILO Y  
CBOS. ELEC. GUILCAPI DUCHI LUS ALFONSO.

**DECLARO QUE:**

El proyecto de grado denominado **“DIMENSIONAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA UTILIZANDO EL ESTANDAR 802.11 PARA EL CASINO DE VOLUNTARIOS DE LA BRIGADA DE INFANTERIA N° 13 “PICHINCHA”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Febrero del 2014.

**HURTADO L. DIEGO D.  
CBOS. ELEC**

**GUILCAPI D. LUIS A.  
CBOS. ELEC**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE  
EXTENSIÓN LATACUNGA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA**

**CERTIFICADO**

DRA. MÓNICA HUERTA (DIRECTOR)

ING. DAVID RIVAS LALAEO (CODIRECTOR)

**CERTIFICAN:**

Que el trabajo titulado **“DIMENSIONAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA UTILIZANDO EL ESTÁNDAR 802.11 PARA EL CASINO DE VOLUNTARIOS DE LA BRIGADA DE INFANTERÍA N° 13 “PICHINCHA”**, realizado por los señores: **CBOS. ELEC. HURTADO LOZADA DIEGO DANILO Y CBOS. ELEC. GUILCAPI DUCHI LUIS ALFONSO** ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de la Fuerzas Armadas a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, SI recomiendan su publicación. El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autorizan a los señores: **CBOS. ELEC. HURTADO LOZADA DIEGO DANILO Y CBOS. ELEC. GUILCAPI DUCHI LUIS ALFONSO** que lo entregue al **ING. JOSÉ BUCHELI ANDRADE**, en su calidad de Director de Carrera.

Latacunga, Febrero del 2014

DRA. MÓNICA HUERTA  
**DIRECTOR**

ING. DAVID RIVAS  
**CODIRECTOR**

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE  
EXTENSIÓN LATACUNGA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA**

**AUTORIZACIÓN**

Nosotros, CBOS. ELEC. HURTADO LOZADA DIEGO DANILO Y  
CBOS. ELEC GUILCAPI DUCHI LUIS ALFONSO.

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE la  
publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo  
**“DIMENSIONAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED  
INALÁMBRICA UTILIZANDO EL ESTÁNDAR 802.11 PARA EL  
CASINO DE VOLUNTARIOS DE LA BRIGADA DE INFANTERÍA  
Nº 13 “PICHINCHA”** cuyo contenido, ideas y criterios son de  
NUESTRA exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Febrero del 2014

**HURTADO L. DIEGO D.  
CBOP. ELEC.**

**GUILCAPI D. LUIS A.  
CBOS. ELEC.**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre, por haberme dado la vida y enseñarme que todo lo que se quiere se puede con perseverancia y constancia. A mi padre, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí. A mi esposa por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. Por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

A mi hija Emily, a quien quiero mucho con todo mi vida, te amo infinitamente hija querida.

Diego Danilo Hurtado Lozada.

## DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fuerza para continuar cuando a punto de caer he estado; por todo esto, con la humildad de mi corazón puedo emanar, dedico primeramente este trabajo a Dios.

De igual manera, dedico este trabajo de tesis a mi madre que está en el cielo que sola supo formarme con buenos sentimientos, valores y hábitos, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi hermano y mi hermana que siempre me han brindado su apoyo, muchas veces poniéndose en el papel de padres.

A mi abuelo que me cuidó en mis primeros años de vida, el cual a pesar de haberlo perdido, ha estado siempre cuidándome y guiándome desde el cielo.

Al hombre que me dio la vida, el cual a pesar de que lo perdí a temprana edad, ha estado cuidándome y guiándome desde el cielo.

Luis Alfonso Guilcapi Duchi.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por acompañarme todos los días. A mi Mami quien más que una buena madre ha sido mi mejor amiga, me ha consentido y apoyado en lo que me he propuesto y sobre todo ha sabido corregir mis errores. A mi Padre por ser quien me dio la formación y el ejemplo para ser un buen hijo, un buen padre y enseñarme el valor de las cosas, en mis logros, siempre estas presente en mi corazón y mente. A mi hermano y hermanas por ser unos grandes amigos para mí, que juntos hemos pasado momentos inolvidables y que son muy importantes en mi vida.

A mi Esposa Andrea por ser la mujer más tierna de este mundo, la que siempre ve por mí y lo da todo por nosotros, A mi Hija Emily por ser la luz que ilumina mi vida y me da la fuerza necesaria para ser cada día mejor. A toda mi familia son lo más bello que Dios ha puesto en mi camino y por quienes estoy inmensamente agradecido.

A mis queridos docentes que todo este tiempo me han ayudado a tener todas las herramientas necesarias para poder ser un profesional de excelencia gracias por todos esos conocimientos compartidos.

A mi querida institución que me abrió las puertas y me dio la oportunidad de ser un profesional hoy le puedo decir gracias y misión cumplida.

Diego Danilo Hurtado Lozada.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar le doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

A la **UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPEL**, por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mi madre, que en el trayecto de mi vida me demostró su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, y en especial a mi profesor el Ing. Armando Alvares por sus consejos, sus enseñanzas y más que toda su amistad.

Luis Alfonso Guilcapi Duchi.

## ÍNDICE

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....	ii
CERTIFICADO.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN .....	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO 1.....	3
1    INTRODUCCIÓN: .....	4
1.1    ANTECEDENTES:.....	5
1.2    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: .....	6
1.3    JUSTIFICACIÓN: .....	7
1.4    OBJETIVO GENERAL: .....	8
1.5    OBJETIVO ESPECIFICO: .....	8
1.5.1    Estudiar las características de las redes WiFi. ....	8
1.5.2    Diseñar el enlace entre los puntos de transmisión y recepción. ...	8
1.5.3    Realizar las instalaciones del cableado estructurado. ....	8
1.5.4    Verificar el funcionamiento de los enlaces. ....	8

CAPÍTULO 2.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2    INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE DATOS.....	10
2.1    Redes de Computadoras .....	10
2.2    Introducción a las redes. ....	11
2.3    Elementos que integran una red.....	11
2.4    Medios de transmisión guiados. ....	11
2.4.1    Cable Coaxial .....	12
2.4.2    Par trenzado .....	14
2.4.3    Fibra óptica.....	15
2.5    Medios de transmisión no guiados.....	16
2.5.1    Ondas de Radio .....	16
2.5.2    Microondas .....	16
2.5.3    Infrarrojos .....	17
2.5.4    Láser.....	17
2.6    Tipos de redes .....	17
2.6.1    Según su Tamaño .....	18
2.6.2    Según su tecnología de transmisión. ....	21
2.6.3    Según el tipo de transferencia de Datos.....	23
2.7    Tipos de Topologías. ....	24
2.7.1    Topología en Estrella. ....	24
2.7.2    Topología en Bus. ....	25
2.7.3    Topología Anillo. ....	25
2.7.4    Topología Árbol.....	26
2.7.5    Topología Malla. ....	26

2.8	Arquitectura.....	27
2.8.1	Modelos OSI.....	27
2.8.2	Modelos TCP/IP.....	30
CAPITULO 3.....		34
3	FUNDAMENTOS DE LAS REDES INALÁMBRICAS.....	35
3.1	Introducción a las redes inalámbricas. ....	35
3.2	Definición de una red inalámbrica. ....	36
3.3	Estándar.....	36
3.4	Redes inalámbricas del estándar IEEE 802.11.....	37
3.4.1	IEEE 802.11a.....	38
3.4.2	IEEE 802.11b.....	38
3.4.3	IEEE 802.11g.....	39
3.4.4	IEEE 802.11h.....	39
3.4.5	Estándar 802.11ac.....	39
3.4.6	IEEE 802.11n.....	40
3.5	Elementos que integran una red inalámbrica. ....	41
3.5.1	AP (Acces Point).....	41
3.5.2	Adaptador de red:.....	41
3.5.3	Antenas.....	42
3.6	Topologías de redes inalámbricas. ....	42
3.6.1	IBSS (Independent Basic Service Set).....	42
3.6.2	BSS (Basic Service set). ....	43
3.7	Características de las redes inalámbricas. ....	44
3.7.1	Movilidad.....	44
3.7.2	Simplicidad y rapidez.....	44

3.7.3	Flexibilidad .....	44
3.7.4	Costo de propiedad reducido .....	44
3.7.5	Escalabilidad .....	44
3.8	Seguridad en redes inalámbricas .....	45
3.8.1	Mecanismos de seguridad .....	46
3.8.2	Autenticidad y privacidad .....	47
3.9	Arquitectura de la Red .....	48
3.9.1	Arquitectura Punto a Punto .....	48
3.9.2	Arquitectura Punto a multipunto .....	49
3.9.3	Arquitectura Celular .....	50
3.9.4	Arquitectura Mesh .....	51
CAPITULO 4.....		52
4	DESARROLLO .....	53
4.1	Levantamiento de la información.....	53
4.2	Software a utilizar.....	55
4.2.1	Software Chanalyzer.....	55
4.2.2	Software InSSIDer.....	56
4.2.3	Ekaheu HeatMapper. ....	57
4.2.4	Airlink.....	58
4.3	Análisis espectral. ....	58
4.4	Equipos a instalar.....	59
4.4.1	Ubiquiti Nanostation 5.....	59
4.4.2	Unifi UAP-LONG Range 2.4GHz. ....	61
4.5	Configuración de equipos Ubiquiti.....	64
4.5.1	Configuración de la IP fija de su PC .....	64

4.5.2	Configuración de la antena Tx. ....	65
4.5.3	Configuración de Antena Rx.....	67
4.5.4	Configuración Long Range 2.4GHz.....	68
4.5.5	Descripción de la Arquitectura. ....	74
4.5.6	Dimensionamiento.....	76
4.5.7	Aplicación de la red. ....	77
4.6	Implementación de la Red. ....	78
4.6.1	Funcionamiento de la Red. ....	82
4.7	Tabla de presupuesto. ....	84
CAPITULO 5.....		85
5	RESULTADOS .....	86
5.1	Análisis de Resultados. ....	86
5.2	Pruebas de Equipos. ....	86
5.2.1	Pruebas con InSSIDer. ....	86
5.3	Pruebas de comunicación de Red. ....	88
5.4	Resultado de pruebas de la Red. ....	88
CAPITULO 6.....		90
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	91
6.1	CONCLUSIONES. ....	91
6.2	RECOMENDACIONES. ....	92
7	BIBLIOGRAFÍA.....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°. 3.1: Estándar 802 de IEEE .....	37
TABLA N°. 3.2: Familias de Estándares 802.11 .....	41
TABLA N°. 4.1: Coordenadas de los puntos de conexión .....	54
TABLA N°. 4.2: Especificaciones de la antena .....	60
TABLA N°. 4.3: Especificaciones técnicas del UAP-Long Range 2.4GHZ .....	63
TABLA N°. 4.4: Consumo del Internet .....	76
TABLA N°. 4.5: Presupuesto. ....	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Redes de computadoras.....	10
Figura 2.2: Clasificación de los medios de transmisión (Fuente Propia).....	12
Figura 2.3: Cable coaxial .....	12
Figura 2.4: Tipos de cable Par trenzado. ....	14
Figura 2.5: Partes de la Fibra óptica. ....	15
Figura 2.6: Microondas.....	17
Figura 2.7: Redes PAN .....	18
Figura 2.8: Redes LAN.....	19
Figura 2.9: Redes CAN. ....	19
Figura 2.10: Redes Metropolitana. ....	20
Figura 2.11: Redes WAN. ....	20
Figura 2.12: Redes GAN.....	21
Figura 2.13: Redes GAN.....	22
Figura 2.14: Red Punto a Punto. ....	22
Figura 2.15: Red de trasmisión simplex. ....	23
Figura 2.16: Red Half-Duplex.....	23
Figura 2.17: Red Full Duplex.....	24
Figura 2.18: Topología Estrella.....	24
Figura 2.19: Topología en Bus.....	25
Figura 2.20: Topología Anillo. ....	25
Figura 2.21: Topología Árbol. ....	26
Figura 2.22: Topología Malla.....	27
Figura 2.23: Capas del modelo OSI. ....	27
Figura 2.24: Comunicación entre capas del modelo OSI.....	28
Figura 2.25: Subcapas de la capa de Enlace. ....	29
Figura 2.26: Modelo de referencia TCP/IP. ....	31
Figura 3.1: Dispositivos de comunicaciones inalámbricas. ....	36
Figura 3.4: Tipos de antenas.....	42

Figura 3.5: Interrelación del Conjunto de Servicios Básicos	
Independientes .....	43
Figura 3.6: Interrelación del Conjunto de Servicios Básicos.....	43
Figura 3.7: Arquitectura punto a punto .....	49
Figura 3.8: Arquitectura punto multipunto .....	50
Figura 3.9: Arquitectura Celular .....	50
Figura 3.10: Arquitectura Mesh.....	51
Figura 4.1: Perfil topográfico .....	53
Figura 4.2: Ubicación de las antenas.....	54
Figura 4.3: Software Chanalyzer .....	56
Figura 4.4: Software InSSIDer .....	56
Figura 4.5: Ekahau HeatMapper.....	57
Figura 4.6: Software de Airmax. ....	58
Figura 4.7: Análisis espectral. ....	59
Figura 4.8: Antenas NanoStation5 .....	60
Figura 4.9: Unifi UAP-Long Range 2.4GHz .....	61
Figura 4.10: Configuración de las IP .....	64
Figura 4.11: Conexión de la antena TX a la computadora .....	64
Figura 4.12: Configuración de la antena en la pestaña network ....	65
Figura 4.13: Configuración de la antena en la pestaña wireless. ..	66
Figura 4.14: Ventana de Aplicación. ....	67
Figura 4.15: Configuración de Wireless. ....	68
Figura 4.16: Instalación de controlador Unifi. ....	69
Figura 4.17: Buscando Controlador Unifi. ....	69
Figura 4.18: Controlador Unifi Encontrado. ....	70
Figura 4.19: Selección de País. ....	70
Figura 4.20: Selección de dirección Mac. ....	71
Figura 4.21: Nombre de red y Clave .....	71
Figura 4.22: Nombre de Administrador y Clave del sistema .....	72
Figura 4.23: Autenticación del Sistema .....	72
Figura 4.24: Ubicación de Unifi Long Range.....	73

Figura 4.25: Administración de usuarios en espera. ....	73
Figura 4.26: Administración de Usuarios Aceptados. ....	74
Figura 4.27: Esquema de la arquitectura propuesta. ....	75
Figura 4.28: Dimensionamiento de la red wifi. ....	76
Figura 4.29: Medidor de velocidad. ....	77
Figura 4.30: Simulador Airlink. ....	78
Figura 4.31: Cálculos de cobertura del enlace. ....	79
Figura 4.32: Conexión del Router y PoE. ....	79
Figura 4.33: Instalación de Antena transmisora. ....	80
Figura 4.34: Instalación de Antena receptora en el casino. ....	81
Figura 4.35: Instalación de la Antena Omnidireccional en el casino. ....	81
Figura 4.36: Conexión de Wireless del computador. ....	82
Figura 4.37: Clave de seguridad de la Red. ....	83
Figura 4.38: Conexión de la Red implementada en el casino. ....	83
Figura 4.39: Página de navegación con la Red “casino13bi”. ....	84
Figura 5.1: Análisis espectral en la parte norte del casino. ....	87
Figura 5.2: Análisis espectral de la parte sur del casino. ....	87
Figura 5.3: Análisis espectral de la centro parte sur del casino ....	88
Figura 5.4: Personal militar utilizando el Internet en el casino. ....	89

## **RESUMEN**

En la actualidad uno de los desarrollos tecnológicos que ha logrado captar la atención y el interés de muchas personas y empresas son las comunicaciones inalámbricas. Este tipo de tecnología permite establecer comunicación mediante conexiones de alta velocidad, sin cable, logrando dar servicios a diferentes dispositivos al mismo tiempo. Los dispositivos inalámbricos se conectan entre sí a fin de proporcionar a los usuarios métodos más sencillos y transparentes permitiendo tener un fácil acceso a la información en Internet. Con este proyecto se propone un Dimensionamiento e implementación de una red inalámbrica utilizando el estándar 802.11 para el casino de voluntarios de la brigada de Infantería N° 13 "PICHINCHA".

La red diseñada permitirá a los militares acceder a las distintas aplicaciones disponibles en Internet como lo pueden ser: acceso a páginas WEB, al correo electrónico y a de Voz sobre IP, entre otros. Este proyecto permitirá a los militares, que estén asignados a dicha brigada de infantería, establecer comunicación con sus familiares y amigos que usualmente están en zonas alejadas, logrando minimizar los problemas de comunicación y desintegración familiar.

## **ABSTRACT**

Currently one of the technological developments that has captured the attention and interest of many people and businesses are wireless communications. This technology allows you to communicate via high-speed connections, wireless, succeeding in giving services to different devices simultaneously. Wireless devices are connected together to provide users with simple and transparent methods allowing easy access to information on the Internet. With this project, a sizing and implementation of a wireless network is proposed using the 802.11 standard for casino Volunteer Infantry Brigade 13 "PICHINCHA".

The network designed to allow military access the various applications available on the internet as can be: access to WEB pages, email and VoIP, among others. This project will enable the military, who are assigned to the brigade of infantry, communicate with family and friends who are often in remote areas, achieving minimize communication problems and family breakdown"

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUCCIÓN**

## **1 INTRODUCCIÓN:**

Las tecnologías de interconexión inalámbrica van desde redes de voz y datos globales, que permiten a los usuarios establecer conexiones inalámbricas a través de largas distancias, hasta las tecnologías de luz infrarroja y radiofrecuencia que están optimizadas para conexiones inalámbricas a distancias cortas. Entre los dispositivos comúnmente utilizados para la interconexión inalámbrica se encuentran los equipos portátiles, equipos de escritorio, asistentes digitales personales (PDA), teléfonos celulares, equipos con lápiz y localizadores. Las tecnologías inalámbricas tienen muchos usos prácticos. Por ejemplo, los usuarios de móviles pueden usar su teléfono celular para tener acceso al correo electrónico.

Las personas que viajan con equipos portátiles pueden conectarse a Internet a través de estaciones base instaladas en aeropuertos, estaciones de ferrocarril y otros lugares públicos. En casa, los usuarios pueden conectar dispositivos a su equipo de escritorio para sincronizar datos y transferir archivos.

Dada la importancia de acceder a internet a través de medios inalámbricos, los militares también tiene la necesidad de acceder a la información es por ello que este proyecto pretenden de darle conectividad al casino de voluntarios de la brigada de infantería N° 13 "PICHINCHA", que permitirá a los militares que estén asignados a dicha brigada de infantería establecer comunicación con sus familiares que usualmente están en zonas alejadas de dicho comando y tener comunicación con el resto del mundo.

## 1.1 ANTECEDENTES:

En los últimos años uno de los desarrollos tecnológicos que ha logrado captar la atención y el interés de muchas personas y empresas son las comunicaciones inalámbricas. Esta tecnología permite establecer una comunicación mediante conexiones de alta velocidad desde cualquier parte con los servicios que el usuario utilice en su entorno diario. El término "inalámbrico" hace referencia a la tecnología sin cables que permite conectar varios equipos entre sí. El uso de la tecnología inalámbrica supone liberarse de los cables sin sacrificar las posibilidades de conexión. Las limitaciones de espacio y tiempo desaparecen, lo que significa que puede implementarse en una oficina en prácticamente cualquier lugar.

Las redes inalámbricas llevan años ofreciendo la posibilidad de unir puntos de difícil acceso y además permiten moverse libremente dentro de un entorno, en el cual el acceso a distintas áreas tenga una mayor dificultad para la instalación de cables, manteniendo la conectividad. Hace un par de años estos servicios estaban restringidos a las grandes empresas, pero actualmente gracias a los últimos desarrollos que mejoran en velocidad, la consolidación, madurez de los estándares y terminales más económicos; hace que llegue a un mayor número de usuarios.

Los dispositivos inalámbricos se conectan entre sí o a puntos de acceso inalámbricos a fin de proporcionar a los trabajadores métodos más sencillos y transparentes. Las aplicaciones de oficina ayudan también a aligerar la carga de la red. El uso de la tecnología inalámbrica hace que la empresa aumente en eficacia y productividad.

Dado que las redes de datos ocupan un lugar importante en el desarrollo y competitividad de empresas, centros educativos y usuarios domésticos. Es por ello, que se hace necesario conocer las tecnologías y la ingeniería que involucra brindar estos servicios en comunicaciones inalámbricas en lo referente a redes de datos y comunicación entre usuarios. Otro factor importante que se debe tomar en cuenta en redes inalámbricas es la seguridad. Al ser una tecnología sin cables existe una alta probabilidad que usuarios externos puedan acceder, sin autorización, a la información de la red. Para evitar esto, se utilizan diferentes métodos de seguridad, de acuerdo a la cantidad de tráfico y el tipo de información que se maneje, que serán analizados detalladamente del desarrollo del proyecto.

La tecnología inalámbrica no se desarrolla únicamente en el ámbito de las redes LAN sino que también se desarrolla en distintos puntos de acción como por ejemplo los sistemas de seguridad que por medio de cámaras de video inalámbricas pueden dar protección visual a un hogar, edificio, campus, etc. Este es otro punto que se tratará en este trabajo con el fin de satisfacer las necesidades de la Unidad Militar. Los sistemas de seguridad inalámbricos son de gran ayuda para el usuario que necesita protección y control de sus pertenencias por lo que hoy en día se aplica mucho para seguridades de bienes personales, empresariales y estatales.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

La falta de comunicación familiar es uno de los principales problemas que sufre la población militar en el Ecuador. La principal preocupación de la sección de personal de las Fuerzas Armadas

es la desestabilidad familiar que ocurre cuando los militares se encuentran de comisión, o le dan un pase, a zonas alejadas de su entorno familiar.

Dado que los sistemas de comunicaciones se usan en todo el mundo y las tecnologías inalámbricas se destacan por su facilidad de servicio y movilidad, permitiendo dar conectividad a un número importante de usuarios, el presente trabajo propone el dimensionamiento e implementación de una red inalámbrica con estándar 802.11 para el casino de voluntarios de la brigada de infantería N° 13 "PICHINCHA". Que empleando tecnología inalámbrica permita brindar un servicio de internet en sector del casino de voluntarios.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN:**

En la actualidad las redes de comunicación inalámbrica han evolucionado las comunicaciones. El uso de las redes de comunicación inalámbricas es algo muy importante y muy útil para todas las personas que hacen uso de este servicio. La Fuerza Terrestre desempeña un papel importante en el desarrollo del país, es por ello la gran importancia de la implementación de una red inalámbrica en el casino de voluntarios de la BI-13 "Pichincha", que le proveerá de conectividad a este casino. Las tareas de implementación de esta red requieren de la mayor eficiencia y eficacia, tanto del recurso humano como tecnológico, mediante este proyecto se tratara de mejorar la calidad de vida de nuestros compañeros militares permitiéndole acceder a internet y al resto de las aplicaciones que existen en la red.

La implementación de esta red inalámbrica evitará todo el proceso de instalación de cableado estructurado como medio de conectividad. Es así que la Universidad de las Fuerzas Armadas contribuye a formar académicos, profesionales e investigadores de excelencia, creativos, humanistas, con capacidad de liderazgo, pensamiento crítico y alta conciencia ciudadana; genera conocimiento y proporcionar alternativas de solución a los problemas del país, acordes con el Plan Nacional del buen vivir, busca dar solución a una de las necesidades y problemas más comunes que aquejan a las naciones, resolviendo los problemas de comunicación y desintegración familiar.

#### **1.4 OBJETIVO GENERAL:**

Dimensionar e implementar una red inalámbrica utilizando el estándar 802.11 para el casino de voluntarios de la brigada de Infantería N° 13 "PICHINCHA"

#### **1.5 OBJETIVO ESPECIFICO:**

- 1.5.1 Estudiar las características de las redes WiFi.
- 1.5.2 Diseñar el enlace entre los puntos de transmisión y recepción.
- 1.5.3 Realizar las instalaciones del cableado estructurado.
- 1.5.4 Verificar el funcionamiento de los enlaces.

## **CAPÍTULO 2**

En este capítulo, se presentan los fundamentos teóricos en los cuales se basó el desarrollo de este trabajo, tales como: redes de computadoras, TCP/IP, medios de transmisión guiados, entre otros.

### **MARCO TEÓRICO**

## 2 INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE DATOS

### 2.1 Redes de Computadoras

Una red de computadoras es un conjunto de equipos informáticos y software conectados entre sí por medio de dispositivos físicos que envían y reciben impulsos eléctricos, ondas electromagnéticas o cualquier otro medio para el transporte de datos con la finalidad de compartir información, recursos y ofrecer servicios. Como en todo proceso de comunicación se requiere de un emisor, mensaje, medio y receptor.

La finalidad principal para la creación de una red de computadoras es compartir los recursos y la información en la distancia asegurar la confiabilidad y la disponibilidad de la información, aumentar la velocidad de transmisión de datos y reducir el costo general de estas acciones, este proceso se puede observar en la figura 2.1.

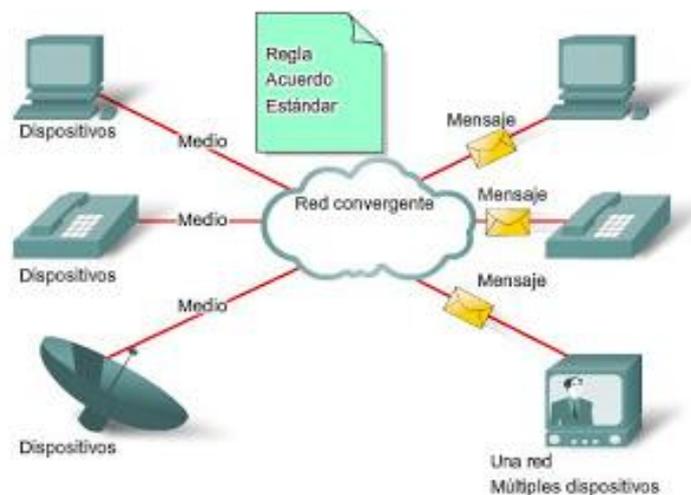


Figura 2.1: Redes de computadoras.

## **2.2 Introducción a las redes.**

El término red proviene del latín "rete"; una red de computadoras es un conjunto de equipos informáticos conectados entre sí para compartir recursos físicos y lógicos (impresora, información, etc.). El objetivo del trabajo en red es hacer que un recurso compartido por un sistema remoto funcione como un recurso en el sistema local.

## **2.3 Elementos que integran una red.**

Los elementos básicos que integran una red son las tarjetas de red y el canal de comunicación.

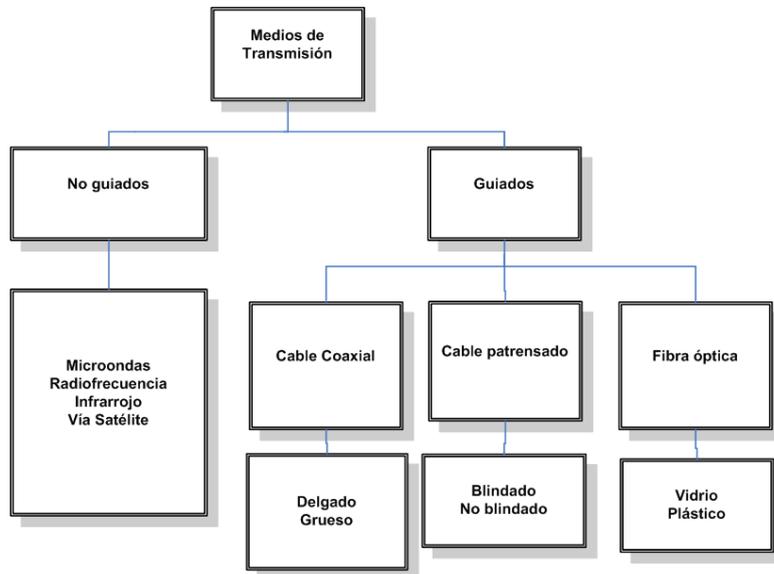
Una tarjeta de red es un periférico que permite la comunicación con aparatos conectados entre sí y también permite compartir recursos entre dos o más computadoras (discos duros, CD-ROM, impresoras, etc).

A las tarjetas de red también se les llama **NIC** (*Network Interface Card*), en español "tarjeta de interfaz de red").

Dentro de una red se pueden tener equipos de conectividad como repetidores, concentradores, puentes y/o ruteadores que permiten integrar más dispositivos y aumentar su alcance. También puede haber computadoras, servidores e impresoras quienes ofrecerán algún servicio dentro de la red.

## **2.4 Medios de transmisión guiados.**

La transmisión de señales entre dos puntos se realiza a través de un canal, y ésta puede ser de manera guiada, donde se emplea algún medio físico, o de forma no guiada, el cual ocupa medios intangibles, como podemos observar en la figura 2.2.



**Figura 2.2: Clasificación de los medios de transmisión (Fuente Propia)**

### 2.4.1 Cable Coaxial

“El cable coaxial está formado por un núcleo de alambre de cobre como conductor central, cubierto por un aislante, rodeado por una malla trenzada, empleada como tierra y todos a su vez los envuelve una cubierta aislante resistente a la interferencia electromagnética” (TOMASI, 2010), como se muestra en la figura 2.3.



**Figura 2.3: Cable coaxial**

El cable coaxial es capaz de lograr altas velocidades de transmisión en largas distancias. Por esa razón, se utiliza en redes de comunicación de banda ancha (cable de televisión) y cables de banda base (*Ethernet*).

Los cables coaxiales se pueden clasificar:

**Según su impedancia:**

- Cable de 50  $\Omega$  para comunicaciones BaseBand y transmisiones digitales, empleado en redes LAN. Los cables coaxiales más comunes son el RG-58.
- Cable de 75  $\Omega$  para comunicaciones BroadBand y transmisiones analógicas, utilizado en sistemas de televisión por cable. Cable coaxial RG-59.

**Cable coaxial delgado (*thin*).**

- Estándar: IEEE 802.3 10Base2.
- Diámetro aproximado del cable: ¼ pulgada.
- Especificaciones técnicas del medio: RG-58.
- Velocidad de operación: 10Mbps.
- Distancia máxima del segmento 185 metros.
- Distancia mínima entre nodos: 0.5 metros.
- Número máximo de nodos por segmento: 30.

**Cable coaxial grueso (*thick*).**

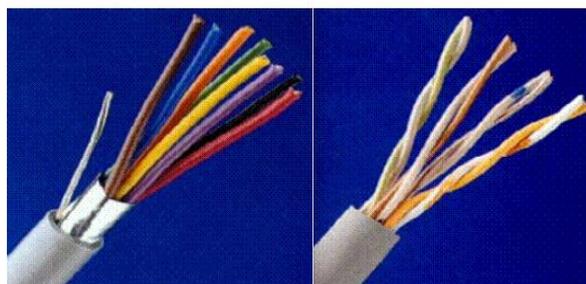
- Estándar: IEEE 802.3 10Base2.
- Diámetro aproximado del cable: ½ pulgada.
- Especificaciones técnicas del medio: RG-58.
- Velocidad de operación: 10Mbps.
- Distancia máxima del segmento 500 metros.
- Distancia mínima entre nodos: 2.5 metros

## 2.4.2 Par trenzado

“Está formado por dos alambres de cobre, aislados y entrelazados en forma helicoidal, lo cual permite reducir la interferencia eléctrica entre pares. Los pares trenzados se agrupan bajo una cubierta común de PVC (Poli cloruro de Vinilo) en cables multipares de pares trenzados (de 2, 4, 8, hasta 300 pares)” (PÉREZ, 2009).

Existen tres tipos de cable par trenzado:

- **UTP** (*Unshielded Twisted Pair*). La distancia máxima sin repetidores es de 100 metros. Consiste en dos pares de alambre de cobre cubierto de plástico.
- **FTP** (*Foiled Twisted Pair*). Exactamente al UTP, pero los grupos de pares están envueltos en cinta conductora, similar al papel aluminio.
- **STP** (*Shielded Twisted Pair*). Se encuentra recubierto por una hoja laminada de aluminio. Es altamente inmune al ruido eléctrico, se comporta igual que el UTP pero mejora en distancias de comunicación largas, como podemos observar en la figura 2.4.



Apantallado STP.      No apantallado UTP.

Figura 2.4: Tipos de cable Par trenzado.

### 2.4.3 Fibra óptica

La fibra óptica emplea ondas de luz para transmitir datos a través de un vidrio delgado o fibra plástica.

(TOMASI, 2010), menciona que la fibra óptica tiene las siguientes partes y podemos observar en la figura 2.5.

- **Conductor de luz:** Es un núcleo muy fino. Generalmente construido en vidrio óptico altamente transparente permitiendo así que las señales se desplacen por kilómetros sin tener que ser regeneradas. En algunos casos se usa plástico pero esto sacrifica las distancias que se pueden alcanzar.
- **Manto interno.** Es una en vidrio que rodea el núcleo de la fibra con un índice de reflexión menor que el del conductor de luz central. Las características ópticas de esta capa permiten que la luz se refleje hacia el núcleo garantizando que haya mínimas pérdidas de luz. Esto garantiza que la señal que entra por un extremo de dicho conductor se refleja en las paredes interiores hasta llegar al extremo de salida, siguiendo su camino independientemente del hecho de que la fibra esté o no curvada.
- **Protector externo.** Protege el cable contra daños. Un simple protector puede reguardar múltiples fibras teniendo así un cable multifibra.

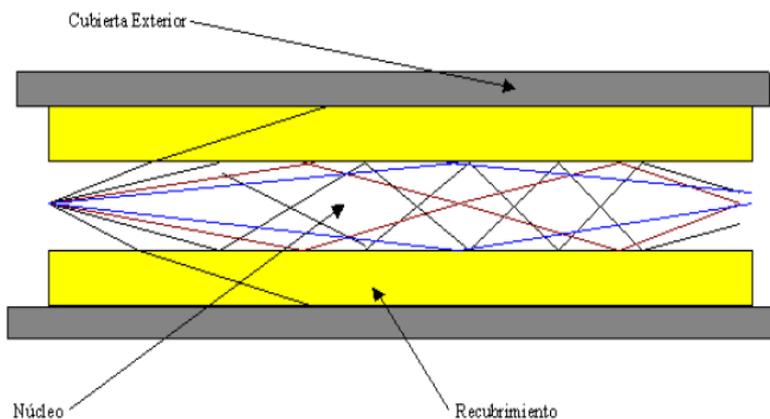


Figura 2.5: Partes de la Fibra óptica.

El grosor de una fibra es como la de un cabello humano aproximadamente. Fabricadas a alta temperatura con base en silicio, su proceso de elaboración es controlado por medio de computadoras, para permitir que el índice de refracción de su núcleo, que es la guía de la onda luminosa, sea uniforme y evite las desviaciones.

## **2.5 Medios de transmisión no guiados**

“Los medios no guiados transmiten los datos a través del espacio sin necesidad de cables” (GIL, 2010).

### **Ejemplos:**

Sistemas de televisión, radio difusión y los sistemas de telefonía celular. Utilizando el espectro electromagnético, por lo que cuentan con un ancho de banda prácticamente ilimitados.

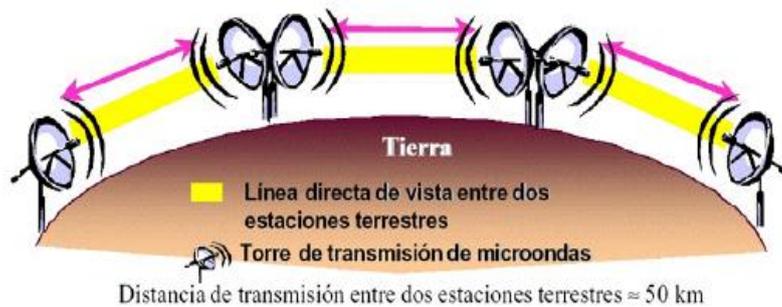
### **2.5.1 Ondas de Radio**

“Permiten el envío de datos a través de ondas de radio. Cada computador se equipa con una antena (las ondas de radio son omnidireccionales). El tamaño de la antena dependerá de la aplicación” (GIL, 2010).

### **2.5.2 Microondas**

“Las microondas son direccionales por lo que el envío de ondas electromagnéticas se hace en línea recta y utilizamos las antenas parabólicas para obtener una relación señal ruido aceptable. Tiene problemas para atravesar edificios e incluso pueden verse refractadas por diferentes capas atmosféricas empleando más tiempo para su transmisión” (GIL, 2010), ver en la figura 2.6.

- Velocidad de 300 Mb/seg.
- Alcance de 10000 - 80000 m.
- Su uso está extendido en telefonía móvil y televisión.



**Figura 2.6: Microondas.**

### 2.5.3 Infrarrojos

(SANCHIS, 2008) Menciona que para la comunicación el emisor y el receptor deben tener línea de vista y tiene las siguientes características:

- Velocidad de 10 y 40 m/s.
- Alcance de 10 - 2000 m.
- Confidencialidad de los datos.
- Mantiene una dificultad compleja para atravesar objetos sólidos.
- Se utiliza en mandos a distancia y controles remotos.
- Bajo costo de fabricación e implementación.

### 2.5.4 Láser

“Permite enviar información a través del aire sin requerir de canales de fibra. Permite la comunicación a grandes distancias pero requiere línea de vista y pueden ser afectadas por condiciones atmosféricas como la niebla” (GIL, 2010).

## 2.6 Tipos de redes

Los tipos de redes se clasifican en:

- Según su tamaño.
- Según su tecnología de transmisión.
- Tipo de transferencia de datos.

## 2.6.1 Según su Tamaño

Las redes según su tamaño se clasifican en PAN, LAN, CAN, MAN, WAN.

### 2.6.1.1 Redes PAN.

(Redes de administración personal) “Las redes PAN son una configuración básica llamada así misma personal la cual está integrada por los dispositivos que están situadas en el entorno del usuario ya sea en la casa, trabajo, carro, parque, centro comercial, etc. Esta configuración le permite al usuario establecer una comunicación con estos dispositivos a la hora que sea de manera rápida y eficaz” (ATELIN, 2010), como podemos observar en la figura 2.7.

- Tecnología inalámbrica Bluetooth.
- Tecnologías de infrarrojos.



Figura 2.7: Redes PAN

### 2.6.1.2 Redes LAN.

(*Local Área Network*). “Esta red conecta equipos en un área geográfica limitada tales como una oficina o edificio. De esta manera se logra una conexión rápida y sencilla. Operan a velocidades de 10 y 100M por segundo” (ATELIN, 2010), como se puede observar en la figura 2.8.



Figura 2.8: Redes LAN

### 2.6.1.3 Redes CAN.

(*Controller Area Network*) “Es una red de computadoras que conecta redes de área local a través de un área geográfica limitada como un campus universitario o una base militar puede ser considerado como una red de área metropolitana que se aplica específicamente a un ambiente universitario por lo tanto, una red de área campus es más grande que una red de área local, pero más pequeña que una red de área amplia o WAN” (ATELIN, 2010).

Una CAN utiliza comúnmente tecnologías tales como FDDI y Gigabit Ethernet para conectividad a través de medios de comunicación tales como fibra óptica y espectro disperso, podemos ver en la figura 2.9.



Figura 2.9: Redes CAN.

#### 2.6.1.4 Red de Área Metropolitana o MAN (Metropolitana red network)

“Es una red de alta velocidad que da cobertura a una área geográfica extensa proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y video, sobre medios de transmisión como fibra óptica y par trenzado” (HUIDOBRO, 2010), se puede observar en la figura 2.10.

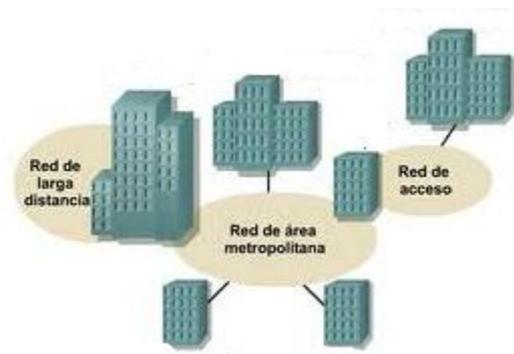


Figura 2.10: Redes Metropolitana.

#### 2.6.1.5 Redes WAM (Wide Area Network)

“Una red de área amplia proporciona un medio de transmisión a larga distancia de datos, voz, imágenes, videos, sobre grandes áreas geográficas que pueden llegar a extenderse hacia un país, un continente o el mundo entero, es la unión de dos o más redes LAN” (HUIDOBRO, 2010), como se observa en la figura 2.11.

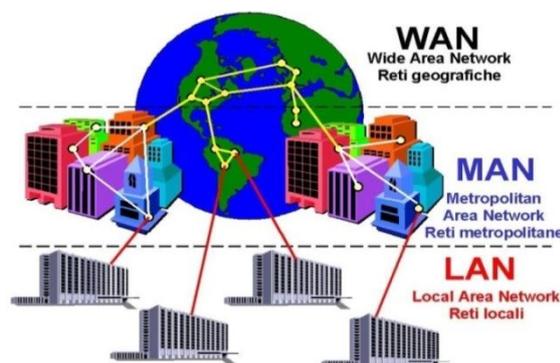


Figura 2.11: Redes WAN.

#### 2.6.1.6 GAN (Global Área Network).

“Una red de área global engloba a todo el mundo, un tipo de esta red es Internet” (HUIDOBRO, 2010), ver en la figura 2.12.

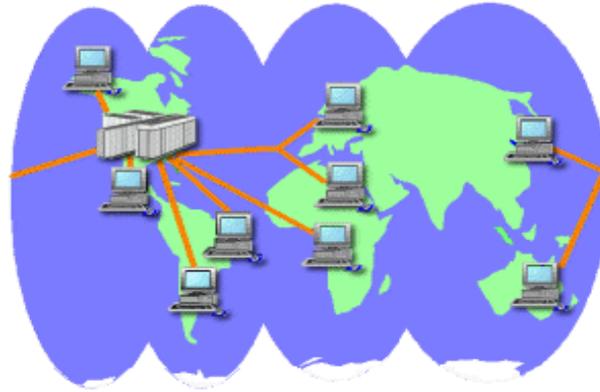


Figura 2.12: Redes GAN

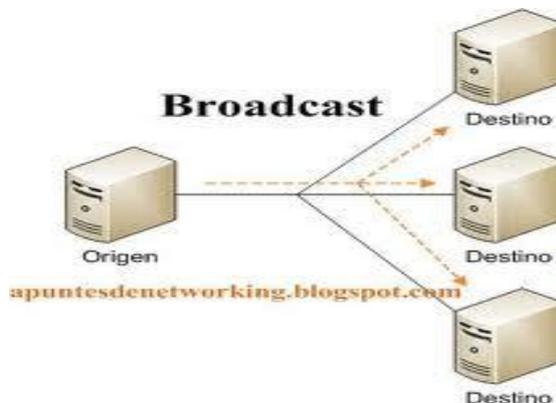
#### 2.6.2 Según su tecnología de transmisión.

Las redes según su tecnología se clasifican en red Broadcast y Punto a Punto.

##### 2.6.2.1 Red Broadcast.

Son las redes donde los datos llegan a todas las máquinas de la red, un solo canal de comunicación, ver en la figura 2.13.

- El medio de transmisión es compartido. Suelen ser redes locales. Ejemplo: Ethernet 10 Mb/s.
- Los paquetes se envían a toda la red, aunque vayan dirigidos a un único destinatario. Posibles problemas de seguridad (encriptado).
- Se pueden crear redes planas, es decir redes en las que la comunicación entre dos ordenadores cualesquiera se haga de forma directa, sin routers intermedios.

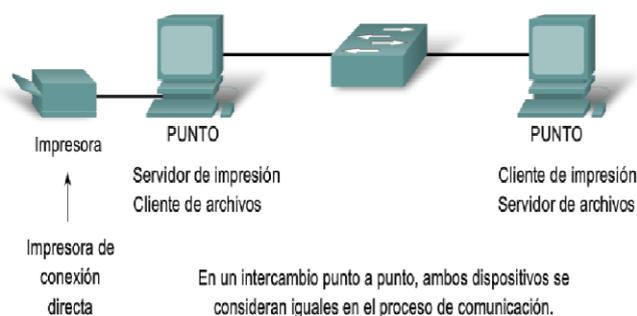


**Figura 2.13: Redes GAN**

### 2.6.2.2 Red Punto a Punto.

Las redes punto a punto o también llamadas peer-to-peer (P2P) o red de pares, son aquellas que responden a un tipo de arquitectura de red en las que cada canal de datos se usa para comunicar únicamente dos nodos. Las redes punto a punto son relativamente fáciles de instalar y operar.

A medida que las redes crecen, las relaciones punto a punto se vuelven más difíciles de coordinar y operar. Su eficiencia decrece rápidamente a medida que la cantidad de dispositivos en la red aumenta, ver en la figura 2.14.



**Figura 2.14: Red Punto a Punto.**

### 2.6.3 Según el tipo de transferencia de Datos

Las redes según el tipo de transmisión se clasifican en: simplex, Half Duplex, Full Duplex.

#### 2.6.3.1 Redes de transmisión simplex.

En una comunicación simplex existe un solo canal unidireccional. Por ejemplo, la radio y la televisión, como se puede ver en la figura 2.15.

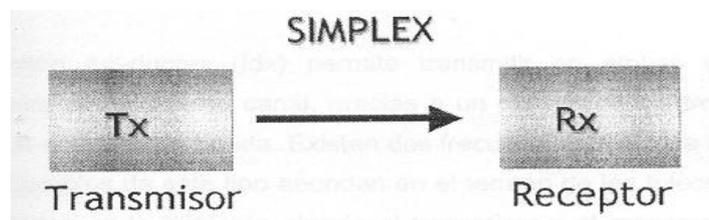


Figura 2.15: Red de transmisión simplex.

#### 2.6.3.2 Redes Half-Duplex.

La comunicación existe un solo canal que puede transmitir en los dos sentidos pero no simultáneamente. Esto es lo que ocurre con las emisoras de radioaficionados. Hay que utilizar señales de control para informar si el medio está ocupado o se puede transmitir, podemos observar en la figura 2.16.

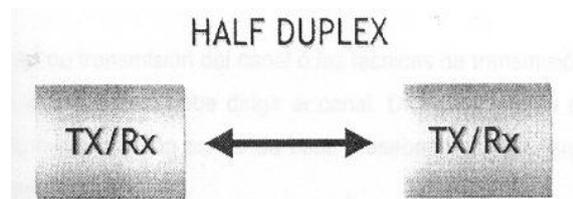
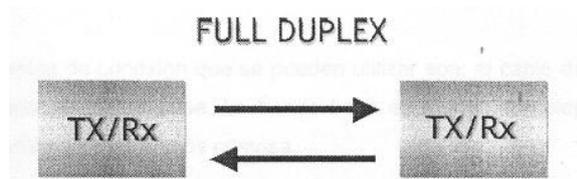


Figura 2.16: Red Half-Duplex.

#### 2.6.3.3 Redes Full-Duplex.

Permite transmitir en ambas direcciones, pero simultáneamente por el mismo canal. Ejemplos: Las telecomunicaciones, el correo, se puede observar en la figura 2.17.



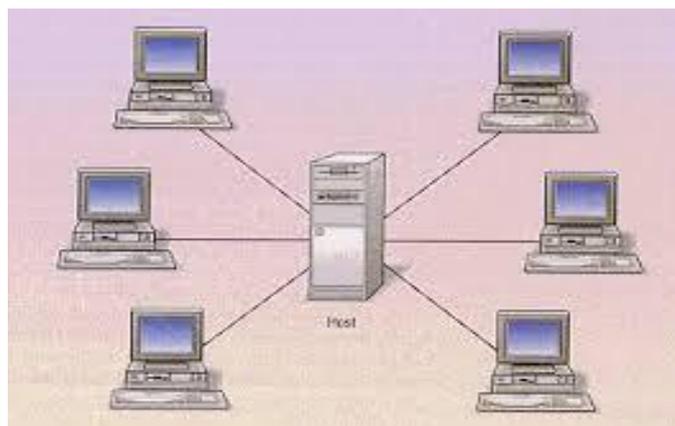
**Figura 2.17: Red Full Duplex.**

## **2.7 Tipos de Topologías.**

La topología es la manera en cómo se conectan los distintos nodos que conforman una red y estas se clasifican en: Topologías de Estrella, Bus, Anillo, Árbol, Malla.

### **2.7.1 Topología en Estrella.**

En esta topología todos los nodos se encuentran conectados punto a punto con el nodo central, el cual actúa como controlador del sistema canalizando la información del nodo origen al nodo destino. El control de transmisión de esta topología es centralizado, si el nodo central falla todo el sistema deja de funcionar, como se puede observar en la figura 2.18.



**Figura 2.18: Topología Estrella.**

### 2.7.2 Topología en Bus.

Este tipo de topología es lineal debido a que cada nodo se encuentra conectado al mismo canal de comunicación o bus y en los extremos de este canal se localizan terminadores. **Terminadores**, que evitan posibles rebotes de la señal, se puede ver en la figura 2.19.

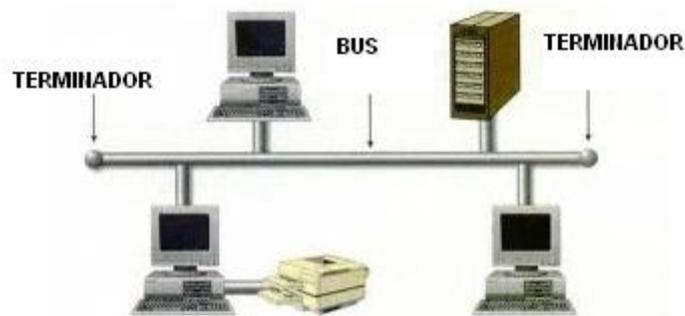


Figura 2.19: Topología en Bus.

### 2.7.3 Topología Anillo.

Su principal característica es que los nodos se encuentran conectado punto a punto formando un anillo, en donde la información es pasada de nodo a nodo, podemos observar en la figura 2.20.

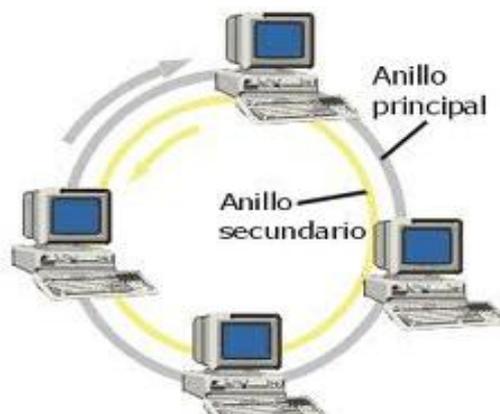


Figura 2.20: Topología Anillo.

#### 2.7.4 Topología Árbol.

La topología de árbol combina características de la topología de estrella con la BUS. Consiste en un conjunto de subredes estrella conectadas a un BUS. Esta topología facilita el crecimiento de la red. Esta estructura de red se utiliza en aplicaciones de televisión por cable, sobre la cual podrían basarse las futuras estructuras de redes que alcancen los hogares. También se ha utilizado en aplicaciones de redes locales analógicas de banda ancha, podemos observar en la figura 2.21.

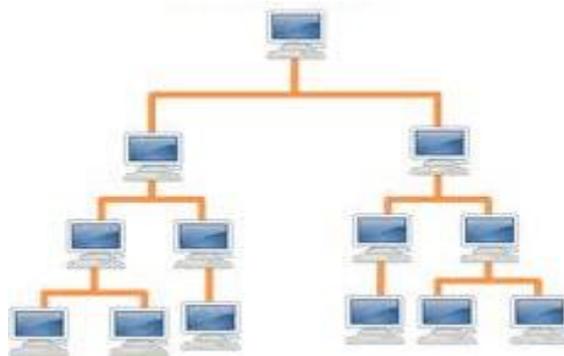


Figura 2.21: Topología Árbol.

#### 2.7.5 Topología Malla.

La Red en malla es una topología de red en la que cada nodo está conectado a uno o más de los otros nodos. De esta manera es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos. Si la red de malla está completamente conectada no puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones. Cada servidor tiene sus propias conexiones con todos los demás servidores, podemos ver en la figura 2.22.

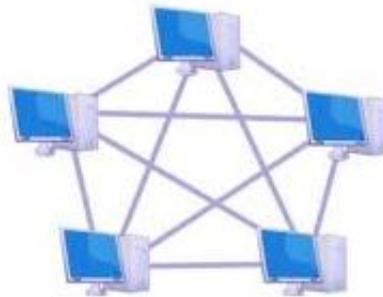


Figura 2.22: Topología Malla.

## 2.8 Arquitectura.

La arquitectura de red tiene la finalidad de separar el problema de comunicación en diferentes capas.

### 2.8.1 Modelos OSI.

El modelo OSI es el principal para las comunicaciones por red. El modelo OSI (*Open System Interconnection*) desarrollado por ISO (*International Standard Organization*), es una concepción teórica que normaliza y especifica las funciones que deben de seguirse para formar una conexión entre dos o más sistemas, permitiendo que todos los usuarios puedan comunicarse sin preocuparse de cómo lo hacen sus computadoras.

El problema de trasladar información entre computadores se divide en siete capas del modelo de referencia, se puede ver en la figura 2.23.



Figura 2.23: Capas del modelo OSI.

El intercambio de información siempre se da entre capas del mismo nivel. La comunicación entre capas de un mismo sistema se da entre la capa inmediata superior y la capa inmediata inferior, podemos observar este proceso en la figura 2.24.

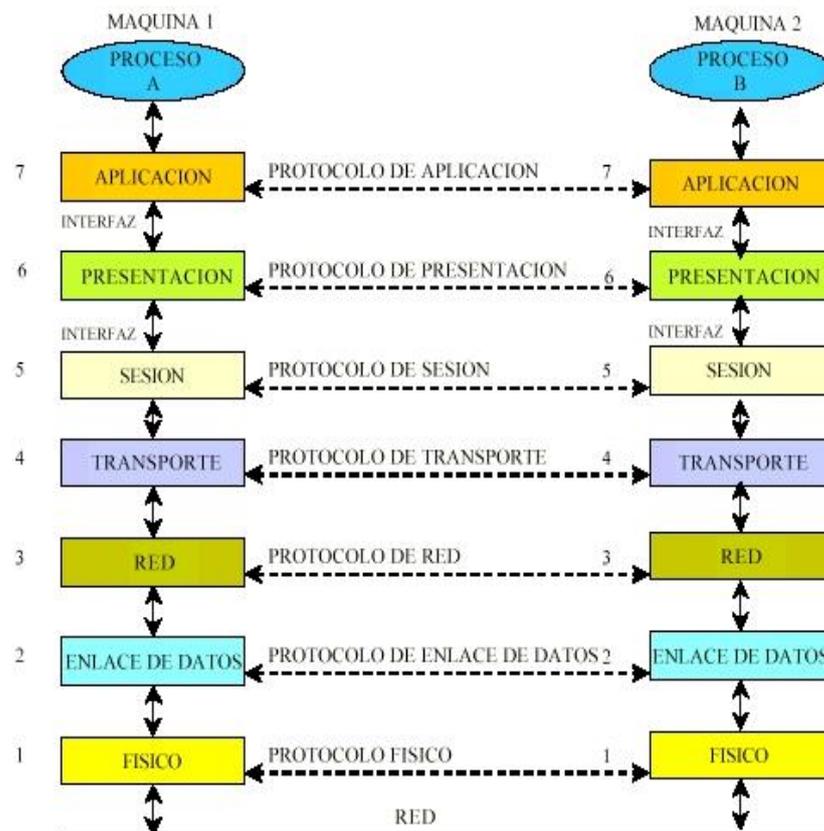


Figura 2.24: Comunicación entre capas del modelo OSI.

### Capa 1: La capa física.

Se encarga de controlar la transmisión de los bits a través del canal de comunicación definiendo características como: Los niveles de voltaje, temporización de cambios de voltaje, velocidad de datos físicos, distancias de transmisión máximas, conectores físicos y otros atributos similares son definidos por las especificaciones de la capa física.

## Capa 2: La capa de enlace de datos.

La capa de enlace de datos proporciona tránsito de datos confiable a través de un enlace físico. Al hacerlo, la capa de enlace de datos se ocupa del direccionamiento físico, la topología de red, el acceso a la red, la notificación de errores, entrega ordenada de tramas y control de flujo.

La capa de enlace se subdivide en subcapas LLC y MAC, como se puede observar en la figura 2.25.

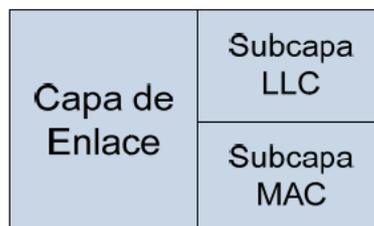


Figura 2.25: Subcapas de la capa de Enlace.

➤ **LLC** (Logical Link Control).

Es la capa superior que permite la conexión entre diferentes tipos de redes. Controla la transmisión y recepción de las tramas y detecta cualquier error producido por la capa física.

➤ **MAC** (Media Access Control).

Es la subcapa inferior y por ello se encuentra más relacionada con el medio físico. Controla el acceso al medio para la transmisión y realiza la fragmentación de los datos en tramas.

## Capa 3: La capa de red.

La capa de red es una capa compleja que proporciona conectividad y selección de ruta entre dos sistemas de hosts que pueden estar ubicados en redes geográficamente distintas.

#### **Capa 4: La capa de transporte.**

Su función consiste en aceptar los datos de la capa de sesión y dividirlos en unidades más pequeñas, pasar los paquetes a la capa de red y asegurar que todas estas unidades lleguen correctamente al otro extremo.

Provee de mecanismos fiables para la recuperación de errores (duplicidades, orden, coherencia, pérdida y retrasos) de extremo a extremo y control de flujo en la red.

#### **Capa 5: La capa de Sesión.**

La capa de sesión establece, administra y finaliza las sesiones entre dos hosts que se están comunicando.

Resuelve el problema de sincronización e interactividad entre las máquinas. Inicia, administra y termina la conexión. También establece el tipo de comunicación (*half o full dúplex*).

#### **Capa 6: La capa de Presentación.**

Presenta los datos del sistema emisor en una forma que las aplicaciones del sistema receptor puedan entender. Esto permite a diferentes aplicaciones comunicarse entre sí, a pesar de que utilicen métodos diferentes para representar los mismos datos.

#### **Capa 7: La capa de aplicación.**

Es la capa más cercana al usuario. Define una serie de herramientas que el usuario puede usar para acceder a la red. Proporciona servicios a los programas que ven los usuarios.

### **2.8.2 Modelos TCP/IP**

TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) es un conjunto de protocolos estándar que permiten la comunicación en diferentes ambientes de redes, debido a que soporta ruteo y

permite a las computadoras comunicarse a través de segmentos, es el protocolo estándar para la comunicación sobre Internet. Utiliza cuatro capas en su modelo de comunicación para transmitir datos de un lugar a otro.

Las cuatro capas en este modelo podemos ver en la figura 2.26.



Figura 2.26: Modelo de referencia TCP/IP.

### **Capa 1: Acceso de red.**

Es la responsable de poner los datos en el medio de la red. Esta capa contiene los dispositivos físicos de la red tal como cables y adaptadores de red. También tiene protocolos asociados a Ethernet, ATM, Token Ring, los cuales definen como serán transmitidos los datos sobre la red.

### **Capa 2: Internet.**

La capa de Internet es la encargada de direccionar, empaquetar y rutear los datos para ser transmitidos. Esta capa tiene cuatro protocolos:

- Internet Protocol (IP). Direcciona los datos para ser transmitidos a su destino, mediante el uso de direcciones IP las cuales permiten el ruteamiento. No deben de existir dos máquinas con la misma IP en todo el mundo y estas deben formarse por cuatro bytes u octetos de unos y ceros separados por puntos.

- Address Resolution Protocol (ARP). Identifica las direcciones MAC de la NIC en la computadora destino. Realiza un mapeo de dirección IP a dirección física.
- Internet Control Message Protocol (ICMP). Provee funciones de diagnóstico y reporte de errores en caso de fracaso en el envío de datos. Los paquetes ICMP determinan la conectividad entre dos hosts. La aplicación más famosa es “ping”.
- Internet Group Management Protocol (IGMP). Administra el multicasting.

### **Capa 3: Transporte.**

Se encarga de ordenar y garantizar la comunicación entre computadoras y de pasar datos de la capa de aplicación hacia la capa de internet. Esta capa también especifica un identificador único de aplicación para el cual los datos son enviados. Tiene dos protocolos que controlan el método por el cual los datos serán enviados.

- **Transmission Control Protocol (TCP).**

Funciona mediante el método “orientado a conexión”, el cual crea una conexión entre los sistemas emisor y receptor para garantizar la entrega de paquetes a su destino con éxito, mediante el uso de un número especial, llamado puerto, para averiguar a qué aplicación darle el paquete. Realiza una detección de error de extremo a extremo, así como recuperación del flujo de datos. Segmenta y ensambla los datos de usuario y protocolos de capas superiores.

➤ **Unit Datagram Protocol (UDP).**

Trabaja bajo el modo “sin conexión”, donde no existe un control de flujo por lo que es capaz de proveer un rápido envío de paquetes pero no garantiza la entrega de estos. Los mensajes pueden ser perdidos, duplicados o llegar en desorden.

**Capa 4: Aplicación.**

Todas las aplicaciones y utilerías están contenidas en esta capa y son utilizadas para tener acceso a la red. Los protocolos en esta capa son usados para intercambiar información del usuario. Aquí se incluye:

➤ **Hypertext Transfer Protocol (HTTP).**

Los servidores Web emplean este protocolo para enviar páginas web a clientes que ejecutan navegadores mediante el puerto 80.

➤ **File Transfer Protocol (FTP).**

Transfiere archivos de datos entre servidores y clientes, usa el puerto 21 para los mensajes de control y envía los datos usando el puerto 20.

➤ **Simple Mail Transfer Protocol (SMTP).**

Envía mensajes de correo electrónico entre clientes y servidores por el Puerto 25.

➤ **Post Office Protocol versión 3 (POP3).**

Permite al software cliente de correo electrónico recuperar el correo electrónico de un servidor de correo utilizando el puerto 110.

➤ **Simple Net Management Protocol (SNMP).**

Permite a las aplicaciones de administración de red controlar remotamente otros dispositivos de la red con el puerto 161.

➤ **Telnet.** Permite a un usuario iniciar una sesión remotamente y ejecutar comandos basados en texto empleando el puerto 23.

## **CAPITULO 3**

### **FUNCIONAMIENTO DE LAS REDES INALÁMBRICAS**

### 3 FUNDAMENTOS DE LAS REDES INALÁMBRICAS

#### 3.1 Introducción a las redes inalámbricas.

Una de las tecnologías más prometedoras y discutidas en esta década es la de poder comunicar computadoras mediante tecnología inalámbrica. La conexión de computadoras mediante Ondas de Radio o Luz Infrarroja, actualmente está siendo ampliamente investigada. Las Redes Inalámbricas facilitan la operación en lugares donde la computadora no puede permanecer en un solo lugar, como en almacenes o en oficinas que se encuentren en varios pisos.

“No se espera que las redes inalámbricas lleguen a remplazar a las redes cableadas, ya que estas ofrecen velocidades de transmisión mayores que las logradas con la tecnología inalámbrica. Mientras que las redes inalámbricas actuales ofrecen velocidades de 2 Mbps, las redes cableadas ofrecen velocidades de 10 Mbps y se espera que alcancen velocidades de hasta 100 Mbps. Los sistemas de Cable de Fibra Óptica logran velocidades aún mayores, y pensando futuristamente se espera que las redes inalámbricas alcancen velocidades de 10 Mbps” (TANENBAUM, 2003).

**De Larga Distancia.** “Estas son utilizadas para transmitir la información en espacios que pueden variar desde una misma ciudad o hasta varios países circunvecinos (mejor conocido como Redes Inalámbricas de Área Metropolitana WMAN); sus velocidades de transmisión son relativamente bajas, de 4.8 a 19.2 Kbps (TANENBAUM, 2003).

**De Corta Distancia.** “Estas son utilizadas principalmente en redes corporativas cuyas oficinas se encuentran en uno o varios edificios que no se encuentran muy retirados entre si, con velocidades del orden de 280 Kbps hasta los 2 Mbps” (TANENBAUM, 2003).

### 3.2 Definición de una red inalámbrica.

“Una red Inalámbrica es un sistema de comunicación entre computadoras, dispositivos móviles y antenas, que permite la transmisión de datos entre ellos, con lo que se lleva adelante entre ellas un intercambio de todo tipo de información y de recursos. En cuanto a los elementos que la conforman, la red está integrada por un nodo o terminal y un medio de transmisión” (TANENBAUM, 2003).

En los dispositivos físicos están presentes en los emisores y receptores de la señal, como se puede apreciar en la figura 3.1.



Figura 3.1: Dispositivos de comunicaciones inalámbricas.

### 3.3 Estándar

“Los estándares surgen de la necesidad de unificar criterios de comunicación entre distintos dispositivos, existen varios organismos regulatorios con respecto a las redes, como ANSI (*American National Standards Institute*), ISO (*International Organization for Standardization*) etc. La IEEE Fundada en 1884, es una sociedad establecida en los Estados Unidos que desarrolla estándares para las industrias eléctricas y electrónicas, particularmente en el área de redes de datos, además existe un grupo de trabajo específico para las redes locales inalámbricas” (GRIERA, 2008).

Estos grupos se pueden observar en detalle en la Tabla 3.1.

**TABLA N° 3.1: Estándar 802 de IEEE**

<b>Estándar</b>	<b>Grupos de Trabajo</b>
802.0	CSMA/CD (ETHERNET).
802.1	Establece los estándares de interconexión relacionados con la gestión de redes.
802.2	Define el estándar general para el nivel de enlace de datos.
802.3	Define el estándar Ethernet.
802.4	Define la red de área local Token Bus.
802.5	Define la red de área local Token Ring.
802.6	Establece estándares de red de área Metropolitana. MAN.
802.7	Grupo de asesoría técnica sobre Banda Ancha.
802.8	Grupo de asesoría técnica sobre Fibra óptica.
802.9	Define las redes integradas de voz y datos.
802.10	Establece la seguridad redes de área local.
802.11	Establece estándares de redes de área local inalámbricas.
802.12	Define la prioridad de cable de comunicaciones de banda ancha.
802.13	No utilizada.
802.14	Cable modems.
802.15	Establece los estándares de las redes personales inalámbricas, WPAN.
802.16	Acceso inalámbrico de banda ancha.

### **3.4 Redes inalámbricas del estándar IEEE 802.11**

“La familia de estándares IEEE 802.11, ha encontrado una enorme acogida desde que se aprobara la norma 802.11b en el año 1999, se trata de redes de transmisión en modo paquete, normalizadas hasta la sub-capa MAC (*media access control*) del nivel de enlace de datos. Es destacable el uso de frecuencias radioeléctricas no sujetas a la concesión de licencias. Concretamente, se sitúan en bandas ISM de 2,4 GHz y 5,8 GHz, lo que abarata considerablemente su costo operativo. Define tres tipos de medios físicos, modulación DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*), que alcanza una velocidad de 2 Mbps, FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*) en la banda de 2.4 GHz y luz infrarroja en banda base. A continuación se describen los distintos estándares que componen la familia IEEE 802.11” (ANDRÉU, 2010).

### 3.4.1 IEEE 802.11a

“El IEEE ratificó en julio de 1999 el estándar 802.11a que opera con una modulación QAM-64 y con codificación OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) que alcanza una velocidad máxima de 54 Mbps en la banda de 5 GHz. Posee 12 canales no solapados, 8 para red inalámbrica y 4 para conexiones punto a punto, la utilización de la banda de 5 GHz restringe el uso de los equipos 802.11a a únicamente puntos con línea de vista, lo que hace necesario la instalación de más puntos de acceso” (ANDRÉU, 2010), las características más relevantes son.

- Velocidad máxima de hasta 54Mbps.
- Opera en el espectro de 5Ghz.
- Menos saturado.
- No es compatible con las normas: 802.11b y 802.11g.
- Modulación de OFDM.

### 3.4.2 IEEE 802.11b

“Conocido como Wi-Fi, fue ratificado en septiembre 1999 y es el estándar principal de redes inalámbricas. Alcanza una velocidad de 11 Mbps estandarizada por el IEEE. Opera dentro de la banda ISM 2,4 GHz para la cual no es necesaria licencia alguna. Emplea modulación DSSS e inicialmente se soportan hasta 32 usuarios por Punto de Acceso (AP). Este estándar trabaja con niveles de potencia emitida próximos a los 100 mW,” (ANDRÉU, 2010)

Algunas de las características son:

- Velocidad máxima de hasta 11Mbps.
- Opera en el espectro de 2.4Ghz sin necesidad de licencia.
- Las mismas interferencias que para 802.11.
- Conocido como WIFI.
- Modulación DSSS.
- Compatible con los equipos DSSS del estándar 802.11.

### **3.4.3 IEEE 802.11g**

“Es una unión de los estándares 802.11 "a" y "b". Contiene cada uno de los tipos de modulación que éstos usan, "a" opera en la banda de los 5 GHz, mientras que los otros dos operan en la de los 2.4 GHz. Compatible con los dispositivos 802.11b, ofrece velocidades de hasta 54 Mbps Funciona dentro de la banda de frecuencia de 2.4 GHz y emplea modulación DSSS y OFDM” (ANDRÉU, 2010).

Las características más relevantes son:

- Velocidad máxima de hasta 54Mbps.
- Opera en el espectro de 2.4Ghz sin necesidad de licencia.
- Compatible con 802.11b.
- Modulación DSSS y OFDM.

### **3.4.4 IEEE 802.11h**

“Su objetivo original fue cumplir los reglamentos europeos para redes WLAN en la banda de 5 GHz, que exigen a los productos control de la potencia de transmisión (TPC) y selección dinámica de frecuencia (DFS). El control TPC limita la potencia transmitida al mínimo necesario para alcanzar al usuario más lejano. DFS selecciona automáticamente el canal de radio en el punto de acceso para reducir al mínimo la interferencia con otros sistemas” (ANDRÉU, 2010).

### **3.4.5 Estándar 802.11ac**

“El nuevo estándar inalámbrico promete ser una revolución, muy pronto comenzarán a llegar los nuevos dispositivos con el estándar 802.11ac, y es que cada vez demandamos más y más velocidad inalámbrica debida principalmente al contenido multimedia en alta definición, sincronización de datos y copias de seguridad de decenas de gigas” (ANDRÉU, 2010).

### 3.4.6 IEEE 802.11n

“La velocidad real de transmisión podría llegar a los 500 Mbps, lo que significa que las velocidades teóricas de transmisión serían aún mayores y debería ser hasta 10 veces más rápida que una red bajo los estándares 802.11a y 802.11g, y cerca de 40 veces más rápida que una red bajo el estándar 802.11b.

También se espera que el alcance de operación de las redes aumente con este nuevo estándar” (ANDRÉU, 2010).

La norma 802.11n aprovecha muchas de las enmiendas previas pero la gran diferencia es la introducción del concepto de MIMO (*Multiple Input, Multiple Output*), múltiples-entradas múltiples salidas. MIMO implica utilizar varios transmisores y múltiples receptores para aumentar la tasa de transferencia y el alcance.

#### **MIMO (*Multiple-Input Multiple-Output*)**

MIMO representa el corazón del estándar 802.11n, ya que fundamentalmente a través de esta técnica se logran velocidades de hasta 600 Mbps.

Describe un sistema compuesto por un transmisor con múltiples antenas que transmite a un receptor el cual también está provisto de múltiples antenas.

Las especificaciones de la familia de estándares 802.11 se puede observar en la Tabla 3.2.

**TABLA N°. 3.2: Familias de Estándares 802.11**

<b>Estándar</b>	<b>Especificaciones</b>
802.11	Especificaciones de la capa física y MAC de las redes de área local inalámbrica (infrarrojo y radio de 2.4 GHz).
802.11a	Surge en paralelo con 802.11b, pero su uso fue empresarial. Ofrece una velocidad de hasta 54 Mbps, opera a una banda de 5 GHz.
802.11b	Mantiene una velocidad límite de 11 Mbps, con un rango de operación de 50m en interiores de 100 m en exteriores, en una banda de 2.4 GHz.
802.11c	Procedimiento de operación de puentes y es parte del estándar 802.11d.
802.11e	Adaptación de los requerimientos regionales.
802.11f	QoS y extensiones que fluyen a través de 802.11 a/g/h.
802.11g	Ofrece una velocidad de 54 Mbps en la banda de 2.4 GHz.
802.11h	54 Mbps WLAN en banda 2.4 GHz.
802.11i	Autenticación y cifrado AES.
802.11j	802.11a con canales adicionales para Japón.
802.11k	Intercambio de información de capacidad entre clientes y puntos de acceso.
802.11m	Mantenimiento, publicación de actualizaciones estándar.
802.11n	Nueva generación de WLAN en banda 2.4 GHz que permite velocidad superiores a 500 Mbps.
802.11p	Estándar indicado para vehículos.
802.11r	Roaming rápido.
802.11s	Redes malladas.
802.11v	Permitirá una gestión de capa 2.
802.11y	Permitirá trabajar en banda 3650 a 3700 MHz.

### **3.5 Elementos que integran una red inalámbrica.**

#### **3.5.1 AP (Acces Point)**

“Punto de acceso Inalámbrico es un dispositivo que interconecta dispositivos de comunicación inalámbrica para formar una red inalámbrica, también puede transmitir datos por los dos medios (cableada e inalámbrica). Tiene una dirección IP asignada para poder ser configurado” (MORO, 2013).

#### **3.5.2 Adaptador de red:**

“Dispositivo o placa (tarjeta) que se anexa a una computadora que permite comunicarla con otras computadoras formando una red, puede permitir crear una red inalámbrica o cableada, puede venir

en forma de placa o tarjeta, que se inserta en la placa madre, estas son llamadas placas de red” (MORO, 2013).

### 3.5.3 Antenas

“Son dispositivos con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas sus características dependen para que se van a utilizar y su relación entre sus dimensiones y la longitud de onda de la señal transmitida o recibida. Podemos encontrar diferentes tipos de antenas (sectoriales, omnidireccionales, direccionales)”. (MORO, 2013) como podemos apreciar en la figura 3.2.



Figura 3.2: Tipos de antenas.

## 3.6 Topologías de redes inalámbricas.

A continuación veremos la arquitectura que puede presentar una red inalámbrica. Cabe señalar que la comunicación será por dispositivos físicos denominados terminales. Para el caso de una red local se contemplan dos tipos de topologías.

### 3.6.1 IBSS (Independent Basic Service Set)

“Se basan en la comunicación directa entre las estaciones inalámbricas (clientes inalámbricos) y en la no utilización de punto de acceso. Las estaciones se conectarán entre ellas arbitrariamente y de forma dinámica, de manera que todos los nodos funcionan como enrutadores” (RECALDE, s.f.).

La cobertura estará limitada por el alcance de cada estación, como se puede observar en la figura 3.3.

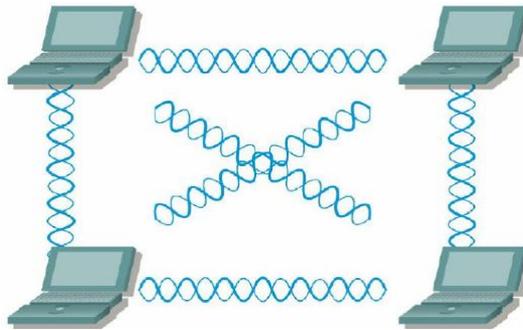


Figura 3.3: Interrelación del Conjunto de Servicios Básicos Independientes

### 3.6.2 BSS (Basic Service set).

“Existe un nodo central llamado punto de acceso (AP) que sirve de enlace para todas las demás estaciones inalámbricas que se encuentran dentro de la zona de cobertura del AP. Las estaciones no se pueden comunicar directamente entre ellas, todas las comunicaciones deberán pasar obligatoriamente por el AP que será el encargado de gestionar esa información y encaminarla” (RECALDE, s.f.), como se muestra en la Figura 3.4.

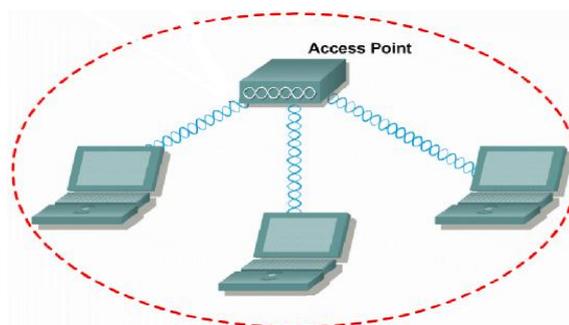


Figura 3.4: Interrelación del Conjunto de Servicios Básicos.

### **3.7 Características de las redes inalámbricas.**

#### **3.7.1 Movilidad**

La red inalámbrica proporciona al usuario acceso a la información en cualquier lugar en la que está desplegada.

#### **3.7.2 Simplicidad y rapidez**

La instalación de una red inalámbrica es rápida y fácil eliminando la necesidad de instalación de cables a través de paredes y techos.

#### **3.7.3 Flexibilidad**

La tecnología inalámbrica permite a la red llegar a puntos de difícil acceso para una LAN física de cable.

#### **3.7.4 Costo de propiedad reducido**

Mientras que la inversión inicial requerida para una red inalámbrica puede ser más alta que el costo en hardware de una LAN, la inversión de toda la instalación y el costo durante el ciclo de vida puede ser significativamente inferior. Los beneficios a largo plazo son superiores en ambientes dinámicos que requieren acciones y movimientos frecuentes.

#### **3.7.5 Escalabilidad**

Los sistemas de WLAN pueden ser configurados en una variedad de topologías para satisfacer las necesidades de las instalaciones y aplicaciones específicas de su empresa. Las configuraciones pueden incorporar fácilmente nuevos usuarios a la red.

### 3.8 Seguridad en redes inalámbricas.

Para poder considerar una red inalámbrica como segura, (ALARCON, 2009), debería cumplir con los siguientes requisitos.

- Las ondas de radio deben confinarse tanto como sea posible. Esto es difícil de lograr totalmente, pero se puede hacer un buen trabajo empleando antenas direccionales y configurando adecuadamente la potencia de transmisión de los puntos de acceso.
- Debe existir algún mecanismo de autenticación en doble vía, que permita al cliente verificar que se está conectando a la red correcta, y a la red constatar que el cliente está autorizado para acceder a ella.
- Los datos deben viajar cifrados por el aire, para evitar que equipos ajenos a la red puedan capturar datos mediante escucha pasiva.

Aunque la velocidad es importante, existen nuevas características de seguridad que pueden dar mayor tranquilidad.

El método de seguridad de IEEE 802.11, llamado WEP (*Wired Equivalent Privacy*), emplea encriptación de 40 o 128 bits mediante el algoritmo RC4. Otro estándar, IEEE 802.11i, especifica cómo se implementa la seguridad en redes inalámbricas, incluyendo 802.11b y 802.11a. Este estándar es para el tráfico de datos asíncronos y tráfico común de datos que sea controlado por tiempo, como la voz y el video. También permite que cada flujo de tráfico emplee políticas diferentes. QoS es una capacidad esencial para soporte de voz y datos, pero estos mecanismos necesitarán integrarse con mecanismos de QoS en redes de infraestructura en general, y eso tomará tiempo.

Así que aunque es interesante, pueden pasar años antes de que las aplicaciones en ambientes corporativos puedan aprovechar esta capacidad.

### **3.8.1 Mecanismos de seguridad**

#### **WEP (Wired Equivalente Protocol)**

“El protocolo WEP es un sistema de encriptación estándar propuesto por el comité 802.11, implementada en la capa MAC y soportada por la mayoría de vendedores de soluciones inalámbricas. En ningún caso es comparable con IPSec. WEP comprime y cifra los datos que se envían a través de las ondas de radio. Con WEP, la tarjeta de red encripta el cuerpo y el CRC de cada trama 802.11 antes de la transmisión utilizando el algoritmo de encriptación RC4 proporcionado por RSA Security. La estación receptora, sea un punto de acceso o una estación cliente es la encargada de desencriptar la trama”.

#### **OSA (Open System Authentication)**

Es otro mecanismo de autenticación definido por el estándar 802.11 para autenticar todas las peticiones que recibe. El principal problema que tiene es que no realiza ninguna comprobación de la estación cliente, además las tramas de gestión son enviadas sin encriptar aún activando WEP, por lo tanto es un mecanismo poco fiable.

#### **ACL (Access Control List)**

Este mecanismo de seguridad es soportado por la mayoría de los productos comerciales. Utiliza, como mecanismo de autenticación, la dirección MAC de cada estación cliente, permitiendo el acceso a aquellas MAC que consten en la Lista de Control de Acceso.

### **CNAC (Closed Network Access Control)**

Este mecanismo pretende controlar el acceso a la red inalámbrica y permitirlo solamente a aquellas estaciones cliente que conozcan el nombre de la red (SSID) actuando este como contraseña.

### **Cifrado WEP**

El mecanismo de cifrado básico definido en el estándar 802.11 es el WEP (Wireless Equivalent Privacy). WEP es un algoritmo de encriptación que permite codificar los datos que se transfieren a través de la red inalámbrica y autenticar los dispositivos móviles que se conectan a los puntos de acceso.

El cifrado WEP se basa en un cifrado de flujo simétrico que utiliza el algoritmo RC4. La clave del cifrado de flujo se obtiene de aplicar al conjunto de una clave estática de longitud variable (entre 40 y 104 bits) y un vector de inicialización (IV) fijo de 24 bits el algoritmo de cifrado. Todo ello se suma, bit a bit, con los datos en claro para obtener el resultado final.

### **3.8.2 Autenticidad y privacidad**

Al igual que en el resto de redes la seguridad para las redes wireless se concentra en el control y la privacidad de los accesos. Un control de accesos fuerte impide a los usuarios no autorizados comunicarse a través de los AP, que son los puntos finales que en la red Ethernet conectan a los clientes WLAN con la red. Por otra parte, la privacidad garantiza que solo los usuarios a los que van destinados los datos transmitidos los comprendan. Así, la privacidad de los datos transmitidos solo queda protegida cuando los datos son encriptados con una clave que solo puede ser utilizada por el receptor al que están destinados esos datos. Por tanto, en cuanto a seguridad, las redes wireless incorporan dos servicios: de autenticación y privacidad.

### **Autenticidad**

Los sistemas basados en 802.11 operan muy frecuentemente como sistemas abiertos, de manera que cualquier cliente inalámbrico puede asociarse a un punto de acceso si la configuración lo permite. También existen listas de control de accesos basadas en la dirección MAC, disponiendo en el AP de una lista con los clientes autorizados para rechazar a los que no lo están. También es posible permitir el acceso a cualquier nodo que se identifique y que proporcione el SSID (*Service Set ID*) correcto.

### **Privacidad**

Por defecto, los datos se envían sin utilizar ningún cifrado. Si se utiliza la opción WEP los datos se encriptan antes de ser enviados utilizando claves compartidas, que pueden ser estáticas o dinámicas. Para realizar el cifrado se emplea la misma clave que se usa para la autenticación WEP. También se pueden utilizar otros mecanismos más potentes, como WPA o el nuevo estándar 802.11i.

## **3.9 Arquitectura de la Red.**

Es un sistema funcional compuesto de equipos de transmisión, de programas y protocolos de comunicación y de una de la infraestructura cableada o radioeléctrica que permite la transmisión de datos entre los diferentes componentes. Podemos encontrar cuatro tipos de arquitecturas.

### **3.9.1 Arquitectura Punto a Punto**

Cuando hablamos de un enlace punto a punto, nos referimos a uno en el cual toda la comunicación se produce entre dos puntos, y sólo entre éstos. El caso más simple y tal vez el más común es el de la unión de dos equipos mediante un cable. Una comunicación punto

a punto half-duplex requiere de un cable que una ambos nodos; una comunicación punto a punto full-dúplex requiere de dos cables que unan ambos nodos, o alguna forma de que dos señales puedan viajar al mismo tiempo en sentidos diferentes por el mismo medio de comunicación, como por ejemplo modular cada una de ellas con diferente frecuencia portadora. Podemos apreciar esta arquitectura en la figura 3.5.



Figura 3.5: Arquitectura punto a punto

### 3.9.2 Arquitectura Punto a multipunto

En un enlace punto a multipunto, existe un punto central que se comunica con varios otros puntos remotos. Generalmente esto implica que la comunicación es solamente entre el punto central y los remotos, y de éstos hacia el central; no existe comunicación entre los remotos. Esta topología por lo general implica una comunicación half-duplex, aunque existen casos en que se utiliza una conexión del punto central a todos los remotos y otra compartida por los remotos, por lo que es posible que el central y un remoto hablen a la vez. Esta arquitectura podemos apreciar en la figura 3.6.



Figura 3.6: Arquitectura punto multipunto.

### 3.9.3 Arquitectura Celular

La arquitectura celular está compuesta por áreas circulares o hexagonales, cada una de las cuales tiene un nodo individual en el centro. La topología celular es un área geográfica dividida en regiones (celdas) para los fines de la tecnología inalámbrica. En esta tecnología no existen enlaces físicos; solo ondas electromagnéticas. La ventaja obvia de una topología celular (inalámbrica) es que no existe ningún medio tangible aparte de la atmósfera terrestre o el del vacío del espacio exterior (y los satélites). Las desventajas son que las señales se encuentran presentes en cualquier lugar de la celda y, de ese modo, pueden sufrir disturbios y violaciones de seguridad. Podemos apreciar esta arquitectura en la figura 3.7.

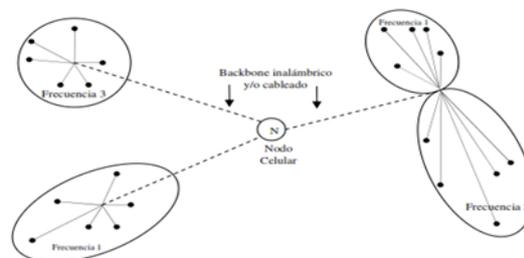


Figura 3.7: Arquitectura Celular

### 3.9.4 Arquitectura Mesh

Una Red Mesh Inalámbrica (WMN) es una de red compuesta por nodos organizados en una topología mesh (malla). El área de cobertura, de todos los nodos actuando como uno sólo, se llama nube de la malla (mesh cloud).

La forma de operar que tienen éstas redes consiste en que los datos van a saltar de un nodo a otro hasta que llegue a su destino. Los algoritmos de ruteo dinámico, utilizados en éste tipo de red, necesitan que cada nodo comunique información de ruteo a otros nodos en la red. Cada nodo determina que hacer con los datos que recibe, ya sea pasarlos al próximo salto o quedárselos, dependiendo del protocolo utilizado.

El algoritmo de ruteo usado siempre debería asegurar que la información tome el camino más apropiado de acuerdo a una métrica. Una métrica es el valor por el cual los protocolos determinan cual ruta tomar o a cuál nodo comunicarse. Podemos apreciar esta arquitectura en la figura 3.8.

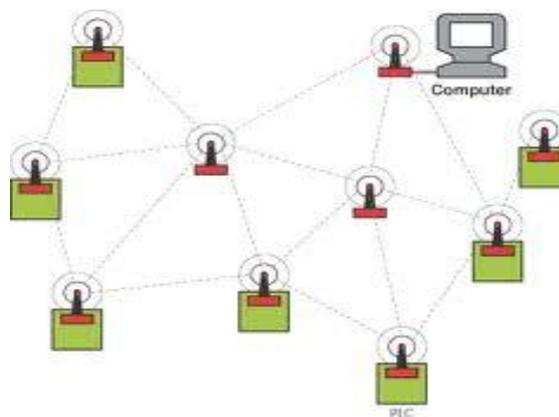


Figura 3.8: Arquitectura Mesh.

## **CAPITULO 4**

### **DESARROLLO**

## 4 DESARROLLO

Para cumplir con el objetivo planteado en este Trabajo de Grado se realizarán diversas actividades divididas las cuales se enumeran a continuación.

### 4.1 Levantamiento de la información.

#### **Perfil Topográfico de la zona en estudio.**

Para determinar el perfil topográfico de la Brigada 13BI “Pichincha” se utilizó la información del Instituto Geográfico Militar de Data de Elevación del Terreno Digitalizada (DTED). Adicionalmente, se utilizó un dispositivo GPS (*Global Positioning System*) para obtener las coordenadas de la posición.

Con dichas coordenadas se puede conocer la distancia que separa los puntos de conexión del edificio comando y el casino de voluntarios. Utilizando el programa Google Earth y las coordenadas obtenidas se ubico el lugar y algunas características relacionadas con su entorno, como se pueden observar en la figura 4.1.



**Figura 4.1: Perfil topográfico**

### Ubicación de las antenas.

En el sitio de la antena transmisora va estar ubicada en el sector del edificio comando en el departamento de operaciones por otro lado la antena receptora se encuentra en el Casino de Voluntarios, la distancia es de 200mts, como podemos observar en la figura 4.2.



Figura 4.2: Ubicación de las antenas.

### Coordenadas de las antenas

TABLA N°. 4.1: Coordenadas de los puntos de conexión

Orden	Nombre	Coordenadas	Distancia entre puntos
01	Edificio Comando (TX).	0° 22' 17.64". <b>S</b>	200m aprox.
		78° 34' 22,29". <b>W</b>	
02	Casino de voluntarios. (RX).	0° 29' 11.85". <b>S</b>	
		78° 34' 22,10". <b>W</b>	

### **Elección de la tecnología inalámbrica.**

La tecnología a utilizar en el diseño se analizó las características, ventajas y desventajas de las diferentes tecnologías inalámbricas dándole mayor relevancia a los parámetros de interconexión. Se tomó en cuenta el ancho de banda que necesita una red para soportar aplicaciones de voz y datos. El ancho de banda mínimo requerido para aplicaciones de correo electrónico y navegadores Web es de 1 a 100Kbps y de 50 a 100Kbps, respectivamente. Para el caso de Voz IP (voz sobre IP) se requiere un ancho de banda mínimo entre los 64Kbps y los 100Kbps, y en casos de dispositivos half-duplex hasta los 200Kbps.

## **4.2 Software a utilizar.**

Los software que utilizaremos son los siguientes:

### **4.2.1 Software Chanalyzer.**

El primero es Chanalyzer que ofrece una visión muy clara de lo que está pasando en el aire en forma de gráficos, y nos permite compararlos con muestras incluidas de señales de todo tipo de aparatos (teléfonos DECT, hornos microondas, señales 802.11, Zigbee, etc.).

Este programa se ofrece en versión para Windows o Mac. Esta herramienta de software combina el uso de Wi-Spy con la propia tarjeta Wi-Fi del equipo donde se ejecuta (normalmente portátil para mostrar en la misma ventana las redes observadas, además de su análisis de espectro como podemos apreciar en la figura 4.3.



Figura 4.3: Software Chanalyzer

## 4.2.2 Software InSSIDer.

Otra herramienta aplicada al proyecto es InSSIDer es gratuita y no necesita del hardware Wi-Spy. Funciona con cualquier tarjeta Wi-Fi y muestra las redes Wi-Fi que se encuentran alrededor con toda la información necesaria sobre ellas.

Trabaja en la frecuencia de 2.4 MHz al que le han desarrollado un firmware adaptado y un software para hacer de analizador de espectro, como se muestra en la figura 4.4.

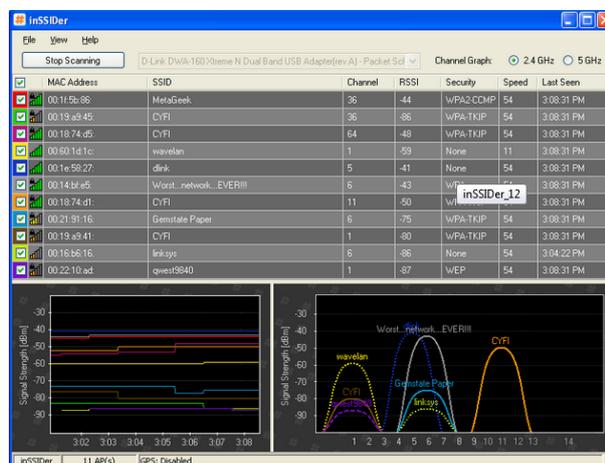


Figura 4.4: Software InSSIDer

### 4.2.3 Ekahau HeatMapper.

Ekahau HeatMapper es una herramienta rápida y sencilla que proporciona un mapa con las posiciones de la cobertura de redes WiFi. Esto permitirá saber dónde es más fuerte la señal ya que cuanto más cerca se está del router o del punto de acceso la señal es más fuerte.

Es una aplicación gratuita que muestra en un mapa la cobertura de redes inalámbricas y localiza también todos los puntos de accesos. Incluye una vista en tiempo real de los puntos de accesos y sus configuraciones.

Para utilizar esta aplicación solo necesitas una PC portátil con sistema operativo Windows y con tecnología inalámbrica, la instalación de este programa solo tarda un minuto. También es capaz de detectar configuración de seguridad de redes abiertas, diseñado para el hogar y pequeñas oficinas.

Soporta 802.11n así como también a/b/g y está disponible para plataformas de Windows XP, Vista y Windows 7, como podemos observar la figura 4.5.

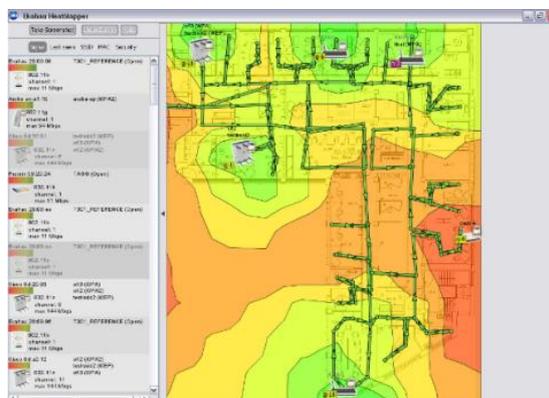


Figura 4.5: Ekahau HeatMapper.

#### 4.2.4 Airlink.

Esta herramienta de ubuquiti ayuda a realizar los enlaces, para utilizar esta herramienta debemos tener instalado el plugins google eart, como podemos observar en la figura 4.6. Las características más resaltantes son:

- Utiliza los datos de elevación del terreno para el cálculo de la cobertura.
- Indica la intensidad de la señal recibida en varios puntos a lo largo del trayecto.
- Realiza un perfil del área de cobertura entre dos puntos de la red, en donde se muestra la primera zona de Fresnel.

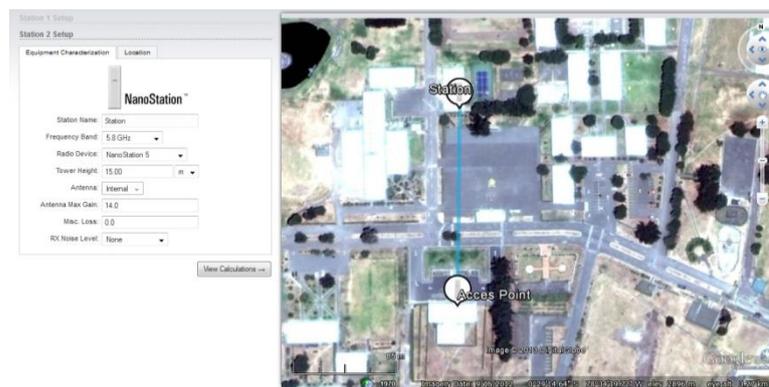


Figura 4.6: Software de Airmax.

#### 4.3 Análisis espectral.

Para ésta actividad fue necesario utilizar un analizador de espectro, el cual es un equipo de medición electrónica, que por medio de una antena, permite visualizar en una pantalla los componentes espectrales de las frecuencias captadas a la entrada de dicha antena. Haciendo uso del analizador de espectro, se observó el espectro de frecuencia de la zona en que fue basado el diseño del sistema, con el fin de garantizar que la banda de operación de la tecnología inalámbrica elegida no sufriera interferencias.

Haciendo uso del analizador de espectro se logró identificar las interferencias que podrían afectar el diseño de la red inalámbrica. Los resultados mostraron que no hay interferencias causadas en la zona de implementación de la red. Por lo que la red a implementar se realizara en el canal número uno. La cual está en el rango de frecuencia de 2432MHz a 2434MHz sin mayor Interferencia. Como podemos observar en la figura 4.7.

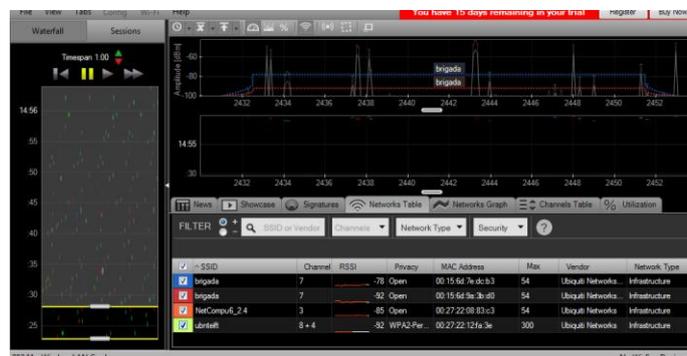


Figura 4.7: Análisis espectral.

## 4.4 Equipos a instalar.

### 4.4.1 Ubiquiti Nanostation 5

“Las antenas NanoStation son dispositivos diseñados para avanzar en el Global Wireless ISP de la industria al siguiente nivel. Con un diseño compacto para interiores y exteriores con una interfaz amigable, potente y simple” (AIRE.EC, s.f.).

NanoStation tiene un desempeño con un diseño revolucionario que combina una alta ganancia de los sistemas de antena y la arquitectura avanzada de radio que permite el rendimiento de procesamiento, estabilidad y capacidad que rivalizan incluso las redes WiMax de gama más alta como se muestra en la figura 4.8.



**Figura 4.8: Antenas NanoStation5**

### **Características de las antenas Nano Station5.**

En la tabla 4.2 se puede observar las especificaciones de la antena Nano Station 5.

**TABLA N°. 4.2: Especificaciones de la antena**

<b>ESPECIFICACION</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Modo de funcionamiento	AP, Cliente, WDS.
Frecuencia	5.8 Ghz
Rendimiento	25 Mbps
Antena Interna	Panel de doble polarización de 14 dBi
Antena Externa	Opcional, conector RP-SMA
Montaje	Exterior
Firmware	AirOS
Protección	+/- 15 Kv (Antena e interface ethernet)
Alimentación	PoE (incluye inyector) 12 V, 0,8 A
Indicador nivel de señal de enlace:	Niveles 4
Encriptación	WEP, WPA, WPA2
Puerto LAN	1x RJ45 10/100 Mbps
Dimensiones	163 x 31 x 80 mm
Peso	0,18 kg
Interface	LAN, Wi-Fi
Sistema operativo soportado	AirOS V
Polarización: Lineal (horizontal y vertical)	Ancho de Haz H-pol: 60°/60° Ancho de Haz V-pol: 60°/60°

#### 4.4.2 Unifi UAP-LONG Range 2.4GHz.

“La UAP-Long Range tiene un alcance mayor que la UAP modelo base con un alcance de hasta 600 pies. Los puntos de acceso UniFi cuentan con la última tecnología MIMO Wi-Fi 802.11n, capaz de alcanzar velocidades de 300Mbps con un alcance de hasta 500 pies (152m)” (STREAKWAVE, s.f.). Podemos apreciar la antena en la figura 4.9.



Figura 4.9: Unifi UAP-Long Range 2.4GHz

La gama de Unifi AP-Long utiliza un diseño limpio industrial que combina a la perfección en los entornos típicos. Todos los accesorios están incluidos para montar los dispositivos, ya sea en la pared o el techo.

También se incluye *Power Over Ethernet* (POE) que permite la funcionalidad de alimentación y datos para llevar a través de un único cable Ethernet al dispositivo.

En la parte frontal del centro del dispositivo, el equipo dispone de un anillo de LED, que proporciona al administrador el seguimiento de la ubicación y alertas de cada dispositivo.

UniFi es la solución Wi-Fi escalable para empresas, fácil de implementar y administrar.

El punto de acceso tiene un diseño elegante y se puede colocar fácilmente en una placa del techo o en la pared, utilizando para ello el hardware de montaje incluido.

El sistema Wi-Fi UniFi incluye un potente software de control. El software se instala en cualquier PC dentro de la red y es fácilmente accesible a través de cualquier navegador web.

A través del software de control de Unifi, la red empresarial Wi-Fi puede ser configurada y administrada sin ningún entrenamiento especial.

Funciones avanzadas como la consulta del estado del dispositivo en tiempo real, detección automática de dispositivos Unifi, carga del mapa de ubicación de los equipos y las opciones de seguridad están perfectamente integradas.

Las Especificaciones técnicas del UAP-Long Range 2.4GHZ se pueden observar en la Tabla 4.3.

**TABLA N°. 4.3: Especificaciones técnicas del UAP-Long Range 2.4GHZ.**

<b>ESPECIFICACION</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Puerto Ethernet	10/100Mbps
Antena incorporada omnidireccional	(2.32 - 2.55 GHz).
Peso	290 g (430 g con kit de montaje)
Estándar Wi-Fi	802.11 b/n/g
Dimensión	20 x 20 x 3.65 cm
Fuente de Alimentación	POE 24V, 1A incluida
Alimentación a través de Ethernet	(12-24V).
Seguridad inalámbrica	WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i.
Montaje para pared/techo	Kit incluido
Temperatura de funcionamiento	-10°C a 70°C (14°F a +158° F)
Humedad de funcionamiento	5% - 80%.
Gestión Avanzada de Tráfico	802.1Q VLAN QoS Avanzado priorización WLAN Soporta WMM Aislamiento de Clientes de voz, video, mejor esfuerzo, y de fondo Clientes concurrentes 100 +
Botón Restablecedor	
Modo ahorro de energía soportado	

## 4.5 Configuración de equipos Ubiquiti.

En este proceso vamos a realizar la configuración de los equipos de transmisión, recepción y antena de wifi.

### 4.5.1 Configuración de la IP fija de su PC

Como primer paso se debe poner una dirección fija en la tarjeta de red de su computadora, esta dirección está en el rango de 192.168.1.X, el dispositivo trae de fábrica la dirección IP 192.168.1.20 para este proyecto se utilizará la dirección 192.168.1.10. como se muestra en la figura 4.10.

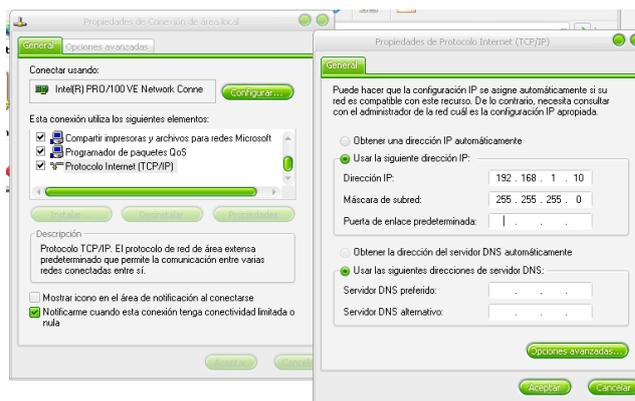


Figura 4.10: Configuración de las IP.

- Luego de configurar la pc, conectamos la antena Tx a la PC como muestra en la figura 4.11.

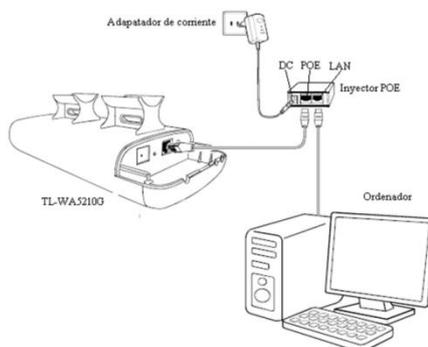


Figura 4.11: Conexión de la antena TX a la computadora

## 4.5.2 Configuración de la antena Tx.

### Configuración de la antena en la pestaña network

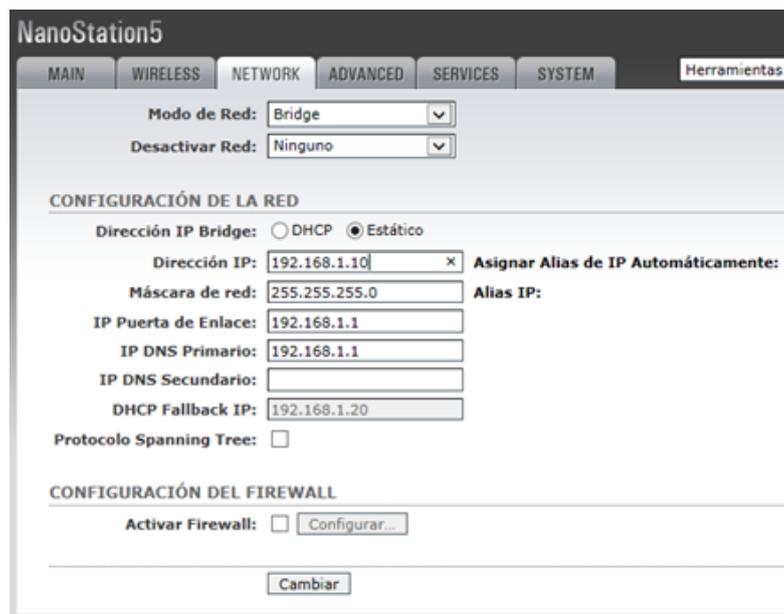
Configuración de parámetros de red en la antena Tx, en modo bridge, dirección IP bridge estático.

- La dirección IP para este equipo será 192.168.1.10 y la puerta de enlace es 192.168.1.1.
- Se abre el navegador de internet y se coloca la dirección IP `http://192.168.1.20`.
- Se despliega la pantalla de configuración de la antena NanoStation5 la cual nos pide una clave y contraseña.

**Usuario: ubnt**

**Password: ubnt**

Luego de estos pasos se abre la pestaña network y se configura la antena, como se puede observar en la figura 4.12.



The screenshot shows the NanoStation5 web interface with the 'NETWORK' tab selected. The 'Modo de Red' is set to 'Bridge' and 'Desactivar Red' is set to 'Ninguno'. Under 'CONFIGURACIÓN DE LA RED', 'Dirección IP Bridge' is set to 'Estático' with a value of '192.168.1.10'. The 'Máscara de red' is '255.255.255.0' and the 'IP Puerta de Enlace' is '192.168.1.1'. The 'IP DNS Primario' is also '192.168.1.1' and the 'DHCP Fallback IP' is '192.168.1.20'. The 'Protocolo Spanning Tree' is unchecked. Under 'CONFIGURACIÓN DEL FIREWALL', 'Activar Firewall' is unchecked. A 'Cambiar' button is at the bottom.

Figura 4.12: Configuración de la antena en la pestaña network

## Configuración de los parámetros wireless

Se configurarán los siguientes parámetros:

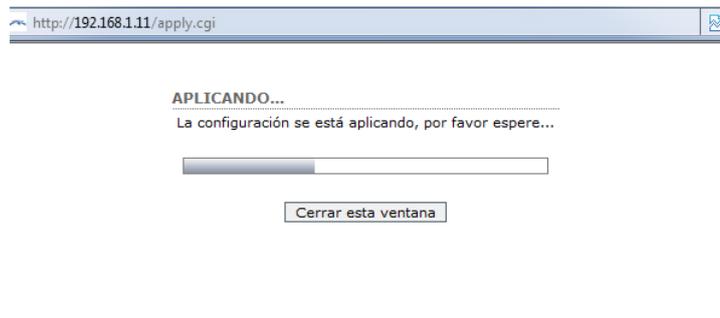
- Modo inalámbrico: Punto de acceso.
- SSID: casino13bi.
- Seguridad: WPA2-AES
- Tipo de autenticación: Abierto.

WAP clave pre-compartidas: ejercitoecuador, como se puede observar en la figura 4.13

The screenshot displays a web-based configuration interface for wireless settings. At the top, a yellow banner indicates that the configuration contains non-applied changes, with 'Apply' and 'Discard' buttons. The interface is divided into two main sections: 'BASIC WIRELESS SETTINGS' and 'WIRELESS SECURITY'.  
**BASIC WIRELESS SETTINGS:**  
- Wireless Mode: Access Point (dropdown)  
- SSID: casino13bi (text input), with a 'Hide SSID' checkbox.  
- Country Code: UNITED STATES (dropdown), with a 'Change...' button.  
- IEEE 802.11 Mode: A (dropdown)  
- Channel Spectrum Width: 20MHz (dropdown), Max Datarate: 54Mbps  
- Channel Shifting: Disabled (dropdown)  
- Channel: 149 - 5745 MHz (dropdown)  
- Output Power: 24 dBm (text input), with a slider and a checked 'Auto EIRP regulatory limiter' checkbox.  
- Data Rate, Mbps: 54 (dropdown), with a checked 'Auto' checkbox.  
- Enable DFS: (checkbox)  
**WIRELESS SECURITY:**  
- Security: WPA2-AES (dropdown)  
- Authentication Type: Open (radio selected), Shared Key (radio)  
- WEP Key Length: 64 bit (dropdown)  
- WEP Key: (text input)  
- WPA Preshared Key: ejercitoecuador (text input)  
- MAC ACL: (checkbox) Enabled  
- Key Type: HEX (dropdown)  
- Key Index: 1 (dropdown)  
- Policy: Allow (dropdown)  
- A 'Remove' button is located next to the MAC ACL section.  
- MAC: (text input)  
- MAC Comment: (text input), with 'Edit' and 'Add' buttons.  
A 'Change' button is located at the bottom of the security section.

Figura 4.13: Configuración de la antena en la pestaña wireless.

Luego de todas las configuraciones se hace click en aplicar y la antena configurara todos los cambios realizados, como se puede observar en la figura 4.14.



**Figura 4.14: Ventana de Aplicación.**

### **4.5.3 Configuración de Antena Rx.**

Para que la antena Rx ubiquiti pueda enlazarse a nuestro AP debe ser configurada en modo estación, para lo cual se debe seguir los pasos y la configuración de la opción Modo de red de manera idéntica a la configuración de la antena transmisora. Luego se deberá configurar los siguientes parámetros.

#### **Configuración de Red (Wireless).**

En esta ventana se debe configurar a la antena receptora ubiquiti en modo estación.

- Modo inalámbrico: Estacion.
- Seleccionar el AP. SSID: casino13bi.

Al hacerlo se despliega varios SSID donde buscamos el AP. Casino13bi, luego aparece la dirección Mac del equipo.

Seguridad: WPA2-AES

- Tipo de autenticación: Abierto.
- WAP clave per-compartidas: ejercitoecuador.

Toda la configuración podemos observar en la figura 4.15.

The screenshot displays the 'CONFIGURACION INALÁMBRICA BÁSICA' (Basic Wireless Configuration) and 'SEGURIDAD INALÁMBRICA' (Wireless Security) sections of a Ubiquiti UniFi controller interface. The top navigation bar includes 'MAIN', 'WIRELESS', 'NETWORK', 'ADVANCED', 'SERVICES', and 'SYSTEM', along with a 'Herramientas:' dropdown and a 'Salir' button. The 'CONFIGURACION INALÁMBRICA BÁSICA' section includes fields for 'Modo Inalámbrico' (set to 'Estación'), 'Clonar MAC' (checkbox), 'ESSID' (set to 'casino13bi'), 'Vincular al MAC AP', 'Código País' (set to 'UNITED STATES'), 'Modo IEEE 802.11' (set to 'A'), 'Anchura del espectro de canal' (set to '20MHz'), 'Vel. máx. de datos: 54Mbps', 'Cambio de canal' (set to 'Inhabilitado'), 'Lista de exploración de canales' (checkbox 'Habilitado'), 'Potencia de salida' (set to '24 dBm'), 'Autolimitar PIRE según dominio regulatorio' (checkbox), 'Velocidad de datos, Mbps' (set to '54'), 'Auto' (checkbox), and 'Activar DFS' (checkbox). The 'SEGURIDAD INALÁMBRICA' section includes 'Seguridad' (set to 'WPA2-AES'), 'Tipo de autenticación' (radio buttons for 'Abierto' and 'Clave compartida'), 'Longitud Clave WEP' (set to '64 bit'), 'Tipo de Clave' (set to 'HEX'), 'Clave WEP', 'Índice Clave' (set to '1'), 'Autenticación WPA' (dropdowns for 'PSK', 'EAP-TTLS', and 'MSCHAPV2'), 'WPA Clave Pre-Compartidas' (set to 'ejercitoecuador'), 'Identidad anónima WPA', 'Usuario WPA', and 'Clave de usuario WPA'. A 'Cambiar' button is located at the bottom of the configuration area.

Figura 4.15: Configuración de Wireless.

- Se debe colocar los parámetros idénticos a las del AP, ya que si se los cambia la antena receptora no podrá enlazarse.
- Los demás parámetros se lo deja por default y finalmente se da click en cambiar y aplicar.

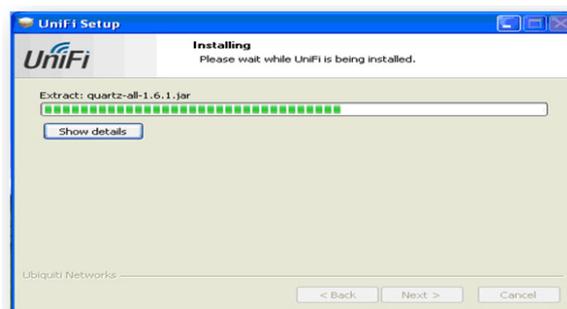
#### 4.5.4 Configuración Long Range 2.4GHz

El sistema inalámbrico UniFi Enterprise, es una solución escalable de puntos de acceso que pueden ser fácilmente desplegados y gestionados de forma centralizada. Para poder configurar y/o monitorear los equipos, es necesario un PC o MAC que tenga instalado el software de Ubiquiti, estos equipo será el único que gestione los AP's.

Para este proyecto se instalará el software en una portátil para únicamente crear la red y una clave de autenticación. Este equipo será configurado como DHC para lo cual a los usuarios se les será asignados automáticamente IPS dinámicas por el equipo antes mencionado.

- El software de control se puede instalar desde el CD-ROM incluido en el paquete del producto o bien, descargarlo del siguiente enlace:

<http://ubnt.com/downloads/unifi-controller-software>, como muestra la figura 4.16



**Figura 4.16: Instalación de controlador UniFi.**

- Una vez instalada la aplicación, conectamos el equipo y abrimos el programa. Se puede ver como se inicia el controlador, así como muestra la figura 4.17.



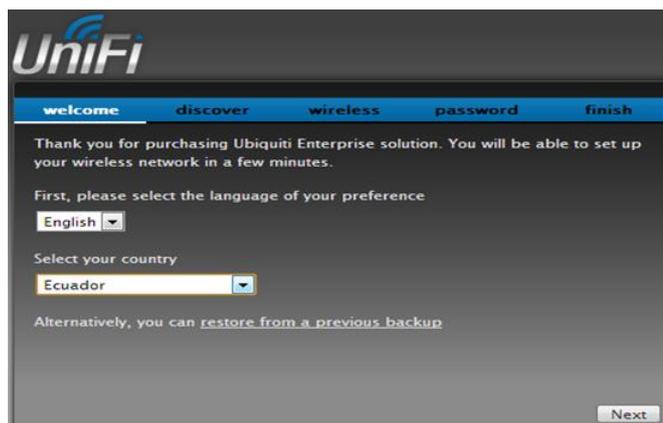
**Figura 4.17: Buscando Controlador UniFi.**

- Una vez encontrado el equipo pulsamos sobre “*Launch a Browser to Manage Wireless Network*” para abrir una ventana de navegador y acceder al menú de configuración del controlador, así como muestra la figura 4.18.



**Figura 4.18: Controlador Unifi Encontrado.**

- Al aparecer la página principal en el navegador, se procede a elegir el país en el que va ser instalado los equipos en este caso Ecuador, como muestra la figura 4.19.



**Figura 4.19: Selección de País.**

- Dar un clic en Discover para poder marcar la dirección Mac del equipo que se quiere configurar, como muestra la figura 4.20.

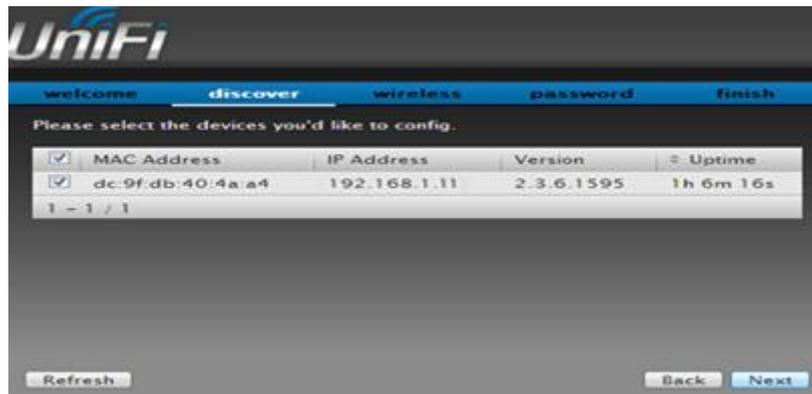


Figura 4.20: Selección de dirección Mac.

- Se especifica un SSID (nombre de red Wi-Fi) y una clave de seguridad.

Secure SSID: casino13bi.

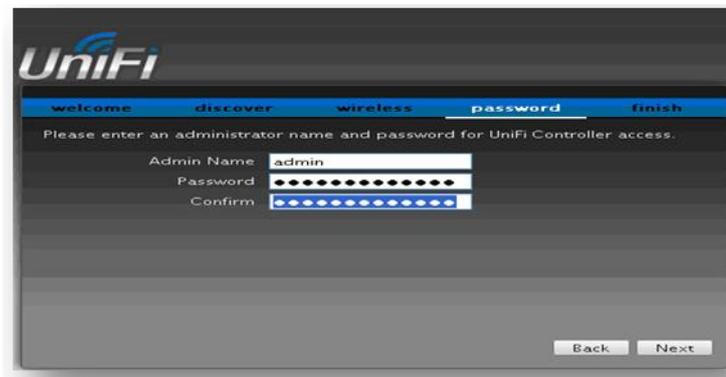
Security Key: oficiales13bi

Así como muestra la figura 4.21.



Figura 4.21: Nombre de red y Clave

- Luego se crea una cuenta de administración y una clave de ingreso al sistema, así como muestra la figura 4.22.



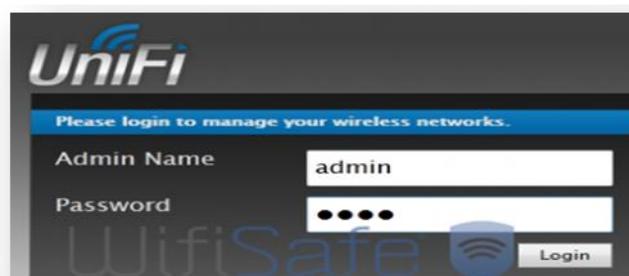
**Figura 4.22: Nombre de Administrador y Clave del sistema**

- Finalmente hacer click en siguiente y finalizar, al hacerlo se actualizara nuevamente la página web de nuestro navegador, seguidamente nos solicitará que se ingrese a la cuenta del administrador.

Admin Name: admin

Password: Powerfast

Así como muestra la figura 4.23.



**Figura 4.23: Autenticación del Sistema**

- Para tener una orientación de cómo va a radiar la señal, se puede cargar un plano del lugar de implementación de la antena omnidireccional Unifi. De esta forma, si hay algún problema el administrador podrá localizar rápidamente donde se encuentra instalado, así como muestra la figura 4.24.



**Figura 4.24: Ubicación de Unifi Long Range.**

- Después que se ha conectado el AP a la red LAN, el servidor DHCP les asignará un IP dinámicamente y serán mostrados en un listado, pendientes de ser aprobados, así como muestra la figura 4.25.

Managed Access Points							
Search <input type="text"/>							
Name/MAC Address	IP Address	Status	Num Clients	Download	Upload	Channel	Actions
00:27:22:12:ad:af	192.168.1.220	Pending Approval		0.00	0.00		Adopt
00:27:22:06:ee:90	192.168.1.223	Pending Approval		0.00	0.00		Adopt
00:27:22:06:ee:7a	192.168.1.225	Pending Approval		0.00	0.00		Adopt

**Figura 4.25: Administración de usuarios en espera.**

- Para poder aprobarlos, simplemente se pulsa sobre el botón “Adopt”, así como muestra la figura 4.26.

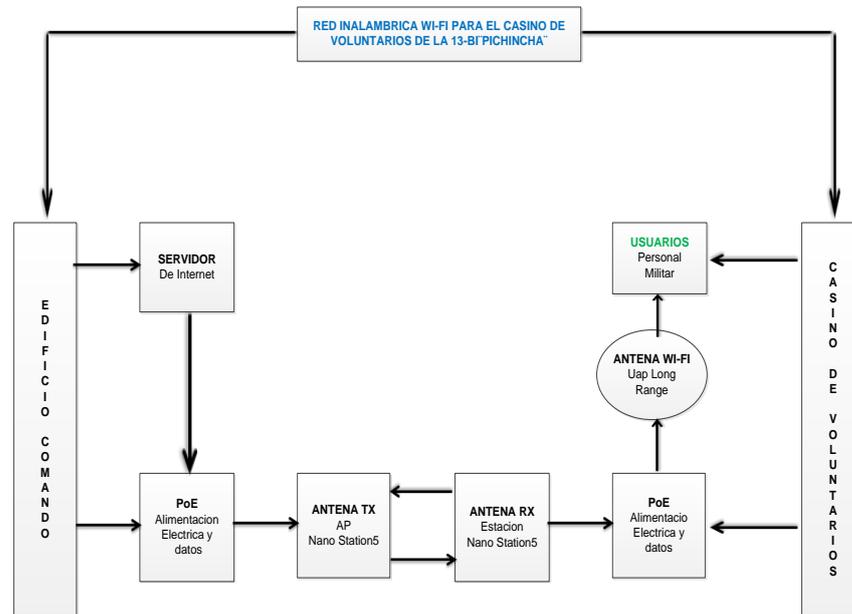
Name/MAC Address	IP Address	Status	Num Clients	Download	Upload	Channel	Actions
00:27:22:06:ee:90	192.168.1.223	Connected	0	8.22K	0.00	11 (ng)	Restart Locate
00:27:22:12:ad:af	192.168.1.220	Connected	1	2.43M	264K	1 (ng)	Restart Locate
00:27:22:06:ee:7a	192.168.1.225	Connected	0	7.83K	0.00	11 (ng)	Restart Locate

**Figura 4.26: Administración de Usuarios Aceptados.**

Con la configuración realizada con estos equipos se ha logrado cubrir la señal en un 99% en el casino de voluntarios de la 13 B.I “Pichincha”.

#### **4.5.5 Descripción de la Arquitectura.**

La arquitectura seleccionada para el proyecto es de tipo punto-multipunto, porque permite que varios usuarios puedan compartir un mismo servicio, con una eficiente distribución del ancho de banda. También es ideal por cumplirse la condición de tener línea de vista con todos los usuarios del servicio con el nodo de distribución. Esto desde luego va enlazado a los requerimientos económicos, ya que una arquitectura de este tipo, brinda la facilidad de interconectar de modo más barato a un nodo con muchos puntos de usuarios. La figura 4.27 muestra un diagrama esquemático de la arquitectura implementada.



**Figura 4.27: Esquema de la arquitectura propuesta.**

El personal militar accede a los servicios prestados por la red Ethernet, a través de la conexión inalámbrica y dentro de los rangos de cobertura de 180 mts establecidos en la red inalámbrica. A continuación se describe brevemente como está constituida nuestra red implementada en el casino de la Brigada de Infantería N° 13 “Pichincha”: El punto de internet asignado se encuentra en el edificio comando, sala de operaciones el cual nos facilita el servicio de internet. Mediante un cable de red se conecta a la antena NanoStation5, La antena Tx NanoStation5 ubicada en la pared del edificio comando, transmite vía inalámbrica la señal de internet hacia el casino de voluntarios. La antena Rx NanoStatio5 ubicada en una esquina del casino recibe la señal inalámbrica emitida por la antena Tx. La antena Unifi UAP Long Range que es la antena omnidireccional, la cual emite la señal de internet con un radio de 180 mts a la redonda del casino de voluntarios.

#### 4.5.6 Dimensionamiento

El dimensionamiento de la red se ha realizado teniendo en cuenta que se necesita un ancho de banda y unos tiempos de respuesta. Es por esta razón que se han buscado interconectar la ubicación entre las antenas y debe cumplir con la condición de línea de visión directa. Este requisito no es indispensable para tener conectividad, pero es necesario para el funcionamiento óptimo.

Otra de las condiciones es que las ubicaciones fueran propiedad del Ayuntamiento, con el fin de que fuese más económico el despliegue de la red, como se muestra en la figura 4.28.

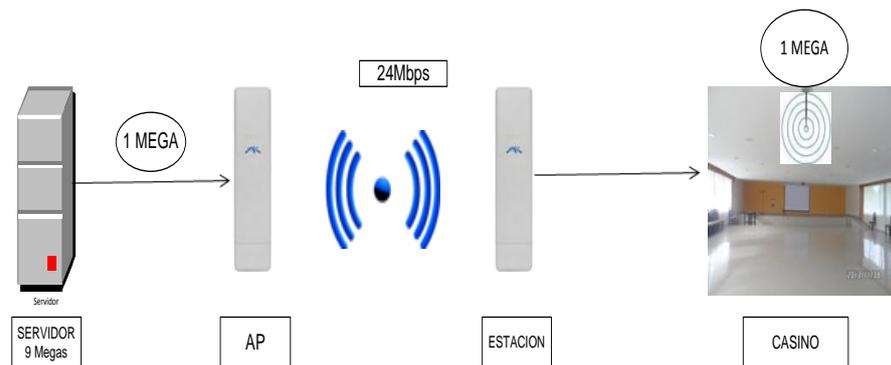


Figura 4.28: Dimensionamiento de la red wifi.

#### Equipo que soporta la wifi.

TABLA N°. 4.4: Consumo del Internet

Usuarios que abarca	que	100 Usuarios
Consumo de mensajes Internet	de	1 Mega
Video Conferencia		250 Kbys

#### 4.5.7 Aplicación de la red.

Representa una herramienta importante para su aplicación, sobre todo para el personal militar que reside en la 13BI "Pichincha" como una solución al excesivo gasto económico que representa la comunicación con sus familias y personas que conocen, aplicando redes sociales, correos electrónicos, y video conferencia, etc. Esto significa que podrán disfrutar del internet en horarios no laborables del personal militar mediante equipos electrónicos que dispongan.

A continuación se puede visualizar la velocidad de transmisión y recepción de datos a la cual la red está trabajando para lo cual nos ayudaremos de un programa medidor de velocidad que nos proporciona CNT como nos muestra en la figura 4.29 el mismo que nos permite medir los siguientes parámetros:

- Velocidad de descarga: 1.11 Mbps
- Velocidad de subida: 1.05 Mbps
- Ping: 44ms
- Dirección IP: 200.93.248.30



**Figura 4.29: Medidor de velocidad.**  
**Fuente:** Medidor de Ancho de Banda CNT

#### 4.6 Implementación de la Red.

Se realizó la simulación de la red punto a punto con los equipos NanoStation5 en el simulador Airlink.

Como primer paso en la computadora se abre una página en internet [www.ubnt.com/airlink/](http://www.ubnt.com/airlink/)

Se realiza la configuración de los equipos el primero como Acces Point y la antena receptor como Station, en los parámetros de Station Name,frecuency Bands,Radio Divece,Town heigh los demás parámetros dejamos por default, como podemos ver en la figura 4.30.

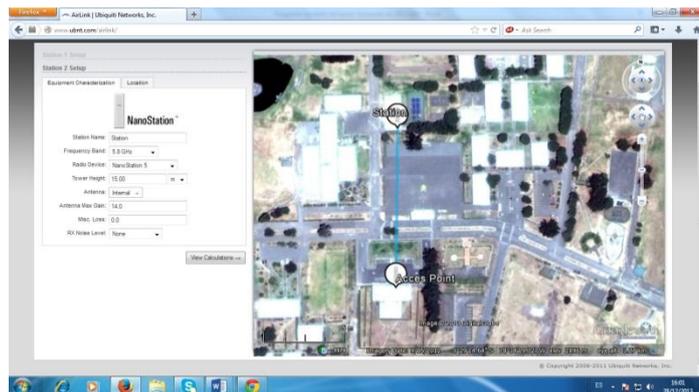
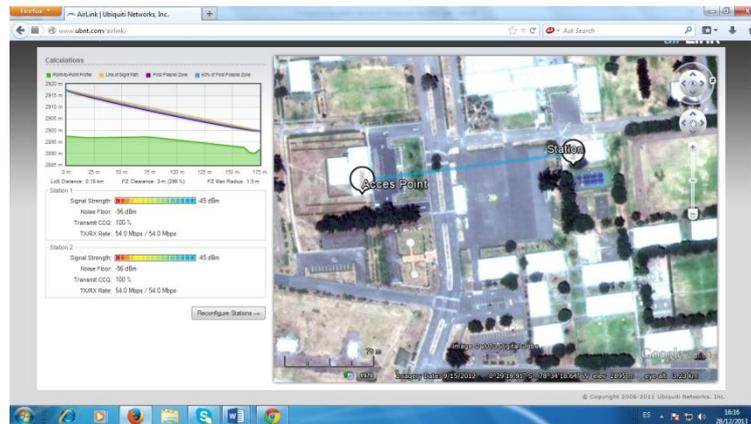


Figura 4.30: Simulador Airlink.

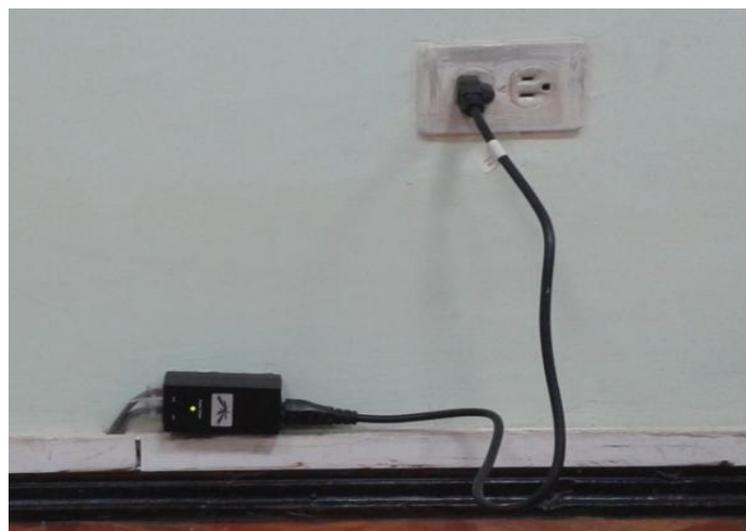
Luego damos click en el botón View calculations, para poder observar los datos de elevación del terreno, el cálculo de la cobertura,Indica la intensidad de la señal recibida en varios puntos a lo largo del trayecto, Realiza un perfil del área de cobertura entre dos puntos de la red, en donde se muestra la primera zona de Fresnel, como se ve en la figura 4.31.



**Figura 4.31: Cálculos de cobertura del enlace.**

Con las configuraciones necesarias, pruebas de funcionamiento y simulaciones realizados, se procede a la implementación física de la red wifi.

Para la instalación de la antena transmisora (AP) en el edificio comando, se procede a conectar un PoE a la fuente de alimentación de un extremo y del otro a la antena - Router respectivamente como se muestra en la figura 4.32.



**Figura 4.32: Conexión del Router y PoE.**

Colocado el PoE de alimentación se procede a conectar del puerto LAN de mencionado equipo, un cable de red categoría 5e para exteriores, el mismo que se acopla a la antena transmisora Ubiquiti NanoStation 5, ubicado en la pared del edificio comando de la Brigada con una base como se muestra en la figura 4.33.



**Figura 4.33: Instalación de Antena transmisora.**

Ya instalada la antena transmisora, se procede a seguir los mismos pasos para la antena receptora en el sector del casino de voluntarios de la Brigada, el cual esta aproximadamente a unos 200m con línea de vista al edificio comando como se muestra en la figura 4.34.



**Figura 4.34: Instalación de Antena receptora en el casino.**

Implementada la Antena receptora, se procede a instalar la antena omnidireccional Unifi UAP Long Range, para lo cual se acopla el puerto LAN del PoE de la antena receptora con el puerto LAN de la Antena Omnidireccional Unifi mediante un cable de red categoría 5e para interiores, del otro puerto del PoE a la Antena omnidireccional y Antena receptora NanoStation5 respectivamente como se muestra en la figura 4.33.



**Figura 4.35: Instalación de la Antena Omnidireccional en el casino**

#### 4.6.1 Funcionamiento de la Red.

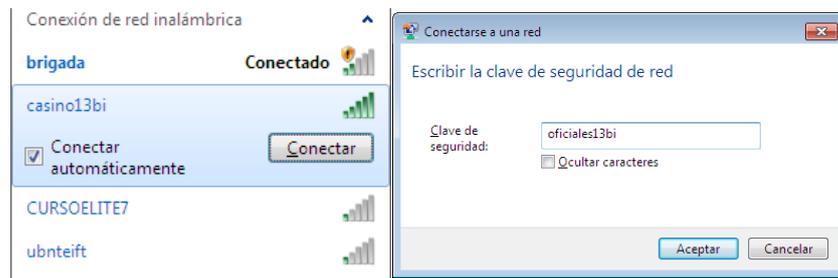
Ya implementada la red Wi-Fi en el casino de voluntarios de la 13BI “Pichincha”, se procede a detallar paso a paso la manera como se debe conectar el usuario a la Red “casino13bi”:

Se debe activar el Wireless de nuestro computador, que por lo general se encuentra en la parte superior del teclado de una portátil y si es una computadora de escritorio se lo encuentra en la barra de tareas en los iconos de acceso rápido como se muestra en la figura 4.34.



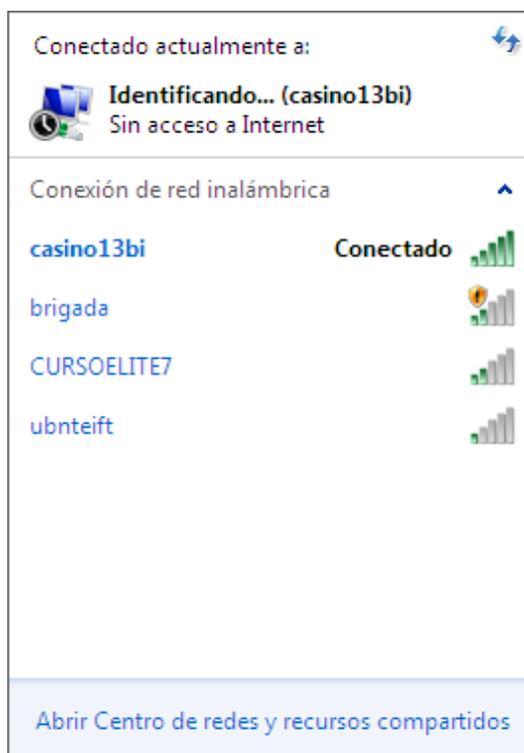
**Figura 4.36: Conexión de Wireless del computador.**

Luego se debe dar un click en la opción centro de redes y recursos compartidos que se encuentra en la barra de tareas, en esta opción se puede ver todas las redes que la antena Wireless ha podido captar. En este caso se procede a elegir la red titulada: “casino13bi”. Al hacerlo después de unos segundos solicitará una clave de autenticación para lo cual se deberá colocar la palabra: “oficiales13bi” como se muestra en la figura 4.35.



**Figura 4.37: Clave de seguridad de la Red.**

Si la red se ha enlazado satisfactoriamente aparecerá de la siguiente manera como se muestra en la figura 4.36.



**Figura 4.38: Conexión de la Red implementada en el casino.**

Para verificar que la red está funcionando se accede a una página de navegación web como se muestra en la figura 4.37.



Figura 4.39: Página de navegación con la Red “casino13bi”.

#### 4.7 Tabla de presupuesto.

El costo estimado del proyecto abarca un monto de \$640.00 dólares, los cuales se desglosan como se muestra en la Tabla 4.4.

TABLA N°. 4.5: Presupuesto.

PRESUPUESTO			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	V. UNITARIO	V. TOTAL
1	Unifi UAP Long Range	130.00	130.00
1	Rollo de Cable UTP.	50.00	50.00
2	Antenas Nanostation5.	180.00	360.00
1	Extras.	100.00	100.00
<b>TOTAL</b>			<b>640.00</b>

## **CAPITULO 5**

### **RESULTADOS DE LA RED INALÁMBRICA WI-FI**

## **5 RESULTADOS**

### **5.1 Análisis de Resultados.**

Luego de haber implementado la red inalámbrica en el casino de voluntarios, se pudo realizar diferentes tipos de pruebas, Solucionados de manera inmediata los problemas de la red, con la ayuda de nuestro Director y Codirector de tesis.

### **5.2 Pruebas de Equipos.**

Se probó directamente a los equipos instalados en la 13- BI "Pichincha" que comprenden desde la verificación de los parámetros, especificaciones técnicas y funcionalidad de la presente red inalámbrica de comunicaciones. Estas pruebas se realizaron para la verificación del nivel de recepción de la señal, según sus correspondientes especificaciones técnicas.

Para el enlace de las antenas NanoStation5, no fueron necesarios realizar muchas ubicaciones ya que el lugar era despejado y se tenía línea de vista para una buena transmisión/recepción de datos.

#### **5.2.1 Pruebas con InSSIDer.**

Con este software podemos realizar la visualización de la potencia de señal de nuestra red inalámbrica en el AP. Dentro del casino de voluntarios de la 13 BI "Pichincha".

El análisis espectral las realizamos en tres partes distintas del casino en la parte norte, sur y centro del casino donde se encuentra nuestro el AP.

En la primera grafica es tomada en la parte norte del casino se muestra la intensidad de la señal es de -49db y se encuentra en el canal número uno, como podemos observar en la figura 5.1.



Figura 5.1: Análisis espectral en la parte norte del casino.

En la segunda grafica es tomada en la parte sur del casino se muestra la intensidad de la señal es de -51db y se encuentra en el canal número uno, como podemos observar en la figura 5.2.



Figura 5.2: Análisis espectral de la parte sur del casino.

En la tercera grafica es tomada en la parte central del casino cerca de nuestro AP.

La intensidad de la señal es de -32db y se encuentra en el canal número uno, como podemos observar en la figura 5.3.

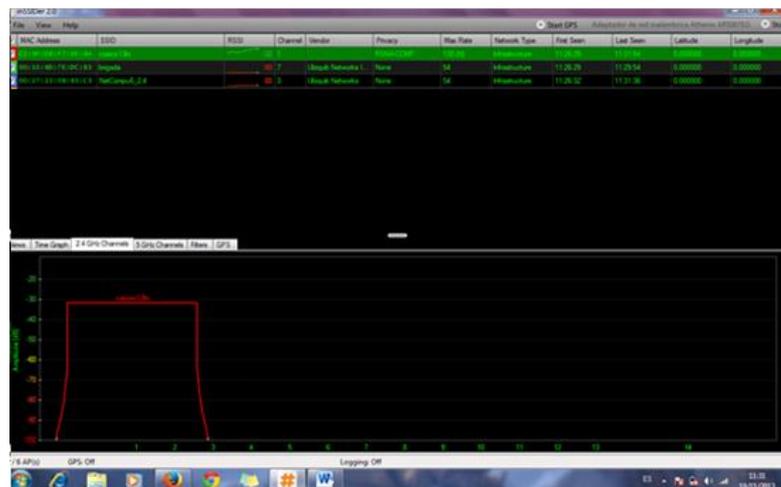


Figura 5.3: Análisis espectral de la centro parte sur del casino

### 5.3 Pruebas de comunicación de Red.

Se realizaron todas las pruebas para que el servicio de internet en el casino de voluntarios quede en óptimas condiciones para su uso se ingresó a este servicio a diferentes equipos como son: tablet's celulares, laptops, adquiriendo una buena recepción de señal en los equipos.

### 5.4 Resultado de pruebas de la Red.

Se concluyó que las pruebas resultaron satisfactorias, puesto que la red funcionó como se esperaba durante la realización de este proyecto, las mismas que fueron realizadas en presencia de los señores militares que prestan servicio en la 13B" Pichincha"

finalmente se muestra al personal militar haciendo uso del servicio de Internet en el casino como se muestra en la figura 5.4.



**Figura 5.4: Personal militar utilizando el Internet en el casino.**

## **CAPITULO 6**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Se tienen las siguientes conclusiones y recomendaciones para el proyecto de la red inalámbrica del casino de voluntarios de la 13BI "Pichincha".

### **6.1 CONCLUSIONES.**

- Las redes inalámbricas se perfilan como una de las tecnologías más prometedoras de los próximos años. Ya que han avanzado mucho en esta última década y se están dando pasos importantes en la consolidación de las comunicaciones inalámbricas.
- Las redes inalámbricas han venido a revolucionar el mercado de las comunicaciones, no sólo de datos, ahora también para la voz y el video, propiciando una integración total de medios para las empresas, las instituciones y el servicio público en general.
- Se pudo establecer que para el enlace punto a punto las antenas deben estar configuradas el transmisor como AP y la otra como Estación, si no se toma en consideración este aspecto la red nunca establecerá una conexión.
- Respecto a la aplicación del software utilizado para la configuración de la antena omnidireccional UAP Long Range se debe tomar en cuenta que este debe estar actualizado a la fecha de instalación.
- La seguridad en las redes inalámbricas es una necesidad, debido a la información que por ellas se transmite. Sin

embargo, la gran mayoría de las redes inalámbricas actualmente instaladas no tienen configurada seguridad alguna, o poseen un nivel de seguridad muy débil, con lo cual se está poniendo en peligro la confidencialidad e integridad de dicha red de datos.

- Los equipos utilizados en el proyecto de tesis, proporcionan versatilidad en su servicio, fácil implementación y garantía eficiente.
- La red implementada tuvo una aceptación favorable por parte del personal militar que reside en la unidad, ya que se redujo considerablemente el excesivo gasto económico en telefonía.
- Este proyecto dio solución a una de las necesidades y problemas de comunicación y desintegración familiar que tienen los militares.

## **6.2 RECOMENDACIONES.**

- Dar capacitación técnica al administrador de la red inalámbrica, dentro y fuera de la Brigada, para que éste pueda dar un mejor mantenimiento a la red inalámbrica y un mejor soporte a los usuarios.
- Informar a los usuarios de los servicios y beneficios de la red inalámbrica, así como de su funcionamiento, además solicitar que se enmarquen en las políticas de seguridad establecidas.

- Implementar un sistema de procedimientos estandarizados para la configuración de los Puntos de Acceso y demás dispositivos inalámbricos instalados.
  
- Dar mantenimiento de manera frecuente a los servidores de autenticación, y revisar el estado físico de los mismos cada cierto tiempo.
  
- Dar capacitación a los voluntarios que se encuentran en la 13 BI “Pichincha”, sobre el uso de la tecnología inalámbrica Wi-Fi.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- ALARCON, R. (2009). *Inseguridad en Redes Inalámbricas WLAN*.
- ANDRÉU, J. (2010). *Redes Locales*. España: Editex.
- ATELIN, P. (2010). *Redes informáticas: conceptos fundamentales*. Barcelonas: ENI.
- GIL, P. (2010). *Redes y transmisión de datos*. España.
- GRIERA, J. (2008). *Estructura de redes de computadores*. Barcelona.
- HUIDOBRO, J. (2010). *Sistemas telemáticos*. España: Thomson.
- MORO, M. (2013). *Infraestructuras de redes de datos y sistemas de telefonía*. Madrid: Parainfo.
- PÉREZ, C. (2009). *Sistemas de telecomunicación*. España: Eujoa.
- SANCHIS, E. (2008). *Fundamentos y electrónica de las comunicaciones*. Valnecia: Guada.
- TANENBAUM, A. (2003). *Redes de Computadores*. México: Pearson.
- TOMASI, W. (2010). *Sistemas de comunicaciones electrónicas*. México: Prentice.
- AIRE.EC. (s.f.). *Antenas NanoStation*. Recuperado el 25 de 11 de 2013, de <http://aire.ec/NanoStation-M5-p82.html>
- STREAKWAVE. (s.f.). *Antena UAP-LR UniFi AP*. Recuperado el 25 de 11 de 2013, de <http://www.streakwave.com/itemdesc.asp?ic=UAP-LR>

RECALDE, A. (s.f.). *Redes Inalámbricas*. Recuperado el 10-10-2013, de [https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba06\\_07/trabajos/resumenes/gr01-RedesInalambricas.pdf](https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba06_07/trabajos/resumenes/gr01-RedesInalambricas.pdf)

Latacunga, Febrero del 2014

Hurtado Lozada Diego Danilo  
**CBOS. ELEC.**

Guilcapi Duchi Luis Alfonso  
**CBOS. ELEC.**

Ing. José Bucheli Andrade  
**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA E  
INSTRUMENTACIÓN.**

Dr. Rodrigo Vaca Corrales  
**SECRETARIO ACADÉMICO**