

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

**Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones**

**TEMA:**

---

**Diseño de un Enlace Radio Eléctrico entre el Gobierno Municipal de Mocha y su sucursal en Pinguilí para proveer servicios de datos y voz**

---

Trabajo de graduación modalidad Pasantía presentada como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

**AUTOR:** John Jairo Pérez Guerrero.

**TUTOR:** Ing. M.Sc. Mario García.

Ambato – Ecuador  
Mayo - 2009

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: Diseño de un Enlace Radio Eléctrico entre el Gobierno Municipal de Mocha y su sucursal en Pinguilí para proveer servicios de datos y voz, de John Jairo Pérez Guerrero, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 57 del Capítulo IV Pasantías, del Reglamento de Graduación de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato Febrero del 2009

EL TUTOR

-----  
Ing. M.Sc. Mario García

## **AUTORÍA**

El presente trabajo de investigación titulado: Diseño de un Enlace Radio Eléctrico entre el Gobierno Municipal de Mocha y su sucursal en Pinguilí para proveer servicios de datos y voz. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato Febrero del 2009

---

John Jairo Pérez Guerrero  
CC: 180397034-0

**DEDICATORIA:**

A Dios y a toda mi familia, que siempre me ha apoyado en especial a mis abuelitos.

John Jairo Pérez Guerrero

**AGRADECIMIENTO:**

A mi familia y a todos los que en algún momento me apoyaron  
incondicionalmente sin pedir nada a cambio.

John Jairo Pérez Guerrero

## ÍNDICE

### PRELIMINARES

Carátula.....	i
Página de aprobación del tutor.....	ii
Página de Autoría.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice.....	vi
Resumen Ejecutivo.....	xiii
Introducción.....	xiv

### CAPÍTULO I

#### EL PROBLEMA

1.1. Tema de Investigación.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	1
1.2.1. Contextualización.....	1
1.2.2. Análisis Crítico.....	1
1.2.3. Prognosis.....	2
1.3. Formulación del Problema.....	2
1.3.1. Preguntas directrices.....	2
1.3.2. Delimitación del problema.....	3
1.4. Justificación.....	3
1.5. Objetivos .....	3
1.5.1. Objetivo General.....	3
1.5.2. Objetivos Específicos.....	3

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes Investigativos.....	4
2.2.	Fundamentación.....	4
2.2.1	Fundamentación legal.....	4
2.2.2	Fundamentación Teórica.....	5
	➤ Principios de un sistema de comunicación.....	5
	➤ Medios de Transmisión.....	5
	➤ Transmisión Inalámbrica.....	6
	➤ Características del Medio.....	7
	➤ Absorción de Ondas de Radio.....	7
	➤ Reflexión de Ondas de Radio.....	8
	➤ Frecuencias, Clasificación.....	9
	➤ Antena.....	10
	➤ Perfil del Terreno.....	17
	➤ Carta Topográfica.....	18
	➤ Zonas de Fresnel.....	19
	➤ Atenuación.....	19
	➤ Telefonía Digital.....	22
	➤ Central Telefónica 3CX para Windows.....	24
2.3	Variables.....	25
2.3.1	Variable Independiente.....	25
2.3.2	Variable Dependiente.....	26
2.4.	Hipótesis.....	26

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

3.1	Enfoque.....	27
3.2	Modalidad básica de la investigación.....	27
3.2.1	Investigación de campo.....	27
3.2.2	Investigación bibliográfica.....	27
3.2.3	Proyecto factible.....	27
3.3	Nivel o tipo de investigación.....	28
3.4	Población y muestra.....	28
3.5	Técnicas e Instrumentos de investigación.....	28
3.6.	Procesamiento y análisis de la Información.....	28
3.6.1	Plan que se empleará para procesar la información recogida.....	28
3.6.2	Plan de análisis e interpretación de los datos.....	28

## **CAPÍTULO IV**

### **PROPUESTA**

4.1.	Descripción del Enlace Mocha - Pinguilí.....	31
	➤ Conexión Punto - Pultipunto.....	32
	➤ Equipos.....	33
	➤ Cantón Mocha.....	33

➤ Orografía.....	33
➤ Coordenadas.....	34
➤ Descripción de los Equipos Radio Eléctricos.....	34
➤ Cálculos.....	34
➤ Enlace Mocha – Bedón.....	35
➤ Enlace Bedón - Pinguilí.....	37
➤ Diagrama de Conexión.....	38
➤ Simulación del Enlace.....	39
➤ Central Voz IP.....	48
➤ Instalación del Software.....	50
➤ Presupuesto.....	58

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones.....	59
5.2 Recomendaciones.....	60
6. Bibliografía.....	61
7. Anexos.....	62
8. Guión de Contenidos.....	67

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 2.1: Sistema de Comunicación.....	5
Figura 2.2: Conexión Punto-Multipunto.....	6

Figura 2.3: Absorción de ondas de radio.....	8
Figura 2.4: La reflexión.....	9
Figura 2.5: Multirutas.....	9
Figura 2.8: Tipos de Polarizaciones.....	12
Figura 2.7: Puntos de media potencia en un diagrama de radiación.....	13
Figura 2.6: Diagrama de radiación.....	14
Figura 2.9: Antena sectorial de 180°.....	15
Figura 2.10: Típico modelo de radiación de una antena de Sectorial.....	15
Figura 2.11: Polarización Vertical.....	16
Figura 2.12: Polarización Horizontal.....	16
Figura 2.13: Variaciones del relieve de la Tierra.....	18
Figura 2.14: Latitud y Longitud respectivamente.....	18
Figura 2.15: zonas de fresnel.....	19
Figura 2.16: Curvas de atenuación función de la lluvia.....	20
Figura 2.17: La atenuación.....	21
Figura 2.18: Estructura de la Red Telefónica.....	23
Figura 2.19: Digitalización de la voz.....	23
Figura 2.20: Técnica digitalización de las señales de voz.....	24
Figura 2.21: Características de la Voz Humana.....	24
Figura 4.1: Motorola Canopy AP.....	30
Figura 4.2: Motorola Canopy SM.....	30
Figura 4.3: Switch 8 puertos 3com.....	30
Figura 4.4: Perfil Topográfico Mocha-Bedón.....	33
Figura 4.5: Primera Zona de Fresnell Mocha-Bedón.....	33

Figura 4.6: Perfil Topográfico Bedón-Pinguilí.....	35
Figura 4.7: Primera Zona de Fresnell Bedón-Pinguilí.....	35
Figura 4.8: Enlace Inalámbrico Mocha-Pinguili.....	37
Figura 4.9: Pantalla principal.....	38
Figura 4.10: Inicialización de una nueva red.....	38
Figura 4.11: Propiedades de Mapa.....	38
Figura 4.12: Ingreso de información Propiedades de Mapa.....	39
Figura 4.13: Propiedades de las unidades.....	39
Figura 4.14: Posición de las unidades.....	40
Figura4.15: Propiedades de las redes Parámetros.....	40
Figura 4.16: Propiedades de las redes Sistemas.....	41
Figura 4.17: Propiedades de las redes Miembros.....	41
Figura 4.18: Propiedades de las redes Estilo.....	42
Figura 4.19: Enlace de Radio Mocha-Bedón.....	42
Figura 4.20: Enlace de Radio umbral de recepción Mocha-Bedón.....	43
Figura 4.21: Enlace de Radio Bedón-Pinguilí.....	43
Figura 4.22: Enlace de Radio umbral de recepción Bedón-Pinguilí.....	44
Figura 4.23: Vista desde el Googleearth del enlace Mocha-Bedón-Pinguilí.....	45
Figura 4.24: Teléfono SIP basados en hardware.....	47
Figura 4.25: Instalación de la central 3CX PhoneSystem paso 1-10.....	48-51
Figura 4.26: Instalación 3CX VoIP Client desde el paso 1-6.....	52-54
Figura 4.27: Cliente 3CX VOIP en modo de teléfono SIP.....	54
Figura 4.28: Cliente 3CXVOIP.....	55
Figura 4.29: Realizando una llamada.....	55

Figura 4.30: Conexión de la llamada.....	56
Figura 4.31: Llamada cerrada.....	56
Figura 4.32: Central telefónica 3Cxphone.....	57
Figura 7.1: Carta topográfica.....	63
Figura 7.2: 3CX Phone System.....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Clasificación de las frecuencias.....	10
Tabla 4.1: Coordenadas del enlace.....	32
Tabla 4.2: Primer Radio de Fresnel.....	33

Tabla 4.3: Primer Radio de Fresnel.....	35
Tabla 4.4: Comparación de resultados.....	44
Tabla 4.5: Presupuesto del Enlace Radio Eléctrico.....	57
Tabla 7.1: Organismos de Estandarización.....	64

## RESUMEN EJECUTIVO

En el presente proyecto titulado “Diseño de un Enlace Radio Eléctrico entre el Gobierno Municipal de Mocha y su sucursal en Pinguilí para proveer servicios de datos y voz”, contiene el principio de un sistema de comunicación, como medios de transmisión, transmisión inalámbrica, característica del medio, detallado lo que es la absorción de ondas, reflexión de ondas y la clasificación de frecuencias.

Este documento contiene además características de la antena y todo lo que se relaciona a ella, carta topográfica, perfil del terreno además una breve descripción de las zonas de Fresnell, atenuación, central telefónica 3CX que es basada en software para voz IP.

Utilizamos una metodología para la investigación, además se detalla donde se realizará el proyecto y que recursos necesitamos para el mismo, también consta los respectivos cálculos para la realización y se detalla las características de cada uno de los equipos que intervendrán en el proyecto y la simulación del enlace.

## INTRODUCCIÓN

**CAPÍTULO I:** Costa de las causas de los presentes problemas que tiene el Gobierno Municipal de Mocha, el planteamiento de preguntas sus posibles respuestas y los objetivos que nos planteamos con el fin de poderlos cumplir.

**CAPITULO II:** Contiene toda la información investigada, misma que será de gran ayuda para el desarrollo del diseño, además de la fundamentación legal por la que se rige el Gobierno Municipal de Mocha y las variables que intervienen en el proyecto.

**CAPITULO III:** Explica el ¿cómo?, el ¿por qué? y el tipo de la investigación, y nos detallaremos si el proyecto es factible o no.

**CAPITULO IV:** Contiene el desarrollo del proyecto, análisis y cálculos de resultados, las necesidades de la institución y el detalle de cada uno de los elementos a utilizarse.

**CAPÍTULO V:** Se presentan las conclusiones y las recomendaciones del enlace de datos y voz.

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 TEMA:**

“Diseño de un Enlace Radio Eléctrico entre el Gobierno Municipal de Mocha y su sucursal en Pinguilí para proveer servicios de datos y voz”

#### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

##### **1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN**

El enlace, hoy en día es una técnica de comunicación que permite enlazar un lugar con otro. En el Mundo como en Ecuador existen varios tipos de enlace, pero en el presente proyecto se ha optado por el radio enlace, por ser más barato, en donde; las ondas de radio se propagan en línea recta en varias direcciones al mismo tiempo.

En la provincia de Tungurahua y en sus cantones, existen varias instituciones públicas o privadas que están optando por esta técnica de enlace, misma que permite la interconexión de lugares remotos a través de ondas de radio frecuencia, permitiéndoles comunicarse tanto datos como voz.

El Gobierno Municipal de Mocha, ha visto la necesidad de adquirir el diseño de un enlace radio eléctrico, para la comunicación de éste con su sucursal en la parroquia Pinguilí y de esta forma lograr descentralizar las oficinas de recaudación y permitir la comunicación inmediata de datos y voz.

##### **1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO**

Las causas principales por las que el Gobierno Municipal de Mocha, necesita del diseño de un radio enlace son:

Poder establecer una comunicación tanto de datos como voz con su sucursal en su única Parroquia Pinguilí, para obtener información que ayude a proveer de mejor servicio a sus usuarios.

Otra de las causas, es minorar a los potenciales usuarios en sus salas de recaudación de los diferentes servicios públicos.

### **1.2.3 PROGNOSIS**

Al no realizar este proyecto, continuará la falta de comunicación en el Gobierno Municipal de Mocha con su sucursal produciéndose molestias y congestión por parte de los usuarios y existiendo retardos en los trabajos.

Además se quedarán sin puntos de recaudación en su parroquia, por lo que seguirá la mayor afluencia de personas en las oficinas del Municipio, causando pérdidas de tiempo y congestionamiento.

## **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Qué ventajas brindará el diseño de un enlace radio eléctrico para el Gobierno Municipal de Mocha?

Como ventaja principal, obtendremos la descentralización en las oficinas de recaudación, ahorrando tiempo y brindando un mejor servicio a sus usuarios.

### **1.3.1 PREGUNTAS DIRECTRICES**

¿El diseño del radio enlace, solucionará la falta de comunicación entre el Gobierno Municipal de Mocha y Pinguilí?

¿El diseño del radio enlace cubrirá con todas las necesidades para que no exista interferencia?

¿El diseño del presente proyecto, protegerá la información de las personas no autorizadas?

### **1.3.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

La presente investigación se realizara en el Gobierno Municipal de Mocha, ubicado en el Cantón Mocha, Provincia de Tungurahua, en la calle Alonso Ruiz 1-40 y Avenida El Rey, en un lapso de cuatro meses.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

El proyecto brindará comunicación directa y confiable de datos y voz entre las personas que laboran en el Gobierno Municipal de Mocha.

El presente diseño se lo va ha realizar, para aplicar las bases teóricas que se ha obtenido a lo largo de la carrera universitaria, y busca el perfeccionamiento en la investigación.

Diseñar un radio enlace, es necesario ubicar correctamente las antenas para obtener el máximo alcance posible, y para esto se deben conocer todo acerca de propagación de ondas de radio.

### **1.5 OBJETIVOS:**

#### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un enlace radio eléctrico para el Gobierno Municipal de Mocha y Pinguili, para tener un sistema de comunicación óptimo en dichos lugares.

#### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

✓ Obtener información eficiente sobre el tipo de antenas y equipos a ser utilizado para dicho enlace.

- ✓ Dimensionar el equipo adecuado para el enlace en el Gobierno Municipal, teniendo en cuenta calidad y costos.
- ✓ Realizar los cálculos necesarios para el desarrollo del enlace tomando en cuenta todos los parámetros que intervienen en el mismo.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Sobre este tema se realizó la búsqueda en Internet y en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial no se ha encontrado ningún trabajo de investigación que se haya realizado.

#### **2.2 FUNDAMENTACIÓN**

Hoy en día es necesario estar comunicados con nuestras oficinas remotas a través de un radio enlace que optimiza tiempo y dinero en las instituciones. También porque permite dar una mejor atención a los potenciales usuarios, debido a que ya no deben movilizarse tanto, porque tendrán un lugar cercano donde poder realizar sus trámites como pagos, etc. por lo que se lograría descongestionar los departamentos principales del Municipio.

Además, el enlace radio eléctrico consta con seguridad que el Gobierno Municipal de Mocha requiere en su transmisión de datos y voz entre el Municipio y su parroquia en Pinguili.

##### **2.2.1 FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

Mocha fue fundado por Alonso Ruiz en el año de 1589, fue ascendida a parroquia eclesiástica el 17 de Septiembre de 1825 y a cantón el 13 de Mayo de 1986. El Gobierno Municipal de Mocha, está ubicado en la calle Alonso Ruiz 1-40 y avenida el Rey, en el Cantón Mocha.

El Gobierno Municipal de Mocha se rige por la Ley Orgánica Municipal.

## 2.2.2 FUNDAMENTACIÓN TEORICA

### PRINCIPIOS DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN

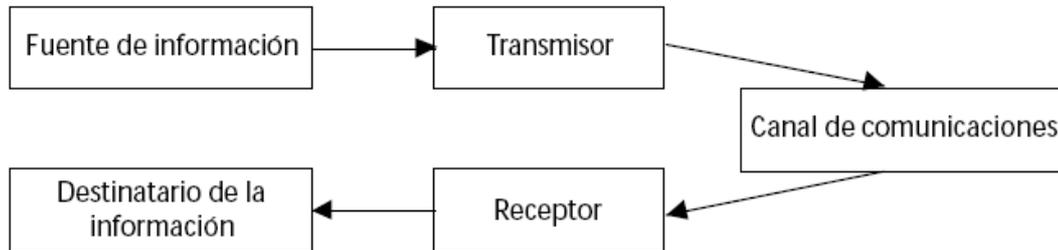
Un sistema de comunicación se describe como el conjunto de elementos que ordenadamente relacionados entre sí, tienen la capacidad de establecer la transmisión de un mensaje entre dos puntos independientes.

Los elementos fundamentales o indispensables que intervienen en el principio de comunicación son:

**a) Emisor o transmisor:** es el elemento que inicia la comunicación; es el encargado de transmitir el mensaje en un lenguaje que el receptor o receptores puedan descifrar con facilidad para poder establecer el enlace de comunicación.

**b) Medio o canal:** es el medio utilizado por el transmisor para hacer llegar el mensaje al receptor.

**c) Receptor:** es el elemento encargado de recibir el mensaje transmitido por el emisor a través de un medio. Al recibirse el mensaje se cumple el ciclo de la comunicación.



**Figura 2.1:** Sistema de Comunicación

## MEDIOS DE TRANSMISIÓN

**Par trenzado:** Consiste en dos alambres de cobre enroscados (para reducir interferencia eléctrica). Puede correr unos kilómetros sin la amplificación. Es usado en el sistema telefónico.

**Medio Inalámbrico:** Cada uno usa una banda de frecuencias en alguna parte del espectro electromagnético. Las ondas de longitudes más cortas tienen frecuencias más altas, y así apoyan velocidades más altas de transmisión de datos.

## TRANSMISIÓN INALÁMBRICA

Se utilizan medios no guiados, principalmente el aire. Se radia energía electromagnética por medio de una antena y luego se recibe esta energía con otra antena.

Hay dos configuraciones para la emisión y recepción de esta energía: direccional y omnidireccional. En la direccional, toda la energía se concentra en un haz que es emitido en una cierta dirección, por lo que tanto el emisor como el receptor deben estar alineados.

En el método omnidireccional, la energía es dispersada en múltiples direcciones, por lo que varias antenas pueden captarla.

Los enlaces inalámbricos se tienden en general para comunicar mediante datos/voz/video dos o mas puntos distantes mas allá de los que es posible unir con cableados de cobre normales (100 m en cable UTP nivel 5 o 6).



**Figura 2.2:** Conexión Punto-Multipunto.

## CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO.

La transferencia de energía en un medio depende de ciertas propiedades electromagnéticas de éste, así como de propiedades similares del medio circundante. De esta forma, la transferencia de ondas electromagnéticas dependerá en diversos grados de las propiedades del terreno sobre el cual tiene lugar la transmisión.

Estas propiedades están definidas por los siguientes parámetros.

1.- Constante Dieléctrica  $\epsilon$  (permitividad), es la capacidad de un medio para almacenar energía electrostática. Un dieléctrico es un material no conductor, esto es, un aislante. Buenos dieléctricos son el aire, hule, vidrio y mica por ejemplo. La constante dieléctrica para el vacío es igual a  $8.854 \times 10^{-12}$  farad / metro.

2.- Permeabilidad  $\mu$ , es la medida de la superioridad de un material comparado con el vacío, para servir como trayectoria para líneas de fuerza magnética. Los materiales ferromagnéticos como el hierro, acero, níquel y cobalto poseen altas permeabilidades. Por otro lado sustancias diamagnéticas como el cobre, latón y bismuto tienen permeabilidades comparables a la del espacio libre. El valor de  $\mu$  para el vacío es de  $4\pi \times 10^{-7}$  henry/metro.

3.- Conductividad  $\sigma$ , es la medida de la habilidad de un medio para conducir corriente eléctrica. Todos los metales puros son conductores, teniendo algunos mejor conductividad que otros. La conductividad es el recíproco de la resistividad y se mide en siemens (mhos).

### **ABSORCIÓN DE ONDAS DE RADIO**

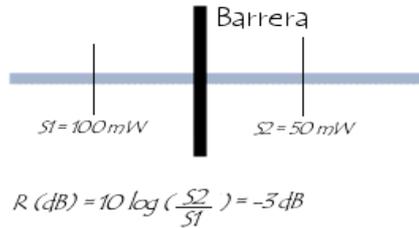
Cuando una onda de radio se topa con un obstáculo, parte de su energía se absorbe y se convierte en otro tipo de energía, mientras que otra parte se atenúa y sigue propagándose. Es posible que otra parte se refleje.

La atenuación se da cuando la energía de una señal se reduce en el momento de la transmisión. La atenuación se mide en belios (símbolo: B) y equivale al logaritmo de base 10 de la intensidad de salida de la transmisión, dividida por la intensidad de entrada.

Por lo general, se suelen usar los decibelios (símbolo: dB) como unidad de medida. Cada decibelio es un décimo de belio. Siendo un belio 10 decibelios, la fórmula sería:

$$R \text{ (dB)} = (10) * \log (P2/P1)$$

Cuando R es positivo, se denomina amplificación, y cuando es negativo se denomina atenuación, como se puede ver en la Figura 2.3. En los casos de transmisiones inalámbricas, la atenuación es más común.



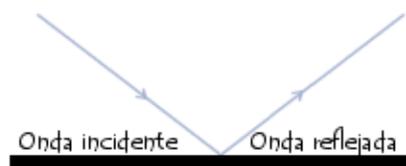
**Figura 2.3:** Absorción de ondas de radio.

La atenuación aumenta cuando sube la frecuencia o se aumenta la distancia. Asimismo, cuando la señal choca con un obstáculo, el valor de atenuación depende considerablemente del tipo de material del obstáculo. Los obstáculos metálicos tienden a reflejar una señal, en tanto que el agua la absorbe.

### REFLEXIÓN DE ONDAS DE RADIO

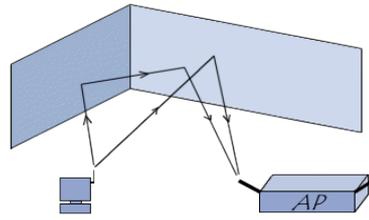
Cuando una onda de radio choca con un obstáculo, parte o la totalidad de la onda se refleja y se observa una pérdida de la intensidad.

La reflexión es tal que el ángulo de incidencia equivale al ángulo de reflexión, se puede observar en la Figura 2.4.



**Figura 2.4:** La reflexión

Por definición, una onda de radio es susceptible de propagarse en varias direcciones. Después de reflejarse varias veces, una señal de origen puede llegar a una estación o punto de acceso después de tomar muchas rutas diferentes (llamadas multirutas), se muestra en la Figura 2.5.



**Figura 2.5:** Multirutas.

La diferencia temporal en la propagación (llamada retraso de propagación) entre dos señales que toman diferentes rutas puede interferir en la recepción, ya que los flujos de datos que se reciben se superponen entre sí.

Esta interferencia se incrementa a medida que aumenta la velocidad de transmisión, ya que los intervalos de recepción de los flujos de datos se hacen cada vez más cortos. Por lo tanto, la multiruta limita la velocidad de transmisión en redes inalámbricas.

## **FRECUENCIAS, CLASIFICACIÓN**

Es común referirse a las bandas de radio por la longitud de onda, dada en metros, de alguna de sus frecuencias, como ocurren con la banda ciudadana (o banda civil) que también se la conoce como banda de once metros, o con la internacional de transmisiones en los diecinueve metros, o la de radioaficionados de diez metros.

La ITU clasifica las frecuencias.

Frecuencias	Designación de la banda	Servicios típicos
3-30 kHz	VLF (Very Low Frequency)	Navegación, Sonar
30-300 kHz	LF (Low Frequency)	Radio guía, ayudas a la navegación
0,3-3 MHz	MF (Medium Frequency)	Radiodifusión AM, Servicios marítimos.
3-30 MHz	HF (High Frequency)	Telefonía, telégrafo, banda ciudadana, comunicaciones mar - tierra y mar – aire
30-300 MHz	VHF (Very High Frequency)	Televisión, radiodifusión FM, control de tráfico aéreo, policía, ayudas a la navegación
0, 3-3 GHz	UHF (Ultra High Frequency)	Televisión, comunicaciones por satélite, hornos domésticos, radares de vigilancia
3-30 GHz	SHF (Super High Frequency)	Radares embarcados, de policía de aeropuertos, radioenlaces, comunicaciones por satélite, CATV
30-300 GHz	EHF (Extreme High Frequency)	Radar, localización de misiles.
0,3-3 THz	Luz Infrarroja	

**Tabla 2.1:** Clasificación de las frecuencias.

## ANTENA

La antena es el dispositivo físico que sirve de interfaz entre las ondas electromagnéticas guiadas por el cable o la guía-onda y el espacio libre o el aire. Existe una gran cantidad de maneras de lograr la transferencia de energía desde el alimentador al espacio por lo que las antenas pueden ser físicamente muy diversas.

### Características Fundamentales

La antena debe transferir la máxima cantidad de energía desde el cable o guía-onda procedente del transmisor hacia la dirección donde se encontrará la estación receptora correspondiente. Para ello, la impedancia característica de la antena debe acoplarse a la impedancia del cable o guía-onda a la cual está conectada.

Los cables coaxiales se producen con impedancias de 50 o 75 ohmios. En televisión se utiliza frecuentemente el valor de 75 ohmios, pero en todas las demás aplicaciones el valor predominante es de 50 ohmios.

### **Ganancia de Antena**

Para comprender la idea de ganancia de las antenas primero debemos entender un concepto básico:

#### **Antena Isotrópica**

Es la que irradia (o recibe) desde todas las direcciones con la misma intensidad. Aunque es físicamente irrealizable, el concepto de antena isotrópica se utiliza como modelo de comparación con las antenas reales. Como irradia con igual eficacia en todas direcciones, decimos que su diagrama o patrón de radiación es una esfera. Un ejemplo de lo que se aproxima a una antena isotrópica es la luz producida por un bombillo, que se proyecta en todas direcciones con la misma intensidad, excepto en la base del bombillo.

Definimos a la ganancia de una antena dada como el cociente entre la cantidad de energía irradiada en la dirección preferencial y la que irradiaría una antena isotrópica alimentada por el mismo transmisor. Este número lo expresamos en decibelios con relación a la isotrópica y por ende se denota en dBi.

Es muy importante entender que las antenas son elementos pasivos que no amplifican la señal de radio. Las antenas sólo concentran la señal en la cierta dirección. Cuando se usa como transmisora la antena es responsable de dirigir la

potencia del radiotransmisor en la cierta dirección; cuando actúa como receptora la antena colecta la potencia de radio que le envió el receptor.

La ganancia de una antena es el producto de la directividad (determinada exclusivamente por factores geométricos) y la eficiencia de la antena, que depende del material de la que está construida y de las imperfecciones de manufactura. La eficiencia de la antena se suele expresar con la letra griega eta y varía normalmente entre 40 y 60%.

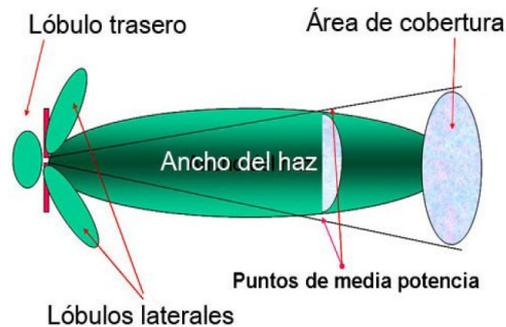
Algunas veces la ganancia de las antenas es expresada en dBd. En tal caso la antena de referencia es una antena de dipolo (dipole). Una antena dipolo tiene un ganancia de 2.14 dBi comparado con una antena isotrópica. Por ello, si la ganancia de una antena dada se expresa en dBd resultará en un valor inferior en 2,14 dB respecto a la ganancia de la misma antena expresada en dBi.

Ganancia en dBd = Ganancia en dBi - 2,14

### **Diagrama de radiación**

El diagrama de radiación o patrón de radiación es una gráfica de la potencia de la señal transmitida en función del ángulo espacial, en ellos podemos apreciar la ubicación de los lóbulos laterales y traseros, los puntos en los cuales no se irradia potencia (NULOS) y adicionalmente los puntos de media potencia.

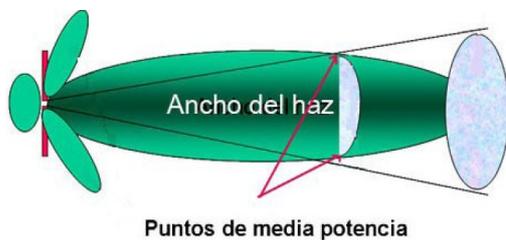
Los diseñadores de antenas se esmeran por reducir al mínimo los lóbulos secundarios, laterales y traseros ya que generalmente son perjudiciales, esto se logra mediante la modificación de la geometría de la antena. Desde el punto de vista formal, el campo electromagnético producido por una antena a gran distancia corresponde a la transformada de Fourier en dos dimensiones de la distribución de cargas eléctricas en la antena.



**Figura 2.6:** Diagrama de radiación

### Ancho del haz (beamwidth)

El ancho del haz (beamwidth) es el ángulo subtendido por la radiación emitida entre los puntos en que la potencia disminuye a la mitad, (3 dB) respecto a la radiación máxima.



**Figura 2.7:** Puntos de media potencia en un diagrama de radiación

Usando el diagrama de radiación en la figura anterior, podemos determinar la cobertura espacial donde la antena ofrece buena cobertura. El ángulo entre los puntos de media potencia es conocido como ancho del haz o “beamwidth” en inglés y se define tanto para el plano horizontal como para el plano vertical. Sólo en el caso de una antena con simetría circular perfecta ambos ángulos son iguales. Existe una relación inversa entre la ganancia y la extensión de la cobertura: una antena de alta ganancia tendrá una anchura de haz muy pequeña.

**Longitud de Onda,** Distancia entre dos puntos consecutivos que están en fase.

$$\lambda = \frac{c}{f},$$

Donde:

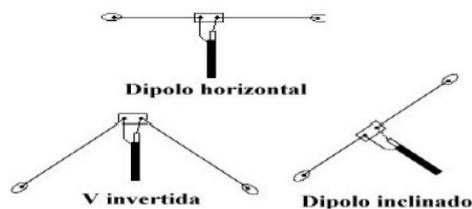
$c = 300.000 \text{ km/s}$  (velocidad de la luz en el vacío)

$f = \text{frecuencia.}$

### **Tipos de antenas, características y rendimientos.**

Dijimos que todo conductor está inmerso o genera un campo electromagnético, según esté en estado pasivo o excitado por una corriente de radiofrecuencia. Todo campo electromagnético tiene, como su nombre lo indica, dos componentes: campo eléctrico (E) y campo magnético (H). Por convención, ambos campos se indican como vectores. Dado que todo vector está definido por su magnitud y sentido, podremos decir que el vector E (o vector “campo eléctrico”) puede ser vertical, horizontal, oblicuo o de cualquier dirección intermedia según así sea la del respectivo campo que representa.

Los dipolos tienen una longitud de media onda y una impedancia en el centro de unos 70 Ohms.



**Figura 2.8:** Tipos de Polarizaciones

Mientras que el dipolo normal, tiene una polarización horizontal, la antena V invertida y el dipolo inclinado, tienen una polarización vertical. Estos tres tipos de antenas son muy utilizados en las bandas de HF y su construcción es relativamente sencilla (Figura 2.8).

## **Antenas Sectoriales**

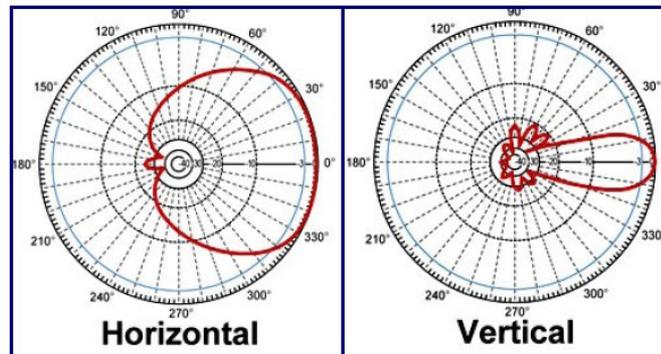
Las antenas sectoriales también se emplean en las estaciones bases, donde ofrecen ventajas adicionales como, mejor ganancia (a expensas de cubrir una zona más restringida) y posibilidad de inclinarlas para dar servicio a las zonas de interés. Combinando varias antenas sectoriales se puede dar cobertura en todo el plano horizontal, con mejor ganancia que la ofrecida por una omnidireccional, pero a mayor costo. Normalmente, una antena sectorial tiene una ganancia más alta que las antenas Omni-direccionales (en el rango de 10 - 19 dBi). Este tipo de antena se usa generalmente para servir radios de 15 km.

Un valor común de ganancia para una antena sectorial es de 14dBi para un ancho del haz horizontal de unos 90° y un ancho del haz vertical de 20 °.



**Figura 2.9:** Antena sectorial de 180°.

Como se muestra en la Figura 9, una antena Sectorial puede ser construida usando una antena omnidireccional y un reflector en forma de V.



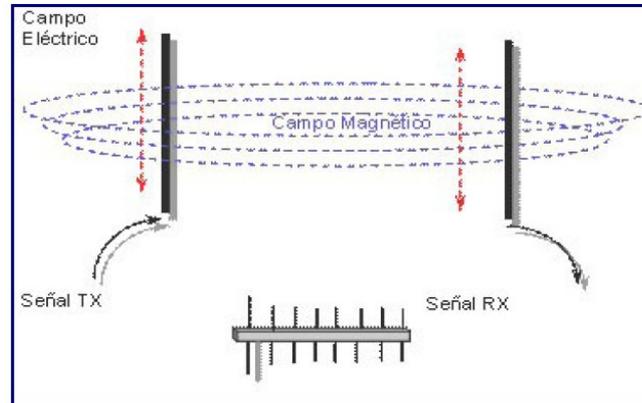
**Figura 2.10:** Típico modelo de radiación de una antena de Sectorial.

### **Polarización de la antena**

Una onda electromagnética está formada por campos eléctricos y magnéticos íntimamente ligados que se propagan en el espacio. La dirección del campo eléctrico se corresponde con la polarización de esta onda. La polarización de una antena corresponde a la dirección del campo eléctrico emitido por una antena. Esta polarización puede ser: Vertical, Horizontal y Elíptica, Circular (Hacia la derecha o hacia la izquierda).

### **Polarización Vertical**

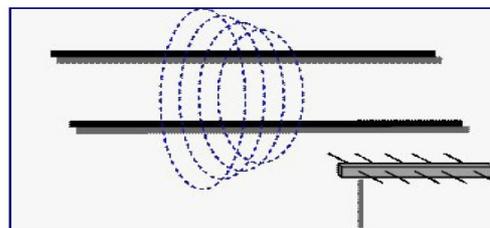
Si el campo eléctrico permanece en la dirección vertical durante toda la trayectoria de una onda decimos que tiene polarización vertical, para un dipolo el movimiento de los electrones dentro del alambre responde al campo eléctrico y por lo tanto define la polarización.



**Figura 2.11: Polarización Vertical**

### **Polarización Horizontal**

Si colocamos el alambre horizontalmente, tendremos polarización horizontal.



**Figura 2.12: Polarización Horizontal**

### **Ancho de banda**

El ancho de banda de una antena es el rango de frecuencias en el cual la misma puede operar satisfaciendo ciertos criterios, por ejemplo la gama de frecuencias para la cual la antena va a tener una Razón de Onda Estacionaria (SWVR) menor que 2:1.

### **Aislamiento de antena**

Cuando ponemos dos antenas en la misma torre, tenemos que asegurarnos de que no haya interferencia entre las señales de radio. El aislamiento entre las antenas se debe hacer tanto en la vertical como en la horizontal.

## PERFIL DEL TERRENO

Para obtener un mapa de perfil se une los puntos que se quiere enlazar, y se toma los puntos de intersección entre las curvas de nivel y la línea que une los dos puntos.

La inclusión de la atmósfera implica una curvatura del rayo de unión entre antenas.

Como la onda radioeléctrica se curva hacia abajo en una atmósfera normal, se define el factor de corrección K que permite suponer a la onda en una propagación rectilínea y a la Tierra con un radio aparente Ra distinto al radio real Ro:

$$Ra = K.Ro$$

Donde: Ro es 6370 Km.

$$K = 1,34 \quad (k = 4/3)$$

El valor de  $K = 4/3$  corresponde a una región de clima tropical templado. En regiones árticas el valor estándar corresponde a 1,2 mientras que en el trópico se incrementa a 1,6.

Se puede determinar el valor de la altura de abultamiento de la Tierra en un punto del enlace mediante:

$$C = 4. (d1.d2) / 51K$$

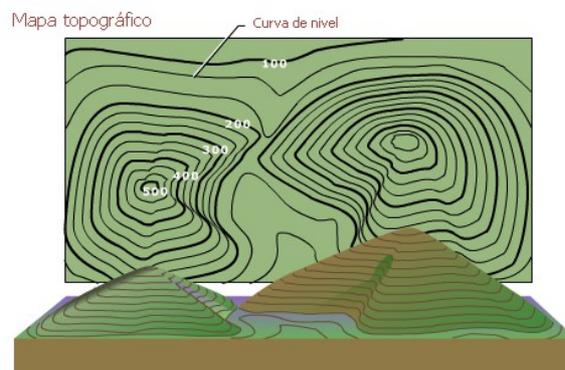
También:

$$C = 0.05887 (d1 \times d2)$$

Donde, C es la curvatura expresada en metros y las distancias d1 y d2 se indican en Km. El valor de C se incrementa cuando K disminuye.

## LA CARTA TOPOGRÁFICA

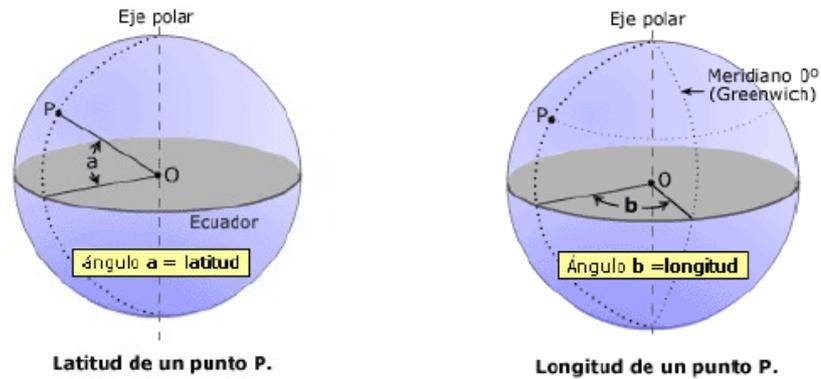
Es una representación a escala de la superficie terrestre mediante curvas de nivel que tiene como finalidad mostrar las variaciones del relieve de la Tierra.



**Figura 2.13:** Variaciones del relieve de la Tierra.

Las curvas de nivel- son líneas que, en un mapa, unen puntos de la misma altitud, por encima o por debajo de una superficie de referencia, que generalmente coincide con la línea del nivel del mar, y tiene el fin de mostrar el relieve de un terreno. Para determinar la posición de un punto sobre la superficie terrestre se utilizan los tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección.

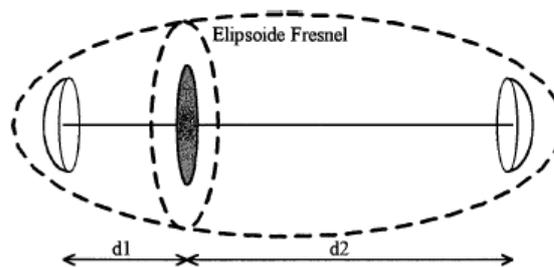
Las coordenadas geográficas -se utilizan para definir la localización de lugares en la superficie terrestre. La latitud, que proporciona la localización de un lugar al norte o al sur del ecuador. La longitud localiza un lugar al este o al oeste de una línea norte-sur denominada meridiano de de Greenwich.



**Figura 2.14:** Latitud y Longitud respectivamente.

### ZONAS DE FRESNEL

Se denominan zonas de Fresnel a las coronas circulares concéntricas determinadas por los rayos difractados que se suman en fase y en contratase en forma alternada.



**Figura 2.15:** zonas de fresnel

Se indica la relación entre los distintos elementos que interviene:

$$F_n = 550 \cdot \left\{ \frac{n \cdot d_1 \cdot d_2}{f \cdot (d_1 + d_2)} \right\}^{1/2}$$

Donde  $d_1$  y  $d_2$  están en Km.,  $f$  en MHz y  $n$  es el número del elipsoide. El valor de  $F_n$  resulta en metros. Con esto el radio de la primera zona de Fresnel es:

$$F_1 = 31.62 \sqrt{\frac{d_1 [Km] \cdot d_2 [Km] \cdot \lambda [m]}{d [Km]}}$$

$$r_{Fn} = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d}}$$

$$r_{F1} = 31.6 \sqrt{\frac{\lambda d_1 d_2}{d}} [m]$$

En conjunto el aporte combinado desde la zona 2 en adelante es solo la mitad del aporte de la primera zona.

## ATENUACIÓN

En telecomunicación, se denomina atenuación de una señal, sea esta acústica, eléctrica u óptica, a la pérdida de potencia sufrida por la misma al transitar por cualquier medio de transmisión. Así, si introducimos una señal eléctrica con una potencia  $P_1$  en un circuito pasivo, como puede ser un cable, esta sufrirá una atenuación y al final de dicho circuito obtendremos una potencia  $P_2$ . La atenuación ( $\alpha$ ) será igual a la diferencia entre ambas potencias.

No obstante, la atenuación no suele expresarse como diferencia de potencias sino en unidades logarítmicas como el decibelio, de manejo más cómodo a la hora de efectuar cálculos. La atenuación, en el caso del ejemplo anterior vendría, de este modo, expresada en decibelios por la siguiente fórmula:

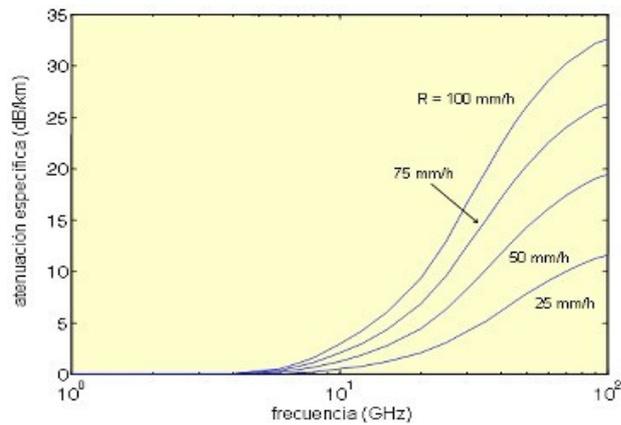
$$\alpha = 10 \times \log \frac{P_1}{P_2}$$

### Atenuación y dispersión por lluvia

Aunque la atenuación causada por la lluvia puede despreciarse para frecuencias por debajo de 5 GHz, ésta debe incluirse en los cálculos de diseño a frecuencias superiores donde su importancia aumenta rápidamente. La atenuación específica a (dB/km) se obtiene a partir de la intensidad de lluvia  $R$ (mm/h) mediante la ley exponencial:

$$a = kR^\alpha$$

Donde  $k$  y  $\alpha$  son unas constantes que dependen de la frecuencia y de la polarización de la onda electromagnética.



**Figura 2.16:** Se representan curvas de atenuación específica por lluvia en función de la frecuencia y para distintos valores de precipitación.

### Atenuación por Obstrucción



**Figura 2.17:** La atenuación introducida por el obstáculo es la relación entre el despejamiento y el primer radio de Fresnel  $D/F1$ .

El valor para un obstáculo promedio:

$$\alpha_t = 10 + 20 \cdot \log D / F1$$

La atenuación promedio que introduce una arboleda como obstáculo cuando se encuentra cerca de la antena hasta una distancia de 400 m:

$$\alpha_{arb.} = 0,2 \cdot f^{0,3} \cdot L^{0,6}$$

Donde, la frecuencia se expresa en MHz (válida hasta 10 GHz) y la longitud L de la arboleda en m.

### **Atenuación en el Espacio Libre**

La atenuación por espacio libre se expresa como:

$$\alpha_{esp-lib} = 10 \cdot \log (P_{tx} / P_{rx}) = 32,5 \text{ dB} + 20 \cdot \log (f \cdot r)$$

Con la frecuencia f en MHz, la distancia r en Km y la atenuación  $\alpha_{esp-lib}$  en dB. O también:

$$\alpha_{esp-lib} [dB] = -32.43 - 20 \log f [Mhz] - 20 \log r [Km]$$

La potencia de recepción Prx para antenas isotrópicas es:

$$P_{rx} = P_{tx} \cdot \left( \frac{\lambda}{4 \cdot \pi \cdot r} \right)^2$$

Donde Ptx es la potencia transmitida por la antena y r es la distancia entre las antenas y el punto bajo estudio.

La potencia recibida es inferior a la transmitida debido a la imposibilidad de captar toda la potencia generada. La potencia de recepción nominal se obtiene restando a la Ptx en dBm las atenuaciones debidas a filtros y circuladores Ab, a cable coaxial o guía de onda Ag, al espacio libre  $\alpha_{esp-lib}$  y sumando las ganancias de las antenas Ga. En términos matemáticos:

$$P_n = P_t - A_{b1} - A_{g1} + G_{a1} - \alpha_{esp-lib} + G_{a2} - A_{g2} - A_{b2}$$

La potencia umbral del receptor  $U_{RX}$  es el nivel mínimo de potencia que asegura una determinada tasa de error BER.

El margen de desvanecimiento  $F_m$  o MD se define como la diferencia en dB entre el nivel de la potencia recibida  $P_{RX}$  y la potencia umbral del receptor  $U_{RX}$ .

$$F_m(\text{dB}) = P_{RX} - U_{RX}$$

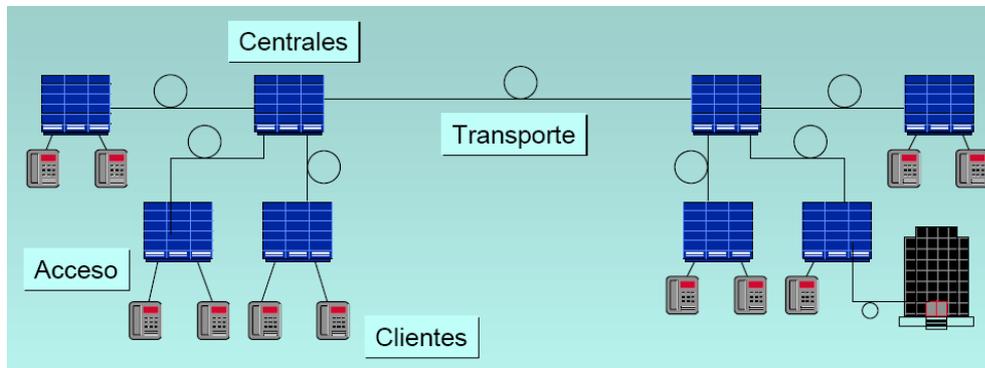
## **TELEFONIA DIGITAL**

- Las redes de telecomunicaciones han evolucionado a partir de la red telefónica que comenzó en 1876.
- El servicio provisto era exclusivamente el telefónico, para el cual sólo era necesario hacer llegar un par de cobre a cada cliente (abonado) que quisiera estar conectado a la red.
- A este par se le denomina Loop de Abonado (Subscriber Loop) o también última milla de cobre.

### **Estructura de la Red Telefónica.**

- El corazón de la red son las centrales telefónicas
- Las centrales se interconectan usando medios de transmisión como la fibra óptica y las microondas.
- De acuerdo a su disposición dentro de la red, las centrales se pueden jerarquizar.

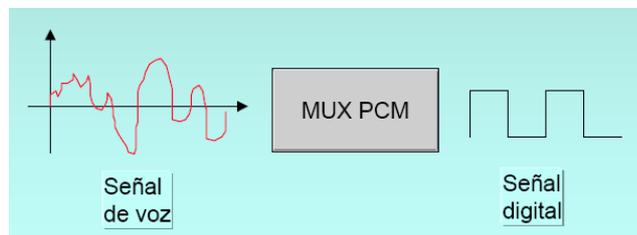
o Locales



**Figura 2.18:** Estructura de la Red Telefónica

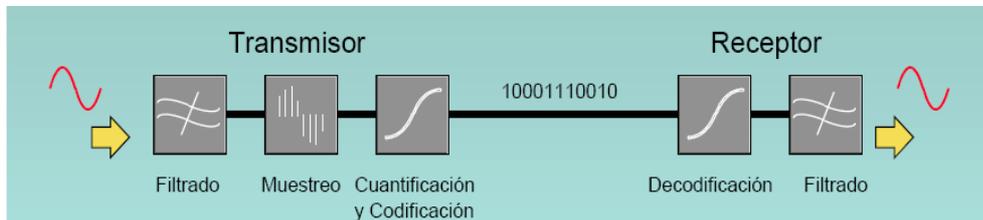
### Digitalización de la voz

La técnica PCM (Pulse Code Modulation) se emplea para digitalizar la voz, representando las muestras instantáneas de la misma mediante palabras digitales que forman un tren de pulsos en serie.



**Figura 2.19:** Digitalización de la voz

- Para la digitalización de las señales de voz en telefonía se utiliza esta técnica la cual se compone de los siguientes elementos:
  - o Filtrado para limitar en banda la señal a 4 KHz (Teorema de Nyquist).
  - o Muestreo (Señal PAM) a 8 KHz.
  - o Cuantificación (Ley A o Ley  $\mu$ ) y codificación (8 bits por muestra).
  - o Decodificación y Filtrado.

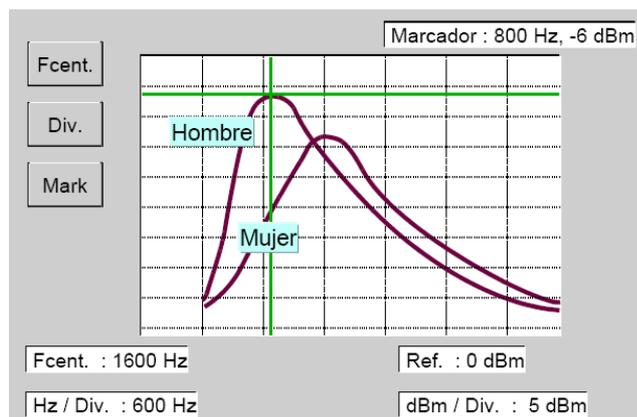


**Figura 2.20:** Técnica digitalización de las señales de voz

- **Características de la Voz Humana**

Rango de la voz: 0 a 4 KHz

La voz se filtra de 300 a 3400 Hz



**Figura 2.21:** Características de la Voz Humana

### Central telefónica 3CX para Windows

La central telefónica 3CX es una central IP basada en software que reemplaza una central tradicional y les da a los empleados la habilidad de hacer, recibir o transferir llamadas. La central IP soporta todas las opciones VOIP, central IP PABX o servidor SIP. Las llamadas son enviadas como paquetes de datos sobre la red de datos en vez de la red telefónica tradicional. Los teléfonos comparten la red con los computadores, por lo cual el cableado telefónico puede ser eliminado.

Con el uso de una pasarela VOIP, se puede conectar las líneas telefónicas existentes a la central IP para hacer y recibir llamadas a través de las líneas PSTN normales. La central telefónica 3CX utiliza los teléfonos SIP estándar ya sean basados en hardware o software, y provee transferencia interna de llamadas, así como también llamadas entrantes o salientes a través de la red de teléfonos estándar o a través de un servicio VOIP.

### **Beneficios de una central telefónica IP**

#### **Mucho más fácil de instalar y configurar que una central propietaria tradicional:**

Un programa de software ejecutado en un computador puede tomar ventaja no solo de la avanzada potencia de procesamiento del computador sino también de la interfaz de usuario tipo Windows. Así cualquier persona con un entendimiento de computadores y Windows, puede instalar y configurar la central. Una central propietaria normalmente requiere un instalador entrenado en esa central propietaria específica.

Un sistema telefónico VOIP tiene una interfaz de configuración basada en web, permitiéndole mantener y adecuar fácilmente su central telefónica. Sistemas de central propietaria normalmente tienen interfaces complicadas, las cuales están diseñadas para que solamente instaladores de la central telefónica puedan usarlas efectivamente.

#### **Reducción en el costo de llamadas:**

Usted puede ahorrar sustancialmente al utilizar un proveedor de servicio VOIP, para llamadas internacionales y de larga distancia. Conecte fácilmente sistemas entre oficinas/sucursales a través de Internet o red WAN y haga llamadas telefónicas gratis.

## **2.3 VARIABLES**

### **2.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE**

Enlace Radio Eléctrico

### **2.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE**

Gobierno Municipal de Mocha y su sucursal.

## **2.4 HIPOTESIS**

El diseño del Enlace Radio Eléctrico permitirá descentralizar las oficinas de recaudación de los servicios básicos que se encuentran en el Gobierno Municipal de Mocha (principal).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. ENFOQUE INVESTIGACION**

La investigación estará enfocada cualitativamente ya que se podrán dar a conocer pensamientos e ideas de la comunidad universitaria hacia la sociedad y será cuantitativo ya que se procederá con sentido participativo con lo que se comprobará la hipótesis planteada.

#### **3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.**

##### **3.2.1 INVESTIGACIÓN DE CAMPO**

La investigación de campo me permitirá recoger información, la que me servirá para tener elemento de juicio en todo el desarrollo investigativo y la elaboración de la propuesta, debido a que estoy inmiscuido en la realidad que observo en el Gobierno Municipal de Mocha.

##### **3.2.2 INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA**

Para realizar un planteamiento con el fundamento teórico es necesario realizar la investigación bibliográfica, ya sea por medio de libros o por Internet, ésta forma

de recolección permitirá instruirme sobre el tema y además podré sustentar el marco teórico.

### **3.2.3 PROYECTO FACTIBLE**

Es un proyecto factible porque pretende mostrar la realidad, solucionar los problemas que en la actualidad afectan al Municipio, y al realizar el presente proyecto se cumplirán los objetivos antes planteados.

### **3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.**

El nivel de la investigación abarcará el nivel exploratorio, porque se reconocerán las variables que comprenden el problema y se establecerán las características de la realidad a investigar, para que de esta forma se llegue a la comprensión de la hipótesis.

### **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.**

Como el presente proyecto es sólo diseño, no consta de una muestra por lo que no se realizará cálculos.

### **3.5. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

La técnica que se utilizará en este proyecto para la investigación de campo y para la recolección de la información será la entrevista, la misma que con diferentes opiniones lograremos cumplir los objetivos propuestos.

### **3.6. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

#### **3.6.1 PLAN QUE SE EMPLEARA PARA PROCESAR LA INFORMACIÓN RECOGIDA**

El plan que se empleará para el procesamiento de la información será:

- Recolección de la información
- Revisión de fallas
- Corrección de fallas
- Tabulación de la información

### **3.6.2 PLAN DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

Este plan será estadístico, para poder realizar de forma adecuada la interpretación de la información recolectada y poder comprobar la hipótesis. Además, se realizará el análisis integral en base a críticas sobre el marco teórico, objetivos y variables de la investigación.

## **CAPÍTULO IV**

### **PROPUESTA**

#### **4.1. DESCRIPCIÓN DEL ENLACE MOCHA - PINGUILÍ**

El Gobierno Municipal de Mocha no cuenta con un enlace inalámbrico, que le permita comunicarse con su única parroquia Pinguilí, por lo que ha visto la necesidad de obtener un diseño de enlace Mocha-Pinguilí. Es por esto que a continuación presento la siguiente propuesta con el respectivo procedimiento, listo sólo para instalar si así El Gobierno Municipal de Mocha lo considera conveniente.

El presente enlace inalámbrico servirá para que el personal y autoridades del Gobierno Municipal de Mocha puedan comunicarse mediante datos y voz, desde el Municipio situado en Mocha hasta la Casa Comunal ubicado en Pinguilí, donde se desea colocar puntos de recaudación.

Para el diseño se tomará en cuenta varios aspectos como. Atenuación por espacio libre, zona de fresnel, margen de desvanecimiento, campo eléctrico, potencia de recepción, entre otros.

Antes de realizar el diseño se tuvo que considerar los siguientes puntos:

- Determinar la trayectoria por donde se realizará la transmisión y recepción de información.
- Tomar mediciones de alturas del terreno a lo largo del trayecto en la carta topográfica.
- Calcular pérdidas por atenuación.

El diseño del enlace fue realizado mediante una conexión punto multipunto, porque no se pudo enlazar directamente el Municipio y su parroquia, además en un futuro si el Gobierno Municipal desea extender dicho enlace solo tenga que aumentar otros SM para nuevos lugares.

#### ❖ CONEXIÓN PUNTO MULTIPUNTO

En este caso la Casa Comunal será enlazada con el Gobierno Municipal Mocha a través de un enlace inalámbrico con tecnología propietaria Motorola CANOPY de 5.7 GHz

Pero al no existir línea de vista se colocará dos AP en la Loma Bedón, los mismos que serán unidos por un switch, en la misma donde existe un terreno de propiedad del Municipio, en el que poseen tanques de agua, por lo que se utilizará parte de éste para colocar una torre con la que se podrá enlazar los dos sitios.



Cabe mencionar que en el Gobierno Municipal de Mocha se colocará un SM (Módulo de Suscriptor) y en la Casa Comunal un SM más un reflector por la distancia existente entre la Loma Bedón y Pinguilí.

#### ❖ EQUIPOS

En los gráficos siguientes se muestran los equipos que van a formar parte del enlace inalámbrico.



**Figura 4.1:** Motorola Canopy AP.



**Figura 4.2:** Motorola Canopy SM



**Figura 4.3:** Switch 8 puertos 3com

#### ❖ TORRE

La torre que permitirá la conexión entre Pinguilí y Mocha será puesta en la Loma Bedón, y como antes lo mencioné en el terreno propiedad del Municipio.

En Pinguilí no colocaremos torre, porque se va a utilizar un poste, en el mismo que se encuentra ubicada una antena de telefonía.

En Mocha el SM será ubicado en el mástil del Gobierno Municipal de Mocha, que se encuentra en la parte alta del edificio.

#### ❖ CANTÓN MOCHA

### **Generalidades:**

Cabecera Cantonal.- Mocha (Cantón de Tungurahua) y su parroquia rural es Pinguilí Santo Domingo.

Mocha tiene:

Área:	82.63 Km <sup>2</sup>
Altitud:	3.272 m. sobre el nivel del mar
Población:	8.500 habitantes.

### **❖ OROGRAFÍA:**

Para tener una idea clara del relieve del Cantón Mocha detallo algunas elevaciones con su respectiva altitud.

- Carihuayrazo: 5.020 m.s.n.m.
- Puñalica: 3.996 m.s.n.m.

La Loma Bedón es parte del cerro Puñalica.

**Descripción del Enlace:** se necesita enlazar Mocha y Pinguilí por medio de la Loma Bedón la distancia de Mocha a Bedón es de 1.8 Km y la de Pinguilí a Loma Bedón es de 6 Km, con frecuencia de 5.7Ghz.

### **❖ COORDENADAS**

Las coordenadas de los puntos del enlace son las siguientes:

<b>Lugares</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
Mocha	1° 25' 07.20" S	78° 39' 40.43" O
Loma Bedón	1° 24' 34.4" S	78° 39' 56.7" O
Pinguilí Santo Domingo	1° 23' 13.65" S	78° 37' 13.96" O

**Tabla 4.1:** Coordenadas del enlace

❖ DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS RADIO ELÉCTRICOS:

**AP y SM:**

- o En su interior posee una Antena: con 7dBi; dBd=dBi-2.14=4.86
- o Potencia de transmisión 1W=10Log(1)=0dB entonces 0 dB+30 =30dBm
- o Sensibilidad de recepción 86 dBm
- o El SM con reflector tiene una potencia de transmisión 63W=18dB entonces 18+30=48dBm y una ganancia de 3dB.

**Cables y conectores:**

- o Pérdidas de línea = 0,5 dB,
- o Pérdidas adicionales = 0.5 dB.

**Frecuencias:**

- o 5725 MHz a 5850 MHz.

❖ CÁLCULOS:

La frecuencia a la que se realiza el enlace es de 5.7 Ghz

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{5700 \text{ MHz}} = 0.0526 \text{ m} . \text{ Con esto la longitud de onda es de } 0.0526 \text{ m}$$

**Enlace Mocha-Bedón:** La distancia d=1.8 Km, P<sub>TX</sub>(dB)=0, G<sub>TX</sub>=4.86, G<sub>RX</sub> = 4.86

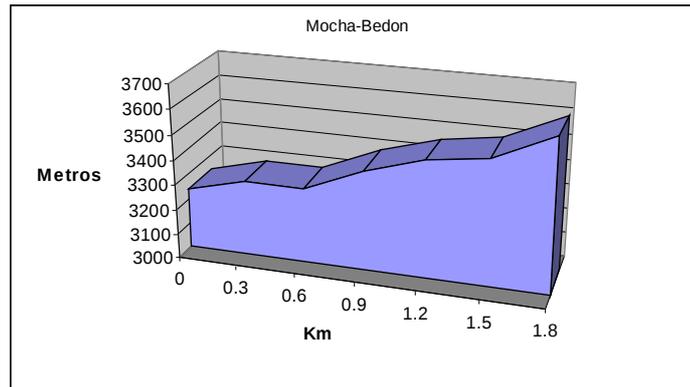
$$r_{F1} = 31.6 \sqrt{\frac{\lambda d_1 d_2}{d}} [m]$$

distancia1=d1	altura	distancia2=d2	Fresnel
0	3240	1.8	0
0.3	3300	1.5	3.623681001
0.6	3300	1.2	4.583634191
0.9	3400	0.9	4.861678229
1.2	3467	0.6	4.583634191
1.5	3500	0.3	3.623681001

1.8	3612	0	0
-----	------	---	---

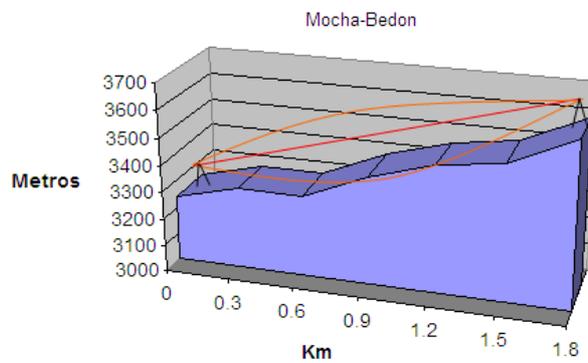
**Tabla 4.2:** Primer Radio de Fresnel

### Perfil Topográfico



**Figura 4.4:** Perfil Topográfico Mocha-Bedón

### Primera Zona de Fresnel



**Figura 4.5:** Primera Zona de Fresnel Mocha-Bedón

### Intensidad del Campo en el Espacio Libre

$$E_0(dB\mu) = 74.7 + P_{TX} (dB) + G_{TX} (dB) - 20 * \log d(Km)$$

$$E_0(dB\mu) = 74.7 + 0 + 4.86 - 20 * \log(1.8) = 74.45dB\mu$$

$$E_0 = \text{Anti log} \left[ \frac{E_0(\text{dB}\mu)}{20} \right] \times 10^{-6}$$

$$E_0 = \text{Anti log} \left[ \frac{4.45(\text{dB}\mu)}{20} \right] \times 10^{-6} = 5.28 \times 10^{-3} \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

### Perdidas en el Espacio Libre

$$\alpha_{\text{esp-lib}} [\text{dB}] = -32.43 - 20 * \log f [\text{Mhz}] - 20 \log r [\text{Km}]$$

$$\alpha_{\text{esp-lib}} [\text{dB}] = -32.43 - 20 * \log [5700] - 20 * \log [1.8] = -112.653 \text{ dB}$$

Perdidas en el Espacio Libre: -112.653 dB

### Umbral De Recepción

$$U_{\text{RX}} = -174 \text{ dB} + 10 * \log AB (\text{KHz}) + 23 \text{ dB}$$

$$AB = \text{Anchoch}$$

De acuerdo al equipo de recepción es de -86 dBm o -116dB

### Potencia De Recepción

$$P_{\text{RX}} (\text{dB}) = P_{\text{TX}} (\text{dB}) + G_{\text{TX}} + G_{\text{RX}} - 32.42 - 20 * \log f [\text{Mhz}]$$

$$P_{\text{RX}} (\text{dB}) = 0 + 4.86 + 4.86 - 32.42 - 20 * \log [5700] = -97.81 \text{ dB}$$

Potencia De Recepción: -97.81 dB

### Margen de desvanecimiento

$$\text{MD} (\text{dB}) = P_{\text{RX}} - U_{\text{RX}}$$

$$\text{MD} (\text{dB}) = -97.81 - (-116) = 18.20 \text{ dB}$$

Margen de desvanecimiento: 18.20 dB

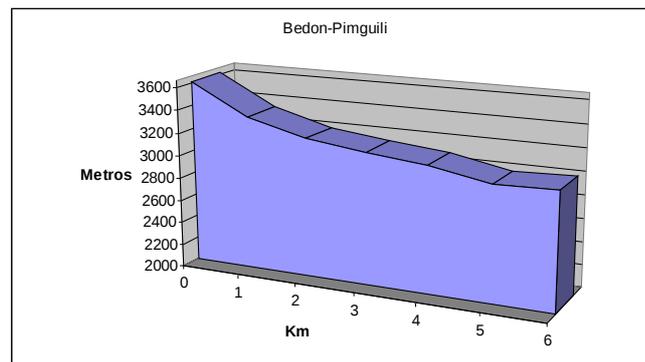
**Enlace Bedón-Pingulí:** Distancia= 6 Km,  $P_{\text{TX}} (\text{dB})=18, G_{\text{TX}}=4.86+3, G_{\text{RX}}=4.86$

$$r_{F1} = 31.6 \sqrt{\frac{\lambda d_1 d_2}{d}} [m]$$

distancia1=d1	altura	distancia2=d2	Fresnel
0	3612	6	0
1	3350	5	6.615906086
2	3215	4	8.368532806
3	3150	3	8.876169444
4	3100	2	8.368532806
5	3000	1	6.615906086
6	3020	0	0

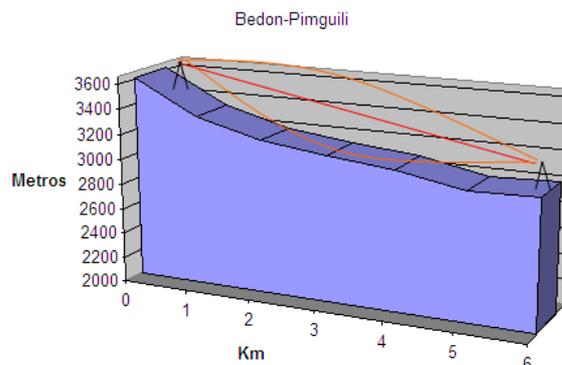
**Tabla 4.3:** Primer Radio de Fresnel

**Perfil Topográfico:**



**Figura 4.6:** Perfil Topográfico Bedón-Pinguilí

**Primera Zona De Fresnell**



**Figura 4.7:** Primera Zona de Fresnel Bedón-Pinguilí

### Intensidad del Campo en el Espacio

$$E_0 (dB\mu) = 74.7 + P_{TX} (dB) + G_{TX} (dB) - 20 * \log d (Km)$$

$$E_0 (dB\mu) = 74.7 + 18 + 7.86 - 20 * \log(6) = 84.99 dB\mu$$

$$E_0 = \text{Anti log} \left[ \frac{84.99 (dB\mu)}{20} \right] \times 10^{-6} = 17.76 \times 10^{-3} \frac{V}{m}$$

### Perdidas en el Espacio Libre

$$\alpha_{esp-lib} [dB] = -32.43 - 20 * \log f [Mhz] - 20 * \log r [Km]$$

$$\alpha_{esp-lib} [dB] = -32.43 - 20 * \log[5700] - 20 * \log[6] = -123.11 dB$$

Perdidas en el Espacio Libre: -123.11 dB

### Umbral De Recepción

De acuerdo al equipo de recepción es de -89 dB o -116 dB

### Potencia De Recepción

$$P_{RX} (dB) = P_{TX} (dB) + G_{TX} + G_{RX} - 32.42 - 20 * \log f [Mhz]$$

$$P_{RX} (dB) = 18 + 7.86 + 4.86 - 32.42 - 20 * \log[5700] = -76.82 dB$$

Potencia De Recepción: -76.82 dB

### Margen de Desvanecimiento

$$MD (dB) = P_{RX} - U_{RX}$$

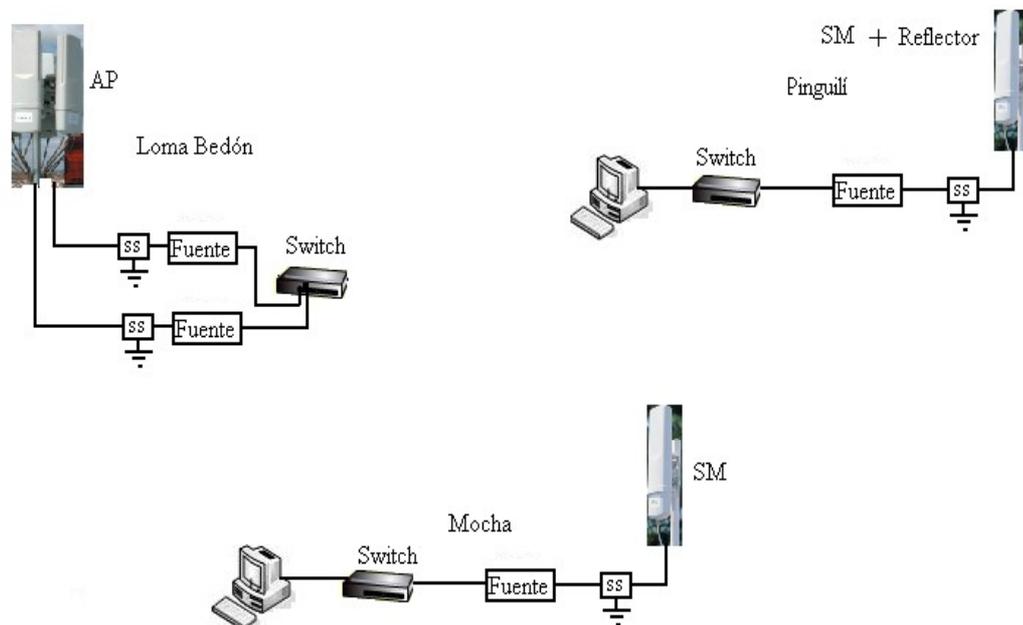
$$MD (dB) = -76.82 dB - (-116) = 39.18 dB$$

Margen de desvanecimiento: 39.18 dB

Con los resultados obtenidos de los cálculos y MD es mayor que cero, el enlace es viable y tiene una confiabilidad aceptable.

## ❖ DIAGRAMA DE CONEXIÓN

El siguiente figura 4.8, se ve el diagrama del enlace entre Mocha y Pinguilí utilizando equipos de la marca Motorola Canopy de 5.7Ghz Advantage SM y la Loma Bedón como estación Base con dos AP, porque solo cubre 60 grados y ángulo de separación entre Mocha y Pinguilí es de 90 grados con relación con la Loma Bedón, esto gracias a la Carta Topográfica y al Software radio Mobile.



**Figura 4.8:** Enlace Inalámbrico Mocha-Pinguilí

Utilizamos un switch, en los dos AP para poder comunicarse entre las dos redes y además para poderlos programar, también se debe sincronizar los AP por los puertos “time” con un cable de sincronización con plug RJ-11. Los SS, son supresores de sobre carga Ethernet, en el lado de Pinguilí tuve que utilizar un reflector, para aumentar la distancia y opere correcto el enlace.

### **Programación de Equipos pasos:**

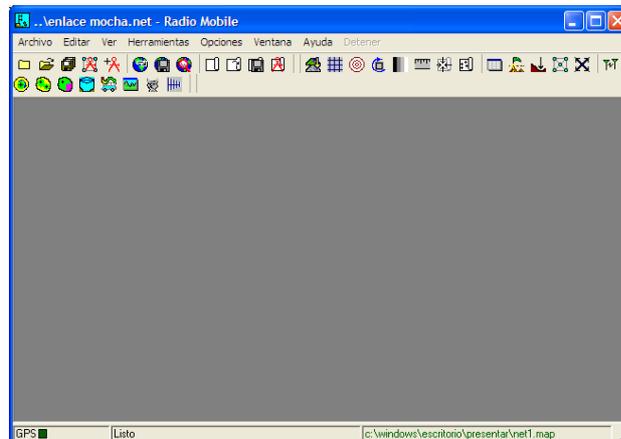
1. Con una PC por DHCP asignamos una IP al equipo que coincida con la red.
2. Abrir un Browser y escribimos la IP del equipo a programar ya sea un AP o SM y se despliega una ventana de configuración, en la cual se llenará los datos que nos solicitan. Para la configuración de los dos AP, uno de éstos deberá generar la señal de sincronización y el otro deberá recibir.

### ❖ SIMULACIÓN DEL ENLACE

La simulación del Enlace se realizó con el software Radio Mobile.

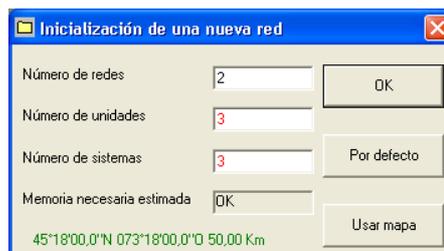
#### Pasos:

- Abrir el software Radio Mobile, no hay que instalarlo solo ejecutarlo.



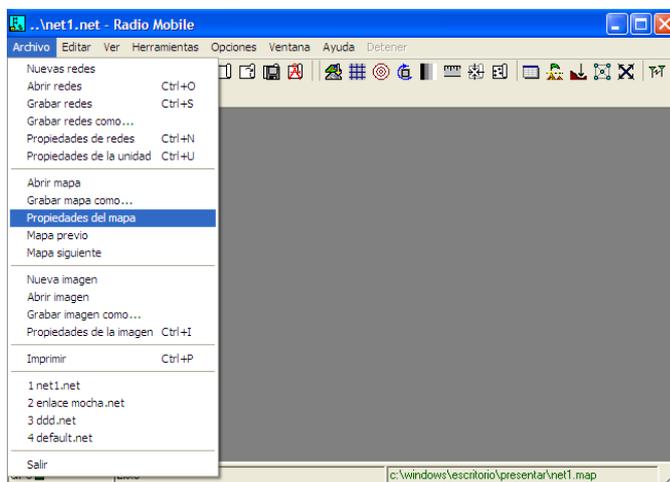
**Figura 4.9:** Pantalla principal.

- Damos clic en Archivo y abrimos Nueva Red, en esta ventana ingresamos la información de nuestro sistema.



**Figura 4.10:** Inicialización de una nueva red

- Después damos clic en Archivo, Propiedades de mapa.



**Figura 4.11:** Propiedades de Mapa.

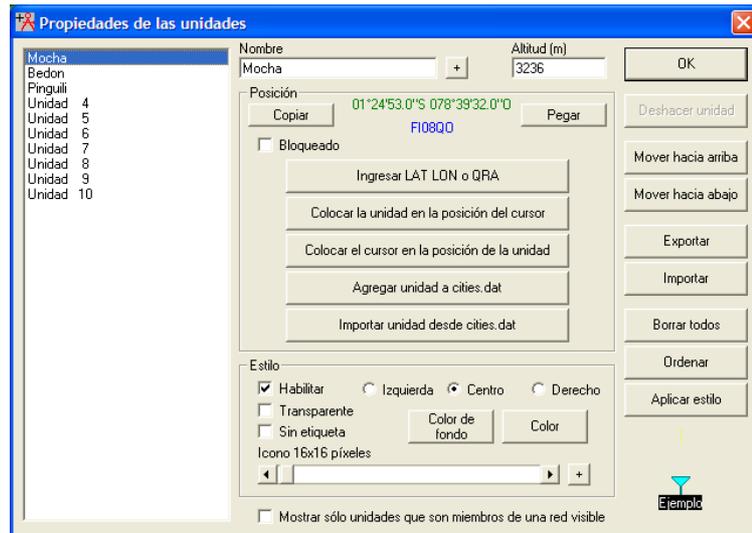
- Se nos despliega la siguiente ventana en donde vamos a ingresar la siguiente información, cabe resaltar que en la Fuente de datos de altitud en la opción SRTM, debemos colocar la ubicación de los mapas, que anteriormente fueron descargados. Al finalizar damos clic en Extraer.



**Figura 4.12:** Ingreso de información Propiedades de Mapa.

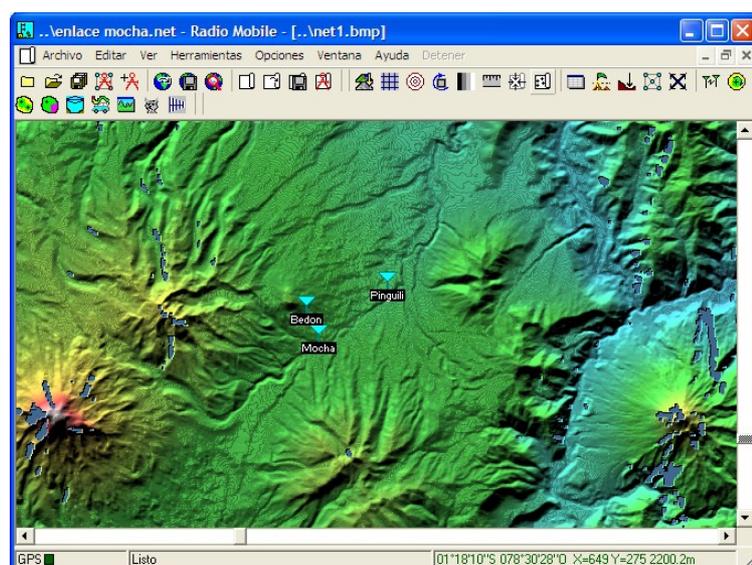
- En el menú Archivo seleccionando la opción propiedades de las unidades el programa lanza la siguiente ventana de configuración de las unidades,

en la cual ingresamos el nombre de la unidad, en este caso es Mocha. En esta ventana además damos clic en la pestaña que nos permite ingresar latitud y longitud de las unidades, en la que anotamos las mismas.



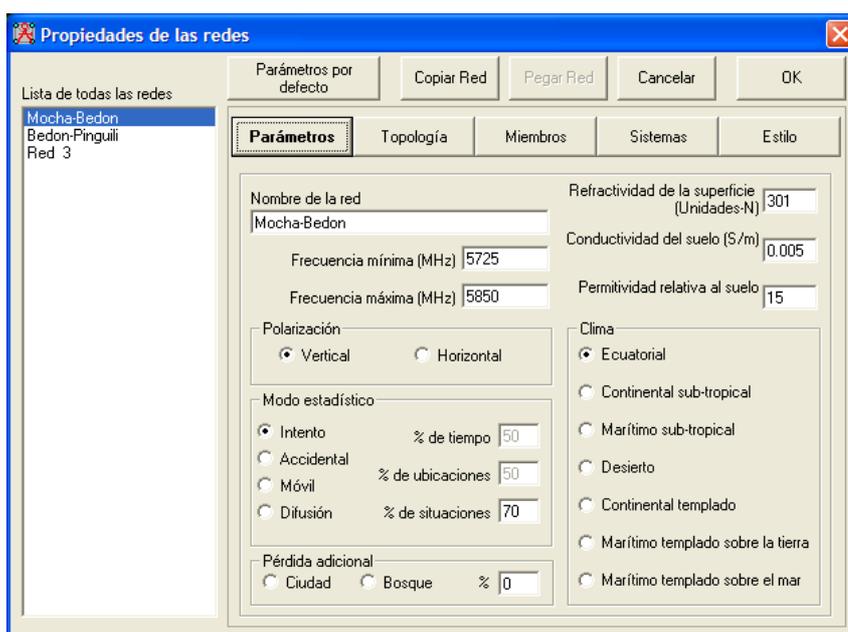
**Figura 4.13:** Propiedades de las unidades.

- Seguidamente aparece la siguiente ventana, con la posición de las unidades que forman parte del enlace.



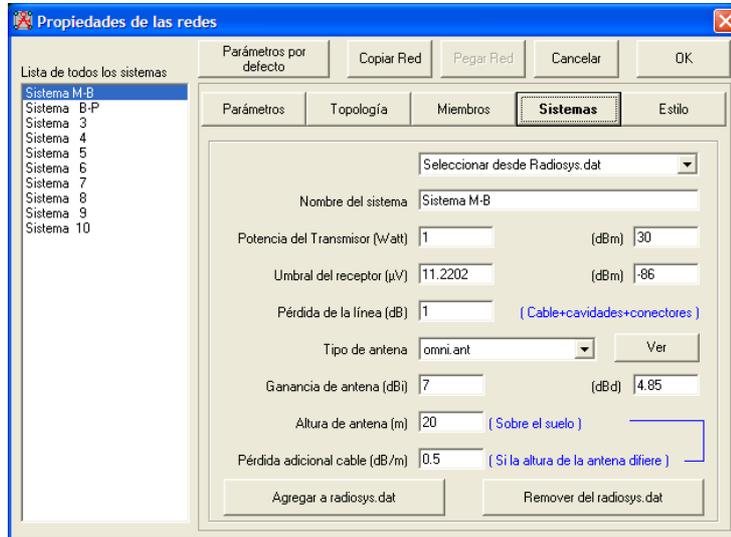
**Figura 4.14:** Posición de las unidades.

- Luego damos clic en archivo y seleccionamos propiedades de las redes y se despliega la siguiente ventana. En la cual debemos ingresar en la pestaña parámetros, en la que debemos ingresar toda la información que en esta nos solicita, tal como se muestra a continuación:



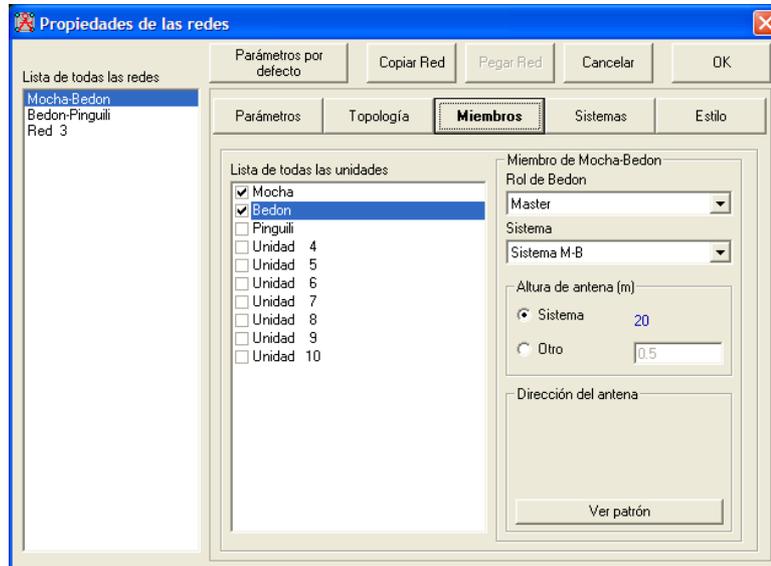
**Figura 4.15:** Propiedades de las redes Parámetros.

- Al terminar los pasos anteriores damos clic en la pestaña Sistemas en la que se abre la ventana de configuración. La columna de la izquierda contiene los sistemas de la red con que se trabaja. En este caso se había reservado cantidad para almacenar 10 sistemas (System 1 - System 10). Igual que en la anterior debemos completar los datos solicitados e base a las necesidades y cálculos de los equipos que se van a utilizar.

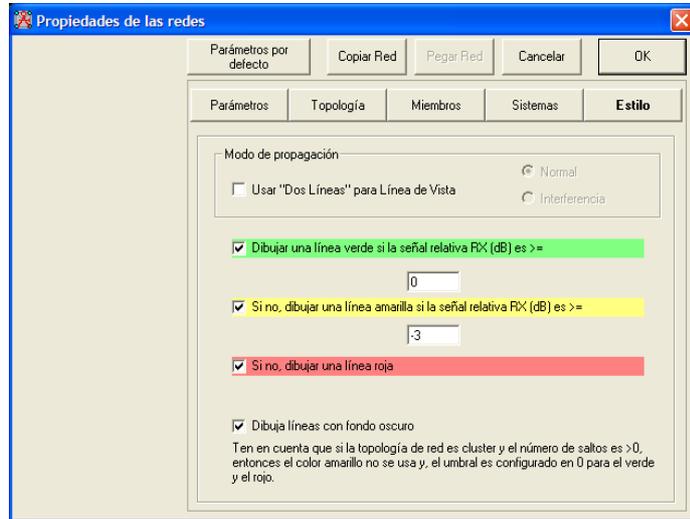


**Figura 4.16:** Propiedades de las redes Sistemas.

- Lo mismo se realiza en la pestaña Miembros y Estilo



**Figura 4.17:** Propiedades de las redes Miembros.



**Figura 4.18:** Propiedades de las redes Estilo.

El Estilo de representación será: en verde si señal relativa es mayor que 0dB y en amarillo si es mayor que -3dB. El enlace se considera viable si, usando el visor de enlaces radioeléctricos, el valor de potencia relativa es positivo (potencia recibida por encima del umbral).

➤ **Enlace Mocha-Bedón**

- Si damos clic en enlace de radio en la pantalla principal de Radio Mobile se despliega la siguiente ventana seleccionamos el enlace Mocha-Bedón y nos da el Perfil topográfico, Primera Zona de Fresnell y todos los parámetros del enlace:

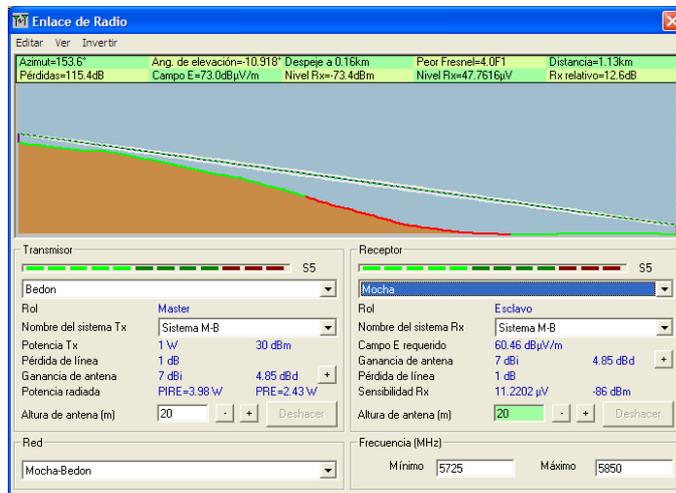


Figura 4.19: Enlace de Radio Mocha-Bedón.

- Si damos clic en la pestaña Ver y escogemos la opción Rango observamos la señal con respecto al umbral de recepción del enlace Mocha-Bedón.

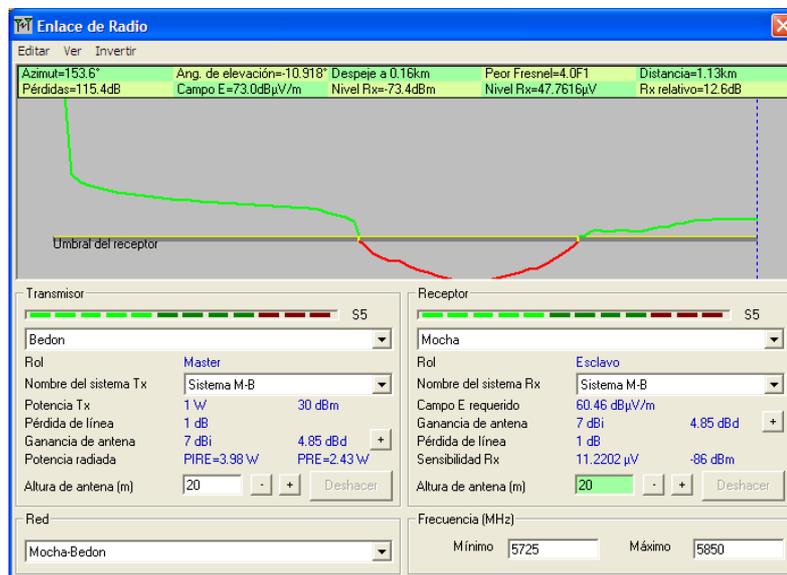
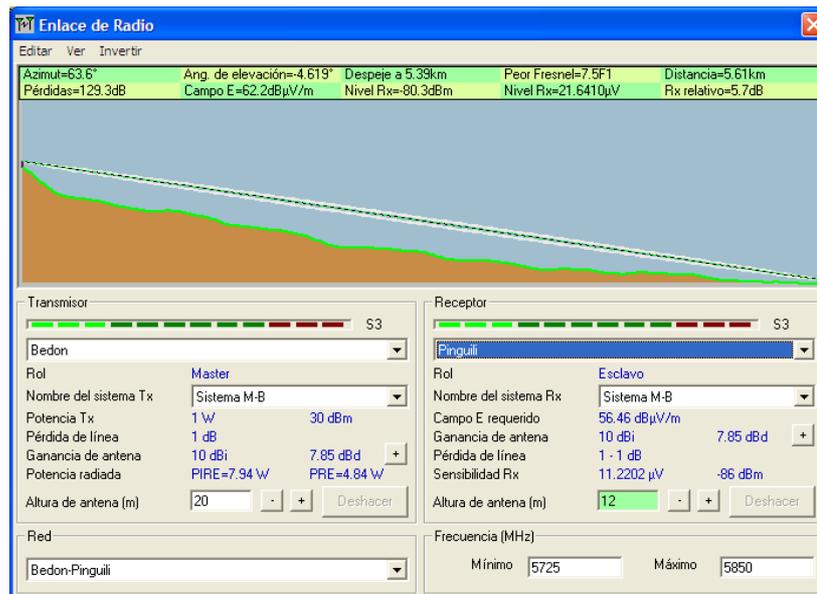


Figura 4.20: Enlace de Radio umbral de recepción Mocha-Bedón.

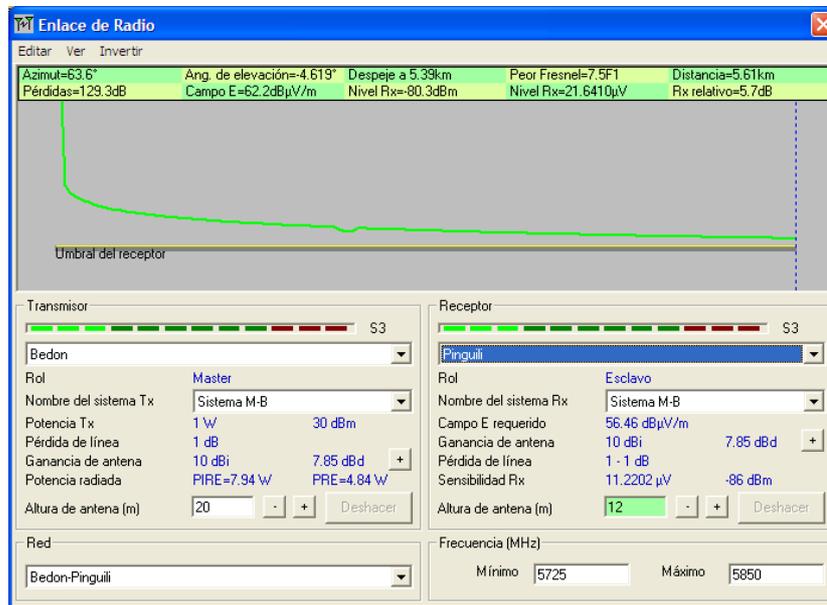
➤ **Enlace Bedón-Pinguilí**

Si damos clic en enlace de radio en la pantalla principal de Radio Movile se despliega la siguiente ventana seleccionamos el enlace Bedón-Pingüilí y nos da el Perfil topográfico, Primera Zona de Fresnell y todos los parámetros del enlace:



**Figura 4.21:** Enlace de Radio Bedón-Pingüilí.

- Si damos clic en la pestaña Ver y escogemos la opción Rango observamos la señal con respecto al umbral de recepción del enlace Bedón-Pingüilí.



**Figura 4.22:** Enlace de Radio umbral de recepción Bedón-Pinguilí.

Los resultados de la simulación, comparados con los resultados calculados solo tienen una pequeña desviación como se muestra en la tabla 4.4, por lo que este software es una herramienta estupenda, para realizar enlace radioeléctrico.

Lugares	Cálculos	Simulados
<b>Mocha-Bedón</b>	$E_0 (dB\mu) = 74.45dB\mu$	$E_0 (dB\mu) = 76dB\mu$
	$\alpha_{esp-lib} [dB] = -112.65 \text{ dB}$	$\alpha_{esp-lib} [dB] = -108.70 \text{ dB}$
	MD(dB) = 18.20 dB	MD(dB) = 18.60 dB
<b>Bedón-Pinguilí</b>	$E_0 (dB\mu) = 84.99dB\mu$	$E_0 (dB\mu) = 62.20dB\mu$
	$\alpha_{esp-lib} [dB] = -123.11dB$	$\alpha_{esp-lib} [dB] = -122.60dB$
	MD(dB) = 39.18 dB	MD(dB) = 5.7 dB

**Tabla 4.4:** Comparación de resultados.

- Por último presento la ubicación de las unidades del enlace, esto con ayuda de googleearth.

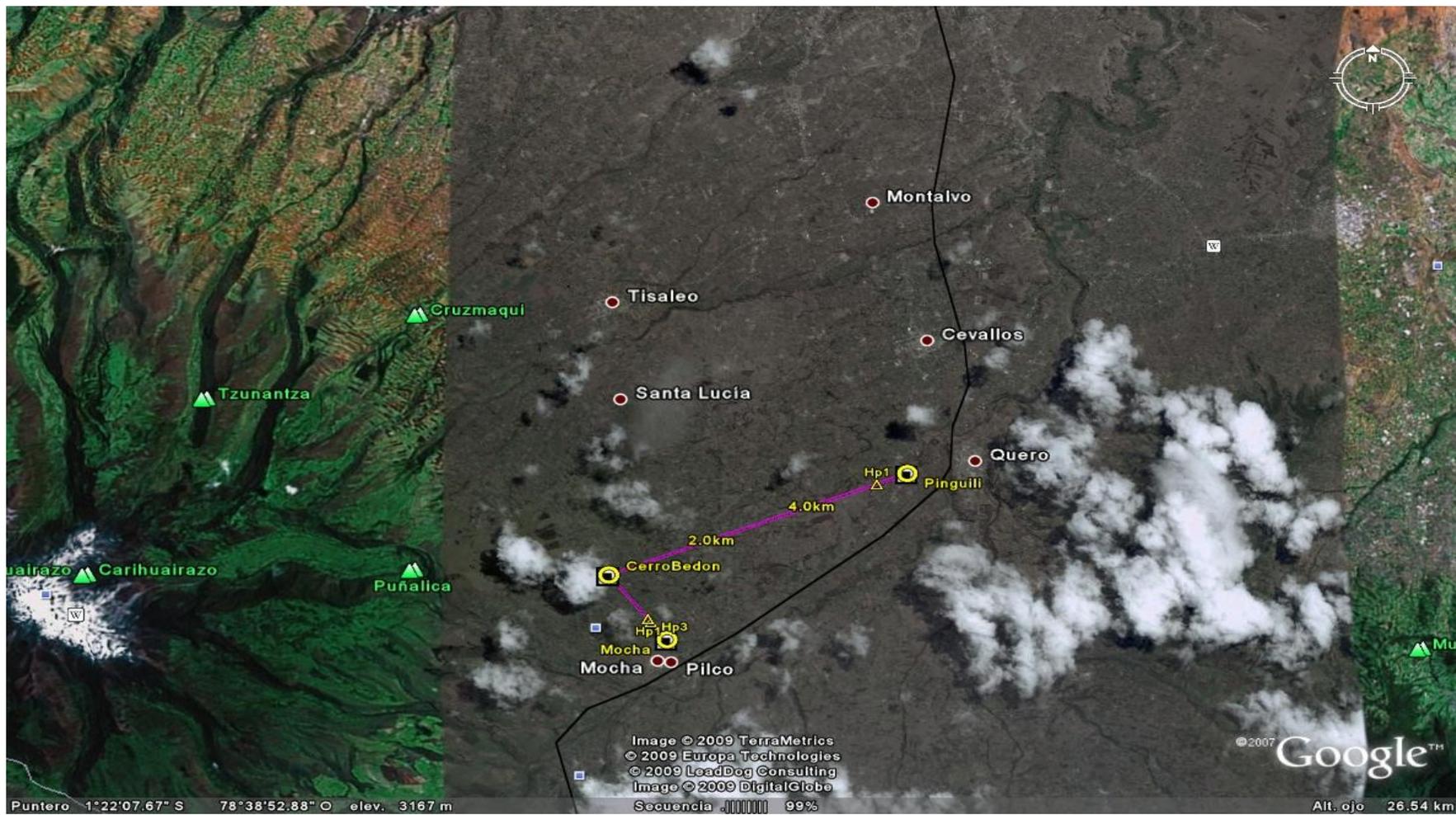


Figura 4.23: Vista desde el Googleearth de ubicación del enlace Mocha-Bedón-Pingüilí.

## ❖ **CENTRAL DE VOZ IP**

Como se explicó en los capítulos anteriores además de la transmisión y recepción de datos se va a utilizar también para voz, se va a realizar una Central de voz IP, que nos permita la comunicación entre dos teléfonos IP. Para lo que a continuación explico los pasos para la utilización de ésta.

- Se utilizará el software **Central telefónica 3CX para Windows Versión 5.0**, la misma que es una central IP basada en software que reemplaza una central tradicional y les da a los diferentes usuarios la habilidad de hacer, recibir o transferir llamadas. Las llamadas son enviadas como paquetes de datos sobre la red de datos en vez de la red telefónica tradicional. Los teléfonos comparten la red con los computadores, por lo cual el cableado telefónico puede ser eliminado.

### o **Teléfonos SIP**

Un sistema telefónico VoIP requiere el uso de teléfonos SIP.

Estos teléfonos están basados en el protocolo de inicio de sesión (Session Initiation Protocol (SIP), un estándar en la industria, al cual se adhieren todas las centrales IP modernas. Debido a SIP, es posible mezclar y hacer trabajar juntos software de central IP, teléfonos y pasarelas. Esto protege su inversión en el hardware de teléfono.

A continuación presento dos tipos de teléfonos SIP, para que si el Gobierno Municipal de Mocha decide implementar el presente diseño, pueda escoger cualquiera de éstos, pero por el momento trabajaremos con el basado en Software.

#### Teléfonos SIP basados en software

Un teléfono SIP basado en software es un programa el cual hace uso del micrófono y parlantes de su computador, o de unos audífonos conectados, para permitir el hacer o recibir llamadas. Ejemplos de teléfonos SIP son el cliente 3CX

VOIP incluido en central telefónica 3CX, SJPhone de SJlabs o X-Lite de Counterpath.

### Teléfonos SIP basados en hardware

Un teléfono SIP basado en hardware luce y se comporta como un teléfono normal. Es de hecho un mini computador que se conecta directamente a la red de computadores. Ya que ellos tienen un mini concentrador, ellos pueden compartir un punto de conexión de red con un computador, eliminando la necesidad de un punto adicional de red para el teléfono. Ejemplos de teléfonos SIP basados en hardware son GrandStream GXP-2000 o SNOM 320.



**Figura 4.24:** Teléfono SIP basados en hardware

### **Componentes de la central telefónica 3CX**

La central telefónica 3CX tiene los siguientes componentes:

- El servicio de servidor SIP – este es un servicio Windows que configura las llamadas utilizando el protocolo SIP. Realiza las funciones de central tales como enrutamiento de llamadas, transferencia de llamadas y demás.
- El servicio de servidor de medios – este es un servicio Windows que mantiene la llamada, es decir la conversación de audio.
- Una consola de administración – permite configuración basada en web de la central telefónica. Central telefónica 3CX incluye servidor web Apache, el cual es rápido, escalable y seguro.
- Un servicio de servidor de base de datos este es un servidor de base de datos ligero que almacena todas las opciones de configuración de la central telefónica.

- El servicio de recepcionista digital – este servicio puede responder llamadas y ofrece opciones a las personas que llaman.
- El servicio de administrador de correo de voz – este servicio administra los buzones de correo de voz.
- El cliente 3CX VOIP – este es un cliente ligero Windows, el cual permite a los usuarios administrar sus extensiones y llamadas, desde su escritorio. Las llamadas pueden ser hechas ya sea utilizando un teléfono SIP integrado o utilizando un teléfono SIP de escritorio.

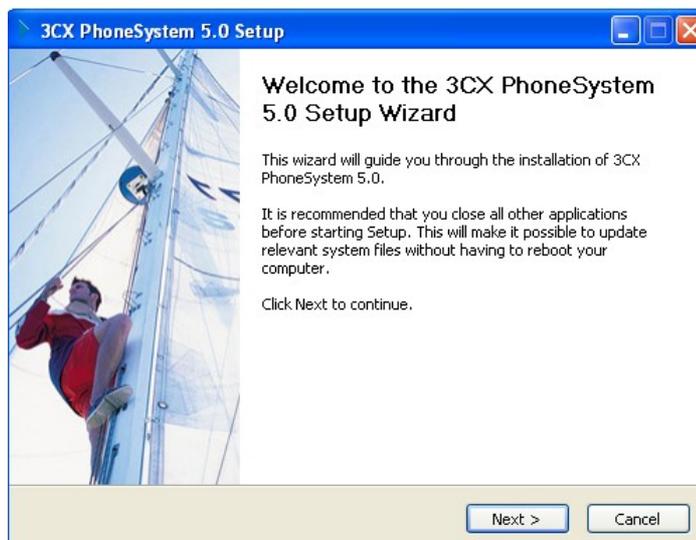
## Instalación del Software

Sistema telefónico completo – proveerá la conmutación, enrutamiento y colas de llamadas. Con la utilización de éste software nos ayudará a eliminar el cableado telefónico.

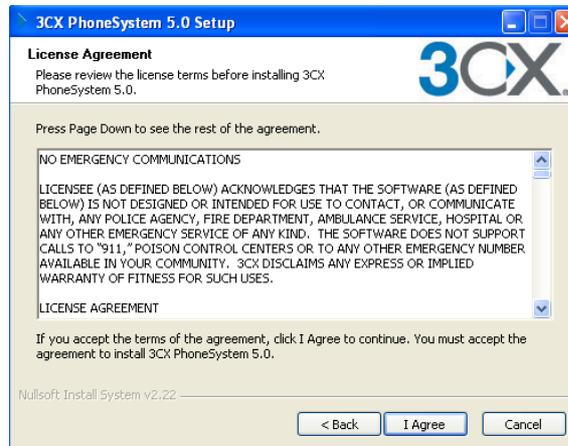
Además nos proporcionará un número ilimitado de líneas telefónicas y de extensiones.

La instalación de este software es sencilla, por lo que para instalar el Servidor se realizan los siguientes pasos:

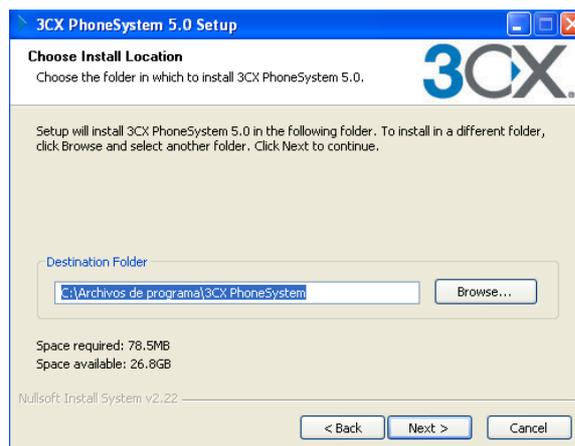
1. Clic en 3CXPhoneSystem5 setup y clic en Next



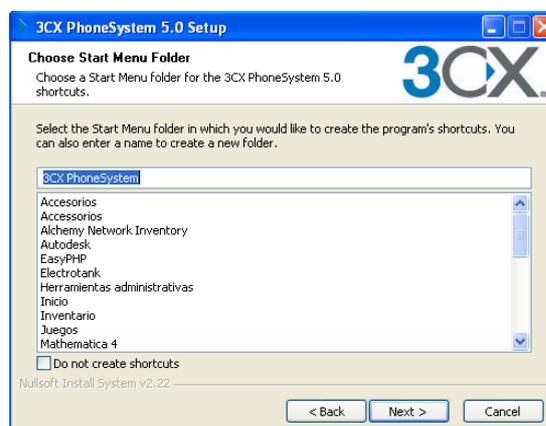
2. Clic en I Agree, para aceptar el contrato de Licencia del software



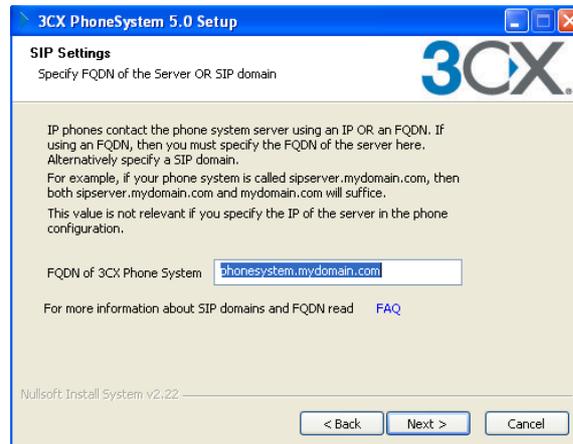
3. Seleccionamos una ubicación al programa y clic en Next



4. Seleccionamos la carpeta donde se guardara el respectivo software y clic en Next

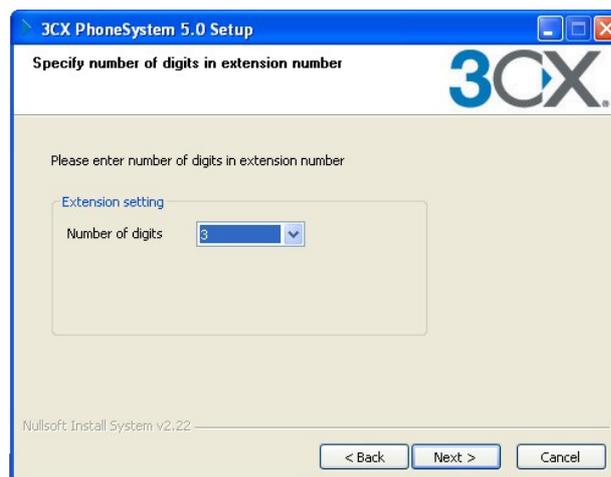


5. Escribimos el servidor o el FQDN y clic en Next



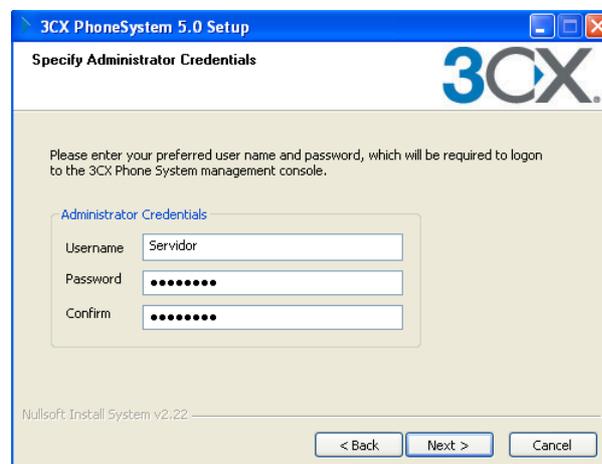
The screenshot shows the '3CX PhoneSystem 5.0 Setup' window with the 'SIP Settings' tab selected. The title bar reads '3CX PhoneSystem 5.0 Setup'. The main heading is 'SIP Settings' with the instruction 'Specify FQDN of the Server OR SIP domain'. Below this, there is explanatory text: 'IP phones contact the phone system server using an IP OR an FQDN. If using an FQDN, then you must specify the FQDN of the server here. Alternatively specify a SIP domain. For example, if your phone system is called sipserver.mydomain.com, then both sipserver.mydomain.com and mydomain.com will suffice. This value is not relevant if you specify the IP of the server in the phone configuration.' A text input field labeled 'FQDN of 3CX Phone System' contains the text 'phonesystem.mydomain.com'. At the bottom, there are three buttons: '< Back', 'Next >', and 'Cancel'. The footer text reads 'Nullsoft Install System v2.22'.

6. Escribimos el número de extensiones que deseamos y clic en Next



The screenshot shows the '3CX PhoneSystem 5.0 Setup' window with the 'Specify number of digits in extension number' screen. The title bar reads '3CX PhoneSystem 5.0 Setup'. The main heading is 'Specify number of digits in extension number'. Below this, there is the instruction 'Please enter number of digits in extension number'. A section titled 'Extension setting' contains a 'Number of digits' dropdown menu which is currently set to '3'. At the bottom, there are three buttons: '< Back', 'Next >', and 'Cancel'. The footer text reads 'Nullsoft Install System v2.22'.

7. Escribimos un nombre de usuario, una contraseña y clic en Next

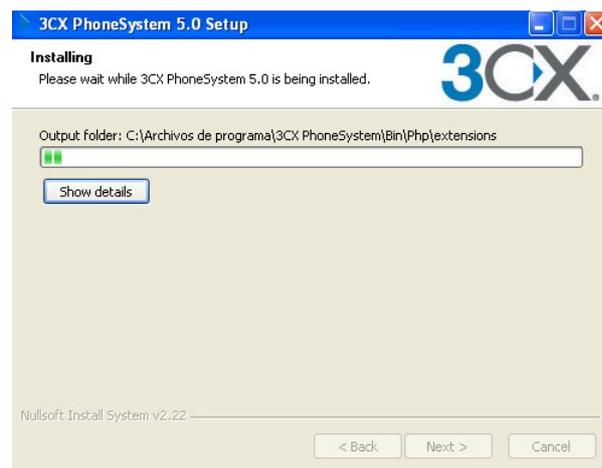


The screenshot shows the '3CX PhoneSystem 5.0 Setup' window with the 'Specify Administrator Credentials' screen. The title bar reads '3CX PhoneSystem 5.0 Setup'. The main heading is 'Specify Administrator Credentials'. Below this, there is the instruction 'Please enter your preferred user name and password, which will be required to logon to the 3CX Phone System management console.' A section titled 'Administrator Credentials' contains three input fields: 'Username' with the text 'Servidor', 'Password' with masked characters (dots), and 'Confirm' with masked characters (dots). At the bottom, there are three buttons: '< Back', 'Next >', and 'Cancel'. The footer text reads 'Nullsoft Install System v2.22'.

8. Escribimos un mail y clic en Install



9. Esperamos mientras se instala el programa



10. Después damos clic en Finish

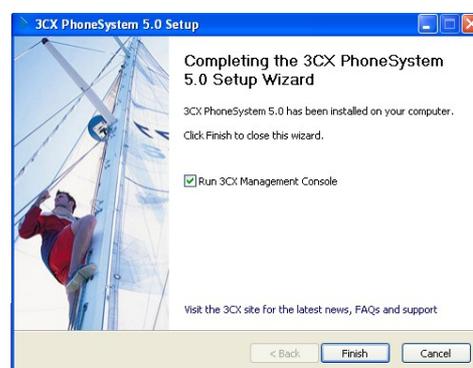


Figura 4.25: Instalación de la central 3CX PhoneSystem desde el paso 1-10.

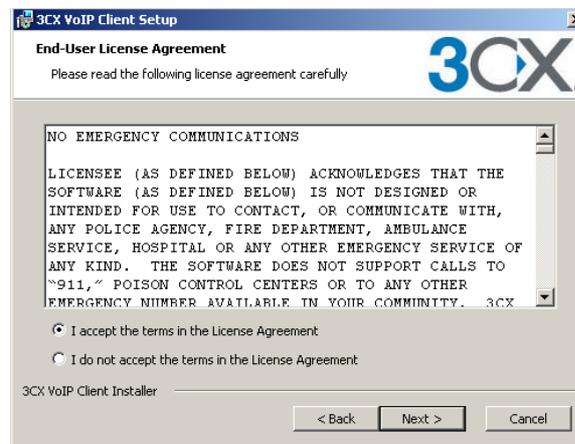
## Instalar el Cliente

Para instalar el Cliente se realiza lo siguiente

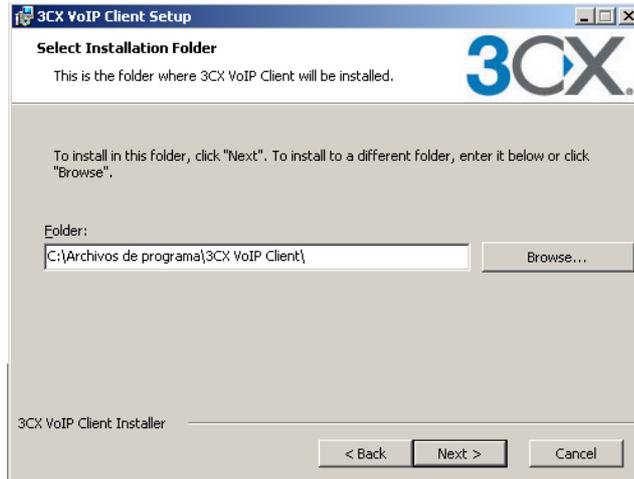
1. Damos doble clic en 3CXVoipClient setup y clic en Next



2. Aceptamos la licencia y clic en Next



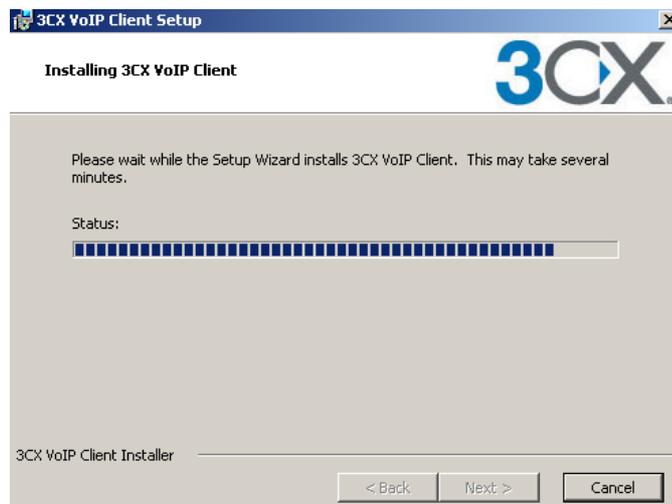
3. Seleccionamos la ubicación del software y clic en Next



#### 4. Damos clic en Install



#### 5. Esperamos que se instale y clic en Next



6. Después damos clic en Finish



Figura 4.26: Instalación 3CX VoIP Client desde el paso 1-6.

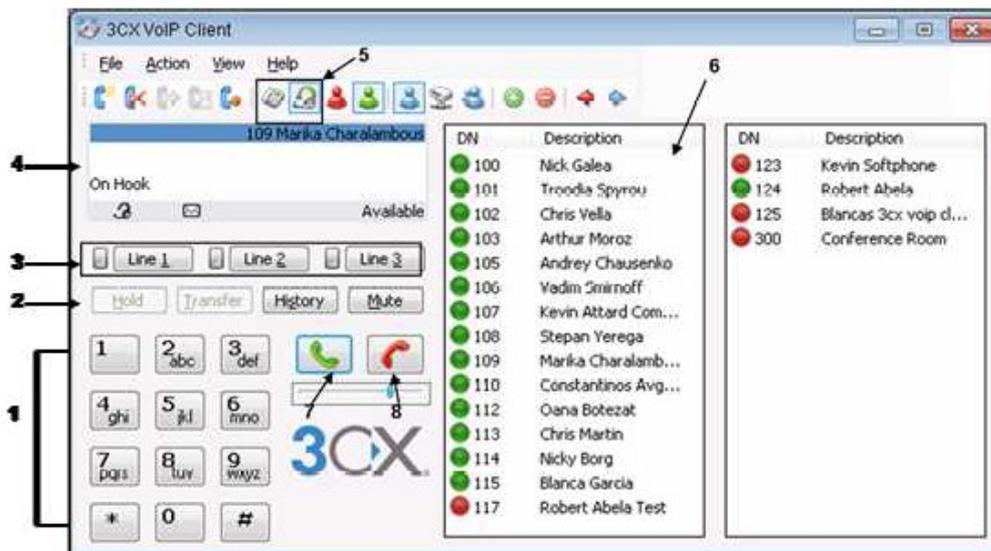
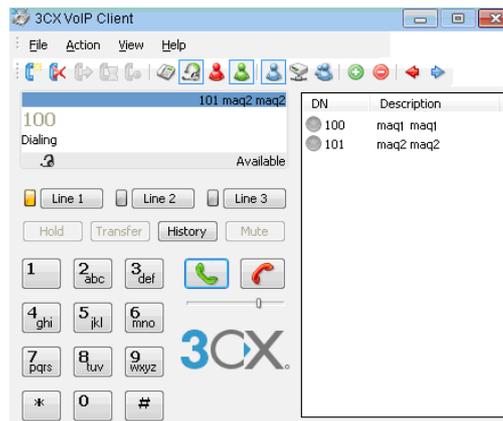


Figura 4.27: Cliente 3CX VOIP en modo de teléfono SIP

1. Teclado
2. Funciones del teléfono
3. Líneas
4. Pantalla de estado
5. Modos del teléfono
6. Panel de estado
7. Marcar
8. Colgar

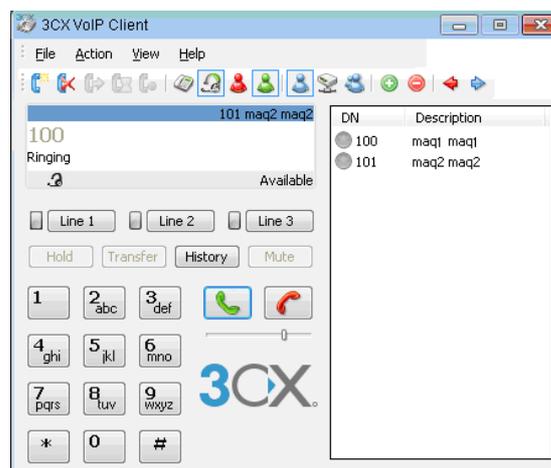
- Para realizar pruebas de nuestra central se debe crear extensiones, para nuestro caso se creó dos extensiones con los nombre maq2 y maq1 con identificación y contraseña 101 y 100, respectivamente.

- Entramos a los clientes para realizar las pruebas, enviando y recibiendo llamadas, las mismas que son controladas y visualizadas desde la central en el servidor.
- Al ingresar al cliente se despliega la siguiente ventana la misma que está lista para realizar una llamada.



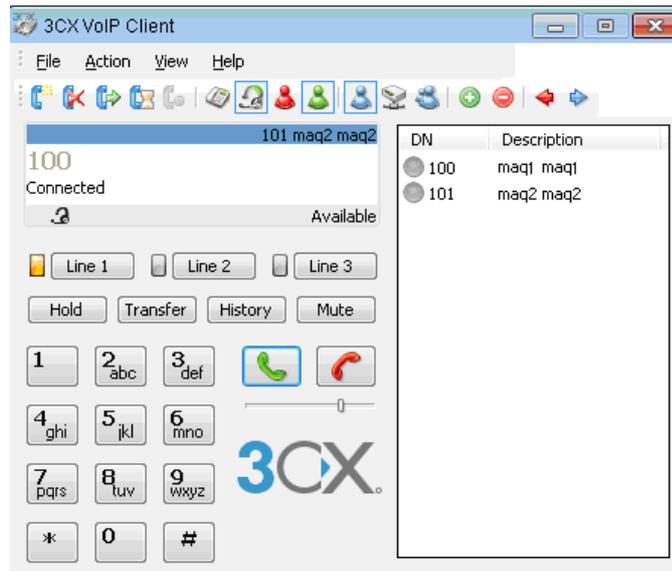
**Figura 4.28:** Cliente 3CXVOIP

- Pero para realizar nuestra prueba empezamos realizando una llamada desde la maq1 hacia la maq 2, la siguiente ventana aparece en la misma que nos muestra que en la maq 1 esta timbrando e ingresando una llamada.



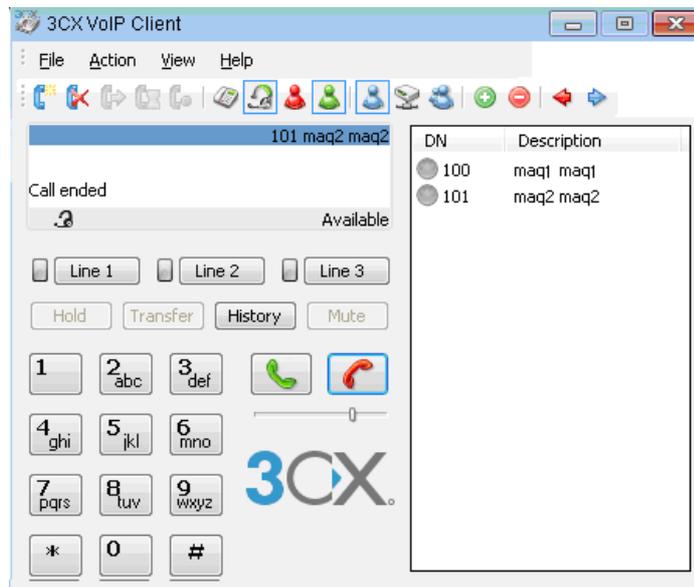
**Figura 4.29:** Realizando una llamada

- Al contestar la llamada nos indica que la llamada ya fue conectada y que se encuentran en comunicación las 2 máquinas o teléfonos.



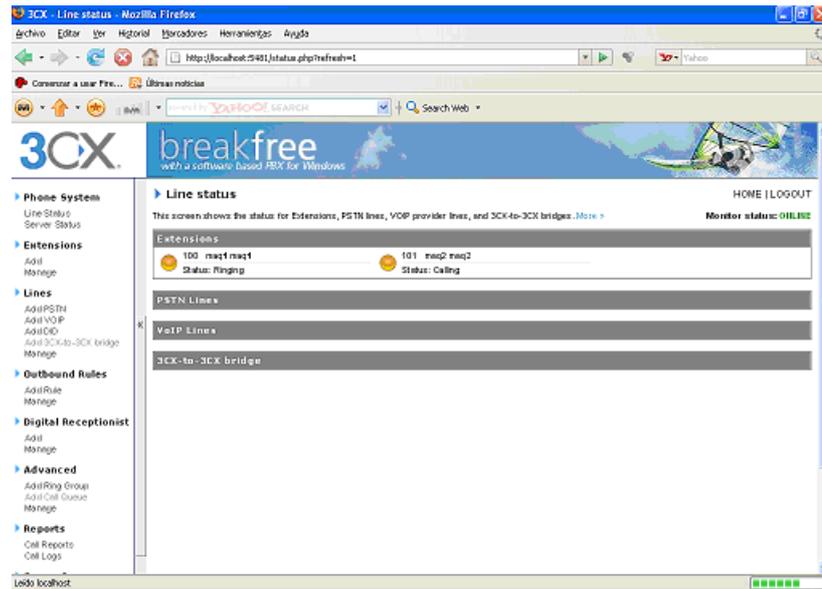
**Figura 4.30:** Conexión de la llamada

- Por último cerramos la llamada, nos indica que la llamada ya fue cerrada o terminada.



**Figura 4.31:** Llamada cerrada

- Mientras que nuestra central nos indica el estado de los clientes, es decir si se está realizando una llamada o no, etc.



**Figura 4.32:** Central telefónica 3CXphone

Con esta central telefónica 3CXphone, se ahorrará dinero en el Gobierno Municipal de Mocha y además tendrán comunicación permanente con sus departamentos.

#### ❖ **PRESUPUESTO**

En base a lo planteado anteriormente, a continuación detallo el Presupuesto del Enlace Radio Eléctrico para transmisión de Datos y Voz.

Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unit.	P.Total
<b>Equipos Motorola Canopy</b>				
Canopy 5.7 Ghz Advantage AP	c/u	2	\$ 2,084.50	\$ 4169.00
Canopy 5.7 Ghz Advantage SM	c/u	2	\$ 976.69	\$ 1953.38
Switch de 8 puertos 3Com	c/u	1	\$ 100.00	\$ 100.00
Patch Cord de exteriores	c/u	6	\$ 8.50	\$ 51.00
Supresor de picos Ethernet	c/u	3	\$ 90.00	\$ 270.00
UPS	c/u	2	\$ 54.96	\$ 109.92
<b>Central 3CXphone</b>				
Software 3CX (3CXPSPRO24)	c/u	1	\$ 1695.00	\$ 1695.00
<b>Total Estimado</b>				<b>\$ 834830</b>

**Tabla 4.5:** Presupuesto del Enlace Radio Eléctrico.

## **CAPÍTULO V**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

1. Las pérdidas más grandes del enlace se producen en la propagación en espacio libre debido a la atenuación de la señal.
2. El cálculo de la zona de Fresnel es primordial, porque con el se puede determinar si existe o no comunicación entre dos puntos directamente.
3. Se necesita un ancho de banda adecuado para poder trabajar con datos y voz al mismo tiempo.
4. La sensibilidad del equipo receptor es la mínima potencia que se necesita para establecer la conexión entre el transmisor y el receptor.
5. La lluvia además de atenuar la señal produce un efecto de despolarización de la misma.
6. En los puntos de conexión del enlace radio eléctrico si las impedancias son diferentes, la cantidad de energía irradiada será menor de la que salió del transmisor.
7. La interferencia constructiva si están en fase se suman en cambio la interferencia destructiva en contra fase se restan.
8. El margen de desvanecimiento (MD) esta relacionado con la confiabilidad del sistema y es el nivel de señal verdadero que tenemos sobre el umbral de resección (URX).
9. Un buen enlace es el que no interfiere con otros sistemas y es confiable.
10. Esta central 3CXphone tiene 24 clientes que se podrán utilizar por los potenciales usuarios tanto como con teléfonos basados en software como teléfonos basados en hardware.
11. Esta central 3Cxphone nos brinda todos los servicios de comunicación ahorrándonos tiempo y dinero cuando se la sabe operar.

### 5.2 RECOMENDACIONES

1. Saber que tipo frecuencia de operación y distancia tiene el enlace, para minorar las perdidas por espacio libre.

2. Al obtener los datos de la carta topográfica como alturas y coordenadas debemos de tener cuidado porque esto puede alterar el funcionamiento del enlace.
3. Con esta tecnología propietaria de Motorola Canopy nos brinda un buen Ancho de Banda lo que significa que podemos trabajar con voz, datos y video en nuestro enlace sin que el sistema se caiga.
4. Al momento de adquirir los equipos debemos tomar en cuenta la sensibilidad, confiabilidad de los mismos, además que algunos fabricantes no colocan las unidades de sus antenas e hinchan las ganancias reales especificando en dBi en lugar de dB los valores es una manipulación tendente a confundir al comprador.
5. Al momento de establecer la frecuencia de operación en el enlace, tenemos que tener cuidado con la lluvia porque causar problemas a altas frecuencia como la despolarización y tomar en cuenta atenuación por lluvia.
6. Se debe ubicar las antenas y receptores de transmisión en un lugar adecuado y de fácil acceso, debido a que se necesita energía eléctrica y seguridad y de esta forma se logra mayor confiabilidad en el sistema y los acoplamientos hacerlos los más precisos posibles. Para las conexiones en exteriores se debe utilizar cables con protección UV.
7. Para que no exista interferencia destructiva en nuestro enlace, se debe ubicar los equipos AP y SM con una buena calibrar y debemos direccionar correctamente para tener el mayor rendimiento en nuestro enlace.
8. Se debe realizar los cálculos con precisión y saber que el MD obtenido debe ser mayor que cero, para así tener un buen enlace, entre mas alto es el MD es mejor la confiabilidad del sistema.
9. Para prevenir interferencias de señal, la potencia de transmisión debe de ser potencia de salida regulada. Para que nuestro sistema sea mas confiable, podemos variar cualesquiera de los siguientes parámetros:
  - Aumentar la potencia de transmisión
  - Aumentar la ganancia de las antenas
  - Disminuir las pérdidas en los cables de antena
  - Mejorar la sensibilidad del receptor

**10.** La utilización de la central 3CXphone disminuye cableado en dichos lugares a implementarse y abarata costos de comunicación, además se recomienda tener cuidado en el manejo de los teléfonos IP debido a que son aparatos un poco costoso.

**11.** La central telefónica 3CXphone debe ser manipulada por alguien que tenga conocimiento de la misma, porque de lo contrario puede ocasionar problemas.

## **6.**

### **BIBLIOGRAFÍA**

- UIT-R.- Recomendación V-431-7: Nomenclatura de las bandas de frecuencias y de las longitudes de onda empleadas en telecomunicaciones.- Unión Internacional de Telecomunicaciones, Ginebra (Suiza), 2000.- pp. 1-2.

- Hernando Rábanos, J.M. (1998).- Transmisión por radio. (3ª edición).- Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S.A., pp. 21-41.
- Novillo, J.M. (1980).- Transmisión de la información. Parte I. Sistemas de telecomunicación.- Dpto. Publicaciones EUITT-UPM, pp. 10-16

**Internet:**

- <http://rmsaudio.es/index.php?name=News&file=article&sid=15>
- [http://www.radioptica.com/Radio/propagacion\\_milimetricas.asp](http://www.radioptica.com/Radio/propagacion_milimetricas.asp)
- [http://w3.iec.csic.es/ursi/articulos\\_villaviciosoadon\\_2001/articulos/302.pdf](http://w3.iec.csic.es/ursi/articulos_villaviciosoadon_2001/articulos/302.pdf)
- <http://capa-f2.com/swl-antenas.html>
- <http://www.time.gov/timezone.cgi?UTC/s/0/java>
- <http://www.com.uvigo.es/assignaturas/rtn/documentos/PrpIonsf.pdf>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Propagaci%C3%B3n\\_\(ondas\\_de\\_radio\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Propagaci%C3%B3n_(ondas_de_radio))
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Zona\\_de\\_Fresnel](http://es.wikipedia.org/wiki/Zona_de_Fresnel)
- <http://www.servsat.com/productos/antenas.htm>
- <http://frc.co.cu/academia/pdf/capitulo5.pdf>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Polarizaci%C3%B3n\\_electromagn%C3%A9tica](http://es.wikipedia.org/wiki/Polarizaci%C3%B3n_electromagn%C3%A9tica)
- [http://www.paramowifix.net/antenas/guiaondas\\_marshall.html](http://www.paramowifix.net/antenas/guiaondas_marshall.html)
- <http://www.3cx.com>
- <http://www.3cx.es/centralita-telefonica/free-edition.html>
- <http://www.pvcomm.com.mx>
- <http://www.motorolacanopy.com>

7.

# **ANEXOS**

**CARTA TOPOGRÁFICA**

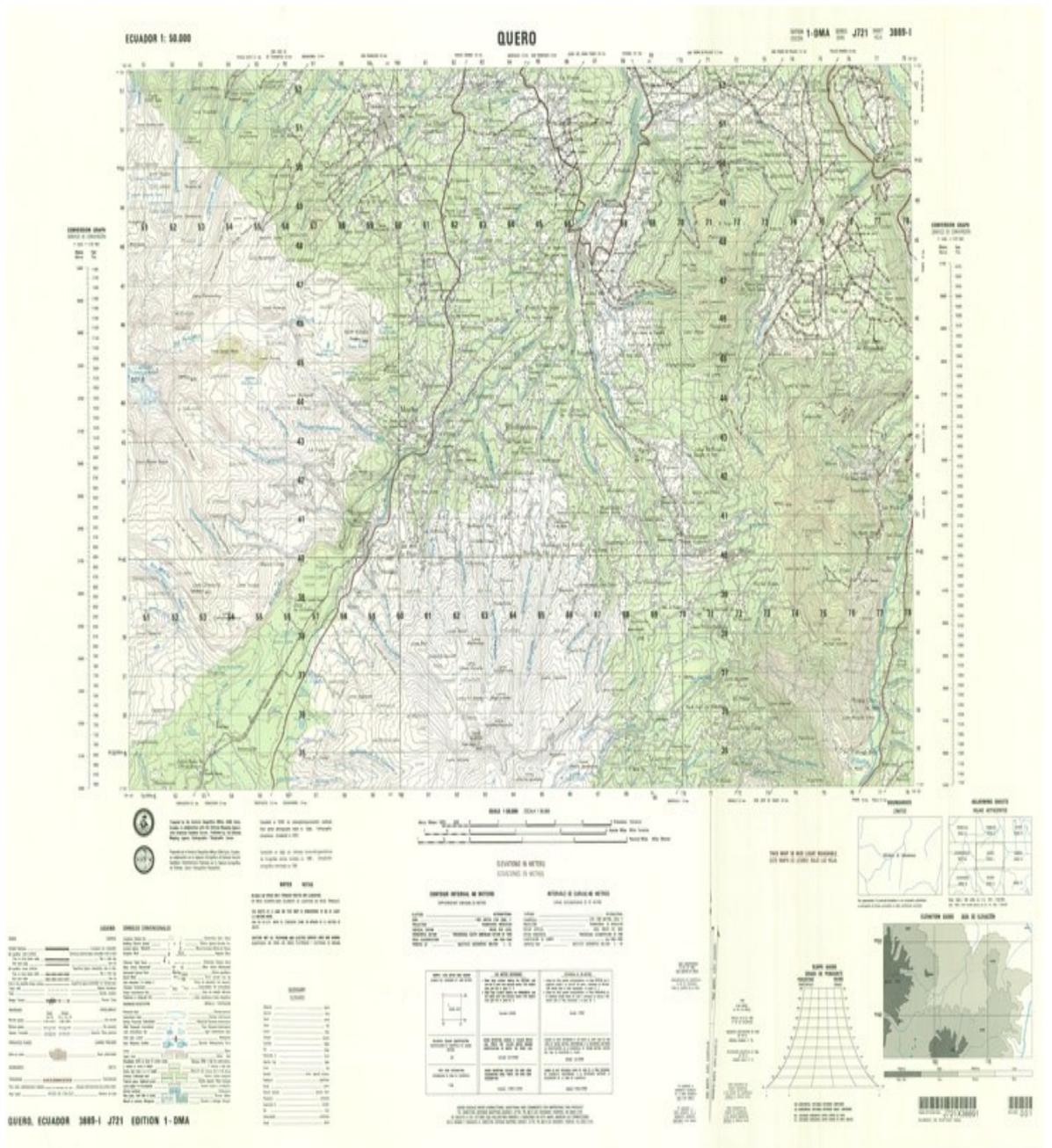


Figura 7.1: Carta topográfica

## REGULACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN

- **Regulación:** Proceso que permite la sana competencia en un mercado en donde existen diversas entidades que proveen el mismo servicio, o bien servicios complementarios.
- **Estandarización:** Proceso que permite la compatibilidad entre dispositivos y sistemas de diferentes fabricantes, empresas o naciones. También se le conoce como normalización.
- **Beneficios de la regulación:**
  - o Definición de las reglas que afectarán a una empresa que pretende entrar a competir a un mercado determinado.
  - o Definición de los alcances de los diferentes servicios ofrecidos por los operadores.
- **Beneficios de la estandarización**
  - o Reducción de los costos de los equipos y servicios de telecomunicaciones.
  - o Incremento del número de opciones para los consumidores.

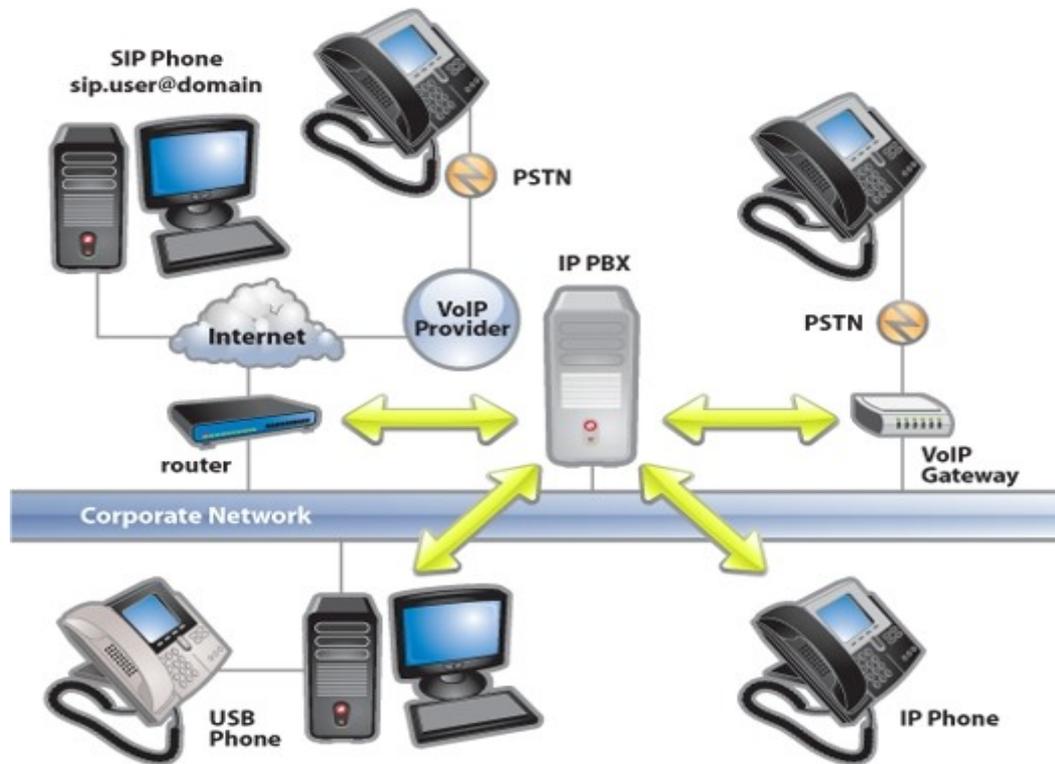
### Organismos de Estandarización



**Tabla 7.1:** Organismos de Estandarización

- **ISO (International Organization for Standardization)**
  - o La organización internacional de estandarización (ISO) fue creada en 1947.
  - o El objetivo de la ISO es promover el desarrollo de la estandarización y de actividades relacionadas en el mundo, con el fin de facilitar el intercambio internacional de bienes y servicios, así como el desarrollo de la cooperación intelectual, científica, tecnológica y económica.
  - o Los trabajos de la ISO están identificados sobre diversas áreas de tecnología, entre ellas el procesamiento de la información y las comunicaciones, textil, empaquetamiento, distribución de bienes, producción y utilización de energía, construcción de embarcaciones, servicios bancarios y financieros.
- **UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones)**
  - o Fundada en Paris en 1865 como International Telegraph Union
  - o En 1947 se convierte en una agencia especializada de la ONU
  - o Funciones:
    - Define los servicios de telecomunicaciones
    - Desarrolla y recomienda estándares internacionales para equipos y sistemas.
    - Coordina la asignación de las frecuencias, así como su registro para prevenir interferencias.
    - Coordina la asignación de las posiciones de satélites en la órbita geoestacionaria.
    - Recolecta y publica información
    - Promueve y contribuye a los esfuerzos de desarrollo de las telecomunicaciones en países con menores recursos.
    - Coordinación y disseminación de la información necesaria para la planeación y operación de los servicios de telecomunicaciones.

## **3CX Phone System Product Tour: Overview**



**Figura 7.2: 3CX Phone System**

A complete 3CX Phone System for Windows consists of the server software, soft phones or SIP hardware phones, and a VOIP Gateway to connect your existing phone lines. A VOIP provider can be used to leverage low cost calls across your user network.

The system can use the existing computer wiring (and share the network point with the computer) and can be installed on an existing, non-dedicated Windows server (no need for Linux!) or run as a virtual machine. Say goodbye to expensive, proprietary, phone system expansion modules and costly phone bills!

Carátula  
Página de aprobación del tutor  
Página de Auditoria  
Dedicatoria  
Agradecimiento  
Índice  
Introducción

## **1. EL PROBLEMA**

- 1.1. Tema de Investigación
- 1.2. Planteamiento del problema
  - 1.2.1. Contextualización
  - 1.2.2. Análisis Crítico
  - 1.2.3. Prognosis
- 1.3. Formulación del Problema
  - 1.3.1. Preguntas directrices
  - 1.3.2. Delimitación del problema
- 1.4. Justificación
- 1.5. Objetivos
  - 1.5.1. Objetivo General
  - 1.5.2. Objetivos Específicos

## **2. MARCO TEORICO**

- 2.1. Antecedentes Investigativos
- 2.2. Fundamentación
  - 2.2.1 Fundamentación legal
  - 2.2.2 Fundamentación Teórica
- 2.3 Variables
  - 2.3.1 Variable Independiente
  - 2.3.2 Variable Dependiente
- 2.4. Hipótesis

### **3. METODOLOGIA**

**3.1** Enfoque de la investigación

**3.2** Modalidad básica de la investigación

**3.2.1** Investigación de campo

**3.2.2** Investigación bibliográfica

**3.2.3** Proyecto factible

**3.3** Nivel de la investigación

**3.4** Población y muestra

**3.5** Técnicas e Instrumentos de investigación

**3.6** Procesamiento y análisis de la información

**3.6.1** Plan que se empleará para procesar la información recogida

**3.6.2.** Plan de análisis e interpretación de los datos

### **4. PROPUESTA**

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

### **6. BIBLIOGRAFÍA**

### **7. ANEXOS**

### **8. GUIÓN DE CONTENIDOS**