



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA DE  
COMUNICACIONES CON TECNOLOGÍA WI-FI PARA EL CASINO DE  
VOLUNTARIOS DE LA 17 BS “PASTAZA”.**

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

**TECNÓLOGO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.**

**CBOP. DE COM. LLAGUA GUATO SEGUNDO GABRIEL  
CBOS. DE ELEC. TOAQUIZA BOHÓRQUEZ LUIS MIGUEL**

**Latacunga-Ecuador**

**AGOSTO 2013**

Latacunga, Agosto del 2013

Llagua Guato Segundo Gabriel

**CBOP. DE COM.**

Toaquiza Bohórquez Luis Miguel

**CBOS. DE ELEC.**

Ing. José Bucheli Andrade

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA E  
INSTRUMENTACIÓN.**

Dr. Rodrigo Vaca Corrales

**SECRETARIO ACADÉMICO**

# **ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

## **CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA**

### **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, CBOP. DE COM. SEGUNDO GABRIEL LLAGUA GUATO Y  
CBOS. DE ELEC. LUIS MIGUEL TOAQUIZA BOHÓRQUEZ

#### **DECLARO QUE:**

El proyecto de grado denominado **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA DE COMUNICACIONES CON TECNOLOGÍA WI-FI PARA EL CASINO DE VOLUNTARIOS DE LA 17 BS “PASTAZA”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

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

Latacunga, Agosto del 2013.

**SEGUNDO G. LLAGUA G.  
CBOP. DE COM**

**LUIS M. TOAQUIZA B.  
CBOS. DE COM**

# **ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

## **CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA**

### **AUTORIZACIÓN**

Nosotros, CBOP. DE COM. SEGUNDO GABRIEL LLAGUA GUATO Y  
CBOS. DE ELEC. LUIS MIGUEL TOAQUIZA BOHÓRQUEZ.

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA DE COMUNICACIONES CON TECNOLOGÍA WI-FI PARA EL CASINO DE VOLUNTARIOS DE LA 17 BS “PASTAZA”** cuyo contenido, ideas y criterios son de NUESTRA exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Agosto del 2013

**SEGUNDO G. LLAGUA G.  
CBOP. DE COM.**

**LUIS M. TOAQUIZA B.  
CBOS. DE ELEC.**

# **ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

## **CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

### **CERTIFICADO**

ING. DAVID RIVAS LALAE0 (DIRECTOR)

ING. MAYRA ERAZO RODAS (CODIRECTOR)

#### **CERTIFICAN:**

Que el trabajo titulado **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA DE COMUNICACIONES CON TECNOLOGÍA WI-FI PARA EL CASINO DE VOLUNTARIOS DE LA 17 BS “PASTAZA”** realizado por los señores: **CBOP. DE COM. SEGUNDO GABRIEL LLAGUA GUATO Y CBOS. DE ELEC. LUIS MIGUEL TOAQUIZA BOHÓRQUEZ** ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autorizan a los señores: **CBOP. DE COM. LLAGUA GUATO SEGUNDO GABRIEL Y CBOS. DE ELEC. TOAQUIZA BOHÓRQUEZ LUIS MIGUEL** que lo entregue al **ING. JOSÉ BUCHELI ANDRADE**, en su calidad de Director de Carrera.

Latacunga, Agosto del 2013

ING. DAVID RIVAS LALAE0

**DIRECTOR**

ING. MAYRA ERAZO RODAS

**CODIRECTOR**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de Tesis está dedicado de manera especial:

A Dios, por haberme concedido el don de la vida y ser mi guía en todo momento.

A mis padres, que me han dado la fuerza necesaria para poner todo mi empeño en la obtención de mi carrera.

A mi familia, quienes supieron darme el aliento y la fuerza necesaria para continuar y alcanzar esta meta tan anhelada.

Luis Miguel Toaquiza Bohórquez.

## **DEDICATORIA**

Primero agradezco a Dios ante todo por permitirme realizar este proyecto, ya que deja una ardua experiencia en distintos campos además de la colaboración de mi compañero por apoyarme en los momentos más culminantes de este proceso y brindarme su apoyo y confianza en el proyecto que hemos realizado.

A mi padre y a mi madre que sin su apoyo no hubiera podido realizar esta etapa tan importante de mi vida y gracias a sus consejos hoy en día me considero una persona que le puede aportar mucho a la sociedad como una persona de bien y por ultimo a la Escuela Politécnica del Ejército Extensión Latacunga que sin su apoyo y su ardua experiencia no hubiera podido surgir este proyecto para el bienestar a los miembros del Ejército Ecuatoriano y demás grupos que pertenecen a esta gran familia.

Segundo Gabriel Llagua Guato

## **AGRADECIMIENTO**

A mi esposa Adriana Maritza, a mis hijos Melanie Shirley y Gabriel Adrián que con su comprensión me han dado la tranquilidad para poder atender mis estudios.

A la Escuela Politécnica del Ejercito Extensión Latacunga y a sus docentes, por los conocimientos impartidos día a día durante el transcurso de mi carrera.

Al Ing. David Rivas y la Ing. Mayra Erazo, por compartir conmigo su valioso conocimiento y experiencia en el campo de la Electrónica.

A mis amigos por estar siempre a mi lado y por todos y cada uno de los momentos compartidos.

Luis Miguel Toaquiza Bohórquez.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a todos mis maestros ya que ellos me enseñaron a valorar los estudios y a superarme cada día, también agradezco a mis padres porque ellos estuvieron en los días más difíciles de mi vida como estudiante.

Y agradezco a Dios por darme la salud que tengo, por tener una cabeza con la que puedo pensar muy bien y además un cuerpo sano y una mente de bien. Estoy seguro que mis metas planteadas darán fruto en el futuro y por ende me debo esforzar cada día para ser mejor en la vida y en todo lugar sin olvidar el respeto que engrandece a la persona.

Segundo Gabriel Llagua Guato

## RESUMEN

El desarrollo de las redes inalámbricas ha sido en los últimos años un método económico y práctico de prestar servicios de datos. El presente trabajo trata de generar un método que permita distribuir Internet a un costo asequible.

En el primer capítulo se desarrollan los conceptos básicos de introducción a redes de datos, tipos de redes, topología de redes, modelos de referencia OSI y TCP/IP, medios de transmisión guiados y no guiados.

En el segundo capítulo se desarrolla la introducción a redes inalámbricas, tecnología Wi-Fi o IEEE 802.11, estándares más utilizados de Wi-Fi, seguridad de redes inalámbricas, criterios técnicos para el diseño de una red inalámbrica, arquitecturas de red, localización de equipos, áreas de cobertura, selección de antenas, capacidad y métodos de expansión; calidad, eficiencia y monitoreo de los equipos, regulación de ancho de banda por usuario.

El tercer capítulo trata de la descripción de arquitectura, descripción de los equipos a utilizar en el proyecto (Nanostation Loco M2 y Unifi UAP Long Range), especificaciones técnicas de cada equipo.

El cuarto capítulo trata de configuraciones de equipos (Nanostation Loco M2 y Unifi UAP Long Range), configuración de la antena Nanostation como AP y como cliente, pruebas de la antena, análisis de resultados y tabla de presupuesto del proyecto final.

El quinto y último capítulo describe las conclusiones y recomendaciones de nuestro trabajo práctico implementado en el caso de la 17 BS "Pastaza".

## **ABSTRACT**

The development of wireless networks has been economic and practical method of providing data services in recent years. This work attempts to generate a method to distribute Internet at affordable cost.

In the first chapter will develop the basics of introduction to data networks, types of networks, network topology, OSI reference model and TCP/ IP, streaming media guided and unguided.

The second chapter develops the introduction to wireless networks, Wi-Fi or IEEE802.11standards used in Wi-Fi, wireless network security, technical criteria for the design of a wireless network, network design, location of equipment, coverage area, antenna selection, capacity and expansion methods, quality, efficiency and monitoring of equipment, bandwidth control per user.

The third chapter discusses the design description, description of the equipment used in the project (Nanostation Loco M2 and Unifi UAP Long Range), and technical specifications of each team.

The fourth chapter deals with hardware configurations (Nanostation LocoM2andUnifiUAPLongRange), Nanostation antenna setup as an AP and a client, antenna testing, results analysis and project bud get table end.

The fifth and final chapter describes the conclusions and recommendations of our practical work implemented in the troop of the 17-BS "Pastaza".

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la vida de las personas en cuanto a las tecnologías de información está cambiando de una manera sorprendente, en especial en el ámbito de las telecomunicaciones.

Ya se puede observar gente con dispositivos móviles como los celulares, estos ya se convierten en parte fundamentales de la sociedad al punto que se vuelven dependientes, 90 de cada 100 personas tienen teléfono móvil, para poder comunicarse desde cualquier lugar sin necesidad de cables. Pasa lo mismo con las computadoras. Hemos pasado de utilizar el servicio de Internet desde el computador de la casa con un cable conectado a un modem para tener acceso a la red de datos, al salir a cualquier lugar de nuestra ciudad y conectarnos a la misma red pero sin ningún elemento físico, simplemente con ondas de radio o inalámbricamente. La Brigada de selva 17 “Pastaza”, requiere no depender solamente de las salas de cómputo cableados que hay actualmente en la Brigada, sino que además cuente con este mismo servicio, pero con la ventaja de poder estar conectado en cualquier lugar del casino de voluntarios con una distancia de radio de 180 mts.

El personal militar puede ingresar con solo hacer clic y mediante una clave de ingreso tendrían acceso a una gran cantidad de servicios virtuales, como la educación y la comunicación con familiares a través de redes sociales, video conferencia etc. Es por ello que los beneficiarios que ingresan al servicio, no solo tienen acceso a Internet sino también pueden compartir gran cantidad de información en la red implementada.

La tecnología inalámbrica sin duda alguna es uno de los servicios más utilizados por la sociedad. Hoy en día existen gran cantidad de dispositivos digitales que ofrecen el servicio de Wi-Fi, como los computadores portátiles, los teléfonos celulares, PDAs, automóviles inteligentes etc.

La presente tesis desarrolla las técnicas y conocimientos necesarios para diseñar una red de datos inalámbrica, que permita distribuir Internet a un número determinado de usuarios de un modo eficiente, práctico y rentable.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   |       |
|---|-------|
| CARÁTULA.....                                 | i     |
| FIRMAS.....                                   | ii    |
| DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD .....          | iii   |
| AUTORIZACIÓN.....                             | iv    |
| CERTIFICADO.....                              | v     |
| DEDICATORIA .....                             | vi    |
| DEDICATORIA .....                             | vii   |
| AGRADECIMIENTO .....                          | viii  |
| AGRADECIMIENTO .....                          | ix    |
| RESUMEN.....                                  | x     |
| ABSTRACT.....                                 | xi    |
| INTRODUCCIÓN.....                             | xii   |
| ÍNDICE DE CONTENIDO .....                     | xiv   |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                        | xviii |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                        | xix   |
| CAPÍTULO 1.....                               | 1     |
| 1. INTRODUCCIÓN A REDES DE DATOS.....         | 2     |
| 1.1. Redes de datos.....                      | 2     |
| 1.2. Tipos de redes.....                      | 3     |
| 1.2.1. Red <i>Broadcast</i> .....             | 3     |
| 1.2.2. Redes punto a punto.....               | 4     |
| 1.2.3. Redes de Área Local (LAN).....         | 5     |
| 1.2.4. Redes de Área Metropolitana (MAN)..... | 5     |
| 1.2.5. Redes de Área Extensa (WAN).....       | 6     |
| 1.3. Topología de Redes.....                  | 7     |
| 1.3.1. Topología Punto a Punto.....           | 7     |
| 1.3.2. Topología en Bus.....                  | 8     |
| 1.3.3. Topología Estrella.....                | 8     |

|                  |   |    |
|------------------|---|----|
| 1.3.4.           | Topología Anillo o circular.....                                | 9  |
| 1.3.5.           | Topología en Malla. ....  | 10 |
| 1.4.             | Modelos de referencia. ....                                     | 10 |
| 1.4.1.           | El modelo OSI.....  | 10 |
| a)               | <i>Capa Física (Capa 1)</i> .....                               | 11 |
| b)               | <i>Capa de enlace de datos (Capa 2)</i> .....                   | 11 |
| c)               | Capa de red (Capa 3).....                                       | 12 |
| e)               | Capa de sesión (Capa 5).....                                    | 12 |
| f)               | Capa de presentación (Capa 6).....                              | 12 |
| g)               | Capa de aplicación (Capa 7).....                                | 13 |
| 1.4.2.           | Modelo TCP/IP.....  | 13 |
| 1.5.             | Medios de transmisión.....                                      | 15 |
| 1.5.1.           | Medios de transmisión guiados.....                              | 15 |
| 1.5.2.           | Medios de transmisión no guiadas.....                           | 17 |
| 1.6.             | Ancho de banda. ....  | 19 |
| CAPÍTULO 2 ..... |   | 20 |
| 2.1.             | INTRODUCCIÓN A LAS REDES INALÁMBRICAS.....                      | 21 |
| 2.1.1.           | Red WLAN ( <i>Wireless Local Area Network</i> ).....            | 23 |
| 2.1.2.           | Tecnología IEEE 802.11. ....                                    | 23 |
| 2.1.3.           | Estándares más utilizados. ....                                 | 24 |
| 2.2.             | SSID (Identificador de conjunto de servicio).....               | 24 |
| 2.3.             | DHCP (Protocolo de configuración dinámica de <i>host</i> )..... | 25 |
| 2.4.             | Seguridad de Redes Inalámbricas.....                            | 25 |
| 2.4.1.           | Asegurar el Punto de Acceso.....                                | 27 |
| 2.4.2.           | Aumentar la seguridad de los datos transmitidos. ....           | 27 |
| 2.4.3.           | Ocultar nuestra red Wi-Fi. ....                                 | 28 |
| 2.4.4.           | Desactiva el broadcasting SSID.....                             | 28 |
| 2.4.5.           | Activa el filtrado de direcciones MAC.....                      | 28 |
| 2.4.6.           | Desactiva el DHCP. ....   | 29 |
| 2.4.7.           | Desconecta el AP cuando no lo uses. ....                        | 29 |
| 2.4.8.           | Cambia las claves WEP regularmente.....                         | 29 |

|                 |  |    |
|-----------------|--|----|
| 2.5.            | Criterios Técnicos para el diseño de una Red Inalámbrica.....        | 30 |
| 2.5.1.          | Arquitectura de la Red. ....   | 30 |
| a)              | Arquitectura Punto a Punto.....                                      | 30 |
| b)              | Arquitectura Punto Multipunto. ....                                  | 31 |
| c)              | Arquitectura Celular.....  | 31 |
| d)              | Arquitectura <i>Mesh</i> .....                                       | 32 |
| 2.6.            | Localización de los Equipos. ....                                    | 33 |
| 2.7.            | Áreas de Cobertura. ....   | 33 |
| 2.8.            | Selección de las antenas.....  | 34 |
| 2.8.2.          | Patrón de Radiación. ....  | 35 |
| 2.8.3.          | La polarización.....   | 36 |
| 2.9.            | Capacidad y métodos de expansión.....                                | 36 |
| 2.10.           | Calidad, eficiencia y monitoreo de los equipos.....                  | 37 |
| 2.11.           | Regulación del ancho de banda por usuario. ....                      | 37 |
| CAPÍTULO 3..... |  | 39 |
| 3.              | DESCRIPCIÓN DE ARQUITECTURA Y EQUIPOS A UTILIZAR EN EL PROYECTO..... | 40 |
| 3.1.            | Descripción de la Arquitectura.....                                  | 42 |
| 3.2.            | Descripción de los Equipos utilizados en el proyecto.....            | 44 |
| 3.2.1.          | Nanostation LOCO M2 - 2.4 GHz. 8 dBi MIMO.....                       | 44 |
| a)              | Especificaciones técnicas del NanoStation Loco M2:.....              | 45 |
| 3.2.2.          | Unifi UAP-LONG Range 2.4GHz. ....                                    | 46 |
| a)              | Especificaciones técnicas del UAP-Long Range 2.4GHZ.                 | 48 |
| CAPÍTULO 4..... |  | 50 |
| 4.1.            | CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL EQUIPO NANOSTATION.....                   | 51 |
| 4.2.            | Configuración de Nanostation Loco M2 como AP.....                    | 52 |
| 4.2.1.          | Prueba de la Antena con el Computador. ....                          | 57 |
| 4.2.2.          | Opción configuración de red (Wireless).....                          | 59 |
| 4.2.3.          | Opción Modo de red (Network Mode).....                               | 60 |
| 4.3.            | Configuración de Nanostation Loco M2 como Estación. ....             | 62 |

|                                 |  |    |
|---------------------------------|--|----|
| 4.3.1.                          | Opción configuración de Red (Wireless).....                            | 62 |
| 4.3.2.                          | Herramientas del sistema de configuración de las antenas Ubiquiti..... | 64 |
| 4.3.3.                          | Alineación de antenas.....   | 65 |
| 4.3.4.                          | Encuesta sobre el sitio (Site Survey). ....                            | 66 |
| 4.3.5.                          | Ping.....  | 66 |
| 4.4.                            | Configuración Unifi AP Long Range.....                                 | 67 |
| 4.5.                            | Implementación de la Red.....  | 74 |
| 4.6.                            | Funcionamiento de la Red.....  | 76 |
| 4.7.                            | Análisis de Resultados. ....   | 81 |
| 4.8.                            | Tabla de presupuesto.....  | 82 |
| CAPITULO 5.....                 |  | 84 |
| 5.                              | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                                    | 85 |
| 5.1.                            | CONCLUSIONES.....  | 85 |
| 5.2.                            | RECOMENDACIONES.....   | 86 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... |  | 88 |
| GLOSARIO.....                   |  | 90 |
| ANEXOS.....                     |  | 98 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1.1: Medios de transmisión Guiados.....                | 15 |
| Tabla 1.2: Medios de transmisión no guiados.....             | 18 |
| Tabla 2.1: Comparación de Sub-estándares. ....               | 24 |
| Tabla 2.2: Ítems de seguridad de Redes. ....                 | 26 |
| Tabla 3.1: Coordenadas de los puntos de enlace vía GPS ..... | 41 |
| Tabla 3.1: Especificaciones del equipo NanoStation M2. ....  | 45 |
| Tabla 3.2: Especificaciones técnicas del UAP Long Range..... | 48 |
| Tabla 4.1: Tabla de presupuesto. ....                        | 82 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1.1: Elementos de una red de datos. ....                   | 3  |
| Figura 1.2: Red broadcast. ....                                   | 3  |
| Figura 1.3: Red punto a punto. ....                               | 4  |
| Figura 1.4: Red LAN. ....   | 5  |
| Figura 1.5: Red MAN. ....   | 6  |
| Figura 1.6: Red WAN. ....   | 6  |
| Figura 1.7: Topología punto a punto. ....                         | 8  |
| Figura 1.8: Topología en bus. ....                                | 8  |
| Figura 1.9: Topología en estrella. ....                           | 9  |
| Figura 1.10: Topología en anillo. ....                            | 9  |
| Figura 1.11: Topología en malla. ....                             | 10 |
| Figura 1.12: Modelo OSI. ....                                     | 11 |
| Figura 1.13: Modelo TCP/IP. ....                                  | 14 |
| <br>  |    |
| Figura 2.1: Arquitectura punto a punto. ....                      | 30 |
| Figura 2.2: Arquitectura punto multipunto sin sectorización. .... | 31 |
| Figura 2.3: Arquitectura celular. ....                            | 32 |
| Figura 2.4: Arquitectura <i>Mesh</i> . ....                       | 33 |
| Figura 2.5: Zona de cobertura. ....                               | 34 |
| Figura 2.6: Patrón de radiación vertical-horizontal. ....         | 35 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 2.7: Polarización de antena Horizontal-Vertical. ....                | 36 |
| Figura 3.1: Zona de implementación.....                                     | 40 |
| Figura 3.2: Foto Satelital del lugar de implementación. ....                | 41 |
| Figura 3.3: Esquema de la arquitectura propuesta. ....                      | 42 |
| Figura 3.3: Nanostation Loco M2 - 2.4 GHz. 8 dBi Mimo.....                  | 45 |
| Figura 3.4: Unifi UAP-Long Range 2.4GHz .....                               | 47 |
| Figura 4.1: Modo de conexión de la Antena Loco M2.....                      | 53 |
| Figura 4.2: Iluminación de Led's en conexión correcta de la Antena M2. .... | 54 |
| Figura 4.3: Propiedades protocolo de internet. ....                         | 55 |
| Figura 4.4: Dirección IP de Nano Station Loco M2. ....                      | 55 |
| Figura 4.5: Pantalla de inicio de la Nanostation.....                       | 56 |
| Figura 4.6: Página principal de Ubiquiti. ....                              | 57 |
| Figura 4.7: Conexión de la Pc con Antena Nano Station Loco M2. ....         | 57 |
| Figura 4.8: Procesador de comandos.....                                     | 58 |
| Figura 4.9: Comunicación de la antena con la Pc.....                        | 59 |
| Figura 4.10: Ventana de configuración Wireless en modo AP.....              | 60 |
| Figura 4.11: Ventana de configuración Network.....                          | 61 |
| Figura 4.12: Ventana de configuración Wireless en modo Estación.....        | 63 |
| Figura 4.13: Ventana Main con datos de la Red en funcionamiento.....        | 64 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 4.14: Herramienta Alineación de Antenas.....                     | 65 |
| Figura 4.15: Herramienta encuesta sobre el sitio.....                   | 66 |
| Figura 4.16: Herramienta ping. ....                                     | 67 |
| Figura 4.17: Unifi UAP Long Range.....                                  | 67 |
| Figura 4.18: Instalación de controlador Unifi.....                      | 68 |
| Figura 4.19: Buscando Controlador Unifi. ....                           | 69 |
| Figura 4.20: Controlador Unifi Encontrado.....                          | 69 |
| Figura 4.21: Selección de País. ....                                    | 70 |
| Figura 4.22: Selección de dirección Mac. ....                           | 70 |
| Figura 4.23: Nombre de red y Clave.....                                 | 71 |
| Figura 4.24: Nombre de Administrador y Clave del sistema. ....          | 71 |
| Figura 4.25: Autenticación del Sistema.....                             | 72 |
| Figura 4.26: Ubicación de Unifi Long Range. ....                        | 72 |
| Figura 4.27: Administración de usuarios en espera. ....                 | 73 |
| Figura 4.28: Administración de Usuarios Aceptados. ....                 | 73 |
| Figura 4.29: Conexión del Router y PoE.....                             | 74 |
| Figura 4.30: Instalación de Antena transmisora en el Policlínico.....   | 75 |
| Figura 4.31: Instalación de Antena receptora en el casino. ....         | 75 |
| Figura 4.32: Instalación de la Antena Omnidireccional en el casino..... | 76 |
| Figura 4.33: Conexión de Wireless del computador. ....                  | 77 |
| Figura 4.34: Clave de seguridad de la Red “espel2013”.....              | 78 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 4.35: Conexión de la Red implementada en el casino.....                         | 78 |
| Figura 4.36: Página de navegación con la Red “espel2013”. .....                        | 79 |
| Figura 4.37: Test de velocidad de la Red. ....   | 79 |
| Figura 4.38: Verificación de equipos conectados en la Red. ....                        | 80 |
| Figura 4.39: Personal militar utilizando el Internet en el casino. ....                | 80 |
| Figura 4.40: Red Espe2013 Implementada en la Brigada de Selva N° 17<br>“PASTAZA” ..... | 83 |

**CAPÍTULO 1**  
**INTRODUCCIÓN A REDES DE DATOS**

## CAPITULO 1.

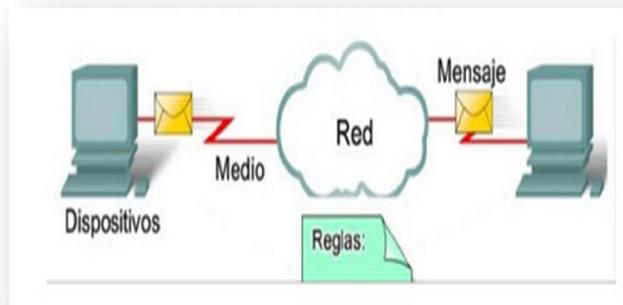
### 1. INTRODUCCIÓN A REDES DE DATOS.

#### 1.1. Redes de datos.

Una red de datos es un conjunto de equipos informáticos y software conectados entre sí por medio de dispositivos físicos que envían y reciben impulsos eléctricos, ondas electromagnéticas o cualquier otro medio para el transporte de datos, con la finalidad de compartir información, recursos y ofrecer servicios. Los elementos que conforman una red de datos son: dispositivos, mensajes, reglas y medios.

- **Dispositivos.-** estaciones por medio de las cuales se puede enviar y recibir mensajes. Ejm: Router.
- **Mensajes.-** utiliza la palabra mensaje para referirse por ejemplo, a páginas web, correos electrónicos, llamadas telefónicas, documentos para impresión, etc.
- **Medio.-** es la vía por el cual se envía un mensaje, para enviar el mensaje al destino, la computadora o dispositivo debe estar conectada a una red local inalámbrica o con cables. Ejm: medios inalámbricos.
- **Reglas.-** aspectos importantes de las redes que no son dispositivos ni medios, son reglas o protocolos. Estas reglas son las normas o protocolos que especifican la manera en que se envían los mensajes, como se direccionan a través de la red y como se interpretan en los dispositivos de destino. Ejm: E-mail (SMTP).

A continuación se muestra en la Figura 1.1 los elementos que lo conforman.

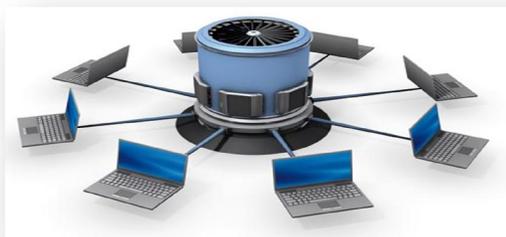


**Figura 1.1:** Elementos de una red de datos.

## 1.2. Tipos de redes.

### 1.2.1. Red *Broadcast*.

En las redes *broadcast* el medio de transmisión es compartido por todos los computadores interconectados. Normalmente cada mensaje transmitido es para un único destinatario, cuya dirección aparece en el mensaje, pero para saberlo cada máquina de la red ha de recibir o “escuchar” cada mensaje, analizar la dirección de destino y averiguar si va o no dirigido a ella; tomar la información y dejar ir los paquetes que no tengan su dirección de destino. En una red *broadcast* la capacidad o velocidad de transmisión indica la capacidad agregada de todas las máquinas conectadas a la red, como se ve en la Figura 1.2.

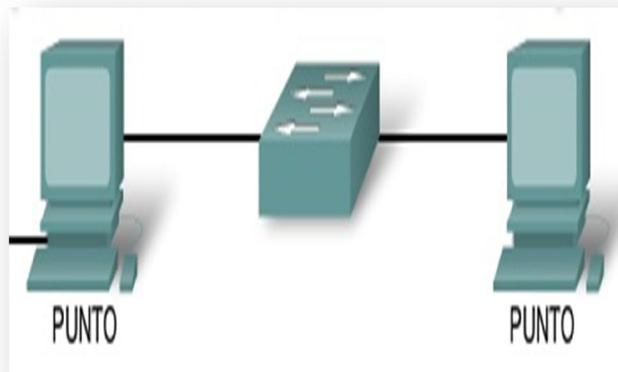


**Figura 1.2:** Red broadcast.

### 1.2.2. Redes punto a punto.

Una red punto a punto constituye cuando se refiere a uno en el cual toda la comunicación se produce entre dos puntos, y sólo entre éstos. El caso más simple y tal vez el más común es el de la unión de dos equipos mediante un cable, como se observa en la Figura 1.3. Los enlaces que constituyen una red punto a punto pueden ser de tres tipos de acuerdo con el sentido de la transmisión:

- ✓ **Simplex**: la transmisión sólo puede efectuarse en un sentido. Ejm: Fax, escáner, impresora, radio, etc.
- ✓ **Semi-dúplex o “half-duplex”**: la transmisión puede hacerse en ambos sentidos, pero no simultáneamente. Ejm: Redes sociales, cajeros, etc.
- ✓ **Dúplex o “full-duplex”**: la transmisión puede efectuarse en ambos sentidos a la vez. Ejm: teléfono, cámara, USB, Bluetooth, etc.

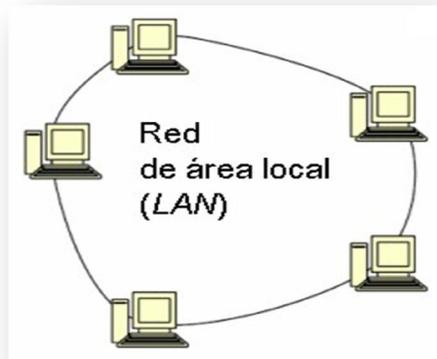


**Figura 1.3:** Red punto a punto.

### 1.2.3. Redes de Área Local (LAN).

Una LAN conecta varios dispositivos de red en una área de corta distancia delimitada únicamente por la distancia de propagación del medio de transmisión: coaxial (hasta 500 metros), par trenzado (hasta 90 metros) o fibra óptica (decenas de metros). Una LAN podría estar delimitada también por el espacio en un edificio, un salón, una oficina, hogar...pero a su vez podría haber varias LAN en estos mismos espacios, así como se observa en la Figura 1.4.

Las LAN comúnmente utilizan las tecnologías Ethernet, Token Ring, FDDI (Fiber Distributed Data Interface) para conectividad, así como otros protocolos tales como Appletalk, Banyan Vines, DECnet, IPX, etc.

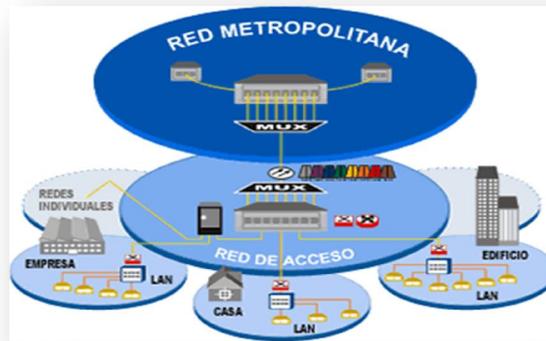


**Figura 1.4:** Red LAN.

### 1.2.4. Redes de Área Metropolitana (MAN).

En principio se considera que una MAN abarca una distancia de unas pocas decenas de kilómetros, que es lo que normalmente se entiende como área metropolitana. Las redes de área metropolitana, comprenden una ubicación geográfica determinada "ciudad, municipio", y su distancia de cobertura es mayor de 4 Km, como se ve en la Figura 1.5. Son redes

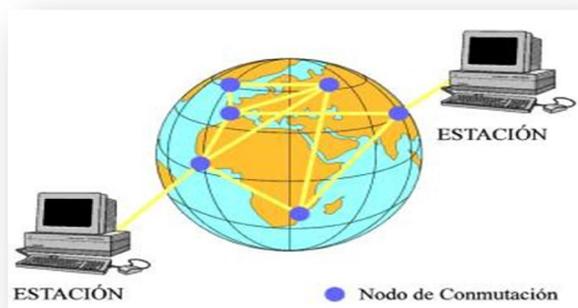
con dos buses unidireccionales, cada uno de ellos es independiente del otro en cuanto a la transferencia de datos.



**Figura 1.5:** Red MAN.

### 1.2.5. Redes de Área Extensa (WAN).

Son redes que cubren una amplia región geográfica, a menudo un país o un continente. Es un sistema de interconexión de equipos informáticos geográficamente dispersos, que pueden estar incluso en continentes distintos. Las Redes WAN son capaces de cubrir distancias desde unos 100 hasta unos 1000 km, proveyendo de servicio a un país o un continente, como se observa en la Figura 1.6.



**Figura 1.6:** Red WAN.

### **1.3. Topología de Redes.**

La topología de red es la cadena de comunicación de los nodos que conforman una red que usa para comunicarse. Cuando se habla de topología de una red, se refiere de su configuración, que comprende tres campos: físico, eléctrico y lógico.

Campo físico.- es la disposición real de las maquinas, dispositivos de red y cableado.

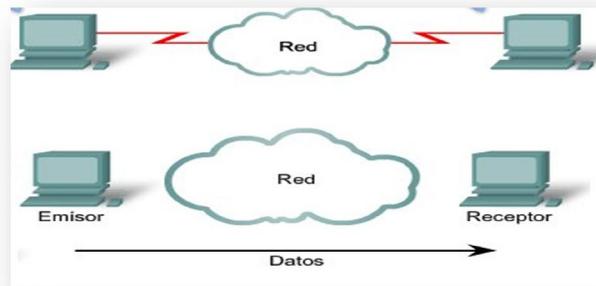
Campo Eléctrico.- el nivel físico y eléctrico se puede entender como la configuración del cableado entre maquinas o dispositivos de control o conmutación.

Campo Lógico.- es la forma en que las maquinas se comunican a través del medio físico.

Algunos tipos de topologías son:

#### **1.3.1. Topología Punto a Punto.**

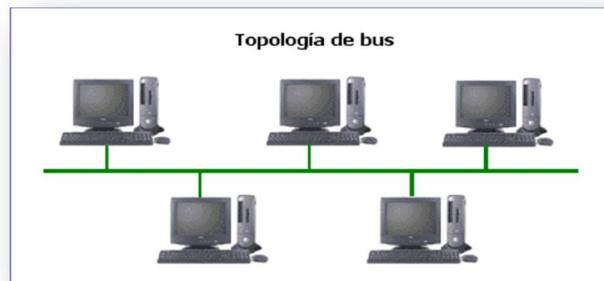
La topología más simple es un enlace permanente entre dos puntos finales (también conocida como *Point-to-point* o abreviadamente PtP). La topología punto a punto conmutado es el modelo básico de la telefonía convencional. También se puede decir que es la conexión única entre dos dispositivos (sólo ellos y nadie más). Por ejemplo: conexión de dos computadores mediante un par trenzado (*twisted pair*), como se observa en la figura 1.7.



**Figura 1.7:** Topología punto a punto.

### 1.3.2. Topología en Bus.

En esta topología todas las computadoras están conectadas a un cable central, llamado el bus o backbone, en la que todas las estaciones están conectadas a un único canal de comunicaciones por medio de unidades interfaz y derivadores. Las estaciones utilizan este canal para comunicarse con el resto de computadores o abonados, como se observa en la Figura 1.8.



**Figura 1.8:** Topología en bus.

### 1.3.3. Topología Estrella.

En la *topología en estrella* cada dispositivo solamente tiene un enlace punto a punto dedicado con el controlador central, habitualmente llamado

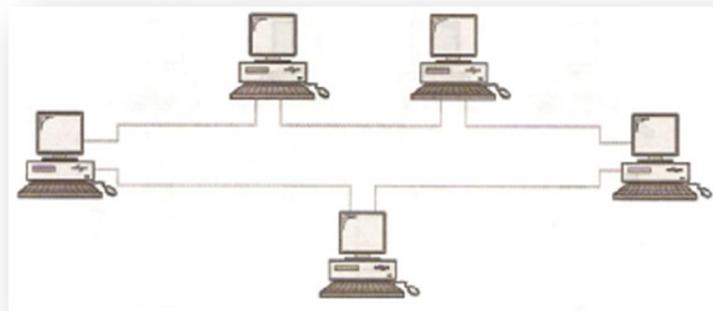
concentrador, como se observa en la Figura 1.9. Los dispositivos no están directamente enlazados entre sí.



**Figura 1.9:** Topología en estrella.

#### **1.3.4. Topología Anillo o circular.**

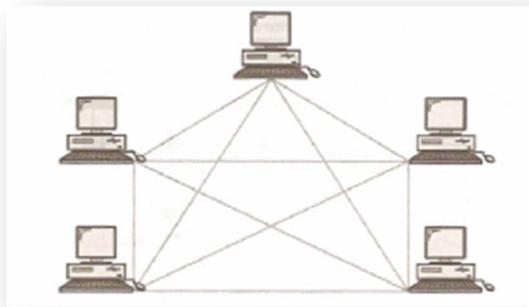
En una red en anillo cada estación tiene una única conexión de entrada y otra de salida. Cada estación tiene un receptor y un transmisor que hace la función de traductor, pasando la señal a la siguiente estación, como se observa en la Figura 1.10. En este tipo de red la comunicación se da por el paso de un Token o testigo, que se puede conceptualizar como un cartero que pasa recogiendo y entregando paquetes de información, de esta manera se evitan eventuales pérdidas de información debidas a colisiones.



**Figura 1.10:** Topología en anillo.

### 1.3.5. Topología en Malla.

La topología de red mallada es una topología de red en la que cada nodo está conectado a todos los nodos, como se observa en la Figura 1.11. De esta manera es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por distintos caminos. Si la red de malla está completamente conectada, no puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones. Cada servidor tiene sus propias conexiones con todos los demás servidores.



**Figura 1.11:** Topología en malla.

## 1.4. Modelos de referencia.

### 1.4.1. El modelo OSI.

El modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos, también llamado OSI (en inglés Open System Interconnection) es el modelo de red descriptivo creado por la Organización Internacional para la Estandarización en el año 1984. Es decir, es un marco de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones.

El modelo especifica el protocolo que debe ser usado en cada capa, y suele hablarse de modelo de referencia ya que es usado como una gran herramienta para la enseñanza de comunicación de redes. Este modelo está dividido en siete capas, como se muestra en la Figura 1.12.

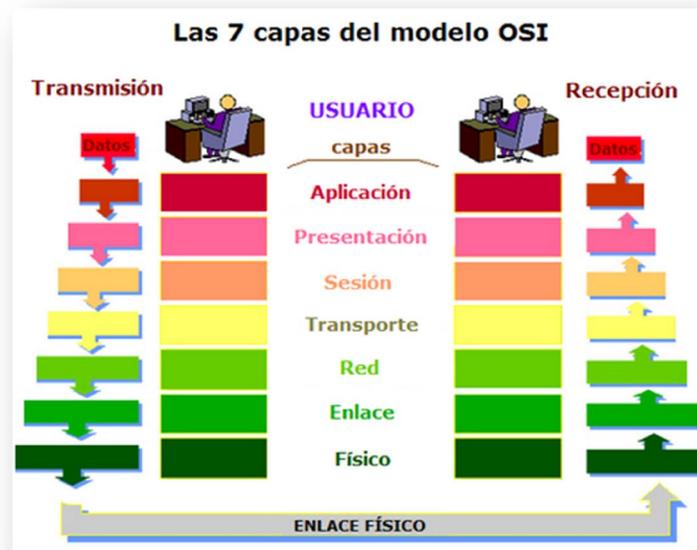


Figura 1.12: Modelo OSI.

a) **Capa Física (Capa 1).**

Es la que se encarga de las conexiones físicas de la computadora hacia la red, tanto en lo que se refiere al medio físico como a la forma en la que se transmite la información.

b) **Capa de enlace de datos (Capa 2).**

Esta capa se ocupa del direccionamiento físico, de la topología de la red, del acceso al medio, de la detección de errores, de la distribución ordenada de tramas y del control del flujo.

**c) Capa de red (Capa 3).**

Se encarga de identificar el enrutamiento existente entre una o más redes. Las unidades de información se denominan paquetes, y se pueden clasificar en protocolos enrutables y protocolos de enrutamiento.

Protocolo de enrutamiento.- permite que un router comparta información con otros router, acerca de las redes que conoce así como de su proximidad a otros router, la información que un router obtiene de otro, mediante este, es usada para crear y mantener las tablas de enrutamiento.

Protocolo enrutado.- proporciona información suficiente en su dirección de la capa de red, para permitir que un paquete pueda ser enviado desde un host a otro, basado en el esquema de direcciones.

**d) Capa de transporte (Capa 4).**

Capa encargada de efectuar el transporte de los datos (que se encuentran dentro del paquete) de la máquina origen a la de destino, independizándolo del tipo de red física que se esté utilizando.

**e) Capa de sesión (Capa 5).**

Esta capa es la que se encarga de mantener y controlar el enlace establecido entre dos computadores que están transmitiendo datos de cualquier índole.

**f) Capa de presentación (Capa 6).**

Es la encargada de manejar las estructuras de datos abstractas y realizar las conversiones de representación de datos necesarias para la correcta interpretación de los mismos. Esta capa también permite cifrar los datos y comprimirlos. En pocas palabras es un traductor.

**g) Capa de aplicación (Capa 7).**

Ofrece a las aplicaciones (de usuario o no) la posibilidad de acceder a los servicios de las demás capas y define los protocolos que utilizan las aplicaciones para intercambiar datos, como correo electrónico (POP y SMTP), gestores de bases de datos y servidor de ficheros (FTP). Cabe aclarar que el usuario normalmente no interactúa directamente con el nivel de aplicación. Suele interactuar con programas que a su vez interactúan con el nivel de aplicación pero ocultando la complejidad subyacente.

Hay otros protocolos de nivel de aplicación que facilitan el uso y administración de la red:

- SNMP (Simple Network Management Protocol).
- DNS (Domain Name System).

**1.4.2. Modelo TCP/IP.**

El modelo TCP/IP, describe un conjunto de guías generales de diseño e implementación de protocolos de red específicos para permitir que un equipo pueda comunicarse en una red. TCP/IP provee conectividad de extremo a extremo especificando cómo los datos deberían ser formateados, direccionados, transmitidos, enrutados y recibidos por el destinatario, como se muestra en la Figura 1.13.



**Figura 1.13:** Modelo TCP/IP.

La arquitectura del TCP/IP constas de 5 niveles o capas en las Se agrupan los protocolos, y que se relacionan con los niveles OSI de la siguiente manera:

- **Aplicación.-** se corresponde con los niveles OSI de aplicación, presentación y sesión.
- **Transporte.-** similar al nivel 4 del modelo OSI.
- **Internet.-** es el nivel de red del modelo OSI.
- **Físico.-** análogo al nivel físico del OSI.
- **Enlace.-** usualmente ligadas a los niveles 1 y 2 de OSI.

La arquitectura TCP/IP necesita funcionar sobre algún tipo de red o medio físico que proporcione sus propios protocolos para el nivel de enlace de Internet. Para transmitir la información a través de TCP/IP, esta debe ser dividida en unidades de menor tamaño. Esto proporciona grandes ventajas en el manejo de los datos que se transfiera y, por otro lado, esto es algo común en cualquier protocolo de comunicaciones.

## **1.5. Medios de transmisión.**

Un medio de transmisión es el canal que permite la transmisión de información entre dos terminales de un sistema de comunicación. La transmisión se realiza habitualmente empleando ondas electromagnéticas que se propagan a través del canal. A veces el canal es un medio físico y otras veces no, ya que las ondas electromagnéticas son susceptibles de ser transmitidas por el vacío.

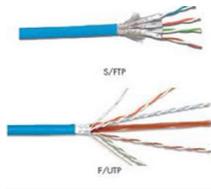
Dependiendo de la forma de conducir la señal a través del medio, los medios de transmisión se pueden clasificar en dos grandes grupos: medios de transmisión guiados y medios de transmisión no guiados.

### **1.5.1. Medios de transmisión guiados.**

Los medios de transmisión guiados están constituidos por un cable que se encarga de la conducción (o guiado) de las señales desde un extremo al otro. Las principales características de los medios guiados son el tipo de conductor utilizado, la velocidad máxima de transmisión, las distancias máximas que puede ofrecer entre repetidores, la inmunidad frente a interferencias electromagnéticas, la facilidad de instalación y la capacidad de soportar diferentes tecnologías de nivel de enlace.

La velocidad de transmisión depende directamente de la distancia entre los terminales, y de si el medio se utiliza para realizar un enlace punto a punto o un enlace multipunto. Debido a esto los diferentes medios de transmisión ofrecen distintas características y prestaciones como se puede observar en la Tabla 1.1.

**Tabla 1.1:** Medios de transmisión Guiados.

| Criterios                             | Cable Par Trenzado  | Cable Coaxial  | Fibra Óptica  |
|---------------------------------------|---|--|---|
| <b>Estructura interna</b>             |  |  |  |
| <b>Velocidad de Transmisión</b>       | 10- 100 Mbps  | 800 Mbps   | 2 Gbps  |
| <b>Ancho de banda</b>                 | 250 KHz   | 400 MHz  | 2 GHz   |
| <b>Resistencia a la interferencia</b> | Limitada media  | Media alta   | Alta  |
| <b>Tipo de señal</b>                  | Electromagnética  | Eléctrica  | Óptica  |
| <b>Tipo</b>                           | <b>UTP:</b> sin pantalla, más barato  | <b>Thick:</b> cable amarillo, grueso, más caro y seguro                            | <b>Mono-modo:</b> una sola línea y una sola señal.                                  |
|                                       | <b>STP:</b> Apantallado, más caro y seguro  |  |   |
|                                       | <b>FTP:</b> Trenzado individualmente  | <b>Thin:</b> Cable más económico y manejable que el Thick                          | <b>Multi-modo:</b> Varias líneas con varios datos, más inseguro.                    |
| <b>Tipo de conectores</b>             | RJ 45   | BNC, Barril, T, N, terminadores  | FC, FDDI, LC, Mc-Array, SC, SC  |

|                    |                                 |   |   |
|--------------------|---------------------------------|---|---|
|                    |                                 |   | dúplex, ST-BFOC   |
| <b>Ventajas</b>    | Bajo costo, fácil de manejar    | Diseñado para alta densidad de datos, protegido por PVC | Totalmente inmune a interferencias, rápido en la transmisión de datos |
| <b>Desventajas</b> | Poca protección y confiabilidad | No hay modulación                                       | Alto costo y fragilidad de los equipos                                |

### 1.5.2. Medios de transmisión no guiadas.

En este tipo de medios tanto la transmisión como la recepción de información se lleva a cabo mediante antenas. A la hora de transmitir, la antena irradia energía electromagnética en el medio. Por el contrario, en la recepción la antena capta las ondas electromagnéticas del medio que la rodea.

La configuración para las transmisiones no guiadas puede ser direccional y omnidireccional. En la direccional, la antena transmisora emite la energía electromagnética concentrándola en un haz, por lo que las antenas emisora y receptora deben estar alineadas. En la omnidireccional, la radiación se hace de manera dispersa, emitiendo en todas direcciones, pudiendo la señal ser recibida por varias antenas. Generalmente, cuanto mayor es la frecuencia de la señal transmitida es más factible confinar la energía en un haz direccional.

La transmisión de datos a través de medios no guiados añade problemas adicionales, provocados por la reflexión que sufre la señal en los distintos obstáculos existentes en el medio. Resultando más importante el espectro

de frecuencias de la señal transmitida que el propio medio de transmisión en sí mismo.

El primer intervalo se denomina de frecuencia *microondas*. En estas frecuencias de trabajo se pueden conseguir haces altamente direccionales, por lo que las microondas son adecuadas para enlaces punto a punto. Las microondas también se usan para las comunicaciones vía satélite. Las frecuencias que van desde 30 MHz a 1 GHz son adecuadas para las aplicaciones omnidireccionales. A este rango de frecuencias lo denominamos intervalo de *ondas de radio*.

*En la Tabla 1.2*, se resumen las características de transmisión en medios no guiados para las distintas bandas de frecuencia. Las microondas cubren parte de la banda de UHF y cubren totalmente la banda SHF; la banda de ondas de radio cubre la VHF y parte de la banda UHF. Otro rango de frecuencias importante para las aplicaciones de índole local, es la zona de *infrarrojos*, son útiles para la conexiones locales punto a punto así como para aplicaciones multipunto dentro de área de cobertura limitada

Por tanto, para enlaces punto a punto se suelen utilizar microondas (altas frecuencias). Para enlaces con varios receptores posibles se utilizan las ondas de radio (bajas frecuencias). Los infrarrojos se utilizan para transmisiones a muy corta distancia (en una misma habitación).

**Tabla 1.2:** Medios de transmisión no guiados.

| BANDA DE FRECUENCIA | NOMBRE             | MODULACION   | RAZON DE DATOS | APLICACIONES PRINCIPALES |
|---------------------|--------------------|--------------|----------------|--------------------------|
| 30-300 KHz          | LF (Low Frequency) | ASK, FSK,MSK | 0,1-100 bps    | NAVEGACION               |

|                     |                                |               |                |   |
|---------------------|--------------------------------|---------------|----------------|---|
| <b>300-3000 KHz</b> | MF (Medium Frecuency)          | ASK, FSK, MSK | 10-1000 bps    | RADIO AM COMERCIAL                                |
| <b>3-30 MHz</b>     | HF (High Frecuency)            | ASK, FSK, MSK | 10-3000 bps    | RADIO DE ONDA CORTA                               |
| <b>30-300 MHz</b>   | VHF (Very High Frecuency)      | FSK, PSK      | HASTA 100 Mbps | TELEVISION VHF, RADIO FM                          |
| <b>300-3000 MHz</b> | UHF (Ultra High Frecuency)     | PSK           | HASTA 10 Kbps  | TELEVISION UHF, MICROONDAS TERRESTRES             |
| <b>3-30 GHz</b>     | SHF (Super High Frecuency)     | PSK           | HASTA 100 Kbps | MICROONDAS TERRESTRES Y POR SATELITE              |
| <b>30-300 GHz</b>   | EHF (Extremely High Frecuency) | PSK           | HASTA 750 Mbps | ENLACES CERCANOS CON PUNTO A PUNTO EXPERIMENTADOS |

### 1.6. Ancho de banda.

El ancho de banda es el rango de frecuencias en el que una señal determinada existe. También se conoce como el rango de frecuencias donde se encuentra concentrada la mayor energía de la señal. En conexiones a Internet el ancho de banda es la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período de tiempo dado.

## **CAPÍTULO 2**

### **INTRODUCCIÓN A LAS REDES INALÁMBRICAS.**

## **CAPÍTULO 2**

### **2.1. INTRODUCCIÓN A LAS REDES INALÁMBRICAS.**

Las redes inalámbricas se han convertido en una alternativa bastante eficientes, respecto a las redes cableadas que hace algunos años han liderado el mercado, debido a su bajo costo, facilidad de instalación y la libertad que ofrecen para poder conectarse en cualquier lugar, por lo que actualmente es bastante habitual encontrar redes inalámbricas con tecnología Wi-Fi, implementadas en: salas de video-conferencia, almacenes, autos, barcos, cafeterías, hogares, instituciones públicas y privadas etc. Estas redes basadas en estándares implementados de diversos organismos han estado hasta poco relegadas a entornos de escasos metros cuadrados, un panorama que ha cambiado radicalmente con la inminente aparición de nuevas tecnologías y la modificación de las tramas de los protocolos de comunicación, que han permitido realizar enlaces de grandes distancias con altas prestaciones en cuanto a ancho y velocidad de transmisión. Así cabe mencionar algunas tecnologías inalámbricas en la actualidad como: la telefonía celular, sistemas satelitales, wimax, Wi-Fi, bluetooth, zigbee, GPS, etc.

Las redes Wi-Fi poseen una serie de ventajas, entre las cuales se puede destacar:

- ✓ 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 se podrá utilizar la tecnología Wi-Fi con una compatibilidad total.

Pero como red inalámbrica, la tecnología Wi-Fi presenta los problemas intrínsecos de cualquier tecnología inalámbrica. Algunos de ellos son:

- ✓ Una de las desventajas que tiene el sistema Wi-Fi es una menor 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 capturar paquetes, trabajando con su tarjeta Wi-Fi en modo promiscuo, de forma que puedan calcular la contraseña de la red y de esta forma acceder a ella.
- ✓ También no hay estudios concretos sobre la peligrosidad de las radiaciones usadas en las redes inalámbricas.
- ✓ Hay que señalar que esta tecnología no es compatible con otros tipos de conexiones sin cables como Bluetooth, GPRS, UMTS, etc.

En definitiva, las redes inalámbricas se perfilan como una de las tecnologías más prometedoras de los próximos años. Aunque se ha avanzado mucho en esta última década y se están dando pasos importantes en la consolidación de las comunicaciones inalámbricas, esta tecnología se encuentra actualmente en una fase de constante desarrollo e investigación, quedando por resolver varios obstáculos tanto técnicos como de regulación bajo mismos estándares, antes de que pueda penetrar con más fuerza en el mercado.

### **2.1.1. Red WLAN (*Wireless Local Area Network*).**

Una *red de área local inalámbrica*, también conocida como *WLAN* es un sistema de comunicación inalámbrico flexible, muy utilizado como alternativa a las redes de área local cableadas o como extensión de éstas. Usan tecnologías de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas. Estas redes van adquiriendo importancia en muchos campos, como almacenes o para manufactura, en los que se transmite la información en tiempo real a una terminal central. También son muy populares en los hogares para compartir el acceso a Internet entre varias computadoras.

### **2.1.2. Tecnología IEEE 802.11.**

La especificación IEEE 802.11 (ISO/IEC 8802-11), más conocida como *Wi-Fi* es un estándar internacional que define las características de una red de área local inalámbrica (WLAN). *Wi-Fi* (que significa "Fidelidad inalámbrica", a veces incorrectamente abreviado *Wi-fi*) es el nombre de la certificación otorgada por la Wi-Fi Alliance, anteriormente WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance), grupo que garantiza la compatibilidad entre dispositivos que utilizan el estándar 802.11. Por el uso indebido de los términos (y por razones de marketing) el nombre del estándar se confunde con el nombre de la certificación. Una red *Wi-Fi* es en realidad una red que cumple con el estándar 802.11.

Con *Wi-Fi* se pueden crear redes de área local inalámbricas de alta velocidad siempre y cuando el equipo que se vaya a conectar no esté muy alejado del punto de acceso. En la práctica, *Wi-Fi* admite ordenadores portátiles, equipos de escritorio, asistentes digitales personales (PDA) o cualquier otro tipo de dispositivo de alta velocidad con propiedades de conexión también de alta velocidad (11 Mbps o superior) dentro de un radio de varias docenas de metros en ambientes cerrados

(de 20 a 50 metros en general) o dentro de un radio de cientos de metros al aire libre.

Los proveedores de Wi-Fi están comenzando a cubrir áreas con una gran concentración de usuarios (como estaciones de trenes, aeropuertos y hoteles) con redes inalámbricas. Estas áreas se denominan "zonas locales de cobertura".

### 2.1.3. Estándares más utilizados.

En el ámbito comercial los sub estándares de Wi-Fi que actualmente más se están explotando y que por lo tanto se presentan a los AP son: 802.11b, 802.11g y 802.11n, como se puede observar en la Tabla 2.1:

**Tabla 2.1:** Comparación de Sub-estándares.

| ESTANDARES      | Velocidad Transmisión Máxima (Mbps) | Throughput Máximo Típico (Mbps) | Banda de Frecuencia | Radio de Cobertura Típico (Interior) | Radio de Cobertura Típico (Exterior) |
|-----------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 802.11 a/h      | 54 Mbps                             | 22Mbps                          | 5 GHz               | 85 m                                 | 185 m                                |
| 802.11b         | 11                                  | 6Mbps                           | 2.4 GHz             | 50 m                                 | 140 m                                |
| 802.11g         | 54                                  | 22 Mbps                         | 2.4 GHz             | 65 m                                 | 150 m                                |
| 802.11n (40MHz) | >300 Mbps                           | >100 Mbps                       | 5 GHz               | 120 m                                | 300 m                                |
| 802.11n (20Mz)  | 144 Mbps                            | 74 Mbps                         | 2.4 GHz y 5GHz      | 120 m                                | 300 m                                |

### 2.2. SSID (Identificador de conjunto de servicio).

El **SSID** es un nombre incluido en todos los paquetes de una red inalámbrica (Wi-Fi) para identificarlos como parte de esa red. El código consiste en un máximo de 32 caracteres que la mayoría de las veces son alfanuméricos (aunque el estándar no lo especifica, así que puede

consistir en cualquier carácter). Todos los dispositivos inalámbricos que intentan comunicarse entre sí deben compartir el mismo SSID. A menudo al SSID se le conoce como nombre de la red.

Uno de los métodos más básicos de proteger una red inalámbrica es desactivar la difusión (*Broadcast*) del SSID, ya que para el usuario medio no aparecerá como una red en uso. Sin embargo, no debería ser el único método de defensa para proteger una red inalámbrica. Se deben utilizar también otros sistemas de cifrado y autenticación.

### **2.3. DHCP (Protocolo de configuración dinámica de *host*).**

**DHCP** es un protocolo de red que permite a los clientes de una red IP obtener sus parámetros de configuración automáticamente. Se trata de un protocolo de tipo cliente/servidor en el que generalmente un servidor posee una lista de direcciones IP dinámicas y las va asignando a los clientes conforme éstas van estando libres, sabiendo en todo momento quién ha estado en posesión de esa IP, cuánto tiempo la ha tenido y a quién se la ha asignado después.

### **2.4. Seguridad de Redes Inalámbricas.**

Transmitir datos a través de las ondas de radio implica amenazas adicionales para la seguridad que demandan medidas de seguridad superiores a las existentes en redes cableadas. Puesto que la mayor parte de los equipos inalámbricos están provistos de características de seguridad incorporadas, es posible implantar alta seguridad sin ningún gasto adicional.

El protocolo 802.11 implementa encriptación WEP, sin embargo no es un método cien por ciento fiable, por lo que en la práctica existen otras aplicaciones para Linux y Windows como: AiroPeek, AirSnort, AirMagnet o WEPCrack que, escaneando el suficiente número de paquetes de información de una red Wi-Fi, son

capaces de obtener las claves WEP utilizadas y permitir el acceso de intrusos a nuestra red.

WEP.- Fue el primer estándar de seguridad para redes Wi-Fi. Hoy está superado. No debes usar WEP para proteger tu red inalámbrica si tienes alternativa. Su protección es demasiado débil. Se puede crackear un cifrado WEP en pocos minutos usando las herramientas adecuadas.

WPA.- Surgió para corregir las limitaciones del WEP. Introdujo mejoras de seguridad como el TKIP (*Temporal Key Integrity Protocol*), que varía por sí solo la contraseña Wi-Fi cada cierto tiempo. Su variante más normal es la WPA-Personal. Usa el sistema PSK, o de clave pre compartida. En él, todos los usuarios de la red inalámbrica tienen una misma contraseña Wi-Fi, que el propio usuario define. Ve más abajo cómo elegir una clave fuerte. También hay una versión WPA empresarial (*WPA-Enterprise*), que ofrece seguridad adicional al obligar al usuario a identificarse con un nombre y contraseña en sistemas de autenticación especiales.

Más que hablar de la gran regla de la seguridad se puede hablar de una serie de estrategias que, aunque no definitivas de forma individual, en su conjunto pueden mantener nuestra red oculta o protegida de ojos ajenos.

Algunas de estas estrategias son y su respectivo grado de complejidad, se muestran en la Tabla 2.2:

**Tabla 2.2:** Ítems de seguridad de Redes.

| ITEM                                 | COMPLEJIDAD |
|--------------------------------------|-------------|
| 1. Cambiar la contraseña por defecto | BAJA        |
| 2. Usar encriptación WEP/WPA         | ALTA        |
| 3. Cambiar el SSID por defecto       | BAJA        |
| 4. Desactivar el broadcasting SSID   | MEDIA       |

|  |              |
|--|--------------|
| 5. Activar el filtrado de direcciones MAC                        | <b>ALTA</b>  |
| 6. Establecer el N° máximo de dispositivos que pueden conectarse | <b>MEDIA</b> |
| 7. Desactivar el DHCP  | <b>ALTA</b>  |
| 8. Desactivar el AP cuando no lo uses                            | <b>BAJA</b>  |
| 9. Cambiar las claves WEP regularmente                           | <b>MEDIA</b> |

A continuación se detalla las principales estrategias usadas en la práctica para mejorar la seguridad en redes Wi-Fi

#### **2.4.1. Asegurar el Punto de Acceso.**

Se debe cambiar la clave del punto de acceso que viene por defecto por defecto de acceso a la administración del Punto de Acceso. Al usar un fabricante la misma contraseña para todos sus equipos, es fácil o posible que el observador la conozca. Hay que evitar el uso de contraseñas fáciles de descifrar como tu fecha de nacimiento, el nombre de tu pareja, etc. Es conveniente intercalar letras con números.

#### **2.4.2. Aumentar la seguridad de los datos transmitidos.**

Al configurar el AP, es necesario activar la encriptación WEP, de 128 o 64 bits. Cuanto mayor sea el número de bits mejor es la seguridad. Los Puntos de Acceso más recientes permiten escribir una frase a partir de la cual se generan automáticamente las claves. Es importante que en esta frase incluya letras mayúsculas, minúsculas y números.

Algunos Puntos de Acceso más recientes soportan también encriptación WPA (Wi-Fi Protected Access), encriptación dinámica y más

segura que WEP. Si al configurar el AP, se ha optado por la técnica de encriptación WPA, es necesario que todos los equipos, accesorios y software de la red estén en la capacidad de soportar dicha técnica.

#### **2.4.3. Ocultar nuestra red Wi-Fi.**

Es recomendable cambiar el SSID que viene por defecto. Es bastante común que los usuarios asignen al SSID nombres como: "MiAP", "APManolo" o el nombre de la empresa es preferible escoger algo menos atractivo para el observador, como puede ser "Broken", "Down" o "Desconectado". Si no se llama la atención del observador hay menos posibilidades de que éste intente acceder a la red inalámbrica.

#### **2.4.4. Desactiva el broadcasting SSID.**

El broadcasting SSID permite que los nuevos equipos que quieran conectarse a la red Wi-Fi identifiquen automáticamente los datos de la red inalámbrica, evitando así la tarea de configuración manual. Al desactivarlo el usuario de la red tendrá que introducir manualmente el SSID en la configuración de cada nuevo equipo que desee incorporarlo.

#### **2.4.5. Activa el filtrado de direcciones MAC.**

Al acceder a la configuración del AP, se debe activar el filtrado MAC de los equipos que van a formar parte de la red. Al activar el filtrado MAC únicamente los dispositivos con las direcciones MAC especificadas se podrán conectar a la red inalámbrica. Por un lado es posible conocer las direcciones MAC de los equipos que se conectan a la red con tan sólo "escuchar" con el programa adecuado, ya que las direcciones MAC se transmiten "en abierto", sin encriptar, entre el Punto de Acceso y el equipo.

Además, aunque en teoría las direcciones MAC son únicas a cada dispositivo de red y no pueden modificarse, hay comandos o programas que permiten simular temporalmente por software una nueva dirección MAC para una tarjeta de red. Existen versiones de AP que permiten establecer el número máximo de equipos que pueden acceder a la red al mismo tiempo.

#### **2.4.6. Desactiva el DHCP.**

Este protocolo si está habilitado “que es lo normal” nos permite que un servidor asigne automáticamente las direcciones IP, mascara y puerta de enlace, a los ordenadores clientes conforme estos las van necesitando. Al desactivar el DHCP se puede evitar la conexión a la red de clientes no deseados y si deseara conectarse a la red de datos debería conocer el rango de las IP que usamos en nuestra red para introducirlas a mano.

#### **2.4.7. Desconecta el AP cuando no lo uses.**

Al desconectar el punto de acceso se evitara que nuestra red aparezca en las conexiones de redes inalámbricas y de esta manera se puede bloquear la conexión de clientes extraños a la red. Al conectar nuestro AP nuevamente no necesitaremos configurar la red, ya que esta guarda automáticamente la configuración.

#### **2.4.8. Cambia las claves WEP regularmente.**

Se debe cambiar periódicamente la clave WEP ya que son relativamente fáciles de vulnerar. Esto evitara que personas extrañas se conecten a la red de forma fácil. Utiliza caracteres especiales, números y letras para dificultar el trabajo a los hackers. Hoy en día existen programas que pueden descifrar las claves de una conexión inalámbrica fácilmente. Si esta clave fuera descifrada el usuario malintencionado tendrá acceso total a la red.

## 2.5. Criterios Técnicos para el diseño de una Red Inalámbrica.

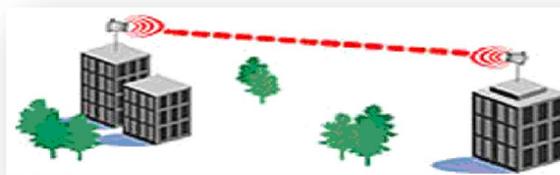
Para el diseño de una red inalámbrica en el espacio libre, existen ciertos criterios referentes a las distancias que es posible cubrir, el modelo de arquitectura que se utilizará; la localización de los equipos; áreas de cobertura; selección de las antenas; capacidad y métodos de expansión; capacidad, eficiencia, monitoreo de los equipos y regulación del ancho de banda por usuario.

### 2.5.1. Arquitectura de la Red.

Existen 4 tipos de arquitecturas inalámbricas: punto a punto, punto multipunto, celular y mesh. Dependiendo de la aplicación para la que se va a implementar la red inalámbrica, se seleccionará la arquitectura que mejor se ajuste a los requerimientos técnicos exigidos.

#### a) Arquitectura Punto a Punto.

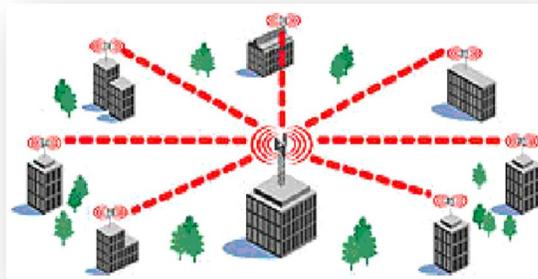
La arquitectura punto a punto o también llamadas peer-to-peer o arquitectura de pares, son aquellas que responden a un tipo de arquitectura de red en las que cada canal de datos se usa para comunicar únicamente dos nodos. Las redes punto a punto son relativamente fáciles de instalar y operar, su aplicación se puede darse al conectar dos computadoras por medio de cable, también en un enlace a larga distancia entre dos puntos determinados, en telefonía vía internet, etc. A continuación se muestra en la Figura 2.1 un enlace inalámbrico.



**Figura 2.1:** Arquitectura punto a punto.

### b) **Arquitectura Punto Multipunto.**

Esta arquitectura es la forma más barata de proveer conectividad desde un nodo a muchos sitios de usuarios. Al equipo inalámbrico en el nodo se le conoce como Punto de Acceso (*Access Point*, o AP para abreviar). Al equipo en cada usuario final se le conoce generalmente como Equipo Cliente o CPE (*Customer Premises Equipment*). La arquitectura punto multipunto es utilizada, por ejemplo, cuando se quiere proveer conectividad entre edificios en un mismo sector. Otro uso de la arquitectura punto multipunto resulta cuando quiere darse acceso a Internet a varios usuarios, como se muestra en la Figura 2.2. Dependiendo de la cantidad de usuarios en cuestión, puede dividirse el nodo en varios sectores para incrementar la capacidad de la red. Cada sector tiene su propio radio dedicado, su sistema de antenas y frecuencia.

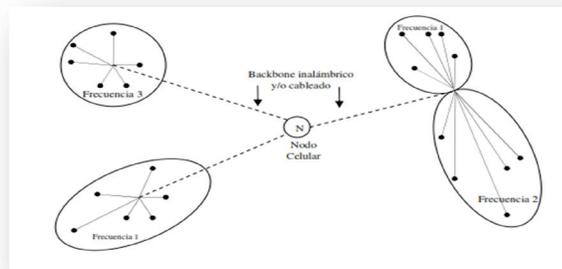


**Figura 2.2:** Arquitectura punto multipunto sin sectorización.

### c) **Arquitectura Celular.**

Cuando varias redes punto multipunto se conectan al mismo sistema de distribución (llamado *backbone* o espina dorsal), las mismas que están diseñadas para poder reutilizar las mismas frecuencias en diferentes áreas, el resultado es una red celular. La red *backbone* puede ser cableada o inalámbrica.

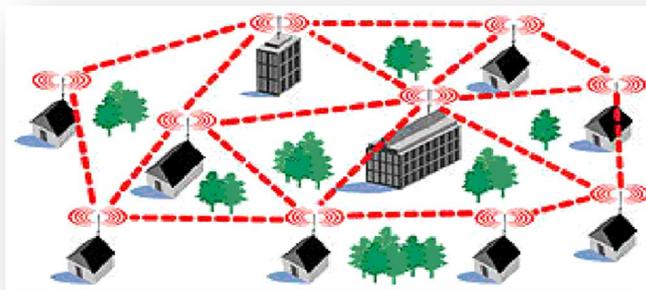
El ejemplo más común de una red celular es la red de teléfonos móviles (o telefonía celular). Un teléfono móvil es un dispositivo portátil que recibe o realiza llamadas a través de una celda (estación base), o torre de transmisión. Se utilizan ondas de radio para transferir señales hacia y desde el teléfono celular. La Figura 2.3 muestra un diagrama de una red celular que incluye tres redes punto multipunto.



**Figura 2.3:** Arquitectura celular.

**d) Arquitectura Mesh.**

La arquitectura *Mesh* es una arquitectura multipunto a multipunto con una o más puntos de interconexión a Internet. En una red *Mesh* cada nodo puede conectarse con cualquier otro nodo que este encendido y dentro de un rango de alcance inalámbrico. Redes de este tipo regularmente se desarrollan en áreas con muchos usuarios situados relativamente cerca uno de otro. La red *Mesh* realiza dos funciones: como repetidor/ruteador inalámbrico y como nodo final (cliente). Los paquetes pueden viajar a través de muchos nodos intermedios para alcanzar al nodo final. Si uno o más de los nodos intermedios está apagado o deshabilitado, el paquete es re-enrutado dinámicamente a través de los otros nodos intermedios. La Figura 2.4 muestra un diagrama de una red tipo *Mesh*.



**Figura 2.4:** Arquitectura *Mesh*.

## **2.6. Localización de los Equipos.**

Debido a que la aplicación que se va a implementar trabaja con potencias de transmisión muy bajas y una frecuencia que trabajan en el rango de vía microonda, resulta indispensable que exista línea de visión (LOS) entre el punto de acceso y los equipos abonados asociados a este; es decir, que los equipos puedan “verse” sin obstrucciones físicas entre ellos como por ejemplo: una casa, un árbol, una pared, etc.

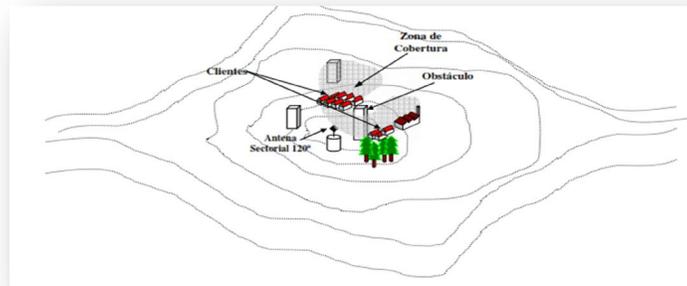
La posición geográfica del equipo de transmisión está destinada a cubrir la mayor cantidad de usuarios posible o deseable. Por lo tanto, se escoge un sitio en alto que tenga la mayor visibilidad posible sin obstrucción entre el punto de acceso y los clientes que se desean asociar a él; podría hacerse, por ejemplo, en una colina, un tanque de agua, o construir una torre para colocar el equipo y la antena.

## **2.7. Áreas de Cobertura.**

En general el área de cobertura depende de los siguientes factores: la potencia de los equipos y el patrón de radiación de las antenas.

Las zonas de cobertura en realidad no son figuras regulares, de hecho, son proporcionales al patrón de radiación de la antena que se coloque y

se distorsionan dependiendo de los obstáculos del terreno, tal como lo muestra la Figura 2.5.



**Figura 2.5:** Zona de cobertura.

Cuando una señal inalámbrica se desplaza en el espacio, ésta viaja expandiéndose y degradándose conforme avanza; se difracta, se refleja y se atenúa. Por ese motivo el área de cobertura debe ser planificada para cubrir puntos donde exista únicamente línea de vista (LOS), la posición del equipo y el patrón de radiación de la antena con respecto de los clientes es crucial.

## **2.8. Selección de las antenas.**

La antena es un dispositivo que sirve para transmitir y recibir ondas de radio. Convierte la onda guiada por la línea de transmisión en ondas electromagnéticas que se pueden transmitir por el espacio libre. Existen muchísimos y variados diseños de antenas en el mercado, pero la selección de éstas se hace de acuerdo a tres factores principales:

- ✓ El rango de frecuencias de operación.
- ✓ El patrón de radiación.
- ✓ La polarización.

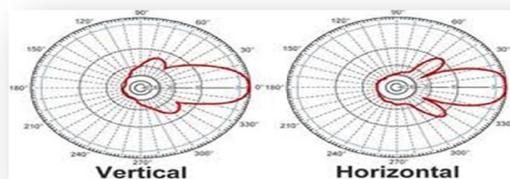
### 2.8.1. Ancho de Banda.

Todas las antenas, debido a su geometría finita, están limitadas a operar satisfactoriamente en una banda o margen de frecuencias. Este intervalo de frecuencias, en el que un parámetro de antena determinada no sobrepasa los límites prefijados, se conoce como el ancho de banda de la antena. El ancho de banda se puede especificar como la relación entre el margen de frecuencias en que se cumplen las especificaciones y la frecuencia central.

Las antenas utilizadas para HF son diferentes de las antenas utilizadas para VHF, las cuales también son diferentes de las antenas para microondas. La longitud de onda es diferente para diferentes frecuencias, por lo tanto las antenas deben ser diferentes en tamaño para radiar señales a la correcta longitud de onda.

### 2.8.2. Patrón de Radiación.

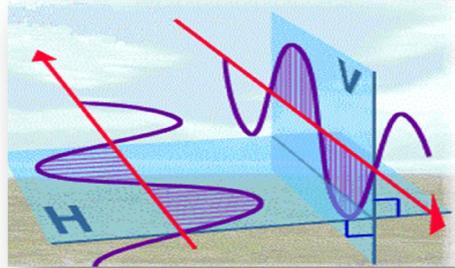
Es una representación gráfica de las propiedades de radiación de la antena en función de las coordenadas espaciales. En la mayoría de los casos, el patrón de radiación es determinado para la región de campo lejano. Las propiedades incluyen: intensidad de radiación, fuerza del campo, fase, polarización. La propiedad de radiación que más interesa es la distribución tridimensional de la energía radiada como función de un observador a lo largo de un radio constante. En la figura 2.5 se puede observar el patrón de radiación en el plano vertical y horizontal.



**Figura 2.6:** Patrón de radiación vertical-horizontal.

### 2.8.3. La polarización.

Este dato indica la orientación de los campos electromagnéticos que emite o recibe una antena, en la Figura 2.7 se puede ver los dos tipos de polarización de una antena. Estos pueden ser los siguientes:



**Figura 2.7:** Polarización de antena Horizontal-Vertical.

- a) **Vertical.**- cuando el campo eléctrico generado por la antena es vertical con respecto al horizonte terrestre (de arriba-abajo).
- b) **Horizontal.**- cuando el campo eléctrico generado por la antena es paralelo al horizonte terrestre.

### 2.9. Capacidad y métodos de expansión.

La capacidad de la red está determinada por el tipo de arquitectura, los equipos y los servicios que se prestan. Algunos equipos son capaces de manejar cierta cantidad de tráfico de datos, conexiones y número de paquetes, por lo cual el tipo de servicio que se presta también afecta el desempeño en general. El tipo de arquitectura influye también, cómo se mencionó anteriormente una red punto a punto tiene mayor capacidad de transmisión de datos, pero poca capacidad de crecimiento; una red celular tiene alta capacidad de crecimiento y menor capacidad de tráfico por usuario, etc.

Es importante hacer una planeación del desarrollo de la red, dados los servicios que se prestarán, el número de usuarios que se integrarán en el futuro a la red y la arquitectura que será apropiada para ello.

#### **2.10. Calidad, eficiencia y monitoreo de los equipos.**

La calidad de los enlaces se degrada con el tiempo. Esto se debe a varios factores, como el aumento de humedad en el dieléctrico del cable o por la degradación por variaciones de temperatura en las zonas de contacto de los conectores (un fenómeno llamado *inter modulación pasiva*). Una buena instalación puede aumentar notablemente la duración de la calidad del enlace.

Pero también la calidad del enlace se ve afectada por el ruido presente en el ambiente generando una caída del *throughput* (capacidad de tráfico en el enlace) cuando se tiene pérdida de paquetes y retransmisiones e incluso desconexión; en general, cualquier caída en el *throughput* significa que tenemos un problema de red.

Un enlace se vuelve ineficiente cuando no puede operar a su capacidad completa. Para mejorar la eficiencia de los enlaces es necesario realizar monitoreos regulares de los equipos conectados a la red, el mismo que debe realizarse observando los niveles de ruido presente en el ambiente, y revisando los equipos clave que deben estar conectados a la red para no interrumpir el servicio.

Los equipos que se seleccionen para montar la infraestructura de red deben tener la capacidad de soportar protocolos que permitan realizar la gestión y monitoreo de los mismos.

#### **2.11. Regulación del ancho de banda por usuario.**

La regulación del ancho de banda permite manejar el total de ancho de banda disponible, para ofrecer diferentes niveles de servicios a diferentes usuarios o grupos de usuarios finales.

La regulación de ancho banda es una característica de calidad de servicio (QoS, Quality of Service) que algunos equipos incluyen, pero también puede comprarse equipos adicionales para lograr la regulación, equipo que incluso permite regular no sólo a usuarios, sino a servicios y protocolos de servicios.

La selección de equipo de regulación de ancho de banda debe hacerse no sólo para poder aprovechar la capacidad de los equipos, sino también el ancho de banda de los servicios de los que se dispone. Por ejemplo, si se tratase de Internet, se dispone de una cantidad determinada de ancho de banda y se fracciona para poder ser utilizado por cada uno de los usuarios finales de tal modo que todos los usuarios puedan disponer del servicio.

**CAPÍTULO 3**  
**DESCRIPCIÓN DE ARQUITECTURA Y EQUIPOS A UTILIZAR**  
**EN EL PROYECTO.**

## CAPÍTULO 3

### 3. DESCRIPCIÓN DE ARQUITECTURA Y EQUIPOS A UTILIZAR EN EL PROYECTO.

El proyecto que se implementó pretende distribuir Internet como servicio a un número determinado de usuarios finales en la Brigada de Selva 17 “Pastaza”, ubicada en la ciudad del Puyo. Se toman como consideraciones especiales que la geografía de la zona es primordialmente plana, sin zonas boscosas, ni accidentes geográficos apreciables. El casino de voluntarios de la “17-BS Pastaza” se encuentra sin edificaciones particularmente altas que signifiquen en determinados casos una obstrucción a la línea de visión. Los niveles de ruido electromagnético son, en general, bajos; por encontrarse a una distancia apreciable de la ciudad donde los proveedores de radio, servicio de telefonía celular y enlaces de datos que puedan generar interferencias electromagnéticas para los equipos de transmisión. En la Figura 3.1 muestra una vista panorámica de la zona en la que se implementó el proyecto.



**Figura 3.1:** Zona de implementación.

Se puede apreciar que las condiciones descritas en el párrafo anterior, hace que la ubicación de la zona de servicio sea ideal para el tipo de distribución que se va a implementar. Así mismo se puede apreciar en la Figura 3.2 la imagen satelital del lugar de implementación de nuestro proyecto de Tesis.



**Figura 3.2:** Foto Satelital del lugar de implementación.

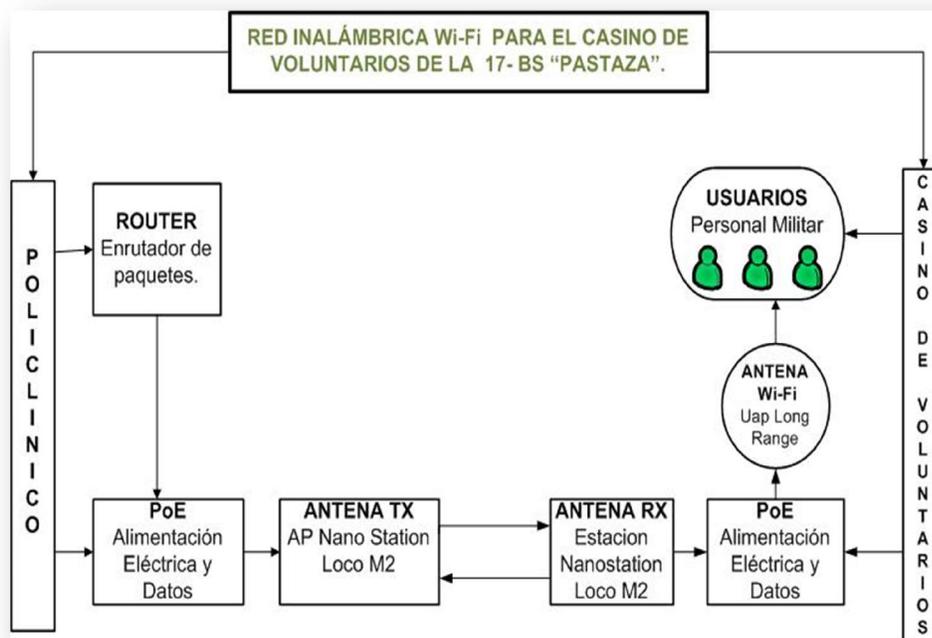
La posición que nos entrega el GPS Garmin 60 para la implementación del proyecto se muestra en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1:** Coordenadas de los puntos de enlace vía GPS

| COORDENADAS DE LOS PUNTOS DE ENLACE |                                   |                   |                        |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|------------------------|
| Orden                               | Nombre                            | Coordenadas       | Distancia entre puntos |
| 01                                  | Policlínico ( TX ).               | S 01° 30' 22,7".  | 600m aprox.            |
|                                     |                                   | W 078° 03' 52,1". |                        |
| 02                                  | Casino de voluntarios.<br>( RX ). | S 01° 30' 30,50". |                        |
|                                     |                                   | W 078° 03' 49,9". |                        |

### 3.1. Descripción de la Arquitectura.

La arquitectura seleccionada para el proyecto es de tipo punto-multipunto, porque permite que varios usuarios puedan compartir un mismo servicio, con una eficiente distribución del ancho de banda. También es ideal por cumplirse la condición de tener línea de vista con todos los usuarios del servicio con el nodo de distribución. Esto desde luego va enlazado a los requerimientos económicos, ya que una arquitectura de este tipo, brinda la facilidad de interconectar de modo más barato a un nodo con muchos puntos de usuarios. La Figura 3.2 muestra un diagrama esquemático de la arquitectura implementada.



**Figura 3.3:** Esquema de la arquitectura propuesta.

El personal militar accede a los servicios prestados por la red *Ethernet*, a través de la conexión inalámbrica y dentro de los rangos de cobertura de 180 mts establecidos en la red inalámbrica.

A continuación se describe brevemente como está constituida nuestra red implementada en el casino de la Brigada de Selva N° 17 "Pastaza": El punto de internet asignado se encuentra en el policlínico, el cual nos facilita un router d-link. Mediante un cable de red para interiores categoría 5 o 6 (8 hilos) se conecta el puerto LAN del inyector PoE al router d-link del policlínico, del PoE se conecta un cable categoría 5 o 6 para exteriores hacia el PoE principal de la antena NanoStation Loco M2, el cable de alimentación se conecta directamente al inyector PoE. La antena 1 NanoStation Loco M2 ubicada en la terraza del policlínico, transmite vía inalámbrica la señal de internet hacia el casino de voluntarios. La antena 2 NanoStation Loco M2 ubicada en el techo del casino recibe la señal inalámbrica emitida por la antena 1. Del PoE principal de la antena 2, se conecta un cable categoría 5 o 6 para exteriores hacia el PoE del inyector, el puerto LAN del inyector PoE se conecta con cable para interiores categoría 5 o 6 al puerto LAN del inyector PoE de la antena UAP Long Range, y del PoE se conecta un cable para interiores categoría 5 o 6 a la antena Unifi UAP Long Range que es la antena omnidireccional, la cual emite la señal de internet con un radio de 180 mts a la redonda del casino de voluntarios. Todos los inyectores PoE deben estar alimentados a 110 V respectivamente para su funcionamiento, teniendo en cuenta que el casino consta de puesta a tierra para la protección de los equipos.

Los bloqueos de seguridad implementados son indispensables debido a la posibilidad de recibir ataques de *hackers*, *virus* y software malintencionado dentro y fuera de la red de acceso. La administración de las conexiones de los clientes se hace a través del equipo inalámbrico y las opciones de tráfico (acceso a páginas o servicios); todo esto puede modificarse desde cualquier conexión de Internet haciendo uso de los IP públicos que el proveedor de servicio de Internet suministre.

### **3.2. Descripción de los Equipos utilizados en el proyecto.**

Los equipos utilizados en la implementación del proyecto pertenecen al grupo *Wi-Fi Ubiquiti*. Se escogieron equipos *AIRMAX, Ubiquiti NanoStation Loco M2 - 2.4 GHz. 8 dBi Mimo* y *Unifi UAP Long Range*

#### **3.2.1. Nanostation LOCO M2 - 2.4 GHz. 8 dBi MIMO.**

Es un equipo de exterior muy compacto, que incluye 2 antenas (MIMO) de 8 dBi de ganancia para la banda de 2.4 GHz. La velocidad de transferencia real del equipo es de hasta 150 Mbps. Otra gran ventaja es la elevada velocidad de transferencia del estándar 802.11n, gracias a la tecnología TDMA (Time Division Multiplexing), permite conectarse a más de 300 clientes al equipo. Este modelo tiene una baja latencia en comparación con los predecesores Nanostation M, el Nano Loco M2 tiene un procesador con mayor frecuencia de reloj de 400 MHz y más memoria. Posee en la parte trasera un indicador de señal (leds luminosos) específico para indicar la intensidad de la señal. El equipo es compatible con IPv6 en modo bridge y WDS. *El modo bridge* como especifica el nombre, se realiza un puente inalámbrico entre dispositivos. Dos puntos de acceso en modo “bridge” solo se conectan entre ellos. Este tipo de conexión es útil cuando estás conectando dos edificios o localizaciones separadas donde instalar cableado no resulta fácil o económicamente viable. *El modo WDS* es un sistema que permite la interconexión inalámbrica de puntos de acceso en una red IEEE 802.11. Permite que la red pueda ser ampliada mediante múltiples puntos de acceso sin la necesidad de un cable troncal que los conecte. El equipo incluye el inyector PoE de 15V necesario para su alimentación, como muestra en la Figura 3.3.



**Figura 3.4:** Nanostation Loco M2 - 2.4 GHz. 8 dBi Mimo.

Este dispositivo utiliza la nueva versión de firmware AirOS V. Por esta razón, es posible que el dispositivo no sea totalmente compatible con otros dispositivos de radio. El sistema AirOS está mejorándose continuamente por lo que se recomienda tener actualizado siempre el firmware a la última versión.

**a) Especificaciones técnicas del NanoStation Loco M2:**

A continuación se muestra en la Tabla 3.1, las especificaciones técnicas del equipo NanoStation Loco M2:

**Tabla 3.2:** Especificaciones del equipo NanoStation M2.

| <i><b>ESPECIFICACION</b></i>         | <b>DESCRIPCION</b> |
|--------------------------------------|--------------------|
| <i><b>Modo de funcionamiento</b></i> | AP, Cliente, WDS.  |
| <i><b>Frecuencia</b></i>             | 2400 - 2486 MHz    |

|   |   |
|---|---|
| <b>DHCP</b>   | Si  |
| <b>Velocidad de transmisión</b>                     | Hasta 300 Mbps.<br><i>Estándar:</i> 802.11b/g/n.<br><i>Chipset:</i> Atheros |
| <b>Potencia de salida</b>                           | 23 dBm  |
| <b>Sensibilidad</b>                                 | -96 dBm   |
| <b>Modulación</b>                                   | OFDM, DBPSK, DQPSK, CCK,<br>64 QAM, 16 QAM.                                 |
| <b>Encriptación</b>                                 | WEP, WPA, WPA2  |
| <b>Puerto LAN</b>                                   | 1x RJ45 10/100 Mbps   |
| <b>Fuente de alimentación</b>                       | 24 V, 0,8 A   |
| <b>Dimensiones</b>                                  | 163 x 31 x 80 mm  |
| <b>Peso</b>   | 0,18 kg   |
| <b>Interface</b>                                    | LAN, Wi-Fi  |
| <b>Sistema operativo soportado</b>                  | AirOS V   |
| <b>Ganancia</b>                                     | 8 dBi   |
| <b>Polarización: Lineal (horizontal y vertical)</b> | <i>Ancho de Haz H-pol:</i> 60°/60°<br><i>Ancho de Haz V-pol:</i> 60°/60°    |

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

Unifi es un revolucionario sistema Wi-Fi que combina un rendimiento de clase portadora, escalabilidad ilimitada y un controlador de administración virtual.

La UAP-Long Range tiene un alcance mayor que la UAP modelo base con un alcance de hasta 600 pies. Los puntos de acceso UniFi cuentan con la última tecnología MIMO Wi-Fi 802.11n, capaz de alcanzar velocidades de 300Mbps con un alcance de hasta 500 pies (152m), en la Figura 3.4 se observa el equipo.



**Figura 3.5:** Unifi UAP-Long Range 2.4GHz

La gama de UniFi AP largo utiliza un diseño limpio industrial que combina a la perfección en los entornos típicos. Todos los accesorios están incluidos para montar los dispositivos, ya sea en la pared o el techo. También se incluye Power Over Ethernet (POE) que permite la funcionalidad de alimentación y datos para llevar a través de un único cable Ethernet al dispositivo. En la parte frontal del centro del dispositivo, el equipo dispone de un anillo de LED, que proporciona al administrador el seguimiento de la ubicación y alertas de cada dispositivo.

UniFi es la solución Wi-Fi escalable para empresas, fácil de implementar y administrar. El punto de acceso tiene un diseño elegante y se puede colocar fácilmente en una placa del techo o en la pared, utilizando para ello el hardware de montaje incluido.

El sistema Wi-Fi UniFi incluye un potente software de control. El software se instala en cualquier PC dentro de la red y es fácilmente accesible a través de cualquier navegador web. A través del software de control de Unifi, la red empresarial Wi-Fi puede ser configurada y administrada sin ningún entrenamiento especial. Funciones avanzadas como la consulta del estado del dispositivo en tiempo real, detección automática de dispositivos Unifi, carga del mapa de ubicación de los equipos y las opciones de seguridad están perfectamente integradas.

**a) Especificaciones técnicas del UAP-Long Range 2.4GHZ.**

En la Tabla 3.2 se muestra las especificaciones técnicas del equipo Unifi UAP Long Range.

**Tabla 3.3:** Especificaciones técnicas del UAP Long Range.

| <b>ESPECIFICACION</b>                     | <b>DESCRIPCION</b>                         |
|---|--|
| <b>Puerto Ethernet</b>                    | 10/100Mbps                                 |
| <b>Antena incorporada omnidireccional</b> | (2.32 - 2.55 GHz).                         |
| <b>Peso</b>                               | 290 g (430 g con kit de montaje)           |
| <b>Estándar Wi-Fi</b>                     | 802.11 b/g/n                               |
| <b>Dimensiones</b>                        | 20 x 20 x 3.65 cm                          |
| <b>Fuente de Alimentación</b>             | POE 24V, 1A incluida                       |
| <b>Alimentación a través de Ethernet</b>  | (12-24V).                                  |
| <b>Seguridad inalámbrica</b>              | WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i. |
| <b>Montaje para pared/techo</b>           | Kit incluido                               |
| <b>Temperatura de funcionamiento</b>      | -10°C a 70°C (14°F a +158° F)              |
| <b>Humedad de funcionamiento</b>          | 5% - 80%.                                  |

|   |   |
|---|---|
| <b>Gestión Avanzada de Tráfico</b>      | <ul style="list-style-type: none"><li>✓ VLAN 802.1Q</li><li>✓ QoS avanzado priorización WLAN</li><li>✓ Soporta Isolation de clientes</li><li>✓ WMM Voice, video, best effort, and background</li><li>✓ Clientes concurrentes 100+</li></ul> |
| <b>Botón Reset</b>                      |   |
| <b>Modo ahorro de energía soportado</b> |   |

**CAPÍTULO 4**  
**CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED**  
**INALÁMBRICA**

## **CAPÍTULO 4**

### **4.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL EQUIPO NANOSTATION.**

Considerando que uno de los principales problemas técnicos que se presenta en la implementación de una red inalámbrica es la falta de compatibilidad entre equipos, se ha decidido utilizar dispositivos que cumplen con este requerimiento y que a la vez ofrecen altas prestaciones.

Se ha seleccionado al equipo NanoStation Loco M2 para la implementación de la red “espe2013” por las siguientes características:

- Es un dispositivo compacto.
- Apto para usarlo en exteriores.
- Utiliza un chip ampliamente extendido en dispositivos Wi-Fi.
- Tiene un precio competitivo.
- Tiene una antena integrada de 10 db.
- Potencia de Transmisión de 400 mw.
- Dispone de un conector SMA para la conexión de una antena más potente, suministrando corriente a través del cable de red.
- PoE integrado.
- Sistema operativo AirOS, gratuito.
- Puede hacer uso de los servicios de Router, Cortafuegos, Servidor DHCP.
- Posee enmascaramiento de DNS, Desvío de Puertos, Log, etc.

Ubiquiti, con sus clientes, realiza mejoras continuas en el firmware y publica el Código Fuente del sistema operativo, para que los usuarios puedan también realizar mejoras. Si se está a menos de 1km del repetidor, y tenemos visión directa y sin obstáculos, se podrá hacer uso del NanoStation.

También se debe tener en cuenta que estos dispositivos deben ser ubicados correctamente, hay que tener presente la línea de vista para

obtener buena señal, evitando obstáculos posibles. Al operar en la red con un dispositivo con baja señal, puede afectar el rendimiento de la misma.

#### **4.2. Configuración de Nanostation Loco M2 como AP.**

Prácticamente todos los dispositivos de la marca Ubiquiti pueden utilizarse como punto de acceso (AP) o como clientes (Estación). Es decir, pueden emitir una señal Wi-Fi, por ejemplo, de un router ADSL, o pueden recibir esa señal y enviarla por cable directamente a un ordenador o bien a otro router o AP que emita de nuevo la señal.

Esta configuración es válida para los modelos de AP de exterior de Ubiquiti ya que todos tienen el mismo firmware AirOS.

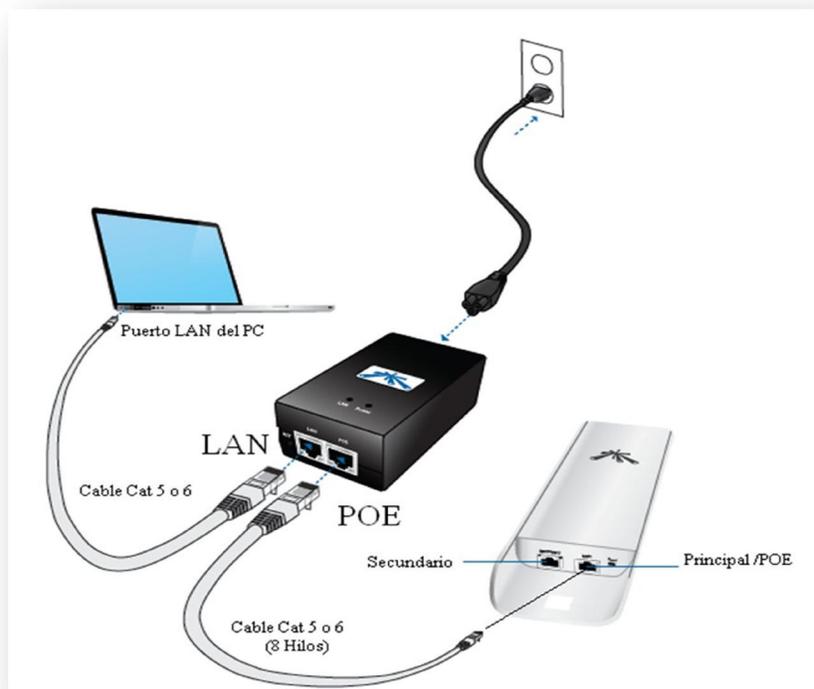
- ✓ NanoStation LOCO M2
- ✓ NanoStation M2
- ✓ NanoStation M5
- ✓ PicoStation M2 HP
- ✓ PicoStation 2 HP
- ✓ Bullet M2 HP
- ✓ Bullet M5 HP

A continuación, se indica el proceso para la configuración de *la Nanostation en modo AP*:

- 1) Lo primero es conectar la Nanostation de forma correcta utilizando el POE, es importante no conectar la salida POE del inyector con la tarjeta de red del PC, ya que esta salida lleva la alimentación a la Nanostation, por lo que podríamos quemar la tarjeta de red del ordenador.

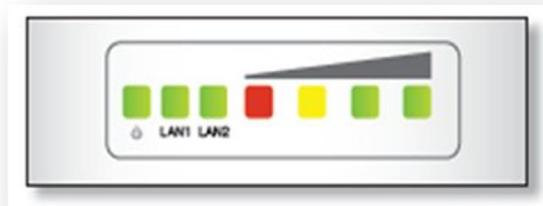
2) La conexión se realiza de la siguiente forma, como indica la Figura 4.1.

- ✓ El cable de alimentación se conecta directamente al inyector POE.
- ✓ El Puerto LAN del inyector se conecta al PC (modo cliente o configuración), a un AP (modo cliente), o a un Router ADSL (modo AP).
- ✓ El puerto POE del Inyector se conecta al puerto principal (Main) de la Nanostation.



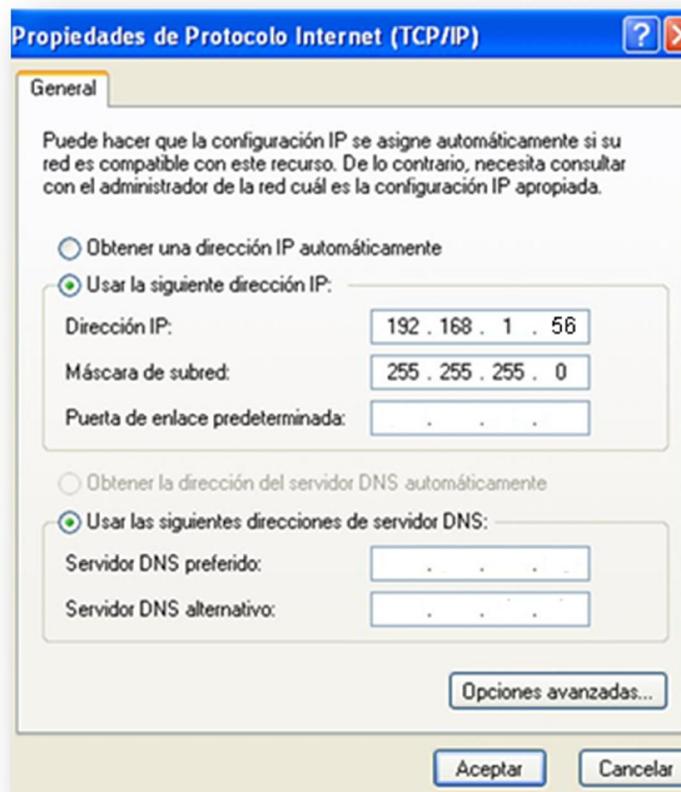
**Figura 4.1:** Modo de conexión de la Antena Loco M2.

- 3) Si ha realizado la conexión correctamente, en la parte posterior de la Nanostation deben estar iluminados los dos primeros LEDs, el de power y el con conexión LAN 1, como indica la Figura 4.2.



**Figura 4.2:** Iluminación de Led's en conexión correcta de la Antena M2.

- 4) Una vez realizada la conexión el siguiente paso es configurar el PC. Debido a que la Nanostation no trae habilitado por defecto el protocolo DHCP, esta no dará ninguna dirección IP al PC, por lo que será necesario configurar la tarjeta de red del PC de forma manual con una dirección IP dentro del rango de red de la Nanostation. Esto se configura en el apartado de conexiones de red, se busca la conexión de área local a la que se desea conectar la NanoStation y se accede a la opción de propiedades.
- 5) Una vez dentro de las propiedades de la conexión de área local, se elige el protocolo TCP/ IP (versión 4 en Windows 7) y se accede a la opción de propiedades.
- 6) La Nanostation por defecto tiene la dirección IP: 192.168.1.20, por lo que se debe asignar al computador una dirección IP que pertenezca a este grupo de direcciones IP, como por ejemplo: 192.168.1.56, como se muestra en la Figura 4.3.



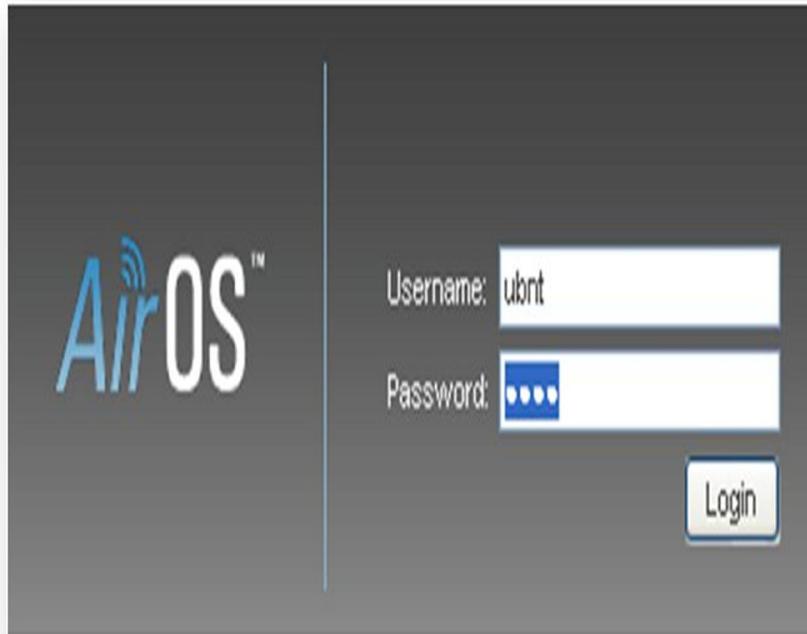
**Figura 4.3:** Propiedades protocolo de internet.

- 7) Una vez configurada la tarjeta de red, es posible acceder a la configuración de la Nanostation, a través de un explorador WEB (Internet Explorer, mozilla o chrome) colocamos en la barra de direcciones la dirección IP de la Nanostation que corresponde a 192.168.1.20., así como se observa la Figura 4.4.



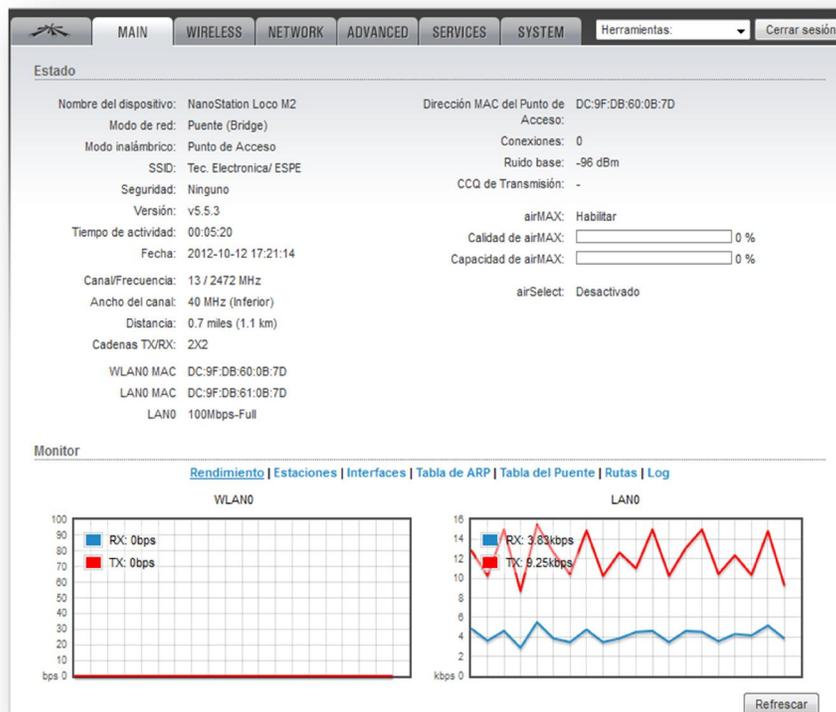
**Figura 4.4:** Dirección IP de Nano Station Loco M2.

- 8) A continuación aparecerá la pantalla de inicio de la Nanostation donde es necesario introducir el nombre de usuario y contraseña, que por defecto son usuario: ubnt y contraseña: ubnt, tal como muestra la Figura 4.5.



**Figura 4.5:** Pantalla de inicio de la Nanostation.

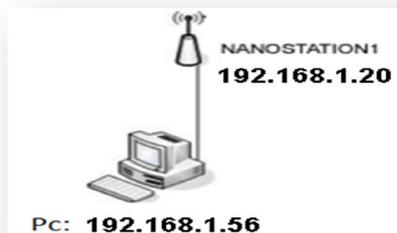
- 9) Una vez dentro de la configuración, por defecto se desplegará la pestaña (MAIN), aquí se puede ver la configuración actual del equipo, versión del firmware, configuración de las frecuencias, o direcciones MAC como se observa en la Figura 4.6.



**Figura 4.6:** Página principal de Ubiquiti.

**NOTA:** Por defecto, la configuración de la Nanostation viene en Inglés, esto se puede modificar parcialmente en el apartado SYSTEM, en la opción “Interface Language:”

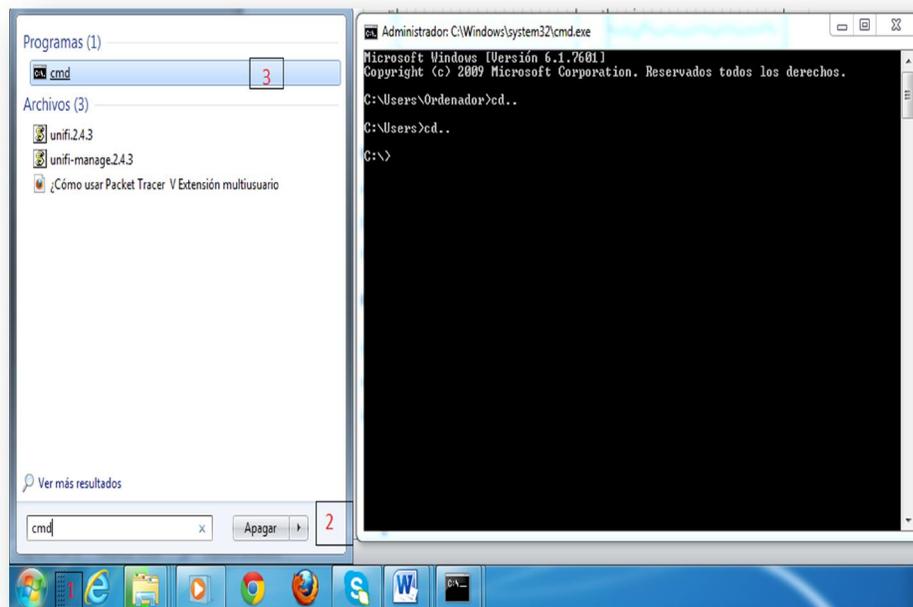
#### 4.2.1. Prueba de la Antena con el Computador.



**Figura 4.7:** Conexión de la Pc con Antena Nano Station Loco M2.

Mediante esta prueba se verifica la existencia de conectividad entre la antena transmisora y el computador, para lo cual se aplica el siguiente procedimiento:

Primeramente se ingresa al procesador de comandos de Windows, para aquello se debe dar clic en el menú inicio/Buscar/cmd, como muestra la Figura 4.8.



**Figura 4.8:** Procesador de comandos.

A continuación se direcciona a la raíz del sistema para enviar un PING a la dirección IP de la antena (192.168.1.20) y posteriormente se envía otro comando PING a la IP interna del computador la cual fue configurada anteriormente (192.168.1.56). En la Figura 4.9 se puede visualizar que existe comunicación entre la antena y el computador.

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\anita>ping 192.168.1.20
Haciendo ping a 192.168.1.20 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.20: bytes=32 tiempo<n TTL=64
Estadísticas de ping para 192.168.1.20:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos).
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms

C:\Users\anita>192.168.1.18
"192.168.1.18" no se reconoce como un comando interno o externo,
programa o archivo por lotes ejecutable.

C:\Users\anita>ping 192.168.1.56
Haciendo ping a 192.168.1.18 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.18: bytes=32 tiempo<n TTL=128
Estadísticas de ping para 192.168.1.56:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
```

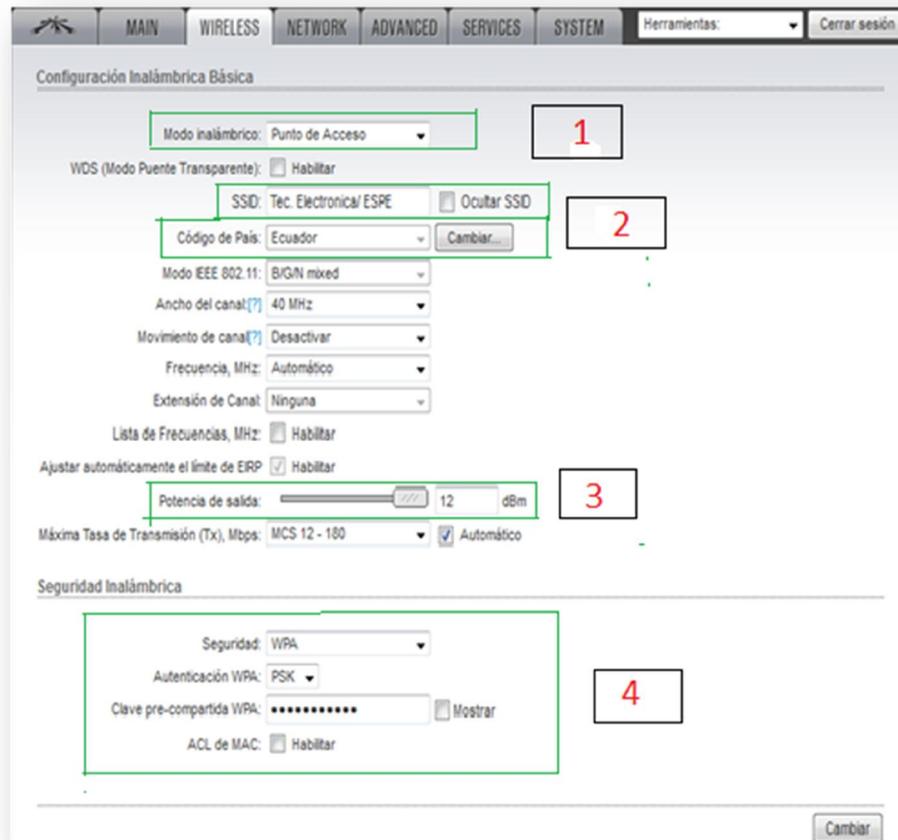
Figura 4.9: Comunicación de la antena con la Pc.

#### 4.2.2. Opción configuración de red (Wireless).

En esta ventana se configura los parámetros siguientes, así como muestra la Figura 4.10:

- ✓ En esta opción se debe configurar el equipo como AP o Acces Point dando clic en la pestaña de modo inalámbrico.
- ✓ Se asigna un nombre a la red en la opción: SSID en este caso con el nombre Tec. Electrónica/ESPEL.
- ✓ Se cambia el código del país, en este caso Ecuador.
- ✓ La potencia para este caso será la mitad debido a que el enlace no es distante.
- ✓ Luego se asigna una seguridad a la red para que los usuarios ajenos a ella no puedan ingresar, en este caso será una clave tipo WPA con nombre de autenticación, electrónica.
- ✓ Los parámetros restantes se los deja por default.

- ✓ Por ultimo para que se guarde los cambios se deberá dar clic en cambiar / aplicar.

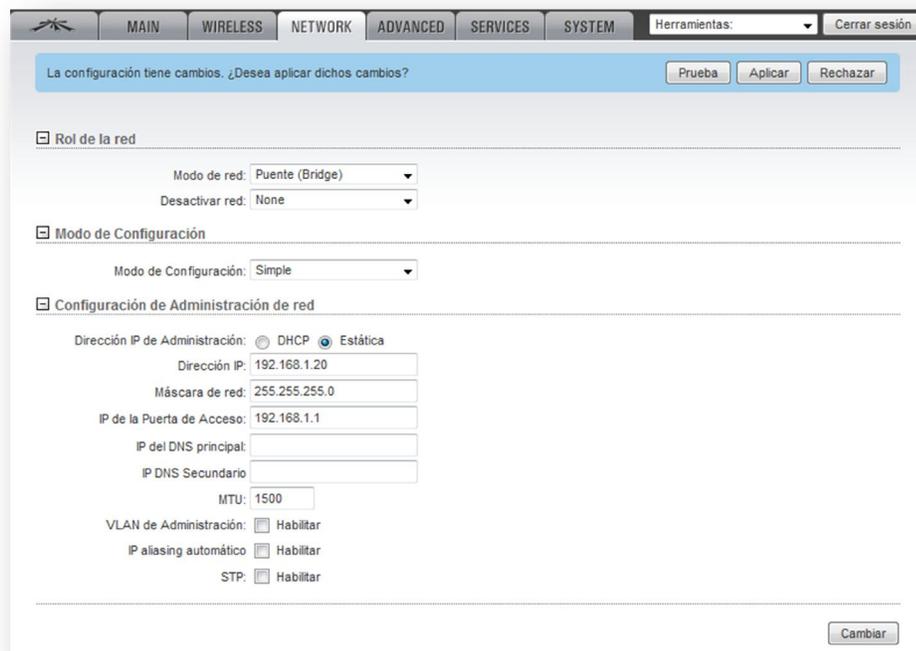


**Figura 4.10:** Ventana de configuración Wireless en modo AP.

#### 4.2.3. Opción Modo de red (Network Mode).

La configuración IP es necesaria para los propósitos de administrador del dispositivo. Las direcciones IP pueden ser obtenidas desde un servidor DHCP o ser configuradas manualmente. A continuación se procede a configurar los siguientes parámetros, así como muestra la Figura 4.11:

- ✓ Primeramente se da un clic en Modo de red (Network Mode) para seleccionar el modo de operación Bridge (Puente).
- ✓ Luego en el parámetro modo de configuración se elige la opción simple.
- ✓ Luego en el parámetro dirección IP de administración se puede seleccionar si las IP van hacer dinámicas o estáticas en nuestro caso se elige la opción DHCP (Dinámicas). Ya que esta opción permitirá asignar de manera dinámica la dirección IP, puerta de enlace y dirección del servidor DNS.
- ✓ Los demás parámetros se los deja por default.
- ✓ Finalmente hacer clic en cambiar y aplicar para guardar los cambios realizados.



**Figura 4.11:** Ventana de configuración Network.

### **4.3. Configuración de Nanostation Loco M2 como Estación.**

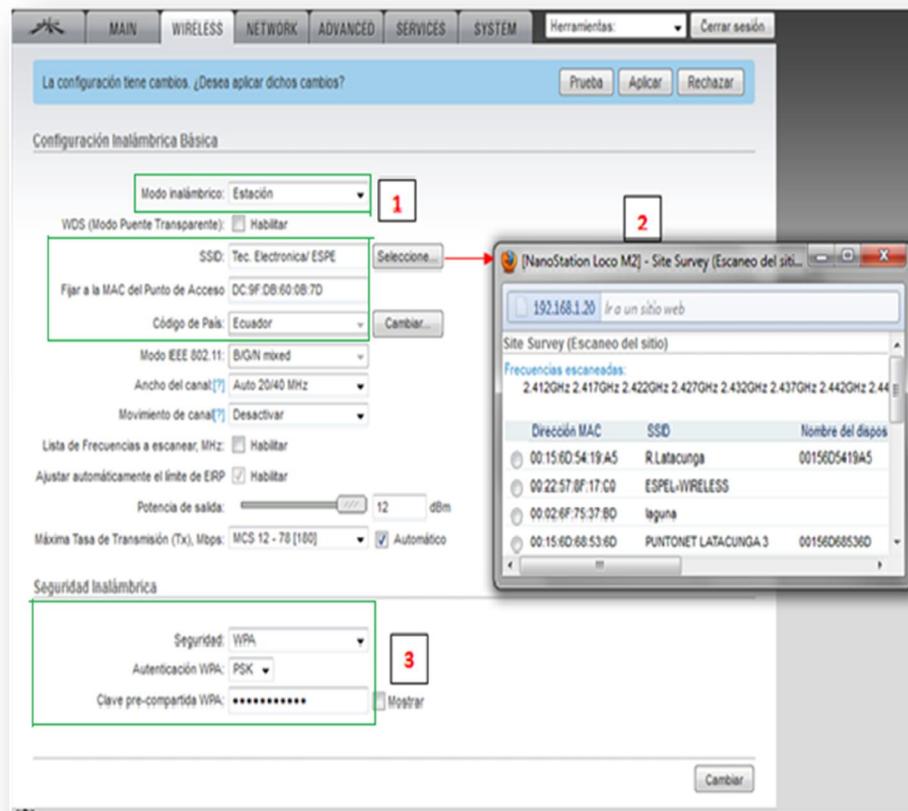
Este es un modo también llamado cliente, el cual se puede conectar con un AP (Punto de Acceso). Es comúnmente usado para enlazarse con un AP. En modo estación el dispositivo actúa como la estación del suscriptor (CPE) mientras que se conecta con el punto de acceso primario definido por el SSID y re-direcciona todo el tráfico entrante y saliente de la red a los dispositivos conectados en la interfaz Ethernet. Para que la antena receptora Ubiquiti pueda enlazarse a nuestro AP debe ser configurada en modo estación, para lo cual se debe seguir los pasos del 1 al 6 y la configuración de la opción Modo de red (Network Mode) de manera idéntica a la configuración de la antena transmisora (Access Point). Luego se deberá configurar los siguientes parámetros.

#### **4.3.1. Opción configuración de Red (Wireless).**

En esta ventana se debe configurar a la antena Ubiquiti receptora en modo estación para aquello se procede a llenar los siguientes parámetros, así como muestra la Figura 4.12:

- ✓ Primeramente se debe configurarlo como estación, esto se lo hace dando clic en la pestaña que aparece en la opción medio inalámbrico.
- ✓ Luego en la opción SSID se debe dar un clic en seleccionar, al hacerlo se va a desplegar una ventana en la cual se puede observar todas las redes que la antena receptora la está detectando en este caso se escoge la red que se creó en nuestro AP como Tec. Electrónica para establecer el enlace, al hacerlo se puede ver que en el recuadro siguiente aparece la dirección Mac del equipo de la red que hemos seleccionado.

- ✓ Luego se elige el País en el que está siendo implementada la red, en la opción código de País en nuestro caso se selecciona como Ecuador.
- ✓ Una vez elegido el código de país en la opción seguridad inalámbrica, se debe colocar los parámetros idénticos a las de nuestro AP, ya que si se los cambia la antena receptora no podrá enlazarse.
- ✓ Los demás parámetros se lo deja por default y finalmente se da clic en cambiar y aplicar.



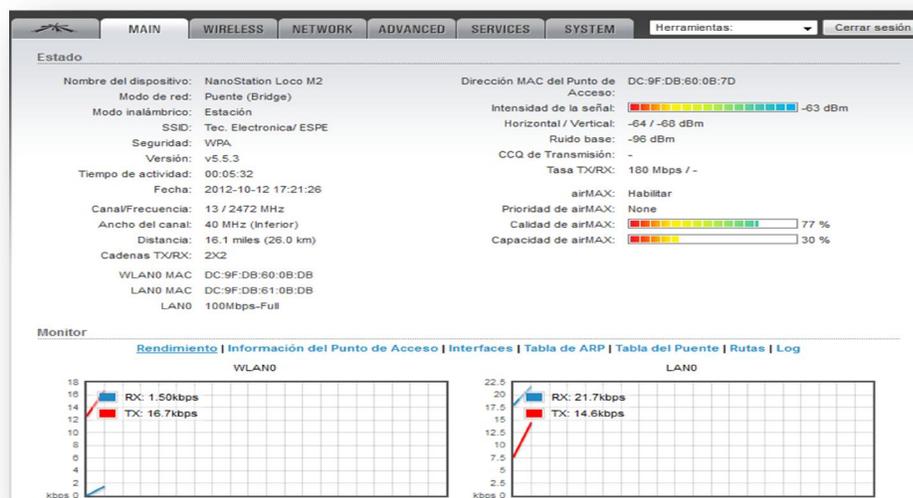
**Figura 4.12:** Ventana de configuración Wireless en modo Estación.

**Nota:** En nuestro caso las opciones restantes del sistema de configuración de la Antena Nano estación Loco M2 se lo deja con los parámetros que se encuentran por default tanto como para el transmisor y receptor.

### 4.3.2. Herramientas del sistema de configuración de las antenas Ubiquiti.

Una vez realizado el enlace en la pantalla principal del sistema de configuración (Main) de las antenas se puede visualizar ciertos parámetros como (la intensidad de señal, distancia, tasa de transferencia de datos, etc.) que darán a ciencia cierta la efectividad del enlace, como muestra la Figura 4.13.

Los valores para establecer un enlace operativo son de entre (-85 dBm y -65 dBm), inferiores a (-85 dBm) causarán un posible corte en el enlace. Valores por encima de -65 dBm indican un exceso de señal y causarán un comportamiento anómalo en el dispositivo. Se debe ajustar la potencia de salida hasta conseguir estos valores de enlace.



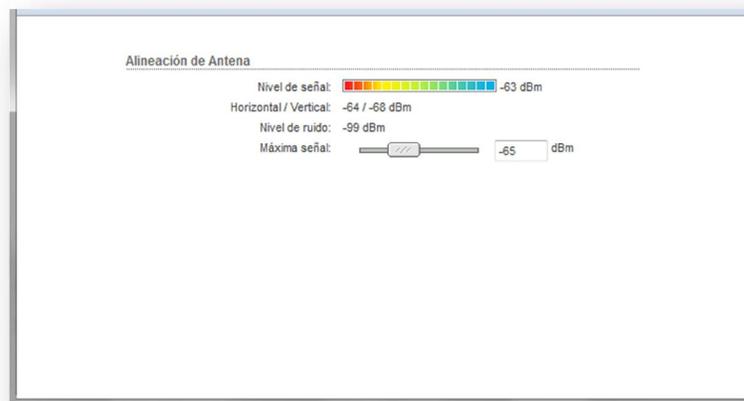
**Figura 4.13:** Ventana Main con datos de la Red en funcionamiento.

Las herramientas que dispone ubiquiti dentro del sistema de configuración son muy importantes para que el operador de la red pueda visualizar diferentes parámetros tales como: alineación de antenas, velocidad de transmisión, encuesta de sitio, etc. A continuación se enuncia las principales.

#### 4.3.3. Alineación de antenas.

Esta herramienta es la más importante en el instante que se está realizando el enlace ya que permitirá alinear de manera rápida las antenas y además visualizar: tanto en el computador como en el mismo equipo la intensidad de señal que está captando nuestro equipo.

Al abrir esta utilidad se abrirá en una nueva ventana con un indicador de señal, la ventana se actualizara cada segundo mostrando la intensidad de señal del último paquete recibido, así como muestra la Figura 4.14 La barra “Rango RSSI” permite reducir o incrementar el rango de medición. Si se reduce el rango, el cambio de color será más sensible a las fluctuaciones de la señal.

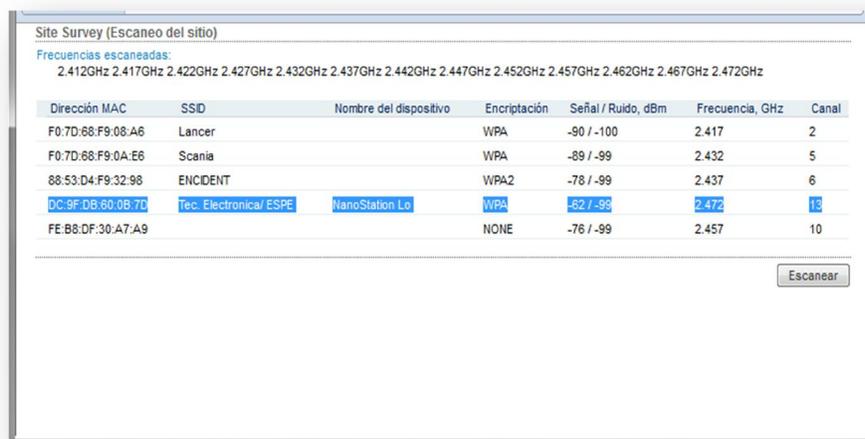


**Figura 4.14:** Herramienta Alineación de Antenas.

#### 4.3.4. Encuesta sobre el sitio (Site Survey).

Esta utilidad buscara las redes inalámbricas dentro del rango visible que se transmiten en todos los canales soportados por el dispositivo mientras esté funcionando en modo AP o estación.

La encuesta sobre el sitio reporta las direcciones MAC, ESSID, el tipo de encriptación, la intensidad de señal (dBm), la frecuencia (Giga Hertz) y el canal inalámbrico de todos los puntos de acceso circundantes que pueden ser encontrados por el dispositivo basado en AirOs, así como muestra la Figura 4.15.



The screenshot shows a window titled "Site Survey (Escaneo del sitio)". Below the title, it lists "Frecuencias escaneadas:" followed by a range of frequencies from 2.412GHz to 2.472GHz. A table displays the results of the scan with the following columns: Dirección MAC, SSID, Nombre del dispositivo, Encriptación, Señal / Ruido, dBm, Frecuencia, GHz, and Canal. The table contains five rows of data, with the third row highlighted in blue. A button labeled "Escanear" is located at the bottom right of the window.

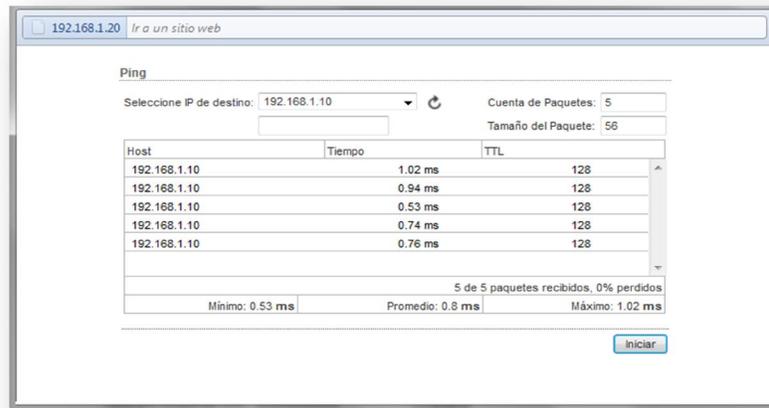
| Dirección MAC     | SSID                   | Nombre del dispositivo | Encriptación | Señal / Ruido, dBm | Frecuencia, GHz | Canal |
|-------------------|------------------------|------------------------|--------------|--------------------|-----------------|-------|
| F0:7D:68:F9:08:A6 | Lancer                 |                        | WPA          | -90 / -100         | 2.417           | 2     |
| F0:7D:68:F9:0A:E6 | Scania                 |                        | WPA          | -89 / -99          | 2.432           | 5     |
| 88:53:D4:F9:32:98 | ENCIDENT               |                        | WPA2         | -78 / -99          | 2.437           | 6     |
| DC:9F:DB:60:0B:7C | Tec. Electronica/ ESPE | NanoStation Lo         | WPA          | -82 / -99          | 2.472           | 13    |
| FE:B8:DF:30:A7:A9 |                        |                        | NONE         | -76 / -99          | 2.457           | 10    |

**Figura 4.15:** Herramienta encuesta sobre el sitio.

#### 4.3.5. Ping.

Esta utilidad enviara una señal a otros dispositivos en la red directamente desde el dispositivo basado en AirOs. La utilidad ping puede ser usada para una estimación preliminar de la calidad de enlace los dos dispositivos antes enlazados usando los paquetes ICMP. Las estadísticas de pérdidas de paquetes y tiempo de latencia estarán disponibles luego de que la

prueba finalice. Para esto se debe presionar el botón inicio (start), así como muestra la Figura 4.16.



**Figura 4.16:** Herramienta ping.

#### 4.4. Configuración Unifi AP Long Range.

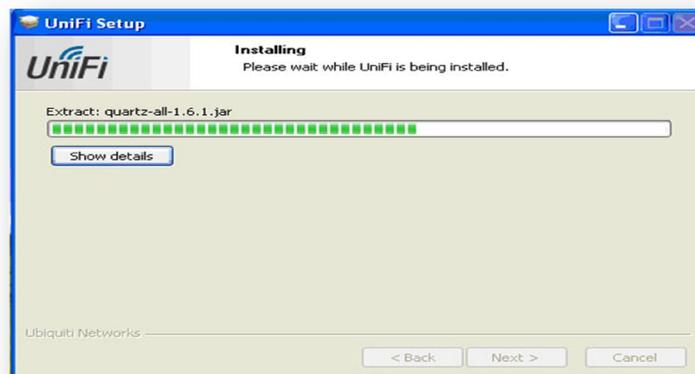


**Figura 4.17:** Unifi UAP Long Range.

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

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

- a) El software de control se puede instalar desde el CD-ROM incluido en el paquete del producto o bien, descargarlo del siguiente enlace: <http://ubnt.com/downloads/unifi-controller-software>, así como muestra la Figura 4.18.



**Figura 4.18:** Instalación de controlador Unifi.

- b) Es muy importante descargar la última versión del software para poder seguir esta configuración. Sino no aparecerán algunas opciones, como es la pestaña de "Network" para cambiar las

propiedades TCP/IP de los dispositivos. Una vez instalada la aplicación, se puede ver como se inicia el controlador, así como muestra la Figura 4.19.



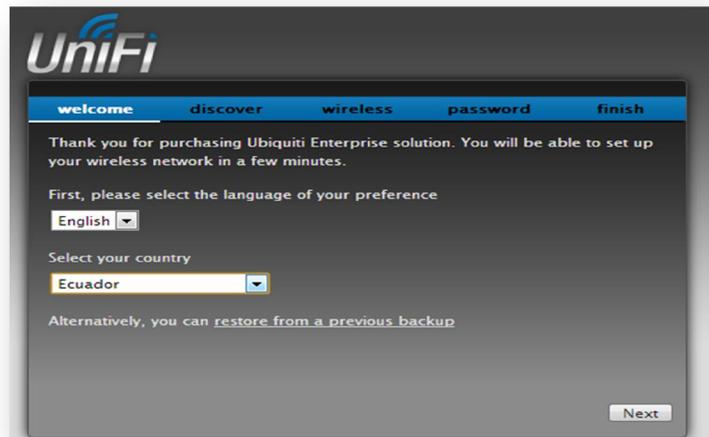
**Figura 4.19:** Buscando Controlador Unifi.

- c) Se pulsa sobre "Launch a Browser to Manage Wireless Network" para abrir una ventana de navegador y acceder al menú de configuración del controlador, así como muestra la Figura 4.20.



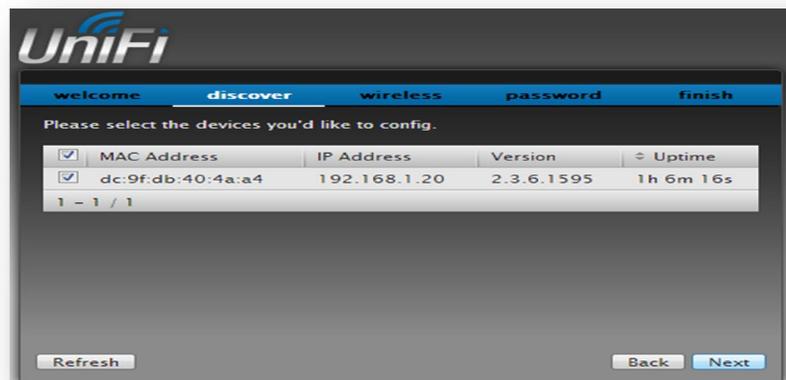
**Figura 4.20:** Controlador Unifi Encontrado.

- d) Al aparecer la página principal en el navegador, se procede a elegir el país en el que va ser instalado los equipos en este caso Ecuador, como muestra la Figura 4.21.



**Figura 4.21:** Selección de País.

- e) Luego dar un clic en Discover para poder marcar la dirección Mac del equipo que se quiere configurar, como muestra la Figura 4.22.



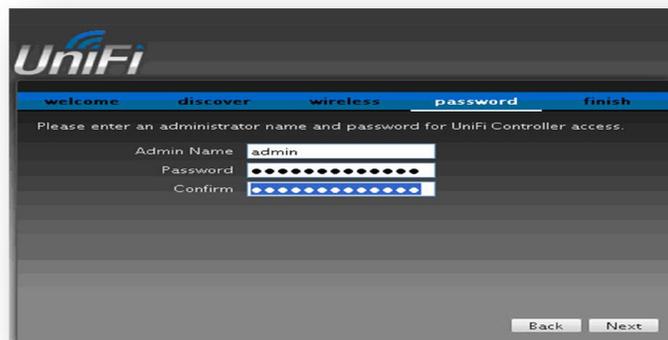
**Figura 4.22:** Selección de dirección Mac.

- f) Se especifica un SSID (nombre de red Wi-Fi) y una clave de seguridad. Esta clave tendrá que ser introducida por las estaciones que se conecten al punto de acceso en nuestro caso a la red *espe2013* con clave *electrónica*, así como muestra la Figura 4.23.



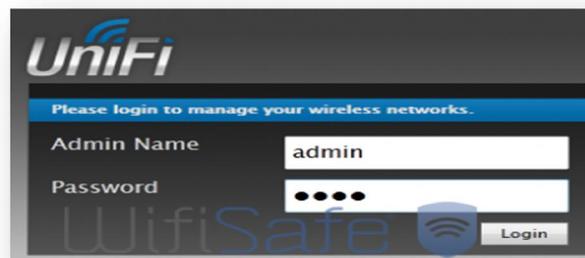
**Figura 4.23:** Nombre de red y Clave.

- g) Luego se crea una cuenta de administración y una clave de ingreso las mismas que serán pedidas posteriormente para el ingreso al sistema, así como muestra la Figura 4.24.



**Figura 4.24:** Nombre de Administrador y Clave del sistema.

- h) Finalmente hacer clic en siguiente (next) y finalizar (finish), al hacerlo se actualizará nuevamente la página web de nuestro navegador, seguidamente nos solicitará que se ingrese a la cuenta del administrador y ponga la clave correspondiente a la misma, para ingresar al sistema en nuestro caso Admin/ Admin, así como muestra la Figura 4.25.



**Figura 4.25:** Autenticación del Sistema.

- i) Para tener una orientación de cómo va a radiar la señal, se puede cargar un plano del lugar de implementación de la antena omnidireccional Unifi. De esta forma, si hay algún problema el administrador podrá localizar rápidamente donde se encuentra instalado, así como muestra la Figura 4.26.



**Figura 4.26:** Ubicación de Unifi Long Range.

- j) Después que se ha conectado el AP a la red LAN, el servidor DHCP les asignará un IP dinámicamente y serán mostrados en un listado, pendientes de ser aprobados, así como muestra la Figura 4.27.

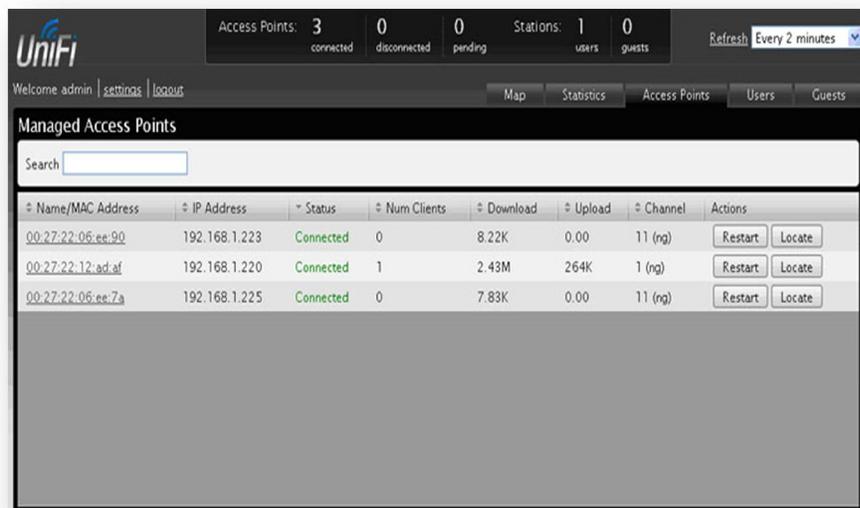


The screenshot shows the 'Managed Access Points' section of the UniFi controller. It features a search bar and a table with columns for Name/MAC Address, IP Address, Status, Num Clients, Download, Upload, Channel, and Actions. Three entries are listed, all with a status of 'Pending Approval'. The 'Adopt' button in the Actions column for each entry is circled in red.

| Name/MAC Address  | IP Address    | Status           | Num Clients | Download | Upload | Channel | Actions |
|-------------------|---------------|------------------|-------------|----------|--------|---------|---------|
| 00:27:22:12:ad:af | 192.168.1.220 | Pending Approval | 0.00        | 0.00     |        |         | Adopt   |
| 00:27:22:06:ee:90 | 192.168.1.223 | Pending Approval | 0.00        | 0.00     |        |         | Adopt   |
| 00:27:22:06:ee:7a | 192.168.1.225 | Pending Approval | 0.00        | 0.00     |        |         | Adopt   |

**Figura 4.27:** Administración de usuarios en espera.

- k) Para poder aprobarlos, simplemente se pulsa sobre el botón “Adopt”, así como muestra la Figura 4.28.



The screenshot shows the UniFi controller interface with the 'Managed Access Points' section. At the top, there are statistics for Access Points (3 connected, 0 disconnected, 0 pending) and Stations (1 users, 0 guests). The table below shows three entries, all with a status of 'Connected'. The 'Restart' and 'Locate' buttons in the Actions column are visible.

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

**Figura 4.28:** Administración de Usuarios Aceptados.

Con esta forma tan sencilla de configurar estos equipos se ha logrado cubrir la señal en un 98% en el casino de voluntarios de la 17 B.S “Pastaza”.

#### **4.5. Implementación de la Red.**

Con las configuraciones, pruebas de funcionamiento y simulaciones realizadas, se procede a realizar la implementación física de la red como se denota en los pasos siguientes:

- a) Para la instalación de la antena transmisora en el sector del policlínico, se procede a conectar un PoE a la fuente de alimentación de un extremo y del otro a la antena - Router respectivamente, como se aprecia en la Figura 4.29.



**Figura 4.29:** Conexión del Router y PoE.

- b) Colocado el PoE de alimentación se procede a conectar del puerto LAN de mencionado equipo, un cable de red categoría 5e para exteriores, el mismo que se acopla a la antena transmisora

Ubiquiti NanoStation Loco M2, ubicado en la terraza del policlínico con una base de 4m de altura. como se muestra en la Figura 4.30.



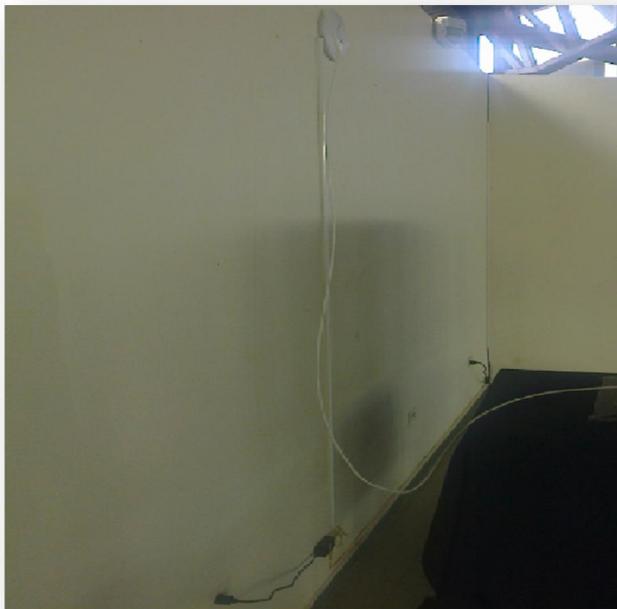
**Figura 4.30:** Instalación de Antena transmisora en el Policlínico.

- c) Ya instalada la antena transmisora, se procede de la misma manera con la antena receptora en el sector del casino de voluntarios, el cual esta aproximadamente a unos 600m con línea de vista al policlínico, como se muestra en la Figura 4.31.



**Figura 4.31:** Instalación de Antena receptora en el casino.

- d) Implementada la Antena receptora, se procede a instalar la antena omnidireccional Unifi UAP Long Range, para lo cual se acopla el puerto LAN del PoE de la antena receptora con el puerto LAN de la Antena Omnidireccional Unifi mediante un cable de red categoría 4e para interiores, del otro puerto del PoE a la Antena omnidireccional y Antena receptora NanoStation Loco M2 respectivamente, como muestra la Figura 4.32

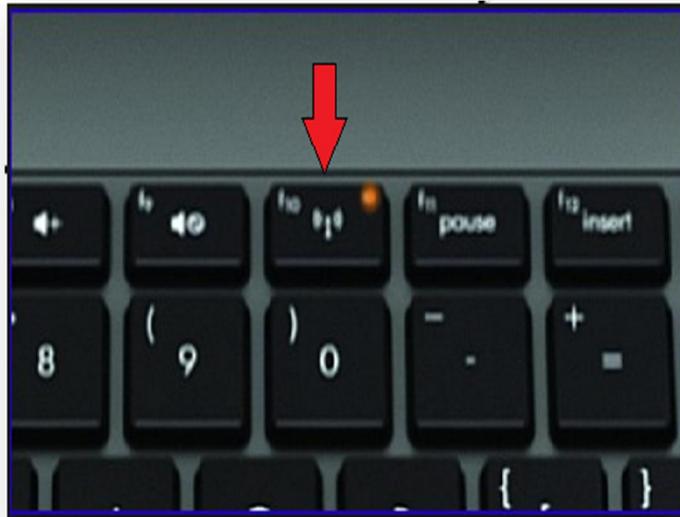


**Figura 4.32:** Instalación de la Antena Omnidireccional en el casino.

#### **4.6. Funcionamiento de la Red.**

Ya implementada la red Wi-Fi en el casino de voluntarios de la 17- B.S “Pastaza”, se procede a detallar paso a paso la manera como se debe conectar el usuario a la Red “espel2013”:

- a) Se debe activar el Wireless de nuestro computador, que por lo general se encuentra en la parte superior del teclado de una portátil y si es una computadora de escritorio se lo encuentra en la barra de tareas en los iconos de acceso rápido. Como muestra la Figura 4.33.



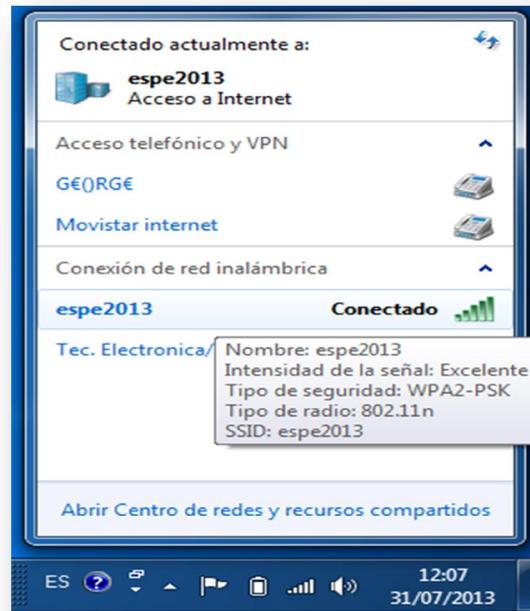
**Figura 4.33:** Conexión de Wireless del computador.

- b) Luego se debe dar un clic en la opción centro de redes y recursos compartidos que se encuentra en la barra de tareas, en esta opción se puede ver todas las redes que la antena Wireless ha podido recibir. En este caso se procede a elegir la red titulada: “espe2013”. Al hacerlo después de unos segundos solicitará una clave de autenticación para lo cual se deberá colocar la palabra: “electrónica”, como se muestra en la Figura 4.34.



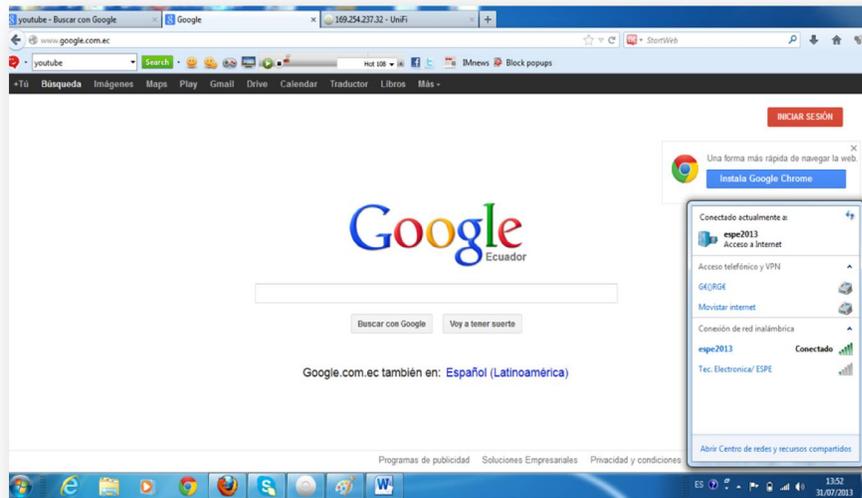
**Figura 4.34:** Clave de seguridad de la Red “espe2013”.

- c) Si la red se ha enlazado satisfactoriamente aparecerá de la siguiente manera como muestra la Figura 4.35.



**Figura 4.35:** Conexión de la Red implementada en el casino.

- d) Para verificar que la red está funcionando se accede a una página de navegación web como se muestra en la Figura 4.36.



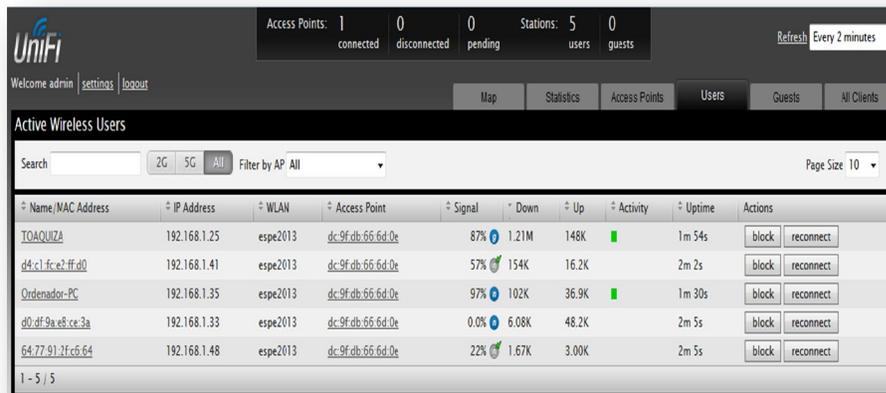
**Figura 4.36:** Página de navegación con la Red “espe2013”.

- e) A continuación en la Figura 4.37 se puede visualizar la velocidad de transmisión y recepción de datos a la cual la red está trabajando.



**Figura 4.37:** Test de velocidad de la Red.

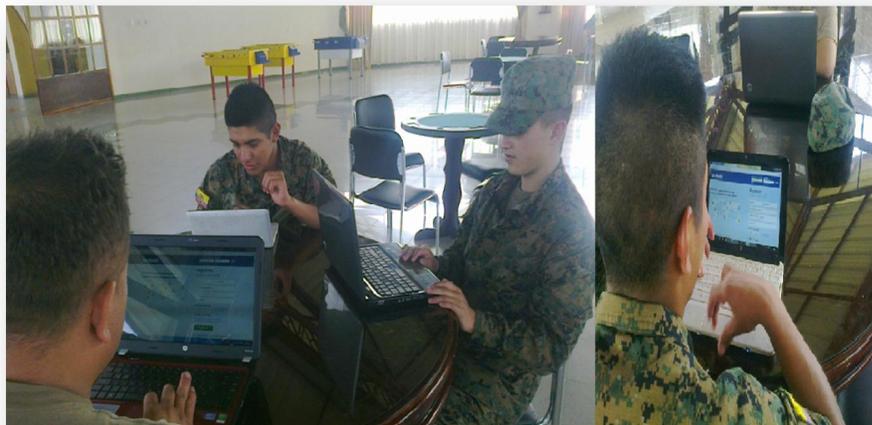
- f) Mediante el software Unifi se puede visualizar ciertos parámetros de administración como: La dirección Mac, velocidad de uso, el estado, etc. Así como muestra la Figura 4.38.



| Name / MAC Address | IP Address   | WLAN     | Access Point      | Signal | Down  | Up    | Activity | Uptime | Actions         |
|--------------------|--------------|----------|-------------------|--------|-------|-------|----------|--------|-----------------|
| TOAQUIZA           | 192.168.1.25 | espe2013 | dc:9f:db:66:6d:0e | 87%    | 1.21M | 148K  |          | 1m 54s | block reconnect |
| d4:c1:fc:e2:ff:d0  | 192.168.1.41 | espe2013 | dc:9f:db:66:6d:0e | 57%    | 154K  | 16.2K |          | 2m 2s  | block reconnect |
| Ordenador-PC       | 192.168.1.35 | espe2013 | dc:9f:db:66:6d:0e | 97%    | 102K  | 36.9K |          | 1m 30s | block reconnect |
| d0:df:9a:e8:ce:3a  | 192.168.1.33 | espe2013 | dc:9f:db:66:6d:0e | 0.0%   | 6.08K | 48.2K |          | 2m 5s  | block reconnect |
| 64:77:91:2f:c6:64  | 192.168.1.48 | espe2013 | dc:9f:db:66:6d:0e | 22%    | 1.67K | 3.00K |          | 2m 5s  | block reconnect |

**Figura 4.38:** Verificación de equipos conectados en la Red.

- g) Finalizada la implementación en la Figura 4.39, muestra al personal militar que presta servicios en la unidad militar 17-B.S “Pastaza” haciendo uso del servicio de Internet implementado en el casino.



**Figura 4.39:** Personal militar utilizando el Internet en el casino.

#### 4.7. Análisis de Resultados.

Luego de haber implementado el sistema en su totalidad (PC/servidor, Antenas y Access Point), se pudo realizar diferentes tipos de pruebas, suscitándose ciertos problemas que pudieron ser solucionados de manera inmediata con la ayuda de nuestro Director de tesis. Así también, este sistema fue probado en sus fases iniciales en un el laboratorio de Electrónica con la presencia del Ing. David Rivas.

- **Pruebas de Equipos.** Se probó directamente a los equipos instalados en la 17 BS “Pastaza”, que comprenden desde la verificación de los parámetros, especificaciones técnicas y funcionalidad de la presente red inalámbrica de comunicaciones. Estas pruebas se realizaron para la verificación del nivel de recepción de la señal, según sus correspondientes especificaciones técnicas. Para el enlace de las antenas fueron necesarios distintas ubicaciones de las mismas hasta encontrar el lugar ideal para una buena transmisión/recepción de datos.
- **Pruebas de comunicación de Red.** Se realizaron todas las verificaciones pertinentes en las laptop, celulares, tablet's, adquiriendo una buena recepción de señal en los equipos ya antes mencionados
- **Resultado de pruebas de la Red.** Se concluyó que las pruebas resultaron satisfactorias, puesto que la red funcionó como se esperaba durante la realización de esta, las mismas que fueron realizadas en presencia de los miembros que pertenecen a la 17 BS Pastaza.

- **Aplicación la Red en el Casino de Voluntarios.** Se puede resumir que este proyecto representa una herramienta importante para su aplicación, sobre todo para el personal militar que reside en la 17 BS “Pastaza”, como una solución al excesivo gasto económico que representa la comunicación con sus familiares y amigos, aplicando redes sociales, correos electrónicos, y video conferencia, etc. Esto significa que podrán disfrutar del internet en horarios no laborables del personal militar mediante sus laptops, celulares, etc.

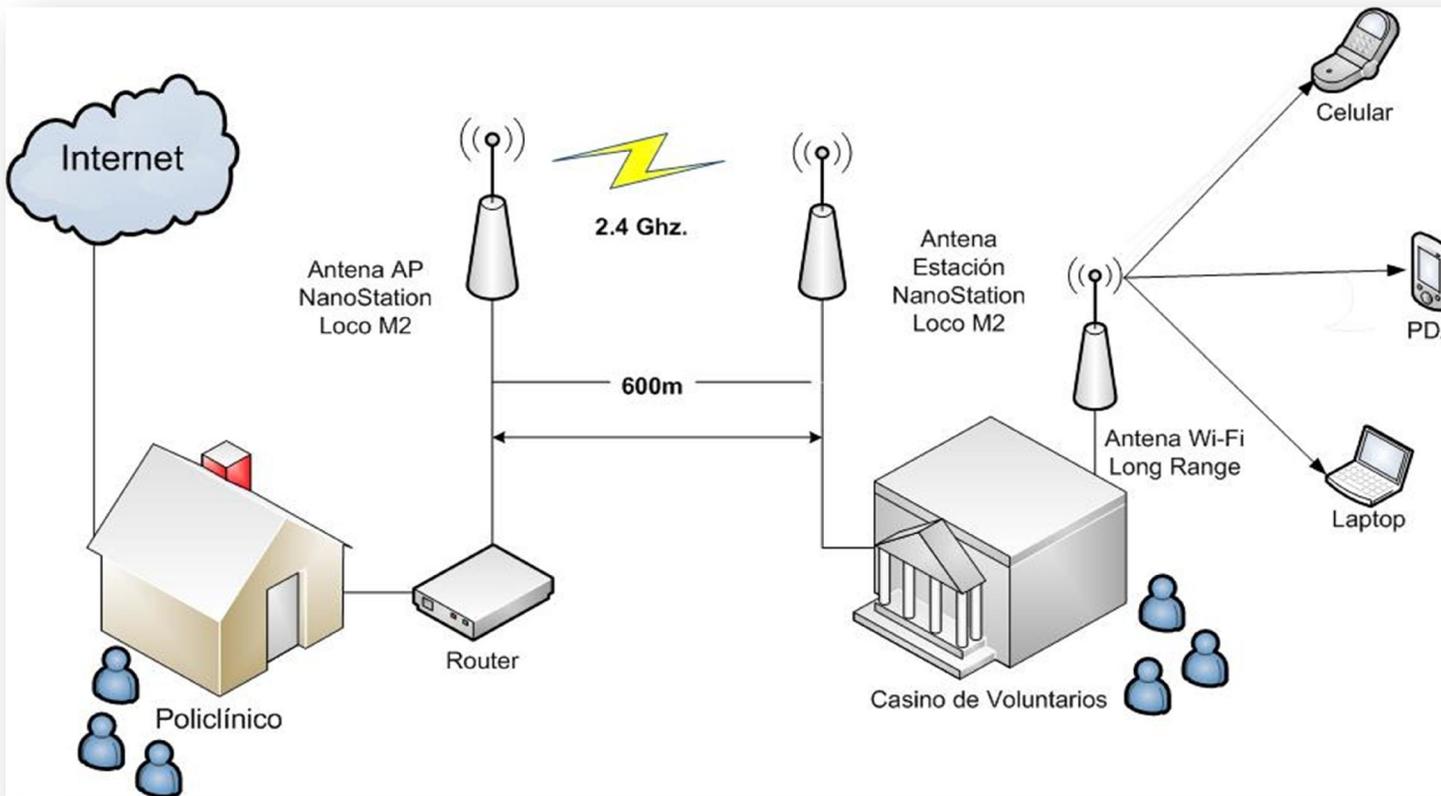
#### 4.8. Tabla de presupuesto.

El costo estimado del proyecto abarca un monto de \$380 dólares, los cuales se desglosan de la siguiente manera.

**Tabla 4.1:** Tabla de presupuesto.

| <b>PRESUPUESTO</b> |                              |                    |                 |
|--------------------|------------------------------|--------------------|-----------------|
| <b>CANTIDAD</b>    | <b>DESCRIPCIÓN</b>           | <b>V. UNITARIO</b> | <b>V. TOTAL</b> |
| 1                  | Unifi UAP Long Range         | 100.00             | 100.00          |
| 1                  | Rollo Cable UTP.             | 60.00              | 60.00           |
| 2                  | Antenas Nanostation Loco M2. | 50.00              | 100.00          |
| 1                  | Extras.                      | 80.00              | 120.00          |
|                    |                              | <b>TOTAL</b>       | <b>380.00</b>   |

**Figura 4.40:** Red Espe2013 Implementada en la Brigada de Selva N° 17 "PASTAZA".



**CAPITULO 5**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **CAPITULO 5.**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Se tienen las siguientes conclusiones y recomendaciones para el proyecto de la red de comunicaciones del casino de voluntarios de la 17 BS "Pastaza".

#### **5.1. CONCLUSIONES.**

- ✓ Se logró diagnosticar el estado de cada uno de los elementos para el montaje de la Red Inalámbrica, empleando criterios adecuados y apoyándonos en datos técnicos de conectividad especificados por el fabricante de las antenas.
- ✓ El estado de cada uno de los elementos de la Red inalámbrica fue parte esencial para lograr el perfecto funcionamiento del enlace y obtener una señal moderada en la parte receptora.
- ✓ Para lograr establecer el enlace punto a punto de la red inalámbrica, se tuvo que tomar en consideración que la encriptación de seguridad debe ser idéntica para ambas antenas.
- ✓ Se pudo establecer que para el enlace punto a punto las antenas deben estar configuradas el transmisor como UAP y el otro como Estación, si por negligencia no se toma en consideración este aspecto la red nunca se establecerá.
- ✓ Respecto a la aplicación del software utilizado para la configuración de la antena omnidireccional UAP Long Range se debe tomar en cuenta que este debe estar actualizado a la fecha de instalación.
- ✓ La red implementada tuvo una aceptación favorable por parte del personal militar que reside en la unidad, ya que se redujo el excesivo gasto económico considerablemente.

- ✓ La seguridad en las redes inalámbricas es una necesidad, debido a la información que por ellas se transmite. Sin embargo, la gran mayoría de las redes inalámbricas actualmente instaladas no tienen configurada seguridad alguna, o poseen un nivel de seguridad muy débil, con lo cual se está poniendo en peligro la confidencialidad e integridad de dicha red de datos.
- ✓ Los equipos utilizados en el proyecto de tesis, proporcionan versatilidad en su servicio, fácil implementación y garantía eficiente.

## **5.2. RECOMENDACIONES.**

- ✓ Dar capacitación técnica al administrador de la red inalámbrica, dentro y fuera de la unidad militar, para que éste pueda realizar un adecuamiento de los equipos y brinde un soporte eficiente a los usuarios.
- ✓ Informar a los usuarios de los servicios y beneficios de la red inalámbrica, así como de su funcionamiento; además solicitar que el uso de la red enmarquen en las políticas de seguridad establecidas.
- ✓ Implementar un sistema de procedimientos estandarizados para la configuración de los Puntos de Acceso y demás dispositivos inalámbricos instalados.
- ✓ Realizar un “Plan de Contingencias”, que contenga los procedimientos necesarios que se deben tomar cuando exista alguna falla en la red inalámbrica.
- ✓ Dar mantenimiento de manera frecuente a los servidores de autenticación, y revisar el estado físico de los mismos cada cierto tiempo.

- ✓ Realizar pruebas comparativas al adquirir nuevos equipos inalámbricos, una vez escogida alguna marca o modelo tratar en lo posible que sea compatible con la infraestructura tecnológica ya instalada, de no ser así el dispositivo no debe formar parte de la red inalámbrica.
  
- ✓ Dar capacitación a los voluntarios que se encuentran en la 17 BS “Pastaza”, sobre el uso de la tecnología inalámbrica *Wi-Fi* para crear una “cultura tecnología”; de tal forma que se ejecuten actividades que tengan relación con el mantenimiento de la red inalámbrica, como por ejemplo desconectar la red inalámbrica cuando el equipo no se lo esté utilizando.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### LIBROS

- MILLAR STEWART S., “Seguridad en Wi-Fi”, 2da Edición, *McGraw- Hill*, INTERAMERICANA de España 2004.
- REID NEIL y SEIDE RON, “Manual de Redes Inalámbricas 802.11 (Wi-Fi)”, 2da Edición, *McGraw-Hill*, México 2005.
- REGIS J. (BUD) BATES, “Comunicaciones Inalámbricas de Banda Ancha”, *McGraw-Hill*/INTERAMERICANA de España S.A.V, 2003.
- SINCHE SORAYA, “Folleto de Redes Inalámbricas de Área Local”, Escuela Politécnica Nacional, Abril de 2006.
- SINCHE SORAYA, “Folleto de Comunicaciones Inalámbricas”, Escuela Politécnica Nacional, Marzo-Agosto de 2006.
- STALLINGS WILLIAM, “Comunicación y Redes de Computadoras”, 7ma Edición, *Pearson* Educación S.A., Madrid 2004.
- WEBB WILLIAM, *Wireless Communications: The Future*, *John Wiley & Sons Ltd, England* 2007.

### TESIS

- JAYAS Richard (2007), “*Diseño e implementación de una red LAN inalámbrica para el colegio experimental Juan Pío Montufar*”, Trabajo de grado presentado como requisito para la obtención del Título de Ingeniero en Computación, Universidad Politécnica Nacional, ciudad Quito, Ecuador.
- RIVADENEIRA Carlos (2008), “*Diseño de una red inalámbrica con tecnología Wi-Fi para el Cyber café @lejonet*”, Trabajo de grado

presentado como requisito para la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Universidad Politécnica Nacional, ciudad de Quito, Ecuador.

### **DIRECCIONES ELECTRÓNICAS**

- Disponible en URL: <http://www.slideshare.net/dmelissagp/redes-inalambricas-wifi-8345891>[consulta 29 de junio del 2013].
- Disponible en URL: <http://www.wifisafe.com/soporte/manuales-configuraciones-equipos-y-tutoriales/manual-de-configuracion-rapida-unifi-ap> [consulta 03 de julio del 2013].
- Disponible en URL: <http://www.tesis.ufm.edu.gt/pdf/3591.pdf> [consulta 03 de julio del 2013].

## GLOSARIO.

**802.11a:** Segundo estándar de modulación del conjunto IEEE 802.11.Éste utiliza la banda de 5.8 Ghz y opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbps.

**802.11g:** El 802.11g es el tercer estándar de modulación del conjunto IEEE 802.11. Éste 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.

**ACK :** *Acknowledgement*; en español, acuse de recibo; en una trama de transmisión de datos, es un mensaje que se envía para confirmar que un mensaje o un conjunto de mensajes ha llegado.

**BEAMWITH:** Angulo de visión; es una medida de los grados de apertura de un antena hasta cierto nivel de pérdida.

**BPSK:** Técnica de transmisión de datos que utiliza cambios de fase para transmitir dos símbolos por tiempo.

**BROADCAST:** En castellano, difusión; es un modo de transmisión de información donde un nodo emisor envía información a una multitud de nodos receptores de manera simultánea, sin necesidad de reproducir la misma transmisión nodo por nodo.

**BSS:** (*Basic Service Set*). Modo de operación de las redes inalámbricas que requiere un punto de acceso para funcionar.

**CCA:** (*Clear Channel Assessment*). Es un indicador lógico que se encuentra en la capa MAC, que determina el estado actual del medio inalámbrico.

**CCK:** Siglas de Codificación de Código Complementario. En el modelo de modulación para tasas de 5.5 Mbps y 11 Mbps en IEEE 802.11b.

**CHIPSET:** El Circuito Integrado Auxiliar o *Chipset*, es un conjunto de circuitos integrados que se encarga de realizar las funciones que el microprocesador delega en ellos.

**CRC:** Siglas de Código de Redundancia Cíclica, o códigos polinómicos. Su uso está muy extendido porque pueden implementarse en *hardware* con mucha facilidad y son muy potentes.

**CSMA/CA:** Siglas en inglés de Detector de Portadora de Acceso Múltiple con Elusión de Errores; es un protocolo de control de redes utilizado para evitar colisiones entre los paquetes de datos en lugar de detectarlos. Su uso está generalizado en las redes inalámbricas.

**CSMA/CD:** Siglas en inglés de Detector de Portadora de Acceso Múltiple con Detección de Colisiones, es un protocolo de control de redes utilizado para transmitir datos una vez que el medio de transmisión esté libre. Se basa en detectar las colisiones en el medio y esperar para transmitir.

**CTS:** Siglas en inglés de Libre Para Enviar; es un mensaje de señalización en una estación del protocolo IEEE 802.11 en respuesta a un mensaje de RTS. El mensaje de CTS silencia a todas las estaciones vecinas y habilita al emisor del RTS para empezar la transmisión.

**dBm:** El dBm es una unidad de medida utilizada para expresar la potencia absoluta mediante una relación logarítmica.

**DIFS :** Siglas en inglés de Espacio Inter-tramas Distribuido, es un período de tiempo de espera que genera el CSMA/CA cuando el canal se encuentra ocupado, que se debe respetar antes que el equipo empiece a transmitir.

**DSSS:** Espectro Ensanchado por Secuencia Directa; es una técnica de modulación que utiliza un código de pseudo ruido para modular

directamente una portadora, de tal forma que aumente el ancho de banda de la transmisión y reduzca la densidad de potencia espectral (es decir, el nivel de potencia en cualquier frecuencia dada).

**FDM:** La multiplexación por división de frecuencia (del inglés *Frequency Division Multiplexing*), es un tipo de multiplexación utilizada generalmente en sistemas de transmisión analógicos. Mediante este procedimiento, el ancho de banda total del medio de transmisión es dividido en porciones, asignando cada una de estas fracciones a un canal.

**FHSS:** Espectro Ensanchado por Salto de Frecuencia; es una técnica de modulación en espectro ensanchado en el que la señal se emite sobre una serie de radiofrecuencias aparentemente aleatorias, saltando de frecuencia en frecuencia sincronamente con el transmisor.

**FIRMWARE:** Programación en Firme; es un bloque de instrucciones de programa para propósitos específicos, grabado en una memoria tipo ROM, que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo.

**FÓRMULA DE FRIIS:** Describe la transmisión de potencia entre una estación transmisora y una receptora, en un enlace directo.

**GHz:** Acrónimo de Giga hertzio, equivale a 10<sup>9</sup> Hz.

**HDLC:** (*High-Level Data Link Control*); es un protocolo de comunicaciones de datos punto a punto entre dos elementos basado en el ISO 3309. Proporciona recuperación de errores en caso de pérdida de paquetes de datos, fallos de secuencia y otros.

**HEC:** (*Header Error Check*). Es una trama que contiene cierta información conocida que no debe variar a menos que exista un error en la transmisión, se utiliza para control de errores y consiste en un código de redundancia cíclica de 16 bits en una trama inalámbrica.

**IBSS:** (*Independent Basic Service Set*). Modo de operación de redes inalámbricas, que permite la interconexión sin punto de acceso para administrar el medio.

**ICMP:** Acrónimo de Protocolo de Control de Mensajes de Internet (por sus siglas en inglés); es uno de los protocolos centrales del conjunto de protocolos de Internet. Es usado principalmente por los Sistemas operativos de las computadoras en una red para enviar mensajes de error.

**KBPS:** Kbps es la abreviatura de kilo bits por segundo. Se utiliza para medir la velocidad de transferencia de información a través de una red. Equivale a 1,000 bits por segundo.

**LAN:** Siglas en inglés de Red de Área Local; son redes que ocupan una distancia corta, un edificio, casa o grupo de oficinas.

**MAN:** Siglas en inglés de Red de Área Metropolitana; normalmente abarca una distancia de unas pocas decenas de kilómetros, que es lo que normalmente se entiende como área metropolitana.

**MULTIPATH:** La variación de la señal causada cuando las señales de radio toman varios caminos desde el transmisor al receptor.

**mW:** Unidad de medida de potencia que equivale a una milésima de Watt.

**NLOS:** Siglas en inglés para *Near Line of Sight*, o cercano a línea de vista. Las tecnologías de radiofrecuencia utilizan el término NLOS para describir un trayecto parcialmente obstruido, entre la ubicación del transmisor de la señal y la ubicación del receptor de la señal.

**OFDM:** División de frecuencia por multiplexación ortogonal. Es una técnica de modulación FDM que permite transmitir grandes cantidades de

datos digitales sobre una onda de radio. OFDM divide la señal de radio en muchas sub-señales que son transmitidas simultáneamente hacia el receptor en diferentes frecuencias. OFDM reduce la diafonía (efecto de cruce de líneas) durante la transmisión de la señal.

**PCMCIA:** (*Personal Computer Memory Card International Association*), Asociación de la industria de fabricantes de *hardware*, para ordenadores o computadoras portátiles, encargada de la elaboración de estándares.

**PDU:** (*Protocol Data Unit*). Protocolo de unidad de datos. Se utiliza para el intercambio entre unidades pares, dentro de una capa del modelo OSI.

**QPSK:** Técnica de transmisión de datos que utiliza cambios de fase para transmitir cuatro símbolos por tiempo.

**RF:** Siglas de Radio Frecuencia.

**ROUTER:** En español, enrutador o encaminador; es un dispositivo hardware o software de interconexión de redes de computadoras, que opera en la capa tres (nivel de red) del modelo OSI. Este dispositivo interconecta segmentos de red o redes enteras.

**RTS:** Siglas en inglés de Solicitud para poder Enviar; es un mensaje de señalización en una estación del protocolo IEEE 802.11, para indicar que tiene información para transmitir y para prevenir que otras estaciones ocupen el espacio inalámbrico.

**SFD:** (*Start Frame Delimiter*). Es una cadena de símbolos que marca el fin del preámbulo y el principio del paquete de datos en una transmisión inalámbrica.

**SSID:** (*Service Set Identifier*). Es un código incluido en todos los paquetes de una red inalámbrica (Wi-Fi), para identificarlos como parte de

esa red. El código consiste en un máximo de 32 caracteres alfanuméricos.

**TELEMÁTICA:** Es una disciplina científica y tecnológica que surge de la evolución de la telecomunicación y de la informática.

**THROUGHPUT:** Capacidad para transmitir datos entre dos computadoras.

**TIR:** Tasa Interna de Retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión; está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o valor presente neto (VAN o VPN) es igual a cero. El VAN o VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente.

**TRAFFIC SHAPPING:** (Recorte de Tráfico). Es una técnica de administración de limitación de ancho de banda que retrasa la entrega de los paquetes desde y hacia el destino de la información.

**VIRUS:** Es un programa de ordenador que puede infectar otros programas modificándolos para incluir una copia de sí mismo.

**VSRW:** Relación de Voltajes de Onda Estacionaria; es una forma de describir la magnitud de la reflexión entre un voltaje incidente y uno reflejado.

**WAN:** Siglas en inglés de Red de Área Extensa; son redes que cubren una amplia región geográfica, a menudo un país o un continente.

**WDS:** Acrónimo inglés de Sistema de Distribución Inalámbrico (*Wireless Distribution System*). El WDS permite la interconexión de puntos de acceso de manera inalámbrica.

**WEB:** Es un sistema de hipertexto que funciona sobre Internet.

**WEP:** Siglas en inglés de Privacidad Equivalente a la Cableada; es el sistema de cifrado incluido en el estándar IEEE 802.11 como protocolo para Redes Inalámbricas que permite cifrar la información que se transmite.

**WiFi:** Acrónimo de *Wireless Fidelity*; es un conjunto de estándares para redes inalámbricas basado en las especificaciones IEEE 802.11.

**WiMax:** Del inglés *Worldwide Interoperability for Microwave Access* = Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas); es un estándar de transmisión inalámbrica de datos (802.MAN) proporcionando accesos concurrentes en áreas de hasta 48 kilómetros de radio y a velocidades de hasta 70 Mbps, utilizando tecnología portátil LMDS.

**WMAN:** Siglas en inglés de Red Inalámbrica de Área Metropolitana; es una red de alta velocidad de área extensa que transmite por medios inalámbricos.

**GATEWAY:** Es un dispositivo que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Su propósito es traducir la información del protocolo utilizado en una red al protocolo usado en la red de destino.

**HOST:** El término *host* es usado en informática para referirse a las computadoras conectadas a una red, que proveen y utilizan servicios de ella. Los usuarios deben utilizar anfitriones para tener acceso a la red. En general, los *anfitriones* son computadores monousuario o multiusuario que ofrecen servicios de transferencia de archivos, conexión remota, servidores de base de datos, servidores web, etc.

**MAC:** *Control de acceso al medio*, básicamente consiste en un identificador realizado con la combinación de 6 Bloques Hexadecimales que da como resultado una identificación mediante 48

**Bits**, que se asigna en forma exclusiva a un dispositivo que permite la conexión a la Red.

**QoS**: Son las siglas de Quality of Service, o lo que es lo mismo, Calidad del Servicio. Su función es garantizar un ancho de banda disponible para uno o varios equipos, sea cual sea el consumo del ancho de banda total del resto de equipos.

**BACKBONE**: La palabra *backbone* se refiere a las principales conexiones troncales de Internet. Está compuesta de un gran número de routers comerciales, gubernamentales, universitarios y otros de gran capacidad interconectados que llevan los datos a través de países, continentes y océanos del mundo mediante cables de fibra óptica.

**WDS**: Es un sistema que permite la interconexión inalámbrica de puntos de acceso en una red IEEE 802.11. Permite que ésta pueda ser ampliada mediante múltiples puntos de acceso sin la necesidad de un cable troncal que los conecte.

**BSSID**: (Basic Service Set Identifier) de una red de área local inalámbrica es un nombre de identificación único de todos los paquetes de una red inalámbrica (Wi-Fi) para identificarlos como parte de esa red. A diferencia del SSID, que puede ser usado en múltiples BSSs, este solo puede hacerlo en una.

**CCMP**: CCMP es un protocolo de encriptación de IEEE 802.11i. CCMP emplea el algoritmo de seguridad AES (*Advanced Encryption Standard*). A diferencia de TKIP, la integridad de la clave de administración y mensaje es manejada por un único componente creado alrededor de AES usando una clave de 128 bits, un bloque de 128 bits y 10 rondas de codificación por el estándar FIPS 197.

## **ANEXOS**

ANEXO 1

**C.T.U**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA DE COMUNICACIONES CON TECNOLOGÍA WI-FI PARA EL CASINO DE VOLUNTARIOS DE LA 17 BS “PASTAZA”.**

| UniFi AP (UAP) Specifications |   |
|-------------------------------|---|
| Dimensions                    | 20 x 20 x 3.65 cm                                       |
| Weight                        | 290 g (430 g with mounting kits)                        |
| Ports                         | Ethernet (Auto MDX, autosensing 10/100 Mbps)            |
| Buttons                       | Reset   |
| Antennas                      | 2 Integrated (supports 2x2 MIMO with spatial diversity) |
| Wi-Fi Standards               | 802.11 b/g/n*   |
| Power Method                  | Passive Power over Ethernet (12-24V)                    |
| Power Supply                  | 24V 0.5A PoE Adapter included                           |
| Maximum Power Consumption     | 4W  |
| Max TX Power                  | 20 dBm  |
| BSSID                         | Up to four per radio                                    |
| Power Save                    | Supported   |
| Wireless Security             | WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i               |
| Certifications                | CE, FCC, IC   |
| Mounting                      | Wall/Ceiling (Kits included)                            |
| Operating Temperature         | -10 to 70°C (14 to 158° F)                              |
| Operating Humidity            | 5 - 80% Condensing                                      |
| Advanced Traffic Management   |   |
| VLAN                          | 802.1Q  |
| Advanced QoS                  | Per-user rate limiting                                  |
| Guest traffic isolation       | Supported   |
| WMM                           | Voice, video, best effort, and background               |
| Concurrent Clients            | 100+  |
| Supported Data Rates (Mbps)   |   |
| Frequency (MHz)               |   |
| 802.11n                       | MCS0 - MCS15 (6.5 Mbps to 300 Mbps), HT 20/40           |
| 802.11b                       | 1, 2, 5.5, 11   |
| 802.11g                       | 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54                            |

**ESPE-L 2013**

ANEXO 2.

**C.T.N**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA DE COMUNICACIONES CON TECNOLOGÍA WI-FI PARA EL CASINO DE VOLUNTARIOS DE LA 17 BS “PASTAZA”.**

| System Information   |                            |                            |                            |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Model                | NanoStationM               | locoM2/M5                  | locoM9                     |
| Processor Specs      | Atheros MIPS 24KC, 400 MHz | Atheros MIPS 24KC, 400 MHz | Atheros MIPS 24KC, 400 MHz |
| Memory               | 32 MB SDRAM, 8 MB Flash    | 32 MB SDRAM, 8 MB Flash    | 64 MB SDRAM, 8 MB Flash    |
| Networking Interface | (2) 10/100 Ethernet Ports  | (1) 10/100 Ethernet Port   | (1) 10/100 Ethernet Port   |

| Regulatory/Compliance Information |      |              |                               |                           |
|-----------------------------------|------|--------------|-------------------------------|---------------------------|
| Model                             | NSM3 | NSM365       | NSM2/NSM5/locoM2/locoM5       | locoM9                    |
| Wireless Approvals                | *    | FCC Part 90Z | FCC Part 15.247, IC RS210, CE | FCC Part 15.247, IC RS210 |
| RoHS Compliance                   | Yes  | Yes          | Yes                           | Yes                       |

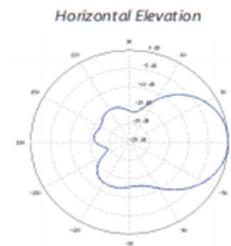
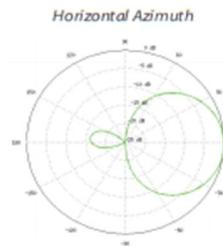
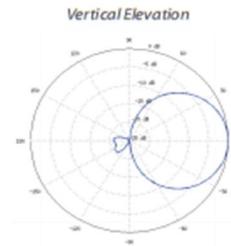
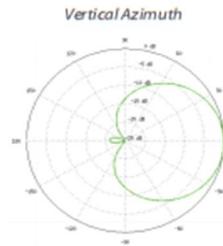
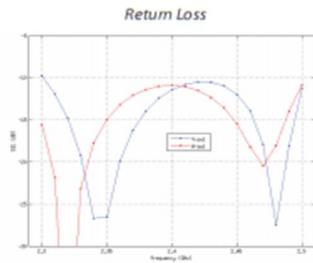
| Physical/Electrical/Environmental |  |               |               |               |               |                 |
|-----------------------------------|--|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| Model                             | NSM2   | NSM3/365      | NSM5          | locoM2        | locoM5        | locoM9          |
| Dimensions (mm)                   | 294 x 31 x 80  | 294 x 31 x 80 | 294 x 31 x 80 | 163 x 31 x 80 | 163 x 31 x 80 | 164 x 72 x 199  |
| Weight                            | 0.4 kg   | 0.5 kg        | 0.4 kg        | 0.18 kg       | 0.18 kg       | 0.9 kg          |
| Power Supply (PoE)                | 24V, 0.5A  | 24V, 1A       | 24V, 0.5A     | 24V, 0.5A     | 24V, 0.5A     | 24V, 1A         |
| Max. Power Consumption            | 8 W  | 8 W           | 8 W           | 5.5 W         | 5.5 W         | 6.5 W           |
| Gain                              | 11 dBi   | 13.7 dBi      | 16 dBi        | 8 dBi         | 13 dBi        | 8 dBi           |
| RF Connector                      | *  | *             | *             | *             | *             | External RP-SMA |
| Polarization                      | Dual Linear  |               |               |               |               |                 |
| Enclosure Characteristics         | Outdoor UV Stabilized Plastic                          |               |               |               |               |                 |
| Mounting                          | Pole Mounting Kit Included                             |               |               |               |               |                 |
| Power Method                      | Passive Power over Ethernet (pairs 4, 5+; 7, 8 return) |               |               |               |               |                 |
| Operating Temperature             | -30 to 75° C   |               |               |               |               |                 |
| Operating Humidity                | 5 to 95% Condensing                                    |               |               |               |               |                 |
| Shock & Vibration                 | ETSI300-019-1.4  |               |               |               |               |                 |

| Operating Frequency Summary (MHz) |         |             |           |           |             |
|-----------------------------------|---------|-------------|-----------|-----------|-------------|
| Model                             | locoM9  | NSM2/locoM2 | NSM3      | NSM365    | NSM5/locoM5 |
| Worldwide                         | 902-928 | 2412-2462   | 3400-3700 | 3650-3675 | 5170 - 5875 |
| USA                               |         |             |           |           | 5725 - 5850 |
| USA DFS                           | *       | *           | *         | *         | 5250 - 5850 |

## NanoStationlocoM2 Specifications

| Output Power: 23 dBm            |               |         |           |                                 |               |             |           |
|---------------------------------|---------------|---------|-----------|---------------------------------|---------------|-------------|-----------|
| 2.4 GHz TX POWER SPECIFICATIONS |               |         |           | 2.4 GHz RX POWER SPECIFICATIONS |               |             |           |
|                                 | Data Rate/MCS | Avg. TX | Tolerance |                                 | Data Rate/MCS | Sensitivity | Tolerance |
| 11b/g                           | 1-24 Mbps     | 23 dBm  | ±2 dB     | 11b/g                           | 1-24 Mbps     | -83 dBm     | ±2 dB     |
|                                 | 36 Mbps       | 21 dBm  | ±2 dB     |                                 | 36 Mbps       | -80 dBm     | ±2 dB     |
|                                 | 48 Mbps       | 19 dBm  | ±2 dB     |                                 | 48 Mbps       | -77 dBm     | ±2 dB     |
|                                 | 54 Mbps       | 18 dBm  | ±2 dB     |                                 | 54 Mbps       | -75 dBm     | ±2 dB     |
| airMAX                          | MCS0          | 23 dBm  | ±2 dB     | airMAX                          | MCS0          | -96 dBm     | ±2 dB     |
|                                 | MCS1          | 23 dBm  | ±2 dB     |                                 | MCS1          | -95 dBm     | ±2 dB     |
|                                 | MCS2          | 23 dBm  | ±2 dB     |                                 | MCS2          | -92 dBm     | ±2 dB     |
|                                 | MCS3          | 23 dBm  | ±2 dB     |                                 | MCS3          | -90 dBm     | ±2 dB     |
|                                 | MCS4          | 22 dBm  | ±2 dB     |                                 | MCS4          | -86 dBm     | ±2 dB     |
|                                 | MCS5          | 20 dBm  | ±2 dB     |                                 | MCS5          | -83 dBm     | ±2 dB     |
|                                 | MCS6          | 18 dBm  | ±2 dB     |                                 | MCS6          | -77 dBm     | ±2 dB     |
|                                 | MCS7          | 17 dBm  | ±2 dB     |                                 | MCS7          | -74 dBm     | ±2 dB     |
|                                 | MCS8          | 23 dBm  | ±2 dB     |                                 | MCS8          | -95 dBm     | ±2 dB     |
|                                 | MCS9          | 23 dBm  | ±2 dB     |                                 | MCS9          | -93 dBm     | ±2 dB     |
|                                 | MCS10         | 23 dBm  | ±2 dB     |                                 | MCS10         | -90 dBm     | ±2 dB     |
|                                 | MCS11         | 23 dBm  | ±2 dB     |                                 | MCS11         | -87 dBm     | ±2 dB     |
|                                 | MCS12         | 22 dBm  | ±2 dB     |                                 | MCS12         | -84 dBm     | ±2 dB     |
|                                 | MCS13         | 20 dBm  | ±2 dB     |                                 | MCS13         | -79 dBm     | ±2 dB     |
|                                 | MCS14         | 18 dBm  | ±2 dB     |                                 | MCS14         | -78 dBm     | ±2 dB     |
| MCS15                           | 17 dBm        | ±2 dB   | MCS15     | -75 dBm                         | ±2 dB         |             |           |

| Antenna Information |   |
|---------------------|---|
| Gain                | 8.5 dBi                                     |
| Cross-pol Isolation | 20 dB Minimum                               |
| Max. VSWR           | 1.4:1                                       |
| Beamwidth           | 60° (H-pol) / 60° (V-pol) / 60° (Elevation) |



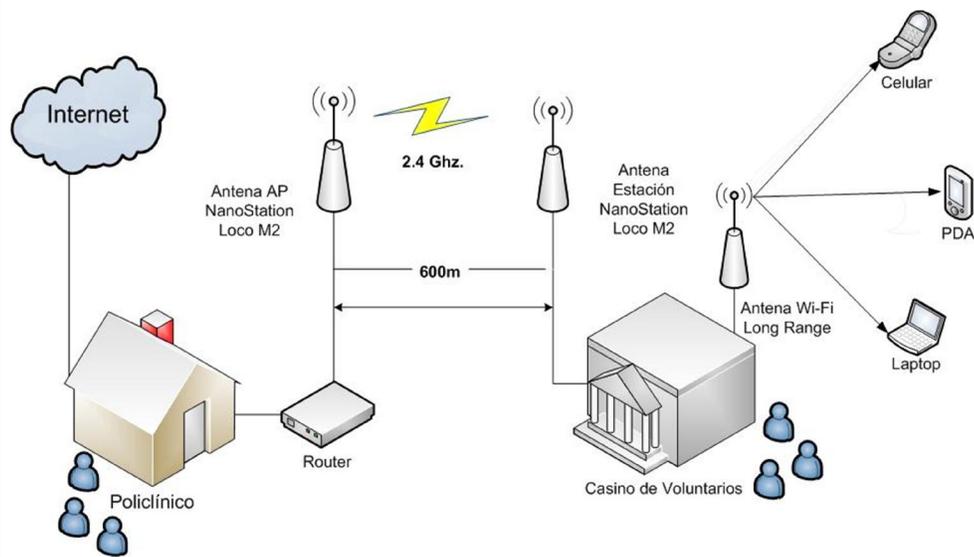
 [www.ubnt.com/airmax](http://www.ubnt.com/airmax)

ESPE-L 2013.

ANEXO 3.

R.I

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED INALÁMBRICA DE COMUNICACIONES CON TECNOLOGÍA WI-FI PARA EL CASINO DE VOLUNTARIOS DE LA 17 BS “PASTAZA”.**



ESPE-L 2013

