

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERÍA**

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE UNA RED WIFI
PARA BRINDAR SERVICIOS DE INTERNET INALAMBRICO A
LA COMUNIDAD DE LA ACADEMIA AERONAUTICA ELIA
LIUT.”**

IVÁN MARCELO AGUINSACA CARAGUAY

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2010

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado “Estudio de factibilidad y diseño de una red WIFI para brindar servicios de internet inalámbrico a la comunidad de la Academia Aeronáutica Elia Liut.”, ha sido desarrollado en su totalidad por el Sr. Iván Marcelo Aguinosa Caraguay con C.I. 110359662-1, bajo nuestra dirección.

Ing. Dario Duque

DIRECTOR

Ing. Julio Larco

CODIRECTOR

RESUMEN

El presente proyecto de grado tiene por objetivo realizar un diseño de la red inalámbrica para brindar servicio de internet a la comunidad de la Academia Aeronáutica Elia Liut, ya que además de ser un proyecto importante para la institución, es un servicio que se desea brindar a los estudiantes, para que puedan navegar en internet y estén al día con los avances tecnológicos que se dan de hoy en día.

En este proyecto se detalla un análisis profundo sobre las tecnologías de última milla vigentes en el país, sus ventajas y desventajas, además de la selección de los equipos que mejor se adapten para la implementación de la red, con un análisis de los estándares Wi-Fi, que son los equipos que se consideraron para la implementación de la red.

Para la implementación de la red se realizó un análisis económico de todos los equipos que se van a necesitar para la implementación de la red, dando un valor aproximado del costo que va a tener, que invertir en el mejoramiento de la infraestructura de la red, haciendo que el estudiante tenga todas las herramientas necesarias para un mejor aprendizaje, e incentivando a las demás instituciones del cantón Mejía para que se unan al mejoramiento de la educación de los estudiantes.

DEDICATORIA.

Este proyecto va dedicado primeramente a Dios, a la Virgencita del Cisne y a San Vicente Ferrer que son quienes siempre me acompañan en cada instante de mi vida.

A mi mama y a mi papa quienes durante toda mi vida han sido mi apoyo, ya que con sus consejos han hecho que siga por el camino del bien y nunca decaiga ante las adversidades que se han presentado durante el transcurso de mi vida.

A mi esposa Betzabe con quien compartimos alegrías y tristezas, y que siempre a estado a mi lado alentándome y dándome fuerza.

A mis hijas Camila, Valentina y Mary quienes son mi alegría y felicidad, ya que con sus gracias y llantos hacen que cada instante de mi vida sean únicos e inolvidables.

A mis Abuelitos Ramón, Delfilia, Agustín y Filomena que ya descansan en la gloria del señor, que durante su presencia siempre me aconsejaron para que sea un joven de bien, y que siempre soñaron con verme graduado de ingeniero, pues ellos siempre anhelaron estar ahí junto a mi cuando llegue este día tan importante de mi vida, y que por cosas del destino no permitieron estar aquí.

A mis hermanos Edison y Rolando con quienes hemos compartido toda nuestra vida y siempre han estado junto a mi durante toda mi vida

AGRADECIMIENTO.

A Dios, a la Churonita y a San Vicente Ferrer, por haberme dado las fuerzas necesarias para vencer las adversidades que se presentaron durante mi carrera universitaria, y por darme la tranquilidad y la paz espiritual.

A mis padres por haberme dado la vida y por brindarme todo su apoyo, por estar siempre ahí cuando más los necesitaba.

A mi esposa Betzabe por ser mi guía y ayuda durante la realización de este proyecto y por haberme dado la oportunidad de compartir su vida junto a la mía.

A mis hermanos Rolando y Edison quienes cada año compartían su tiempo conmigo y me apoyaban en cada una de las decisiones que tomaba durante el transcurso de mi carrera universitaria

A mi director y codirector ya que gracias a ellos pude culminar con felicidad este proyecto.

A la Escuela Politécnica del Ejército por haberme abierto sus puertas para que me pueda formar como profesional y un hombre de bien para la sociedad.

Iván Marcelo Aguiñaca Caraguay

PRÓLOGO

El presente proyecto consiste en el Estudio de factibilidad y diseño de una red Wi-Fi para brindar servicios de internet inalámbrico a la comunidad de la Academia Aeronáutica Elia Liut. Primeramente se realizó un análisis teórico de las diferentes tecnologías disponibles en el mercado para la implantación de redes inalámbricas.

Realizando un estudio de la situación actual en la que se encuentra la institución se realizó el diseño de la red, el cual se lo dividió en dos: en el diseño de la red inalámbrica y el diseño del cableado estructurado de tal manera que cumplan con todos los requerimientos de los servicios que necesita la institución.

Se estudiaron los equipos inalámbricos existentes definiendo sus capacidades de operabilidad y sus topologías, para escoger los equipos que mejor se adapten a las necesidades de la institución.

Se realizó un análisis económico de los equipos que se necesitan para la implementación de la red en la Academia Aeronáutica Elia Liut.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PRÓLOGO.....	iv
INDICE DEL CONTENIDO.....	v
INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
GLOSARIO.....	xii

INDICE

CAPITULO I Introducción	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 IMPORTANCIA.....	2
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivo Especifico.....	4
1.4 ALCANCE.....	4
CAPITULO II Redes Inalámbricas	5
2.1 QUE ES UNA RED INALAMBRICA.....	5
2.1.1 Tipos de redes inalámbricas.....	5
2.2 OPERACIÓN BASICA DE Wi-Fi.....	8
2.2.1 Como funcionan las redes inalámbricas.....	8
2.2.2 Tipos de redes Inalámbricas Wi-Fi.....	10
2.2.3 Certificación Wi-Fi.....	10
2.2.4 Tipos de antenas.....	11
2.2.4.1 Antenas direccionales (o directivas).....	12

2.2.4.2	Antenas omnidireccionales.....	12
2.2.4.3	Antenas sectoriales.....	13
2.3	TENDENCIAS TECNOLOGICAS PARA ULTIMA MILLA.....	16
2.3.1	Tecnología ADSL (<i>Asimetric Digital Line Suscriber</i>).....	16
2.3.1.1	Funcionamiento ADSL.....	17
2.3.1.2	Ventajas.....	18
2.3.1.3	Inconvenientes.....	19
2.3.1.4	Tarifas.....	19
2.3.1.4.1	Tarifas de servicio Fastboy	20
2.3.2	Dial Up.....	21
2.3.2.1	Tarifas	22
2.3.3	Cable Modem.....	25
2.3.3.1	Especificaciones DOCSIS.....	26
2.3.3.2	Funcionamiento cable modem.....	27
2.3.3.3	Ventajas.....	28
2.3.3.4	Desventajas.....	29
2.3.3.5	Tarifa.....	29
2.3.4	Tecnologías inalámbricas.....	30
2.3.4.1	Wireless Fidelity (Wi-Fi).....	30
2.3.4.2	Ventajas.....	32
2.3.4.3	Desventajas.....	33
2.3.4.4	Tarifas.....	33
2.3.5	Wi-Max.....	34
2.3.5.1	Estándar.....	35
2.3.5.2	Ventajas.....	36
2.3.5.3	Redes Wi-Max.....	37
2.3.5.4	Desventajas.....	38
2.4	PROVEEDOR DE SERVICIO DE INTERNET INALAMBRICO ISP WIRELESS	40
2.4.1	ISP Wireless.....	41
2.4.2	Beneficios de Redes Wireless.....	42
CAPITULO III Diseño de la red inalámbrica.....		43

3.1 SITUACION ACTUAL.....	43
3.2 INFRAESTRUCTUA ACTUAL.....	44
3.3 DISEÑO DE LA RED INALAMBRICA.....	47
3.3.1 Diseño de la red.....	47
3.3.2 Simulación de la red.....	55
3.3.2.1 Configuración de los Access Point (APs).....	62
3.3.2.2 Antenas.....	67
3.3.3 Simulación.....	69
3.4 SELECCIÓN DE LA TECNOLOGIA QUE MEJOR SE ADAPTE A LOS REQUERIMIENTOS DEL SERVICIO A BRINDAR Y A LA ECONOMIA DE LA ACADEMIA AERONAUTICA ELIA LIUT.....	70
3.4.1 802.11a	70
3.4.2 802.11b	72
3.4.3 802.11g	73
3.4.4 <i>Draft</i> 802.11n.....	74
3.5 EVALUACION DE LOS EQUIPOS POR MARCAS Y TECNOLOGIA.....	77
3.5.1 Dlink.....	77
3.5.2 Linksys.....	80
3.5.3 TrendNet.....	82
3.5.4 Conclusiones.....	84
3.5.5 Inyector power over Ethernet	85
3.6 DISEÑO DEL CABLEADO ESTRUCUTRADO.....	86
3.6.1 Equipos para la instalación de la red física de los laboratorios.....	90
3.6.1.1 Rack abierto de piso.....	90
3.6.1.2 Pondiut Pacth Link Horizontal Cable Manager	91
3.6.1.3 Pondiut Pacth Panel.....	92
3.6.1.4 Rack Mount Shelves (bandejas).....	92
3.6.1.5 Modular Jacks y Patch cords.....	93
3.6.1.6 Canaletas plásticas para cables.....	93
3.6.1.7 DES-1026G.....	95
3.6.1.8 DES-1016D.....	97

3.7 CARACTERISTICAS TÉCNICAS Y ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS.	98
CAPITULO IV Análisis económico	100
4.1 Análisis de costos de los equipos	10
CAPITULO V Conclusiones y Recomendaciones	107
5.1 Conclusiones.....	107
5.2 Recomendaciones.....	109
BIBLIOGRAFIA.....	110

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Tipos de redes inalámbricas.....	6
Tabla 2.2	Tecnologías de última milla xDSL.....	17
Tabla 2.3	Tarifas de Servicio FastBoy.....	20
Tabla 2.4	Precios Planes Dial Up CNT.....	24
Tabla 2.5	Tarifas de Cable Modem.....	29
Tabla 2.6	Tarifas de conexión Wi-Fi PuntoNet.....	34
Tabla 2.7	Descripción de Wi-Max.....	35
Tabla 2.8	Estándares de Wi-Max implementables.....	36
Tabla 3.1	Infraestructura de la academia aeronáutica Elia Liut.....	45
Tabla 3.2	Recursos tecnológicos.....	45
Tabla 3.3	Escalas de la institución.....	56
Tabla 3.4	Comparación entre los estándares Wi-Fi.....	76
Tabla 3.5	Capacidad de cables por canaleta.....	94
Tabla 3.6	Hardware activo.....	99
Tabla 3.7	Hardware pasivo.....	100
Tabla 4.1	Hardware activo.....	102
Tabla 4.2	Hardware pasivo.....	103
Tabla 4.3	Costos hardware activo	104
Tabla 4.4	Costos hardware pasivo.....	104
Tabla 4.5	Costos de servicios profesionales.....	105
Tabla 4.6	Proveedores de servicio de internet.....	105
Tabla 4.7	Costos de servicio de internet.....	106
Tabla 4.8	Costo total de la implementación.....	106

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Certificación Wi-Fi.....	11
Figura 2.2	Antena direccional.....	12
Figura 2.3	Antena Omnidireccional.....	13
Figura 2.4	Antena Sectorial.....	14
Figura 2.5	Radiación de los tres tipos de antenas inalámbricos.....	14
Figura 2.6	Enlace ADSL.....	18
Figura 2.7	Precios Dial Up en PanchoNet.....	23
Figura 2.8	Cable Modem.....	25
Figura 2.9	Cable RG6.....	26
Figura 2.10	Conector F de Crimpar.....	27
Figura 2.11	Acceso inalámbrico Wi-Fi.....	30
Figura 2.12	Proveedores de Servicios de Internet Inalámbrico.....	41
Figura 3.1	Croquis de la ubicación de la ACAEL.....	43
Figura 3.2	Pantalla de arranque del <i>Network stumbler</i>	48
Figura 3.3	Plano de la Academia Aeronáutica Elia Liut.....	49
Figura 3.4	Análisis de redes inalámbricas en el punto A.....	50
Figura 3.5	Análisis de redes inalámbricas en el punto B.....	50
Figura 3.6	Análisis de redes inalámbricas en el punto C.....	51
Figura 3.7	Análisis de redes inalámbricas en el punto D.....	51
Figura 3.8	RSSI desde el AP A hasta B.....	52
Figura 3.9	RSSI desde el AP en el punto B hasta el punto A.....	53
Figura 3.10	RSSI por pisos.....	54
Figura 3.11	RSSI desde el AP en el punto C y en el punto D.....	54
Figura 3.12	Plano de la Academia Aeronáutica Elia Liut.....	55
Figura 3.13	Software Covera Plan.....	56
Figura 3.14	Plano de la Academia Aeronáutica Elia Liut.....	57
Figura 3.15	Inicialización del programa Covera Plan.....	58

Figura 3.16 Búsqueda del mapa de la Institución.....	58
Figura 3.17 Opción de calibración del mapa.....	59
Figura 3.18 Calibración del mapa.....	60
Figura 3.19 Características de las paredes.....	60
Figura 3.20 Valor de atenuación.....	61
Figura 3.21 Ubicación de los APs.....	62
Figura 3.22 Información general del AP1.....	63
Figura 3.23 Canal de operación de la banda de 2.4 GHz.....	64
Figura 3.24 Información de los canales de los tres APs.....	65
Figura 3.25 Autenticación de una LAN inalámbrica.....	66
Figura 3.26 Ubicación de las antenas en los APs.....	67
Figura 3.27 Antena omnidireccional.....	68
Figura 3.28 Antena direccional.....	68
Figura 3.29 Simulación de la red inalámbrica.....	69
Figura 3.30 Escala de la señal de la red inalámbrica.....	70
Figura 3.31 Certificación WIFI.....	75
Figura 3.32 DWL-2100AP.....	77
Figura 3.33 Linksys WAP54G.....	81
Figura 3.34 TEW-450APB.....	83
Figura 3.35 <i>Power Over Ethernet</i>	85
Figura 3.36 Diseño Global de la red de la ACAEL.....	87
Figura 3.37 Diseño de la red para los laboratorios de computación.....	89
Figura 3.38 Equipos que van en la unidad rack.....	90
Figura 3.39 Rack abierto al piso.....	90
Figura 3.40 <i>Panduit PatchLink</i>	91
Figura 3.41 <i>Panduit patch panel</i>	92
Figura 3.42 Bandeja.....	92
Figura 3.43 <i>Modular jacks y patch cords</i>	93
Figura 3.44 Canaletas.....	94
Figura 3.45 Equipos para la red.....	95
Figura 3.46 <i>Switch</i>	95

GLOSARIO

TERMINO	SIGNIFICADO
ADSL	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>
AP	<i>Access Point</i> o Punto de acceso
ATU-C	ADSL Terminal <i>Unit-Central</i>
ATU-R	ADSL Terminal <i>Unit-Remote</i>
CCK	<i>Complementary Code Keying</i>
CMTS	<i>Cable Modem Terminal System</i>
CSMA/CA	Acceso Múltiple con Sondeo de Portadora y Elusión de Colisión; técnica de control de acceso utilizada principalmente en redes inalámbricas consistente en que cada estación espera un intervalo de tiempo antes de transmitir, luego que percibe que el canal está desocupado.
DECT	<i>Digital Enhanced Cordless Telecommunications</i> , Telecomunicaciones Inalámbricas Mejoradas Digitalmente
DHCP	<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i> , Protocolo de Configuración Dinámica de Servidor
DOCSIS	Especificación de Interfase de Datos sobre Cable
DSLAM	<i>Digital Subscriber Line Access Multiplexer</i>
DSSS	<i>Direct Sequence Spread Spectrum</i> , Tecnología de transmisión vía radio, en la cual datos son transmitidos en varias frecuencias al mismo tiempo.
FHSS	Espectro Amplio Mediante Saltos de Frecuencia, <i>Frequency Hopping Spread Spectrum</i>
HOME RF	<i>Home Radio Frecuency</i>
HIPER LAN	<i>High Performance Radio Local Area Network</i>
IBSS	<i>Independent Basic Service Set</i>

ISP	<i>Internet Service Provider</i> , proveedor de servicios de internet
LMDS	<i>Local Multipoint Distribution Service</i> , Sistema de Distribución Local. Multipunto
MAC	Control de Acceso al Medio. Protocolo para control de acceso a un medio según las especificaciones de la IEEE. La subcapa inferior de la capa de enlace de la IEEE, que complementa al protocolo para Control de Enlace Lógico (LLC).
MIMO	<i>Multiple Input Multiple Output</i>
OFDM	<i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i> , Técnica de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal.
PNC	Plan Nacional de conectividad
PoE	<i>Power over Ethernet</i>
PPP	<i>Point to Point Protocol</i>
RTC	Red Telefónica Conmutada
SDSL	<i>Symetric Digital Subscribe Line</i>
SSID	<i>Service Set Identifier</i>
TDD	<i>Time Division Duplex</i> , Duplexación por División de Tiempo. Diseño en el cual diferentes slots de tiempo son utilizados para los canales de Tx y Rx.
TFTP	<i>Trivial File Transfer Protocol</i> .
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
WDS	<i>Wireless Distribution System</i>
WEP	<i>Wired Equivalent Privacy</i>
WIFI	<i>Wireless Fidelity</i> , Fidelidad Inalámbrica. Es un conjunto de estándares para redes inalámbricas basado en las especificaciones IEEE 802.11.

WIMAX	Acceso Inalámbrico por Microondas. Organización de fabricantes de equipos que adhieren al estándar 802.16 que realizará pruebas de compatibilidad y cumplimiento de perfiles específicos.
WLL	Acceso fijo inalámbrico, Wireless Local Loop
WLAN	<i>Wireless Local Area Network</i>
WMAN	<i>Wireless Metropolitan Area Network</i>
WPA	<i>Wi-Fi Protected Access</i>
WPAN	<i>Wireless Personal Area Network</i>

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

Ante el avance de la ciencia y la tecnología la educación ecuatoriana tiene la obligación de otorgar a sus educandos una educación de calidad. Es así como la Academia Aeronáutica Elia Liut es parte del cambio educativo en la provincia de Pichincha y más concretamente en el Cantón Mejía, con una propuesta educacional acorde a las necesidades económicas y sociales, y como respuesta a proveer a los jóvenes de la localidad nuevas especialidades que son el factor de desarrollo en la región y con aspiración a ser ente fructífero dentro de un mundo globalizado en el que la única alternativa de solución es aprender a ser más competitivo en todas las áreas del saber humano.

La Academia Aeronáutica Elia Liut nace en el año 2005 de la voluntad de un grupo humano deseoso de brindar su aporte al sistema educativo Mejiense: son parte de esta iniciativa las siguientes personas: Ing. Fernando Zumárraga Martínez, Inst. Diego Andino, Lic. Jaime Larrea, Tnte.(Sp.) Jhon Proaño, Crnl (Sp) Ing. Víctor Hugo Salinas; siendo representante legal la señorita. Andrea Fernanda Zumárraga Martínez y Presidente de la sociedad, Inst. Ronald Dután.

La Academia Aeronáutica Elia Liut es una institución particular que tiene como objetivo principal educar a la juventud del cantón Mejía con la finalidad de formar bachilleres de calidad y prospectos para excelentes profesionales en el futuro.

Como en toda institución es necesario brindar todos los servicios posibles para el crecimiento de los conocimientos, de los estudiantes, personal docente y administrativo, siendo el internet uno de los servicios mas importantes en la actualidad, de aquí surge la necesidad de realizar un estudio para tener el servicio de internet para este centro educativo. Debido a que la institución carece de este servicio.

Los directivos de la Academia Elia Liut tienen como propósito invertir en la infraestructura que brinde servicios de internet de manera inalámbrica y gratuita para la comunidad de la academia aeronáutica, ya que es de vital importancia en la actualidad para los estudiantes y debido a la gran demanda que existe en el avance de la tecnología.

1.2 Importancia

La Red de Redes, Internet, es la herramienta de información, formación y comunicación más potente que existe en la actualidad. Internet permite superar la distancia física como factor limitante. Esto tiene especial impacto en la asistencia, la docencia y la investigación, pilares de la actividad científica. Pero además de ser un medio de comunicación, se trata de un nuevo ámbito de desarrollo social.

En menos de una década, la tecnología de las redes inalámbricas que constituían una tecnología exótica, enorme y costosa se ha transformado en una de las tecnologías de red más interesantes de la actualidad, que es usada por millones de personas diariamente por razones de trabajo y entretenimiento.

El proyecto a desarrollar para la Academia aeronáutica Elia Liut tiene como objetivo principal realizar un diseño y estudio sobre la factibilidad, tecnología y análisis económico que conlleva la conformación de una red, debido a que la situación actual de la Academia en infraestructura es nula, ya que al tener pocos años de creación no se a realizado ningún

tipo de conexión que permita dar un servicio adecuado tanto para la parte administrativa como para los estudiantes, pues la institución posee la infraestructura necesaria que precisan obligatoriamente tener un diseño adecuado para el aprovechamiento de la misma , para que estén conectados en red para las diferentes áreas y así de esta manera analizar todos los parámetros expuestos anteriormente, transmisión de Internet a través de acceso inalámbrico, a la academia. Tanto los niños, jóvenes y adultos tenemos que estar actualizados con los acontecimientos que rodean nuestro mundo, e ahí la necesidad de poseer una conexión a Internet estable, buena y económica que permita a todas las generaciones estar preparados para los retos que se presenten.

La importancia de realizar este servicio es con el fin de brindar el servicio de internet, ya que esto permite brindar a la comunidad una herramienta útil y eficaz de la cual ellos puedan sacar el mayor provecho posible, además de adelantarnos conjuntamente con el mundo moderno en aplicaciones tecnológicas, pues el acceso de ultima milla estará basado en el estándar IEEE 802.1xx con equipos wireless.

Un correcto estudio de factibilidad y futura implementación del WiFi por parte de la Academia Aeronáutica Elia Liut en el campus de la Academia Aeronáutica influenciara a que las demás instituciones se interesen en hacer una estructuración moderna y eficaz para los señores estudiantes que son el vivir de los maestros y de las instituciones.

1.3 Objetivo

1.3.1. Objetivo General

Estudio de factibilidad y diseño de la red WiFi (Wireless) desarrollado para la Academia Aeronáutica Elia Liut, y proveer servicios de acceso a Internet de los señores estudiantes del campus de la Academia Aeronáutica del cantón Mejía.

1.3.2 Objetivo Especifico

- Diseñar la red con las características necesarias de hardware y software.
- Seleccionar los equipos y tecnología que mejor se adapte a las necesidades del servicio a prestar.
- Analizar la parte económica para el desarrollo del proyecto.

1.4 Alcance

El proyecto tiene como propósito realizar el diseño y un estudio del aspecto económico para la implementación de wifi en la Academia Aeronáutica Elia Liut.

Además de una minuciosa comparación entre los equipos y la tecnología ideal a utilizar, buscando la mejor propuesta a seguir que garantice una excelente calidad de servicio, ya que de acuerdo a la demanda de equipos se hará el pedido a la empresa proveedora de internet con la pertinente seguridad en la red, el diseño perfecto sobre la cual basar la red con el ancho de banda y tasa de bit necesarios, la radio base y los equipos terminales a aplicar, las antenas adecuadas para un enlace inalámbrico que soporte una velocidad de acceso a Internet buena.

CAPITULO 2

REDES INALAMBRICAS.

2.1 QUE ES UNA RED INALAMBRICA.

Una red inalámbrica (en inglés *wireless network*), es aquella que se comunica por un medio de transmisión no guiado (sin cables) mediante ondas electromagnéticas. La transmisión y la recepción se realizan a través de antenas. [1]

Las redes inalámbricas facilitan la operación en lugares donde la PC no puede permanecer en un solo lugar, no se espera que las redes inalámbricas lleguen a reemplazar a las redes cableadas, aunque su calidad de servicio sea cada vez mejor [2]

Se pueden mezclar las redes cableadas e inalámbricas, generando una red híbrida, siendo el sistema cableado la parte principal y la inalámbrica proporcionen movilidad. Estas redes son utilizadas en redes corporativas con oficinas, en edificios no muy retirados

2.1.1. Tipos de redes inalámbricas.

Las redes inalámbricas se pueden clasificar de distintas formas, pero a continuación se presenta una clasificación de acuerdo al alcance, es decir, de acuerdo a la distancia máxima a la que pueden situarse las dos partes de la comunicación inalámbrica, como se indica en la tabla 2.1.

Tabla. 2.1. Tipos de redes inalámbricas.

WPAN	WLAN		WMAN	CELULAR	
<10metros	Edificio	Campus	Ciudad	Región	Global
<i>Bluetooth</i>	<i>Wi-Fi</i>		<i>LMDS</i>	2,5G	
802,15	<i>HomeRF</i>		<i>MMDS</i>	3G	
<i>IrDA</i>	<i>HiperLAN</i>		<i>WiMAX</i>		

A continuación se describen cada una de las redes:

- **WPAN (*Wireless Personal Área Network*)**. Cubre distancias inferiores a los 10 metros, estas redes se realizaron pensando en interconectar los distintos dispositivos de un usuario, por ejemplo un ordenador con una impresora. Como ejemplo de esta red tenemos la tecnología Bluetooth o de IEEE 802.15.
- **WLAN (*Wireless Local Área Network*)**. Cubren distancias de unos cientos de metros, estas redes se diseñaron para crear un entorno de red local entre ordenadores o dispositivos informáticos situados en un mismo edificio o grupo de edificios. Por ejemplo, el caso de Wi-Fi o HomeRF.
- **WMAN (*Wireless Metropolitan Área Network*)**. Pretenden cubrir el área de una ciudad o entorno metropolitano. Los protocolos LMDS (*Local Multipoint Distribution Service*) o Wi-Max (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*), son soluciones de este tipo de redes.
- **Celular**. Son las conocidas redes globales, que a continuación se describe:

Redes Globales. Son redes que tienen la capacidad de cubrir toda una región o país, estas redes están basadas en la tecnología celular y han aparecido como una

evolución de las redes de comunicaciones de voz, este es el caso de las redes de telefonía móvil conocidas como 2.5G y 3G.

Centrándose en las redes inalámbricas de área local se puede dar una descripción de las distintas tecnologías que dan respuesta a este tipo de red, las mismas que son las siguientes:

- a. *HomeRF*
- b. *HiperLAN*
- c. *Wi-Fi*

A continuación se realiza una descripción de cada una de las tecnologías:

a. HomeRF (*Home Radio Frequency*). Fue creada en 1998 con el objetivo de desarrollar y promover un sistema de red inalámbrico para el hogar, siendo a principios de 1999 que salió la versión 1.0 de su protocolo SWAP y la versión 2.0 de este protocolo salió en el 2001.

La versión 1.0 permite transmitir datos hasta 1.6 Mbps, con un alcance de 50 metros y una potencia de transmisión de 100mW y la versión 2.0 alcanza los 10 Mbps. Ambas versiones utilizan el sistema FHSS (Modulación por saltos por frecuencia).

b. HiperLAN (*High-Performance Radio Local Area Network*). La primera versión de este estándar es HiperLAN/1 publicada en 1996, que trabaja en la banda de frecuencias de 5 GHz y alcanza velocidades de 24 Mbps.

En el año 2000 salió HiperLAN/2, este estándar ofrece velocidades de 54 Mbps utilizando OFDM, utiliza frecuencias de 5.25 y 5.35 GHz para sistemas de 200 mW de potencia, y de 5.47 a 5.725 GHz para sistemas de 1000mW de potencia. Cabe decir que este estándar tiene una cobertura de 50m aproximadamente.

c. Wi-Fi (Wireless Fidelity). Es el sistema para crear redes locales inalámbricas que se esta imponiendo en el mercado, hay muchos estándares basados en las especificaciones IEEE 802.11 que permiten comunicarse a velocidades de 11, 22 y 54 Mbps, uno de los aspectos más importantes para el desarrollo de esta tecnología es la regulación, existiendo en cada país un organismo que se encarga de regular el uso del espectro radioeléctrico, por este motivo la mayoría de las bandas de frecuencias no pueden utilizarse a menos que se tenga una licencia de uso. En el Ecuador, en el caso de la banda de 2.4 GHz y de 5 GHz utilizadas por la tecnología Wi-Fi no requieren licencia para su utilización, esto ha favorecido tremendamente la implantación de la tecnología inalámbrica, no obstante, no se esta exento de problemas ya que estas bandas de frecuencia no son solo utilizadas por las tecnologías de redes inalámbricas, sino por tecnologías como DECT(*Digital European Cordless Telephony*) o Bluetooth que utilizan también la banda de 2.4 GHz, pudiendo producirse problemas graves de interferencias.

Además, aunque no se necesite de una licencia de uso, los equipos deben cumplir algunas características, una de las más importantes es la potencia de máxima emisión (1000 mW), y también se hace referencia a las técnicas de modulación y de retransmisión utilizadas.

2.2 OPERACIÓN BASICA DE Wi-Fi

2.2.1 Como funcionan las redes Inalámbricas.

Utilizan ondas electromagnéticas para transportar información de un punto a otro sin necesidad de una conexión física. Las ondas de RF a menudo se refieren como portadoras

de radio, debido a que su única función consiste en entregar la energía que conllevan al receptor remoto. Los datos que se desean transmitir se superponen sobre la portadora de forma tal que en el lado receptor puedan ser recuperados, este proceso es conocido como modulación de la portadora, por la información que se desea transmitir. Una vez que la portadora ha sido modulada, la señal de radio ocupa más frecuencia, ya que la frecuencia de la información moduladora se añade a la portadora.

Pueden existir varias portadoras en el mismo espacio de forma simultánea, sin interferirse mutuamente, siempre y cuando se transmitan en diferente frecuencia. Para poder extraer estos datos el receptor de radio se sintoniza para seleccionar una frecuencia de radio y rechazar señales en otras frecuencias, en la configuración típica de una WLAN, un dispositivo Tx/Rx denominado AP (*Access Point*) se conecta a una red alamburada desde un punto fijo utilizando un cable *Ethernet* estándar.

Como mínimo el AP recibe, almacena y transmite los datos entre la red inalámbrica y la red alamburada. Uno de estos dispositivos puede soportar un grupo pequeño de usuarios hasta de 64 por AP dentro de un rango promedio de 300 metros. La distancia sobre la cual los dispositivos de RF se pueden comunicar depende del diseño de los productos, las interacciones con los objetos típicos de construcción, y aun las personas pueden afectar la forma de propagación de las ondas. El AP o la antena usualmente se “montan” en un punto alto, sin embargo, puede colocarse en un lugar práctico, siempre y cuando se obtenga la cobertura deseada. Los usuarios finales acceden la WLAN a través de adaptadores inalámbricos, implementados en tarjetas PC para computadores portátiles, adaptadores ISA o PCI para Desktops o mediante adaptadores digitales *Personal Digital Assistant*. Los adaptadores WLAN proporcionan la interfaz entre el sistema operativo de red del cliente y las ondas electromagnéticas por conducto de la antena. La conexión inalámbrica es transparente al sistema operativo de red.

2.2.2 Tipos de redes Inalámbricas Wi-Fi

Las redes inalámbricas Wi-Fi se pueden conectar de dos maneras diferentes:

- **Red Wi-Fi de Infraestructura:** Esta arquitectura se basa en 2 elementos; uno o mas AP y estaciones clientes que se conectan en el servidor a través del AP.
- **Red Wi-Fi Ad-Hoc:** Esta arquitectura se basa en un solo elemento, Estaciones cliente, que se conectan entre si para intercambiar información de manera inalámbrica.

Identificación de AP y Estaciones Wi-Fi en redes inalámbricas.

- **Direcciones MAC (*Media Access Control Address*):** Es un número de 48 bits asignado por el fabricante a los dispositivos inalámbricos: AP, tarjetas y USBs Wi-Fi, etc. Aunque esta grabado en el hardware, y se puede modificar por software
- **SSID (*Service Set Identifier*):** cada AP tiene hasta 32 bytes. El Extended SSID es un identificador empleado en las redes Wireless. Se trata de un conjunto de servicios que agrupa todas las conexiones en un solo canal.
- **IBSS (*Independent Basic Service Set*):** identifica a las redes Ad-Hoc pues hay que recordar que en estas no hay APs.

2.2.3 Certificación Wi-Fi

El certificado Wi-Fi es la única seguridad de que un producto ha pasado rigurosos test de interoperabilidad que aseguran que productos compatibles de diferentes fabricantes puedan trabajar conjuntamente.



Figura 2.1. Certificación Wi-Fi

Para el fabricante, el logo Wi-Fi CERTIFIED™ puede ser la clave del éxito en el complejo y cambiante mercado de las redes inalámbricas.

Para obtener y poder exhibir el logo Wi-Fi CERTIFIED™, cualquier producto debe haber seguido el programa de ensayos de la Wi-Fi Alliance (*Wi-Fi Alliance Interoperability Test Program*) en un laboratorio de ensayos autorizado.[3]

2.2.4 Tipos de antenas.

Las antenas son de gran importancia para los enlaces de comunicación es por ello que nace la importancia de realizar un estudio minuciosa de cada uno de los tipos de antenas que existe, de las cuales se puede mencionar que existen tres tipos de antenas para las redes inalámbricas.

2.2.4.1 Antenas direccionales (o directivas)

Orientan la señal en una dirección muy determinada con un haz estrecho pero de largo alcance. Una antena direccional actúa de forma parecida a un foco que emite un haz concreto y estrecho pero de forma intensa (más alcance).

Las antenas Direccionales "envían" la información a una cierta zona de cobertura, a un ángulo determinado, por lo cual su alcance es mayor, sin embargo fuera de la zona de cobertura no se "escucha" nada, no se puede establecer comunicación entre los interlocutores.

El alcance de una antena direccional viene determinado por una combinación de los dBi de ganancia de la antena, la potencia de emisión del punto de acceso emisor y la sensibilidad de recepción del punto de acceso receptor.



Figura 2.2 Antena direccional

2.2.4.2 Antenas omnidireccionales

Orientan la señal en todas direcciones con un haz amplio pero de corto alcance. Si una antena direccional sería como un foco, una antena omnidireccional sería como una bombilla emitiendo luz en todas direcciones pero con una intensidad menor que la de un foco, es decir, con menor alcance.

Las antenas Omnidireccionales "envían" la información teóricamente a los 360

grados por lo que es posible establecer comunicación independientemente del punto en el que se esté. En contrapartida el alcance de estas antenas es menor que el de las antenas direccionales.

El alcance de una antena omnidireccional viene determinado por una combinación de los dBi de ganancia de la antena, la potencia de emisión del punto de acceso emisor y la sensibilidad de recepción del punto de acceso receptor. A mismos dBi, una antena sectorial o direccional dará mejor cobertura que una omnidireccional.



Figura 2.3 Antena Omnidireccional

2.2.4.3 Antenas sectoriales

Son la mezcla de las antenas direccionales y las omnidireccionales. Las antenas sectoriales emiten un haz más amplio que una direccional pero no tan amplio como una omnidireccional. La intensidad (alcance) de la antena sectorial es mayor que la omnidireccional pero algo menor que la direccional. Siguiendo con el ejemplo de la luz, una antena sectorial sería como un foco de gran apertura, es decir, con un haz de luz más ancho de lo normal.

Para tener una cobertura de 360° (como una antena omnidireccional) y un largo alcance (como una antena direccional) deberemos instalar o tres antenas sectoriales de 120° ó 4 antenas sectoriales de 80°. Las antenas sectoriales suelen ser más costosas que las antenas direccionales u omnidireccionales



Figura 2.4 Antena Sectorial

- **Apertura vertical y apertura horizontal**

La apertura es cuanto se "abre" el haz de la antena. El haz emitido o recibido por una antena tiene una apertura determinada verticalmente y otra apertura determinada horizontalmente.

En lo que respecta a la apertura horizontal, una antena omnidireccional trabajará horizontalmente en todas direcciones, es decir, su apertura será de 360° . Una antena direccional oscilará entre los 4° y los 40° y una antena sectorial oscilará entre los 90° y los 180° .

La apertura vertical debe ser tenida en cuenta si existe mucho desnivel entre los puntos a unir inalámbricamente. Si el desnivel es importante, la antena deberá tener mucha apertura vertical. Por lo general las antenas, a más ganancia (potencia por decirlo de algún modo) menos apertura vertical. En las antenas direccionales, por lo general, suelen tener las mismas aperturas verticales y horizontales.

- **Que antenas se debe instalar**

Las antenas direccionales se suelen utilizar para unir dos puntos a largas distancias mientras que las antenas omnidireccionales se suelen utilizar para dar señal extensa en los alrededores. Las antenas sectoriales se suelen utilizar cuando se necesita un balance de las dos cosas, es decir, llegar a largas distancias y a la vez, a un área extensa.

Si necesita dar cobertura de red inalámbrica en toda un área próxima (una planta de un edificio o un parque por ejemplo) lo más probable es que utilice una antena omnidireccional. Si tiene que dar cobertura de red inalámbrica en un punto muy concreto (por ejemplo un PC que está bastante lejos) utilizará una antena direccional, finalmente, si necesita dar cobertura amplia y a la vez a larga distancia, utilizará antenas sectoriales [4]

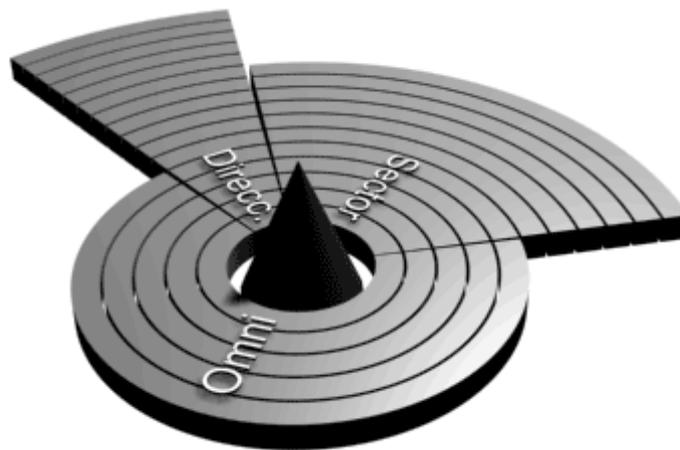


Figura 2.5 Radiación de los tres tipos de antenas inalámbricas

2.3 Tendencias tecnológicas para última milla

En Ecuador los ISP (Proveedor de servicio de internet) por lo general se ofrece varios tipos de tecnologías entre las que se puede anotar las siguientes:

- 2 Tecnología ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*)
- 3 Cable Módem
- 4 Dial Up
- 5 Enlaces Satelitales
- 6 Tecnologías de Radiocomunicaciones WLL(*Wireless Local Loop*), Wi-Fi, Wi-Max)

2.3.1 Tecnología ADSL (*Asimetric Digital Line Suscriber*)

ADSL "Línea de Abonado Digital Asimétrica", consiste en una línea digital de alta velocidad, apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional, siempre y cuando el alcance no supere los 5,5 km. medidos desde la Central Telefónica.

Es una tecnología de acceso a Internet de banda ancha, lo que implica capacidad para transmitir más datos, lo que, a su vez, se traduce en mayor velocidad. Esto se consigue mediante la utilización de una banda de frecuencias más alta que la utilizada en las conversaciones telefónicas convencionales (300-3800 Hz) por lo que, para disponer de ADSL, es necesaria la instalación de un filtro (llamado splitter o discriminador) que se encarga de separar la señal telefónica convencional de la que será usada para la conexión mediante ADSL.

Se denomina como una tecnología asimétrica debido a que la velocidad de descarga (desde la red hasta el usuario) y de subida de datos (en sentido inverso) no coinciden, la

velocidad de descarga es mayor que la de subida, estableciendo de esta manera tres canales de comunicación, que son el de envío de datos, la recepción de datos y el servicio telefónico normal.

En países europeos se están implantando versiones mejoradas de este tipo de tecnología el ADSL2 y el ADSL2+ que poseen la capacidad de suministro de televisión y video de alta calidad por el par telefónico. [5]

Tabla 2.2 Tecnología de última milla xDSL

	ADSL	ADSL2	ADSL2+
Ancho de Banda de descarga	0,5 MHz	1,1MHz	2,2MHz
Velocidad máxima de descarga	8 Mbps	12 Mbps	24 Mbps
Velocidad máxima de subida	1 Mbps	2 Mbps	5 Mbps
Distancia	2,0 km	2,5 km	2,5 km
Tiempo de sincronización	10 a 1000 s	3 s	3 s
Corrección de errores	No	Si	Si

2.3.1.1 Funcionamiento de ADSL

La figura 2.6 muestra un enlace ADSL entre un usuario y la central local de la que depende. Se observa que además de los módems situados en el domicilio del usuario ATU-R (*Terminal Unit - Remote*) o ADSL y en la central ATU-C (*Terminal Unit-Central*) o ADSL, delante de cada uno de ellos se ha de colocar un dispositivo denominado "splitter" (divisor). Este dispositivo esta conformado por dos filtros uno paso alto y otro paso bajo que se encargan de separar las señales transmitidas, o sea, las señales de baja frecuencia (telefonía) de las de alta frecuencia (ADSL). [6]

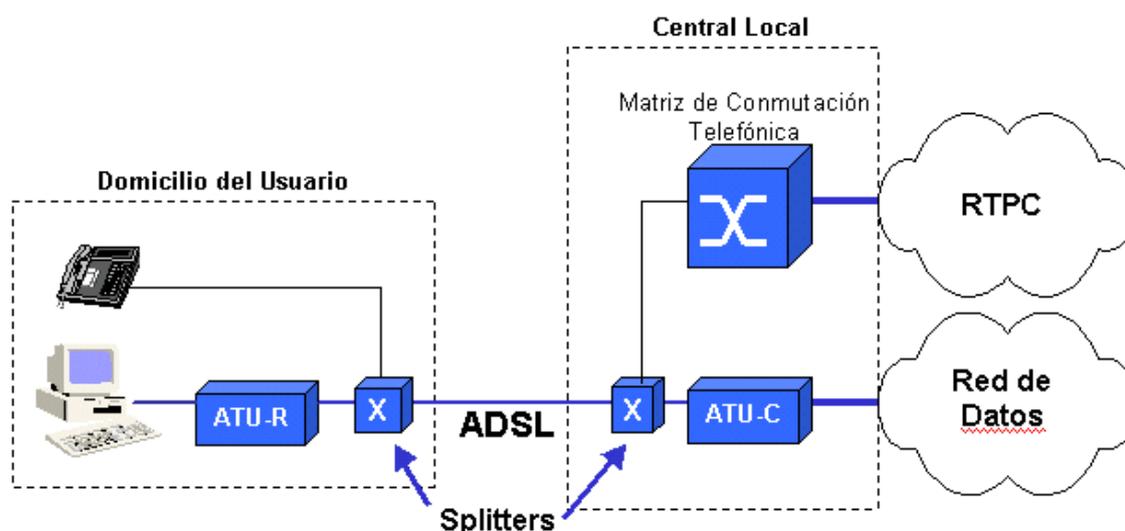


Figura 2.6. Enlace ADSL.

En la práctica un enlace ADSL alcanza una distancia de 2.6 Km desde la central, en presencia de muy altos niveles de ruido (peor caso), se obtiene un caudal de 2 Mbps en sentido descendente y 0,9 Mbps en sentido ascendente. Este caudal es suficiente para muchos servicios de banda ancha, y desde luego puede satisfacer las necesidades de cualquier internauta, tele trabajador así como de muchas empresas pequeñas y medianas.

2.3.1.2 Ventajas

- Utiliza la infraestructura de telefonía existente, lo cual implica que los proveedores ya no deben instalar nuevas redes para el acceso, evitando consumo de tiempo y costo tanto para el usuario como para el proveedor.
- Disponibilidad de conexión permanente a Internet., al no tener que establecer esta conexión mediante marcación o señalización hacia la red.
- La velocidad de navegación es mucho mayor que la obtenida mediante marcación telefónica a Internet. (Uno de los aspecto más interesante para los usuarios.)
- El acceso es sobre un medio no compartido, y por tanto, intrínsecamente seguro.

- Debido a que voz y datos trabajan en bandas separadas, ofrece la posibilidad de hablar por teléfono mientras se navega por Internet.

2.3.1.3 Inconvenientes

- Debido al cuidado que requieren las líneas de par de cobre, el servicio no es económico en países con pocas o malas infraestructuras.
- Se requiere una línea telefónica para su funcionamiento, aunque puede utilizarse para cursar llamadas.
- No todas las líneas telefónicas pueden ofrecer este servicio, debido a que las exigencias de calidad del par, tanto de ruido como de atenuación, por distancia a la central, son más estrictas que para el servicio telefónico básico.

2.3.1.4 Tarifas

En octubre pasado se fusionaron legalmente las empresas estatales Andinatel y Pacifictel y se creó la Corporación Nacional de Telecomunicaciones. [7]

Con esta unificación el estado ecuatoriano intenta incrementar el porcentaje de penetración de Internet a través de esta tecnología de banda ancha denominada también Fastboy que actualmente se encuentra en el 1% a nivel nacional, por tanto en la primera etapa de masificación de Internet se contempló de una reducción de hasta el 38,61% en sus tarifas a finales del 2007 para atender a las provincias de Bolívar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Esmeraldas, Imbabura, Napo, Orellana, Pastaza, Pichincha, Santo Domingo de los Tsáchilas, Sucumbíos y Tungurahua, con la implementación de los primeros 43 mil nuevos puertos.

Actualmente se atraviesa la segunda reducción de tarifas de este servicio, cuya reducción contempla, según indica la tabla 1.7 el servicio de 128/64 Kbyte por segundo (kbps) de Fastboy, que costaba 24,9 dólares, ahora costará 18 dólares, para el servicio de 256/128 kbps el costo será de 24,90; el de 512/128 costará 39,90; los 1024/256 Kbyte tendrán un costo de 65 y el de 2048 kbps, 107 dólares. Esta rebaja beneficia a 50 mil clientes, los nuevos clientes entran con estos precios y a los antiguos se les ha duplicado el ancho de banda. Además, se incorporarán 13 mil puertos en los sectores donde ofrecía su servicio Pacifictel.

2.3.1.4.1 TARIFAS DEL SERVICIO FAST BOY

A medida que va avanzando el tiempo los precios del internet en *Fast Boy* hay ido disminuyendo, esto es debido a que cada vez aparecen mas proveedores de internet.

Tabla 2.3. Tarifas del Servicio Fast Boy

ANCHO DE BANDA	PLAN	PVP
128 KBPS	FAST BOY 128/64Kbps	\$ 18.00
256 KBPS	FAST BOY 256/64Kbps	\$ 24.90
512 KBPS	FAST BOY 512/128Kbps	\$ 39.90
1024 KBPS	FAST BOY 1024/256Kbps	\$ 65.00
2048 KBPS	FAST BOY 2048/512Kbps	\$ 107.00
128 KBPS	Corporativo Pyme 128 Kbps	\$ 65.00
256 KBPS	Corporativo Pyme 256 Kbps	\$ 120.00
512 KBPS	Corporativo Pyme 512 Kbps	\$ 215.00
128 KBPS	Corporativo Premium 128 Kbps	\$ 110.00
256 KBPS	Corporativo Premium 256 Kbps	\$ 200.00
512 KBPS	Corporativo Premium 512 Kbps	\$ 375.00
128 KBPS	Corporativo Gold 128 Kbps	\$ 160.00
256 KBPS	Corporativo Gold 256 Kbps	\$ 300.00
512 KBPS	Corporativo Gold 512 Kbps	\$ 570.00

Este es el primer paso que implementa la nueva estatal telefónica es parte del Plan Nacional de Conectividad, (PNC), que cuenta con un presupuesto de 617,5 millones de dólares para servicio de voz, Internet y gastos de administración y 232 millones para conectividad social, según dijo Jorge Glas Presidente del Fondo de Solidaridad.

2.3.2 Dial Up

Dial up es una es una tecnología de acceso a Internet por línea conmutada, en la que el cliente utiliza un módem para llamar a través de la Red Telefónica Conmutada (RTC) al nodo del ISP, un servidor de acceso por ejemplo PPP (*Point to Point Protocol*) y el protocolo TCP/IP para establecer un enlace módem-a-módem, que permite entonces que se enrute a Internet. [8]. La desventaja de este tipo de conexión es que es lenta comparada con las conexiones de tipo DSL, también llamada internet de banda ancha.

Esta conexión es factible en la mayor parte del planeta, ya que la RTC está globalmente extendida. Esto es útil para la gente que viaja con su ordenador portátil o Laptop. Esta conexión es utilizada en zonas rurales o en áreas muy remotas donde las conexiones de banda ancha son imposibles por falta de infraestructura (la baja demanda de este tipo de servicios en estos lugares hace que su instalación sea poco rentable y que no se halle entre las prioridades de las empresas de telecomunicaciones; también hay zonas sin siquiera RTC).

Esta forma de conexión suele realizarse a través de una llamada local. Normalmente requiere algo de tiempo para establecer una sesión de datos. Si la empresa proveedora del servicio telefónico cobrara por cada nueva conexión y por el tiempo que dura la sesión, el costo a fin de mes puede acercarse al de la banda ancha, que es cada vez más barata debido a la competencia en auge.

Las conexiones por línea conmutada tienen en general una velocidad máxima teórica de 56 kbps (con el protocolo V. 92); de forma neta 53 kbit/s. Sin embargo, en la práctica, la velocidad media de transferencia suele ser de 10 a 14 kbit/s. Además, si hay ruido en la línea telefónica la tasa de transferencia disminuye. Puede que la velocidad de conexión del tipo línea conmutada varíe dependiendo del modem pero tiene un límite, no se puede elevar.

2.3.2.1 Tarifas

Una conexión al servicio de Internet a través de dial up puede resultar muy costosa dependiendo del tiempo que se encuentre conectado, los usuarios pueden acceder a la navegación previamente estableciendo un enlace a través de una llamada telefónica al ISP con lo cual se deshabilita la comunicación de voz y se da paso a la de datos, para ello los ISP ofrecen planes contratados como el caso de Panchonet de 15 dólares mensuales para conectividad ilimitada, también ofrecen tarjetas prepago, por una tarjeta de 2 USD navega durante 8 horas, por una de 5 dólares navega 18 horas y por una tarjeta de 10 dólares 34 horas de consumo, pero estos valores se pagan independientemente del consumo de la línea telefónica, que por un minuto de conexión la operadora le factura el valor como una llamada local equivalente a 1 centavo más IVA, entonces en el caso que usted se conecte por un periodo de tiempo de 30 a 40 horas al mes que es el promedio el monto a pagar sería muy elevado. [9]

Se planteó una solución a este inconveniente denominado tarifa plana, el cual consistía en facturar un valor fijo cada mes por el consumo de la línea telefónica, la propuesta de ex-Andinatel para la aplicación de esta opción era ofrecer una tarifa plana de 25 dólares siempre y cuando el usuario esté en las categorías A y B. La categoría A incluye a usuarios del sector rural y la categoría B a usuarios residenciales urbanos. En la propuesta de Andinatel no se contempló una tarifa plana para la categoría C, que agrupa a las líneas telefónicas comerciales, las empresas no tendrían acceso a la Tarifa Plana. Igualmente, Pacifictel propuso tres tarifas, una para cada categoría. La categoría A sería de

USD 22, la B de USD 25 y la C de USD 28. Sin embargo, todas estas tarifas tendrían una restricción horaria, es decir que no serían realmente ilimitadas.



Figura 2.7. Precios Dial Up en panchonet

Aparentemente para usuarios que permanezcan mucho tiempo conectados resultaría una buena opción, el inconveniente se da a nivel técnico pues si las centrales telefónicas fueron diseñadas para telefonía, entonces técnicamente existe una dinámica para esas centrales a partir del tiempo para una llamada telefónica que ya está establecido entre 3 y 9 minutos de uso; pero si uno llama para hacer una conexión a Internet, la gente podría conectarse por tres horas o más cada vez que llama, entonces las centrales de telefonía podrían no estar capacitadas para conmutar la creciente demanda de llamadas por tanto tiempo.

Existe la posibilidad de que se genere una congestión, suene siempre ocupado y el usuario no sepa por qué. Y si bien la central de telefonía tiene un sinnúmero de líneas

conectadas, no significa que puede hacer el contacto de todas las líneas al mismo tiempo, por el contrario, solo un pequeño porcentaje puede hacer llamadas, y se supone que conforme se cuelgan las llamadas activadas, otras llamadas se siguen conectando. Con la tarifa plana, el uso del teléfono va a ser mucho mayor y podría sonar ocupado porque estas llamadas a Internet tienen que pasar a través de las mismas intercentrales, los mismos cajetines y la misma infraestructura de telecomunicaciones que tienen las telefónicas.

Tabla 2.4. Precios Planes Dial Up CNT

Plan	Tarifa	Inscripción	Hora Adicional	Descripción del Plan
Ilimitado Mensual	15.00	10.00	1.5	Ilimitado
Noches Libres	10.00	10.00	1.5	De lunes a viernes 21h00 a 9h00 Fin de Semana gratis
Estudiantes	10.00	10.00	1.5	De lunes a Domingo de 14h00 a 20h00
Agil 15	10.00	10.00	1.5	15 horas al mes
Ilimitados Fin de Semana	10.00	10.00	1.5	Ilimitado fines de semana

Por tanto dial up es recomendado para usuarios con necesidades básicas y moderadas de conexión a la internet: optimizar el uso y el pago de servicios de telefonía y de Internet, controlando y contratando únicamente lo necesario, evitando malos usos o desperdicios de dinero o de infraestructura.

2.3.3 Cable Módem



Figura 2.8. Cable modem

El término Internet por cable se refiere a la distribución de este servicio sobre una infraestructura de telecomunicaciones de cable coaxial.

Para lo cual se requiere de un Cable Módem como esta en la figura 2.7 que es un tipo especial de módem diseñado para modular la señal de datos sobre la infraestructura de televisión por cable, principalmente utilizado para distribuir el acceso a Internet de banda ancha, aprovechando el ancho de banda que no se utiliza en la red de TV por cable. [8]

El inconveniente que surge en este tipo de tecnología se debe a que todos los usuarios de un mismo vecindario comparte en ancho de banda por tanto si se encuentran conectados varios usuarios a la vez la velocidad de navegación va a disminuir dependiendo del número de usuarios.

Desde un punto de vista técnico; se conoce que los servicios DSL, comparten una cantidad fija de ancho de banda entre multitud de usuarios disminuyendo de igual manera su rendimiento, pero ya que las redes de cable tienden a abarcar áreas más grandes que los servicios DSL, se debe tener más cuidado para asegurar un buen rendimiento en la red.

Una debilidad más significativa afecta a esta infraestructura, es el riesgo de la pérdida de privacidad debido a la compartición de la línea, especialmente considerando la disponibilidad de herramientas de hacking para cable módems. De este problema se encarga el cifrado de datos y otras características de privacidad especificadas en el estándar DOCSIS ("*Data Over Cable Service Interface Specification*"), utilizado por la mayoría de cablemodems. [9]

Existen dos estándares: El DOCSIS y el EURODOCSIS (mayormente utilizado en Europa).

2.3.3.1 Especificaciones DOCSIS

La entrada del módem es un cable coaxial tipo RG6 también conocido como TLCA6 – TSH, de triple pantalla de aluminio y conductor interior de acero recubierto de cobre, para acometidas de telecomunicaciones



Figura 2.9. Cable RG6

Conector F de Crimpar Conector especial para remachar, es el clásico conector para cable operadores, gran resistencia a la rotura.



Figura 2.10. Conector F de Crimpar

2.3.3.2 Funcionamiento de un cable módem

CMTS Cable Modem Terminal System, es un equipo que se coloca en la cabecera de los usuarios por cable y que provee de conexiones de alta velocidad a través de esta infraestructura, es la interfaz que conecta a los abonados con la red que permite la salida internacional, CMTS viene a constituir de cierta forma las actividades que realiza el DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexor) en las redes DSL, con características similares de servicios de DHCP, DNS, etc.

En primera instancia, el cable módem solicita al CMTS que le envíe los parámetros de configuración necesarios para poder operar en la red de cable (dirección IP y otros datos adicionales) utilizando el protocolo de comunicaciones DHCP (Sistema de nomenclatura de dominios). Inmediatamente después, el cable módem solicita al servidor de TDD (*Time Division Duplex*) Hora del Día, la fecha y hora exacta, que se utilizará para almacenar los eventos de acceso del suscriptor.

Posteriormente, se lleva a cabo la configuración propia del cablemódem, el CMTS le envía ciertos parámetros de operación vía TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*), tras lo

cual, el cablemódem realiza un proceso de registro y, en el caso de utilizar la especificación DOCSIS de BP (Privacidad de Línea Base) en la red, deberá adquirir la información necesaria de la central y seguir los procedimientos para inicializar el servicio. BP es una especificación de DOCSIS 1.0 que permite el cifrado de los datos transmitidos a través de la red de acceso. El cifrado que utiliza BP sólo se lleva a cabo para la transmisión sobre la red, ya que la información es descifrada al momento de llegar al cable módem o al CMTS.

Uno de los principales problemas de este servicio es la inconsistencia del enlace ascendente, esto es debido a que las frecuencias de "Retorno" están por debajo de los 54 Mhz (de los 5 a los 33 Mhz para los sistemas DOCSIS), en estas frecuencias están todo tipo de ruidos eléctricos, por lo tanto es necesaria una constante revisión de las operadoras de redes de cable para evitar el ruido en retorno, cuando al CMTS le deja de "responder" el cablemodem este último tiene que repetir todo el proceso de registro. En las redes actuales esto es poco probable, sobre todo en las que usan EURODOCSIS ya que las frecuencias de retorno se sitúan entre 5-65MHz con lo que se pueden evitar la parte más ruidosa del espectro radioeléctrico.

2.3.3.3 Ventajas

- Baja latencia o Ping que va entre 35 y 55ms.
- Ahorro de dinero al no tener que pagar el costo de la llamada telefónica para poder estar conectado.
- Las conexiones se basan en Ethernet por lo que se pierde menos caudal útil que en ADSL (con el mismo ancho de banda contratado se consigue más velocidad).
- Pero la ventaja más importante es que en una red de Cable, el lugar de residencia del cliente no afecta a la velocidad de la conexión, en ADSL o WIMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) la distancia con la

central es un impedimento para conseguir velocidades cercanas a 10Mbps, con Cable estas velocidades son fáciles de conseguir en toda la red.

2.3.3.4 Desventajas

- El Cable es inseguro y la mayoría de sus usuarios están desinformados o desprevenidos contra estos graves riesgos.
- Los usuarios de un mismo sector acceden al servicio a través del mismo cable, reduciendo su velocidad en el instante en que se conecten varios abonados a la vez.

2.3.3.5 Tarifa

Tabla 2.5, la empresa TV Cable en su servicio de CableModem más velocidad ofrece los valores expuestos más los recargos, es decir 12% de IVA:

Tabla 2.5. Tarifas de Cable Modem

PLAN	VELOCIDAD	USD Sin IVA
Plan Familiar	60 kbps	\$ 13,40
Plan Básico	550 kbps	\$ 29,90
Plan Premium	700 kbps	\$ 39,90
Plan súper Premium	2500 kbps	\$ 99,90

2.3.4 Tecnologías inalámbricas

2.3.4.1 Wireless Fidelity (Wi-Fi)

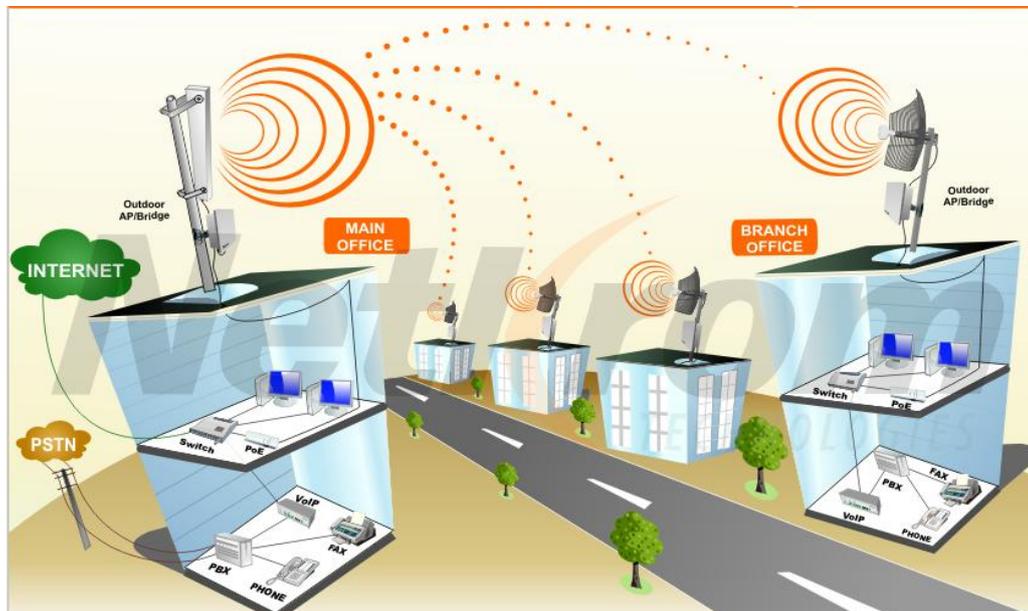


Figura 2.11. Acceso inalámbrico Wi-Fi

El bajo nivel de penetración de servicios básicos de telecomunicaciones, en zonas rurales y en alto nivel de avance tecnológico en el sector de las comunicaciones inalámbricas resuelven este problema, se trata de la utilización de WLAN *Wireless Local Area Network* utilizando sistemas Wi-Fi.

Wi-Fi (*Fidelidad Inalámbrica*).- Es un sistema de envío de datos sobre redes computacionales que utiliza ondas de radio en lugar de cables como se ve en la figura 2.11, Las redes Wi-Fi operan en las bandas de 2.4 y 5 GHz para las cuales no es necesario disponer de licencia, posee distintas velocidad dependiendo del estándar manejado desde los 11Mbps hasta los 54Mbps en la actualidad y 540Mbps en teoría con el nuevo estándar que se esta desarrollando el *draft* del 802.11n, ofreciendo un funcionamiento similar al de una red Ethernet. Técnicamente se maneja una estandarización para los equipos Wi-Fi para que equipos de diferentes fabricantes sean compatibles. [12]

Wi-Fi es una red Ethernet que en lo único que cambien es en cómo se transmiten las tramas o paquetes de datos.

En el siguiente capítulo se hará un análisis de todos los estándares 802.xx que son para equipos inalámbricos, pues en el desarrollo del proyecto es necesario hacer un análisis minucioso de cada uno de los estándares para escoger el que mejor se adapte al diseño, ya que cada estándar tiene características diferentes, tanto como señal, costos y rentabilidad.

Las LAN inalámbricas están sujetas a la certificación de equipo y los requisitos operativos establecidos por las administraciones reguladoras regionales y nacionales, esto quiere decir que no podemos modificar nuestro equipo, tanto internamente como externamente al añadirle una antena, ni aunque esta antena sea comercial, en tanto se tienda a desacatar las normativas vigentes.

Un problema que enfrenta actualmente la tecnología Wi-Fi es la seguridad. La misma que debe tomarse en consideración para proteger la información que por ella circula y evitar la vulnerabilidad contra crackers. Existen varias alternativas para garantizar la seguridad de estas redes: [13]

Utilización de protocolos de cifrado de datos para los estándares Wi-Fi como el WEP (Wired Equivalent Privacy) y el WPA (*Wi-Fi Protected Access*), que se encargan de codificar la información transmitida para proteger su confidencialidad, proporcionados por los propios dispositivos inalámbricos

WEP: cifra los datos en su red de forma que sólo el destinatario deseado pueda acceder a ellos. Los cifrados de 64 y 128 bits son dos niveles de seguridad WEP. WEP codifica los datos mediante una “clave” de cifrado antes de enviarlo al aire.

WPA: presenta mejoras como generación dinámica de la clave de acceso. Las claves se insertan como de dígitos alfanuméricos, sin restricción de longitud.

IPSEC (túneles IP): en el caso de las VPN y el conjunto de estándares IEEE 802.1X, que permite la autenticación y autorización de usuarios.

Filtrado de MAC: de manera que sólo se permite acceso a la red a aquellos dispositivos autorizados.

Ocultación del punto de acceso: se puede ocultar el punto de acceso (Router) de manera que sea invisible a otros usuarios.

El protocolo de seguridad llamado WPA2 (estándar 802.11i), que es una mejora relativa a WPA. En principio es el protocolo de seguridad más seguro para Wi-Fi en este momento. Sin embargo requieren hardware y software compatibles, ya que los antiguos no lo son.

2.3.4.2 Ventajas

Las ventajas que se pueden destacar de esta tecnología son:

- Al ser redes inalámbricas, la comodidad que ofrecen es muy superior a las redes cableadas porque cualquiera que tenga acceso a la red puede conectarse desde distintos puntos dentro de un rango suficientemente amplio de espacio.
- Una vez configuradas, las redes Wi-Fi permiten el acceso de múltiples ordenadores sin ningún problema ni gasto en infraestructura, no así en la tecnología por cable.

- La Wi-Fi Alliance asegura que la compatibilidad entre dispositivos con la marca Wi-Fi es total, con lo que en cualquier parte del mundo podremos utilizar la tecnología Wi-Fi con una compatibilidad total. Esto no ocurre, por ejemplo, en móviles.

2.3.4.3 Desventajas

Presenta algunos problemas intrínsecos de cualquier tecnología inalámbrica. Algunos de ellos son:

- Una de las desventajas que tiene el sistema Wi-Fi es la pérdida de velocidad en comparación a una conexión con cables, debido a las interferencias y pérdidas de señal que el ambiente puede acarrear.
- La desventaja fundamental de estas redes existe en el campo de la seguridad. Existen algunos programas capaces de calcular la contraseña de la red y de esta forma acceder a ella. Las claves tipo WEP son relativamente fáciles de conseguir. La alianza Wi-Fi arregló estos problemas sacando el estándar WPA y posteriormente WPA2, basados en el grupo de trabajo 802.11i. Las redes protegidas con WPA2 se consideran robustas dado que proporcionan muy buena seguridad.

2.3.4.4 Tarifas

PuntoHome es la Banda Ancha para hogares de Puntonet, esta empresa no ha bajado el precio de su servicio debido a que es uno de los pocos ISP que proveen Internet a través de este medio y pueden llegar a sitios donde los proveedores cableados no lo hacen. Vea la Tabla 2.6.

La compartición que ellos realizan es de 6 a 1.

Tabla 2.6. Tarifas de conexión Wi-Fi PuntoNet

PLAN	VALOR	Precio Final
128/64 kbps	\$ 29,90*	\$ 33.49
256/128 kbps	\$ 39,90*	\$ 44.69
512/256 kbps	\$ 64,90*	\$ 72.69

El costo de instalación por única vez \$50 (no incluye IVA), y su suscripción será por un tiempo de permanencia mínima 6 meses. Se indica además que el equipo receptor queda en calidad de préstamo, una que se cancele o termine el contrato el equipo se lo entrega a su dueño.

2.3.5 Wi-Max

Wi-Max, *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas), tiene un propósito remplazar o competir directamente con el Internet por cable y el ADSL. A través de una sola torre de distribución ubicada a kilómetros del usuario final (50km), proporcionara acceso a miles de usuarios en áreas rurales o metropolitanas con alta densidad demográfica. No requiere línea de vista, maneja tasas de transmisión de hasta 75 Mbps, cuenta con calidad de servicio, ofrece seguridad y opera en bandas con y sin licencia. [14]

Wi-Max esta definido en el estándar 802.16 ratificado por la IEEE, a continuación una breve descripción de sus actualizaciones. [15]

2.3.5.1 Estándar

Tabla 2.7. Descripciones de Wi-Max

Estándar	Descripción
802.16	Publicado en 2002. Utiliza espectro licenciado en el rango de 10 a 66 GHz, necesita línea de visión directa, con una capacidad de hasta 134 Mbps en celdas de 2 a 5 millas (4.4 y 11 km respectivamente). Soporta calidad de servicio.
802.16a	Publicado en Abril de 2003. Ampliación del estándar 802.16 hacia bandas de 2 a 11 GHz, con sistemas NLOS y LOS, y protocolo PTP y PTMP.
802.16c	Publicado en Enero de 2003. Ampliación del estándar 802.16 para definir las características y especificaciones en la banda de 10-66 GHz.
802.16d	Revisión del 802.16 y 802.16a para añadir los perfiles aprobados por el Wi-Max Forum. Aprobado como 802.16 en Junio de 2004 (La última versión del estándar)
802.16e	Extensión del 802.16 que incluye la conexión de banda ancha nómada para elementos portables del estilo a <i>notebooks</i> . Publicado en diciembre de 2005

Tabla 2.8 Estándares de Wi-Max implemetables

	802.16	802.16a	802.16e
Espectro	10 - 66 GHz	< 11 GHz	< 6 GHz
Funcionamiento	Solo con visión directa	Sin visión directa (NLOS)	Sin visión directa (NLOS)
Tasa de bit	32 - 134 Mbit/s con canales de 28 MHz	Hasta 75 Mbit/s con canales de 20 MHz	Hasta 15 Mbit/s con canales de 5 MHz
Modulación	QPSK, 16QAM y 64 QAM	OFDM con 256 subportadoras QPSK, 16QAM, 64QAM	Igual que 802.16a
Movilidad	Sistema fijo	Sistema fijo	Movilidad pedestre
Anchos de banda	20, 25 y 28 MHz	Seleccionables entre 1,25 y 20 MHz	Igual que 802.16a con los canales de subida para ahorrar potencia
Radio de celda típico	2 - 5 km aprox.	5 - 10 km aprox. (alcance máximo de unos 50 km)	2 - 5 km aprox.

2.3.5.2 Ventajas

- Define una capa MAC que soporta múltiples especificaciones físicas (PHY).
- Mayor productividad a rangos más distantes (hasta 50 [km](#)), mejor tasa de bits/segundo/HZ en distancias largas.

- Anchos de banda flexibles que permiten usar espectros licenciados y exentos de licencia
- Mayor cobertura, soporte de mallas basadas en estándares y antenas inteligentes.
- Servicios de nivel diferenciados: E1/T1 para negocios, mejor esfuerzo para uso doméstico.
- Los equipos Wi-Max – Certified FF (certificación de compatibilidad) permiten a los operadores comprar dispositivos de más de un vendedor

2.3.5.3 Redes Wi-Max

PuntoNet ha implementado la primera red Wi-Max del país, lo que permitirá proporcionar enlaces de mayor ancho de banda, cobertura, alcance, y confiabilidad. [16]

TV Cable y sus aliadas Setel, Satnet y Suratel también han desarrollado redes metropolitanas con tecnología Wi-Max en la ciudad de Guayaquil.

Un enlace de fibra óptica permitirá a las empresas, que proporcionan el servicio de Internet, conectarse con las estaciones bases para que Wi-Max proporcione el servicio a través de su banda ancha.

El grupo TV Cable ha instalado 3 transmisores en la ciudad de Quito, en la banda de 3.5 GHz con equipos *Airspan Network*, el nuevo servicio ofrece alta velocidad en la transferencia de información y conectividad de banda ancha de última milla. Es decir, que los usuarios ya no tendrán que conectarse con cables a los cajetines que se ubican en los postes sino con antenas, en forma inalámbrica.

Dos de los tres transmisores han sido ubicados en la vía a Daule por lo que la empresa apuesta por el sector industrial y comercial.

En el mercado existen cuatro firmas que utilizan bandas de frecuencia para la tecnología Wi-Max: Andinatel y Pacifictel (CNT), Telecom, TV Cable y Etapatelecom.

Según expertos en telecomunicaciones, el negocio de redes Wi-Max factura cerca de 1000 millones de dólares en el Ecuador. Los registros de la Superintendencia de Telecomunicaciones señalan que los índices de cobertura en Internet y telefonía son bajos respecto de otros países de Latinoamérica, como Colombia, Perú y Chile.

En América Latina casi todos los países ya están conectados con tecnología Wi-Max, pero el servicio aún no es tan accesible. El costo promedio del equipo receptor y la antena es de \$ 300 y la mensualidad va entre 60 y 120 dólares. La variación de precio dependerá de la velocidad de navegación que se solicite.

2.3.5.4 Desventajas

El acceso a las redes Wi-Max también tiene sus desventajas. La seguridad de la información estará expuesta a que una persona con grandes conocimientos de informática vulnere las encriptaciones claves de acceso y contraseñas- de los equipos y proceda al saqueo de datos o introducir virus que puedan afectar al computador.

Los costos de implementación para una empresa, requiere de una gran inversión, para el usuario final de igual manera representa gastos elevados de instalación y conectividad mensual.

Las tecnologías de última milla que se revisaron, generan una idea clara de la calidad de servicio que se entrega a los usuarios en el país y el costo que hay que pagar por ello.

Se conoce además que las empresas que están habilitadas para desplegar estas infraestructuras de acceso son únicamente los *Carriers* o Portadores quienes previamente hayan adquirido la concesión para brindar el servicio de transporte.

Los ISP únicamente son los encargados de proveer los servicios tales como: Web *hosting*, correo electrónico, DHCP, DNS, etc. a los usuarios siempre y cuando se contrate con una empresa portadora el acceso de última milla ya sea inalámbrico, por par telefónico, cable coaxial.

Existe el caso en que las empresas denominadas como Portadoras también venden el servicio de Internet a sus abonados esto se da porque dicha empresa también adquirió el permiso de ISP para brindar servicios de valor agregado. Como en el caso de ANDINADATOS que es el *carrier* y ANDINANET que es el ISP ambos pertenecen a la misma entidad del estado que es la telefónica ex ANDINATEL, ahora fusionada con Pacifictel en la denominada CNT. O en el caso de Telconet que lleva el mismo nombre como Portador e ISP.

Si bien es cierto que un ISP únicamente puede brindar sus servicios al usuario final a través de la red de transporte del *carrier*, esta a consideración del ISP determinar cual de las distintas infraestructuras que están implementadas en el país resulta óptima para sus propósitos.

En el Ecuador ya se conoce de algunas implementaciones de tecnología Wi-Max, pero los costos de estas hacen que sean un poco difíciles adquirirlas.

Una vez que se a realizado un análisis de las tecnologías inalámbricas existente, se recomienda que la Academia Aeronáutica Elia Liut haga la instalación de la red mediante Wi-Fi, debido a que sus costos no son tan elevados. Para esto es importante realizar la contratación de internet mediante ADSL, debido a que la empresa CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) si llega al cantón Mejía y no se dificultaría la instalación de la misma. En cambio al tratar de adquirir otros servicios es un poco difícil debido a que no existen empresas que den este servicio en el cantón Mejía, se considera que con el crecimiento de la población alguna empresa este interesada en brindar servicios de internet, mientras tanto la única empresa que esta dando este servicio es CNT.

Al poner internet mediante ADSL, se podría instalar los equipos inalámbricos para que cubra la red sobre toda la institución, y así de esta manera se pueda cumplir con todas las necesidades que tienen la comunidad de la Academia Aeronáutica Elia Liut.

2.4 Proveedor de servicios de Internet inalámbrico ISP Wireless

De las soluciones de ultima milla anteriormente expuestas las que resultan mas atractivas se hacen las inalámbricas por la tendencia que en los últimos años a generado Figura 2.11, para la selección de la mejor opción en comunicaciones inalámbricas se considera detalladamente factores como: los requisitos de la institución es decir cuales son los necesidades que desean cubrir, para determinar la tecnología con el ancho de banda suficiente, también se considera la ubicación geográfica donde se desea implementar, la población que se quiere cubrir, además del capital con el cual se cuenta para invertir.

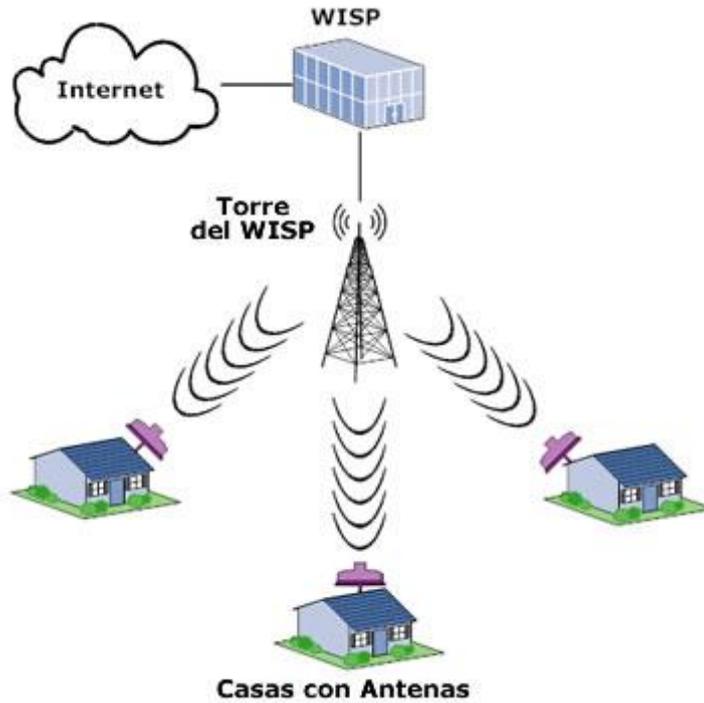


Figura 2.12. Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico

2.4.1 ISP Wireless

Un ISP Wireless es un sistema de Red de Area Metropolitana (MAN) integrado cuyo propósito es conectar a sus clientes a Internet. En el cual se usan enlaces de datos de alta velocidad para proveer acceso a Internet mediante enlaces inalámbricos punto a punto y punto-multipunto a compañías, organizaciones gubernamentales, escuelas, universidades y otras instituciones que disponen de redes de área local (LAN). [17]

Los enlaces inalámbricos de datos toman el lugar de líneas dedicadas para brindar conectividad al Internet donde los ISP no despliegan infraestructura, porque no son posibles o son muy caras. Los requerimientos básicos para usar enlaces inalámbricos son:

- Clientes ubicados dentro del radio de cobertura, alrededor de la estación base.

- Dependiendo de los equipos, por lo general se requiere línea de vista directa entre los clientes y la antena ubicada en la estación base.
- Equipos y sus estándares definen las frecuencias de operación entre 900MHz, 2.4GHz, 5.2GHz o 5.8GHz (Bandas no Licenciadas) de acuerdo a las regulaciones locales. En algunos países se requerirá obtener licencias especiales.
- Uso de las frecuencias de 2.3GHz a 2.7GHz, 3.4 a 3.6GHz y 4.9GHz (Bandas Licenciadas) de acuerdo a las regulaciones locales.

2.4.2 Beneficios de Redes Wireless:

- Actualmente proveen enlaces de Alta Velocidad.
- Rápida Instalación de la Estación Base.
- Rápida Instalación de los CPE (*Customer Premises Equipment*) en los Clientes.
- Efectividad en Costos para acceso prolongado y usuarios múltiples.
- Acceso confiable e instantáneo a Internet en 24 horas

CAPITULO 3

DISEÑO DE LA RED INALAMBRICA

3.1 SITUACION ACTUAL.

La Academia Aeronáutica Elia Liut, es una institución ubicada en la Parroquia de Santa Ana Aloasí, en el Barrio el Tambo km 37 de la Panamericana Sur, perteneciente al cantón Mejía. Como se ve en el croquis de la figura 3.1

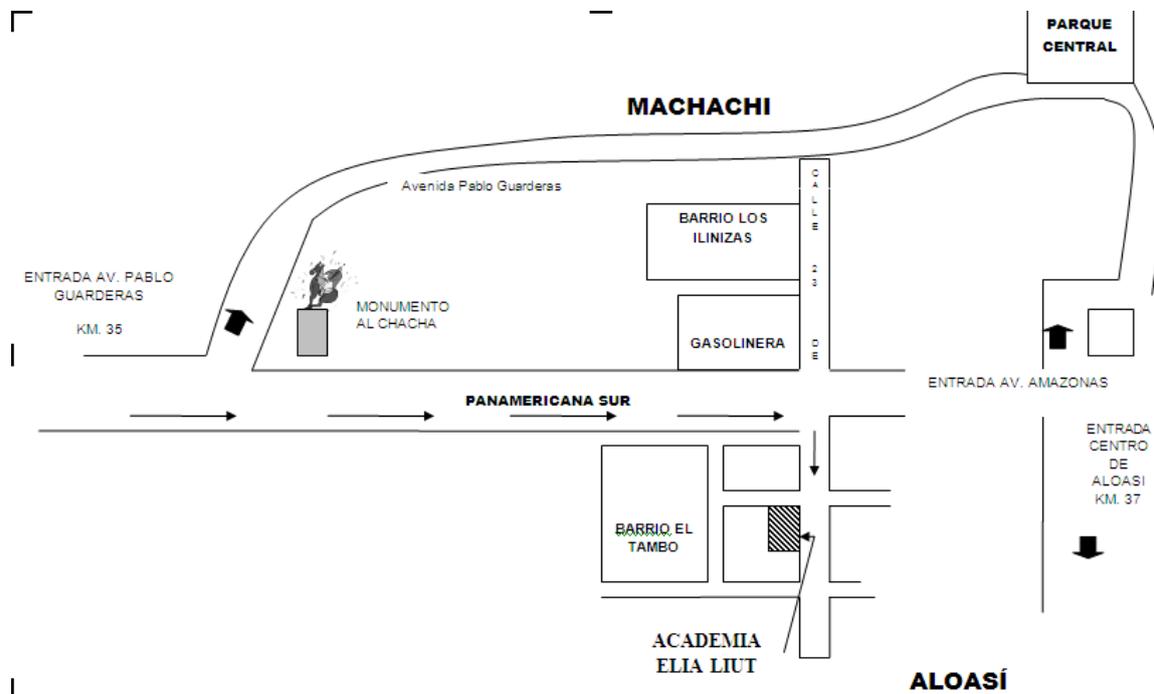


Figura. 3.1 Croquis de la ubicación de la ACAEL

La Institución esta conformada por 300 estudiantes los cuales pertenecen al ciclo básico y al ciclo diversificado.

En el presente año la Academia Aeronáutica Elia Liut tiene como prioridad disponer de laboratorios de computación los mismos que se conectaran en red; y a su vez dar el servicio de internet en los laboratorios y en el campus de la Institución, de manera inalámbrica y para esto se realizara un estudio previo.

Esta necesidad se da ya que en un 30 por ciento de los jóvenes poseen equipos portátiles los cuales podrán ser aprovechados en la institución en horas de la tarde pues la institución presentará como oferta brindar internet en la tarde para los estudiantes. Es por ello que la Academia Aeronáutica Elia Liut tiene como necesidad hacer este estudio, con la finalidad de determinar los costos que representara hacer la implementación tanto de la parte de cableado estructurado como la parte inalámbrica, pues es de gran importancia que la institución este acorde los últimos avances tecnológicos existente para la educación de los estudiantes.

3.2 Infraestructura actual

La Academia Aeronáutica Elia Liut tiene sus instalaciones propias, donde hay aulas, laboratorios, bar, centro de recreación, biblioteca, oficinas la cual esta detallado en la tabla 3.1

Tabla. 3.1 Infraestructura de la academia aeronáutica Elia Liut

IDENTIFICACIÓN	Número Disponible	Estado de conservación
Aulas	18	Muy Buenas
Laboratorio de Física	1	Bueno
Laboratorio de Química	1	Bueno
Laboratorio de Computación	2	Bueno
Bibliotecas	1	Buena
Espacios recreativos	2	Buenos
Oficinas	8	Buenas

La academia esta formada por dos laboratorios de computación las cuales no existe ningún tipo de conexión de red, es mas la Academia en general no tiene ningún tipo de conexión de red, En la tabla 3.2 esta detallado los recursos tecnológicos los cuales posee la academia.

Tabla. 3.2 Recursos tecnológicos

Tipos	Número disponible
Computadoras	60
Filmadoras	1
Retro-proyectores	1
Microscopios	3
Proyectores digitales	0
Servicios de Internet	Sin servicio
Cámara Fotográfica	1

Como se menciono anteriormente, la Academia no posee ningún tipo de conexión, es por ello que nace la importancia de hacer el estudio previo para dar el servicio de internet, el cual se necesitara realizar el diseño de la parte de cableado estructurado, y a su vez como es interés de la institución dar un servicio adecuado, pretender dar el servicio de internet inalámbrico, donde nace el interés por realizar este estudio económico para la implementación de la misma.

La academia aeronáutica al ver el avance tecnológico que se da en nuestros días, y para brindar un servicio de calidad que diferencie con el resto de instituciones, tiene como primordial importancia realizar una readecuación de los laboratorios de computación y en si de toda la institución. Es por ello que al aprovechar esta reinstalación de los laboratorios se desea instalar el servicio de internet tanto la parte de cableado estructurado como la parte inalámbrica.

Es por ello que para el diseño se desea instalar equipos Wi-Fi para que cubra toda el área de la institución, pues en un gran porcentaje de estudiantes tienen portátiles con tarjetas inalámbricas, y al estar los laboratorios copados completamente ellos pueden mediante sus portátiles acceder al internet. También al hacer la readecuación de los laboratorios se necesita hacer la instalación completa de la red de los dos laboratorios de computación que posee la institución, cada laboratorio esta conformada de veinticinco equipos, los laboratorios están ubicados en la primera y segunda planta, es decir una sobre otra, facilitando de esta manera realizar el diseño, pues al ser laboratorios similares basta con hacer el diseño para el laboratorio 1 que se encuentra en la primera planta, ya que el diseño para el laboratorio de la segunda planta va hacer la misma.

También se necesita hacer la instalación de la red en el bloque administrativo, pues ahí esta todo el personal que labora en la institución, en este bloque existen doce equipos, los cuales se quiere que estén en red para poder compartir información rápidamente sin necesidad de estar trasladándose de un lugar a otro.

3.3 Diseño de la Red Inalámbrica.

3.3.1 Diseño de la red.

Para poder realizar el diseño de la red inalámbrica, lo que se hizo fue el rastreo de las redes inalámbricas que existen en los alrededores de la Academia ya que sin este previo análisis pueden causar interferencia en la red que se desee implementar.

El programa en el cual nos basamos para el análisis de las redes es el *Network Stumbler* este es un programa para Windows que permite detectar WLANs usando tarjetas *wireless* 802.11a, 802.11b y 802.11g. Este programa tiene varios usos, como:

- Verificar que nuestra red está bien configurada.
- Estudiar la cobertura o señal que tenemos en diferentes puntos de nuestro domicilio de nuestra red.
- Detectar otras redes que pueden causar interferencias a la nuestra.
- Es muy útil para orientar antenas direccionales cuando queremos hacer enlaces de larga distancia, o simplemente para colocar la antena o tarjeta en el punto con mejor calidad de la señal. [18]

Como es lógico las partes más elevadas son las más probables de ser elegidas como puntos estratégicos para los puntos de acceso.

- **Reconocimiento de campo (*Site Survey*)**

Para hacer el reconocimiento de todas las redes que están al contorno de la Institución utilizamos el programa *Network Stumbler* que esta instalado en una computadora portátil, la cual nos permitirá desplazarnos por toda la academia y así de esta manera reconocer todas las redes que están sobre la institución.

Al arrancar el *Netstumbler* nos aparece una pantalla como esta en la figura 3.2, el cual nos va listando las redes que va encontrado y sus características principales:

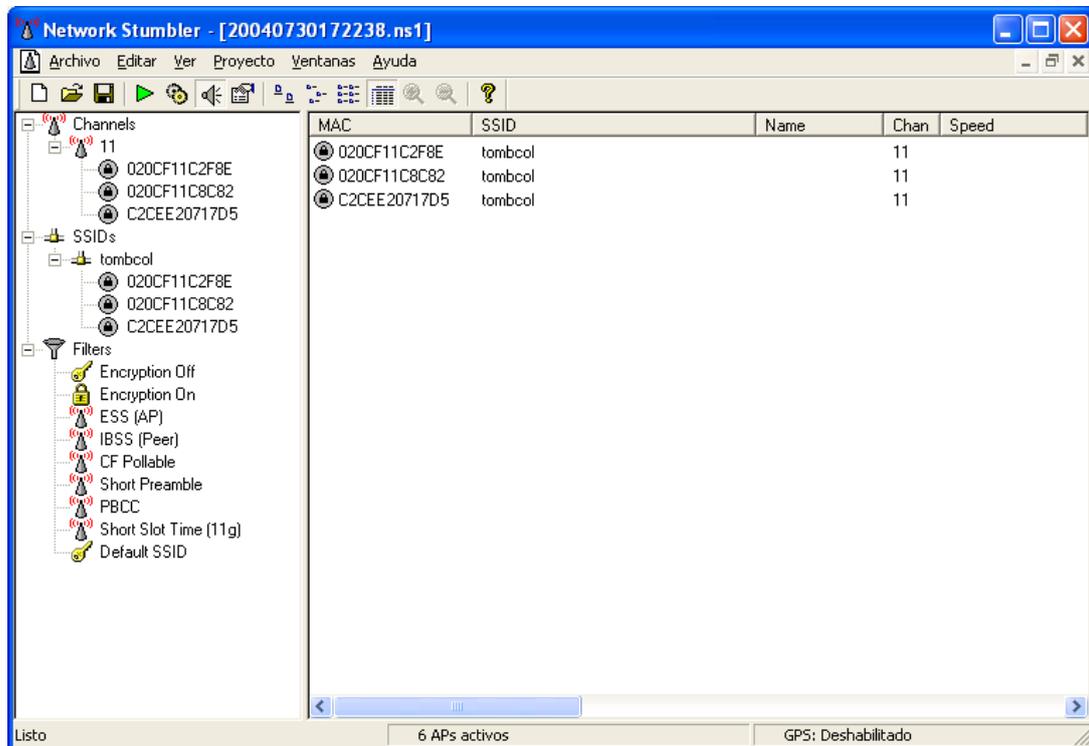


Figura 3.2. Pantalla de arranque del Network stumbler

- **Icono circular:** En la figura 3.2 en la primera columna se puede observar un pequeño icono circular o disco. Cuando en el interior del mismo hay un candado significa que el punto de acceso usa algún tipo de encriptación. El icono también cambia de color para indicar la intensidad de la señal, de la forma siguiente:
 - Gris: No hay señal.
 - Rojo: Señal pobre o baja.
 - Naranja: Señal regular o mediana.
 - Amarillo: Señal buena.
 - Verde claro: Muy buena señal.
 - Verde oscuro: La mejor señal.
- **MAC:** dirección del Access Point (AP)

- **SSID:** nombre de la red
- **Name:** es el nombre del AP. Está columna habitualmente está en blanco porque Netstumbler solo detecta el nombre de los APs Orinoco o Cisco.
- **Chan:** indica el canal por el que transmite el punto de acceso detectado. Un asterisco (*) después del número del canal significa que estás asociado con el AP. Un signo de suma (+) significa que estuviste asociado recientemente con el AP. Y cuando no hay ningún carácter significa que has localizado un AP y no estas asociado a él.
- **Speed:** indica la velocidad, los Mbps máximos que acepta esa red (11, 22, 54...)

Para hacer el análisis de las redes que están sobre el colegio se determino cuatro puntos específicos para poder determinar si hay o no redes sobre la institución, ya que al considerar el tamaño del colegio se determinaron cuatro puntos para hacer este análisis los cuales se determina en la figura 3.3

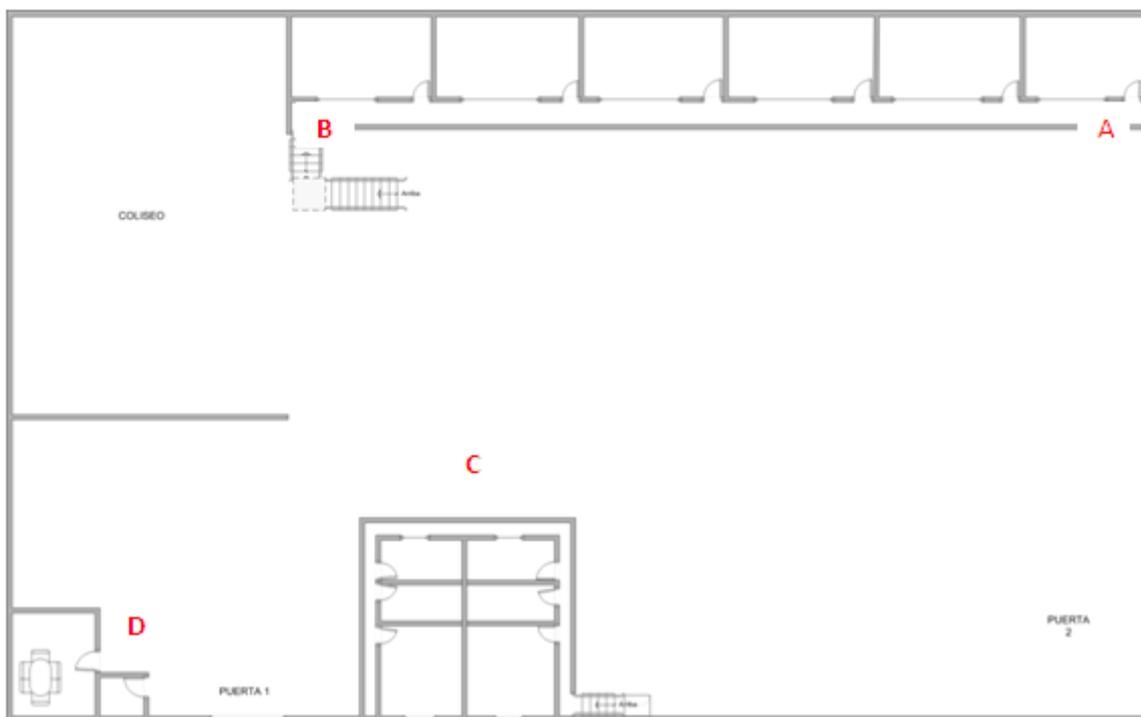


Figura. 3.3. Plano de la Academia Aeronáutica Elia Liut

Para comenzar a determinar las redes que están alrededor de la institución, nosotros usamos el *software stumbler*, en este programa nosotros ingresamos con el nombre de Maxpanki y transmitimos en el canal 1, el cual nos permitirá visualizar todas las redes que están sobre la academia con cada una de las características que nos entrega el *stumbler*.

Una vez que se inicializo el *stumbler* nos colocamos en el punto A que como se ve en la figura 3.3, y se determino los siguientes resultados

MAC	SSID	Name	Chan	Speed	Vendor	Type	Enc...	SNR	Signal+	Noise-	SNR+
001E58B1CD1F	ovnixx		6	54 Mbps	(Fake)	AP	WEP		-80	-100	20
000C42141595	DMNI2		8	6 Mbps		AP			-68	-100	32
00156D63FC85	DMNI2		8	12 Mbps	(Fake)	AP			-71	-100	29
000C421408EF	DMNI2		8	12 Mbps		AP			-77	-100	23
001E5896298C	MaxPanki		1	54 Mbps	(Fake)	AP	WEP		-58	-100	42

Figura. 3.4 Análisis de redes inalámbricas en el punto A

En el punto A se ve que existen al menos cuatro puntos de acceso inalámbricos que están sobre la academia , uno es la red ovnixx la cual esta transmitiendo en el canal 6 y tres en la red OMNI2 la que se encuentra transmitiendo en el canal 8, esta red tiene una seguridad WEP. La señal de Maxpanki transmite en el canal 1 y es el que ha sido seleccionado por nosotros para evaluar las redes que están sobre la institución.

Este mismo análisis se hizo en cado una dos los puntos que están determinados en la figura 3.3 donde se obtuvieron los siguientes resultados los cuales se detallan en las siguientes figuras

Punto B.

MAC	SSID	Name	Chan	Speed	Vendor	Type	Enc...	SNR	Signal+	Noise-	SNR+
00156D63FC85	DMNI2		8	12 Mbps	(Fake)	AP			-82	-100	18
001E58B1CD1F	ovnixx		6	54 Mbps	(Fake)	AP	WEP		-86	-100	14
000C421408EF	DMNI2		8	12 Mbps		AP			-84	-100	16
000C42141595	DMNI2		8	6 Mbps		AP			-72	-100	28
001E5896298C	MaxPanki		1	54 Mbps	(Fake)	AP	WEP		-51	-100	49

Figura. 3.5 Análisis de redes inalámbricas en el punto B

Punto C.

MAC	SSID	Name	Chan	Speed	Vendor	Type	Enc...	SNR	Signal+	Noise-	SNR+
001E58B1CD1F	ovnixx		6	54 Mbps	(Fake)	AP	WEP		-86	-100	14
00156D63FC85	OMNI2		8	12 Mbps	(Fake)	AP			-69	-100	31
000C42141595	OMNI2		8	6 Mbps		AP			-62	-100	38
000C421408EF	OMNI2		8	12 Mbps		AP			-74	-100	26
001E5896298C	MaxPanki		1	54 Mbps	(Fake)	AP	WEP		-34	-100	66

Figura. 3.6 Análisis de redes inalámbricas en el punto C

Punto D.

MAC	SSID	Name	Chan	Speed	Vendor	Type	Enc...	SNR	Signal+	Noise-	SNR+
000C42141595	OMNI2		8	6 Mbps		AP			-77	-100	23
00156D63FC85	OMNI2		8	12 Mbps	(Fake)	AP			-84	-100	16
000C421408EF	OMNI2		8	12 Mbps		AP			-83	-100	17
001E5896298C	MaxPanki		1	54 Mbps	(Fake)	AP	WEP		-48	-100	52

Figura. 3.7 Análisis de redes inalámbricas en el punto D

Como podemos observar en las figura 3.5 hasta la figura 3.7, existen las cuatro redes que fueron localizados en el punto A.

Entonces podemos concluir que sobre la institución hay cuatro redes que cubren toda la institución, y que transmiten en canales diferentes, de las cuatro redes solo uno tiene una encriptación WEP, y estas redes están transmitiendo en los canales 6 y 8. Nosotros escogimos el canal uno con finalidad de estudio y así poder observar las demás redes.

Una vez que se determino las redes que están sobre la institución, nosotros usamos un AP Dlink con dos antenas una de 2 Dbi y la otra antena de 7 Dbi, a este AP lo colocamos en los puntos que se usaron para reconocer las redes que están sobre la institución con el stumbler. Nosotros de esta nosotros poder determinar los puntos donde se puede colocar los APs para que cubran toda el área de la academia asegurándonos de esta manera que exista señal sobre toda la institución.

Nosotros al colocar los AP en los cuatro puntos que se ve en la figura 3.3, se determino que las zonas de menor cobertura se encuentran en la parte baja de los puntos de acceso, como ejemplo tenemos la medición realizada en el aula que se encuentra bajo el punto B de la figura 3.3 con el AP colocado en el punto A, lo mismo ocurre con el punto de prueba A y el punto de acceso colocado en B.

- **AP en punto A medición en punto B.**

Como se puede ver en la figura 3.8 el *Receive Signal Strength Indication* (RSSI) a medida que se va alejando del AP va decayendo, en este caso es AP fue colocado en el segundo piso de la institución y a medida que se iba recorriendo las aulas la señal va decayendo, la señal prácticamente se anula cuando comienza a bajar al primer piso. “RSSI es la abreviatura en inglés de *Receive Signal Strength Indication*, Indicador de fuerza de señal de recepción. Este término se usa comúnmente para medir el nivel de fuerza de las señales recibidas en las redes inalámbricas (Wi-Fi). Cuanto más alto sea el número, mejor captura de la misma” [19]

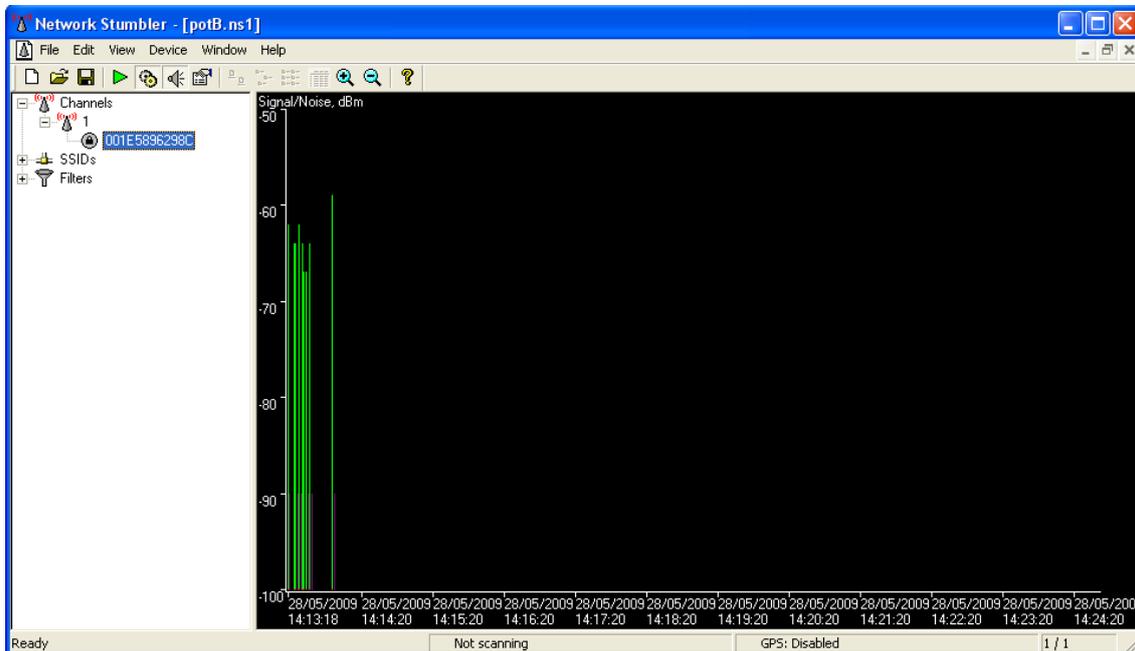


Figura. 3.8 RSSI desde el AP A hasta B

Luego se realizo la medición al revés colocamos el AP en el punto B y realizamos la medición desplazándonos hacia el punto A.

En la figura 3.9 se ve claramente que al colocar este AP en el primer piso la señal de recepción es prácticamente nula, pues subimos al segundo piso y no existe ningún tipo de señal, es por esto que para solucionar el problema de la señal de recepción es necesario que se coloque un AP en cada piso con esto nos aseguramos que exista señal en cada una de las aulas

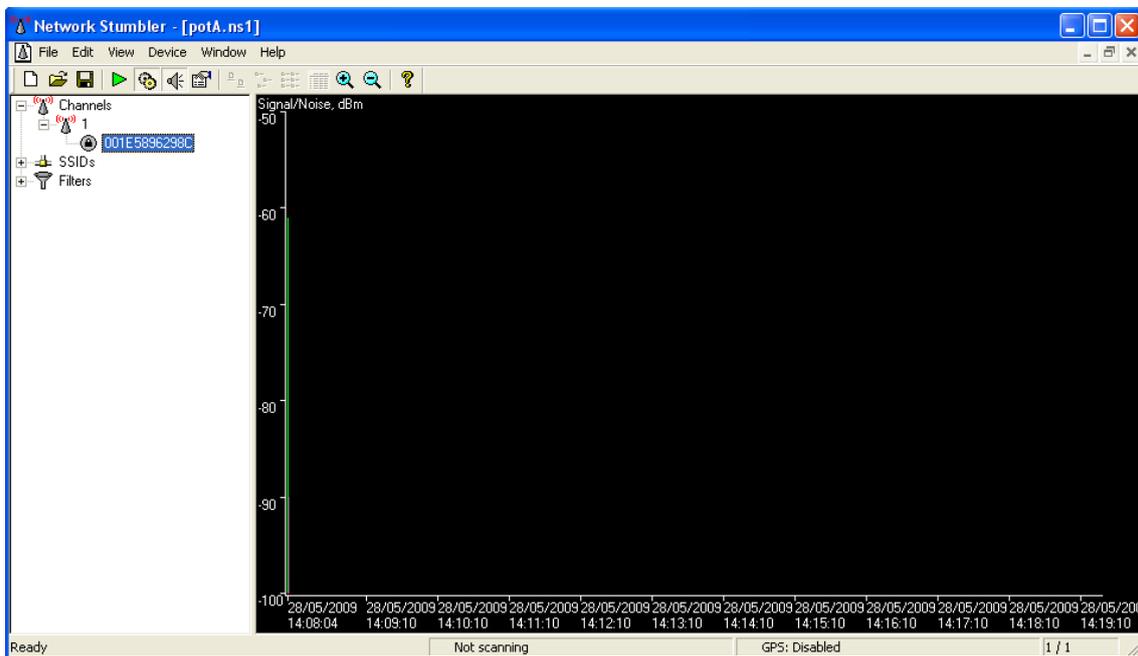


Figura. 3.9 RSSI desde el AP en el punto B hasta el punto A

En la siguiente figura 3.10 se observa la potencia de la señal del punto de acceso en el mismo piso. El cual se ve claramente que la señal de recepción es optima en cada uno de los pisos. Para que la señal de recepción sea aceptable se considera que la potencia de recepción esté entre -90 y -71 dB.

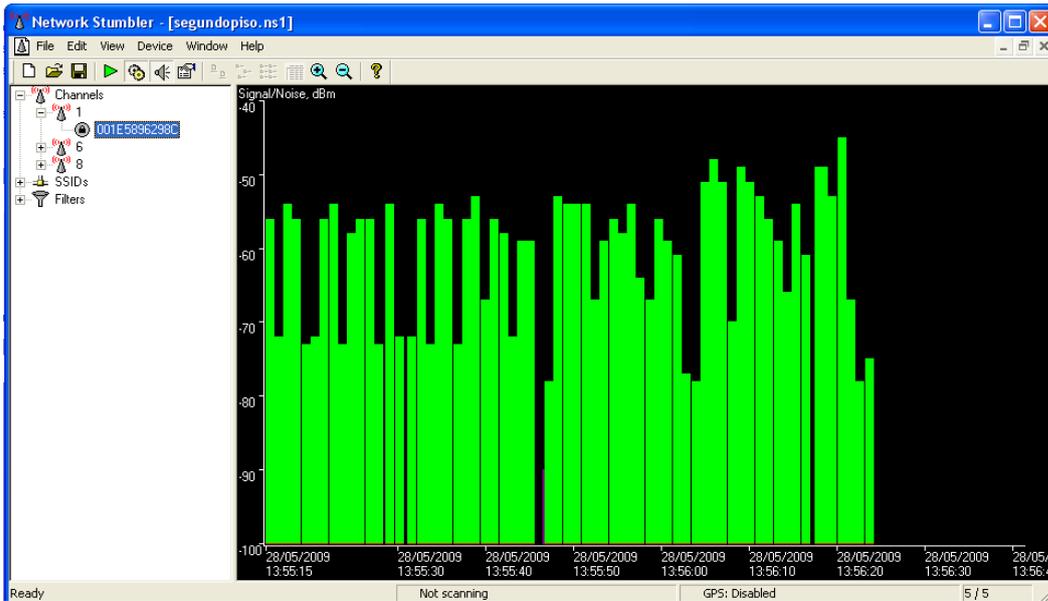


Figura. 3.10 RSSI por pisos.

Las mediciones que se realizaron en el punto C y en el punto D prácticamente la señal de recepción es óptima, como se ve en la figura 3.11, determinando que solo se puede colocar bien sea el AP en el punto D o en el punto C, ya que al alejarse de los APs la señal sigue siendo óptima.

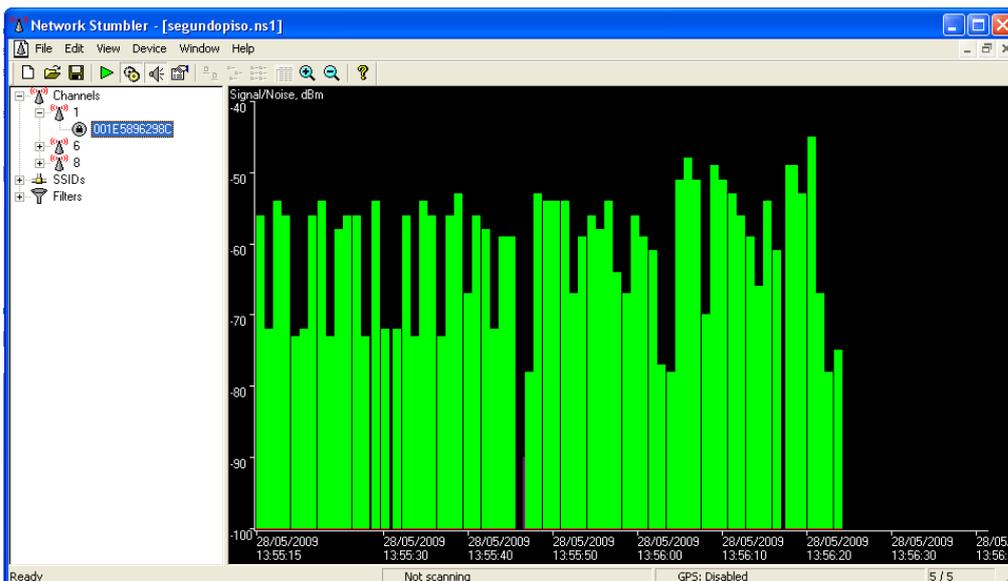


Figura. 3.11 RSSI desde el AP en el punto C y en el punto D.

Entonces para el diseño de la red mediante este previo estudio se determino que se necesitaran de tres APs los cuales se los colocaran en el punto A, en el punto B y en el punto C, como se en la figura 3.12, ya que al colocar estos APs en estos puntos garantimos que exista una señal optima sobre toda la institución, haciendo de esta manera que al instalar los equipos exista red WIFI sobre toda la academia.

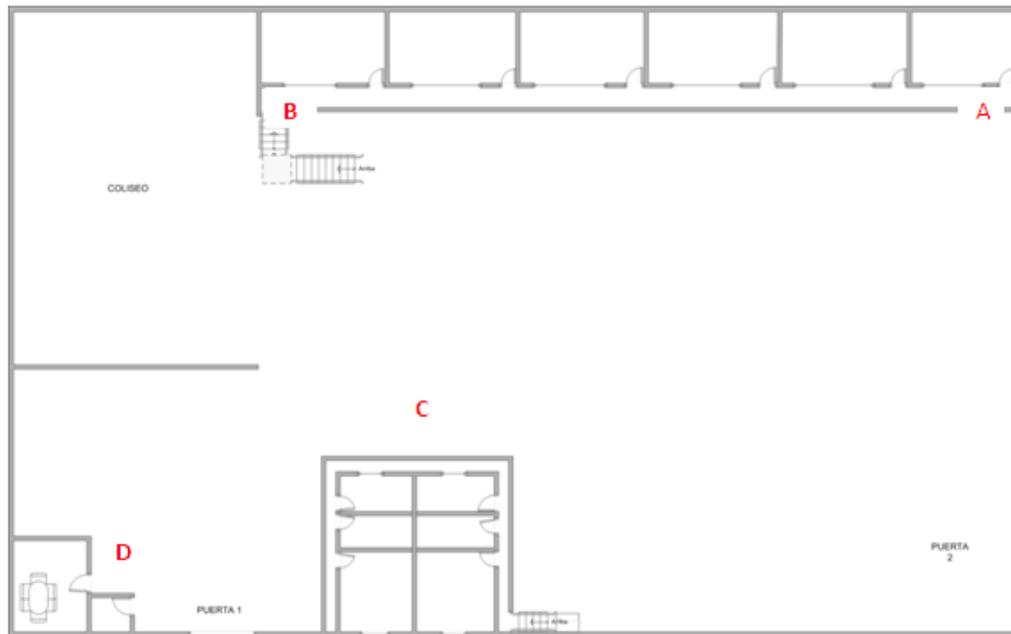


Figura. 3.12. Plano de la Academia Aeronáutica Elia Liut

3.3.2 Simulación de la red

Para la simulación de la red utilizamos el software COVERA PLAN, este programa es un simulador de redes inalámbricas, el cual nos va a permitir simular la red inalámbricas que se desea implementar en la academia, donde nosotros tenemos la posibilidad de poner todas las características que se requieran para la simulación de la misma, y en los puntos que nosotros deseemos. Este programa también nos permite carga nuestros propios mapas los cuales tienen que estar hechos a escala para que sea una simulación más real.



Figura. 3.13 Software Covera Plan

Para comenzar a utilizar el software se debe realizar el mapa de la institución, en este caso este mapa se lo realizo usando el programa Microsoft Visio 2003 el cual esta realizado a escala pero en pixeles, en la Tabla 3.3 esta los valores en pixeles y en metros.

Tabla. 3.3 Escalas de la institución

Valor en pixeles	Valor en metros
1000	80
625	50
375	30
250	20
150	12
125	10

Esto nos quiere decir que 80 metros equivale a 1000 pixeles, entonces teniendo estos valores en cuenta podemos realizar el mapa de la institución el cual queda como en la figura 3.14.

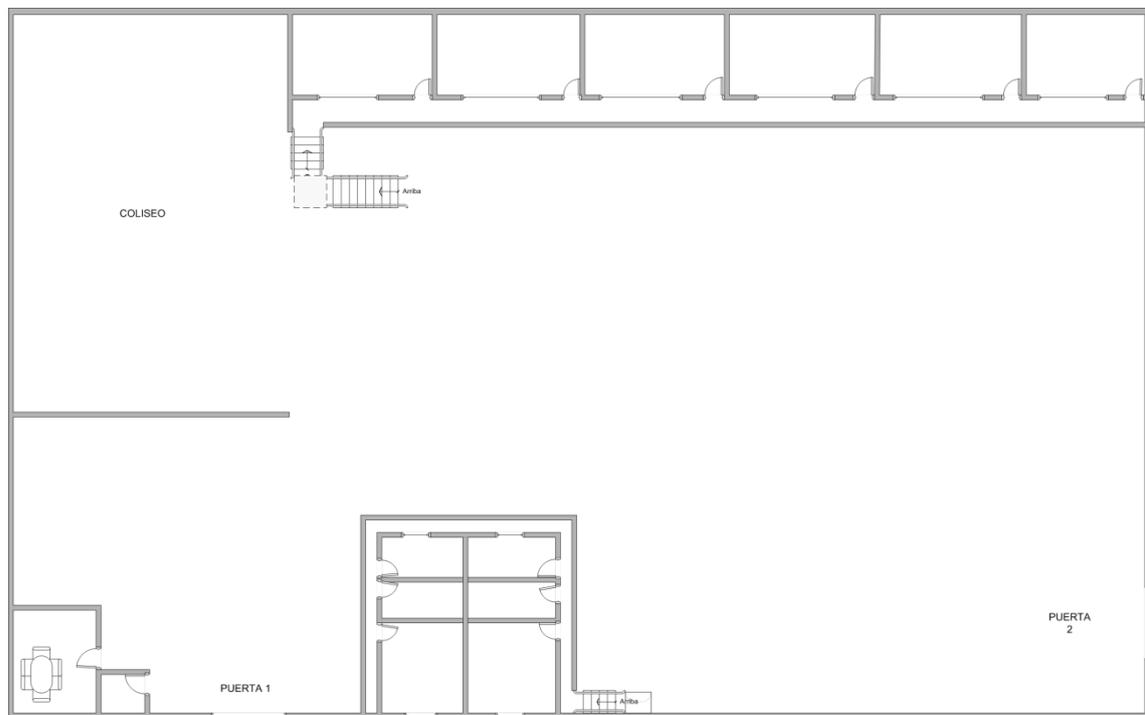


Figura. 3.14 Plano de la Academia Aeronáutica Elia Liut

Al iniciar el Covera Plan va a salir el mensaje *Empty proyect* (proyecto vacío) en donde nosotros tenemos dos opciones el uno es el poder cargar el mapa o la otra opción que es abrir un proyecto anterior. Como en este caso estamos comenzando a realizar el proyecto escogemos la opción de cargar el mapa como se ve en la figura 3.15

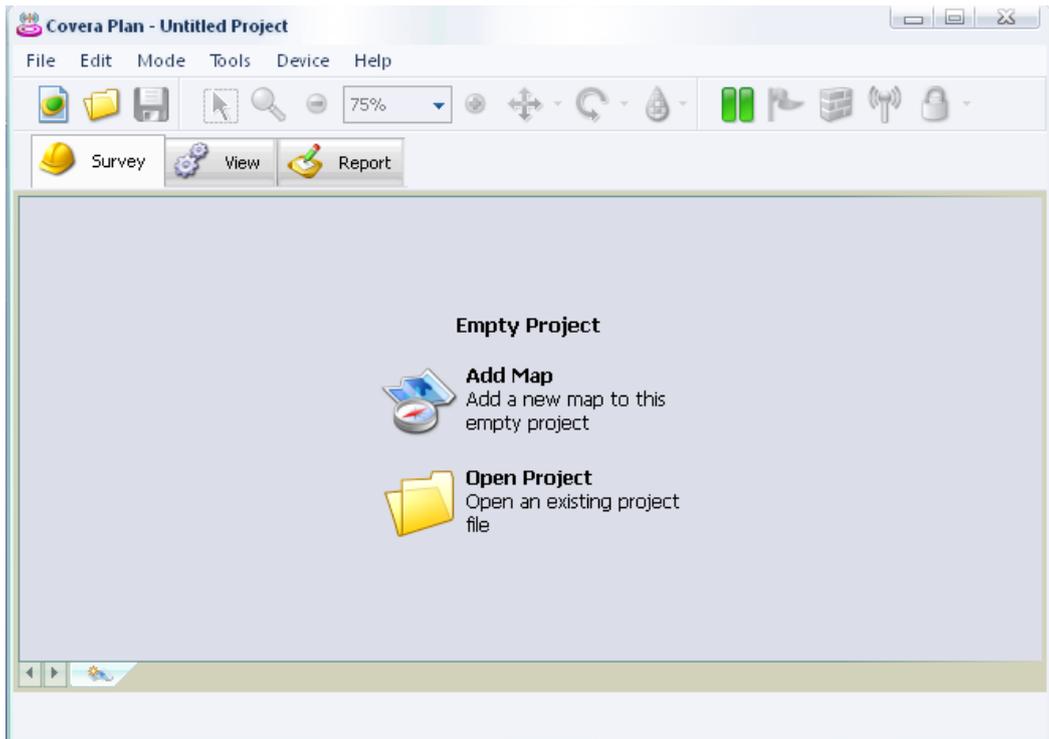


Figura 3.15 Inicialización del programa Covera Plan

En la figura 3.16 esta la pantalla donde se busca la extensión donde esta ubicado el mapa de la Institución, que en este caso el archivo lleva el nombre de tesis.bmp.

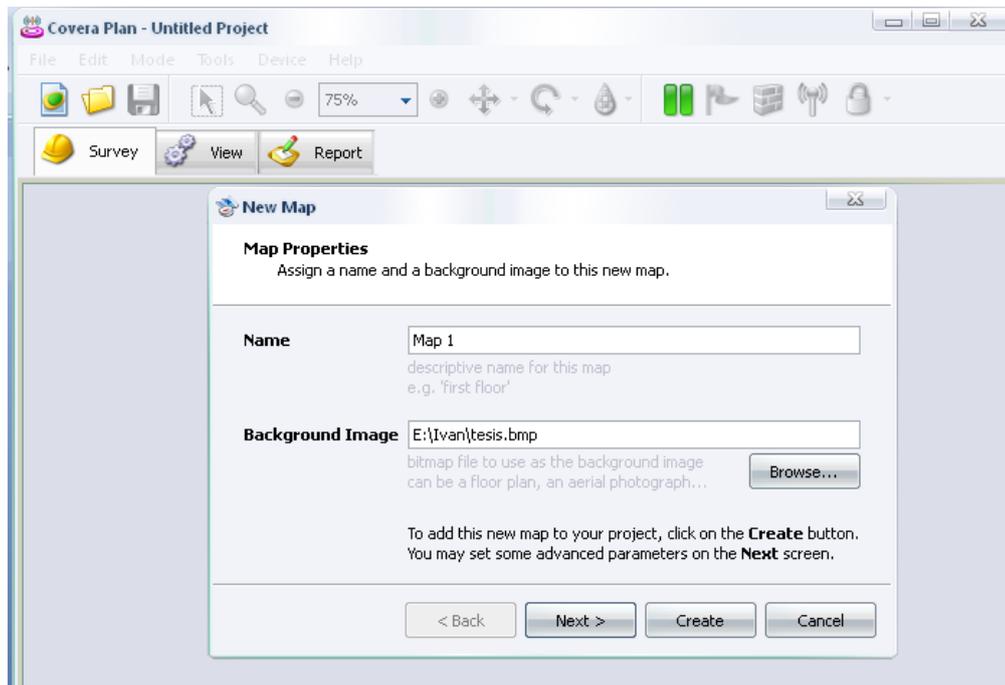


Figura. 3.16 Búsqueda del mapa de la Institución

Al continuar cargando un nuevo mapa en la siguiente pantalla asoma como realizar el tipo de calibración del esquema de la institución, en este caso nosotros escogemos la primera opción como muestra la figura 3.17 donde realizaremos la calibración del mapa, ya que nuestro diseño ya se encuentra a escala en pixeles como lo requiere el programa

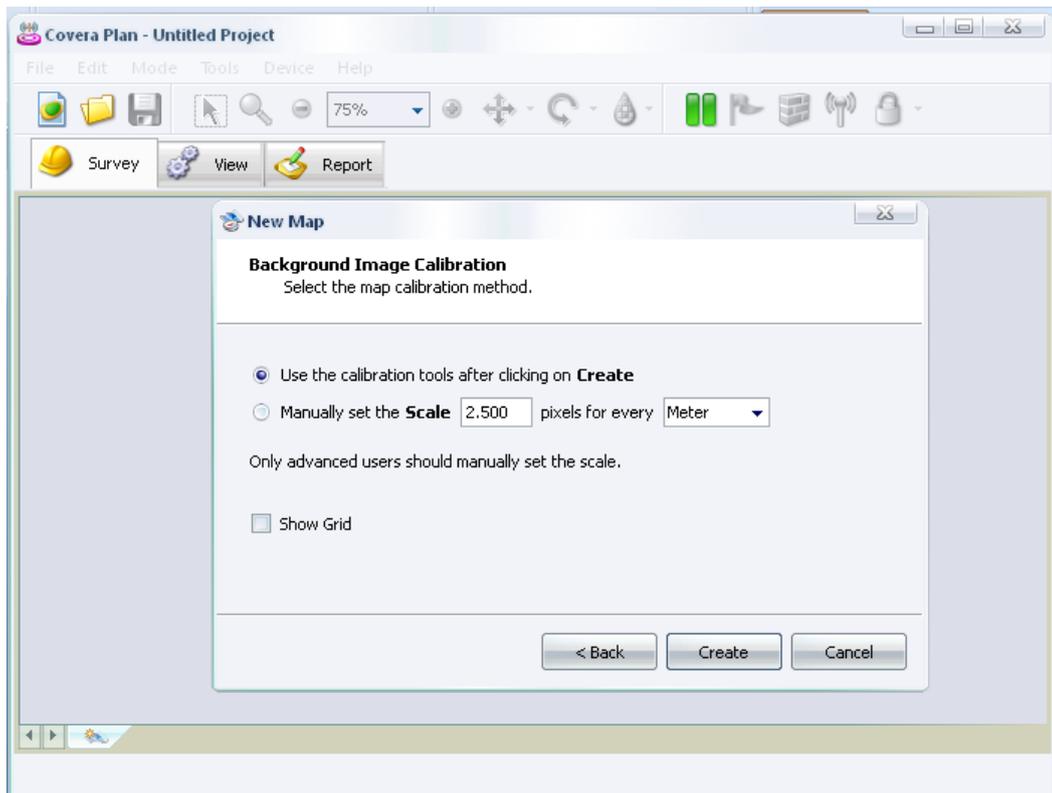


Figura. 3.17 Opción de calibración del mapa

Ya que se ha creado el proyecto, se tiene que calibrar el mapa de la institución en el programa para lo cual es escoge cualquiera de los lados del mapa, aquí nosotros podemos colocar la medida en metros haciendo que automáticamente todo el mapa se ponga a escala. Como se observa en la figura 3.18.

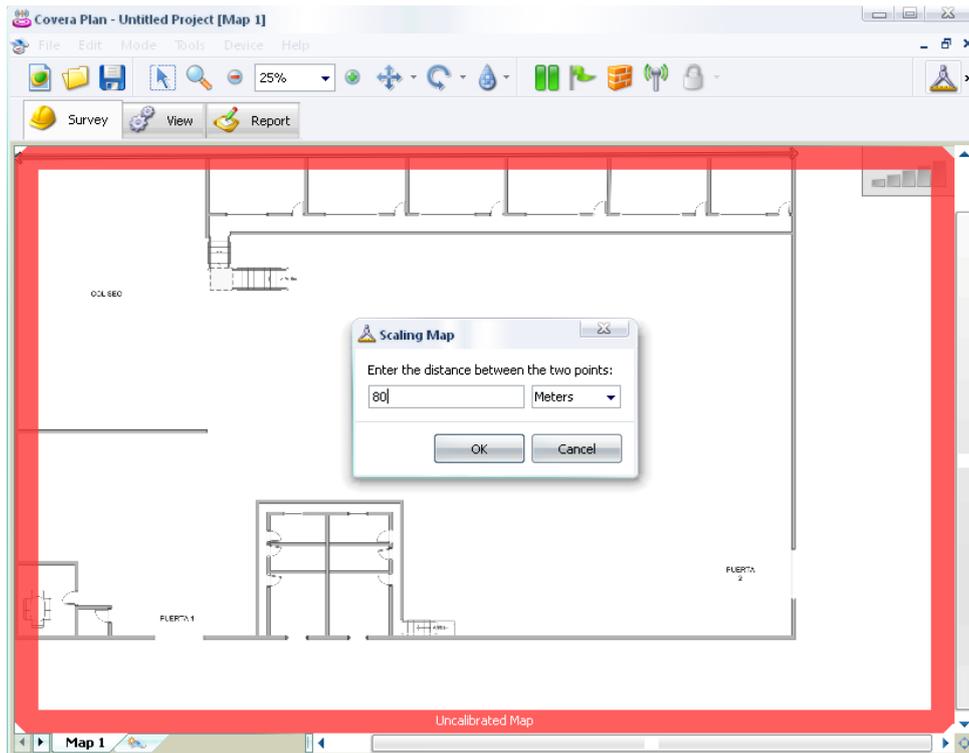


Figura. 3.18 Calibración del mapa

Una vez que se ha realizado todos los pasos se tiene al fin el mapa ya insertado en el programa en el cual se puede comenzar a trabajar. Para que la simulación se aproxime más a la realidad el software Covera Plan tiene una herramienta el cual permite colocar las características de las paredes como se ve en la figura 3.19

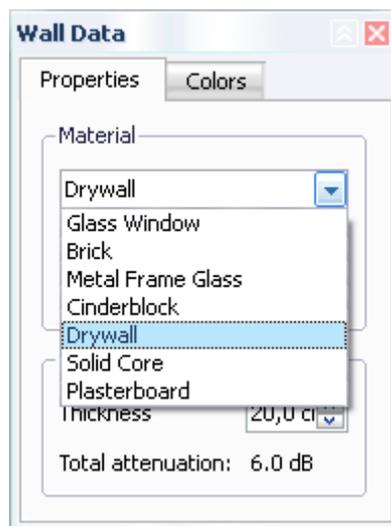


Figura. 3.19 Características de las paredes

Una vez que se ha escogido las características de las paredes automáticamente sale cual la atenuación que tiene con respecto a cada pared como se observa en la figura 3.20

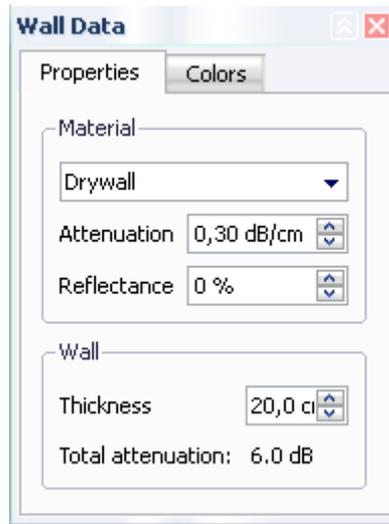


Figura. 3.20 Valor de atenuación

Como existió un análisis previo a la simulación lo que se hace es colocar todos los APs en los tres puntos donde se determino que existía buena cobertura para cubrir toda la institución.

En la figura 3.21 se ve los tres APs que se necesita para que toda la Institución disponga de red inalámbrica para lo cual lo único que se hace es escoger el AP que se encuentra en la barra de herramientas del programa y ubicarlos en los puntos que se determinador en el análisis anterior.

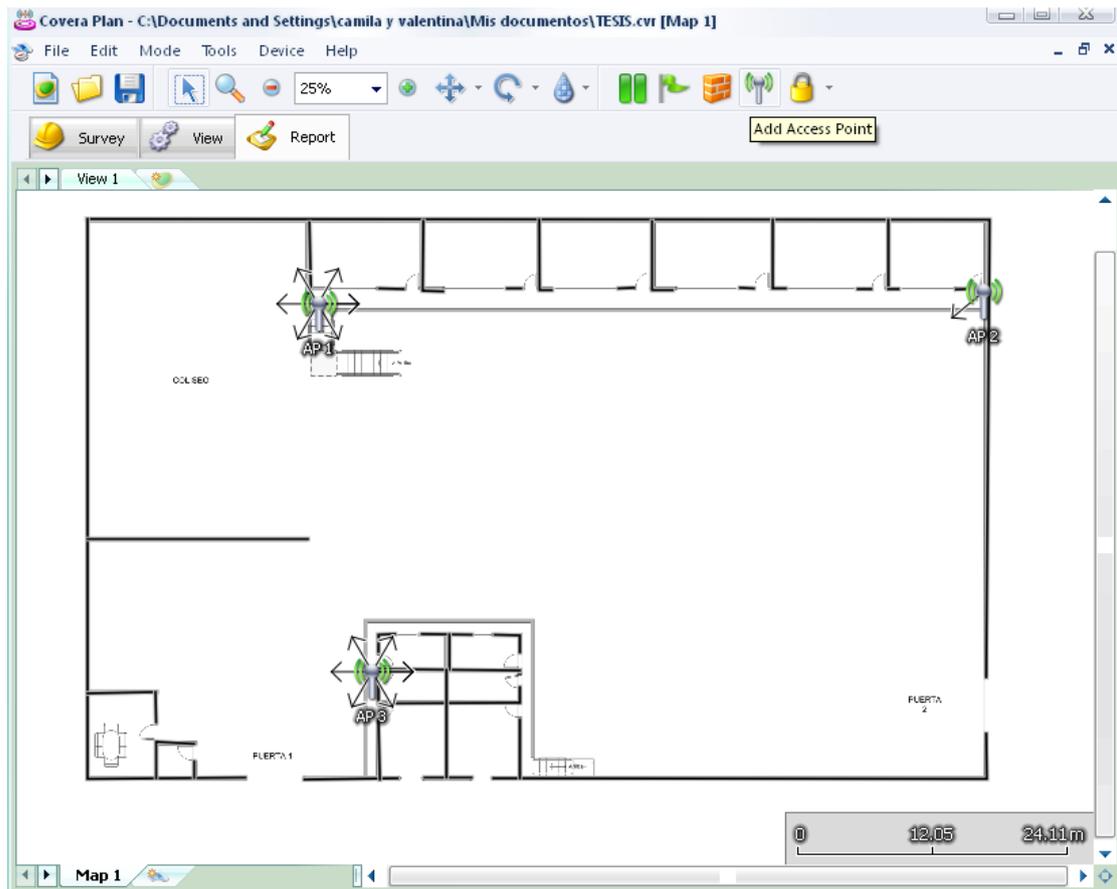


Figura. 3.21 Ubicación de los APs

3.3.2.1 Configuración de los Access Points (APs)

Para la configuración de los Access Point en el simulador del Covera Plan, se tiene que escribir todas las especificaciones en cada uno de los APs como se ve en la figura 3.22.

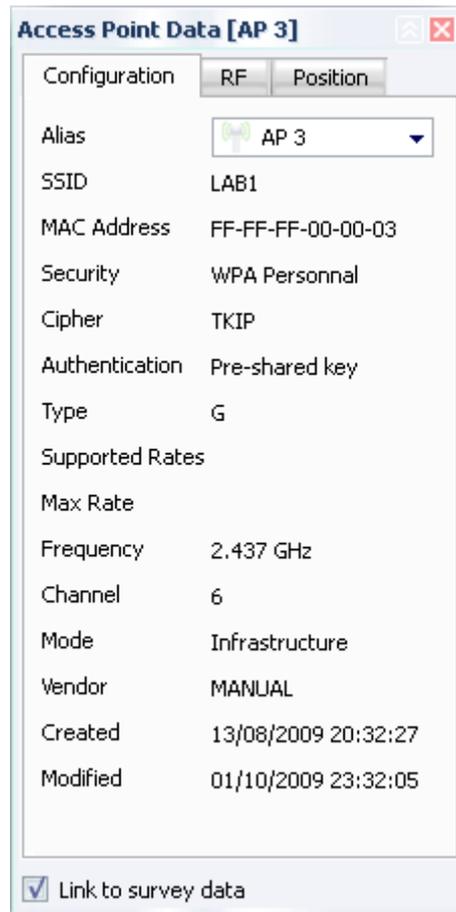


Figura. 3.22 Información general del AP3

Para la configuración del AP se realiza la configuración básica tomando en cuenta los siguientes parámetros: el SSID que es el único nombre de la red compartido e idéntico entre todos los puntos de la red inalámbrica, se especifica el tipo de seguridad y a su vez el canal de operación que en este caso cada AP va a tener un canal diferente.

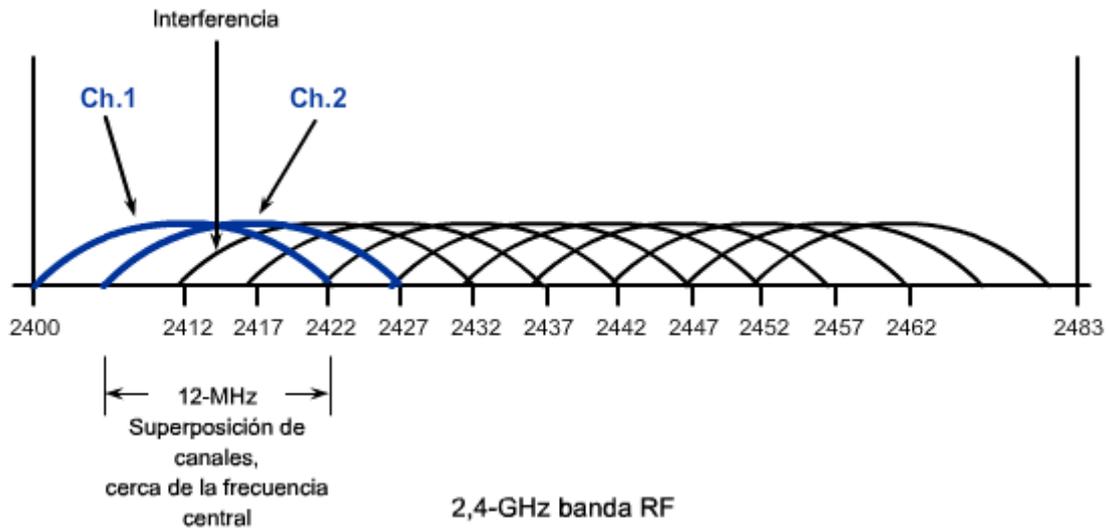


Figura. 3.23 Canal de operación de la banda 2.4 GHz

En la configuración de los APs, los tres equipos van a tener las mismas características siendo la diferencia el canal de operación esto debido a que no la banda de 2,4 GHz se divide en 11 canales como se observa en al figura 3.23, y de acuerdo a esto debe haber una separación de 5 MHz entre frecuencias centrales entre cada APs para que no exista superposición, como se ve en la figura 3.24 cada AP tiene un canal diferente.

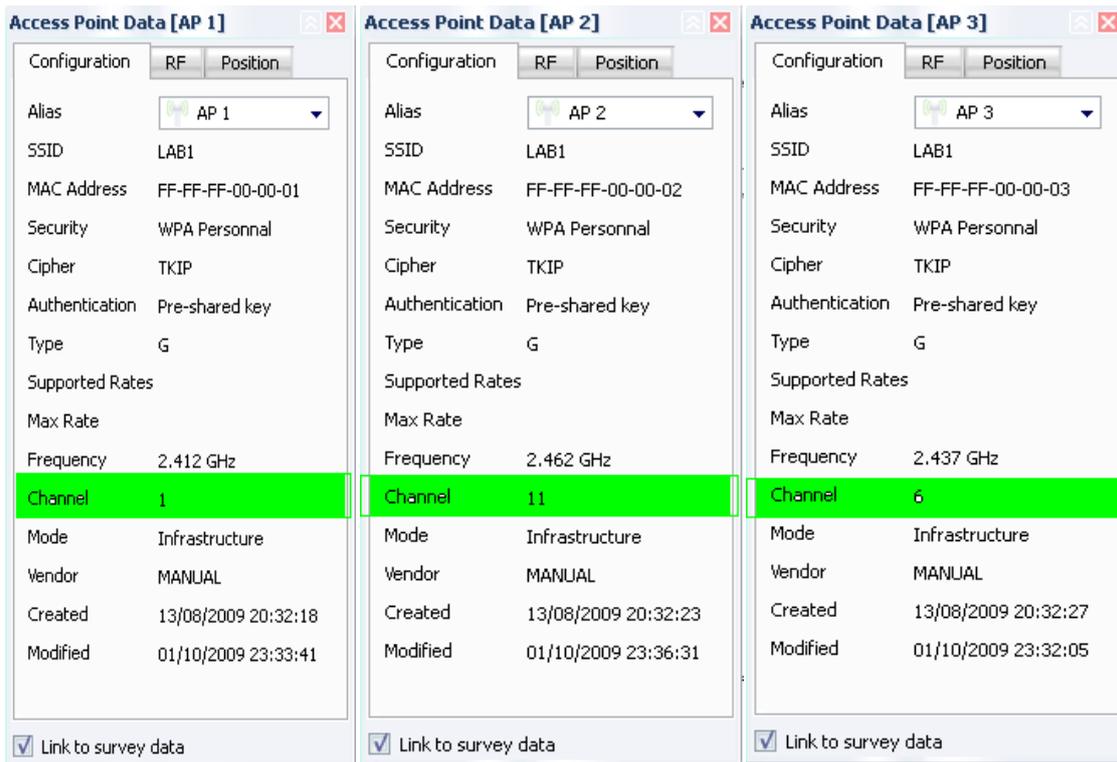


Figura. 3.24 Información de los canales de los tres APs.

La potencia de transmisión de cada AP será igual a 32mW (valor por defecto) aunque en el mercado existen APs de hasta 100mW. El estándar para redes inalámbricas será 802.11 g con posible mejoras cuando se defina el estándar 802.11 n

La seguridad es un parámetro muy importante que se tiene que considerar dentro de una red en este caso el tipo de seguridad que se pedirá para la institución será WPA el cual incluye una conexión a una base de datos del Servicio de autenticación remota de usuario de acceso telefónico (RADIUS).

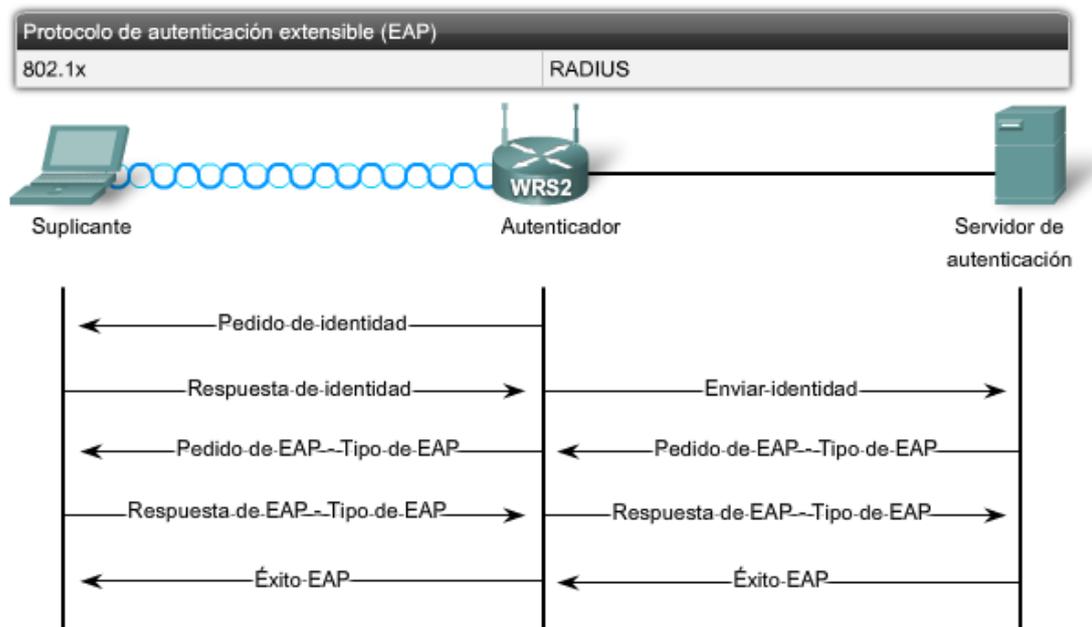


Figura. 3.25 Autenticación de una LAN inalámbrica

El proceso de asociación 802.11g crea un puerto virtual para cada cliente WLAN en el punto de acceso, El punto de acceso bloquea todas las tramas de datos, con excepción del tráfico basado en 802.11g. Las tramas 802.11g llevan los paquetes de autenticación EAP a través del punto de acceso al servidor que mantiene las credenciales de autenticación. Este servidor tiene en ejecución un protocolo RADIUS y es un servidor de Autenticación, autorización y auditoría (AAA).

Si la autenticación EAP es exitosa, el servidor AAA envía un mensaje EAP de éxito al punto de acceso, que permite entonces que el tráfico de datos atravesase el puerto virtual desde el cliente de la WLAN.

Antes de abrir un puerto virtual se establece un enlace de datos encriptados entre el cliente de la WLAN y el punto de acceso establecido para asegurar que ningún otro cliente de la WLAN pueda acceder al puerto que se haya establecido para un cliente autenticado específico.

3.3.2.2 Antenas

La ganancia de las antenas determina la calidad final del enlace, así como el tipo de antena elegida. En este caso para que cubra la red en toda la Institución se requiere de las tres características que van a tener las antenas de los APs.

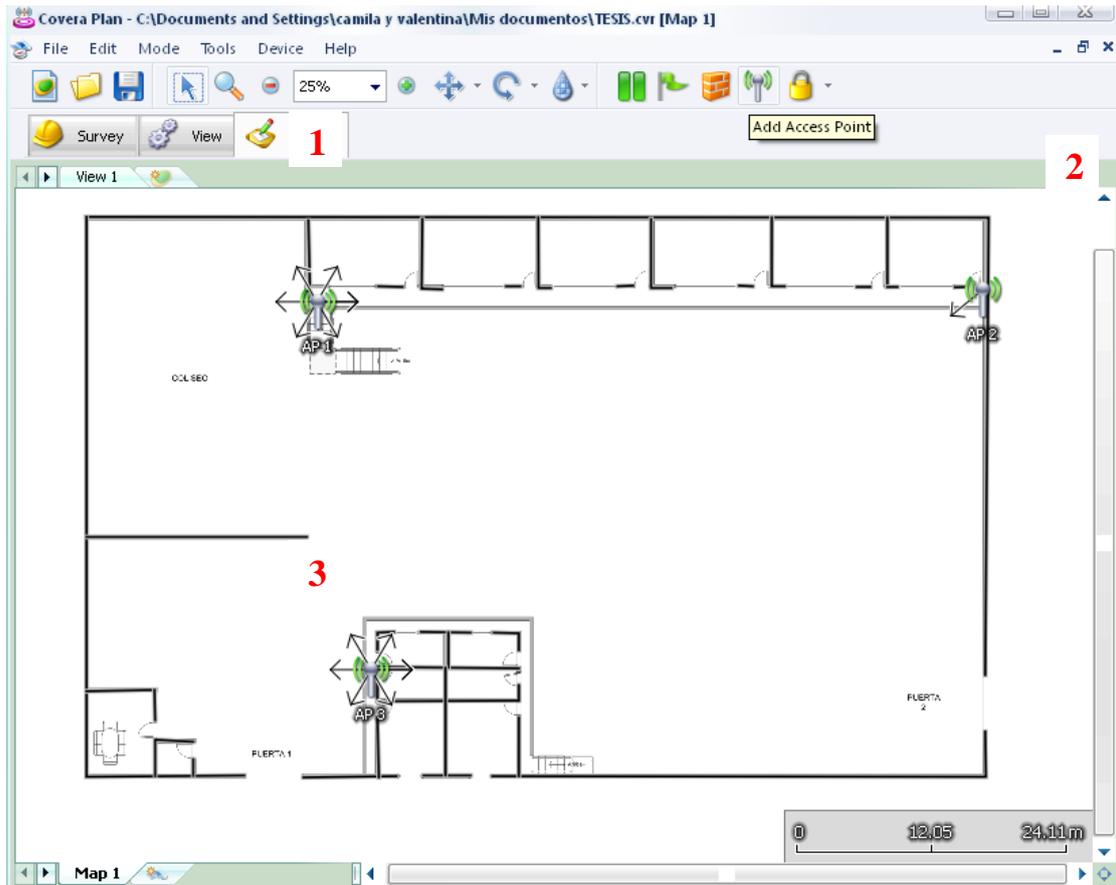


Figura. 3.26 Ubicación de las antenas en los APs

Las antenas que van a tener los AP1 y AP3 serán una antena omnidireccional con una ganancia de 5dBi, como se ve en la figura 3.27



Figura. 3.27 Antena omnidireccional

La antena que esta en el AP2 va a hacer una antena direccional que es de 16 dBi de ganancia, esta antena será un *flat panel* el cual me va a permitir ubicar en la mejor dirección para que abarque mayor área de cobertura en la institución. Como se ve en la figura 3.28



Figura. 3.28 Antena direccional

3.3.3 Simulación.

En la figura 3.29 se ve la simulación del diseño de la red que va a cubrir el área de la Academia Aeronáutica Elia Liut, cabe mencionar que en este caso el diseño es unidimensional, ya que este software solo permite hacer este tipo de simulaciones.

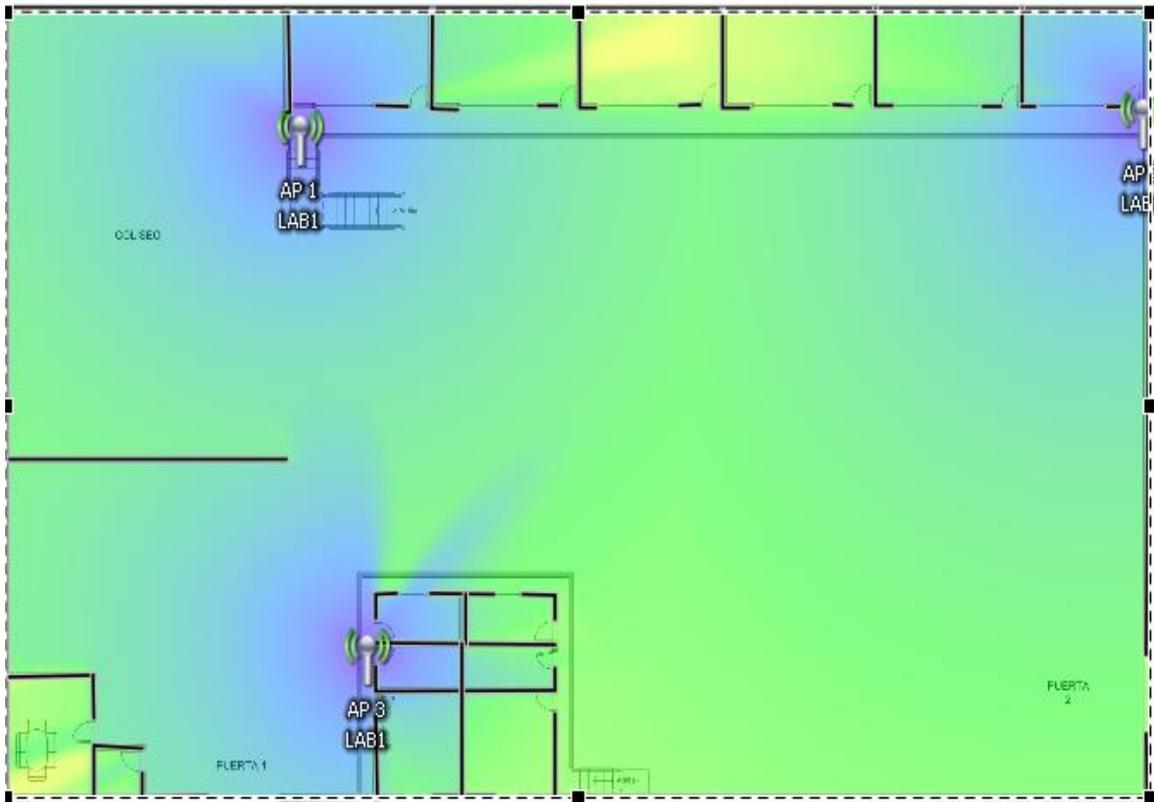


Figura. 3.29 Simulación de la red inalámbrica

Para ver que tan buena es la señal de recepción de la red inalámbrica podemos compararlo con la figura 3.30 donde está la escala de recepción de la señal.



Figura. 3.30 escala de la señal de la red inalámbrica

Dejando ver de esta manera que la simulación de la red prácticamente cubre toda el área de la Institución.

Garantizando que va existir señal sobre toda la institución, sin importar el lugar donde se encuentre el usuario.

Entonces como conclusión podemos decir que para la parte de la red inalámbrica se va a necesitar de tres APs, las cuales deben tener dos antenas direccionales y una antena omnidireccional

3.4 Selección de la tecnología que mejor se adapte, a los requerimientos del servicio a brindar y a la economía de la Academia Elia Liut.

3.4.1 802.11a

En 1999, el IEEE aprobó ambos estándares: el 802.11a y el 802.11b.

El estándar 802.11a utiliza el mismo juego de protocolos de base que el estándar original, opera en la banda de 5 Ghz y utiliza 52 subportadoras *orthogonal frequency-division multiplexing* (OFDM)

con una velocidad máxima de 54 Mbit/s, lo que lo hace un estándar práctico para redes inalámbricas con velocidades reales de aproximadamente 20 Mbit/s.

La velocidad de datos se reduce a 48, 36, 24, 18, 12, 9 o 6 Mbit/s en caso necesario. 802.11a tiene 12 canales no solapados, 8 para red inalámbrica y 4 para conexiones punto a punto. No puede interoperar con equipos del estándar 802.11b, excepto si se dispone de equipos que implementen ambos estándares.

La utilización de esta banda también tiene sus desventajas, dado que restringe el uso de los equipos 802.11a a únicamente puntos en línea de vista, con lo que se hace necesario la instalación de un mayor número de puntos de acceso; Esto significa también que los equipos que trabajan con este estándar no pueden penetrar tan lejos como los del estándar 802.11b dado que sus ondas son más fácilmente absorbidas. [20]

Low Band 5.15 hasta 5.25 frecuencia central 5.20 Potencia de transmisión 50 mW.

Middle Band 5.25 hasta 5.35 frecuencia central 5.30 Potencia de transmisión 250 mW.

High Band 5.725 hasta 5.82 frecuencia central 5.774 Potencia de transmisión 1 W.

Esquema de modulación OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*)

En las banda bajas OFDM separa 8 canales de 20 Mhz y en cada uno de estos canales coloca 52 subportadoras ortogonales entre si de aproximadamente 300 KHz sobre las que se transmitirá información en forma paralela. Sobre cada subportadora la información se codifica a una velocidad baja (*simbol rate*) para evitar la interferencia creada por los multitrayectos.

Tasa de transferencia 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, o 54 Mbps

Método de acceso al medio CSMA/CA

Ventaja principal.- banda de frecuencias aun libre de ruido

Desventaja.- altos costos y necesidad de equipo adicional para el usuario final

3.4.2 802.11b

Es el primero en aparecer, creado en 1999, este también asomo al mismo tiempo que el estándar 802.11a pero debido a sus bajos costos terminaría imponiéndose, Se le dio el nombre comercial de Wi-Fi (*wireless fidelity*) trabaja en la banda de frecuencias 2.4 Ghz *Scientific & Medical* (ISM) band.[21]

Tiene una velocidad máxima de transmisión de 11 Mbit/s y utiliza el método de acceso CSMA/CA. El estándar 802.11b funciona en la banda de 2.4 GHz. Debido al espacio ocupado por la codificación del protocolo CSMA/CA, en la práctica, la velocidad máxima de transmisión con este estándar es de aproximadamente 5.9 Mbit/s sobre TCP y 7.1 Mbit/s sobre UDP.

Aunque también utiliza una técnica de ensanchado de espectro basada en DSSS, en realidad la extensión 802.11b introduce CCK (Complementary Code Keying) para llegar a velocidades de 5,5 y 11 Mbps (tasa física de bit). El estándar también admite el uso de PBCC (Packet Binary Convolutional Coding) como opcional. Los dispositivos 802.11b deben mantener la compatibilidad con el anterior equipamiento DSSS especificado a la norma original IEEE 802.11 con velocidades de bit de 1 y 2 Mbps.

Esquema de modulación DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)

DSSS utiliza 14 canales 2.412 Ghz hasta 2.484 Ghz con un ancho de banda igual a 22 Mhz, 5 Mhz entre canales adyacentes, solo tres de los 14 canales no son sobrepuestos (1-6-11) Los datos son enviados sobre uno de estos canales sin interferir con los canales adyacentes. El número de canales puede variar de acuerdo a condiciones regulatorias de

cada país, en Estados Unidos se asignan 11 canales mientras que en Europa se utiliza 13 y Japón 14

Tasa de transferencia 11Mbps, 5Mbps, 2Mbps, 1Mbps

Método de acceso al medio CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance)

Desventajas.- baja velocidad de transferencia de datos, frecuencia saturada.

3.4.3 802.11 g

Aprobado en Junio de 2003 es el sucesor del estándar *802.11b* por lo tanto posee las mismas características que este, así se asegura la compatibilidad hacia atrás, gracias a las mejoras integradas lo hacen uno de los más versátiles estándares ya que alcanza las velocidades de transmisión de datos del *802.11a* y la interoperabilidad de *802.11b*

802.11b, utiliza la banda de 2.4 GHz (al igual que el estándar *802.11b*) pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbit/s, que en promedio es de 22.0 Mbit/s de velocidad real de transferencia, similar a la del estándar *802.11a*. Este estándar fue ratificado en julio del 2003, es compatible con el estándar *b* y utiliza las mismas frecuencias. Buena parte del proceso de diseño del estándar lo tomó el hacer compatibles los dos estándares. Sin embargo, en redes bajo el estándar *g* la presencia de nodos bajo el estándar *b* reduce significativamente la velocidad de transmisión.

Actualmente se venden equipos con esta especificación, con potencias de hasta medio vatio, que permite hacer comunicaciones de hasta 50 km con antenas parabólicas apropiadas. [22]

Banda de frecuencias 2.4 GHz ISM (*Scientific & Medical*) distribuidos en 11 canales, 2412 Ghz a 2462 Ghz, el ancho de banda de cada canal es 22 Mhz, existe una sobre posición de 12 Mhz entre canales adyacentes

Esquema de modulación OFDM pero debido a compatibilidad con el estándar 802.11b también se incorpora DSSS

Tasa de transferencia 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps

Ventajas.- elevada tasa de transferencia de datos, equipos altamente compatibles entre distintas marcas, costos bajos.

Desventajas.- frecuencias 2.4 Ghz saturadas.

3.4.4 Draft 802.11 n

La necesidad de incrementar la velocidad de las redes inalámbricas nos lleva al estudio de un nuevo estándar a futuro, es así como la IEEE forma el grupo TGn (*Task Group n*) encargado de realizar la cuarta revisión del estándar original 802.11 con la finalidad de satisfacer la gran demanda de mayores velocidades en redes inalámbricas de área local.

En enero de 2004, el IEEE anunció la formación de un grupo de trabajo 802.11 (Tgn) para desarrollar una nueva revisión del estándar 802.11. La velocidad real de transmisión podría llegar a los 600 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 sea mayor con este nuevo estándar gracias a la tecnología MIMO Multiple Input – Multiple Output, que permite utilizar varios canales a la vez para enviar y recibir datos gracias a la incorporación de varias antenas. A principios de 2007 se aprobó el segundo borrador del estándar. Anteriormente ya había dispositivos adelantados al protocolo y que ofrecían de forma no

oficial éste estándar (con la promesa de actualizaciones para cumplir el estándar cuando el definitivo estuviera implantado). [23]

A diferencia de las otras versiones de Wi-Fi, 802.11n puede trabajar en dos bandas de frecuencias: 2,4 GHz (la que emplean 802.11b y 802.11g) y 5 GHz (la que usa 802.11a). Gracias a ello, 802.11n es compatible con dispositivos basados en todas las ediciones anteriores de Wi-Fi. Además, es útil que trabaje en la banda de 5 GHz, ya que está menos congestionada y en 802.11n permite alcanzar un mayor rendimiento.

En febrero del 2006 se aprobó el primer borrador del estándar y en marzo del 2007, después de un intenso debate y controversia entre todos los miembros que forman parte del IEEE, se aprobó la versión borrador 2.0, la cual también se conoce como *draft n*

En la actualidad nos encontramos en el noveno borrador, aunque *Wi-Fi Alliance*, que es un grupo de fabricantes de equipos wireles, comenzó a certificar en Junio de 2007 equipos con el borrador 2.0



Figura 3 31. Certificación WIFI

Para alcanzar un mejor desempeño respecto a las versiones anteriores del estándar 802.11 se enfocaron los esfuerzos en lograr:

Mejor OFDM.- se eleva la tasa de código sobre canales con un subportadoras de un ancho de banda ligeramente mayor, lo que mejora la máxima velocidad de datos a 65 Mbps con respecto a los 54 Mbps de su predecesor.

MIMO.- es una de las características mas importantes de las especificaciones del borrado, mediante el empleo de varias antenas ofrece la posibilidad de resolver información coherente desde varias rutas de señales mediante antenas receptoras separadas espacialmente, la señales multi-ruta son producto de ondas reflejadas que llegan al receptor un instante después de que la señal original ha llegado al receptor.

Por el momento existen ciertos modos que son opcionales en el borrador, si se adoptan estos modos, se pierde la compatibilidad hacia atrás, sin embargo la posibilidad de adoptar combinaciones entre estos modos permitiría obtener tasas de transferencia de hasta 600 Mbps

Ventajas.- mayor cobertura y velocidad de transmisión de datos.

Desventajas.- aun es un borrador, no se encuentra completamente definido, muy pocas portátiles vienen equipadas con tarjetas de red compatibles

Tabla 3.4 Comparación entre los estándares Wi-Fi

Estandar	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
Año	1999	1999	2003	Draft1 2004 Draft2 2007
Banda de Frecuencia	5.170GHz- 5.805GHz	2.412GHz- 2.484GHz	2.412GHz- 2.484GHz	2.4 GHz 5 GHz
Alcance	50m	100m	100m	250m
Velocidad	54Mbps	11Mbps	54Mbps	540Mbps
Modulación	OFDM (BPSK/QPSK/16 -QAM/64-QAM)	DBPSK, DQPSK, CCK y OFDM (BPSK/QPSK/16 -QAM/64-QAM)	DBPSK, DQPSK, CCK y OFDM (BPSK/QPSK/16 -QAM/64-QAM)	DBPSK, DQPSK, CCK y OFDM (BPSK/QPSK/16 -QAM/64-QAM)

Conclusiones: De todas las posibilidades, la mejor es *802.11g* debido a la gran disponibilidad de equipos que encontramos en el mercado, los bajos precios y el

desempeño que ofrece. Sin embargo en nuestra búsqueda se valorará equipos que puedan facilitar su ampliación o actualización hacia el estándar *802.11n* y capacidad (PoE) *Power Over Ethernet*.

3.5 Evaluación de equipos por marca y tecnología.

En la actualidad existe una extensa variedad de equipos Wi-Fi en el mercado. Existen diferentes marcas, colores, modelos, capacidades y precios, también existen diferentes proveedores, modelos para interiores y exteriores para cada uno de los estándares certificados. Entre las marcas principales a nivel mundial de equipos *Access Point* y tarjetas de red inalámbrica, tenemos:

3.5.1 Dlink DWL-2200AP

Es una de las industrias pioneras en tecnología WLAN “D-Link crea un producto donde la información es accesible para todos, ofreciendo un gran portafolio de productos con los cuales es posible implementar soluciones de *Networking* diseñadas para atender los requerimientos de cada uno de los segmentos del mercado. Corporativo SMB (*Small mediumm business*) y para el hogar” [24]



Figura 3.32. DWL-2100AP

En la actualidad D-Link cuenta con una gran variedad de productos divididos en los siguientes grupos: *Switch Wireless, Security IP Cam, Networking Adapter, Internet Servers, Print Servers, Bluetooth, Audio y Video, USB, Modem's, Cables y Antenas.*

Air Premier Wireless PoE 108G Access Point

Estándares IEEE 802.11b/g WLAN

IEEE 802.3/802.3u Ethernet

IEEE 802.3x *Flow Control*

IEEE 802.3af *Power over Ethernet*

Radio y tipo de Modulación

Para 802.11b:

DSSS:

DBPSK @ 1Mbps

DQPSK @ 2Mbps

CCK @ 5.5 and 11Mbps

Para 802.11g:

OFDM:

BPSK @ 6 and 9Mbps

QPSK @ 12 and 18Mbps

16QAM @ 24 and 36Mbps

64QAM @ 48 and 54Mbps

DSSS:

DBPSK @ 1Mbps

DQPSK @ 2Mbps

CCK @ 5.5 and 11Mbps

Frecuencia de Operación: 2400 a 2483.5 MHz

Canales: 11 Canales (FCC) 13 Canales (ETSI)

Velocidad: 802.11g: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6Mbps

802.11b: 11, 5.5, 2, y 1Mbps

Poder de Transmisión de Salida

Para 802.11b:

11Mbps, 5.5Mbps, 2Mbps, 1Mbps: 18dBm

Para 802.11g:

54Mbps, 108Mbps: 14 hasta 15dBm

48Mbps: 14 hasta 16dBm

36Mbps, 24Mbps, 18Mbps, 12Mbps, 9Mbps, 6Mbps: 16 hasta 18dBm

Antena: 5 dBi de ganancia desmontable SMA tipo dipolo

Rango de Operación Wireless: Indoors: Up to 100 m (328 Pies)

Outdoors: Up to 400 m (1,312 Pies)

Seguridad: Encriptación de datos WEP

64/128/152-bit

WPA-PSK, WPA2-PSK

WPA-EAP, WPA2-EAP

TKIP, AES *support*

Acceso de usuarios por filtro de MAC *address*

Función de deshabilitar el *SSID broadcast*

Modos de Operación:

Access Point

WDS con AP

WDS

Administración:

Web Browser:

HTTP

HTTP Seguro (HTTPS)

SNMP v3 support:

Modulo para D-View

MIB Privada

Command Line Interface:

Telnet

Secure (SSH) Telnet

LEDs de diagnostico: Power LED + LAN (10/100Mbps) + WLAN

Alimentación eléctrica: 48VDC +/- 10% 0.4A para PoE

Consumo: 7 watts (max.) sin PoE

8.5 watts (max.) con PoE

Dimensiones: 142 (L) x 109 (W) x 31 (H) mm

Temperatura de Operación: 0°C hasta 40°C (32°F hasta 104° F)

Humedad de Operación 95% máximo (no-condensada)

3.5.2 Linksys

Fundada en el año de 1988. “**Linksys** es una división de Cisco *Systems* que vende productos para redes domésticas y de pequeños negocios. Fue comprada por Cisco *Systems* en el año 2003, es adoptador temprano del estándar inalámbrico 802.11g y líder en el mercado de Estados Unidos. A pesar de que se la conoce mejor por sus routers de banda ancha y equipos inalámbricos, *Linksys* también fabrica equipos de *switching ethernet* y de VoIP”[25].



Figura 3.33 Linksys WAP54G

Punto de Acceso Wireless-G (WAP54G)

Estándares: IEEE 802.11b/g WLAN

IEEE 802.3/802.3u Ethernet

Puertos: 10/100 Auto-Cross Over (MDI/MDI-X)

Antena: 2x2 dBi de ganancia tipo dipolo

Frecuencia de Operación: 2400 a 2483.5 MHz

Canales: 11 Canales (FCC)

Botones: Reset, SES (Secure easy setup)

Leds: Power, Activity link, Secure easy setup

Administración:

Web Browser

SNMP v1/v2 support

Potencia de transmisión: 802.11g: Typ. 13.5 ± 2 dBm @ *Normal Temp Range*

802.11b: Typ. 16.5 ± 2 dBm @ *Normal Temp Range*

Security Features: WPA, *Linksys Wireless Guard*

WEP Encryption, MAC Filtering

SSID Broadcast enable/disable

WEP: Key Bits 64/128-bit

Power: External, 12V DC

Temperatura de operación: 32 to 150°F (0 to 40°C)

Operating Humidity: 10 to 85% *Noncondensing*

3.5.3 TrendNet

“Trendnet es una laureada marca global, dedicada a la oferta de una línea completa de soluciones de red de alta calidad asequibles tanto para los pequeños y medianos negocios como para usuarios domésticos. Fundada en 1990, trendnet tiene su sede empresarial en Torrance, California y cuenta con sucursales en Europa, América Central, Suramérica y Asia. Los productos de trendnet se venden en más de 125 países. La marca trendnet es reconocida constantemente por su rendimiento excepcional y de alta calidad y por la incomparable asistencia técnica que la respalda” [26]



Figura 3.34. TEW-450APB

Punto de acceso PoE inalámbrico TEW-434APB (Version A1.0R)

Estándares: IEEE 802.11b/g

IEEE 802.3u (*Fast Ethernet*)

IEEE 802.3af PoE

Conector de medios: 10/200Mbps, *Half/Full-Dúplex*

Indicadores LED: WLAN, LAN

Administración: *Web Browser*

Potencia: Adaptador de alimentación externo 1A y 7.5V DC

48V DC desde fuente PoE a través de Puerto Ethernet

Dimensiones: 150 x 110 x 30 mm (sin antena)

Peso 226g. (8 oz.)

Temperatura Operación: 0° ~ 40°C (32° ~104°F)

Rango de frecuencia: 2.412 ~ 2.484 GHz

Modulación: 802.11b: DSSS

802.11g: DBPSK/DQPSK/CCK/OFDM

Protocolo: CSMA/CA con ACK

Velocidad de datos (auto repliegue):

802.11b: 11, 5.5, 2 y 1 Mbps

802.11g: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6 Mbps

Modos operativos:

Modos AP

Cliente AP

WDS

AP +WDS o modos repetidor

Canal Canales: 1 ~ 11 (EE.UU.), 1~13 (UE)

Seguridad: 64/128-Bits WEP (Hex/ASCII)

WPA/WPA2 (802.1x)

WPA-PSK/WPA2-PSK

Filtro de dirección MAC

Control de transmisión SSID

Antena: Antenas de diversidad desmontables 1 x 2dBi con conector hembra SMA
inverso

Potencia de transmisión: 802.11b: 18dBm (normalmente)

802.11g: 15dBm (normalmente)

3.5.4 Conclusiones

El equipo que cumple en su mayoría con las características ideales es el *Dlink DWL-2200AP*, aunque no es un equipo para uso exterior se utilizara cajas de protección, en resumen.

- 802.11 b/g
- 802.3 af PoE
- Antena 5 dBi de ganancia
- Potencia de transmisión 18dBm (63mW)
- Adicionalmente para evitar instalaciones eléctricas adicionales para la alimentación de los puntos de acceso utilizaremos alimentadores PoE para utilizar como línea de alimentación al cable de datos UTP.

3.5.5 Inyector Power over Ethernet TPE-101I (V2.0R)



Figura 3.35 *Power Over Ethernet*

Estándares:

IEEE 802.3 10Base-T, IEEE802.3u 100Base-TX,

IEEE 802.3af *Power over Ethernet*

Medios de Red:

10Mbps: Cat. UTP/STP 3, 4, 5; hasta 100 metros

100Mbps: Cat. UTP/STP 5; hasta 100 metros

Puertos:

1 puerto DATA-IN Port (sólo para datos)

1 puerto PoE-OUT (Datos + alimentación)

Línea de datos:

Corte 1: Pin 1, 2

Corte 2: Pin 3, 6

Entrada: Alimentación eléctrica: CA 100~240V, 50~60Hz, 0.3A

Salida: Clase 0, 48V DC @ 15, vatios ; Clase 1, 48V DC @ 4 vatios; Clase 2, 48V DC @ 7 vatios ; Clase 3, 48V DC @ 15,4 vatios

LEDs de diagnóstico Encendido: Verde

Temperatura Funcionamiento: 0°C~45°C (32°F~ °F)

3.6 Diseño del cableado estructurado.

Para la institución es de gran importancia hacer una renovación completa de las instalaciones de los laboratorios es por lo cual se realiza el diseño para la parte física, pues anteriormente se realizo el diseño para la parte inalámbrica.

En la parte inicial de este capitulo se dio a conocer cuales son las necesidades que tiene la institución y en ella se menciona todo lo que se necesitaba realizar, en la que consta

conectar en red dos laboratorios de 25 equipos y el bloque administrativo donde existe doce equipos.

Este diseño nos ayudara a que se realice una conexión adecuada de la red distribuyendo de manera correcta los equipos dentro del laboratorio, y así permita brindar un servicio adecuado a los estudiantes de la institución, quienes son los que se beneficiaran de este servicio, también este diseño nos permitirá realizar un calculo de todo el material que se necesitara para hacer la instalación de la misma, pues se desea saber cual es el costo de la inversión para renovar a estos laboratorios.

Entonces al realizar el diseño se hizo un bosquejo de cómo quedaría distribuida la red dentro de la institución como se ve en la figura 3.36

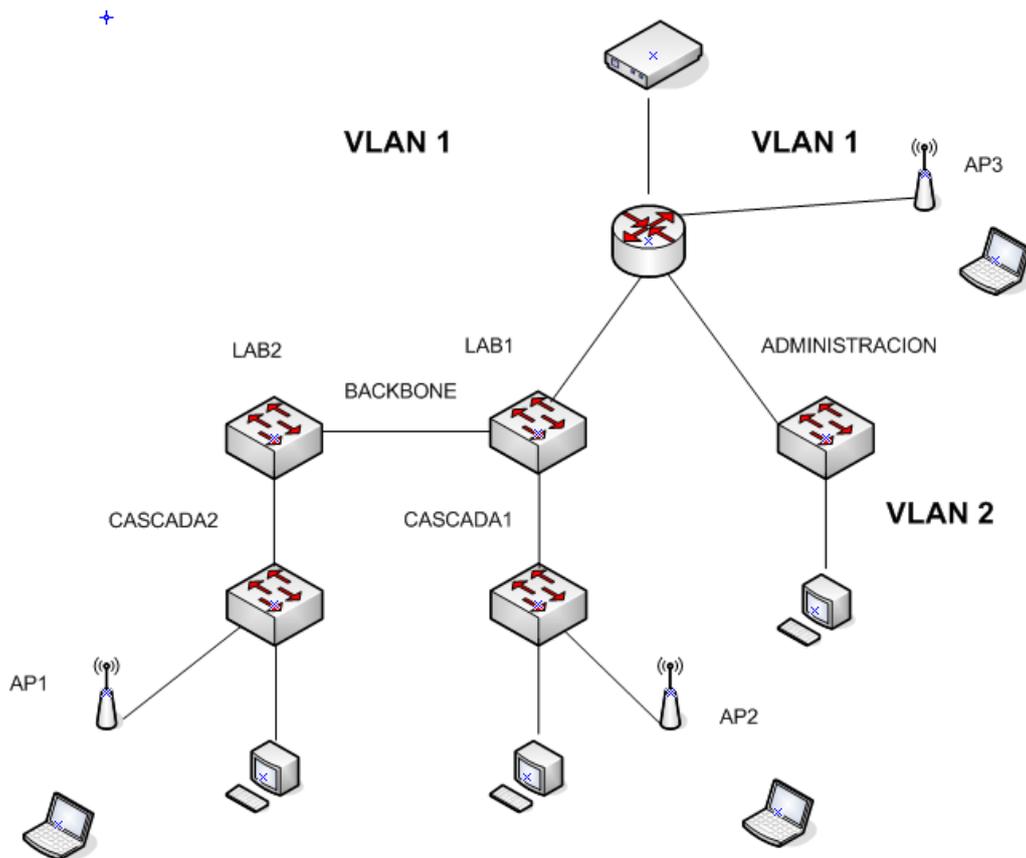


Figura. 3.36 Diseño Global de la red de la ACAEL

En el bosquejo que tiene la red para la institución consta de dos VLAN (Red de Área Local Virtual), las cuales se las han llamado VLAN 1 y VLAN 2, lo que van a realizar estas VLAN es que en cada red va a dar un servicio diferente en este caso como se ve en la figura 3.36, la VLAN1 es la red que se va a instalar en los laboratorios de computación, y en la red inalámbrica, debido a que esta red permitirá compartir información con todos los equipos que se encuentran en los dos laboratorios, también tendrán el acceso al internet pero limitando paginas las cuales distraerían la atención del estudiante. Pues ellos tienen que aprovechar el tiempo al máximo realizando actividades de aprendizaje.

En el caso de la VLAN2 esta red va a hacer diferente a la VLAN1 pues la información que se pasara aquí no puede ser vista por los demás, así de esta manera se resguarda al información que tienen estos equipos. También en este bosquejo constan los APs los cuales se determino la ubicación en el análisis de la red inalámbrica, estos APs constan en el bosquejo ya que estas forman parte de las VLANs que va a tener la institución.

En conclusión las VLANs nos servirán para realizar redes virtuales diferentes donde los estudiantes tendrán su propia red y de la misma manera el personal docente.

El bosquejo de la figura 3.36 nos sirve para poder realizar el diseño del cableado estructurado, considerando todos los equipos que se necesitan instalar. Es por ello para poder realizar el calculo de los equipos que se necesitaran para la instalación de la misma, basta con hacer el análisis de un solo laboratorio debido a que se conoce que cada laboratorio consta de 25 equipos, y tienen la misma dimensión las aulas, es por ello que se realiza el diseño de un solo laboratorio, pues los dos tienen la misma estructura considerando en el calculo que son para dos

En la figura 3.37 esta la ubicación de los equipos que van a ir en el laboratorio. Cabe mencionar que el diseño del laboratorio esta hecho a escala, el cual nos permitirá realizar el análisis del material que se va a necesitar para la instalación de la red en el laboratorio.

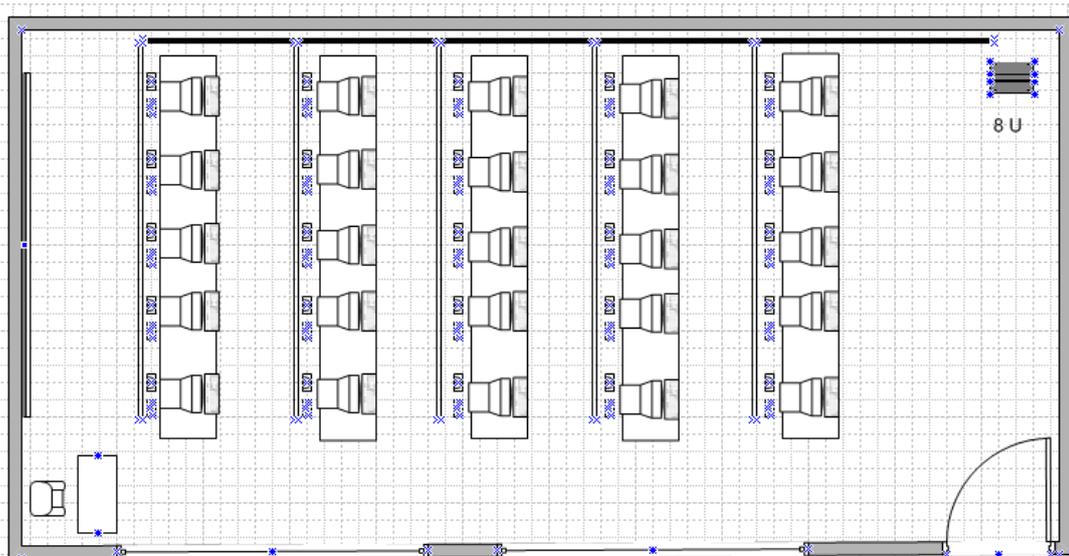


Figura 3.37 Diseño de la red para los laboratorios de computación

Como el diseño esta hecho a escala, se puede determinar cuales son los valores exactos de la cantidad de cable que se va a necesitar, y como se conoce la cantidad de equipos que tiene el laboratorio también se puede determinar cuales son los equipos que se van a necesitar para el levantamiento de la red. Es por ello que toda analizar los equipos que existen en el mercado, pues dependiendo la demanda se hace la adquisición de los equipos.

Como conclusión los materiales que se van a necesitar son:

- Un *router*
- Dos *switch* de 24 puertos
- Tres *switch* de 16 puertos.
- Tres adaptadores de energía
- 7 soportes de pared
- 120 *patch cord* de 3 pies
- 45 *patch cord* de 7 pies
- 5 *patch panel* de 24 puertos
- 65 RJ 45 65

Todos los materiales que se mencionaron anteriormente nos servirán para la instalación de los dos laboratorios de computación y para el bloque administrativo de la institución.

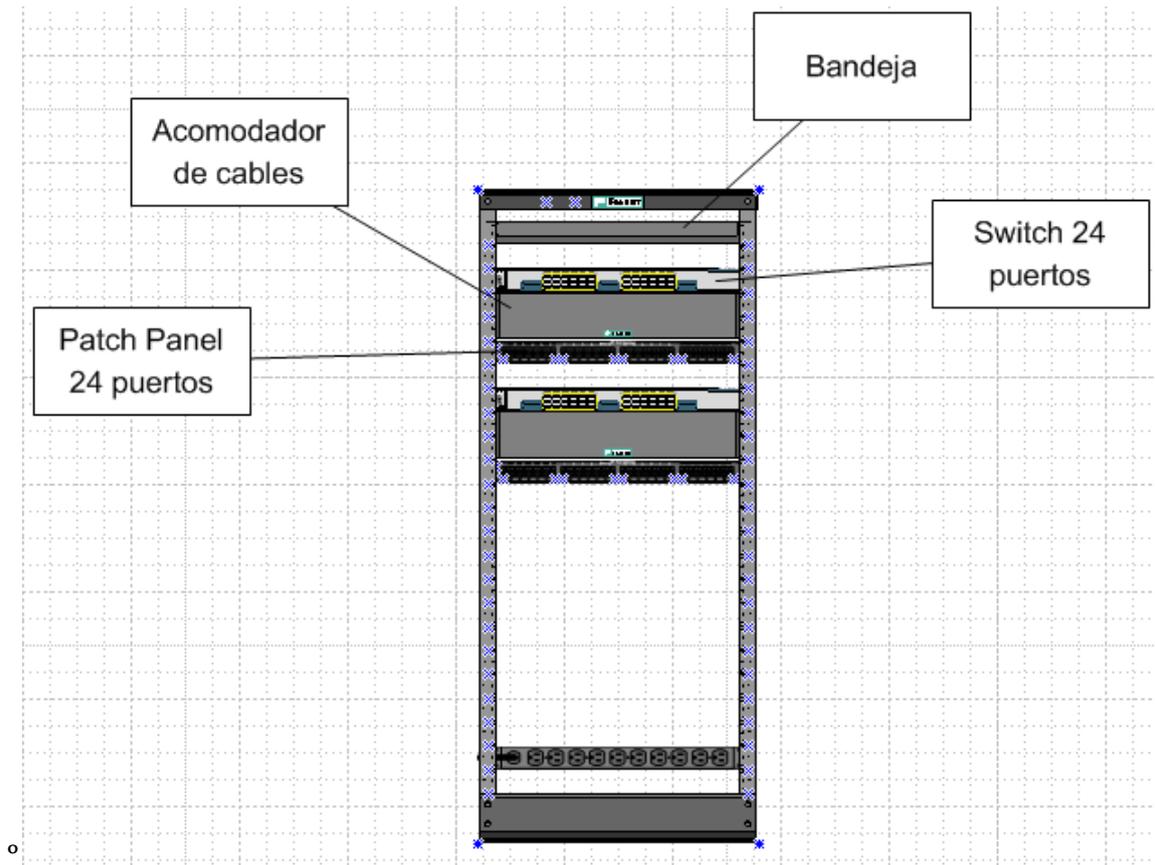


Figura 3.38 Equipos que van en la unidad rack

3.6.1 Equipos para la instalación de la red física del laboratorio.

3.6.1.1 Rack abierto de piso



Figura 3.39 Rack abierto al piso

Identificación de los espaciamientos de Rack para mayor facilidad de instalación.

Rack UL soporta 1,000 lbs.

Altura 1.6 m, 36 unidades de rack.

24 #12-24 tornillos de montaje incluidos

Puede ser utilizado con todos los accesorios PANDUIT *cable management y patch panel* y cualquier marca que cumpla el standard 19"

3.6.1.2 Panduit PatchLink Horizontal Cable Managers



Figura 3.40 Panduit PatchLink

Part Number WMPF1E

Color Black

Depth (mm) 93.7

Height (mm) 88.9

Width (mm) 482.6

Cable Capacity - Cat 6 (.250) 36 Front Only

Component Panel

Duct Depth 3

Duct Width (In.) 3

No. of Rack Spaces 2

Rack System Width (In.) 19

3.6.1.3 Panduit Patch Panel



Figura 3.41. Panduit patch panel

Part Number DP24688TGY

Part Description 24-port, Category 6, patch panel with 24 RJ45, 8-position, 8-wire ports.

Product Type Punchdown Patch Panel

No. of Rack Spaces 1

Patch Panel Style Flat

Performance Level category 6

3.6.1.4 Rack Mount Shelves (bandeja)



Figura 3.42 Bandeja

Part Number SRM19X18A1

Part Description 19" adjustable mount shelf, steel, mounts to front and back of racks.

Dimensions: 44mm H x 483mm W x 457mm D

Load rating 250 lbs.

Product Type Shelves

No. of Rack Spaces 1

3.6.1.5 Modular Jacks y patch cords

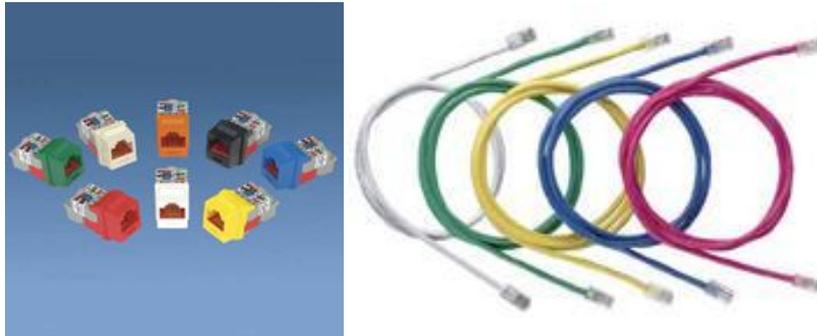


Figura 3.43. *Modular jacks y patch cords*

- Cat5e
- TIA/EIA 568A/B
- Longitud 3 y 7 pies.

3.6.1.6 Canaletas plásticas para cables

Unidad en Tramos de 2 mts, dimensiones en milímetros, mencionándose como primera medida, la medida externa de la base y luego la medida externa de la altura. Ej. canaleta de 40X25, corresponde a 40mm de base y 25mmde altura. En general se usan para conducir cables en paneles de control, facilitando su distribución, organización y conexionado de los equipos ubicados en los tableros. Para conducción de cables UTP/SYP/FTP/5E/ Fibra óptica y cables de energía, en redes de datos voz y también para la conducción de alarmas e instalaciones domiciliarias (TV por cable, gas, etc.)

Tabla 3.5. Capacidad de cables por canaletas

Dimensiones Base x Alto (mm)	Cantidad Maxima de Cables				
	UTP 5,5 mm	RG58 4.8mm	RG59 6.3 mm	Fibra Optica 2.8 mm	Fibra Optica 8.3 mm
13 x 7	1	1	1	1	-
20 x 12	3	4	2	7	1
32 x 12	5	6	3	11	2
32 x 12	4	5	3	10	2
60 x 16	12	13	8	28	4
60 x 16	10	11	8	26	4
20 x 20	6	7	4	12	2
75 x 20	19	20	13	40	6
25 x 25	8	9	5	18	3
40 x 25	13	14	8	29	4
40 x 25	12	13	8	27	4
40 x 40	20	21	13	46	7
60 x 40	30	31	20	70	10
60 x 40	28	29	20	68	10
100 x 45	50	51	32	116	17

La idea es utilizar canaleta de piso con división, por una parte viajan los cables de la red de datos y por la otra la red eléctrica de los computadores.



Figura 3.44. Canaletas

Todo lo que se ha mencionado anteriormente forma parte del equipo pasivo que se va a necesitar para hacer el cálculo de los materiales que se va a necesitar.

En la figura 3.45 esta los equipos que son parte del hardware activo que se van a necesitar para la conexión de la red.

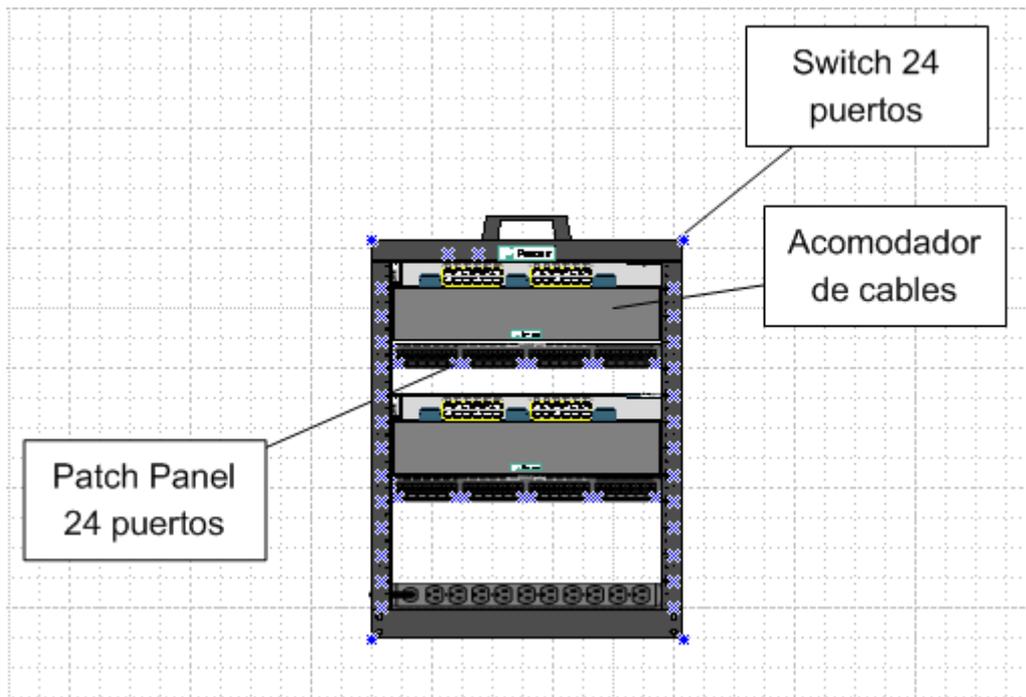


Figura 3.45 Equipos para la red

3.6.1.7 DES-1026G *Switch* no administrable



Figura 3.46 *Switch*

24-Port 10/100Mbps SMB Switch with 2 port Combo Gigabit

Puertas: 24 Puertas RJ-45 100Base-TX y 2 Puertas RJ-45 1000BASE-T

Estándares:

- IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet (twisted-pair copper)
- IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet (twisted-pair copper)

- IEEE 802.3ab 1000BASE-T Gigabit Ethernet (twisted-pair copper)

Tasa de Transferencia de Datos:

- Ethernet: 10Mbps (half-duplex), 20Mbps (full-duplex)
- Fast Ethernet: 100Mbps (half-duplex), 200Mbps (full-duplex)
- Gigabit Ethernet: 2000Mbps (full duplex)

Cables de Red:

- 10BASE-T: UTP Cat. 3, 4, 5 (100 m max.), EIA/TIA-586 100-ohm STP (100 m max.)
- 100BASE-TX, 1000BASE-T: UTP Cat. 5, Cat. 5e (100 m max.), EIA/TIA-568 100-ohm STP (100 m max.)

Método de Acceso: CSMA/CD

Media Interface Exchange Auto MDI/MDI-X for each port

Método de Transmisión: *Store-and-Forward*

Topología: Estrella

Direcciones MAC: 8 K por *switch*

Packet Forwarding Rates:

- 10BASE-T: 14,880 pps por Puerta (half-duplex)
- 100BASE-TX: 148,810 pps por Puerta (half-duplex)
- 1000BASE-T: 1,488,100 pps por Puerta (half-duplex)

Leds Indicadores:

Por Puerta: Link/Actividad, velocidad 10/100Mbps (10/100Mbps ports), velocidad 1000Mbps (10/100/1000Mbps)

Fuente de Poder: Interna, Universal 100 –240 VAC, 50/60 Hz, 0.3 A

Consumo: 30 Watts Max.

Tamaño: Montable en Rack

Dimensiones: 440 x 200 x 44 mm

Peso: 2,8 Kg.

3.6.1.8 DES-1016D Switch no administrable

Puertos: 16 puertas RJ-45 10/100Mbps

Estándares:

- IEEE 802.3 10BASE-T *Ethernet (twisted-pair copper)*
- IEEE 802.3u 100BASE-TX *Fast Ethernet (twisted-pair copper)*
- IEEE 802.3ab 1000BASE-T *Gigabit Ethernet (twisted-pair copper)*

Tasa Transferencia de Datos:

- Ethernet: 10Mbps (*half-duplex*), 20Mbps (*full-duplex*)
- Fast Ethernet: 100Mbps (*half-duplex*), 200Mbps (*full-duplex*)

Cables de Red:

- 10BASE-T: UTP Cat. 3, 4, 5 (100 m max.), EIA/TIA-586 100-ohm STP (100 m max.)
- 100BASE-TX, 1000BASE-T: UTP Cat. 5, Cat. 5e (100 m max.), EIA/TIA-568 100-ohm STP (100 m max.)

Método de Acceso: CSMA/CD

Método de Transmisión: *Store and Forward*

Topología: Estrella

Packet Forwarding Rates

- 10BASE-T: 14,880 pps por Puerta (*half-duplex*)
- 100BASE-TX: 148,800 pps por Puerta (*half-duplex*)

Direcciones MAC: 8 K por *switch*

Fuente de Poder: Interna, Universal 100 –240 VAC, 50/60 Hz

Consumo: 6 Watts Max

Dimensiones:

280 x 180 x 44,5mm

Incluye rack mount kit, (19")

Peso: 2,8 Kg

3.7 Características técnicas y especificaciones de los equipos a utilizar.

Dentro de las características se los ha separado en dos grupos los cuales son:

- Hardware activo
- Hardware pasivo.

Hardware activo: aquí constan todos los equipos que necesitan de corriente eléctrica, y para el levantamiento de la red de la institución se necesita los siguientes equipos

Tabla 3.6 Hardware activo

Descripción	Cantidad
<i>Router</i>	
Cisco 871	1
<i>Switch capa 2</i>	
Dlink DES-1026G	2
Dlink DES-1016D	3
<i>Access Point</i>	
Dlink DWL-2200AP	3
<i>Antena sectorial</i>	
Flat panel 16 dBi	1
<i>Adaptador Power over Ethernet</i>	
Trendnet TPE-101I	3

Hardware pasivo: aquí están todos los equipos que no necesitan de corriente eléctrica

Tabla 3.7. Hardware pasivo

Descripción	Cantidad
Soporte de pared	7
<i>Patch Panel 24 puertos</i>	5
Patch Cord	
3 pies	120
7 pies	45
Acomodador de cable	5
<i>Keystone RJ45</i>	55
<i>Faceplate</i>	
Simple	55
<i>Caja rapid lock 25x25x10 cm</i>	3
<i>Cable Belden cat5e</i>	4

En las tablas 3.5 y 3.6 están todos los materiales que se van a necesitar para la instalación de la red en la institución, estos valores de los determino previo análisis que se realizo tanto de la parte de la red inalámbrica como de la red física.

Estos valores nos permitirá hacer un calculo aproximado del costo que llevara realizar la implementación de la red en la institución, es por ello que en el siguiente capítulo vamos a realizar el análisis económico, de los costos que va a representar hacer la adquisición e instalación de los equipos en la institución.

CAPITULO 4

ANALISIS ECONOMICO

4.1 Análisis de costos de los equipos a utilizar para la implementación de la red inalámbrica.

Para el análisis económico de los diferentes equipos, que se utilizaran en este proyecto, se realizo un estudio de cuales son los equipos más óptimos que cumplan con las especificaciones necesarias y así como también de todo el hardware pasivo y activo, como los servicios profesionales que representaran gastos para la implementación de la misma.

Este análisis esta realizado para la implementación de la red total de la Academia Aeronáutica Elia Liut, que este es formado de dos laboratorios de computación con 30 equipos cada uno, también para oficinas del personal administrativo y personal docente. Al igual de equipos para brindar el servicio de internet inalámbrico.

Este estudio económico básicamente se basa en dar un valor aproximado de cuanto le va a costar toda esta implementación a la institución, cabe mencionar que en este estudio económico no se va a realizar el estudio de la rentabilidad debido a que es un servicio que va a prestar la institución a comunidad de la Academia Elia Liut, ya que este servicio no tiene fines de lucro si no como un servicio más para el alumnado, pues con este servicio reforzaran mas los conocimientos adquiridos en la institución y podrán estar al día con el avance de la tecnología, que con el pasar de los días crece mas y mas diariamente.

Ya una vez realizado el diseño de la red tanto la parte inalámbrica como el cableado estructurado se determino que se necesitaran los siguientes materiales los cuales están clasificados como hardware activo y pasivo como se ve en las tablas 4.1 y 4.2

Tabla 4.1 Hardware activo

Descripción del equipo	Cantidad
Router Cisco 871	1
<i>Switch capa 2</i>	
Dlink DES-1026G	2
Dlink DES-1016D	3
<i>Access Point</i>	
Dlink DWL-2200AP	3
<i>Antena sectorial flat panel 16 dBi</i>	1
<i>Adaptador Power over Ethernet Trendnet TPE-1011</i>	3

En la tabla 4.1 consta todos los materiales que van a necesitar de corriente eléctrica, las características de estos equipos constan en el capítulo anterior, donde se realizo un análisis para determinar la cantidad exacta de lo que se necesitaba para la red.

Tabla. 4.2 Hardware pasivo

Descripción del material	Cantidad
Soporte de pared	7
<i>Patch Panel 24 puertos</i>	5
<i>Patch Cord 3 pies</i>	120
<i>Patch cord 7 pies</i>	45
Acomodador de cable	5
<i>Keystone RJ45</i>	55
<i>Faceplate Simple</i>	55
<i>Caja rapid lock 25x25x10 cm</i>	3
<i>Cable Belden cat5e</i>	4

En cambio en la tabla 4.2 consta todos los materiales pasivos, es decir todo el material que no necesita de conexiones eléctricas.

Costos hardware activo.

A continuación en la tabla 4.3 se detalla el costo aproximado que van a tener los materiales de hardware activo, este costo se considero de algunas alternativas que se puede conseguir en el mercado.

Tabla. 4.3 Costos hardware activo

Descripción	Cantidad	Precio
Router Cisco 871	1	\$ 592
Dlink DES-1026G	2	\$ 760
Dlink DES-1016D	3	\$ 231
<i>Access Point Dlink DWL-2200AP</i>	3	\$ 540
Power over Ethernet adapter Trendnet TPE1011	3	\$ 150.66
Antena Flat panel 16dbi + pigtail	1	\$ 85
	TOTAL	\$ 2358.66

Costos hardware pasivo.

En la tabla 4.4 se detalla los valores aproximados que están en el mercado del hardware pasivo.

Tabla. 4.4 Costos hardware pasivos

Descripción	Cantidad	Precio
Soporte de pared 8UR	7	\$ 364
<i>Patch Panel 24 puertos</i>	5	\$ 452.86
<i>Patch Cord 3 pies</i>	120	\$ 101.25
Patch cord 7 pies	45	\$ 151.20
Acomodador de cable	5	\$ 77.40
<i>Keystone RJ45</i>	55	\$ 212.30
<i>Faceplate Simple</i>	55	\$ 62.70
<i>Caja rapid lock 25x25x10 cm</i>	3	\$ 52.53
<i>Cable Belden cat5e</i>	4	\$ 398.60
	TOTAL	\$ 1872.83

Costos servicios profesionales para la instalación de la red.

En la tabla 4.5 se detalla el costo que va a tener los servicios profesionales, pues aquí se considera todas las conexiones e instalaciones que hay que realizar para el funcionamiento de la red, donde está considerando todos los equipos que se tienen que instalar y los días los que se demora para la instalación de la misma.

Tabla. 4.5 costos de servicios profesionales

Descripción	Precio
Instalación de dos laboratorios de 30 equipos cada uno, personal administrativo y docente. Instalación de Access Point	\$ 3000
TOTAL	\$ 3000

En el mercado actual existe algunos proveedores de internet, y como es de vital importancia tener los costos de la misma se considero algunas empresas donde nos detallan los costos que tienen, esto dependiendo del ancho de banda que se requiera instalar como se detalla en la tabla 4.6

Tabla. 4.6 Proveedores de servicio de internet.

	Puntonet	Andinanet	Interactive	Panchonet
128/64	33.49	27.8	35	27.8
256/128	44.69	44.68	47	44.68
512/256	72.69	72.80	100	72.80

Por la ubicación que tiene la institución, y la facilidad de conexión se recomiendo que el proveedor de internet sea la empresa Andinanet, pues se requiere de la línea telefónica para hacer la instalación de la misma mediante ADSL.

Costos de servicio de banda ancha para la Academia.

Tabla. 4.7 Costos de servicio de internet

Descripción	Meses	Precio
Andinanet 512/256	12	\$ 873.60
	TOTAL	\$ 873.60

En la tabla 4.7 se determina el valor total que tendrá el servicio durante un año, pues los periodos académicos son todos los días del año, renovando el contrato de ser necesario cada comienzo del año lectivo.

Costos totales para la implementación de la red para la Academia.

Tabla. 4.8 Costo total de la implementación

Total de hardware activo	\$ 2358.66
Total de hardware pasivo	\$ 1872.83
Total de servicios profesionales	\$ 3000
Total de servicio de banda ancha por un año	\$ 873.6
TOTAL	\$ 8105.09

Para la implementación completa de la red en la Academia Aeronáutica Elia Liut se necesitara una inversión total de \$8105.09, donde ya están considerados todas las necesidades que tiene la institución, y la conexión completa de todos los equipos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Las principales capacidades de las tecnologías inalámbricas pasan por el aumento de la movilidad y la flexibilidad en las redes, a más del bajo costo que tienen los equipos en el mercado, facilitan la expansión de las redes domesticas e inalámbricas.
- El sistema que se desea implementar en la Institución es una relevante solución a la necesidad del servicio de internet, pues al no tener este servicio, no podían estar acorde con el avance tecnológico de nuestros días.
- En cuanto a la tecnología empleada Wi-Fi los estándares utilizados son IEEE *802.11g* que es un compatible con el estándar *802.11b* por lo que esto no es un problema en el desarrollo de este tipo de redes.
- El diseño realizado cumple con todos los requerimientos para la implementación de la red de la institución.
- El proveedor del servicio de internet es Fast Boy por la facilidad de instalación que tiene en el cantón Mejía.
- La diseño de la red es calable, pues en caso de mejoras de la institución se puede ampliar los equipos y el ancho de banda para brindar un mejor servicio a la comunidad de la Academia Aeronáutica Elia Liut.

- Las redes inalámbricas tienen gran aceptación en nuestro país debido a la necesidad de movimiento ya que tiene más y mejores ventajas que las lámblicas una de ella es cuando se visita una empresa que tenga red inalámbrica las personas con laptop y deseen utilizar el Internet se pueden conectar si necesidad de modem, siempre y cuando se haya configurado de esa manera para poder entrar a Internet.
- El costo total de la implementación de la red para la institución será de \$8105.09, esto variara de acuerdo al precio que tengan los equipos en la fecha de la instalación de la misma.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Para el mejor rendimiento académico de la institución, es muy importante que se realice la implementación lo más pronto posible, pues con esto los estudiantes podrán estar acorde a los últimos acontecimientos tecnológicos que se dan en el mundo.
- Que se realice un contrato del internet por un año, esto dependiendo del crecimiento de los estudiantes, ya que se puede ampliar el ancho de banda para brindar un servicio adecuado a los estudiantes y personal docente.
- Que se den cursos de internet donde se enseñe todas las ventajas y facilidades que brinda el internet, para el proceso de aprendizaje de los estudiantes.
- Para la implementación de la red basarse en el diseño elaborado en el presente proyecto, ya que cumple con todos los requerimientos que necesita la institución para la implementación de la red.
- Realizar el contrato de servicio de internet con CNT, debido a que esta empresa brinda servicio de internet en el cantón Mejía, y su costo no es tan elevado con respecto a las demás empresas que prestan este servicio.

BIBLIOGRAFIA

- [1] http://es.wikipedia.org/wiki/Red_inal%C3%A1mbrica
- [2] <http://es.wikipedia.org/wiki/wireless.htm>
- [3]
- http://www.at4wireless.com/web_esp/laboratorios/servicios_ensayo_certificacion/telecomunicaciones/wifi.html
- [4]<http://www.34t.com/Unique/wiFiAntenas.asp>
- [5] <http://www.monografias.com/trabajos14/acceso-atm/acceso-atm.shtml> MSc. Ing. Alexei Blanco Ortiz, Prof. Dpto de Telecomunicaciones Universidad de Pinar del Río. Cuba
- <http://www.arturogoga.com/2007/10/24/sudamerica-14-de-velocidad-en-internet-por-4-veces-el-precio/>, 12 de febrero del 2010.
- [6] <http://www.abcdatos.com/tutoriales/tutorial/z7016.html>
- <http://www.ordenadores-y-portatiles.com/dsl.html>, Javier Jordan, 11 de marzo del 2010.
- [7] <http://www.eluniverso.com/2008/10/27/0001/9/1F45440B17954E3F902FFBEF9091CC9A.html>, Diario El Universo, 10 de enero del 2010.
- [8] http://es.wikipedia.org/wiki/Conexi%C3%B3n_por_l%C3%ADnea_conmutada, 3 de enero 2010.
- [9] <http://www.alfa-redi.org/rdi-articulo.shtml?x=6204>, junio del 2006.
- <http://www.andinanet.net/planesdialup.htm>, febrero 2009.
- http://www.panchonet.net/index.php?option=com_content&task=view&id=24&Itemid=140&lang=es
- [10] <http://www.monografias.com/trabajos13/tecnacc/tecnacc.shtml?monosearch#RED ES>.
- [11] <http://es.wikipedia.org/wiki/DOCSIS>, 21 diciembre del 2009.

- [12] <http://www.virusprot.com/Archivos/CURSO-GRATIS-REDES-INAL%C3%81MBRICAS.pdf>
- <http://www.virusprot.com/cursos/Redes-Inal%C3%A1mblicas-Curso-gratis0.htm>, 2009.
- [13] http://www.hsc.fr/ressources/articles/hakin9_wifi/hakin9_wifi_ES.pdf, Guillaume Lehembre, 2006.
- [14] <http://www.monografias.com/trabajos16/wimax/wimax.shtml>, José Manuel Huidobro.
- [15] <http://www.ieee802.org/16/published.html>.
- [16] <http://www.alcancelibre.org/article.php/20090206123705429>, 2009.
- [17] ISP Wireless, <http://es.wikipedia.org/wiki/WISP>, 3 de febrero 2009.
- [18] <http://hwagm.elhacker.net/htm/netstumbler.htm>
- [19] <http://es.wikipedia.org/wiki/RSSI>
- [20] <http://rinuex.unex.es/modules.php?op=modload&name=Articulos&file=article&sid=89&mode=thread&order=0&thold=0>, 27 Julio del 2004.
- [21] http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_de_sistemas/redesdatos/default5.asp,
- [22] <http://www.irit.fr/~Ralph.Sobek/wifi/>, 802_11g_whitepaper.pdf, Texas Instruments William Carney, 2002.
- [23] http://www.broadcom.com/docs/WLAN/802_11n-WP100-R.pdf, BROADCOM CORPOTARION, Abril 21 del 2006.
- [24] <http://www.dlinklatinamerica.com>
- [25] <http://www.linksys.com>
- [26] <http://www.trendnet.com/langsp/press/view.asp?id=799>

FECHA DE ENTREGA

El proyecto fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, a _____ del 2010.

ELABORADO POR:

IVAN MARCELO AGUINSACA CARAGUAY

110359662-1

AUTORIDAD:

Ing. GONZALO OLMEDO

COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES