



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN**

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN COMPUTACIÓN

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE TECNÓLOGO EN COMPUTACIÓN**

**TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE
COMUNICACIONES CON ENLACES DE LARGA DISTANCIA
EN EL CAMPO TIPISHCA Y SUS ESTACIONES VINITA 2,
TIPISHCA C Y EPF DE EP PETROECUADOR**

AUTOR: FAUSTO ENRIQUE PROAÑO CUBILLO

DIRECTOR: ING. TORRES, LUIS

CODIRECTOR: ING. GRANIZO, EVELIO

SANGOLQUÍ

2015

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
TECNOLOGÍA EN COMPUTACIÓN**

CERTIFICADO

Ing. Luis Torres
Ing. Evelio Granizo

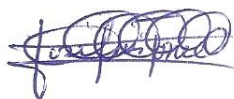
CERTIFICAN

Que el trabajo titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE COMUNICACIONES CON ENLACES DE LARGA DISTANCIA EN EL CAMPO TIPISHCA Y SUS ESTACIONES VINITA 2, TIPISHCA C Y EPF DE EP PETROECUADOR” realizado por el señor Fausto Enrique Proaño Cubillo, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto, el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat.

Autorizan a Fausto Enrique Proaño Cubillo, que lo entreguen al Ing. Germán Ñacato, en su calidad de Director de Carrera.

Sangolquí, 11 de julio del 2013



ING. LUIS TORRES



ING. EVELIO GRANIZO

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
TECNOLOGÍA EN COMPUTACIÓN**

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Fausto Enrique Proaño Cubillo

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE COMUNICACIONES CON ENLACES DE LARGA DISTANCIA EN EL CAMPO TIPISHCA Y SUS ESTACIONES VINITA 2, TIPISHCA C Y EPF DE EP PETROECUADOR”, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan en los contenidos correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

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

Sangolquí, 18 de Mayo de 2015


Fausto Enrique Proaño Cubillo

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
TECNOLOGÍA EN COMPUTACIÓN**

AUTORIZACIÓN

Yo, Fausto Enrique Proaño Cubillo

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE COMUNICACIONES CON ENLACES DE LARGA DISTANCIA EN EL CAMPO TIPISHCA Y SUS ESTACIONES VINITA 2, TIPISHCA C Y EPF DE EP PETROECUADOR”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, 18 de Mayo de 2015



Fausto Enrique Proaño Cubillo

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi madre Rosita Elvira

Por darme la vida, por creer en mí, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Fausto (+)

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizaron y que me infundió siempre, por el valor mostrado para salir adelante, por su amor y comprensión.

A mis familiares

A mi hermana Ana Lucía por ser el ejemplo de una hermana mayor y de quien aprendí aciertos en momentos difíciles; a mi hermana Tania, a mis hijas Génesis, Allison, Angelina, a mi tía María y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

¡Gracias a ustedes!

Fausto

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Escuela Politécnica del Ejército y a todo su plantel docente de la Carrera Tecnología en Computación por brindarme los medios y conocimientos necesarios para acceder a una formación académica que me permitirá desempeñarme profesionalmente en el futuro próximo.

En especial quiero agradecer todo el apoyo recibido y buena predisposición totalmente desinteresada, por mis profesores quienes me guiaron durante todo este proceso ofreciéndome sus conocimientos y horas de su tiempo.

Fausto

ÍNDICE DE CONTENIDO

Certificado, director, codirector	ii
Autoría de responsabilidad	iii
Autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenido	vii
Índice de figuras	x
Índice de tablas	xii
Resumen	xiii
Abstract	xiv
Introducción	xv

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
1.1 Redes Inalámbricas	1
1.2 Componentes de redes inalámbricas	2
1.2.1 Punto de acceso	2
1.2.2 Clientes inalámbricos	3
1.3 Modos de operación de redes inalámbricas	3
1.3.1 Modo ad hoc	4
1.3.2 Infraestructura	5
1.3.2.1 Topología de estrella	6
1.3.2.2 Enlace Punto a Punto (PtP)	8
1.4 Clasificación de redes inalámbricas	9
1.4.1 Redes inalámbricas de área extensa (WWAN)	10
1.4.2 Redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN)	10
1.4.3 Redes inalámbricas de área local (WLAN)	11
1.4.4 Redes inalámbricas de área personal (WPAN)	12
1.5 Redes inalámbricas 802.11	12
1.5.1 Capa 1 (802.11 PHY)	13
1.5.2 Capa 2 (802.11 MAC)	14

1.5.3	Control de Acceso al Medio (MAC)	14
1.5.4	Frecuencia	15
1.6	Comparativas entre tecnologías Wi-Fi y WiMAX	15
1.7	Rango y cobertura	19
1.8	Radiofrecuencia	21
1.8.1	Onda de radio	21
1.8.2	Polarización	22
1.8.3	Ancho de banda	23
1.8.4	La zona de Fresnel	24

CAPÍTULO 2

DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA	25	
2.1	Introducción	25
2.2	Antecedentes	25
2.3	Ubicación geográfica y Orografía del terreno	26
2.3.1	Estación Sansahuari	26
2.3.2	Campamento Tipishca	27
2.3.3	Estación EPF	27
2.3.4	Estación Tipishca C	27
2.3.5	Estación Vinita 2	28
2.4	Diagrama de la red inalámbrica	28
2.5	Direccionamiento IP	30
2.6	Software para simulación de enlaces	30
2.6.1	Enlace Sansahuari – Tipishca	31
2.6.2	Enlace Tipishca – Vinita 2	32
2.6.3	Enlace Tipishca – Est. EPF	34
2.6.4	Enlace Tipishca – Est. Tipishca C	35
2.7	Selección de equipos	36

CAPÍTULO 3

IMPLEMENTACIÓN DE LA RED INALÁMBRICA	39	
3.1	Enlace Sansahuari – Tipishca	40

3.1.1	Suministro de energía	45
3.2	Enlace Tipishca – Vinita 2	47
3.2.1	Configuración de equipos	50
3.2.2	Suministro de energía	52
3.3	Enlace Tipishca – Estación EPF	53
3.3.1	Configuración de equipos	57
3.3.2	Suministro de energía	60
3.4	Enlace Tipishca – Estación Tipishca C	61
3.4.1	Configuración de equipos	64
3.4.2	Suministro de energía	66
CAPÍTULO 4		
COSTOS DEL PROYECTO		67
4.1	Introducción	67
4.2	Costos de inversión	67
4.3	Costos de Ingeniería Civil	68
4.4	Costo total del proyecto	68
CAPÍTULO 5		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		70
5.1	Conclusiones	70
5.2	Recomendaciones	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		72
NOMENCLATURA UTILIZADA		75
ANEXO		84
BIOGRAFÍA		106
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS		108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Redes inalámbricas	2
Figura 1.2	Topología Ad hoc	4
Figura 1.3	Topología Infraestructura	6
Figura 1.4	Topología estrella inalámbrica	7
Figura 1.5	Enlace punto a punto modo ad hoc o infraestructura	8
Figura 1.6	Clasificación de Redes Inalámbricas	10
Figura 1.7	Canales de operación de una WLAN	11
Figura 1.8	Onda electromagnética	23
Figura 1.9	La zona de Fresnel	24
Figura 2.1	Diagrama de red inalámbrica Tipishca	29
Figura 2.2	Radio Mobile. Enlace Sansahuari - Tipishca	31
Figura 2.3	Radio Mobile. Enlace Tipishca – Vinita 2	33
Figura 2.4	Radio Mobile. Enlace Tipishca – Est. EPF	34
Figura 2.5	Radio Mobile. Enlace Tipishca – Tipishca C	35
Figura 3.1	Diagrama de red inalámbrica implementada	39
Figura 3.2	Estación Sansahuari	40
Figura 3.3	Equipo Truepoint en torre Tipishca	41
Figura 3.4	Equipos en caseta Sansahuari	42
Figura 3.5	Torre auto soportada de Tipishca	44
Figura 3.6	Equipos en caseta Tipishca	45
Figura 3.7	Fuente de poder Sansahuari	46
Figura 3.8	Fuente de poder Tipishca	46
Figura 3.9	Radio Alvarion en torre Tipishca	48
Figura 3.10	Radio Alvarion en Vinita 2	49
Figura 3.11	Ventana “IP Parameters” de radio master Alvarion	50
Figura 3.12	Ventana “IP Parameters” de radio suscriptor Alvarion	51
Figura 3.13	Telnet a radio suscriptor Alvarion	52
Figura 3.14	Ping a radio suscriptor 172.16.72.14	53
Figura 3.15	Ubicación geográfica de Tipishca y estación EPF	54
Figura 3.16	Radio Cisco Aironet 1300	55
Figura 3.17	Ventana “Home” de software Cisco master	57

Figura 3.18	Ventana “Network Interfaces” de Cisco master	58
Figura 3.19	Ventana “Association” de Cisco master	58
Figura 3.20	Configuración de radio Cisco master con CLI	59
Figura 3.21	Power Injector de radio Cisco 1300	61
Figura 3.22	Ubicación geográfica de Tipishca y Tipishca C	63
Figura 3.23	Torre venteadada de Tipishca C	64
Figura 3.24	Ventana “Network Map” Tipishca C	65
Figura 3.25	Configuración de radio Cisco con CLI	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Configuración típica de una red ad hoc	5
Tabla 1.2	Configuración típica de una topología en estrella	7
Tabla 1.3	Configuración típica de un enlace Punto a Punto	8
Tabla 1.4	Comparación de enmiendas del IEEE 802.11	13
Tabla 1.5	Comparación entre WiMAX y Wi-Fi	18
Tabla 1.6	Diferencias entre WiMax y Wi-Fi	19
Tabla 2.1	Posiciones Geográficas de puntos de enlace	28
Tabla 2.2	Información de enlace Sansahuari – Tipishca	32
Tabla 2.3	Información de enlace Tipishca – Vinita 2	33
Tabla 2.4	Información de enlace Tipishca – EPF	35
Tabla 2.5	Información de enlace Tipishca – Tipishca C	36
Tabla 2.6	Equipos y materiales a usarse en red inalámbrica	38
Tabla 3.1	Equipos instalados en las torres Sansahuari – Tipishca	43
Tabla 3.2	Equipos instalados en las torres Tipishca – Vinita 2	49
Tabla 3.3	Resumen de radios Alvarion Tipishca – Vinita 2	51
Tabla 3.4	Equipos instalados en la torres Tipishca – Est. EPF	56
Tabla 3.5	Resumen de radios Cisco Tipishca – Est. EPF	60
Tabla 3.6	Equipos instalados en las torres Tipishca – Tipishca C	63
Tabla 3.7	Resumen de radios Cisco Tipishca – Tipishca C	66
Tabla 4.1	Costos de equipos e infraestructura	68
Tabla 4.2	Costos de Ingeniería	68
Tabla 4.3	Costo total del Proyecto	69

RESUMEN

Con el diseño e implementación de una red inalámbrica, utilizando tecnologías IEEE802.11x (Wi-Fi) e IEEE802.16 (WiMAX) en una zona rural, se brindarían servicios de datos a las diferentes estaciones del Campo Tipishca, en el Distrito Amazónico, para agilizar las comunicaciones y demostrar que las tecnologías de la información y comunicaciones pueden incidir positivamente en los indicadores de producción y eficiencia del sector petrolero. Debido a que EP Petroecuador posee aplicaciones de ingreso manual y continuo de datos, se vuelve necesario poseer una red ágil, confiable y de calidad para que las mencionadas aplicaciones, que a la vez son demandantes de ancho de banda amplio, mantengan la calidad necesaria para la operación diaria, esto va a la par de la colección remota y automatizada de datos que fluyen desde los pozos y la planta de procesos, hacia Tipishca y Lago Agrio. Es obligatorio mantener una comunicación directa y en tiempo real de la situación diaria, en lo que a producción de petróleo se refiere y transmitir las diversas novedades al Gobierno Central.

PALABRAS CLAVES:

- **RED DE COMUNICACIONES**
- **ENLACES DE LARGA DISTANCIA**
- **CAMPO TIPISHCA**
- **EP PETROECUADOR**

ABSTRACT

With the design and implementation of a wireless network, using technologies IEEE802.11x (Wi-Fi) and IEEE802.16 (WiMAX) in a rural area, they would provide data services to different stations Tipishca field in the Amazon District, to streamline communications and demonstrate that information technology and communications can positively affect production indicators and efficient oil sector. Because EP Petroecuador has manual entry applications and continuous data, it becomes necessary to have a quick, reliable and quality network for the aforementioned applications, which in turn are demanding of bandwidth, necessary to maintain quality the daily operation, this is on par with the remote and automated collection of data flowing from wells and processing plant, to Tipishca and Lago Agrio. It is required to maintain direct communication and real-time daily situation, as far as oil production is concerned and transmit the various developments to the central government.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE COMUNICACIONES CON ENLACES DE LARGA DISTANCIA EN EL CAMPO TIPISHCA Y SUS ESTACIONES VINITA 2, TIPISHCA C Y EPF DE EP PETROECUADOR

A continuación se describe un resumen del contenido de cada uno de los capítulos desarrollados en este proyecto.

En el **Capítulo 1** se hace referencia a los Fundamentos Teóricos más relevantes que se utilizan en este proyecto, tomando mayor atención a los estándares IEEE802.11 e IEEE802.16, indicando las peculiaridades que hay que considerar cuando se trabaja en cortas y largas distancias.

En el **Capítulo 2** se trata sobre el diseño de la red inalámbrica, partiendo del entorno, ubicaciones geográficas, orografía del campo Tipishca y sus Estaciones periféricas. También se detalla el diagrama de la red, direccionamiento IP, simulaciones de enlace y zona Fresnel, selección de equipos.

En el **Capítulo 3** se detallan procedimientos de implementación de la red inalámbrica, configuración e instalación de equipos.

En el **Capítulo 4** se detallan los costos de inversión por parte de EP Petroecuador en la implementación de la red inalámbrica.

En el **Capítulo 5** se encuentran las conclusiones y recomendaciones extraídas durante el desarrollo de todo el proyecto relacionado a la implementación de la red.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 Redes Inalámbricas

Una red inalámbrica es simplemente una colección de computadoras, impresoras y otros dispositivos interconectados entre sí por enlaces de radio.

Una red básica se construye alrededor de una estación base llamada Punto de Acceso (Access Point). Este punto es el dispositivo central que permite que dos o más computadoras compartan el acceso a Internet, así como también archivos e impresoras.

En la figura 1.1, se muestra un ejemplo de una estación base (Access Point) que actúa como el centro de todo el funcionamiento de una red básica entre computadoras personales, de escritorio, impresoras y otros dispositivos inalámbricos. Esta red de computadoras se conecta al dispositivo central (Access Point) usando el estándar WiFi (802.11), que es un conjunto de reglas que proveen seguridad, confiabilidad y rapidez de conectividad inalámbrica [1].

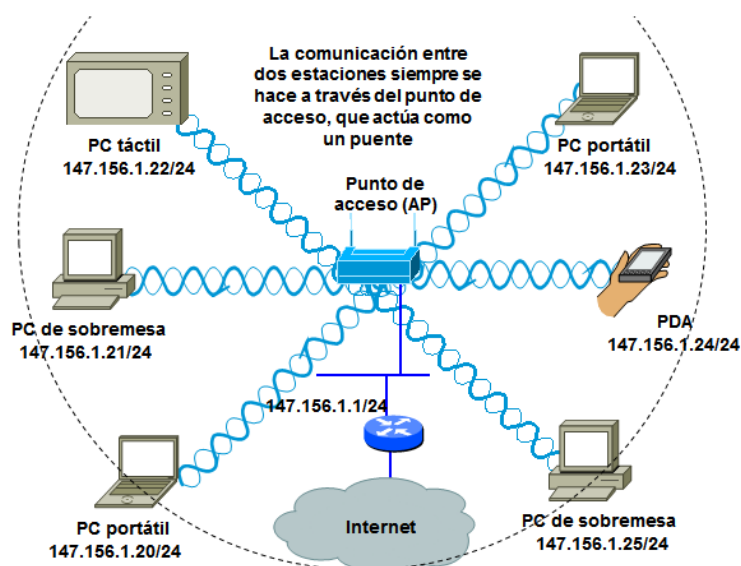


Figura 1.1 Redes Inalámbricas [5]

1.2 Componentes de redes inalámbricas

1.2.1 Punto de acceso

Un punto de acceso es un “concentrador” inalámbrico. El transmisor/receptor conecta entre sí los nodos de la red inalámbrica y normalmente también sirve de puente entre ellos y la red cableada. Un conjunto de puntos de acceso se pueden conectar unos con otros para crear una gran red inalámbrica.

Desde el punto de vista de los clientes inalámbricos (como las computadoras portátiles o las estaciones móviles), un punto de acceso provee un cable virtual entre los clientes asociados. Este “cable inalámbrico” conecta tanto a los clientes entre sí, como los clientes con la red cableada.

Los puntos de acceso podrán captar las señales de los enrutadores y clientes, amplificándolas para dar una mayor cobertura a la red. A pesar de que los puntos de acceso son transparentes para los otros dispositivos de la

red, siempre se les debe asignar una dirección IP que permita su configuración.

1.2.2 Clientes inalámbricos

Un cliente inalámbrico es una estación de trabajo que se conecta a una red de área local (LAN – Local Area Network) a través de un punto de acceso inalámbrico para compartir sus recursos.

Una estación inalámbrica se define como cualquier computador con una tarjeta adaptadora de red inalámbrica instalada que transmite y recibe señales de Radio Frecuencia (RF).

Algunos de los clientes inalámbricos más comunes son las computadoras portátiles, PDAs, equipos de vigilancia y teléfonos inalámbricos de VoIP.

1.3 Modos de operación de redes inalámbricas

El conjunto de estándares 802.11 definen dos modos fundamentales para redes inalámbricas:

- Ad hoc
- Infraestructura

Es importante comprender que no siempre, los modos se ven reflejados directamente en la topología.

Por ejemplo, un enlace punto a punto puede ser implementado en modo ad hoc o Infraestructura y se podría imaginar una red en estrella construida por conexiones ad hoc.

1.3.1 Modo ad hoc

El modo ad hoc, también conocido como punto a punto, es un método para que los clientes inalámbricos puedan establecer una comunicación directa entre sí. Al permitir que los clientes inalámbricos operen en modo ad hoc, no es necesario involucrar un punto de acceso central. Todos los nodos de una red ad hoc se pueden comunicar directamente con otros clientes y retransmitir tráfico entre dispositivos (computadoras) que estén fuera de su alcance.

Cada cliente inalámbrico en una red ad hoc debería configurar su adaptador inalámbrico en modo ad hoc y usar los mismos SSID y “número de canal” de la red.

Una red ad hoc normalmente está conformada por un pequeño grupo de dispositivos dispuestos cerca unos de otros. En una red ad hoc el rendimiento es menor a medida que el número de nodos crece. En la figura 1.2 se muestra la topología típica de una conexión Ad-hoc

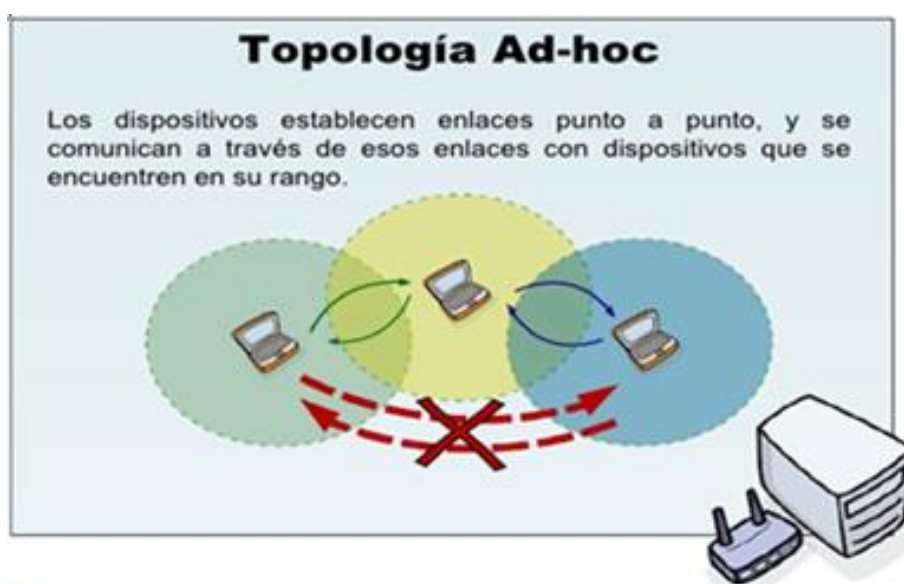


Figura 1.2 Topología Ad-hoc [5]

Se puede usar el modo ad hoc cuando desea conectar directamente dos estaciones, por ejemplo, de edificio a edificio. También se puede usar dentro de una oficina entre un conjunto de estaciones de trabajo.

En la Tabla 1.1 se indica un ejemplo de configuración básica que deben tener dos terminales trabajando dentro de una misma red.

Tabla. 1.1

Configuración típica de una red ad hoc [5]

Configuración	Nodo 1	Nodo 2
Modo	<i>ad hoc</i>	<i>ad hoc</i>
SSID	MI_SSID	MI_SSID
Canal	Debe ser convenido y conocido por todos	Debe ser convenido y conocido por todos
Dirección IP	Normalmente fija	Normalmente fija

1.3.2 Infraestructura

Contrario al modo ad hoc donde no hay un elemento central, en el modo de infraestructura hay un elemento de “coordinación”: un punto de acceso o estación base. Si el punto de acceso se conecta a una red Ethernet cableada, los clientes inalámbricos pueden acceder a la red fija a través del punto de acceso. Para interconectar muchos puntos de acceso y clientes inalámbricos, todos deben configurarse con el mismo SSID. La figura 1.3 muestra la Topología de Infraestructura.

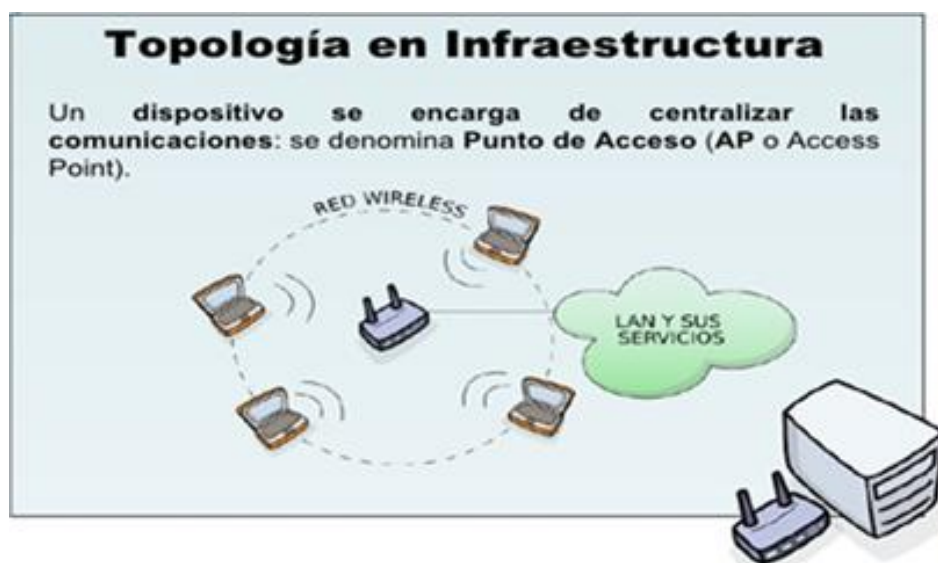


Figura 1.3 Topología Infraestructura [5]

1.3.2.1 Topología de estrella

Es la infraestructura más común en redes inalámbricas. Es la tecnología típicamente usada para un hotspot. Esta topología es la disposición típica de un **WISP (Wireless Internet Service Provider)**. Se puede pensar en un pequeño operador en un entorno geográfico limitado, que proporciona distintos servicios a un grupo más o menos reducido de usuarios. Tecnológicamente, se soportan en infraestructuras de acceso basadas en soluciones inalámbricas WiFi de exterior, WiMAX generalmente en frecuencia libre o una combinación de ambas, por ejemplo, creando celdas primarias basadas en WiMAX aprovechando la capacidad de dicha tecnología para ofrecer calidad de servicio QoS y un segundo nivel de celdas de acceso a cliente final que puede ser en WiFi de exterior.

Los WISP's se crean predominantes en entornos rurales, en entornos donde cable y ADSLs no estén disponibles. Frecuentemente ofrecen servicios adicionales, como contenido basado en localización, Virtual Private Networking y Voz sobre IP. En la figura 1.4 se muestra un ejemplo de Topología estrella inalámbrica.

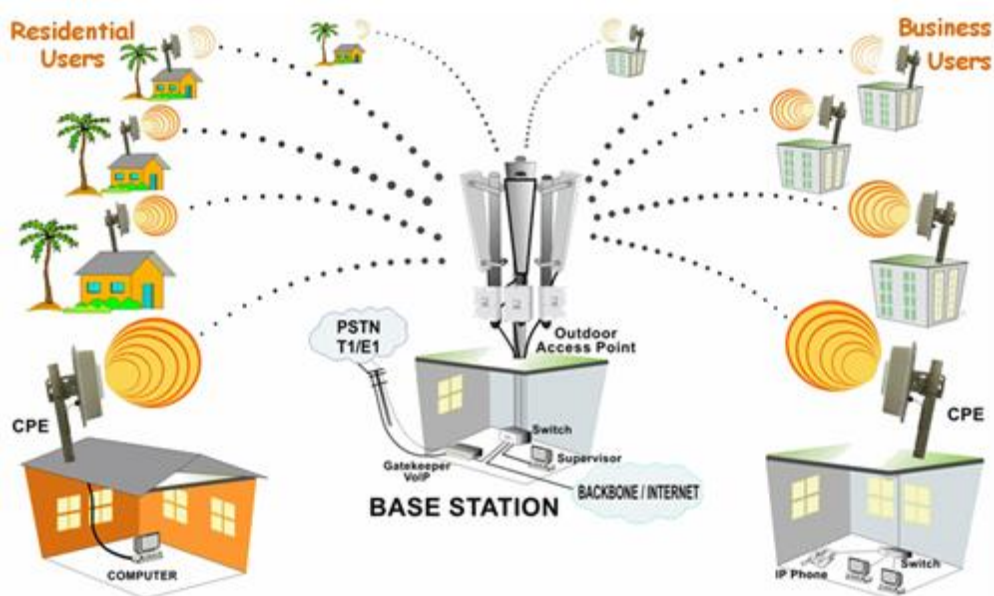


Figura 1.4 Topología estrella inalámbrica [11]

A menudo este tipo de redes se combina en árboles o con elementos de otras topologías. En la Tabla 1.2 se indica un ejemplo de configuración básica de equipos pertenecientes a esta topología.

Tabla 1.2

Configuración típica de una topología en estrella [5]

Configuración	Punto de acceso / Gateway	Nodo x1
Modo	Infraestructura	Infraestructura
SSID	Defina MI_SSID	Conectar a MI_SSID
Canal	Defina el canal x	Descubre el canal
Dirección IP	Normalmente tiene un servidor DHCP (Si cuenta con características de enrutamiento)	Normalmente toma la IP que se le asigna por DHCP

1.4 Clasificación de redes inalámbricas

Las redes locales inalámbricas más que una sustitución de las LANs convencionales, son una extensión de las mismas, ya que permite el intercambio de información entre los distintos medios en una forma transparente al usuario.

En este sentido, el objetivo fundamental de las redes WLAN es el de proporcionar las facilidades no disponibles en los sistemas cableados y formar una red total donde coexistan los dos tipos de sistemas, enlazando los diferentes equipos o terminales móviles asociados a la red.

Este hecho proporciona al usuario una gran movilidad sin perder conectividad. Aun así, sus prestaciones son menores en lo referente a la velocidad de transmisión que se sitúa entre los 2 y los 10 Mbps frente a los 10 y hasta los 100 Mbps ofrecidos por una red convencional.

Las redes inalámbricas se clasifican en cuatro categorías:

- WWAN (Wireless Wide Area Network)
- WMAN (Wireless Metropolitan Area Network)
- WLAN (Wireless Local Area Network)
- WPAN (Wireless Personal Area Network)

En la primera y segunda categoría WWAN y WMAN, se ubican las redes que cubren desde decenas hasta miles de kilómetros. En la tercera categoría LAN, se encuentran las redes que comprenden de varios metros hasta decenas de metros. Y en la cuarta categoría PAN, se encuentran a las redes que comprenden desde metros hasta 30 metros. En la figura 1.6 se muestra la clasificación de la redes inalámbricas.

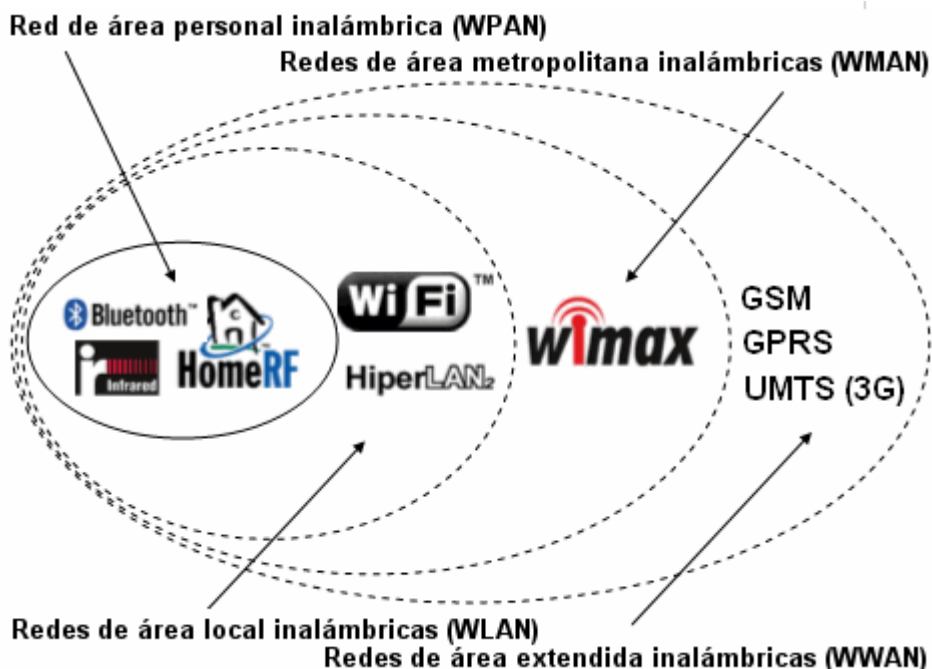


Figura 1.6 Clasificación de Redes Inalámbricas [4]

1.4.1 Redes inalámbricas de área extensa (WWAN)

Tienen el alcance más amplio de todas las redes inalámbricas. Por esta razón, todos los teléfonos móviles están conectados a una red inalámbrica de área extensa. Utilizan torres para la instalación de antenas que se suelen situar en lugares elevados que transmiten ondas de radio o utilizan ondas de microondas para conectarse, a otras redes de área local.

Se distinguen tres tipos de redes WWAN: GSM, GPRS, UMTS

1.4.2 Redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN)

Las redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN) también se conocen como bucle local inalámbrico (WLL, Wireless Local Loop). Las WMAN se basan en el estándar IEEE 802.16. Los bucles locales inalámbricos ofrecen una velocidad total efectiva de 1 a 10 Mbps, con un alcance de 4 a 10 kilómetros, algo muy útil para compañías de telecomunicaciones.

La mejor red inalámbrica de área metropolitana es WiMAX, que puede alcanzar una velocidad aproximada de 70 Mbps en un radio de varios kilómetros.

1.4.3 Redes inalámbricas de área local (WLAN)

Una red de área local inalámbrica, también conocida como WLAN (del inglés wireless local area network), 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.

Las WLAN se basan en los estándares 802.11b y 802.11g que utilizan la banda de 2,4 – 2,5 Ghz. Esta banda de frecuencias se divide en 14 canales de 22 MHz de ancho, separados tan solo por 5 MHz en la mayoría de los casos, en donde se definen 11 canales utilizables por equipos WIFI, los cuales pueden configurarse de acuerdo a necesidades particulares. Sin embargo, los 11 canales no son completamente independientes (canales contiguos se superponen y se producen interferencias) y en la práctica sólo se pueden utilizar 3 canales independientes en forma simultánea (1, 6 y 11). En la figura 1.7 se muestran los canales de operación de una WLAN.

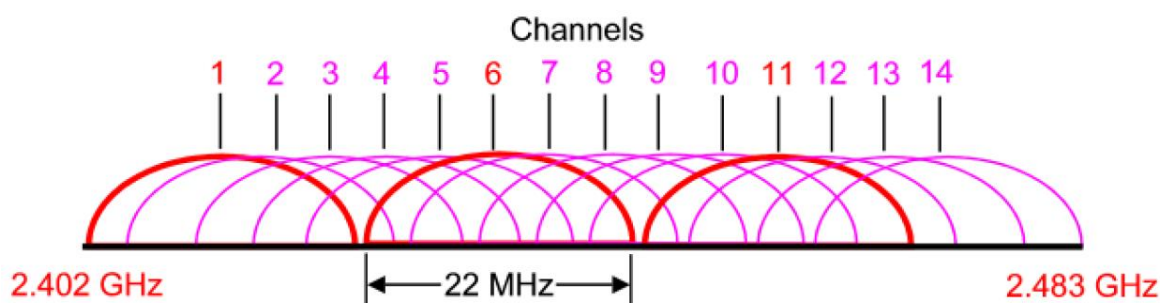


Figura 1.7 Canales de operación de una WLAN [15]

1.4.4 Redes inalámbricas de área personal (WPAN)

Una red inalámbrica de área personal (WPAN) incluye redes inalámbricas de corto alcance que abarcan un área de algunas decenas de metros. Este tipo de red se usa generalmente para conectar dispositivos periféricos (por ejemplo, impresoras, teléfonos móviles y electrodomésticos) o un asistente personal digital (PDA) a un ordenador sin conexión por cables. También se pueden conectar de forma inalámbrica dos ordenadores cercanos. Se usan varios tipos de tecnología para las WPAN:

La tecnología principal WPAN es **Bluetooth**. Ofrece una velocidad máxima de 1 Mbps con un alcance máximo de unos treinta metros. La tecnología Bluetooth, también conocida como IEEE 802.15.1, tiene la ventaja de tener un bajo consumo de energía, algo que resulta ideal para usarla en periféricos de pequeño tamaño [3].

1.5 Redes Inalámbricas 802.11

El estándar IEEE 802.11 se utiliza en las Redes LAN inalámbricas denominadas Wi-Fi o “Wireless Fidelity” y fue creado con el fin de proveer conectividad a terminales móviles dentro de las redes WLAN. El término Wi-Fi proviene de una asociación internacional formada con el objetivo de asegurar la compatibilidad de los distintos productos de estas redes WLAN.

El estándar 802.11 para redes LAN inalámbricas incluye una serie de enmiendas. Las enmiendas contemplan principalmente las técnicas de modulación, gama de frecuencia y la calidad del servicio (QoS). Como todos los estándares 802 del IEEE, el IEEE 802.11 cubre las primeras dos capas del modelo de OSI (Open Systems Interconnection), es decir la capa física (L1) y la capa de enlace (L2).

En la Tabla 1.4 se da un resumen y una breve comparación de los 4 estándares del IEEE 802.11 más importantes respecto a la tasa de transmisión.

Tabla 1.4

Comparación de enmiendas del IEEE 802.11 [4]

Estándar	Frecuencia	Técnica de Modulación	Tasa de transmisión nominal	Descripción
802.11a	5 GHz	OFDM	54 Mbps	8 Canales no solapados. No ofrece QoS
802.11b	2.4 GHz	DSSS, CCK	11 Mbps	14 canales solapados
802.11g	2.4 GHz	OFDM, CCK, DSSS	54 Mbps	14 canales solapados. Compatibilidad con el 802.11b
802.11n	2.4 GHz/?	OFDM	360/540? Mbps	Mejora los estándares anteriores agregando MIMO que aprovecha transmisores múltiples para aumentar el rendimiento mediante multiplexación espacial

1.5.1 Capa 1 (802.11 PHY)

La capa física tiene como finalidad transportar correctamente la señal que corresponde a 0 y 1 de los datos que el transmisor desea enviar al receptor. Esta capa se encarga principalmente de la modulación y codificación de los datos.

Un aspecto importante que influye en la transferencia de datos es la técnica de modulación elegida. A medida que los datos se codifican más eficientemente, se logran tasas o flujos de bits mayores dentro del mismo ancho de banda, pero se requiere hardware más sofisticado para manejar la modulación y la demodulación de los datos.

La idea básica detrás de las diversas técnicas de modulación usadas en IEEE 802.11 es utilizar más ancho de banda del mínimo necesario para mandar un "bit" a fin de conseguir protección contra la interferencia.

1.5.2 Capa 2 (802.11 MAC)

La capa de transmisión de datos de 802.11, se compone de dos partes:

1. Control de acceso al medio (MAC)
2. Control lógico del enlace (LLC)

La subcapa LLC de 802.11 es idéntica a la de 802.2 permitiendo una compatibilidad con cualquier otra red 802, mientras que la subcapa MAC presenta cambios sustanciales para adecuarla al medio inalámbrico.

La subcapa MAC (L2) es común para varios de los estándares 802.11, y sustituye al estándar 802.3 (CSMA/CD – Ethernet) utilizado en redes cableadas, con funcionalidades específicas para radio (los errores de transmisión son más frecuentes que en los medios de cobre), como fragmentación, control de error (CRC-Cyclic Redundancy Check), las retransmisiones de tramas y acuse de recibo, que en las redes cableadas son responsabilidad de las capas superiores.

1.5.3 Control de Acceso al Medio (MAC)

El protocolo de acceso al medio en redes Ethernet cableadas es el CSMA/CD, basado en la detección de colisiones y la subsiguiente retransmisión cuando éstas ocurren. En redes inalámbricas que utilizan la misma frecuencia para transmitir y recibir, es imposible detectar las colisiones en el medio, por lo que el mecanismo de compartición del medio se modifica tratando de limitar las colisiones y usando acuse de recibo (ACK) para indicar la recepción exitosa de una trama. Si el transmisor no recibe el ACK dentro de un tiempo preestablecido, supone que la transmisión no fue exitosa y la reenvía. Este protocolo se conoce como CSMA/CA, donde CA se refiere a “Collision Avoidance”, es decir, tratar de evitar las colisiones. Este método no es tan eficiente como el CSMA/CD porque hay que esperar

el ACK antes de poder continuar utilizando el canal, y el mismo ACK consume tiempo de transmisión.

1.5.4 Frecuencia

Los estándares 802.11b y la 802.11g usan la banda de los 2,4 GHz ISM (Industrial, Científica y Médica) definida por la UIT. Los límites exactos de esta banda dependen de las regulaciones de cada país, pero el intervalo más comúnmente aceptado es de 2.400 a 2.483,5 MHz.

El estándar 802.11a usa la banda de los 5 GHz cubriendo 5.15-5.35 GHz y 5.725-5.825 GHz.

La banda sin licencia de los 2.4 GHz se volvió últimamente muy “ruidosa” en áreas urbanas, debido a la alta penetración de las WLAN y otros dispositivos que utilizan el mismo rango de frecuencia, tal como hornos de microondas, teléfonos inalámbricos y dispositivos Bluetooth. La banda de los 5 GHz tiene la ventaja de tener menos interferencia, pero presenta otros problemas debido a su naturaleza.

Las ondas de alta frecuencia son más sensibles a la absorción que las ondas de baja frecuencia. Las ondas en el rango de los 5 GHz son especialmente sensibles al agua, a los edificios circundantes u otros objetos, debido a la alta absorción en este rango. Esto significa que una red 802.11a es más restrictiva en cuanto a la línea de la vista y se requieren más puntos de acceso para cubrir la misma área que una red 802.11b. Para la misma potencia de transmisión las celdas resultantes son más pequeñas [4].

1.6 Comparativas entre tecnologías Wi-Fi y WiMAX

Las redes WiMAX, (acrónimo de Worldwide Interoperability for Microwave Access), están basadas en el estándar IEEE 802.16 para redes

inalámbricas metropolitanas. Wi-Fi es una tecnología de red de área local diseñada para añadir movilidad a las redes de área local cableadas privadas, mientras que WiMAX, está concebida para proporcionar servicios de acceso inalámbrico de banda ancha en áreas metropolitanas. Es decir, WiMAX es una tecnología pensada para el transporte de un servicio, al contrario que la tecnología Wi-Fi, cuyo mercado está dirigido al usuario final.

- En Wi-Fi el ancho de banda de canal es fijo, de 20 MHz. Por el contrario, en WiMAX, este ancho de banda es flexible y puede ir de 1,5 MHz a 20 MHz, tanto para las bandas con licencia como para las que no la necesitan.
- Ambos estándares emplean las mismas modulaciones de portadoras, por lo que ambas requieren la misma relación Señal-Ruido para una misma modulación. Debido a que la señal WiMAX sólo ocupa 9 MHz frente a los 16,25 MHz de WiFi, por lo que el ruido integrado es menor, la sensibilidad del receptor WiMAX es 2,5 dB mejor que la de un receptor WiFi, lo que se traduce en un alcance en condiciones LOS de un 35% mayor.
- La eficiencia espectral máxima a nivel físico es de 3,3 bps/Hz en WiFi frente a los 4,2 bps/Hz en WiMAX.
- WiFi transmite paquete a paquete y WiMAX transmite trama a trama.
- La capacidad bruta a nivel físico es superior en WiFi (54 Mbps) frente a WiMAX (37,7 Mbps), debido al mayor ancho de banda ocupado por la señal. Sin embargo, y debido a su control de acceso al medio aleatorio, WiFi no puede especificar el tráfico

neto disponible, que por lo general suele ser inferior a los 20 Mbps.

- WiMAX soporta mayor dispersión multi-trayecto que WiFi. Es decir, con diferencias de recorridos superiores a 120 metros la señal WiFi se degrada (diseñado para propagación en interiores), mientras que WiMAX soporta dispersiones superiores a 2.000 metros, por lo que es una señal mucho más robusta en entornos exteriores.
- El uso de una separación entre portadoras menor en WiMAX que en WiFi exige el uso de osciladores de mayor calidad, lo que encarece la etapa radio. Por otra parte, la canalización de 10 MHz de WiMAX exige una mayor capacidad y calidad de filtrado de señales indeseadas, lo que de nuevo encarece la etapa radio [5].

En la Tabla 1.5, se muestra una comparativa básica de las dos tecnologías Wi-Fi y WiMax y la Tabla 1.6 muestra las diferencias entre los estándares 802.11 y 802.16.

Tabla 1.5

Comparación entre WiMAX y Wi-Fi

WIFI	WIMAX
<ul style="list-style-type: none"> • Conectividad LAN inalámbrica 	<ul style="list-style-type: none"> • Redes MAN de banda ancha inalámbricas. <ul style="list-style-type: none"> • Alternativa a las conexiones cableadas tradicionales. • Permitirá acceso “last mile” en áreas remotas. <ul style="list-style-type: none"> • Sin visibilidad directa
<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> •
<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura <ul style="list-style-type: none"> • Interior: dentro de un edificio. • Exterior: entre ubicaciones con visibilidad directa 	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura <ul style="list-style-type: none"> - Areas extensas: ciudades y zonas rurales.
<ul style="list-style-type: none"> • Alcance.- 350 metros aprox 	<ul style="list-style-type: none"> • Alcance.- 50 kilómetros aprox
<ul style="list-style-type: none"> • Velocidades.- hasta 54 Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidades.- hasta 100 Mbps

Tabla 1.6
Diferencias entre WiMax y Wi-Fi [15]

	Wimax (802.11a)	WiFi (802.11b)	WiFi (802.11a/g)
Aplicación principal	Acceso wireless banda ancha	LAN wireless	LAN wireless
Banda de frecuencia	Licenciada/No licenciada 2GHz a 11GHz	2.4 GHz ISM	2.4 GHz ISM (g) 5 GHz U-NII (a)
Ancho de banda del canal	Ajustable 1.25 MHz a 20 MHz	25 MHz	20 MHz
Half/full duplex	Full	Half	Half
Tecnología radio	OFDM (256 canales)	DSSS	OFDM (64 canales)
Eficiencia en el ancho de banda	≤ 5 bps/Hz	≤ 0.44 bps/Hz	≤ 2.7 bps/Hz
Modulación	BPSK, QPSK, 16-, 64-, 254-QAM	QPSK	BPSK, QPSK, 16-, 64-QAM
FEC	Código Reed-Solomon Convolutacional	Ninguno	Código Convolutacional
Encriptación	Obligatorio 3DES Opcional AES	Opcional RC4 (AES en 802.11i)	Opcional RC4 (AES en 802.11i)
Protocolo de acceso	Request/Grant	CSMA/CA	CSMA/CA
- Best effort	Sí	Sí	Sí
- Prioridad de datos	Sí	802.11e WME	802.11e WME
- Retardo	Sí	802.11e WSM	802.11e WSM

1.7 Rango y cobertura

IEEE 802.11 es un protocolo para LAN inalámbrica (uso interior) que fue diseñado para operar en pequeñas celdas de hasta 100 metros.

El método de acceso en IEEE 802.11 (CSMA/CA) supone que todos los nodos que se están comunicando con el punto de acceso pueden “oírse”

entre sí y se basa en esto para evitar colisiones. Las colisiones en IEEE 802.11 pueden ser evitadas si todos los nodos pueden detectar con eficacia si se ocupa el canal o no. Desafortunadamente, este requerimiento no siempre puede ser satisfecho cuando se implementa el IEEE 802.11 en ambientes abiertos.

Cuando más de 10 estaciones están asociadas al mismo punto de acceso y la tasa de colisiones aumenta, los tiempos de espera para el acceso al medio y las retransmisiones introducen demoras considerables que disminuyen el rendimiento efectivo.

IEEE 802.11 funciona mal cuando muchos usuarios son asociados a un punto de acceso en un ambiente exterior. Para resolver algunos de estos problemas, ciertos fabricantes ofrecen soluciones “no estándar” basadas en el “sondeo del cliente” o reservación de ancho de banda, controlándolo desde la capa IP. En el sondeo, el punto de acceso decide en qué momento se concede a una estación el uso del canal.

Por el contrario, IEEE 802.16 fue creado para ser una solución MAN inalámbrica y fue diseñado como una solución para exteriores desde el principio. IEEE 802.16 está diseñado para operar en un tamaño de celda típico de 7 a 10 kilómetros y puede manejar distancias de hasta 50 kilómetros. El problema del “nodo oculto” fue resuelto desde la primera fase de diseño, mediante DAMA-TDMA (Demand assigned Multiple Access - Time Division Multiple Access) para el enlace ascendente (uplink) donde la estación base asigna ranuras de tiempo a cada estación. DAMA-TDMA usa el mismo principio que las redes de satelitales donde las estaciones clientes no pueden “escucharse” entre sí.

Para operar mejor en ambientes donde no hay línea de vista (NLOS), IEEE 802.16 incluye una modulación más compleja basada en OFDM. IEEE 802.16 puede tolerar 10 veces más retardo de multitrayectoria que 802.11.

IEEE 802.16 puede hacer un mejor uso de los recursos disponibles en el aire puesto que la estación base adjudica ranuras de tiempo a los suscriptores usando algoritmo de programación dinámica. El número de suscriptores no afecta al número de colisiones ni la retransmisión de paquetes.

Las posibilidades en IEEE 802.16 para dedicar un cierto ancho de banda a un suscriptor en términos de TDMA, sin preocuparse sobre “nodos ocultos”, permite la introducción de antenas inteligentes. Una antena inteligente combina múltiples elementos con capacidad de procesamiento de señal y puede optimizar el diagrama de radiación de la antena automáticamente. El IEEE 802.16 permite técnicas avanzadas de antenas y esto hace posible un mejor planeamiento de las celdas [6].

1.8 Radiofrecuencia

A más de la infraestructura presente en la zona de implementación de la red, hay otro aspecto importante que debe ser considerado: las propiedades que presenta la región a la propagación de ondas electromagnéticas.

Mientras más alta es la frecuencia de una onda, mayor cantidad de datos y a mayor velocidad transmitirá. Sin embargo, su alcance y su capacidad de atravesar objetos, depende en parte a los niveles de potencia utilizados en los transceptores y a las longitudes de onda.

Las comunicaciones inalámbricas hacen uso de las ondas electromagnéticas para enviar señales a través de largas distancias.

1.8.1 Onda de radio

Cuando las ondas de radio viajan, se habla de ondas propagándose en el espacio.

Una onda tiene cierta **velocidad, frecuencia y longitud de onda**. Las mismas están conectadas por una simple relación:

$$\text{Velocidad} = \text{Frecuencia} * \text{Longitud de Onda}$$

La longitud de onda (algunas veces denotada como lambda, λ) es la distancia medida desde un punto en una onda hasta la parte equivalente de la siguiente. La velocidad se mide en metros/segundo, la frecuencia en ciclos por segundo (o Hertz, abreviado Hz), y la longitud de onda, en metros.

Las ondas también tienen una propiedad denominada amplitud. Esta es la distancia desde el centro de la onda hasta el extremo de uno de sus picos.

1.8.2 Polarización

Una cualidad importante de las ondas electromagnéticas es la **polarización**. La polarización describe la dirección del vector del campo eléctrico.

En una antena bipolar alineada verticalmente (el trozo de alambre recto), los electrones sólo se mueven de arriba a abajo, no hacia los lados (porque no hay lugar hacia donde moverse) y por consiguiente los campos eléctricos sólo apuntan hacia arriba o hacia abajo verticalmente. El campo que abandona el alambre y viaja como una onda tiene una polarización estrictamente lineal (y en este caso vertical). Obsérvese la Figura 1.8.

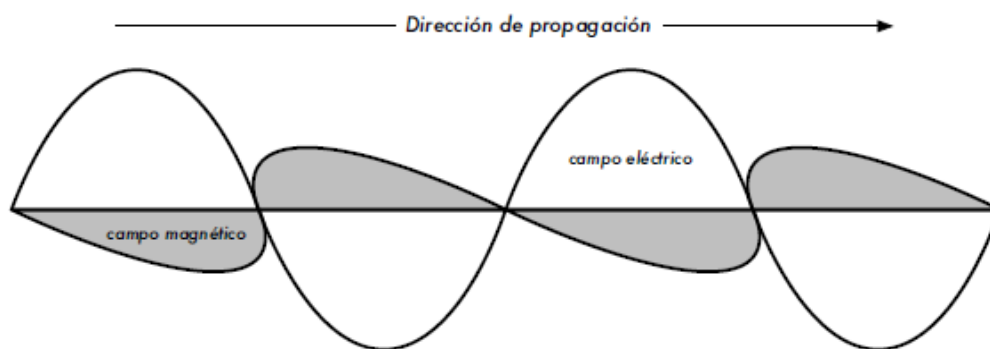


Figura 1.8 Onda electromagnética [6]

La polarización es importante en el proceso de alineamiento de antenas. Si se ignora la polarización, se puede tener muy poca señal aun teniendo las mejores antenas. A esto se le denomina desadaptación de polarización.

1.8.3 Ancho de Banda

El ancho de banda es una medida de rango de frecuencia. Por ejemplo, si un rango de 2400 MHz a 2480 MHz es usado por un dispositivo, entonces el ancho de banda sería 0,08 GHz (o más comúnmente 80MHz). El ancho de banda está muy relacionado con la cantidad de datos que se puede transmitir. A más lugar en el espacio de frecuencia, más datos caben en un momento dado.

El término ancho de banda es a menudo utilizado por algo que se debe denominar tasa de transmisión de datos. Por ejemplo, "mi conexión a Internet tiene 1 Mbps de ancho de banda", que significa que ésta puede transmitir datos a 1 megabit por segundo.

1.8.4 La zona de Fresnel

La teoría de zona de Fresnel simplemente examina a la línea desde A hasta B y luego al espacio alrededor de esa línea que contribuye a lo que está llegando al punto B. Algunas ondas viajan directamente desde A hasta B, mientras que otras lo hacen en trayectorias indirectas. Consecuentemente, su camino es más largo, introduciendo un desplazamiento de fase entre los rayos directos e indirectos. Siempre que el desplazamiento de fase es de una longitud de onda completa, se obtiene una interferencia constructiva: las señales se suman óptimamente. Tomando este enfoque, y haciendo los cálculos, se encuentran zonas anulares alrededor de la línea directa de A a B que contribuyen a que la señal llegue al punto B.

Existen muchas zonas de Fresnel, pero la que más interesa es la zona 1. Si ésta fuera bloqueada por un obstáculo, por ejemplo un árbol o un edificio, la señal que llegue al destino lejano será atenuada. Entonces, cuando se planean enlaces inalámbricos, se debe asegurar que esta zona esté libre de obstáculos, como se indica en la figura 1.9.

En la práctica, se debe aceptar que al menos el 60% de la primera zona de Fresnel esté libre [7].

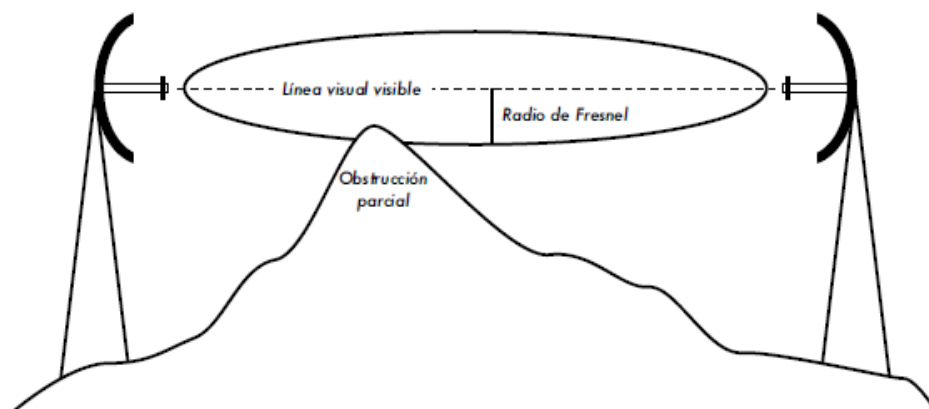


Figura 1.9 La zona de Fresnel. [6]

CAPÍTULO 2

DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA

2.1 Introducción

En el presente capítulo se realizará el diseño de la red inalámbrica utilizando las tecnologías WiFi y WiMAX, que permitirán brindar recursos y servicios como el acceso a Internet, correo electrónico, control de asistencia y control de producción de petróleo de cada pozo.

Con este diseño, se pretende satisfacer necesidades actuales, así como también se prevé un crecimiento futuro acorde a las necesidades de los usuarios de la red implementada.

2.2 Antecedentes

Por resolución del Gobierno Central, se dieron por terminadas las labores de la Compañía Petrolera Internacional City Oriente en el Distrito Amazónico, por lo que procedieron al retiro de los equipos que formaban la red de comunicaciones, quedando aislado el campamento Tipishca y sus estaciones petroleras.

La Gerencia de EP Petroecuador se ha visto en la necesidad de implementar enlaces de microondas, WiFi y WiMAX, necesarios para integrar a este nuevo campo a la red existente de EP Petroecuador y poder llevar un control exhaustivo de la producción diaria.

Para tal empresa, se realizó una inspección de equipos e infraestructura en las estaciones. Se confirmó la existencia de torres de 75 y 60 mts de altura en las estaciones Vinita 2 y Tipishca C con sus respectivas casetas.

El área cubierta por Tipishca y sus estaciones es de aproximadamente 1000 Kms²

2.3 Ubicación geográfica y Orografía del terreno

El campamento Tipishca y sus estaciones periféricas se encuentran ubicadas en el cantón Putumayo, provincia Sucumbios, en la zona oriental del Ecuador.

La región en la que se implementará la red, ocupa un área de aproximadamente 1000 Kms². Esta región tiene como límites: al norte el río San Miguel. Al sur el Campo Cuyabeno de EP Petroecuador. Al este el cantón Puerto El Carmen a orillas del río San miguel que limita con Colombia. Al oeste una amplia zona selvática y fincas comunales.

Todos los puntos escogidos para formar parte de la red están situados a una altitud relativamente baja: el lugar más bajo es la Estación EPF con 237 msnm y el más elevado es la Estación Sansahuari con 283 msnm.

En los sectores de las Estaciones Sansahuari, Tipishca, EPF y Tipishca C, por ser zonas pobladas, se cuenta con terrenos despejados, mientras que en la estación Vinita 2, por ser la más alejada, se visualiza vegetación de selva cuyos árboles se alzan en un promedio de 40 metros sobre el suelo.

La altura de los árboles es un factor que debe tenerse en cuenta, pues puede interferir en la línea de vista de los enlaces.

2.3.1 Estación Sansahuari

Las coordenadas geográficas de esta estación son: 00°6'26.7"N 076°17'42.5"O, 283 msnm. Esta estación tiene la función de repetidor.

El enlace principal de voz y datos está establecido con el repetidor Guarumo, el mismo que enlaza con Aguarico y Lago Agrio. De Sansahuari, se distribuyen servicios de voz y datos a los campos Cuyabeno, y VHR y en lo posterior a Tipishca.

2.3.2 Campamento Tipishca

Las coordenadas geográficas de esta estación son: 00°9'17.9"N 076°13'10.1"O, 238 msnm. En este campamento están concentradas las oficinas de administración del Campo. Por tanto, es el centro de la red implementada.

2.3.3 Estación EPF

Las coordenadas geográficas de esta estación son: 00°10'18.5"N 076°12'46.2"O, 237 msnm. La estación tiene la función de ofrecer facilidades al resto de estaciones, en lo que a tratamiento de crudo se refiere. Aquí se reúnen las producciones de petróleo de todas las Estaciones de Tipishca para luego ser enviadas por oleoducto a estaciones más grandes.

2.3.4 Estación Tipishca C

Las coordenadas geográficas de esta estación son: 00°13'51"N 076°10'52.5"O, 272 msnm. Ubicada entre Tipishca y Blanca A.

Aquí se reúne el crudo de pozos con producción mediana, para luego ser enviadas por oleoducto a la Estación EPF.

2.3.5 Estación Vinita 2

Las coordenadas geográficas de esta estación son: 00°01'46.8"N 075°56'51.2"O, 247 msnm. Es la estación más distante a Tipishca. Es el centro de pozos de baja producción.

La tabla 2.1 muestra un resumen de las posiciones geográficas y elevaciones sobre el nivel del mar, de todas las Estaciones que conforman la red inalámbrica de Tipishca

Tabla 2.1

Posiciones geográficas de puntos de enlace

	SANSAHUARI	TIPISHCA	EST. EPF	TIPISHCA C	VINITA 2
LATITUD	00°6'26,7" N	00°9'17,9" N	00°10'18,5" N	00°13'51" N	00°01'46,8" N
LONGITUD	076°17'42,5" W	076°13'10,1" W	076°12'46,2" W	076°10'52,5" W	075°56'51,2" W
M.S.N.M.	283	238	237	272	247

2.4 Diagrama de la red inalámbrica

En la Figura 2.1 se muestra el diagrama de la Red inalámbrica que se implementará en el Campo Tipishca y sus Estaciones.

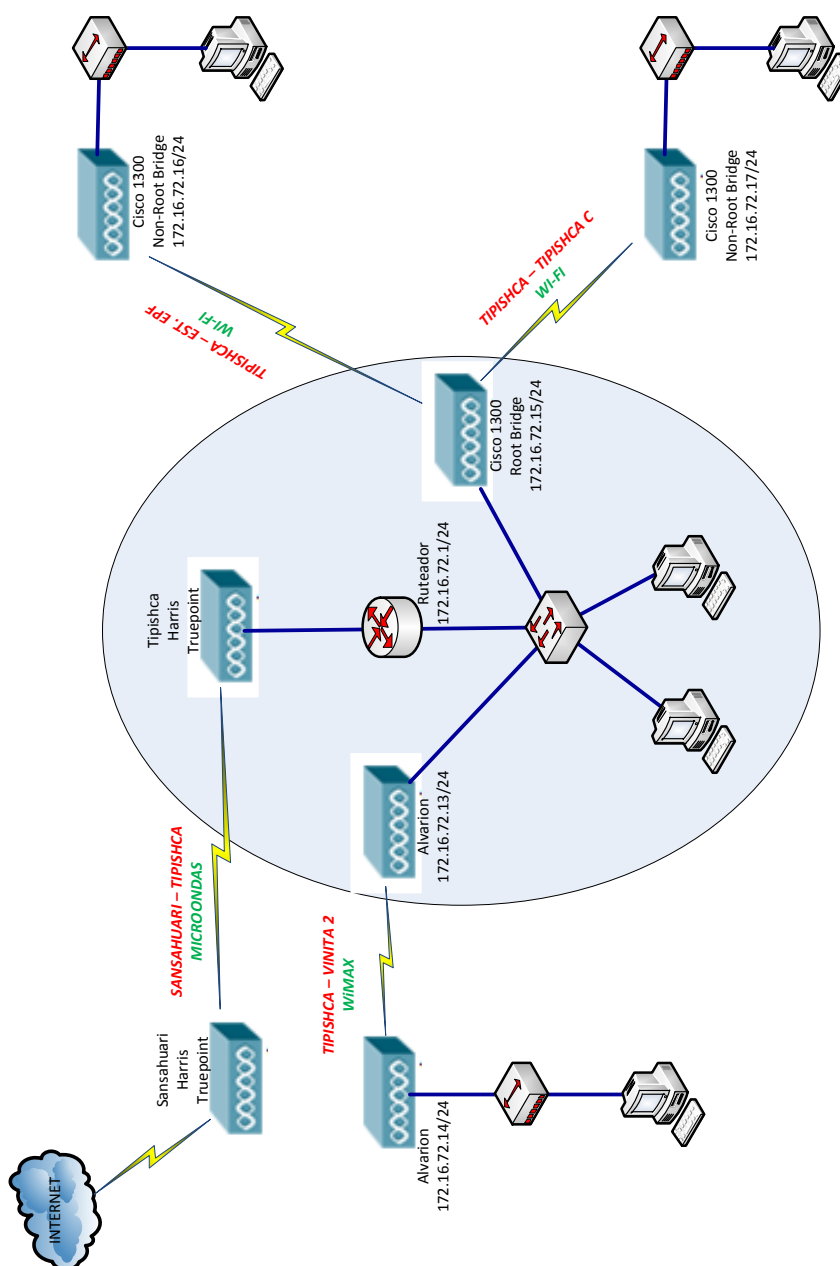


Figura 2.1 Diagrama de red inalámbrica Tipishca

Para el enlace Sansahuari – Tipishca , se implementará topología punto – punto con enlace microondas de 7.2 GHz, por cuanto EP Petroecuador posee licencia para trabajar a esta frecuencia con equipos Harris Truepoint 5000.

Para el enlace entre Tipishca y las estaciones EPF y Tipishca C, se aplicará topología punto – multipunto con tecnología 802.11g, debido a la cercanía de los puntos de enlace utilizando frecuencias de 2.4 GHz

Para el enlace Tipishca – Vinita 2, se requiere implementar una topología punto – punto con tecnología 802.16, debido a la gran distancia entre los dos puntos de enlace utilizando frecuencias dentro del rango de 5.8 GHZ.

2.5 Direccionamiento IP

La Coordinación del Departamento de Soporte, asigna la Red 172.16.72.0 máscara 255.255.255.0 para trabajar en el Campo Tipishca y sus Estaciones.

Al router se le asignará la IP 172.16.72.1/24.

Para los equipos biométricos y wireless se designarán las IP´s entre el rango de 172.16.72.2/24 hasta 172.16.72.20/24.

El resto de IP´s hasta la 172.16.72.254/24 se destinan para los equipos terminales.

2.6 Software para simulación de enlaces

Para la simulación de enlace de la red y zona de fresnel, se utiliza el software Radio Mobile, que es un simulador de radio propagación para predecir el comportamiento de sistemas de radio.

Este software utiliza datos de elevación del terreno que se descargan gratuitamente de Internet para crear mapas virtuales del área de interés, vistas estereoscópicas, vistas en 3D y animaciones de vuelo.

2.6.1 Enlace Sansahuari - Tipishca

En la Figura 2.2 se muestra la simulación del radio enlace donde se puede observar que se obtienen valores como distancia, azimut, ángulo de elevación, espacio libre, nivel de recepción y la zona de Fresnel que tiene un valor de 2.6 F1 que indica que el enlace no tiene ningún problema para operar ya que el valor mínimo para la zona de Fresnel es de 0.6 F1.

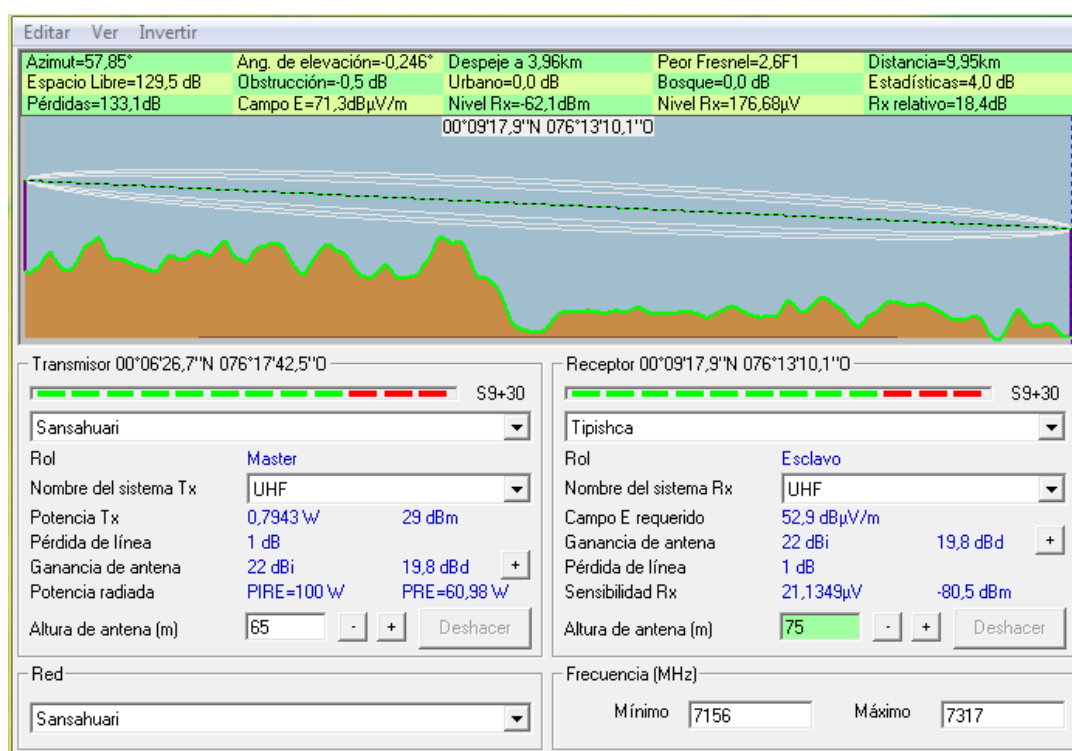


Figura 2.2 Radio Mobile. Enlace Sansahuari - Tipishca

La distancia cubierta por este enlace es de 9.95 Kms.

Este enlace al igual que el resto establecido en el Distrito Amazónico por EP Petroecuador, tiene polarización vertical. Para nuestro caso, se utilizarán antenas parabólicas de 1.20 mts con 22 dBi de ganancia.

Para obtener una óptima orientación de antenas, se considera el uso de GPS y el parámetro propio de los radios, el RSSI (Received Signal Strength Indicator - Indicador de Intensidad de la Señal Recibida). La Tabla 2.2 muestra información resumida de este enlace.

Tabla 2.2

Información de enlace Sansahuari - Tipishca.

	SANSAHUARI	TIPISHCA
Latitud	00°6'26,7" N	00°9'17,9" N
Longitud	076°17'42,5" O	076°13'10,1" O
m.s.n.m.	283	238
Tipo de torre	Autosoportada	Autosoportada
Altura de torre (mts)	90	90
Altura de antena (mts)	65	75
Tipo de antena	Parabólica	Parabólica
Polarización antena	Vertical	Vertical
Ganancia de antena (dBi)	22	22
Azimut	57,85°	237,85°
Ang de elevación	-0,246°	0,156°
Peor Fresnel	2,6 F1	
Distancia de enlace (Kms)	9,46	

2.6.2 Enlace Tipishca – Vinita 2

En la Figura 2.3 se puede observar que se obtienen valores como distancia, azimut, ángulo de elevación, espacio libre, nivel de recepción y la zona de Fresnel que tiene un valor de 1.1 F1 que nos indica que tenemos 100% despejada la primera zona, pudiendo establecer un enlace sin mayores problemas.

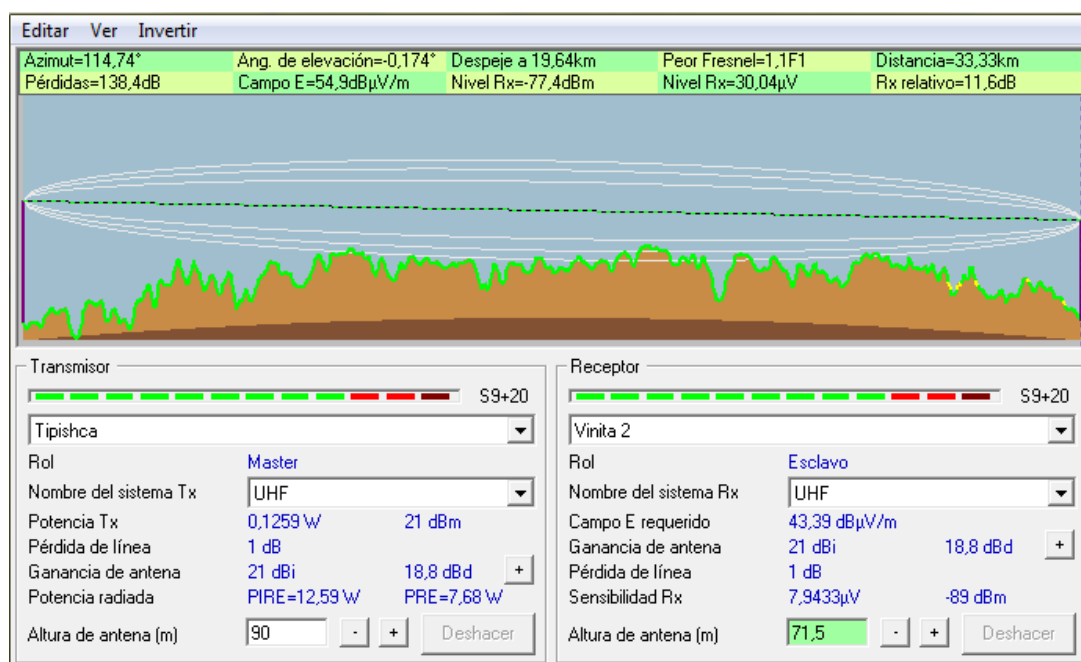


Figura 2.3 Radio Mobile. Enlace Tipishca – Vinita 2

El diseño contempla la interconexión del campamento Tipishca y la Estación Vinita 2. La distancia cubierta por este enlace es de 33.33 Kms.

La Tabla 2.3 muestra información resumida de este enlace.

Tabla 2.3

Información de enlace Tipishca - Vinita 2.

	TIPISHCA	VINITA 2
Latitud	00°9'17,9" N	00°01'46,8" N
Longitud	076°13'10,1" O	075°56'51,2" O
m.s.n.m.	238	247
Tipo de torre	Autosoportada	Venteada
Altura de torre (mts)	90	75
Altura de antena (mts)	90	71,5
Tipo de antena	Parabólica	Parabólica
Polarización antena	Vertical	Vertical
Ganancia de antena (dBi)	27	27
Azimut	114,74°	294,74°
Ang de elevación	-0,174°	-0,135°
Peor Fresnel	1,1 F1	
Distancia de enlace (Kms)	33,33	

2.6.3 Enlace Tipishca – Est. EPF

En la Figura 2.4 se puede observar que se obtienen valores como distancia, azimut, ángulo de elevación, espacio libre, nivel de recepción y la zona de Fresnel que tiene un valor de 3.5 F1 que nos indica que tenemos 100% despejada la primera zona, pudiendo establecer un enlace prácticamente limpio, sin obstáculos.

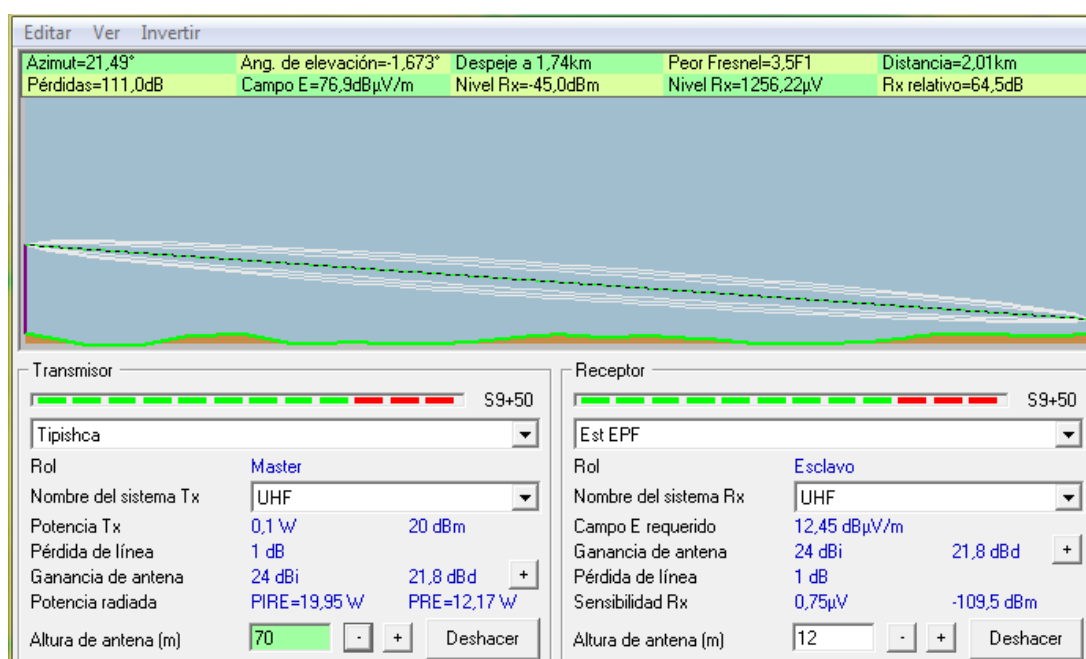


Figura 2.4 Radio Mobile. Enlace Tipishca – Est. EPF

El diseño contempla la interconexión del campamento Tipishca y la Estación EPF. La distancia cubierta por este enlace es de 2.01 Kms.

La Tabla 2.4 muestra información resumida de este enlace.

Tabla 2.4

Información de enlace Tipishca - EPF

	TIPIHCA	EST. EPF
Latitud	00°9'17,9" N	00°10'18,5" N
Longitud	076°13'10,1" O	076°12'46,2" O
m.s.n.m.	238	237
Tipo de torre	Autosoportada	Mástil
Altura de torre (mts)	90	12
Altura de antena (mts)	70	12
Tipo de antena	Omnidireccional	Grilla
Polarización antena	Vertical	Vertical
Ganancia de antena (dBi)	16	24
Azimut	21,49°	201,49°
Ang de elevación	-1,673°	2,223°
Peor Fresnel	3,5 F1	
Distancia de enlace (Kms)	2,01	

2.6.4 Enlace Tipishca – Est. Tipishca C

En la Figura 2.5, se obtienen valores como distancia, azimut, ángulo de elevación, espacio libre, nivel de recepción y la zona de Fresnel que tiene un valor de 2.9 F1, asegurando un enlace despejado de obstáculos.

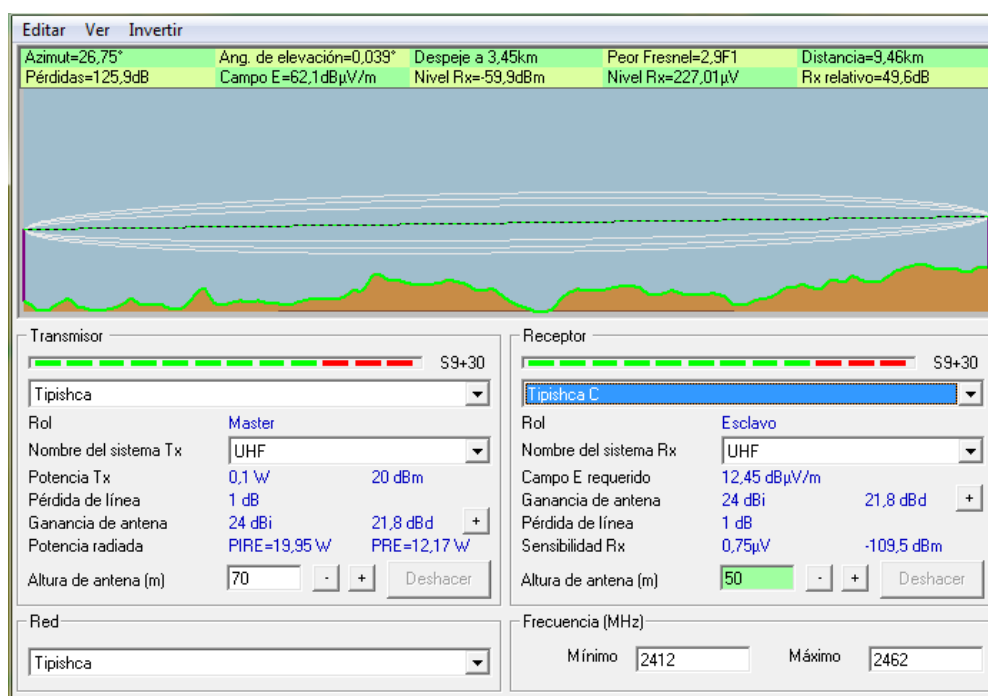


Figura 2.5 Radio Mobile. Enlace Tipishca – Tipishca C

El diseño contempla la interconexión del campamento Tipishca y la Estación Tipishca C. La distancia cubierta por este enlace es de 9.46 Kms.

La Tabla 2.5 muestra información resumida de este enlace.

Tabla 2.5

Información de enlace Tipishca - Tipishca C

	TIPISHCA	TIPISHCA C
Latitud	00°9'17,9" N	00°13'51" N
Longitud	076°13'10,1" O	076°10'52,5" O
m.s.n.m.	238	272
Tipo de torre	Autosoportada	Venteadada
Altura de torre (mts)	90	60
Altura de antena (mts)	70	50
Tipo de antena	Omnidireccional	Grilla
Polarización antena	Vertical	Vertical
Ganancia de antena (dBi)	16	24
Azimut	26,75°	206,75°
Ang de elevación	0,039°	-0,003°
Peor Fresnel	2,9 F1	
Distancia de enlace (Kms)	9,46	

2.7 Selección de equipos

Una vez realizados los enlaces, zona Fresnel, se toma la decisión de utilizar radios Truepoint 5000 de Harris para el enlace Sansahuari – Tipishca, por disponibilidad de los mismos, que fueron retirados de otro Campo y por tener licencia para trabajar en las frecuencias de dichos radios. Además, estos radios tienen la capacidad de transmitir 8E1, de los cuales se van a utilizar 2E1 hacia Tipishca, para las señales de voz y datos. Las antenas para este enlace son parabólicas.

Se eligieron a los radios Cisco Aironet 1300 con tecnología 802.11g, para los enlaces entre Tipishca y sus estaciones EPF y Tipishca C, por

encontrarse las mismas dentro de un rango de 10 Kms de distancia. Las antenas a utilizar en estos enlaces son: una omnidireccional de 16 dBi en Tipishca y grillas de 24 dBi en las estaciones Tipishca C y EPF, por tratarse de enlaces Punto - Multipunto.

Para el enlace Tipishca – Vinita 2, se eligió utilizar radios Alvarion Breeze VL con tecnología 802.16, por estar a 33 Kms de distancia la una de la otra. Las antenas a utilizarse en este enlace son parabólicas de 27dBi en los dos puntos, por cuanto se requiere ganancia de recepción en los dos puntos debido a la distancia.

Para enrutamiento de datos, se utilizará un router Cisco 1800 y para suministrar acceso a la red, se utilizarán switches de marcas Cisco y D-Link.

El cable STP a utilizar en todos los enlaces es de categoría 6 y para los puntos de red dentro de las instalaciones de las estaciones son UTP categoría 5.

En la Tabla 2.6 se detalla la lista de equipos, materiales y conectores que se utilizarán en la red inalámbrica.

Tabla 2.6

Equipos y materiales a usarse en red inalámbrica.

	MICROONDAS	WI - FI		WiMAX
	SANSAHUARI - TIPISHCA	TIPISHCA - EST. EPF	TIPISHCA - TIPISHCA C	TIPISHCA - VINITA 2
ROUTER	UNO COMÚN PARA LOS NODOS DE ENLACE			
SWITCH	1	1	1	1
RADIOS	2 TRU POINT 5000	2 CISCO 1300	2 CISCO 1300	2 ALVARION
ANTENAS	2 PARABÓLICAS	OMNIDIRECCIONAL Y GRILLA	OMNIDIRECCIONAL Y GRILLA	2 PARABÓLICAS
CABLE STP	NO	120 mts	160 mts	162 mts
CABLE HELIAX 1/2"	300 mts	NO	NO	NO
CONECTOR RP-TNC MACHO	NO	2	2	NO
CONECTOR N MACHO	8	1	1	4
CONECTOR PL-259 MACHO	NO	1	1	NO

CAPÍTULO 3

IMPLEMENTACIÓN DE LA RED INALÁMBRICA

Con la red implementada se logra ofrecer servicios de datos a las diferentes estaciones para agilizar las comunicaciones, control e informes de producción, control de niveles de combustibles y con ello demostrar que las tecnologías de la información y comunicaciones pueden incidir positivamente en los indicadores de producción y eficiencia del sector petrolero.

Para los enlaces de este proyecto, se utilizaron radios de las marcas Cisco y Alvarion, ruteadores y switches marca Cisco, en el campamento Tipishca y sus estaciones, que son con los que cuenta el departamento de Infraestructura de EP Petroecuador. La Figura 3.1 muestra el diagrama de la red implementada.

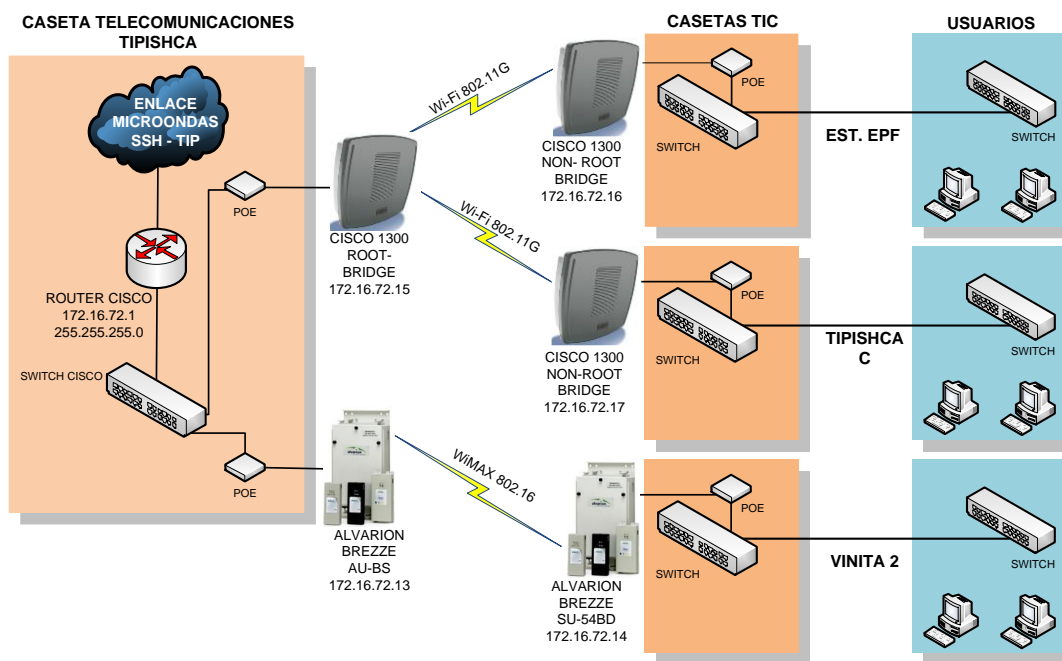


Figura 3.1 Diagrama de red inalámbrica implementada.

En los siguientes numerales se describen las implementaciones de cada uno de los enlaces correspondientes al proyecto de tesis.

3.1 Enlace Sansahuari – Tipishca

Se solicitó la ayuda de un equipo de suelda, quienes se encargaron de la fabricación de 2 soportes fijos para equipos y antenas, uno para Sansahuari y otro para Tipishca.

Dentro del área de la Estación Sansahuari, se encuentra levantada una torre auto soportada de 90 mts de altura. A una altura de 65 mts, se procedió a instalar el módulo RFU que consta de 2 radios Harris True point 5000, con una antena parabólica de 1.20 mts a través de una guía de onda.

Además se instalaron 2 cables heliax de $\frac{1}{2}$ ", uno para cada radio, desde el módulo RFU hasta los equipos de control en la caseta, utilizando 4 conectores N-Machos.

En la Figura 3.2, se muestra la torre en su totalidad; en su base se encuentra construida una caseta en donde se instalaron los equipos de control de los radios Harris.



Figura 3.2 Estación Sansahuari

En la Figura 3.3 se puede observar el módulo RFU, la antena parabólica y la guía de onda que las interconecta, para establecer enlaces de voz y datos con Tipishca.



Figura 3.3 Equipo Truepoint en torre Tipishca

La Estación Sansahuari funciona como repetidor de señales de voz y datos. Como se puede observar en la Figura 3.4, dentro de la caseta están instalados los **SPU** (Unidad de Tratamiento de Señal) de los transceptores Harris que sirven para controlar y configurar los mismos a través de 2 cables heliax de $\frac{1}{2}$ ".

Como parte de los SPU, encontramos los **SDM** (Módulo de Distribución de las Señales) que son los que proveen puntos de acceso del cliente para sus señales de tributario (E1). En nuestro caso, se utilizan

SDM's de 8 tributarios o E1's cada uno, pudiendo extender hasta 16 tributarios.

Desde Lago Agrio pasando por el repetidor Guarumo, se recibe una trama de datos de 1024 kbps por medio de un E1. Esta señal recibida es interconectada a un E1 del radio Harris que enlaza con Tipishca.

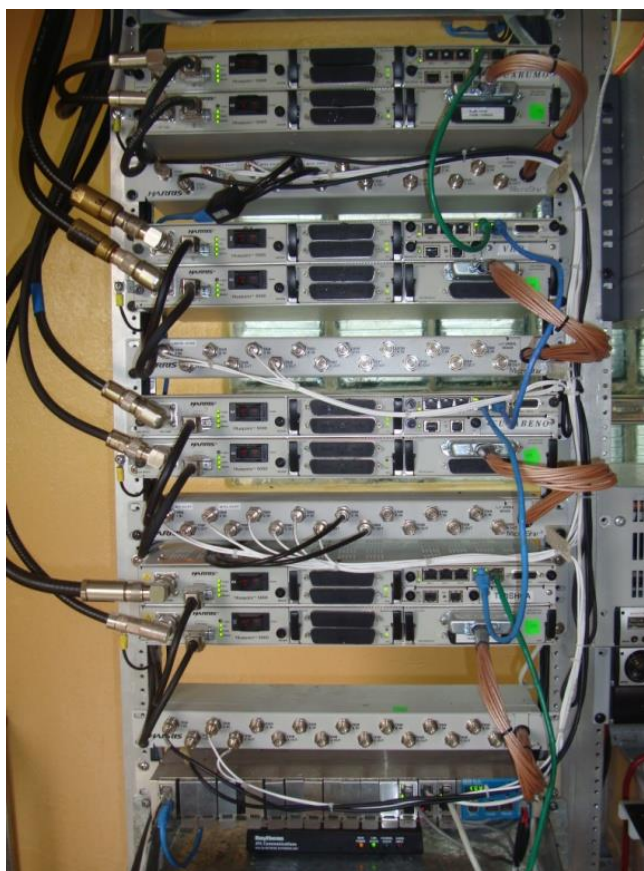


Figura 3.4 Equipos en caseta Sansahuari

La EP Petroecuador contrató a la empresa ETEC para la construcción de la base y levantamiento de una torre de 90 mts auto soportada en Tipishca, que sirva de nodo central entre Sansahuari y los nodos periféricos de Tipishca.

Con ayuda de personal eléctrico, en igual forma que en Sansahuari, se instaló un módulo RFU con su guía de onda y antena parabólica de 1.20 mts de diámetro.

Además se instalaron 2 cables heliax de 1/2", uno para cada radio, desde el módulo RFU hasta los equipos de control en la caseta, utilizando 4 conectores N-Machos.

Para subida de soportes, equipos, antenas y cables, se utilizaron poleas, cabos y winche eléctrico.

Para la alineación de las antenas instaladas en las torres, se utilizó la aplicación GPS Essentials instalada en un teléfono celular. Fue necesario la presencia de un técnico en cada torre y apoyo de radios VHF para comunicación.

En la Tabla 3.1, se muestra la lista de equipos instalados en la torres de Sansahuari y Tipishca.

Tabla 3.1

Equipos instalados en las torres Sansahuari - Tipishca

SANSAHUARI	TIPIHCA
01 RADIO TRUEPOINT 5000	01 RADIO TRUEPOINT 5000
01 ANTENA PARABÓLICA 1.2 MT	01 ANTENA PARABÓLICA 1.2 MT
2 CABLES HELIAX 1/2"	2 CABLES HELIAX 1/2"

En la Figura 3.5, se puede observar una toma parcial del campamento Tipishca y sus instalaciones.

En la base de la torre se encuentra construida una caseta en donde se instalaron los equipos de red y control.



Figura 3.5 Torre auto soportada de Tipishca

En el tributario del SDM (Módulo de Distribución de las Señales) correspondiente al SPU (Unidad de Tratamiento de Señal) instalado en la caseta de Tipishca, se recibe la trama de datos de 1024 kbps, la misma que es inyectada a un equipo multiplexor Bayly Omni Optix.

De este multiplexor, a través de una tarjeta Dual Data, utilizando estándar de datos V.35 se conecta la señal a un router Cisco 1800. Finalmente, se interconecta el router con un switch 3COM 477BG de 24 puertos, desde el cual se suministra servicio de datos a los usuarios del campamento y a los equipos de tecnología Wi-Fi (IEEE802.11) y WiMAX (IEEE802.16) que servirán para establecer enlaces de comunicación con las estaciones periféricas de Tipishca. Figura 3.6.

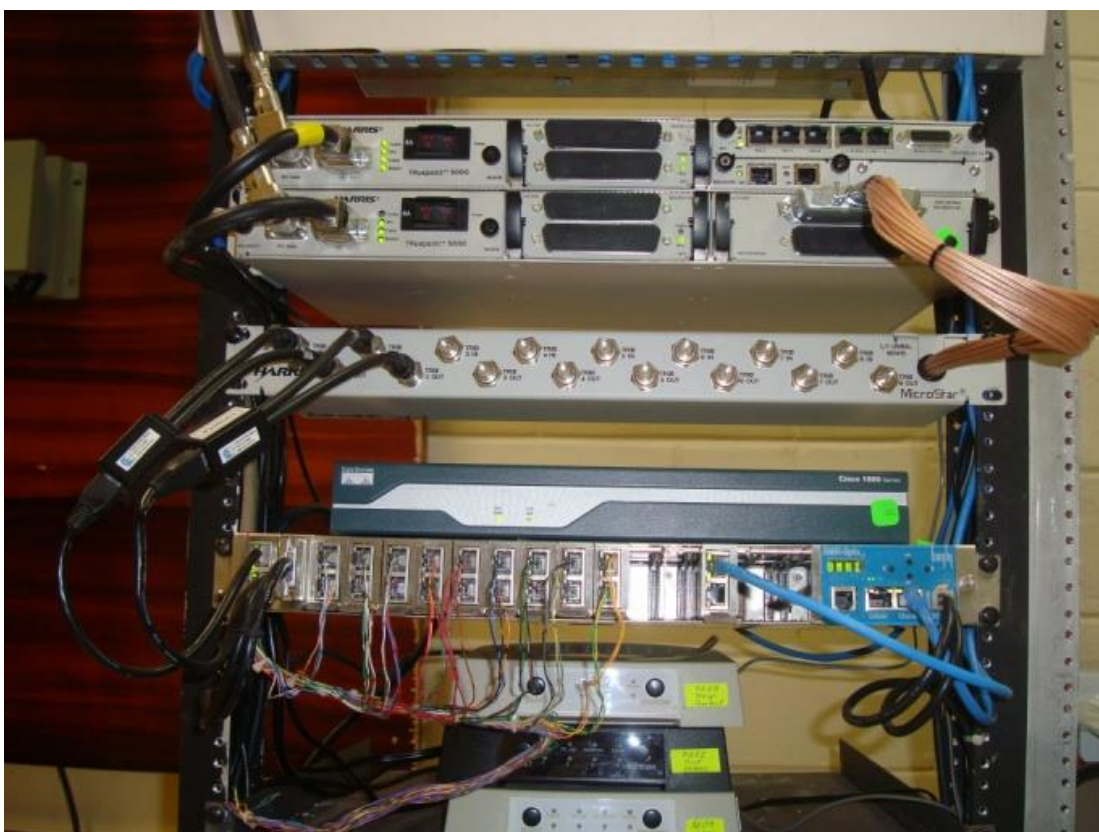


Figura 3.6 Equipos en caseta Tipishca

3.1.1 Suministro de energía

Cada una de las estaciones de EP Petroecuador cuentan con generador propio que suministran energía a los diferentes sectores de producción. Cada 500 horas de servicio, se apagan los mismos para mantenimiento, por lo que se implementó un banco de baterías de 100 Ah con su respectivo cargador para los equipos de voltajes DC, como se pueden apreciar en las Figura 3.7 de Sansahuari y Figura 3.8 de Tipishca. Asimismo, los equipos ruteador y switch de marca Cisco cuentan con un UPS.

Los módulos de control de los radios True Point 5000 trabajan a -48 Vdc al igual que el multiplexor Omni Optix y tienen un consumo de 59 vatios



Figura 3.7 Fuente de poder Sansahuari

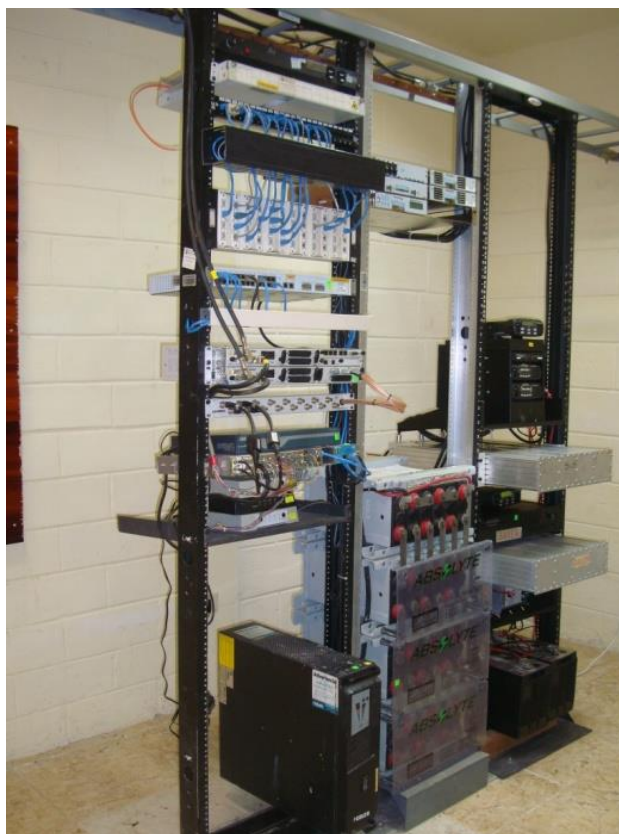


Figura 3.8 Fuente de poder Tipishca

3.2 Enlace Tipishca – Vinita 2

Se solicitó la ayuda de un equipo de suelda, quienes se encargaron de la fabricación de 2 soportes fijos para equipos y antenas, uno para Tipishca y otro para Vinita 2.

En la torre auto soportada de 90 mts de Tipishca, con ayuda de poleas, cabos y winche eléctrico, se subió e instaló un radio master marca Alvarion BreezeACCESS VL a una altura de 90 mts con una antena parabólica de 0.30 mts de diámetro, conectados por un cable heliax de ½” de 2 mts de largo con 2 conectores N-Machos en sus extremos.

Además, se tendieron 100 mts aproximadamente de cable STP con 2 conectores RJ-45 en sus extremos, a lo largo de la torre desde el radio de tecnología WiMax hasta su respectivo POE (Power Over Ethernet) instalado en la caseta de TIC, el mismo que por medio de un patch cord es conectado al switch principal de 24 puertos para suministrar de señal de datos al radio Alvarion master.

En la Figura 3.9 se puede apreciar el equipo Alvarion completo, instalado en la punta de la torre de Tipishca para implementar el enlace con Vinita 2.



Figura 3.9 Radio Alvarion en torre Tipishca

En Vinita 2 se realizó mantenimiento correctivo de una torre de 75 mts. A una altura de 71.5 mts de la misma, se instaló un radio Alvarion BreezeACCESS VL suscriptor, con su antena orientada hacia Tipishca.

Además, se tendieron 100 mts aproximadamente de cable STP con 2 conectores RJ-45 en sus extremos, a lo largo de la torre desde el radio de tecnología WiMax hasta su respectivo POE (Power Over Ethernet) instalado en la caseta de TIC.

El POE, por medio de un patch cord, fue conectado a un switch D-Link de 8 puertos, del cual se suministra datos de Internet e Intranet a las PC's de usuarios.

En la Figura 3.10 se puede apreciar el equipo Alvarion suscriptor instalado en Vinita 2.



Figura 3.10 Radio Alvarion en Vinita 2

Para la alineación de las antenas instaladas en las torres, se utilizó la aplicación GPS Essentials instalada en un teléfono celular. Fue necesario la presencia de un técnico en cada torre y apoyo de radios VHF para comunicación.

En la Tabla 3.2, se muestra la lista de equipos instalados en la torres de Tipishca y Vinita 2.

Tabla 3.2

Equipos instalados en las torres Tipishca - Vinita 2

TIPISHCA	VINITA 2
01 RADIO ALVARION	01 RADIO ALVARION
01 ANTENA PARABÓLICA 0,30 MT	01 ANTENA PARABÓLICA 0,30 MT
01 CABLE STP	01 CABLE STP

3.2.1 Configuración de equipos

La utilidad BreezeCONFIG™ para BreezeACCESS VL es una aplicación basada en SNMP (Protocolo Sencillo de Administración de Redes) diseñada para gestionar los componentes del sistema y realizar actualizaciones de software.

El administrador puede controlar muchas unidades desde un mismo punto.

BreezeCONFIG permite la carga simultánea de ficheros de configuración en múltiples unidades.

Para la configuración de los radios Alvarion de tecnología 802.16, se utiliza el software BreezeCONFIG 4.5.4, se configuraron los parámetros del radio Alvarion master, sus direcciones IP, ganancia de antena, potencia, dirección MAC, frecuencias, alcance de enlace, de la siguiente manera. Obsérvese la Figura 3.11

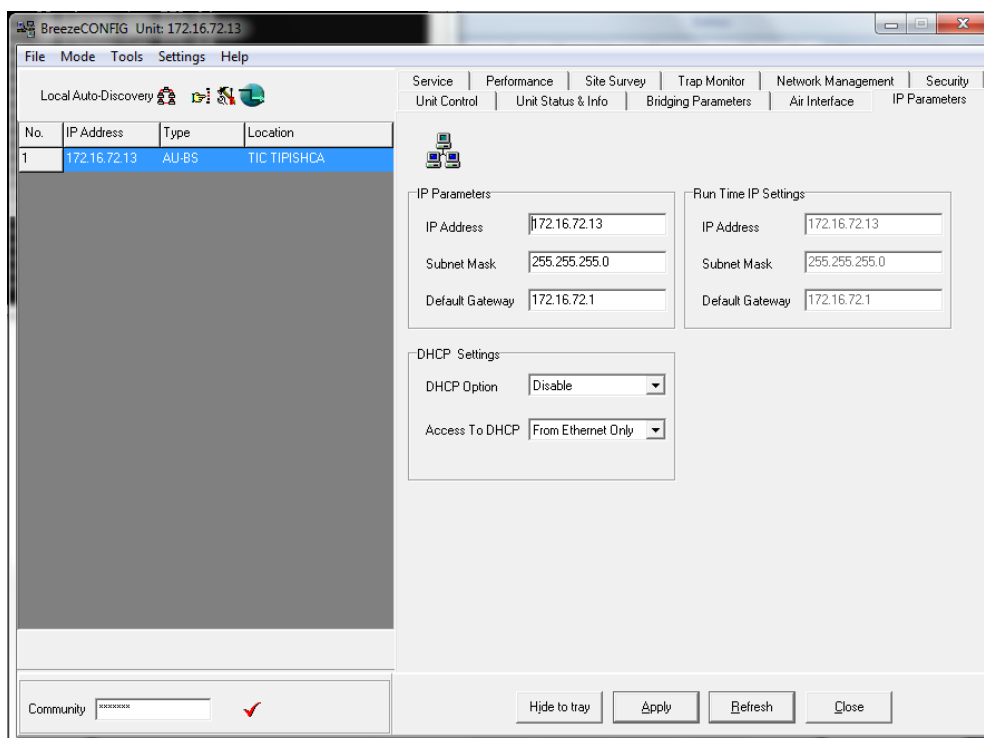


Figura 3.11 Ventana "IP Parameters" de radio master Alvarion

En las Figura 3.12 se puede observar una ventana de configuración del radio Alvarion suscriptor instalado en Vinita 2

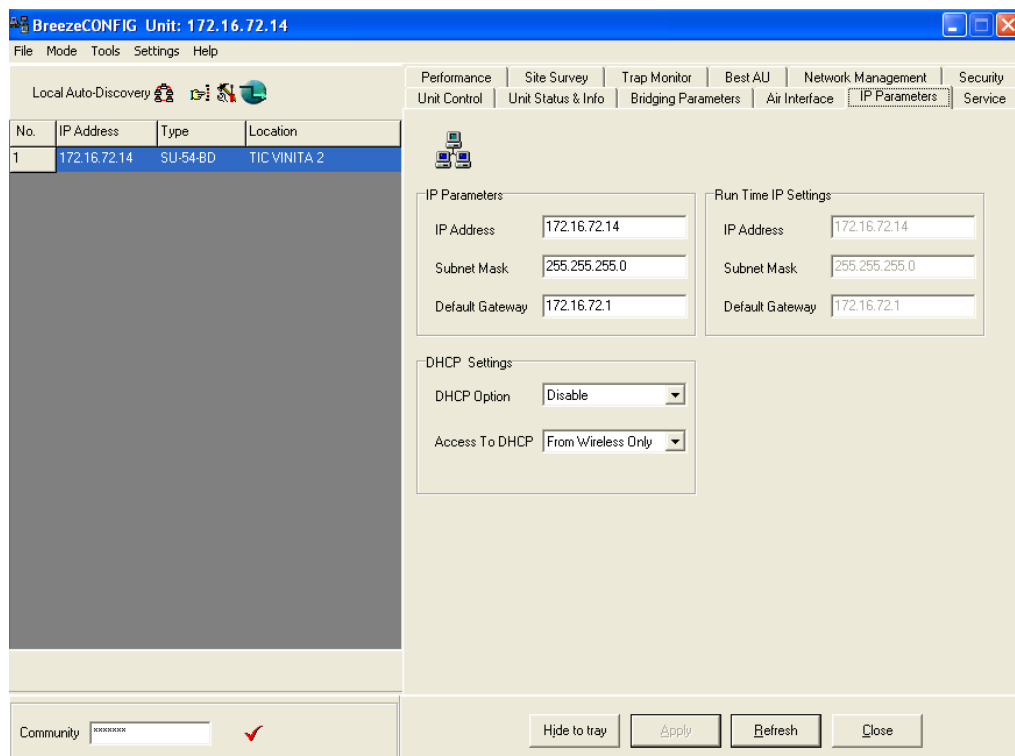


Figura 3.12 Ventana “IP Parameters” de radio suscriptor Alvarion

En la tabla 3.3 se despliega un resumen de las configuraciones de los radios Alvarion instalados en Tipishca y Vinita 2.

Tabla 3.3

Resumen de radios Alvarion Tipishca – Vinita 2

	TIPISHCA	VINITA 2
IP	172.16.72.13	172.16.72.14
Máscara de Red	255,255,255,0	255,255,255,0
Gateway	172.16.72.1	172.16.72.1
Radio	Alvarion BreezeACCESS VL	Alvarion BreezeACCESS VL
Tipo	AU-BS	SU-54BD
Estándar	32 por sector	32 por sector
Tasa de transferencia (Mbps)	54	54
Frecuencia de operación (GHz)	5.8	5.8
Potencia (mw)	100	100

Otra forma de ingresar a la configuración de los radios Alvarion, es por medio del software Telnet, que sirve para acceder en modo terminal, es decir, sin gráficos como en Windows. En la Figura 3.13 se muestra el menú de configuración del radio suscriptor IP 172.16.72.14.

```

Telnet 172.16.72.14

Select Access Level
=====
1 - Read-Only
2 - Installer
3 - Administrator
TIC UINITA 2 >>> 3

Enter password (up to 8 printable ASCII chars)
> *****

BreezeACCESS UL/SU-54-BD/TIC UINITA 2
Official Release Version - 5.5.27
Release Date: Apr 24 2009, 16:30:01
Main Menu
=====
1 - Info Screens
2 - Unit Control
3 - Basic Configuration
4 - Site Survey
5 - Advanced Configuration
X - Exit
TIC UINITA 2 >>> 3

BreezeACCESS UL/SU-54-BD/TIC UINITA 2
Official Release Version - 5.5.27
Release Date: Apr 24 2009, 16:30:01
Basic Configuration
=====
1 - IP Address
2 - Subnet Mask
3 - Default Gateway Address
4 - ESSID
5 - Hidden ESSID
6 - Wi2 IP Address
7 - Maximum Modulation Level
C - Country Code Parameters
D - DHCP Client
F - Frequency Definition
A - ATPC Parameters
X - Transmit Power
M - Maximum Transmit Power
G - Antenna Gain
B - Best AU Parameters
U - ULAN Support
N - Scanning Mode
S - Show Basic Configuration
TIC UINITA 2 >>> _

```

Figura 3.13 Telnet a radio suscriptor Alvarion

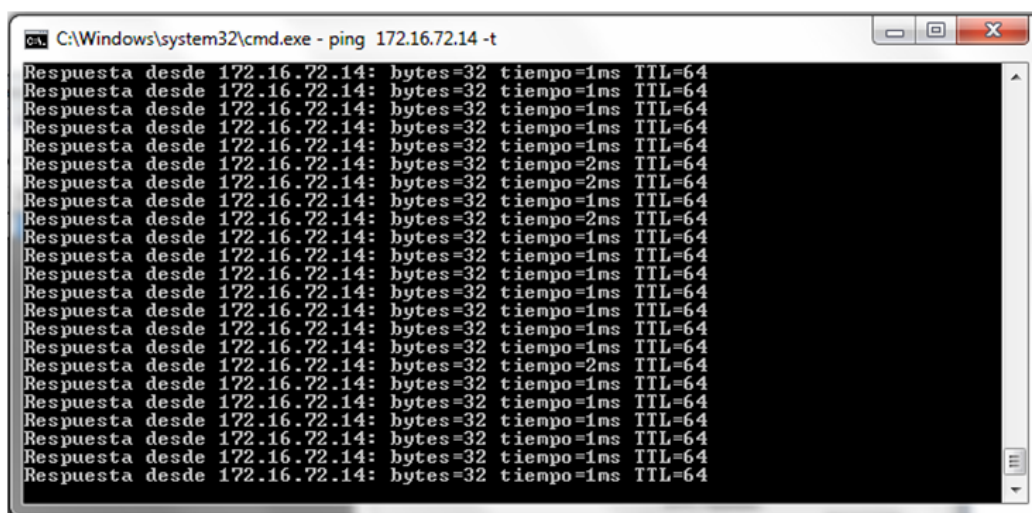
3.2.2 Suministro de energía

La alimentación de voltaje a los radios Alvarion se la realiza a través de Ethernet (Power over Ethernet, PoE), que es una tecnología que incorpora alimentación eléctrica a una infraestructura LAN estándar.

Permite que la alimentación eléctrica se suministre a un dispositivo de red (switch, punto de acceso, router, teléfono y cámara IP) usando el mismo cable que se utiliza para la conexión de red.

Los radios utilizados en este proyecto trabajan con un voltaje de 48 VDC y tienen un consumo promedio de 30 vatios

Una vez realizada la instalación de los equipos en las torres y haber realizado alineamiento de antenas, se realizaron pruebas de comunicación entre equipos por medio de un ping desde la terminal de TIC en Tipishca a la IP: 172.16.72.13 del radio master en Tipishca y a la IP: 172.16.72.14 del radio suscriptor en Vinita 2, obteniendo resultados positivos con tiempos de respuesta aceptables, como se observa en la Figura 3.14



```

C:\Windows\system32\cmd.exe - ping 172.16.72.14 -t
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=2ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=2ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=2ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=2ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 172.16.72.14: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64

```

Figura 3.14 Ping a radio suscriptor 172.16.72.14

En Vinita 2, Personal de los Departamentos de Soporte y Producción realizaron pruebas de ingreso y envío de datos de producción de los pozos petroleros del sector hacia la oficina central en Tipishca, las mismas que fueron exitosas. Además, se realizaron pruebas de acceso al servidor de Internet, correo electrónico y AS-400.

3.3 Enlace Tipishca – Estación EPF.

En la Figura 3.15 se muestra la ubicación de los nodos en un mapa de Google earth.

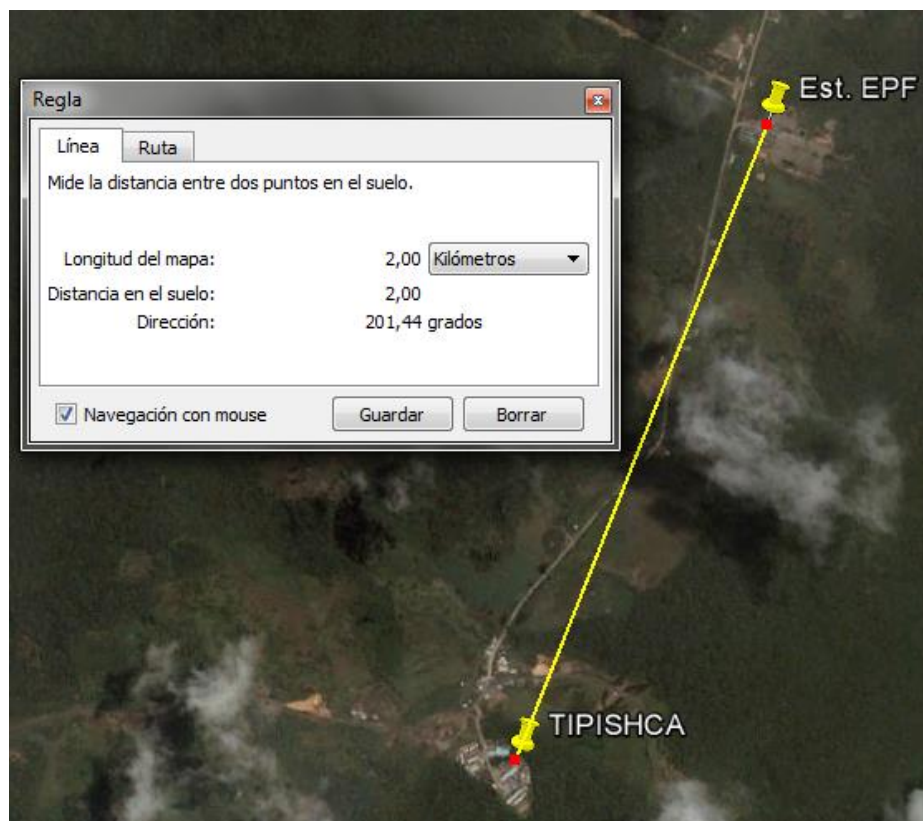


Figura 3.15 Ubicación geográfica de Tipishca y estación EPF [17]

En la estación Tipishca, se encuentra levantada una torre auto soportada de 90 mts, sobre la cual se instaló con ayuda de poleas, cabos y winche eléctrico, un radio marca Cisco 1300 con una antena omnidireccional a una altura de 70 mts, los mismos que se interconectan por medio de un cable RG-58 de 1.5 mts de largo con conectores N-Macho y RP-TNC Macho en sus extremos.

Para la interconexión del power injector con el radio Cisco 1300, se utilizan 2 cables RG-58 de 1.5 mts de largo, con 4 conectores "F" en sus extremos.

Fue necesario montar a la misma altura de los equipos, una caja hermética para instalar en su interior un tomacorriente de 110 Vac que sirve de alimentación de voltaje al Power Injector del radio Cisco 1300.

Además, se tendieron 80 mts aproximadamente, de cable STP con conectores RJ-45 en sus extremos, desde el power injector del radio hasta el switch principal para alimentar de señal de datos al radio master Cisco que enlaza con la Estación EPF.

Adicional, se tendieron 80 mts aproximadamente, de cable eléctrico 3x14 blindado para instalación de tomacorriente en torre.

En la Figura 3.16 se puede apreciar el radio Cisco 1300 instalado con su antena omnidireccional junto a la caja hermética en la torre de Tipishca.

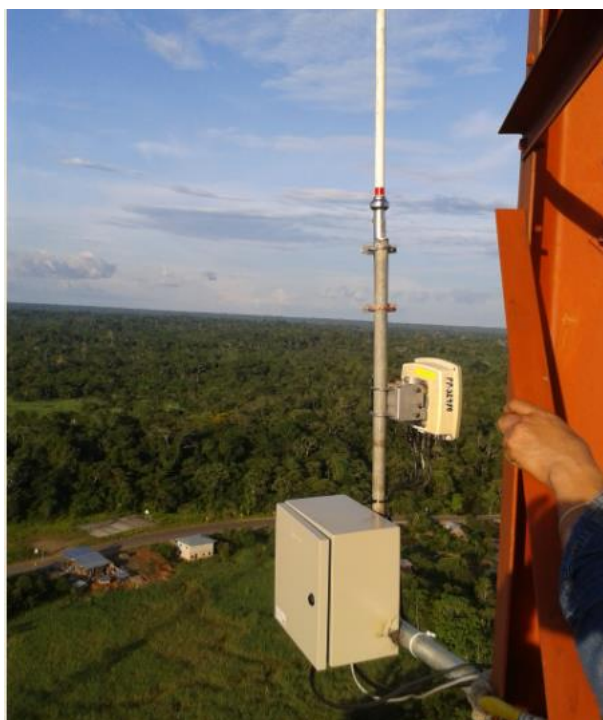


Figura 3.16 Radio Cisco Aironet 1300

En la Estación EPF y debido a la corta distancia entre los dos puntos de enlace, es posible visualizar la mitad de la torre de Tipishca desde la estación EPF, por lo que se optó instalar el radio Cisco 1300 con una antena grilla, en un mástil de 12 mts sobre la caseta de operadores de la estación EPF.

El radio Cisco con la antena son conectados por medio de un cable RG-58 de 1.5 mts de largo con conectores N-Macho y RP-TNC Macho en sus extremos.

El power inductor se lo instaló dentro de la caseta junto con su rectificador de voltaje AC/DC.

Para la conexión del power inductor con el radio Cisco 1300, se utilizaron 2 cables RG-58 de 15 mts de largo aproximadamente, con conectores tipo "F" en sus extremos.

Del power inductor, por medio de un patch cord de 1 metro de largo, se conecta a un switch D-Link de 8 puertos, del que se distribuye la señal de datos a los usuarios.

En la torre de Tipishca, por tener instalada una antena omnidireccional no fue necesario alineamiento. En la estación EPF, por su cercanía a Tipishca y por tener línea de vista se utilizó el método prueba + error para la alineación de la antena. Fue necesario la presencia de un técnico en cada nodo de enlace y apoyo de radios VHF para comunicación.

En la Tabla 3.4, se muestra la lista de equipos instalados en la torres de Tipishca y Est. EPF.

Tabla 3.4

Equipos instalados en las torres Tipishca – Est. EPF

TIPIISHCA	EST. EPF
01 RADIO CISCO 1300	01 RADIO CISCO 1300
01 ANTENA OMNIDIRECCIONAL	01 ANTENA GRILLA
01 POWER OVER ETHERNET	01 CABLE UTP
01 TOMACORRIENTE	
01 CABLE STP	

3.3.1 Configuración de equipos

Para la configuración de los equipos Cisco, se utilizó el navegador Internet Explorer. Se configuraron los parámetros del radio Cisco 1300 “master” como se indica a continuación:

El radio Cisco 1300 instalado en la torre Tipishca se lo configura como “Root-Bridge” y el radio instalado en la Estación EPF se lo configura como “Non- Root Bridge”.

En la Figura 3.17 se puede apreciar la ventana principal del software interface que suministra una administración completa sobre el equipo Cisco 1300. Esta pantalla despliega el estado actual de las interfaces del radio y FastEthernet, con información adicional del número de equipos asociados al radio master, lista de actividad reciente del radio.

Cisco Aironet 1300 Series Wireless Bridge		
Hostname ACP044-ROOT-TIPISHCA		ACP044-ROOT-TIPISHCA uptime is 49 minutes
Home: Summary Status		
Association		
Clients: 0	Infrastructure clients: 2	
Network Identity		
IP Address	172.16.72.15	
MAC Address	001e.bece.14ea	
Network Interfaces		
Interface	MAC Address	Transmission Rate
↑ FastEthernet	001e.bece.14ea	100Mb/s
↑ Radio0-802.11G	001e.f76f.88e0	54.0Mb/s

Figura 3.17 Ventana “Home” de software Cisco master

En la Figura 3.18 se visualiza la configuración del radio Cisco master, la frecuencia, potencia, estadísticas de transmisión y recepción, su función dentro de la red, en este caso “Root Bridge”. Además, provee enlaces a las páginas de configuración para cada interface.

Cisco Aironet 1300 Series Wireless Bridge

RADIO0-802.11G STATUS DETAILED STATUS SETTINGS CARRIER BUSY TEST

Hostname ACP044-ROOT-TIPISHCA ACP044-ROOT-TIPISHCA uptime is 7 minutes

Network Interfaces: Radio0-802.11G Status

Configuration			
Software Status	Enabled ↑	Hardware Status	Up ↑
Operational Rates	1.0, 2.0, 5.5, 11.0, 6.0, 9.0, 12.0, 18.0, 24.0, 36.0, 48.0, 54.0 Mb/sec	Basic Rate	1.0, 2.0, 5.5, 11.0, 6.0, 9.0, 12.0, 18.0, 24.0, 36.0, 48.0, 54.0 Mb/sec
Aironet Extensions	Enabled	Carrier Set	Americas
Current Radio Channel	2417 MHz Channel 2	Transmitter Power CCK/OFDM	100 mW / 100 mW
Role in Network	Root Bridge		
Antenna Gain	10 dB		
Interface Statistics			
Interface Resets	1		
Receive / Transmit Statistics			
Receive		Transmit	
5 Min Input Rate (bits/sec)	0	5 Min Output Rate (bits/sec)	26000
5 Min Input Rate (packets/sec)	0	5 Min Output Rate (packets/sec)	28
Time Since Last Input	never	Time Since Last Output	00:00:00
Total Packets Input	117	Total Packets Output	12406
Total Bytes Input	11176	Total Bytes Output	1546616

Figura 3.18 Ventana “Network Interfaces” de Cisco master.

En la Figura 3.19 se muestra la ventana “Association”, la misma que suministra información de todos los equipos asociados a la red Wireless LAN, como sus nombres, los roles que cumplen dentro de la red, la relación que tienen con el radio master y su estado actual. En la figura se pueden apreciar que los radios instalados en EPF y Tipishca C están asociados o enlazados con el master. En caso de no haber enlace con estos radios, simplemente, no aparecerían en esta ventana.

Cisco Aironet 1300 Series Wireless Bridge

Hostname ACP044-ROOT-TIPISHCA ACP044-ROOT-TIPISHCA uptime is 5 min

Association

Clients: 0

View: Client Infrastructure client

Radio0-802.11G

SSID TIPISHCA :

Device Type	Name	IP Address	MAC Address	State
bridge	ACP011_EST_EPF	172.16.72.16	001b.d56c.6dd0	Associated
bridge	ACP8_TIPISHCA_C	172.16.72.17	001b.d56c.6e00	Associated

Figura 3.19 Ventana “Association” de Cisco master

Otro medio de software para configurar equipos Cisco consiste en la utilización de la interfaz de línea de comandos de IOS (Internetwork Operating System), que proporciona un conjunto fijo de comandos de múltiples palabras. El conjunto disponible se determina mediante el "modo" y el nivel de privilegios del usuario actual. El modo "Global configuration" proporciona comandos para cambiar la configuración del sistema y el modo "interface configuration" a su vez, proporciona comandos para cambiar la configuración de una interfaz específica.

A todos los comandos se les asigna un nivel de privilegios, de 0 a 15 y pueden ser accedidos por usuarios con los privilegios necesarios. A través de la CLI, se pueden definir los comandos disponibles para cada nivel de privilegio.

En la Figura 3.20 se muestra parte de la programación del radio master por medio de comandos CLI

```

ssid TIPISHCA
!
antenna gain 10
speed basic-1.0 basic-2.0 basic-5.5 basic-11.0 basic-6
power local 5
power client 5
packet retries 128
station-role root bridge
rts retries 128
payload-encapsulation dot1h
beacon dtim-period 64
bridge-group 1
bridge-group 1 spanning-disabled
!
interface FastEthernet0
no ip address
no ip route-cache
bridge-group 1
bridge-group 1 spanning-disabled
!
interface BVI1
ip address 172.16.72.15 255.255.255.0
no ip route-cache
!
ip default-gateway 172.16.72.1
ip http server
no ip http secure-server
ip http help-path http://www.cisco.com/warp/public/779/sr
!
control-plane
!
bridge 1 route ip
!

```

Figura 3.20 Configuración de radio Cisco master con CLI

En la tabla 3.5 se despliega un resumen de las configuraciones de los radios Cisco 1300 instalados en Tipishca y Estación EPF.

Tabla 3.5

Resumen de radios Cisco Tipishca – Est. EPF

	TIPISHCA	Est EPF
IP	172.16.72.15	172.16.72.16
Máscara de Red	255.255.255.0	255.255.255.0
Gateway	172.16.72.1	172.16.72.1
Radio	Cisco Aironet 1300	Cisco Aironet 1300
Tipo	Root-Bridge	NON-ROOT BRIDGE
Estándar	802,11G	802,11G
Tasa de transferencia (Mbps)	54	54
Frecuencia de operación (GHz)	2,4	2,4
Potencia (mw)	100	100

3.3.2 Suministro de energía

La alimentación de voltaje para el funcionamiento de los radios Cisco 1300 es suministrada por un Power Injector que trabaja con 48 Vdc. Este voltaje es suministrado por un rectificador de voltaje que está conectado a un tomacorriente de 110 Vac. El consumo para una potencia de 20 dBm es de 100 mW

Hubo la necesidad de instalar una toma de voltaje AC a la altura del radio instalado en una caja hermética, para suministro de energía del power injector. Obsérvese la Figura 3.21.



Figura 3.21 Power Injector de radio Cisco 1300

En la Estación EPF, una vez establecido el enlace, personal del departamento de Producción realizaron pruebas de ingreso y envío de datos de los pozos petroleros del sector hacia la oficina central en Tipishca, las mismas que fueron exitosas. Además, se realizaron pruebas de acceso al servidor de Internet, correo electrónico y AS-400.

3.4 Enlace Tipishca – Estación Tipishca C

El radio Cisco 1300 configurado como “Root Bridge” en la torre auto soportada de Tipishca es nodo común para las estaciones EPF y Tipishca C.

La Estación Tipishca C no contaba con torre para instalar equipos. Se contrató a la empresa Construsucumbios para que realice trabajos de montaje de una torre venteadada de 60 mts de altura, sobre la cual con ayuda de poleas, cabos y winche eléctrico, se instaló un equipo Cisco 1300 con tecnología 802.11 a una altura de 50 mts con una antena grilla para enlazar con Tipishca.

El radio Cisco con la antena son conectados por medio de un cable RG-58 de 1.5 mts de largo con conectores N-Macho y RP-TNC Macho en sus extremos.

Para la interconexión del power injector con el radio Cisco 1300, se utilizan 2 cables RG-58 de 1.5 mts de largo, con 4 conectores "F" en sus extremos.

Fue necesario montar a la misma altura de los equipos, una caja hermética para instalar en su interior un tomacorriente de 110 Vac que sirve de alimentación de voltaje al Power Injector del radio Cisco 1300.

Adicional, se tendieron 80 mts aproximadamente, de cable eléctrico 3x14 blindado para instalación de tomacorriente en torre.

Se tendieron 60 mts aproximadamente, de cable STP con conectores RJ-45 en sus extremos, desde el power injector del radio hasta un switch marca D-Link de 8 puertos en la caseta de TIC, para suministrar señal de datos a los usuarios de Tipishca C.

Para la alineación de las antenas instaladas en las torres, se utilizó la aplicación GPS Essentials instalada en un teléfono celular. Fue necesario la presencia de un técnico en cada torre y apoyo de radios VHF para comunicación.

En la Tabla 3.6, se muestra la lista de equipos instalados en la torres de Tipishca y Tipishca C.

Tabla 3.6

Equipos instalados en las torres Tipishca – Tipishca C

TIPISHCA	TIPISHCA C
01 RADIO CISCO 1300	01 RADIO CISCO 1300
01 ANTENA OMNIDIRECCIONAL	01 ANTENA GRILLA
01 POWER OVER ETHERNET	01 POWER OVER ETHERNET
01 TOMACORRIENTE	01 TOMACORRIENTE
01 CABLE STP	01 CABLE STP

En la Figura 3.22 se muestra la ubicación de los nodos de enlace.

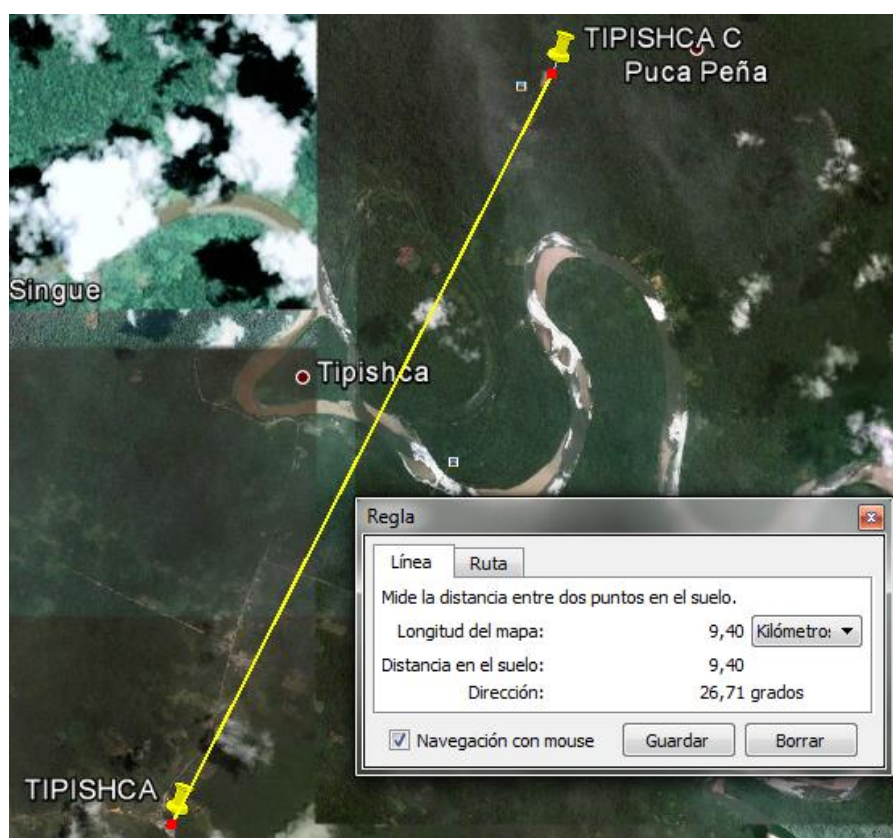


Figura 3.22 Ubicación geográfica de Tipishca y Tipishca C [17]

La Figura 3.23 muestra la torre levantada junto a la caseta de TIC.

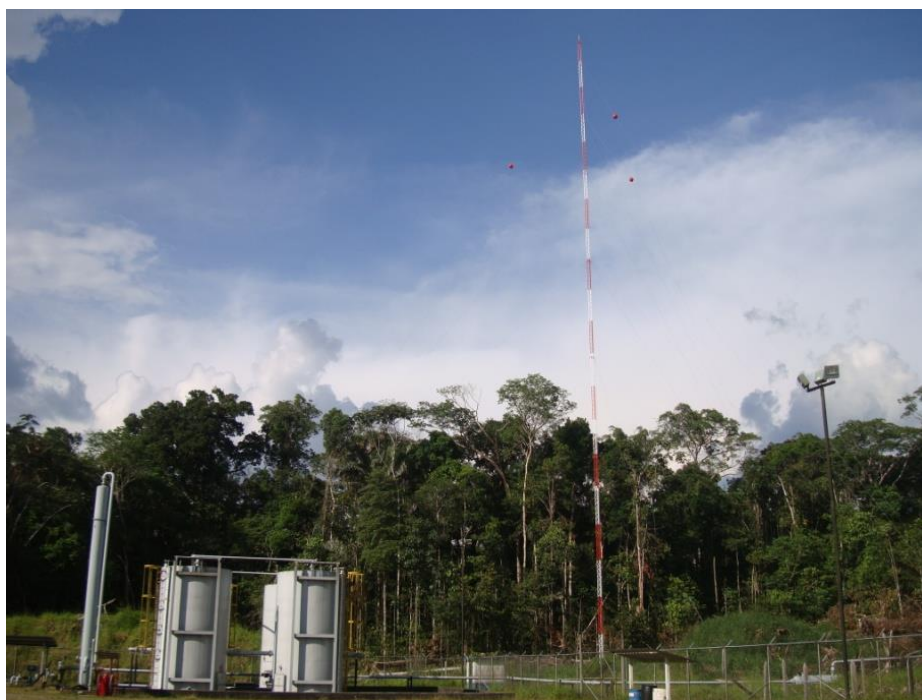


Figura 3.23 Torre venteadora de Tipishca C.

3.4.1 Configuración de equipos

Al igual que con los radios instalados en Tipishca y EPF, se configuró el radio de Tipishca C con ayuda del software Internet Explorer de la siguiente manera:

El radio Cisco 1300 instalado en la torre Tipishca se lo configura como “Root-Bridge” y el radio instalado en Tipishca C se lo configura como “Non-Root Bridge”.

En la Figura 3.24 se presenta una ventana de configuración del radio Cisco instalado en Tipishca C.

Cisco Aironet 1300 Series Wireless Bridge					
Hostname ACP8_TIPISHCA_C			ACP8_TIPISHCA_C uptime is 45 minutes		
Network Map					
Network Map: <input checked="" type="radio"/> Enable <input type="radio"/> Disable					
Network Map Table					
MAC Address	IP Address	Device	Name	Parent	Software Version
001b.d56c.6dd0	172.16.72.16	BR	ACP011_EST_EPF	001e.f76f.88e0	12.4(3g)JA
001e.f76f.88e0	172.16.72.15	BR	ACP044-ROOT-TIP	0000.0000.0000	12.4(10b)JA

Figura 3.24 Ventana “Network Map” Tipishca C

A continuación, se presenta en la Figura 3.25 parte de la configuración del radio instalado en Tipishca C, por medio de comandos CLI.

```

!
ssid TIPISHCA
!
speed basic-1.0 basic-2.0 basic-5.5 basic-6.0
no power client local
power client 5
packet retries 128
station-role non-root bridge
rts retries 128
beacon dtim-period 64
bridge-group 1
bridge-group 1 spanning-disabled
!
interface FastEthernet0
no ip address
no ip route-cache
bridge-group 1
bridge-group 1 spanning-disabled
hold-queue 80 in
!
interface BVI1
ip address 172.16.72.17 255.255.255.0
no ip route-cache
!
ip default-gateway 172.16.72.1
ip http server
no ip http secure-server
ip http help-path http://www.cisco.com/warp/pub
!
!
control-plane
!
bridge 1 route ip
!
!
!
line con 0
line vty 0 4
login local

```

Figura 3.25 Configuración de radio Cisco con CLI

En la Tabla 3.7 se muestra un resumen de las configuraciones de los radios Cisco instalados en este enlace

Tabla 3.7

Resumen de radios Cisco Tipishca – Tipishca C

	TIPISHCA	TIPISHCA C
IP	172.16.72.15	172.16.72.17
Máscara de Red	255.255.255.0	255.255.255.0
Gateway	172.16.72.1	172.16.72.1
Radio	Cisco Aironet 1300	Cisco Aironet 1300
Tipo	Root-Bridge	NON-ROOT BRIDGE
Estándar	802.11G	802.11G
Tasa de transferencia (Mbps)	54	54
Frecuencia de operación (GHz)	2.4	2.4
Potencia (mw)	100	100

3.4.2 Suministro de energía

La alimentación de voltaje para el funcionamiento de los radios Cisco 1300 es suministrada por un Power Injector que trabaja con 48 Vdc. Este voltaje es suministrado por un rectificador de voltaje que está conectado a un tomacorriente de 110 Vac. El consumo para una potencia de 20 dBm es de 100 mW

Hubo la necesidad de instalar una toma de voltaje AC a la altura del radio instalado en una caja hermética, para suministro de energía del power injector.

En la Estación Tipishca C, una vez establecido el enlace, personal del departamento de Producción realizaron pruebas de ingreso y envío de datos de los pozos petroleros del sector hacia la oficina central en Tipishca, las mismas que fueron exitosas. Además, se realizaron pruebas de acceso al servidor de Internet, correo electrónico y AS-400.

CAPÍTULO 4

COSTOS DEL PROYECTO

4.1 Introducción

La estimación de los costos permitirá determinar cuál fue el gasto económico que EP PETROECUADOR invirtió en la realización del proyecto; además, sirve para verificar la viabilidad del mismo.

Se evalúa el costo del proyecto implementado, tomando en cuenta el costo de los equipos, infraestructura.

4.2 Costos de inversión

Se refiere a la inversión que se realizó para poder poner en funcionamiento el proyecto, donde se incluyen los costos de los equipos e infraestructura. Para el proyecto propuesto se utilizaron antenas parabólicas disponibles en las bodegas de TIC, con la finalidad de optimizar los recursos y abaratar costos, por lo que no están incluidas en el presupuesto. A continuación, en la Tabla 4.1, se presenta el costo de los equipos Wi-Fi, WiMax, switches, torres y cables que se utilizaron en la implementación de la red.

Tabla 4.1

Costos de equipos e infraestructura

ORD	DESCRIPCIÓN	CANT	V/U (USD)	V. TOTAL (USD)
1	Levantamiento de torre autosoportada de 90 mts (Tipishca)	1	90.000	90.000
2	Levantamiento de torre venteada de 60 mts (Tipishca C)	1	80.000	80.000
3	Radios Harris True point 5000	2	20.000	40.000
4	Radios Cisco Aironet 1300	3	1.500	4.500
5	Radios Alvarion Brezze ACCESS	2	3.000	6.000
6	Ruteador Cisco 1800	1	2.500	2.500
7	Switch Cisco 24 puertos	1	600	600
8	Switch D-Link 8 puertos	3	75	225
9	Rollos de cable STP cat. 6	2	200	400
10	Rollos de cable UTP cat. 5	2	200	400
	TOTAL USD			224.625

4.3 Costos de Ingeniería Civil

Los costos de ingeniería civil se refieren a los estudios de suelo, diseño, documentación y garantías de las torres levantadas para el proyecto de red inalámbrica. Para el cálculo de éste costo se considera el 2% del costo total de inversión. En la Tabla 4.2 se presenta el costo de Ingeniería Civil.

Tabla 4.2

Costos de Ingeniería

ORD	DESCRIPCIÓN	CANT	V/U (USD)	V. TOTAL (USD)
1	Gastos Ingeniería Civil en levantamiento de torres	1	4.817	4.817
	TOTAL USD			4.817

4.4 Costo total del proyecto

Indicados los costos de los equipos y estudios de Ingeniería Civil, se presenta una síntesis de los costos totales a invertir, con lo que se obtendrá

el costo total del proyecto. La Tabla 4.3 muestra el total invertido en el proyecto de la red inalámbrica de Tipishca y sus estaciones periféricas.

Tabla 4.3

Costo total del Proyecto

DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL (USD)
Costos de inversión en equipos e infraestructura	224.625
Costos de inversión en Ingeniería Civil	4.817
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	229.442

Capítulo 5

Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Con la implementación de la red inalámbrica, se alcanzó el objetivo primordial, que es el de brindar servicio de datos y voz, lo que permiten el mejor desempeño de las actividades dentro de la empresa, permitiendo una mejor coordinación entre la producción petrolera y su administración.
- Si en los enlaces se hubieran encontrado obstáculos en la línea de vista, se aumentaría la altura de las torres para instalar las antenas, de manera que se garantice el despeje del 60 o 100 % de la primera zona de Fresnel.
- Con las tecnologías Wi-Fi y WiMax es posible brindar los servicios de Intranet, correo electrónico, aplicaciones e Internet; al resto de estaciones periféricas de Tipishca que se encuentran a distancias más cercanas que las implementadas en los enlaces de este proyecto.
- Se puede expandir la red inalámbrica implementada, aprovechar de la infraestructura existente en las estaciones y pozos periféricos de menor importancia, lo que permitirá agilizar los procedimientos de producción diaria de los pozos petroleros.

5.2 Recomendaciones

- Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de las torres utilizadas en la red inalámbrica implementada, una vez cada dos años como mínimo.
- Realizar monitoreos diarios de equipos, para asegurar un servicio de datos continuo.
- Chequear el estado de los cables STP a lo largo de las torres, cada 3 meses como mínimo y de encontrarse anomalías en los mismos, proceder al respectivo cambio.
- Chequear posible presencia de humedad en los equipos instalados en las torres, cada 3 meses como mínimo y de encontrarse humedad en los conectores de las antenas o de los equipos, proceder al cambio inmediato.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **Gamboa, Pablo**, “Estudio y Diseño de una red de área metropolitana inalámbrica (WMAN) con tecnología IEEE 802.16 para la zona comercial de la ciudad de Quito”, Escuela Politécnica del Ejercito, Ecuador, Sangolquí, 2007. [En línea] [Citado el: 02 de agosto de 2012] <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2257>
- [2] **Buettrich, Sebastián**, “Topología e Infraestructura Básica de Redes Inalámbricas”, Tricalcar, Octubre 2007. [En línea] [Citado el: 12 de agosto de 2012] http://www.4shared.com/office/Mo9SbPXI/04_es_topologia-e-infraestruct.htm
- [3] **Medina, Mauricio**, “*Implementación de un proveedor de servicio de internet inalámbrico en la ciudad de Nueva Loja*”, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, Quito, junio 2010. [En línea] [Citado el: 12 de septiembre de 2012]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2216/1/CD-2968.pdf>
- [4] **Escudero, Alberto**, “Estándares en Tecnologías Inalámbricas”, Tricalcar, Octubre 2007. [En línea] [Citado el: 17 de septiembre de 2012] www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless_es/files/02_es_estandares-inalambricos_guia_v02.pdf
- [5] **Escudero, Alberto**, “Estándares en Tecnologías Inalámbricas”, Tricalcar, Octubre 2007. [En línea] [Citado el: 17 de septiembre de 2012] http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless_es/files/04_es_topologia-e-infraestructura_guia_v02.pdf

- [6] **Flickenger, Rob**, “*Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo*”, Venezuela, Mérida, Creative Commons, junio de 2007. [En línea] [Citado el: 19 de septiembre de 2012]. <http://wndw.net/pdf/wndw2-es/wndw2-es-ebook.pdf>
- [7] **Troncoso, Camila**, “*Dualidad y Calidad de Servicio en Redes Inalámbricas*”, Universidad de Chile, Chile, Santiago de Chile, Abril 2010. [En línea] [Citado el: 17 de octubre de 2012]. http://www.cybertesis.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf_troncoso_cs/pdfAmont/cf-troncoso_cs.pdf
- [8] Conmutación y conexión inalámbrica de LAN. [En línea] [Citado el: 29 de noviembre de 2012]. <http://cisco.netacat.net>
- [9] **Guanotoa, Diego**, “*Diseño de una red inalámbrica de voz y datos utilizando tecnología WiMAX para interconectar las dependencias de Petroproducción con el Bloque 15 en el Distrito Quito*”, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, Quito, Agosto 2007. [En línea] [Citado el: 09 de diciembre de 2012]. <http://repositorio.eppetroecuador.ec/bitstream/20000/61/1/T-EPN-016.pdf>
- [10] **Cisco Systems**, “Cisco Aironet 1300 Series Wireless”, Cisco systems, United States, San Francisco, Diciembre 2006. [En línea] [Citado el: 15 de diciembre de 2012]. www.cisco.com
- [11] **Huidobro, José**, “*WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)*”, UMTSforum.net, 2008. [En línea] [Citado el: 21 de diciembre de 2012]. www.umsforum.net/wimax.asp
- [12] **Alvarion**, “*BreezeAccess Datasheet*”, España, 2006. [En línea] [Citado el: 27 de diciembre de 2012].

http://wireless.bfioptilas.com/objects/46_9_521049238/BreezeACCESS_EZ_Datasheet_ES.pdf

- [13] **Truepoint**, “*Truepoint 5000 Data Sheet*”. [En línea] [Citado el: 17 de enero de 2013].
<http://www.ktstelekom.com.tr/docs/TRue%20Point%205000.pdf>
- [14] *Redes Inalámbricas*. [En línea] [Citado el: 09 de septiembre de 2012].
http://www.redsinfronteras.org/pdf/redes_wireless.pdf
- [15] **Lardiés, Francisco**, “Redes Inalámbricas de acceso: Comparativa de IEEE 802.11 e IEEE 802.16”, Universidad de Vigo, Junio de 2009, España, Vigo, [En línea] [Citado el: 30 de julio de 2012].
<http://www.albertolsa.com/wp-content/uploads/2009/07/ria-comparativa-de-ieee-80211-e-ieee80216-francisco-y-alberto.pdf>
- [16] **Carlos Varela, Luis Domínguez**, “*Redes Inalámbricas*”, Universidad de Valladolid, España, Valladolid, 2002. [En línea] [Citado el: 25 de septiembre de 2012].
<http://blyx.com/public/wireless/redesInalambricas.pdf>
- [17] www.kh.google.com/

NOMENCLATURA UTILIZADA

3G Abreviación de tercera generación de transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil. Proporcionan la posibilidad de transferir tanto voz y datos (una llamada telefónica o una videollamada) y datos no-voz (como la descarga de programas, intercambio de correos electrónicos y mensajería instantánea).

ACK Acknowledgement, en español acuse de recibo o asentimiento, en comunicaciones entre computadores, es un mensaje que el destino de la comunicación envía al origen de ésta para confirmar la recepción de un mensaje.

ADSL Asymmetric Digital Subscriber Line, Línea de abonado digital asimétrica. Consiste en una transmisión analógica de datos digitales apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado, siempre y cuando la longitud de línea no supere los 5,5 km medidos desde la central telefónica, o no haya otros servicios por el mismo cable que puedan interferir.

BLUETOOTH Es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz.

CLI Interfaz de Línea de Comandos (CLI), Command Line Interface (CLI), es un método que permite a las personas dar instrucciones a algún programa informático por medio de una línea de texto simple.

CPE Customer Premise Equipment (Equipo Local del Cliente) es un equipo de telecomunicaciones usado tanto en interiores como en exteriores para

originar, encaminar o terminar una comunicación. El equipo puede proveer una combinación de servicios incluyendo datos, voz, video y un host de aplicaciones multimedia interactivos.

CRC Comprobación de redundancia cíclica (CRC) es un código de detección de errores usado frecuentemente en redes digitales y en dispositivos de almacenamiento para detectar cambios accidentales en los datos.

CSMA/CA Carrier Sense, Multiple Access, Collision Avoidance (acceso múltiple por detección de portadora con evasión de colisiones) es un protocolo de control de acceso a redes de bajo nivel que permite que múltiples estaciones utilicen un mismo medio de transmisión. Cada equipo anuncia opcionalmente su intención de transmitir antes de hacerlo para evitar colisiones entre los paquetes de datos.

CSMA/CD Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (Acceso múltiple con escucha de portadora y Detección de Colisiones) es un protocolo de acceso al medio compartido. Los dispositivos de red escuchan el medio antes de transmitir, es decir, es necesario determinar si el canal y sus recursos se encuentran disponibles para realizar una transmisión.

DAMA-TDMA Las redes que combinan DAMA-TDMA tienen la capacidad de asignación por demanda, pero a esto se le añade la capacidad de múltiple acceso en tiempo para reducir la necesidad de múltiples modems en cada sitio. Esto permite por ejemplo, que varias llamadas telefónicas sean colocadas simultáneamente en diferentes sitios a través de una sola estación. Redes de este tipo soportan aplicaciones con conectividad mallada y aplicaciones que requieren múltiples servicios interactivos.

E1 E1 ó Trama E1 es un formato de transmisión digital; La trama E1 consta en 32 divisiones (time slots) de 64k cada una, lo cual hace un total de

30 líneas de teléfono normales más 2 canales de señalización. Un E1 equivale a 2048 kilobits.

GPRS (General Packet Radio Services) es una técnica de conmutación de paquetes, que es integrable con la estructura actual de las redes GSM.

GPS (Global Positioning System: sistema de posicionamiento global) es un sistema global de navegación por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros.

GSM (Group Special Mobile o Global System for Mobile Communications) El Group Special Mobile fue el organismo que se encargó de la configuración técnica de una norma de transmisión y recepción para la telefonía celular europea y el Global System es el sistema europeo de telefonía móvil digital a 900 MHz.

HOTSPOTS (punto caliente). Los Hotspots son los lugares que ofrecen acceso Wi-Fi, que pueden ser aprovechados especialmente por dispositivos móviles como notebooks, PDAs, consolas, para acceder a internet.

ISM Las bandas ISM (Industrial Scientific Medical) son bandas de radiofrecuencia electromagnética reservadas internacionalmente para uso no comercial en áreas de trabajo industriales, científicas y médicas. Estas bandas pueden utilizarse sin necesidad de licencia siempre que se respeten unos determinados límites de potencia.

LAN Local Area Network, Red de área local. Una LAN es una red que conecta los ordenadores en un área relativamente pequeña y predeterminada (como una habitación, un edificio, o un conjunto de edificios).

LLC Control de enlace lógico LLC ("Logical Link Control") define la forma en que los datos son transferidos sobre el medio físico, proporcionando servicio a las capas superiores. Es la más alta de las dos subcapas de enlace de datos definidas por el IEEE y la responsable del control de enlace lógico. La subcapa LLC maneja el control de errores, control del flujo, entramado, control de diálogo y direccionamiento de la subcapa MAC.

LOS Line of sight, Línea de vista. Término utilizado en radiofrecuencia para un enlace de radio con visibilidad directa entre antenas.

MAC la dirección MAC (Media Access Control), Control de Acceso al Medio, es un identificador de 48 bits (6 bloques hexadecimales) que corresponde de forma única a una tarjeta o dispositivo de red. Se conoce también como dirección física, y es única para cada dispositivo.

MAN Metropolitan Area Network, Red de Área Metropolitana que, a través de una conexión de alta velocidad, ofrece cobertura en una zona geográfica extensa (como una ciudad o un municipio).

NLOS Non Line of Sight, Sin línea de vista. Se usa para describir un trayecto parcialmente obstruido entre la ubicación del transmisor de la señal y la ubicación del receptor de la misma.

OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplexing, 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, OFDM se utiliza en 802.11a WLAN, 802.16 y WiMAX.

OSI Open Systems Interconnection, Interconexión de Sistemas Abiertos. Se trata de un modelo de comunicaciones estándar entre los diferentes terminales y host. Las comunicaciones siguen unas pautas de siete niveles preestablecidos que son Físico, Enlace, Red, Transporte, Sesión, Presentación y Aplicación.

PAN Personal Area Network es una red de computadoras para la comunicación entre distintos dispositivos (tanto computadoras, puntos de acceso a internet, teléfonos celulares, PDA, dispositivos de audio, impresoras) cercanos al punto de acceso. Estas redes normalmente son de unos pocos metros y para uso personal.

PHY La capa física (PHY) es la interfaz entre el MAC y el medio inalámbrico. Se ocupa de los detalles de transmisión y recepción.

QoS Quality of Service. Conjunto de tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de información en un tiempo determinado a uno o varios dispositivos. QoS se encarga de priorizar el ancho de banda disponible en función de las necesidades del usuario y basándose en una serie de criterios que clasifican el tráfico.

RSSI Received Signal Strength Indication, Indicador de fuerza de señal de recepción. Se usa para medir el nivel de potencia de las señales recibidas en las redes inalámbricas. Cuanto más alto sea el número, mejor captura de la misma, tomando en cuenta que la medición es en vatios; Y cuanto menos negativa sea la señal si se mide en dBm. El RSSI indica intensidad recibida, no calidad.

SCADA Supervisory Control And Data Acquisition, (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) es un software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia. Facilita retroalimentación en tiempo real con los dispositivos de campo (sensores y

actuadores) y controlando el proceso automáticamente. Provee de toda la información que se genera en el proceso productivo (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.) y permite su gestión e intervención.

SDM Signal Distribution Module (Módulo de Distribución de Señales). Módulo usado conjuntamente con un multiplexor redundante, siendo parte de la unidad de protección integrada a la Unidad de tratamiento de señal (SPU).

SNMP Protocolo Simple de Administración de Red o SNMP (Simple Network Management Protocol) es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red. Permite a los administradores supervisar el funcionamiento de la red, buscar y resolver sus problemas, y planear su crecimiento.

SPU Signal Processing Unit (Unidad de Tratamiento de Señal), también referida como Unidad Interior (IDU). Unidad montada al interior en un bastidor, la cual contiene módulos enchufables para el tratamiento de la señal proveniente de la Unidad de Radiofrecuencia (RFU).

SSID Service Set Identifier, 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. Todos los dispositivos inalámbricos que intentan comunicarse entre sí deben compartir el mismo SSID.

STP Shielded Twisted Pair, par trenzado blindado. Es un cable de par trenzado similar al unshielded twisted pair con la diferencia de que cada par tiene una pantalla protectora, además de tener una lámina externa de aluminio o de cobre trenzado alrededor del conjunto de pares, diseñada para reducir la absorción del ruido eléctrico.

TDMA Time Division Multiple Access. Es una tecnología inalámbrica, que distribuye las unidades de información en ranuras alternas de tiempo, dando acceso múltiple a un número reducido de frecuencias. TDMA permite dar servicios de alta calidad de voz y datos. TDMA divide un canal de frecuencia de radio en varias ranuras de tiempo. A cada usuario que realiza una llamada se le asigna una ranura de tiempo específica para permitir la transmisión. Esto permite que múltiples usuarios utilicen un mismo canal de frecuencia al mismo tiempo sin interferirse entre sí.

UIT Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de Telecomunicaciones de la Organización de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones a nivel internacional entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

UMTS Universal Mobile Telecommunications System. Estándar que se emplea en la tercera generación de telefonía móvil, que permite disponer de banda ancha en telefonía móvil y transmitir un volumen de datos importante por la red.

UTP Unshielded Twisted Pair, par trenzado no blindado. El cable UTP, es una clase de cable que no se encuentra blindado y que suele emplearse en las telecomunicaciones.

VoIP Voice over Internet Protocol (Voz sobre Protocolo de Internet), una categoría de hardware y software que permite a la gente utilizar Internet como medio de transmisión de llamadas telefónicas, enviando datos de voz en paquetes usando el IP en lugar de los circuitos de transmisión telefónicos.

WAN Wide Area Network, red de área amplia, es una red de computadoras que abarca varias ubicaciones físicas, proveyendo servicio a una zona, un país, incluso varios continentes. Es cualquier red que une varias redes

locales, llamadas LAN, por lo que sus miembros no están todos en una misma ubicación física.

Wi-Fi Mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica.

WiMax Worldwide Interoperability for Microwave Access (interoperabilidad mundial para acceso por microondas), es una norma de transmisión de datos que utiliza las ondas de radio en las frecuencias de 2,3 a 5,8 GHz y puede tener una cobertura de hasta 60 km. El estándar que define esta tecnología es el IEEE 802.16.

WISP Wireless Internet Service Provider (Proveedor de Servicios de Internet), son proveedores que ofrecen Internet vía Wi-Fi.

WLAN Wireless Local Area Network. Es un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible muy utilizado como alternativa a la LAN cableada o como una extensión de ésta. Utiliza tecnología de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizarse las conexiones cableadas.

WLL Wireless Local Loop. Usa estaciones radiobase conectadas a centrales comunes de conmutación pública para, vía radio, alcanzar el terminal fijo del abonado en su residencia o en su oficina, también compuesto por un radio transceptor. El uso de diversas estaciones radiobase, cada una de las cuales, cubriendo una determinada área, llamada "célula", garantiza la cobertura de toda la región de interés, tal cual ocurre con la arquitectura de la telefonía celular móvil.

WPAN Wireless Personal Area Networks, Red Inalámbrica de Área Personal es una red de computadoras para la comunicación entre distintos dispositivos (tanto computadoras, puntos de acceso a internet, teléfonos

celulares, PDA, dispositivos de audio, impresoras) cercanos al punto de acceso. Estas redes normalmente son de unos pocos metros y para uso personal.

WWAN Wireless Wide Area Network (red de área amplia inalámbrica). Red de datos de alta velocidad inalámbrica que utiliza tecnología móvil y cubre un área geográfica mayor que una WLAN.

BIOGRAFÍA

DATOS PERSONALES

CÉDULA IDENTIDAD : 171103356-1
FECHA NACIMIENTO : 17 de mayo 1970
LUGAR NACIMIENTO : Pasaje – El Oro

FORMACIÓN ACADÉMICA

Escuela Politécnica del Ejército	Sangolquí
Escuela Politécnica del Ejército – CISCO	Sangolquí
Escuela Politécnica del Ejercito – Furukawa	Sangolquí
Empresa ECI	Quito
Empresa DESCAs	Guayaquil
EP Petroecuador	Quito
Instituto Superior Central Técnico	Quito

TÍTULOS OBTENIDOS

SUPERIOR

Tecnólogo en Computación	10/06/2015
Introducción y operación del sistema de radio WIDHOP 900 R4.x	02/08/2013
BG-20, BG-30 & EMS-BGF Stand-Along, configuración y gestión	26/07/2013
Reglamento Interno de Seguridad y Salud	12/07/2013
Relaciones Humanas	03/06/2013
CCNA Voice	27/05/2013
Permisos de trabajo	15/04/2013
Furukawa Data Cabling System-DCS	18/01/2013
Certificado CCNA 3	30/09/2012
Certificado CCNA 2	13/06/2012

Certificado CCNA 1

21/01/2012

Suficiencia en idioma **INGLÉS**

12/03/2007

SECUNDARIA

Bachiller Técnico Industrial

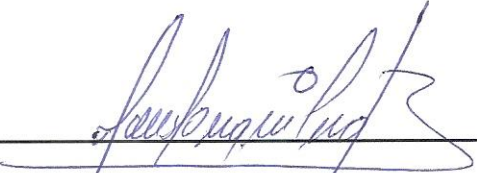
Especialidad **ELECTRÓNICA**

Bachiller en Ciencias

Especialidad **FÍSICO MATEMÁTICO**

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR



PROAÑO CUBILLO FAUSTO ENRIQUE

DIRECTOR DE LA TECNOLOGÍA EN COMPUTACIÓN



ING. GERMÁN ÑACATO

Lugar y fecha: Sangolquí, 18 de Mayo de 2015