



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO**

**INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES  
MENCIÓN GESTIÓN EMPRESARIAL EN TELECOMUNICACIONES**

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE UN MINI NODO PARA BRINDAR COBERTURA  
DEL SERVICIO DE INTERNET INALAMBRICO (WISP) A LA  
CIUDADELA VILLA ESPAÑA DEL NORTE DE GUAYAQUIL”**

**NOMBRE: LUIS ANDRES MONTIEL ARMIJOS**

**TUTOR: ING. CARLOS ROMERO ROSERO**

**GUAYAQUIL 20 de Febrero del 2015**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO  
INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Montiel Armijos Luis Andrés**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de Ingeniero en Telecomunicaciones.

**TUTOR (A)**

---

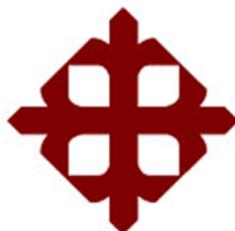
**Ing. Carlos Romero**

**DIRECTOR DE CARRERA**

---

**Ing. Armando Heras**

**Guayaquil, a los 20 días del mes de Febrero del año 2015**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO  
INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Luis Andrés Montiel Armijos**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación **ESTUDIO Y DISEÑO DE UN MINI NODO PARA BRINDAR COBERTURA DEL SERVICIO DE INTERNET INALAMBRICO (WISP) A LA CIUDADELA VILLA ESPAÑA DEL NORTE DE GUAYAQUIL** previa a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 20 días del mes de Febrero del año 2015**

**EL AUTOR:**

---

**Luis Andrés Montiel Armijos**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACION TECNICA PARA EL DESARROLLO  
INGENIERIA EN TELECOMUNICACIONES**

## **AUTORIZACIÓN**

**Yo, Luis Andrés Montiel Armijos**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **ESTUDIO Y DISEÑO DE UN MINI NODO PARA BRINDAR COBERTURA DEL SERVICIO DE INTERNET INALAMBRICO (WISP) A LA CIUDADELA VILLA ESPAÑA DEL NORTE DE GUAYAQUIL** , cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 20 días del mes de Febrero del año 2015**

**EL AUTOR:**

---

**Luis Andrés Montiel Armijos**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecido con Dios por la fuerza y aguante que me dio para lograr este objetivo en mi vida.

A mi familia, padre, madre y esposa ya que gracias a ellos estoy donde estoy el día de hoy por su empuje y bendiciones.

A mi tutor el Ing. Carlos Romero por saberme guiar este duro camino con sus sabios conocimientos.

También un agradecimiento a mis compañeros de Univisa del área de ingeniería por sus aportes y enseñanzas

Y un agradecimiento muy especial a mi hija Fiorella ya que por ella he luchado mas allá de lo que podía luchar, gracias a ella, todo por ella.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación se lo dedico a todas las personas quienes me brindaron su apoyo y confiaron en mí, se lo dedico en especial a mi madre, padre, esposa e hija quienes fueron un pilar fundamental para lograr este objetivo.

Se la dedico a mis maestros quienes nunca desistieron y me transmitieron sus sabias enseñanzas

También se la dedico a todos los que conforman el área de ingeniería de Univisa

Para todos ellos les dedico mi proyecto de titulación, quienes depositaron sus esperanzas en mí y apoyo incondicional.

**INDICE GENERAL**

INDICE DE TABLAS .....	12
INDICE DE FIGURAS.....	13
RESUMEN.....	16
CAPITULO 1 .....	18
1.1    PROBLEMA DE LA INVESTIGACION .....	18
1.1.1    Situación problemática.....	18
1.1.2    Planteamiento de problema.....	18
1.1.3    Justificación.....	19
1.1.4    OBJETIVOS .....	19
1.1.5    Objetivo general .....	19
1.1.6    Objetivos específicos .....	20
1.1.7    Tipo de investigación .....	20
1.1.8    Metodología .....	20
1.1.9    Hipótesis.....	20
CAPITULO 2 .....	21
MARCO TEÓRICO.....	21
2.1    Antecedentes .....	21
2.2    Generalidades de los ISP .....	23

2.2.1	Niveles de proveedores ISP .....	23
2.3	Tipos de tecnologías ISP .....	24
2.3.1	Tecnología ADSL .....	25
2.3.2	Cable modem .....	28
2.3.3	Wireless Fidelity (WI-FI).....	30
2.4	Redes WLAN .....	31
2.4.1	Estándares para WLAN.....	32
2.4.2	Estándar inalámbrico IEEE 802.11 .....	32
2.4.3	Estándar 802.11n.....	33
2.5	Ventajas de las redes inalámbricas WLAN 802.11 .....	34
2.6	Redes inalámbricas WMAN.....	34
2.6.1	Estándares utilizados en redes WMAN.....	34
2.6.2	Estándares de las redes WMAN.....	35
2.6.3	WIMAX móvil.....	35
2.6.4	WIMAX fijo.....	35
2.7	Topologías básicas de las redes inalámbricas .....	36
2.7.1	Topología Ad-Hoc. ....	36
2.7.2	Topología Infraestructura.....	36
2.7.3	Redes Mesh .....	37
2.8	Estándar para wisp LAN .....	38

2.9	Protocolo para Wireless.....	39
2.10	Tipos de antenas para transmisión de internet inalámbrico.....	40
2.10.1	Antena omnidireccional .....	40
2.10.2	Antenas sectoriales.....	41
2.10.3	Antenas direccionales.....	42
2.11	Tipos de enlaces inalámbricos .....	44
2.11.1	Enlace punto a punto.....	44
2.11.2	Enlace punto a multipunto .....	45
2.12	Radio enlace.....	46
2.12.1	Puntos a considerar en un radioenlace WISP.....	47
2.13	Marco regulatorio para un ISP.....	48
2.13.1	Ley especial de telecomunicaciones reformada.....	49
2.13.2	Frecuencias de operación.....	49
2.13.3	Carrier's en Ecuador.....	50
2.13.4	ISP'S Ultima milla .....	52
2.13.5	Densidad y usuarios de internet .....	54
2.14	Definición de variables independiente y dependiente .....	55
Capitulo 3 .....		57
DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADUACION .....		57
3.1	Estudio de mercado .....	57

3.2	Estudio la demanda de clientes en el sector .....	58
3.2.1	Número de viviendas en la ciudadela Villa España. ....	58
3.2.2	Competencia de otras operadoras en el sector .....	59
3.2.3	Clientes potenciales en el sector .....	61
3.3	Análisis del entorno donde se diseñara el mini nodo wisp.....	62
3.3.1	Visita al sitio .....	63
3.3.2	Geografía del terreno (elevación).....	63
3.3.3	Coordenadas del lugar.....	65
3.3.4	Simulación de enlaces punto a multipunto.....	67
3.4	Costos de implementación del Mininodo WISP .....	70
3.4.1	Equipos del Mininodo.....	71
3.4.2	Equipos del Cliente .....	74
3.4.3	Costo de torre para mininodo y vivienda .....	77
3.4.4	Costo de alquiler de la Terraza.....	78
3.4.5	Costos totales de la implementación .....	78
3.5	Diseño del mini nodo WISP.....	79
3.5.1	Diseño del mininodo .....	80
3.5.2	Análisis de frecuencias libres.....	81
3.5.3	Montaje de los equipos.....	84
3.6	Configuración de los equipos .....	86

3.6.1	Configuración del AP.....	86
3.6.2	Configuración del Router Cloud core 1016-12G.....	91
3.7	Simulación de radio enlaces .....	93
3.7.1	Datos de radio enlaces entre AP'S y clientes.....	100
3.7.2	Cobertura de los AP'S o puntos de acceso .....	105
CAPITULO 4 .....		110
ANALISIS DE RESULTADOS .....		110
4.1	Conclusiones .....	110
4.2	Recomendaciones .....	111
Bibliografía .....		113
Glosario .....		117
ANEXOS.....		119
ANEXO 1.....		119

## INDICE DE TABLAS

### CAPITULO 2

Tabla 2.1 1: <i>Tecnologías XDSL</i> .....	25
Tabla 2.1 2: <i>Tabla comparativa de tipos de antenas</i> .....	43
Tabla 2.1 3 Empresas con título Habilitante de carrier`s .....	51
Tabla 2.1 4: Definición de variable dependiente .....	55
Tabla 2.1 5: Definición de variable Independiente .....	56

### CAPITULO 3

Tabla 3 1: Coordenadas del sitio .....	66
<i>Tabla 3 2: Reporte de rendimiento de Enlaces en radio Mobile</i> .....	69
Tabla 3 3: Equipo Estación Base. ....	71
Tabla 3 4: Antena sectorial. ....	72
Tabla 3 5: Router MikroTik .....	73
Tabla 3 6: Regletas IP .....	74
Tabla 3 7: Antena de recepción.....	75
Tabla 3 8: Router Wireless.....	76
Tabla 3 9: Costo de torre .....	78
Tabla 3 10: Valores totales del Mininodo WISP .....	79
Tabla 3. 11: Frecuencias libres.....	84

## INDICE DE FIGURAS

### CAPITULO 2

Figura 2.1. 1: Estructura de los niveles ISP .....	24
Figura 2.1. 2: Conexión ADSL con sus splitter .....	26
Figura 2.1. 3: Grafica de conexión con tecnología Cable modem .....	29
Figura 2.1. 4: Acceso inalámbrico .....	31
Figura 2.1.5: Ejemplo de Redes Mesh. ....	37
Figura 2.1.6: Estructura de un WISP .....	39
Figura 2.1. 7 Antena omnidireccional.....	41
Figura 2.1. 8: Antena sectorial .....	42
Figura 2.1. 9: Apertura del haz de la antena direccional.....	43
Figura 2.1. 10 Enlace punto a punto .....	45
Figura 2.1. 11: Enlace punto a multipunto.....	46
Figura 2.1. 12: Permisos otorgados de SVA .....	53
Figura 2.1.13: Usuarios y Densidad de Internet a traves de Acceso Fijo por Provincia. ....	54

### CAPITULO 3

Figura 3 1:Crecimiento de la tecnologia Inalambrica .....	57
Figura 3 2: Plano de Villa España 1 .....	59
Figura 3 3: Elevación de la ubicación del Mininodo .....	64
Figura 3 4: Elevación del CPE más distante del Mininodo .....	65
Figura 3 5: Coordenadas del sitio.....	66

Figura 3 6: Línea de vista de Mininodo a CPE,S.....	68
Figura 3 7: Líneas de vista y zona de fresnel .....	70
Figura 3 8: Torre Arriostradas (sobre edificaciones) .....	78
Figura 3 9: Esquema de la red WISP .....	80
Figura 3 10: Winbox /Wireles.....	81
Figura 3 11: Configuración Wireless .....	82
Figura 3 12: Frecuencias ocupadas en la zona de Villa España.....	83
Figura 3 13: Esquema del levantamiento del Mininodo .....	85
Figura 3 14: Configuración AP general .....	87
Figura 3 15: Configuración de Wireless .....	88
Figura 3 16: Configuración de Datos de redes (Data Rates).....	89
Figura 3 17: Advance (cantidad de clientes en AP).....	90
Figura 3 18:Interface del Routre cloud core .....	92
Figura 3 19: Unidades de las Propiedades .....	94
Figura 3 20: Parametros de las redes.....	95
Figura 3. 21: Topología de la red .....	96
Figura 3. 22: Rol de antenas (Membership).....	97
Figura 3.23: Propiedades de sistemas. ....	98
Figura 3.24: Propiedades de mapa .....	99
Figura 3 25: Enlaces de los AP'S con posibles clientes.....	100
Figura 3 26: <i>Radio link de CPE1</i> .....	101
Figura 3 27: Datos enlace NODO-CPE2 .....	102
Figura 3 28: Enlace de NODO- CPE3 .....	103
Figura 3 29: Enlace de NODO -CPE4 .....	103

Figura 3 30: Enlace de NODO-CPE5 .....	104
Figura 3 31: Enlace de NODO-CPE6 .....	104
Figura 3. 32: Cobertura de AP1 .....	105
Figura 3. 33: Cobertura de AP2 .....	106
Figura 3. 34: Cobertura de AP3 .....	106
Figura 3. 35: Cobertura del AP4 .....	107
Figura 3. 36: Cobertura del AP5 .....	107
Figura 3. 37: Cobertura del AP6 .....	108
Figura 3. 38: Cobertura de total del Mininodo WISP. ....	109

#### **CAPITULO 4**

Figura 4. 1: Router Cloud core.....	119
Figura 4. 2: Interface del Router .....	120
Figura 4. 3: IP address.....	121
Figura 4. 4: IP.....	121
Figura 4. 5: Solicitudes remotas .....	122
Figura 4. 6: Configuración DHCP .....	122
Figura 4. 7: Configuración de la puerta de enlace .....	123
Figura 4. 8: Configuración del NAT .....	123
Figura 4. 9: Configuración del NAT .....	124
Figura 4. 10: Acceso remoto .....	124
Figura 4. 11: Acceso al Router.....	125

## RESUMEN

En el presente proyecto de análisis y estudio de un mininodo WISP, se detallará desde el estudio de demanda de clientes hasta el levantamiento del mininodo, de esta manera se satisface la demanda y falta de cobertura en el sector norte de Guayaquil, específicamente en la ciudadela villa España que se ubica en la av. Francisco de Orellana entre la vía perimetral y Av. Manuel Ignacio Gómez Lince.

Para lograr esto, lo primero que se realizó es un estudio de mercado en la ciudadela villa España tomando en cuenta el número de familias, operadoras y posibles clientes, luego se realizarán simulaciones y visitas al sitio donde se ubicará el mininodo WISP, para saber con precisión si existe una línea de vista, se realizarán simulaciones en Radio Mobile, el cual es una herramienta para analizar y efectuar radio enlaces y ver el funcionamiento de la red, luego se presentarán valores con los equipos que se necesitarán en tablas, los cuales son valores reales a la fecha de la página oficial de MikroTik, el cual es modelo escogido para el Mininodo.

Se realizaron simulaciones en radio Mobile para nuestros seis puntos de acceso y Router cloud core, los mismos que se configuraron con los parámetros necesarios para una excelente transmisión de datos. Para que el trabajo tenga peso, se realizaron simulaciones de las coberturas de los seis puntos de acceso con posibles clientes, para que se tenga una idea del área total de cobertura de la red, satisfaciendo la necesidad de las familias y empresas de la Ciudadela villa España.

## **ABSTRACT**

This project of analysis and studies of “mini node WISP” will detail from the costumers demand study to the rising of the mini node, which in this way satisfies the demand and lack of coverage in the north sector of Guayaquil, specifically in Villa España.

To accomplish this project, the first thing to do is a market study in Villa España taking in consideration the number of families, operators and possible clients, then, make simulations and visits to the place where the “mini node WISP” will be located. To know with an exact precision if a “line of view” exists, simulations will be made in Radio Mobile which is a tool to analyze and make radio links and see the functioning of our net, then, values will be presented with the equipment that will be needed on boards which are real values to the date of the official web page of MikroTik, which is the chosen model for the mini node.

Simulations in Radio Mobile were made for our six access points and Router Cloud Core, being configured with the necessary parameters for an excellent data transmission. For our work to be successful, simulations for the coverage of the six access points with possible clients were made, to have an idea of the total coverage area of our web; satisfying needs of families and enterprises in Villa España.

## **CAPITULO 1**

### **1.1 PROBLEMA DE LA INVESTIGACION**

#### **1.1.1 Situación problemática**

La situación problemática que está sucediendo y que afecta a los pobladores y sectores comerciales al norte de Guayaquil (Villa España) es:

Una baja cobertura del servicio de Internet Inalámbrico en la ciudadela Villa España de la zona norte de Guayaquil en la actualidad.

#### **1.1.2 Planteamiento de problema**

En visitas realizadas al sitio de villa España se ha evidenciado baja infraestructura y falta de nodos proveedores de servicio de Internet inalámbrico (WISP), lo cual me permite formular el siguiente problema de investigación:

¿Cómo afecta la ausencia de nodos WISP en la cobertura de internet inalámbrico en la ciudadela villa España?

### **1.1.3 Justificación**

Muchas familias de la ciudadela Villa España se encuentran inconformes por un mal servicio y sobre todo por una baja cobertura del servicio de internet brindado por las empresas que venden este tipo de servicio en esa zona, ya sea por problemas de infraestructura, falta de coberturas o saturación en sus redes, afectando directamente a estudiantes de escuela, de colegios y de universidades que requieren de este tipo de comunicación, además se ven afectadas empresas que requieren del internet para una buena operatividad en sus procesos diarios de gestión.

Todo esto justifica el estudio para una futura implementación de un mininodo WISP en este sector y así poder brindar servicio de internet de buena calidad y satisfacer la demanda de servicio que se presenta en aquella zona.

### **1.1.4 OBJETIVOS**

#### **1.1.5 Objetivo general**

Estudiar la ausencia de nodos que afecta en la cobertura de internet de la ciudadela Villa España del norte de Guayaquil, realizando un estudio de campo para diseñar un mini nodo WISP.

### **1.1.6 Objetivos específicos**

1. Estudiar la demanda de clientes en el sector.
2. Analizar el entorno donde se diseñará el mini nodo WISP.
3. Presentar costos de implementación.
4. Diseñar el mini nodo.

### **1.1.7 Tipo de investigación**

Este proyecto tiene un alcance: exploratorio. Un enfoque temático: experimental.

### **1.1.8 Metodología**

- Cuantitativa
- De campo
- aplicativa

### **1.1.9 Hipótesis**

Mediante el estudio y diseño de un mini nodo WISP a menor costo que un nodo normal, se demostrará que se proveerá y atenderá la demanda del servicio de internet a la zona de villa España que carece de una buena cobertura y una baja recepción de señal, beneficiando al usuario.

## CAPITULO 2

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes

Hoy en día el tipo de conexión del servicio de internet inalámbrico está bastante demandado, ya que no a todas las zonas o a ciertas ubicaciones de una ciudad llega y satisface las necesidades de este tipo de servicio. El WISP es “Un proveedor de servicio de internet inalámbrico” es un sistema que está conformado básicamente por una estación base y varios equipos locales del cliente (CPE) formando así una red de servicio de internet de forma. Es decir que es una empresa que provee el acceso a Internet, Puede entregar un servicio a una familia común hasta una empresa como servicio comercial, el WISP puede establecer una tarifa por horas por la conexión a Internet, con una tarifa plana mensual con uso horario ilimitado. Hay varias maneras de proveer internet una de ellas y las más rápida a la hora de montar la red es de forma inalámbrica. El costo de este servicio va en función de la cantidad de usuarios o clientes potenciales que existan en una zona determinada ya que las empresas buscan zonas pobladas así recuperar la inversión del nodo de internet, además este tipo de tecnología puede abaratar costos de implementación y llega a lugares donde otras tecnologías como ADSL, fibra óptica (F.O.) no llegan.

Esta tecnología opera normalmente en la banda de 2 GHz a 5 GHz en el cual la operadora elegirá en que frecuencia trabajar, nunca se transmitirá en una frecuencia fuera de este rango ya que están ocupadas por otro tipo de servicio y provocara una interferencia para ambas señales y problemas con quienes regulan el espectro radio eléctrico.

Su transmisión puede ser de punto a punto o de punto a multipunto, trabaja básicamente con una estación base llamada nodo y varios clientes enganchados a esta en un radio establecido por el proveedor, el alcance de la onda que cubrirá este nodo es de aproximadamente 12 a 15 Km. y dependerá mucho del tipo de antena que se utilice y como se la configure, por ejemplo puede utilizarse antenas omnidireccionales o antenas sectoriales dependiendo del diseño y cobertura que se requiera.

Obviamente los enlaces son inalámbricos y se requiere de una línea de vista entre el cliente y el nodo base para que pueda entregarles el servicio de internet sin ningún problema, para esto se realizan estudios de campo donde se toma en cuenta la geografía del lugar es decir que haya una línea de vista entre el nodo y el cliente sin ningún tipo de obstáculo, para ello el nodo WISP deberá ubicarse en una zona alta (cerro), casa de más de dos pisos con terrazas o edificio y adicional la estructura de la torre donde se instalaran los equipos y antenas, estos son requisitos mínimos en una geografía no tan compleja para una buena implementación del nodo, con esto se lograra una buena altura para una mejor conexión entre el proveedor y el cliente.

Para que se efectuó de una manera correcta hablando de potencia de transmisión, altura del nodo, líneas de vista, orientación del enlace para todo esto contamos con programas de descarga gratis como radio Mobile en el cual podremos simular un enlace entre dos puntos así de esta manera lograr una optima implementación del futuro nodo.

## **2.2 Generalidades de los ISP**

ISP viene de internet service provider (proveedor de servicios de internet) como su nombre lo indica es un proveedor del servicio de internet, este proveedor conecta al usuario con la nube de internet por diferentes tipos de tecnologías como pueden ser: ADSL, GSP, CABLE MODEM, ACCESO INALAMBRICO.

### **2.2.1 Niveles de proveedores ISP**

Existen tres tipos o niveles de proveedores del servicio de internet (ISP) que son:

1. NIVEL 1.- Este tipo de ISP de nivel tipo 1 proveen conexiones nacionales e internacionales, algunos nombres de estos proveedores son: Telconet, telefónica, Level 3 a estos se los denomina “backbone” de internet.
2. NIVEL 2.- Los ISP de tipo 2 brindan servicio a nivel de regiones, este nivel paga al nivel 1 para que le proporcione el servicio de internet.

3. NIVEL 3.- este es el proveedor de servicio de internet a los usuarios finales, este nivel se conecta al nivel 2 así mismo pagan por el servicio. A este nivel es el que se conoce como de última milla.

En la figura 2.2.1 se observara como están estructurados los niveles de ISP.

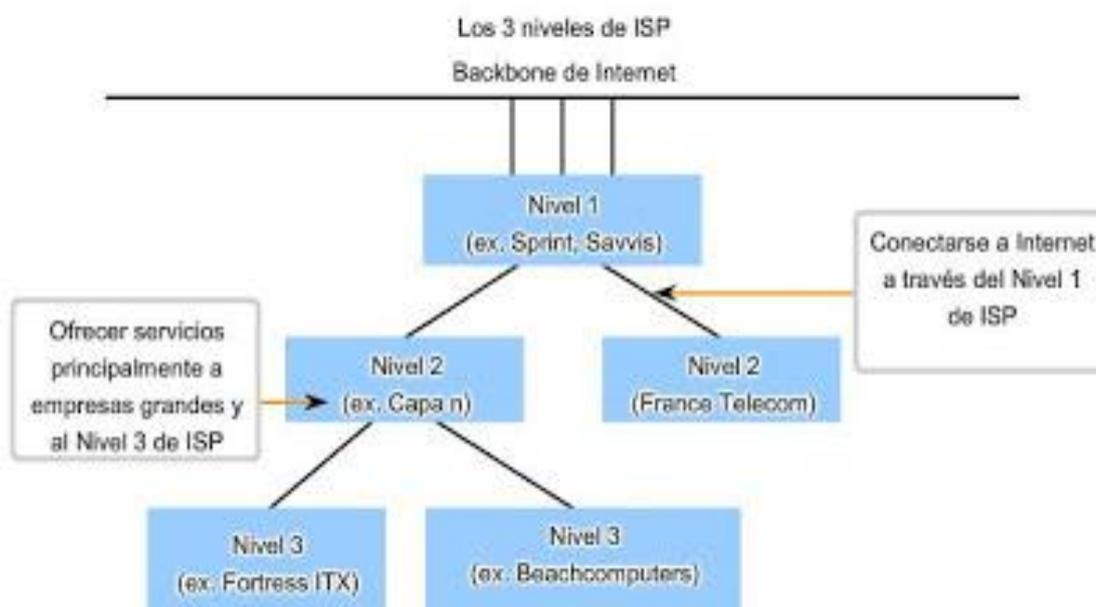


Figura 2.1. 1: Estructura de los niveles ISP

Fuente 1: (Networkeando, 2008)

### 2.3 Tipos de tecnologías ISP

Las tecnologías más comunes en nuestro país para brindar el servicio de internet son las siguientes:

1. Tecnología ADSL
2. Cable Modem

### 3. Tecnología de acceso inalámbrico

#### 2.3.1 Tecnología ADSL

Como sus siglas lo indican ADSL es una Línea de Abonado Digital Asimétrica es decir que esta tecnología usa la red de telefonía fija (operadores telefónicos) como una red de acceso para poder entregar el Internet al usuario. Por este medio podemos acceder a internet de banda ancha y es asimétrica porque la capacidad de descarga de datos y la capacidad de subida de información no son las mismas, es decir que la capacidad de descarga de datos será mayor que la capacidad de subida de los mismos, las operadoras optan por este tipo de tecnología porque es mayor la demanda de descarga de los abonados que lo que envían.

Existen mejoras en estas tecnologías que se mostraran en la tabla 2.1

**Tabla 2.1 1:** *Tecnologías XDSL*

Descripción	ADSL	ADSL2	ADSL+
Velocidad máxima de subida	1 Mbps	2 Mbps	5 Mbps
Velocidad máxima de descarga	8 Mbps	12 Mbps	24 Mbps
Ancho de banda de descarga	0,5 MHz	1.1 MHz	2.2 MHz
Distancia	2,0 Km	2,5 Km	2,5 Km
Corrección de errores	No	Si	Si

**Fuente:** *autor*

ADSL modula la señal y la envía a una gran velocidad por medio de los 2 hilos de cobres, como sabemos ADSL se conecta en forma asimétrica lo que significa que los equipos del cliente y la central telefónica son diferentes. Entre la conexión de la central y del usuario final encontraremos un splitter el cual realiza una función de separar las señales de voz y de datos por medio de dos filtros uno de baja y alta respectivamente, ver en la figura. 2.1.2.

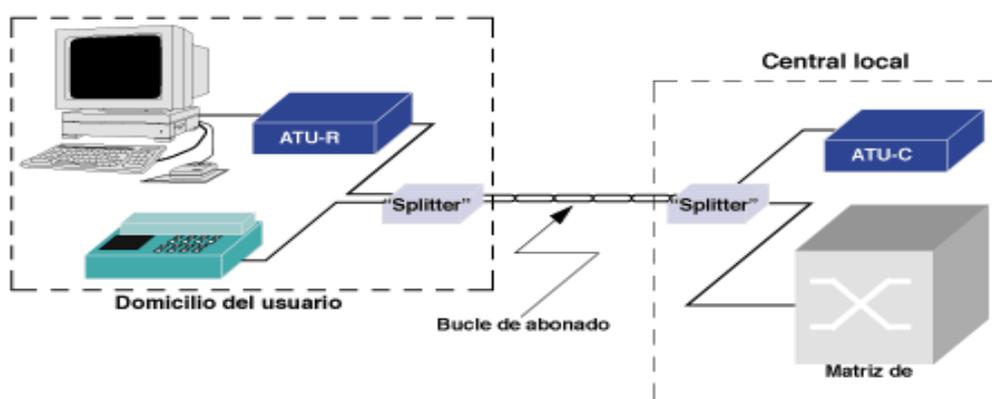


Figura 2.1. 2: Conexión ADSL con sus splitter

Fuente 2: (FiberMex)

### 2.3.1.1 Ventajas y desventajas

ADSL presenta una serie de ventajas y también algunos inconvenientes, respecto a la conexión telefónica a internet por medio de un modem.

## **Ventajas**

Una de las ventajas es que se puede usar la línea de telefonía al mismo tiempo que se navega en internet, esto debido al splitter que divide la señal en dos bandas.

Usa las redes ya existentes específicamente la red de cobre de telefonía fija, esto es una gran ventaja puesto que no habría que invertir en infraestructura nueva, y al final el usuario tiene el servicio de una manera más rápida.

Esta tecnología dispone de conexiones constantes ya que no utiliza la conexión por marcación hacia la red, esto se logra por su conectividad directa con el usuario y la central, es decir que no es compartida y esto asegura un ancho de banda único para el usuario y obviamente es una mejor calidad de servicio.

## **Desventajas**

No todas las redes de telefonía pueden ofrecer el servicio de ADSL ya que los estándares de exigencia son muy altos para el cobre, ya que existen en estas redes interferencias como el ruido, atenuación y demás.

En países como el nuestro donde la infraestructura no es muy buena hablando de los estándares de calidad en la red este tipo de servicio es costosa en comparación con otros países.

### **2.3.2 Cable modem**

Cable modem es una tecnología que modula la señal de internet sobre la red cableada de televisión por cable de esta manera se da acceso al Internet, utilizando la red ya que no es ocupada la totalidad del ancho de banda.

La idea de pensar en tener una línea compartida en este caso TV e internet causa una cierta inconformidad de debilidad en la conectividad del internet por el cable de televisión, aunque todas las redes incluyendo lo antes mencionado ADSL comparten un determinado número de usuarios en un también determinado ancho de banda por lo que el incremento de suscriptores ocasionara un mayor tráfico de datos y por este motivo la velocidad disminuye

#### **2.3.2.1 Características de cable modem**

Cable modem opera a una velocidad de 64 Kbps y también a 2 Mbps Lo más riesgoso en este tipo de transmisión es la posible violación de privacidad porque hay muchas herramientas para hackear, pero cable modem se defiende cifrando los datos con los estándares llamados DOCSIS (especificación de interfaz para servicios de datos por cable). Al modem ingresa un cable coaxial RG6 desde el armario más cercano, el cable coaxial RG6 es un conductor que está recubierto por una malla metálica y en su interior se encuentra un conductor de cobre, el modem se instala en la casa del cliente se configura con ciertos formato o parámetros por medio del TFTP

(Protocolo de transferencia de archivos trivial) de esta manera se realiza un registro con la central por este medio se accede al internet a alta velocidad. Al final quedara establecida la conexión por medio de cable modem como se muestra en la figura 2.1.3.

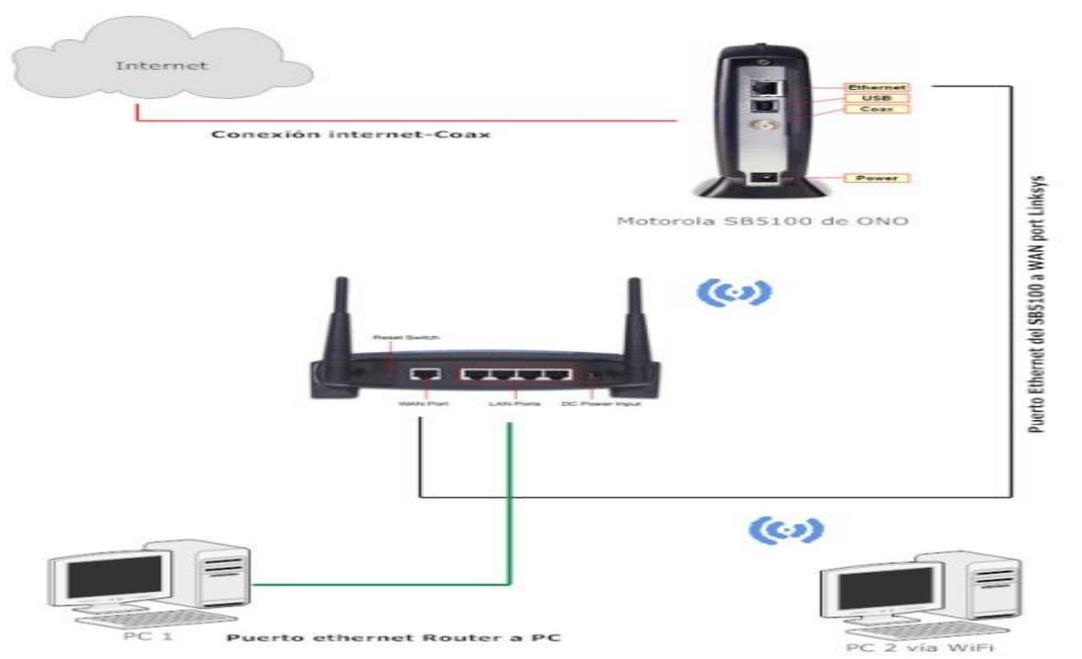


Figura 2.1. 3: Grafica de conexión con tecnología Cable modem

Fuente 3: (Navarro, 2014)

### 2.3.2.2 Ventajas de cable modem

- ✓ Todas las conexiones se utilizan Ethernet y se pierde menos carga útil.
- ✓ La latencia esta en 35 y 55 ms.
- ✓ No importa la ubicación del usuario o cliente en su velocidad.

### **2.3.2.3 Desventajas de cable modem**

- ✓ El cable modem es deficiente en su seguridad
- ✓ Varios usuarios conectados al mismo cable y al mismo momento reducirán la velocidad de navegación.

### **2.3.3 Wireless Fidelity (WI-FI)**

La tecnología de acceso directo inalámbrico comúnmente denominada Wireless Fidelity(en adelante “WI-FI”) es una tecnología de acceso inalámbrico directo, esta tecnología se basa en transmitir datos por medio de ondas electromagnéticas basadas en el estándar 802.11 a/b/c/n/g que fue creado por la IEEE (instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos), este estándar permite la conexión entre dispositivos que hablen este mismo lenguaje a una cierta distancia dependiendo de los equipos, el funcionamiento es básicamente como se muestra en la figura 2.1.4. Las tecnologías inalámbricas WI-FI permiten conexiones de datos a alta velocidad y, así mismo conexiones a internet de banda ancha a gran velocidad desde 54 Mbps hasta 100 Mbps, muy superiores a las conexiones por cable habituales.

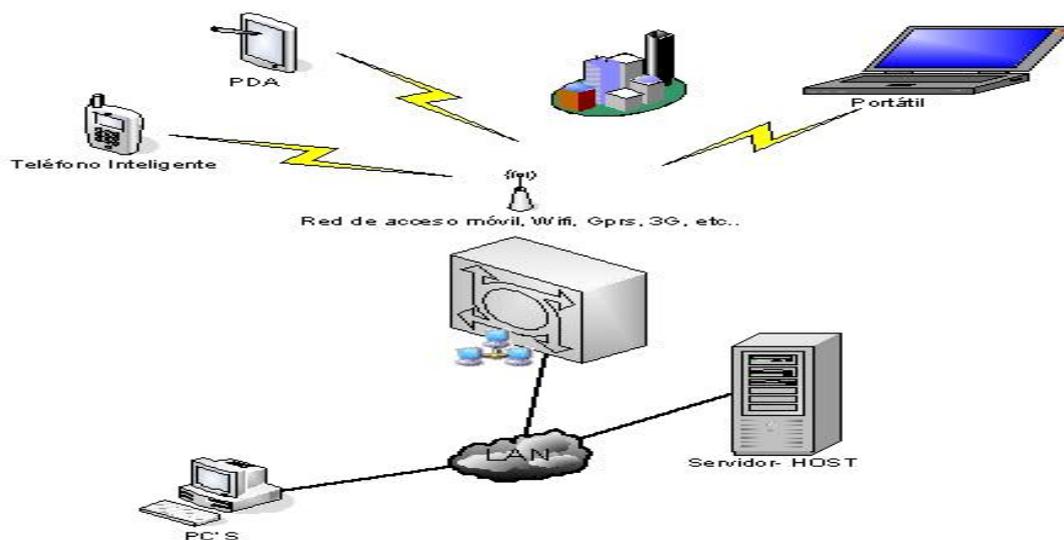


Figura 2.1. 4: Acceso inalámbrico

Fuente 4: (Knowledge Valley, 2008)

La tecnología WI-FI se utiliza en aquellas bandas del espectro radioeléctrico de libre licencia es decir que no hay que conseguir un permiso para trabajar en dichas frecuencias en este caso para nuestro proyecto la frecuencia de 5 GHz

## 2.4 Redes WLAN

Una WLAN (red de área local inalámbrica) como su nombre lo indica es una red no muy extensa en la cual se transmiten y reciben datos de manera inalámbrica a diferencia de las redes LAN que reciben su información por cable coaxial o fibra óptica. Las redes WLAN pueden tener un nodo central y varios CPE'S los cuales pueden estar a más de 10 KM uno de otro y proporcionar el internet de la misma manera e intensidad a todos los equipos conectados.

En los años últimos la comunicación inalámbrica ha ganado mucha confiabilidad por su robustez a la hora de transmitir datos de empresas, industrias, etc. Su rapidez y fácil instalación sin cables hacen que tengas ventajas sobre las redes cableadas donde estas no puedan llegar, de esta manera se reducen costos en infraestructura.

#### **2.4.1 Estándares para WLAN**

La IEEE es quien establece los estándares que se usan para las tecnologías inalámbricas para que puedan operar entre sí sin ningún problema.

#### **2.4.2 Estándar inalámbrico IEEE 802.11**

El estándar IEEE 802.11 es para las redes inalámbricas y se basa en enviar paquetes de datos por el aire, este estándar puede converger con otros estándares como el de la IEEE 802.3 que es un estándar de red Ethernet y utiliza equipos que son puntos de acceso. Existen varios tipos del estándar IEEE 802.11 los cuales se detallan a continuación.

##### **2.4.2.1 Estándar IEEE 802.11a**

Este estándar trabaja en la banda de 5 Ghz en una red WLAN una desventaja de este estándar es que no tiene compatibilidad con otros estándares de la misma línea

como el 802.11b porque la banda en que operan es la de 2 Ghz, además maneja una tasa de transferencia de 54 Mbps

#### **2.4.2.2 Estándar IEEE802.11b**

En este estándar se incrementan las velocidades de transmisión este estándar recibe el nombre de WI-FI o inalámbrico de alta velocidad, es compatible con velocidades de transmisión de datos de 1 y 2 Mbps de los sistemas DSSS.

#### **2.4.2.3 Estándar IEEE 802.11g**

Su tasa de transferencia es parecida a la del estándar 802.11a pero es compatible con otros estándares y trabaja con la tecnología OFDM (multiplexación por división de frecuencia ortogonal).

#### **2.4.3 Estándar 802.11n**

Es un estándar mejorado, puede llegar a una velocidad mínimo de 54Mbps y un máximo de 600 Mbps, utiliza tecnología MIMO que trabaja con múltiples antenas transmisoras y receptoras de esta manera optimiza el sistema manejando mas información. A este estándar n también se lo conoce como es estándar MIMO en este estándar podemos usar canales de 20 MHz y 40 MHz.

## **2.5 Ventajas de las redes inalámbricas WLAN 802.11**

Como ventajas tenemos:

- No necesitan licencia para su instalación.
- Son más sencillas de instalar que las redes de cable, permitiendo la fácil reubicación de los nodos en caso necesario.
- Pueden expandir sus redes dependiendo de los requerimientos o demanda
- Elimina la necesidad de hacer grandes inversiones para la implementación de un nodo de internet

## **2.6 Redes inalámbricas WMAN**

Las WMAN o red de área metropolitana la cual se puede extender hasta 50 km. este tipo de red pueden tener dentro de su sistema varias redes o LAN conectadas entre sí, esto también se le llama bucle local inalámbrico. (Corporation, 2014)

### **2.6.1 Estándares utilizados en redes WMAN**

En las redes WMAN se utiliza el estándar 802.16 el cual se divide en dos grupos para la tecnología WIMAX (fijo) con el estándar 802.16d y para WIMAX (móviles) el estándar 802.16e. Este estándar se basa en la conexión entre el transceptor del cliente y la de estación base. (Corporation, 2014)

### **2.6.2 Estándares de las redes WMAN**

- 802.16e (Mobile Wireless MAN)
- 802.16c (Sistema detallado de perfiles)
- 802.16b (5-6 Ghz)
- 802.16a (2-11 Ghz, Mesh, non-line-of- sight)
- 802.16.2 (minimiza la interferencia entre WMAN existentes.)

### **2.6.3 WIMAX móvil**

Wimax móvil se utiliza para la aplicaciones móviles ya que tiene un gran rendimiento pero su ancho de banda es entre 1 Mbps hasta 3Mbps que es un ancho de banda bajo. (Corporation, 2014)

### **2.6.4 WIMAX fijo**

Esta tecnología ofrece conexiones a internet desde 1 Mbps y de 5 Mbps, esta tecnología compite con otras tecnologías como el par de cobres o fibra óptica que también brindan acceso a internet Este compite directamente con los servicios cableados de acceso a Internet. (Corporation, LinkedIn, 2014)

## **2.7 Topologías básicas de las redes inalámbricas**

En el mundo Wireless existen topologías básicas como:

- Ad-Hoc
- Infraestructura
- Redes Mesh

### **2.7.1 Topología Ad-Hoc.**

Es una topología básicamente de punto a punto donde cada nodo se conectara directamente por medio del SSID, se debe considerar la cantidad de dispositivos conectados a un nodo ya que al exceder el numero razonable bajara el rendimiento de la red, a más distancia más nodos pueden conectarse a la red como especie de repetidores tanto así que algunos de los nodos no podrán verse geográficamente entre sí. (Voinea, 2011)

### **2.7.2 Topología Infraestructura.**

Esta topología es el punto de acceso a internet el cual servirá para la conexión a internet de los demás CPE'S de esta manera se envían las tramas hacia la red propia u otras redes. Cabe recalcar que para que exista una conexión todos los nodos o CPE'S deben estar dentro del rango de cobertura del punto de acceso. (Voinea, 2011)

### 2.7.3 Redes Mesh

Este tipo de topología converge dos o más redes inalámbricas normalmente las de tipo de infraestructura, este tipo de red permite a dispositivos conectarse a las redes aun no estando dentro del rango de los puntos de accesos pueden conectarse por medio de algún transmisor que está conectado a la red, y por medio de este transmisor podrá enviar sus paquetes de datos hasta el punto de acceso. Esto nos dice que los trasmisores pueden comunicarse entre ellos y pasar los paquetes por el punto de acceso, para esto es necesario tener un protocolo para enrutar la información con un mínimo de saltos. Observaremos en la figura 2.1.5 (Voinea, 2011)

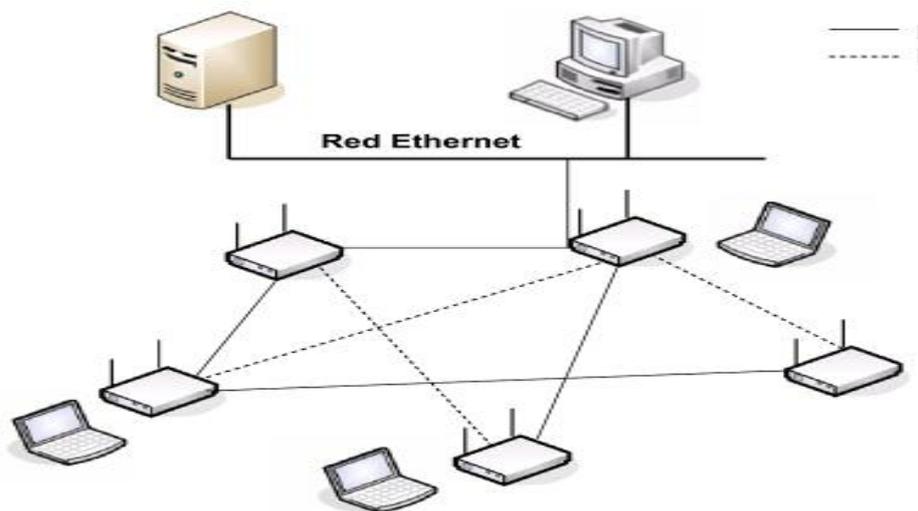


Figura 2.1.5: Ejemplo de Redes Mesh.

Fuente 5: (Lesta, 2006)

## 2.8 Estándar para wisp LAN

Utilizaremos el estándar antes mencionado que es el 802.11 para una comunicación de datos, es una estándar internacional que sirve para conexiones de una red de área local o LAN, este estándar nos dará una compatibilidad entre equipos de diferentes marcas o modelos siempre y cuando trabajen en el mismo estándar. Este estándar nos permite trabajar a altas velocidades, en nuestro proyecto utilizaremos el estándar 802.11n, este estándar define el uso de dos capas del modelo OSI que son la capa física y la capa de enlace, como vemos en la figura 2.1.6, alcanza una velocidad de procesamiento de datos de 11 Mbps hasta 100 Mbps en la capa de medios de control de acceso, este estándar trabaja usando antenas MIMO (múltiple entrada- múltiples salidas), de esta manera trabaja un WISP en este caso con antenas sectoriales con un radio de 90° puede ser una sola antena o varias dependiendo de las necesidades de la red de área local inalámbrica (WLAN).

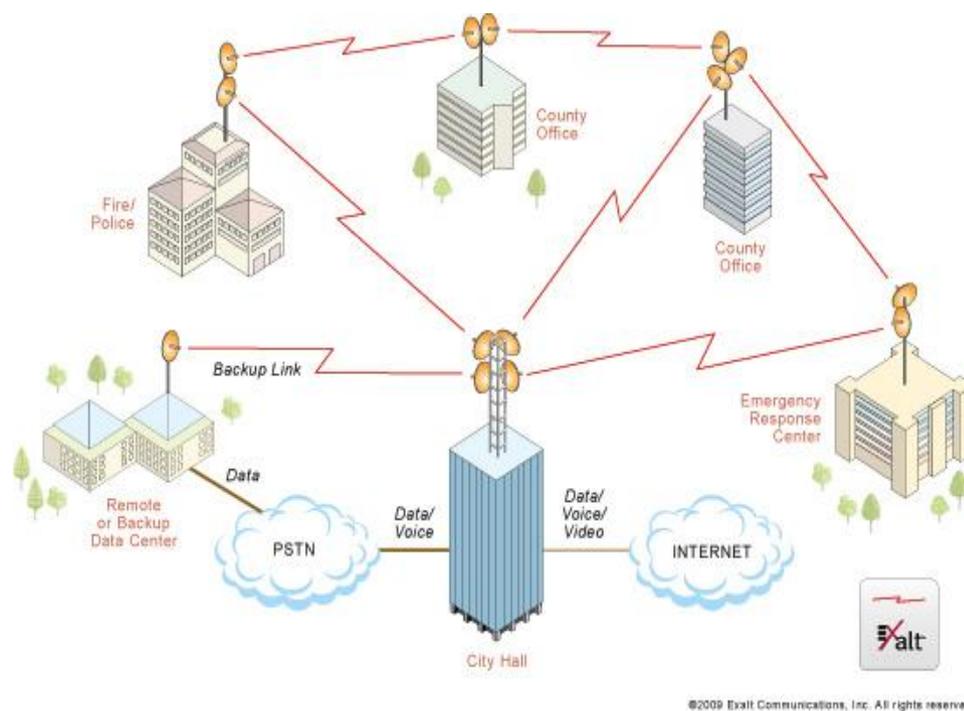


Figura 2.1.6: Estructura de un WISP

Fuente 6: (EXALT, 2014)

## 2.9 Protocolo para Wireless

El protocolo usado para la transmisión inalámbrica, y que se usará en este proyecto es el NV2 que tiene las siguientes características.

El protocolo Nv2 es un protocolo inalámbrico propietario y desarrollado por MikroTik para usarse junto con los chips inalámbricos Atheros 802.11. Nv2 está basado en la tecnología de acceso al medio TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo) en lugar de CSMA (Acceso Múltiple por Detección de Carrier), usado en los dispositivos regulares 802.11. (MikroTik, 2010), la ventaja de la modulación

TDMA, es que se asigna un tiempo a cada estación para que transmita de esta manera se manejan los datos con mejor orden.

## **2.10 Tipos de antenas para transmisión de internet inalámbrico.**

Una antena es un dispositivo cuya función es convertir la energía eléctrica en ondas electromagnéticas, las antenas que conforman un sistema deben trabajar a una misma frecuencia tanto la antena receptora como emisora.

Los tipos de antenas que se utilizan comúnmente para transmisión inalámbrica son:

- Antenas omnidireccionales
- Antenas sectoriales
- Antenas direccionales

### **2.10.1 Antena omnidireccional**

Una antena omnidireccional es aquella que su patrón de onda es de  $360^\circ$  en posición horizontal y en vertical  $8^\circ$  como se muestra en la figura 2.1.7, su potencia es de 15dbi, estas antenas deben ser instalada a una gran altura por que su polaridad vertical es de apenas  $8^\circ$ , este tipo de antenas se usa cuando se quiere dar cobertura en todas direcciones.



Figura 2.1. 7 Antena omnidireccional

Fuente 7: (34Telecom S.L.)

### 2.10.2 Antenas sectoriales

Las antenas sectoriales cubren un área específica entre  $70^\circ$  y  $120^\circ$  en polarización horizontal para su transmisión, se utilizan para proveer de algún tipo de servicio como internet a una zona específica de alguna ciudad, en la figura 2.1.8 se muestra como radia una antena sectorial, su potencia es de 20dbi con estas antenas se puede lograr cubrir  $360^\circ$  colocando 3 antenas a  $120^\circ$  en una base de triángulo una en cada lado de la base del triángulo.



Figura 2.1. 8: *Antena sectorial*

Fuente 8: (34Telecom S.L.)

### **2.10.3 Antenas direccionales**

Una antena direccional comúnmente se utiliza cuando se quiere alcanzar una mayor distancia en una dirección específica, es decir que utiliza la mayor parte de su potencia para transmitir los datos de una manera localizada y de esta manera el alcance de la señal transmitida es mayor, vemos en la figura 2.1.9 un tipo de antena direccional, cabe recalcar que existen varios modelos de antenas direccionales como Yagui, de panel y grilla.



Figura 2.1. 9: Apertura del haz de la antena direccional

Fuente 9: (34Telecom S.L.)

En la siguiente tabla 2.1.2 se observara las diferentes antenas antes mencionadas comparando sus polaridades y potencia entre sí.

Tabla 2.1 2: Tabla comparativa de tipos de antenas

Antenas					
	OMNIDIRECCIONALES	SECTORIALES	DIRECCIONALES		
			Antena panel	Antena Grilla	Antena Yagui
<b>Polarización vertical</b>	8°	8° - 30°	30°	8° - 15°	7° - 30°
<b>Polarización Horizontal</b>	360°	45° - 120°	30°	8° - 15°	7° - 30°
<b>Potencia</b>	15dbi	20dbi	8-5dbi	15-24dbi	5-16dbi

Fuente 8: autor

## **2.11 Tipos de enlaces inalámbricos**

Hay varios tipos de conexiones inalámbricas pero las más comunes utilizadas son la conexión punto a punto, punto multipunto estos tipos de conexiones pueden ser combinadas entre sí dependiendo de las necesidades de los enlaces inalámbricos.

### **2.11.1 Enlace punto a punto**

Con este tipo de conexión punto a punto la distancia que se alcanza depende de la capacidad de las antenas que se utilizan, su enlace es seguro y muy estable como se muestra en la figura 2.1.10. Es una forma muy simple estructuralmente hablando porque permite a los usuarios a una interconexión fácil y se adapta a cambios de tecnología. Para poder realizar una conexión punto a punto se debe considerar que debe existir una línea directa entre el punto A y el punto B sin ningún obstáculo es decir sin interrupciones de edificios, arboles, colinas. Además se debe considerar la curvatura de la tierra si la conexión es mayor a 30Km.

Este tipo de enlaces trabajan con el protocolo IEEE 802.11 a/b/g. su velocidad de conexión es de 11Mbps hasta los 108Mbps con una potencia de transmisión de 250mw hasta una potencia máxima de 400mw.



Figura 2.1. 10 *Enlace punto a punto*

Fuente 10: (SISENCO)

### **2.11.2 Enlace punto a multipunto**

Estos enlaces funcionan básicamente igual a los enlaces punto a punto, con la diferencia que se conectan más de un CPE al punto de acceso. Los enlaces punto a multipunto tienen un mayor alcance en su cobertura y conecta a varios puntos remotos hacia el nodo principal como se muestra en la figura 2.1.11, el nodo tendrá una antena omnidireccional o varias antenas sectoriales y los clientes antenas direccionales que apuntaran al nodo central.

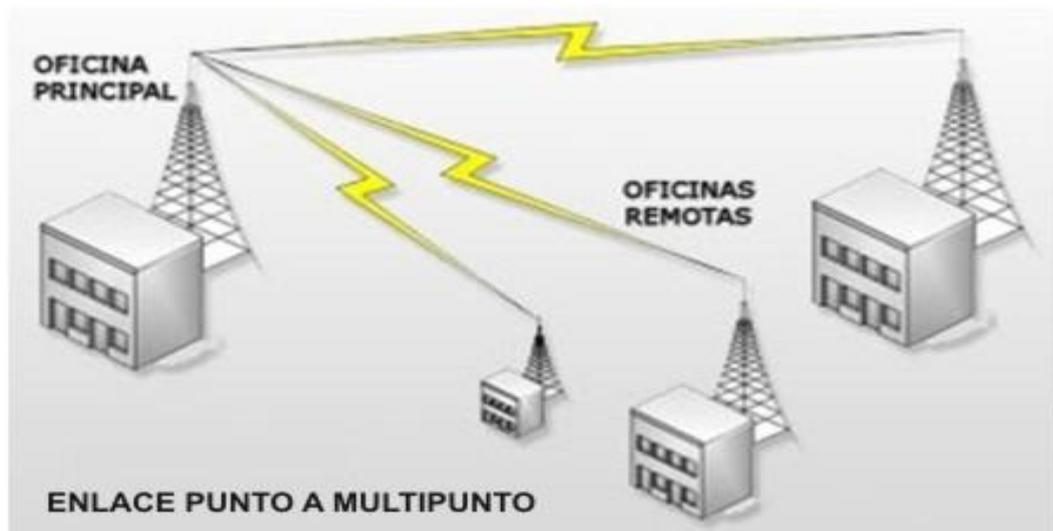


Figura 2.1. 11: *Enlace punto a multipunto.*

Fuente 11: *(Blog, Khrisier's)*

## 2.12 Radio enlace

Un radio enlace es cualquier tipo de interconexión entre dos terminales de telecomunicación que se realiza por ondas electromagnéticas, si los dos terminales son fijos se llaman radioenlaces terrenales. Podemos decir que un radioenlace terrenal es de servicio fijo cuando están situados en la superficie terrestre y se comunican por medio de una transmisión con características específicas como por ejemplo potencia, ganancia, distancias, velocidades y banda en la que trabajaran que por lo general suele ser entre 2Ghz y 50Ghz.

Los radioenlaces de servicio fijo se comunican con una visibilidad directa si la distancia es mayor a 30Km. se deberá utilizar repetidoras por la curvatura de la tierra

de manera que un radioenlace estará formado por dos terminales principales y varias repetidoras dependiendo de las necesidades del mismo.

### **2.12.1 Puntos a considerar en un radioenlace WISP**

Para establecer un radioenlace se debe tomar en consideración varios aspectos, como en que banda de frecuencia se va a trabajar, el tipo de antena y los equipos para la comunicación, niveles de ruido, distancias entre clientes y nodos.

Los radioenlaces de WISP se caracterizan por una visibilidad directa entre la antena que realiza la función de nodo principal y la antena receptora o cliente, cuando la distancia es muy grande o existe algún tipo de interferencia no se puede garantizar una buena conexión. Para prever este tipo de problemas se debe considerar los siguientes aspectos:

Para un radioenlace se realizarán los siguientes pasos:

- Visitar el lugar para establecer coordenadas exactas (latitud y longitud, altura)
- Dirección del enlace en la zona a cubrirse, se lo puede realizar en programa como radiomobile para determinar posibles obstáculos.
- Potencia con la que se trabaja y línea de vista puede obtenerse datos reales con radiomobile y comprobar si la potencia es la ideal.

- Seleccionar equipos para el radioenlace como la infraestructura (torre, equipos WISP).
- Configurar equipos según los requerimientos.
- Puesta en marcha del proyecto

### **2.13 Marco regulatorio para un ISP**

Se debe tomar en consideración las leyes que rigen en nuestro país por la súper intendencia de telecomunicaciones del Ecuador (SUPERTEL, 2014) para los proveedores del servicio de internet, donde mencionaremos las más importantes que son:

- Ley Especial de Telecomunicaciones, publicada en el Registro Oficial No. 996 del 10 de agosto de 1992 y sus reformas.
- Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, publicado en el Registro Oficial No. 404 del 4 de septiembre del 2001.
- Reglamento para la Prestación de los Servicios de Valor Agregado, publicado en el Registro Oficial No. 545 del 1 de abril del 2002.
- Reglamento de Control de los Servicios de Telecomunicaciones, publicado en el Registro oficial 274 del 10 de septiembre de 1999.

- Reglamento para Otorgar Concesiones de los Servicios de Telecomunicaciones que se brindan en Régimen de Libre Competencia, publicado en el Registro Oficial No. 168 del 21 de septiembre del 2000.
- Plan Nacional de Frecuencias, publicado en el Registro Oficial No. 192 del 26 de octubre del 2000.

Para ampliar la visión de estos reglamentos, se puede revisarlos en el sitio web oficial de la Supertel. (SUPERTEL, 2014)

### **2.13.1 Ley especial de telecomunicaciones reformada.**

La ley especial de telecomunicaciones reformada habla de un campo para la libre competencia en los servicios de telecomunicaciones de esta manera en teoría se evitaría el monopolio de empresas desleales con una competencia más pareja y promoviendo a una mejor calidad del servicio.

### **2.13.2 Frecuencias de operación.**

La frecuencia con la que se trabajara en el enlace inalámbrico será de 5,8 Ghz, en nuestro país Ecuador, es una frecuencia de libre licencia la cual no se necesita de un contrato para trabajar en ella, pero si es necesario registrarla en la SENATEL y además registrar los equipos con los que se va a realizar los enlaces.

Sabemos según las leyes que no está permitido que un carrier del servicio de internet pueda registrar una frecuencia en la que va a trabajar, porque el título habilitante solo le facultad a ser operador, mas no llegar a la ultima milla que es la red del usuario, para esto se debe tomar dos decisiones por la empresa portadora según lo leído en el marco legal de los servicios de Telecomunicaciones.

Una de las opciones a considerar es que se obtenga la concesión de servicios portadores de telecomunicaciones. Es decir que pueda ser carrier y amparo de última milla, la otra opción es que se junten dos empresas diferentes una que posea el título habilitante de ISP y la otra empresa que tenga la concesión de servicios de valor agregado o de última milla.

### **2.13.3 Carrier's en Ecuador.**

Las empresas en el Ecuador con el título habilitante para prestar el servicio de carrier's los podemos observar en la tabla 2.1.3 estas son las únicas empresas con el poder de prestar servicio de internet a las empresas que se les denomina ultima milla o SVA quienes entregaran el servicio al usuario final.

Tabla 2.1 3 Empresas con título Habilitante de carrier`s

No	OPERADORA	COBERTURA	ACTUALIZADO
1	CELEC EP.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
2	CNT EP.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
3	CONECEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
4	ECUADORTELECOM S.A.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
5	EL ROSADO S.A.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
6	EMPRESA ELÉCTRICA CENTRO SUR C.A.	Provincia de Azuay, Cañar y Morona Santiago	31-dic-13
7	ETAPA EP.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
8	GILAUCO S.A.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
9	GRUPO BRAVCO CIA. LTDA.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
10	LEVEL 3 ECUADOR LVLTA S.A.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
11	MEGADATOS S.A.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
12	NEDETEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
13	OTECEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
14	PUNTONET S.A.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
15	SETEL S.A.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
16	SURATEL SA.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
17	TELCONET S.A.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
18	TELEHOLDING S.A.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
19	TRANSNEXA S.A.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
20	UNIVISA S.A.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13
21	ZENIX S.A.	TERRITORIO NACIONAL	31-dic-13

Fuente: (SENATEL, 2014)

#### **2.13.4 ISP'S Ultima milla**

Los ISP'S de ultima milla son quienes prestan el servicio al usuario final ya sea corporativo o individuales, en el Ecuador se ha incrementando con el pasar de los años el número de SVA como podemos ver en la figura 2.1 .12 , vemos que en el año 1998 había tan solo 14 empresas de servicio de valor agregado o proveedores de ultima milla y hasta septiembre del 2014 se tiene 367 empresas SVA (servicio de valor Agregado), esto nos da una pauta de un gran crecimiento y penetración del internet en Ecuador llegando a tener 367 ISP'S de ultima milla según los datos de la SUPERTEL.

**PROVEEDORES DE SERVICIO DE VALOR AGREGADO DE INTERNET (ISP's)**

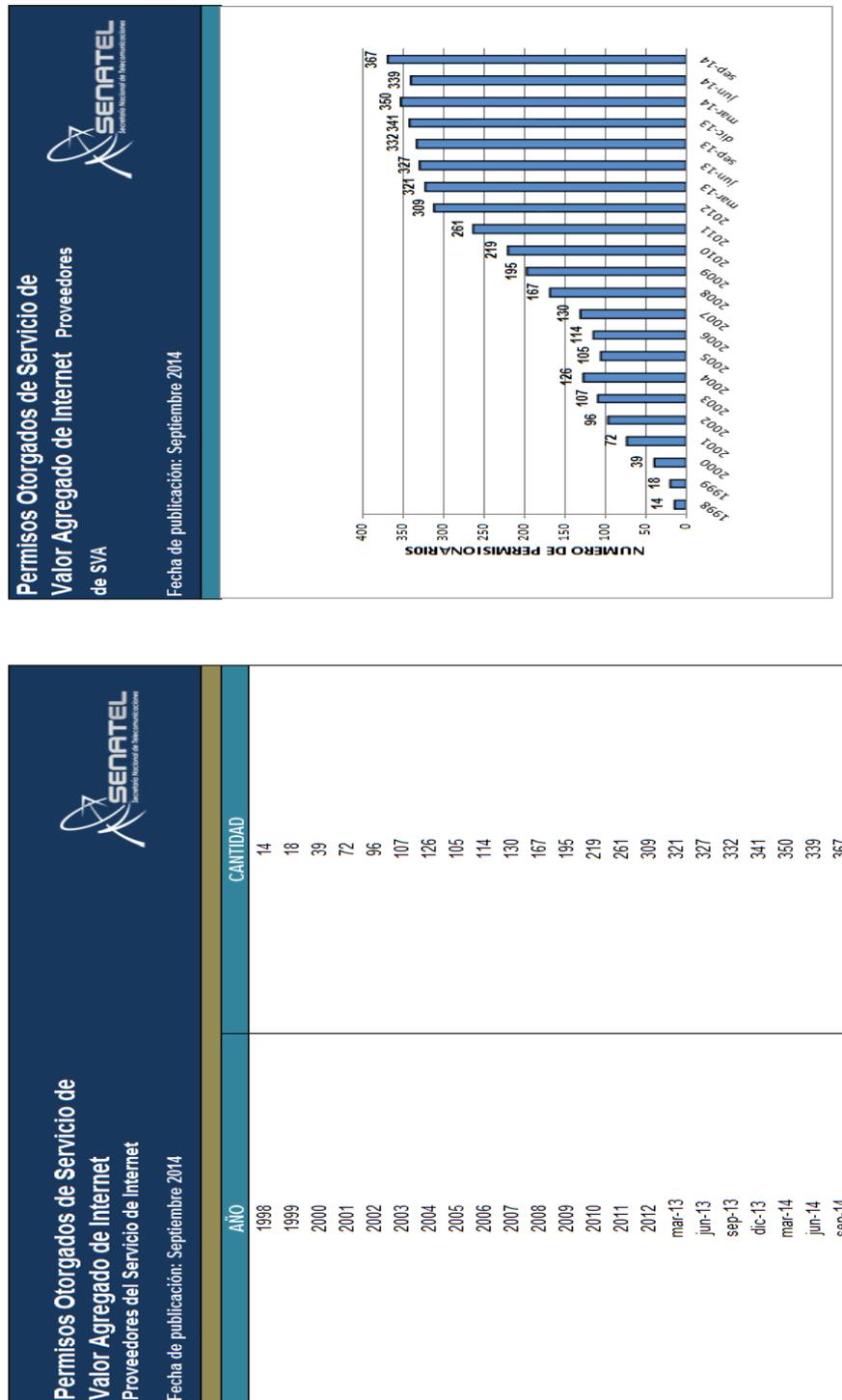


Figura 2.1. 12: Permisos otorgados de SVA

Fuente 12: (SENATEL, 2014)

FUENTE:  
SENATEL SACOF - DGGST SEPT 2014  
Nota: La información es actualizada trimestralmente

### 2.13.5 Densidad y usuarios de internet

La densidad del internet del Ecuador ha incrementado a un ritmo acelerado ya que es una herramienta fundamental para empresas, estudiantes, entidades públicas y demás, a continuación veremos en la figura 2.1.13 indicador proporcionado por la pagina de la SENATEL donde se puede apreciar la densidad del acceso a internet por provincias y además la cantidad de usuarios de internet.

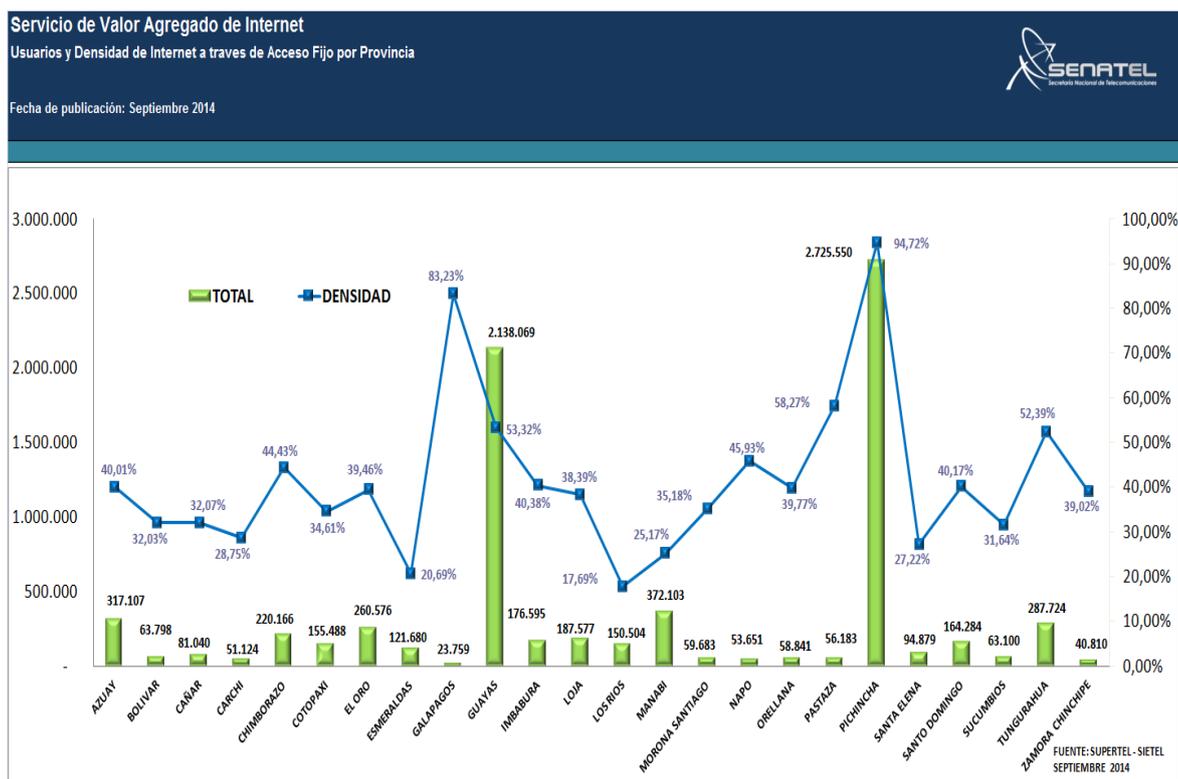


Figura 2.1.13: Usuarios y Densidad de Internet a través de Acceso Fijo por Provincia.

Fuente 13: (SENATEL, 2014)

## 2.14 Definición de variables independiente y dependiente

En nuestro estudio definiremos las variables de nuestra problemática y ampliaremos mas al respecto sobre cada una de ellas y la relación que tienen en nuestro proyecto de titulación.

Tabla 2.1 4: *Definición de variable dependiente*

VARIABLES DEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES E INDICADORES
<b>Cobertura de internet inalámbrica</b>	Internet inalámbricos cubren una mayor área con sus nodos y una alta velocidad, el acceso a la red puede ser de punto a punto o punto. La cobertura de internet inalámbrico es más factible económica y técnica.	Mininodo WISP , proveer de servicio de internet inalámbrico	-Ámbito Educativo - Área Comercial -Soporte Técnico -Mayor acceso a internet - Mayor cobertura de internet

Fuente 14: *Autor*

Tabla 2.1 5: *Definición de variable Independiente*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES E INDICADORES
<b>Falta de Nodos de internet</b>	Los nodos son puntos de acceso a un servicio de datos	nodos de internet inalámbricos	-Organizacional -Nodos saturados -Poca Inversión
<b>Poca infraestructura</b>	Infraestructura es un conjunto de equipos y software por el cual se brindan diferentes servicios	Por medio de la infraestructura se puede dar servicios al usuario	-Hardware -Software -Sistemas operativos

Fuente 15: *Autor*

## CAPITULO 3

### DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADUACION

#### 3.1 Estudio de mercado

El estudio de mercado se basa en establecer ciertos indicadores para determinar si es factible la implementación del mininodo de WISP en el sector de villa España, tomando en cuenta que como datos generales del (INEC, 2013) tenemos que el 28,3% de los hogares tiene acceso a Internet, de ellos el 43,7% accede a través de modem o Teléfono, 9,8 puntos menos que en 2012.

Esto da una pauta como se observa en la figura 3.1 con el color verde, que en los últimos años se ve un incremento del acceso a internet a través de tecnología inalámbrica.

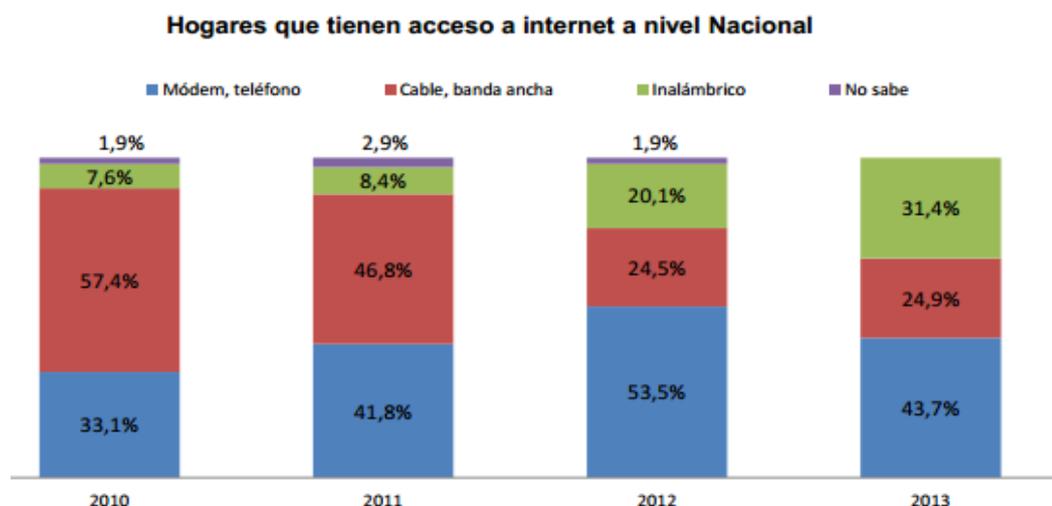


Figura 3 1: *Crecimiento de la tecnología Inalambrica*

Fuente 16: (INEC, 2013)

### **3.2 Estudio la demanda de clientes en el sector**

Sabiendo que ya existe un mercado posicionado por parte de la empresa, los indicadores principales para establecer la implementación del mininodo son:

1. Determinar el número de viviendas
2. Competencia de otras operadoras en el sector
3. Clientes potenciales

#### **3.2.1 Número de viviendas en la ciudadela Villa España.**

La ciudadela villa España está ubicada al norte de Guayaquil específicamente en la Av. Francisco de Orellana, entre la Av. Manual Ignacio Gómez Lince y vía Perimetral. Determinaremos cuantas viviendas existen en esta urbanización para a futuro con estos datos tener un estimado de los posibles clientes potenciales.

Esta Gran urbanización consta de de 6 sub urbanizaciones según (Castañeda, 2010) como explica en la figura 3.2 las cuales son:

- Valencia con 656 villas
- Málaga con 542 Villas
- Barcelona con 504 villas y 2 viviendas de comercio
- Sevilla 607 villas
- Madrid con 452 villas y 48 viviendas de comercio

- Mallorca con 475 villas

Es decir que solo hablando de la ciudadela villa España específicamente, tenemos un total de 3,286 viviendas.



Figura 3 2: Plano de Villa España 1

Fuente 17: (Castañeda, 2010)

### 3.2.2 Competencia de otras operadoras en el sector

Se realizo visitas al sector de la ciudadela villa España y se constato que existe una baja penetración en la zona de parte de empresas que proveen el servicio de

internet en la zona por diversas causas, como una baja infraestructura, saturación de Nodos y demás.

En la visita al sitio se observo que la ciudadela villa España no tiene red cableada por parte del grupo TV cable y esta información se corroboró con el Ing. Daniel Hernández Jaramillo quien labora en esta empresa como supervisor de campo. Por otro lado la empresa CNT llega al usuario por la misma red de cobre con tecnología ADSL, pero al investigar sobre si existe la posibilidad de contratar el servicio, se supo que la red está completamente copada es decir saturada y por último la empresa Netlife la cual ofrece servicio de internet por medio de tecnología FTTH , pero como se sabe, en la actualidad el servicio por fibra óptica tiene un costo elevado y no es muy asequibles para las familias, adicional no cubre toda la zona de la ciudadela villa España según (Netlife, 2014) en su página.

Adicional se sabe por el lugar donde laboro que es la empresa Univisa, que el nodo que provee de internet a la ciudadela villa España y alrededores está a su máxima capacidad, es decir la capacidad total del nodo no abastece para la demanda del sector. Sabiendo estos datos hemos demostrado que es muy factible establecer el mininodo para abastecer los requerimientos de las familias del sector.

### 3.2.3 Clientes potenciales en el sector

Para determinar el número de clientes potenciales, se utilizara una formula de muestreo de población en la zona de villa España, que según (Morles Victor, 1994) nos dice que el conjunto de datos de los cuales se ocupa un determinado estudio estadístico se llama población, y para nuestro estudio utilizaremos la siguiente formula.

$$N = \frac{4NPq}{e^2 (N-1) + 4Pq}$$

Donde sabemos que:

N: Población = 1500 familias

P: éxito = 50 %

q: fracaso = 50%

E: error =5%

$$N = \frac{4 (1500 \times 0,5 \times 0,5)}{(0,05)^2 (1500-1) + 4(0,5 \times 0,5)}$$

$$N = \frac{4 (1500 \times 0,5 \times 0,5)}{(0,05)^2 (1500-1) + 4(0,5 \times 0,5)}$$

Donde; N = 400 posibles clientes

Como vemos según la fórmula de morlés para la muestra de la población, siendo la población cualquier conjunto de elementos a los cuales se requiere conocer más sobre sus características, que para nuestro estudio son los posibles clientes de la ciudadela villa España. El resultado de los posibles clientes potenciales en la ciudadela villa España es de 400 clientes, lo cual está dentro de la capacidad de nuestro WISP.

### **3.3 Análisis del entorno donde se diseñara el mini nodo wisp.**

Una vez establecido un nicho de mercado para el proyecto, el siguiente paso es analizar el sector donde se implementara el mininodo WISP para aquello se debe realizar visitas y un estudio al sitio para ver si es la mejor opción para establecer nuestro mininodo, para esto tomaremos en cuenta varios aspectos técnicos como son:

1. Visita al sitio
2. Geografía del terreno (elevación)
3. Coordenadas del lugar
4. Simulación de enlaces punto a multipunto

### **3.3.1 Visita al sitio**

Se visita el sitio donde se implementara posiblemente al mininodo para aquello se tomara en consideración la geografía del sector, sabemos que para un radio enlace se debe tener una línea de vista sin obstáculos entre el nodo principal y los clientes, es decir que en primera instancia se buscara la parte más elevada del sector y casas de dos pisos con terrazas para establecer el mininodo.

Entonces de acuerdo a la visita técnica se observo casas preferiblemente de dos pisos con terraza y acceso independiente puesto que de esta manera se logra una mayor altura para los enlaces y facilidades para el ingreso a los equipos con el acceso independiente de la vivienda.

### **3.3.2 Geografía del terreno (elevación)**

También se observa la topología del sector y para complementar nuestra visita y decisión para elegir el sitio con la ayuda de herramientas como el Google Earth podemos observar la elevación del sitio y se llego a la conclusión que uno de los lugares más elevado para abarcar todo la ciudadela de Villa España con una altura geográfica de 29 m es el que se muestra en la figura 3.3.



Figura 3 3: *Elevación de la ubicación del Mininodo*

Fuente 18: *Autor*

Con la ayuda del Google Earth hemos determinado uno de los puntos más altos de la zona. Ahora se mostrara en la figura 3.4 la elevación del punto más distante que abarcara el radio enlace, y vemos que este tiene una altura de 9mtrs es decir que tendrá una excelente cobertura por parte del mininodo.

Con estos datos tiene una clara idea de que el sitio escogido para el enlace punto a multipunto si es factible, puesto que el punto donde ira la torre con los equipos tiene una mayor elevación con respecto al resto del sector que se desea cubrir, y su distancia máxima desde el mininodo al cliente más lejano es de es de 920 Metros.

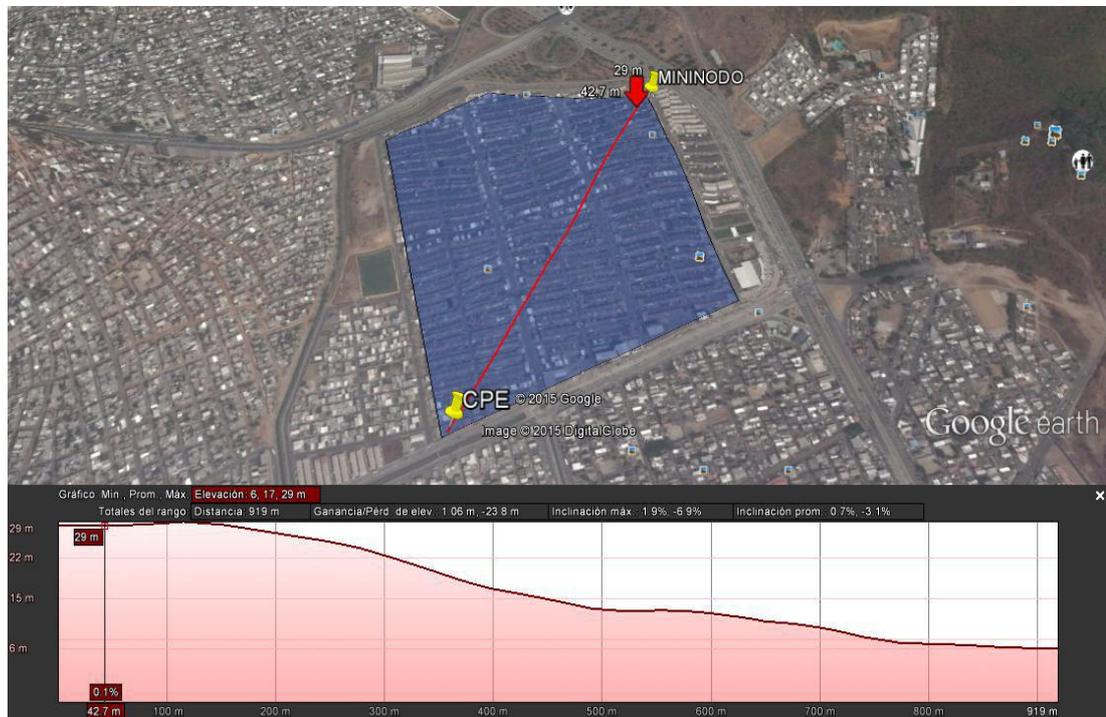


Figura 3 4: Elevación del CPE más distante del Mininodo

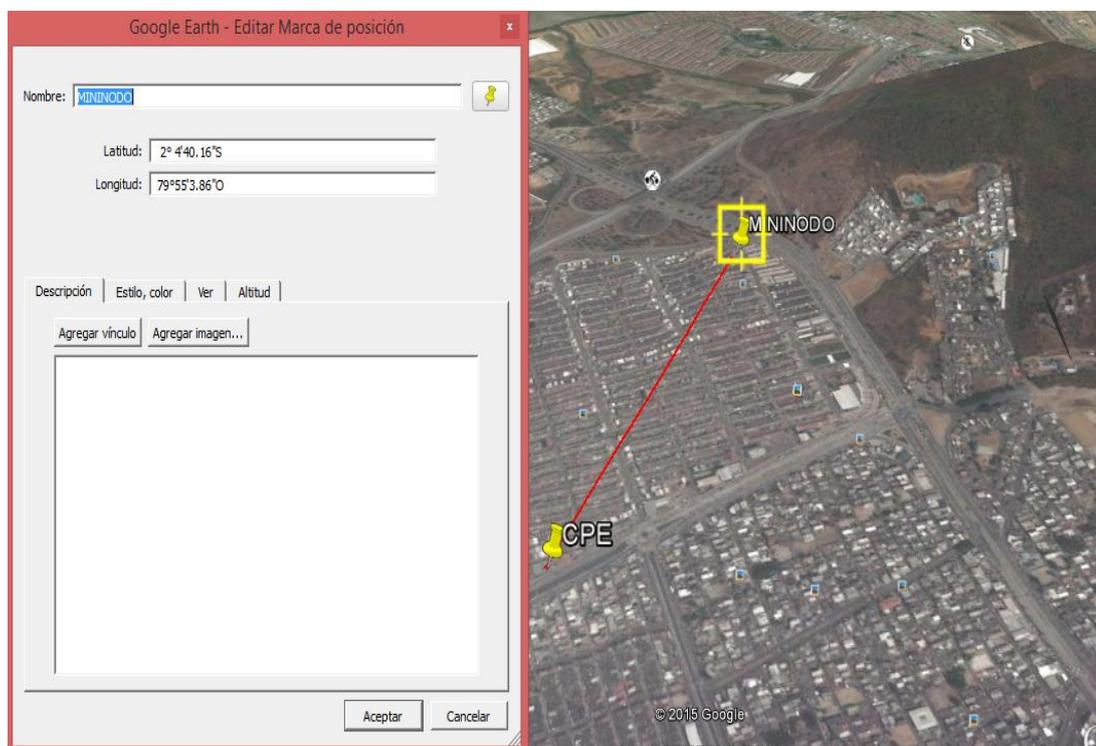
Fuente 19: Autor

### 3.3.3 Coordenadas del lugar

Después de utilizar un sistema de posicionamiento global o GPS para determinar las coordenadas del lugar, se tiene la ubicación geográfica exacta con coordenadas del sitio de la vivienda como se muestra en la tabla 3.1, las cuales cumple con todas las características técnicas, para ser allí en ese lugar donde se implementara un mininodo WISP. Además desde este punto se tiene una excelente línea de vista y con cobertura a toda la zona que se espera abarcar. Como observamos en la figura 3.5 utilizando Google Earth se grafica el sitio con sus coordenadas son:

Tabla 3 1: *Coordenadas del sitio*

LOCALIDAD	LATITUD	LONGITUD	ALTURA
URB. VILLA ESPAÑA	2° 4'40.16"S	79°55'3.86"O	21 M

Fuente 20: *Autor*Figura 3 5: *Coordenadas del sitio*Fuente 21: *Autor*

### 3.3.4 Simulación de enlaces punto a multipunto

Luego de la visita al sitio y observar el lugar idóneo con una buena elevación y condiciones técnicas donde se implementara del mininodo, se debe realizar pruebas para comprobar que existe una buena línea de vista desde el punto del mininodo hasta los posibles CPE (Equipo Local del Cliente) que se encuentran a mayor distancia. Para esto se utilizan varios software que son herramientas que realizan este tipo de pruebas como el programa Radio Mobile o la página de Ubiquiti Networks, estos programas simulan enlaces de punto a punto o punto multipunto.

Se utilizo el software Radio Mobile ya que este programa nos permite realizar varios enlaces a la vez y tener una mejor percepción de distintos parámetros que necesitaremos para lograr nuestro radio enlace como potencia de radio, zona de fresnel, altura de la torre y por supuesto línea de vista entre el mininodo y los CPE.

Se realizo la simulación de el enlace punto a punto en Radio Mobile para esto haremos un muestreo con 3 potenciales clientes o CPE en distintos puntos de la zona de cobertura de la ciudadela Villa España así se demostrará una excelente cobertura en todo el sector. La utilización de este programa nos ayudará con la simulación con cartografías digitales que podemos exportar a Google Earth y visualizarla de mejor el radio enlace, lo bueno del programa es que así se utilice equipos con estándar 802.11 o 802.16 WIFI o WIMAX, nos mostrará los enlaces ya que estos son de la familia de sistemas que trabajan con línea de vista directa (LOS).

Hemos simulado tres enlaces con CPE o clientes para demostrar que si existe una Línea De Vista directa como se muestra en la figura 3.6, de esta manera estamos convencidos que el lugar escogido es el idóneo para que sea el centro de operaciones, ya que la línea de vista es perfecta y con buena recepción.



Figura 3 6: Línea de vista de Mininodo a CPE,S

Fuente 22: Autor

En la siguiente tabla 3.2 se muestra el rol que cumple cada uno de los puntos enlazados al mininodo, el número de envíos de prueba que se entregan y cuantos se reciben de esta manera sabremos si la conexión es estable, además la altura del AP y los CPE.

*Tabla 3 2: Reporte de rendimiento de Enlaces en radio Mobile*

<b>NOMBRES</b>	<b>ROLES</b>	<b>NUMEROS DE ENVIOS</b>	<b>SISTEMAS</b>	<b>ALTURA DE ANTENAS</b>
Mininodo (AP)	Comando	50-50-50	Radio enlace	18mtrs
Cliente 1 (CPE)	Subordinado	50	Radio enlace	10mtrs
Cliente 2 (CPE)	Subordinado	50	Radio enlace	10mtrs
Cliente 3 (CPE)	Subordinado	50	Radio enlace	10mtrs

Fuente 23: *Autor*

A continuación se mostrara para una mejor percepción de la línea de vista y observar el ancho de la zona de fresnel, exportaremos el enlace realizado en Radio Mobile a Google Earth y veremos cada enlace en 3D entre el Mininodo y los tres clientes potenciales que hemos elegido al azar. La línea de vista directa a cada CPE las observaremos en color azul y apreciaremos que existe una buena línea de vista en cada uno de los enlaces y la zona de fresnel que es el volumen de espacio entre emisor y receptor estará de color amarilla, todo lo dicho en la figura 3.7.

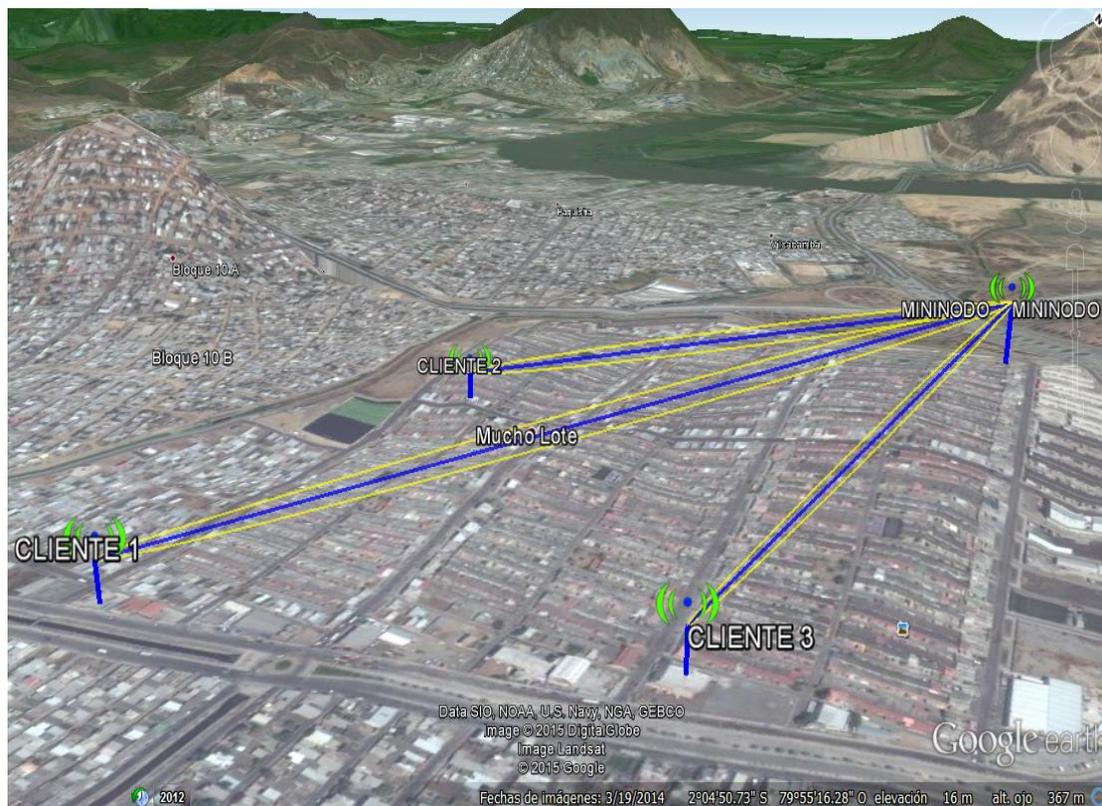


Figura 3 7: Líneas de vista y zona de fresnel

Fuente 24: Autor

### 3.4 Costos de implementación del Mininodo WISP

Ahora se analiza el costo de los equipos que se utilizarán para la red, tanto los equipos del mininodo como los del cliente, también el costo de la implementación de la torre donde estarán los equipos y el alquiler de la vivienda que ya se ha identificado previamente.

### 3.4.1 Equipos del Mininodo

Los equipos que utilizara el Mininodo serán de una marca certificada como los equipos MikroTik, en las siguientes tablas se detallarán características y costos de cada uno de los equipos que utilizaremos con precios reales de la página MikroTik. (Mikrotik, 2014). En la tabla 3.3 se observa características de la Base box 5, que es el cerebro de la antena.

Tabla 3 3: *Equipo Estación Base.*

	Detalles
<b>Imagen</b>	
<b>Modelo/Marca</b>	Base Box 5 / MikroTik
<b>Estándar Wireless</b>	802.11 a/n
<b>Puertos Ethernet</b>	1
<b>Sistema operativo</b>	RouterOS
<b>Voltajes/Potencia</b>	24v / 14w
<b>Ganancia</b>	13 dbi
<b>Frecuencias</b>	5 GHz
<b>Precio estimado</b>	\$ 89

Fuente 25: *autor*

La tabla 3.4 contiene especificaciones de la antena sectorial Ubiquiti que es de una marca diferente pero es compatible con los equipos MikroTik, específicamente con la base box5 que es su complemento para una buena performance.

Tabla 3 4: *Antena sectorial.*

	<b>Detalles</b>
<b>Imagen</b>	
<b>Modelo/Marca</b>	Antena sectorial AM-M-V5G-Ti/ Ubiquiti
<b>Frecuencias</b>	5.45- 5.85 GHz
<b>Angulo</b>	90°
<b>Sistema</b>	MIMO
<b>Ganancia</b>	21dbi/60° 20dbi/90° 19dbi/120°
<b>Precio Estimado</b>	\$ 300

Fuente 26: *Autor*

Aquí vemos en la tabla 3.5 el Router que hará de servidor del mininodo

Tabla 3 5: *Router MikroTik*

	<b>Detalles</b>
<b>Imagen</b>	
<b>Modelo/Marca</b>	Ccr1016-12g/MikroTik
<b>Puertos Ethernet</b>	12
<b>Sistema operativo</b>	RouterOS v6
<b>Voltajes</b>	12v-18v
<b>RAM</b>	2GB
<b>Puerto serial</b>	RS232
<b>Precio estimado</b>	\$ 645

Fuente 27: *Autor*

La regletas IP en la tabla 3.6 que se utiliza para el remote Shutdown o apagado remoto

Tabla 3 6: *Regletas IP*

	Detalles
<b>Imagen</b>	
<b>Modelo/Marca</b>	Msh-3223c-08n8 /DigiPower
<b>Puertos</b>	8 (IEC320)
<b>Protocolo</b>	UDP
<b>Voltajes</b>	230v
<b>Precio estimado</b>	\$ 25

Fuente 28: *Autor*

### 3.4.2 Equipos del Cliente

Los equipos de los clientes para la recepción de señal también serán de la misma línea MikroTik, si el cliente desea repartir la señal que se le proporciona deberá retransmitirlo por un Router Wireless TP-LINK, las características de estos equipos los veremos en las siguientes tablas.

La tabla 3.7 muestra la antena receptora del cliente o CPE

Tabla 3 7: Antena de recepción.

	Detalles
<b>Imagen</b>	
<b>Modelo/Marca</b>	SXT 5Hnd/MikroTik
<b>Puertos Ethernet</b>	1
<b>Estándar</b>	802.11 n
<b>Voltajes</b>	9v-30v
<b>Ganancia</b>	16dBi
<b>Acceso Inalámbrico</b>	200Mbps
<b>Frecuencia</b>	5GHz
<b>Protocolo</b>	Nv2
<b>Precio estimado</b>	\$89

Fuente 29: Autor

Router inalámbrico del cliente en la tabla 3.8.

Tabla 3 8: *Router Wireless.*

	<b>Detalles</b>
<b>Imagen</b>	
<b>Modelo/Marca</b>	TL-WR740N/TP-Link
<b>Puertos LAN/WAN</b>	4/1
<b>Estándar</b>	802.11 b/n/g
<b>Voltajes</b>	9v
<b>Acceso Inalámbrico</b>	150Mbps
<b>Ganancia</b>	5dBi
<b>Frecuencia</b>	5GHz
<b>Protocolo</b>	Nv2
<b>Precio estimado</b>	\$ 15

Fuente 30: *Autor*

Como vemos en las tablas anteriores se decidió por la marca MikroTik, porque estos equipos cuentan con un plus adicional a diferencia de las otras marcas que es el protocolo NV2 el cual no permite ser detectado por cualquier equipo que no maneje este protocolo, la mayoría de computadores o celulares actuales vienen con el protocolo 802.11, es decir que la persona que se quiera conectar a nuestro nodo deberá saber las configuraciones que utilizaremos a nuestros equipos y además tener receptores MikroTik con el protocolo NV2 activado.

### **3.4.3 Costo de torre para mininodo y vivienda**

Para el Mininodo se utilizara una torre que será de 18 metros de altura, esta torre llamada arriostradas (torres tirantes) que son construidas sobre edificaciones ya existentes, cuentan con tirantes a diferentes distancias como se observa en la figura 3.8 esta torre es galvanizado al caliente y bañados en zinc. Para su construcción e implementación se contratara a una empresa que se especializa en este tipo de trabajo a cargo del Ing. Carlos Solórzano. La altura y el costo de armado se detallarán en la siguiente tabla 3.9.

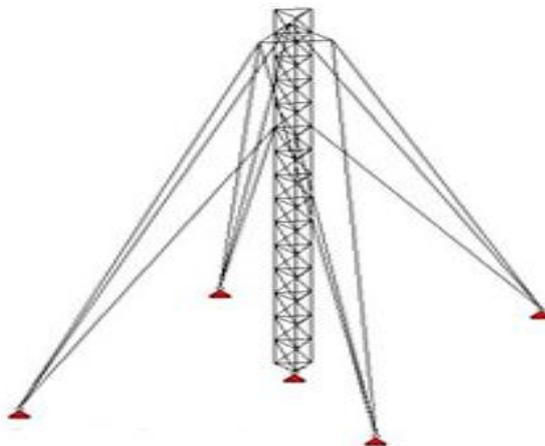


Figura 3 8: Torre Arriostradas (sobre edificaciones)

Fuente 31: (Imporcosa, 2015)

Tabla 3 9: Costo de torre

Numero de torre	Valor por metro	Altura	Total
1	\$90	18 Mtrs.	\$ 1.620

Fuente 32: Autor

#### 3.4.4 Costo de alquiler de la Terraza

La vivienda donde se arrendara la parte de la terraza para el Mininodo, tendrá un costo mensual de \$ 200 y adicional se la proveerá del servicio de internet gratuitamente.

#### 3.4.5 Costos totales de la implementación

En la siguiente tabla 3.10 se mostrara la lista de valores y el total de la inversión para el Mininodo WISP.

Tabla 3 10: *Valores totales del Mininodo WISP*

<b>CANTIDAD</b>	<b>DETALLES</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
6	Base Box 5	\$ 89	\$ 534
6	Antena titanium	\$ 300	\$ 1.800
1	Router Ccr1016-12g	\$ 645	\$ 645
2	Regleta IP Msh-3223c	\$ 100	\$ 200
1	Cable FTP CAT. 6	\$ 100	\$ 100
1	Vivienda	\$ 200	\$ 200
1	Torre	\$ 1.620	\$ 1.620
<b>INVERSION TOTAL DEL MININODO</b>			<b>\$ 5.099</b>

Fuente 33: *Autor*

También se debe considerar el enlace microonda que nos entrega la empresa de telefónica quien será nuestro proveedor de acceso a internet, a quien se le hará el requerimiento de 10 MB para empezar el cual tiene un costo de \$300 de instalación y \$1000 dólares mensuales por el enlace.

### **3.5 Diseño del mini nodo WISP**

Una vez establecido los parámetros más importantes como el lugar exacto donde se levantará el mininodo, de revisar la geografía del sitio. También de realizar las simulaciones de línea de vista con Radio Mobile y Google Earth y analizar cuál sería la mejor marca para nuestros equipos, decidiendo por la marca MikroTik quien trabaja con su propio protocolo que lo hace más robusto, ahora podemos diseñar un esquema del mininodo y ver su levantamiento y puesta en marcha.

### 3.5.1 Diseño del mininodo

Para el punto de acceso se realizara un gráfico con el programa Visio 2013 de cómo se verá nuestra red de servicio de internet inalámbrico, además de cómo estarán los equipos en el Mininodo y las antenas de los clientes como observaremos en la figura 3.9.

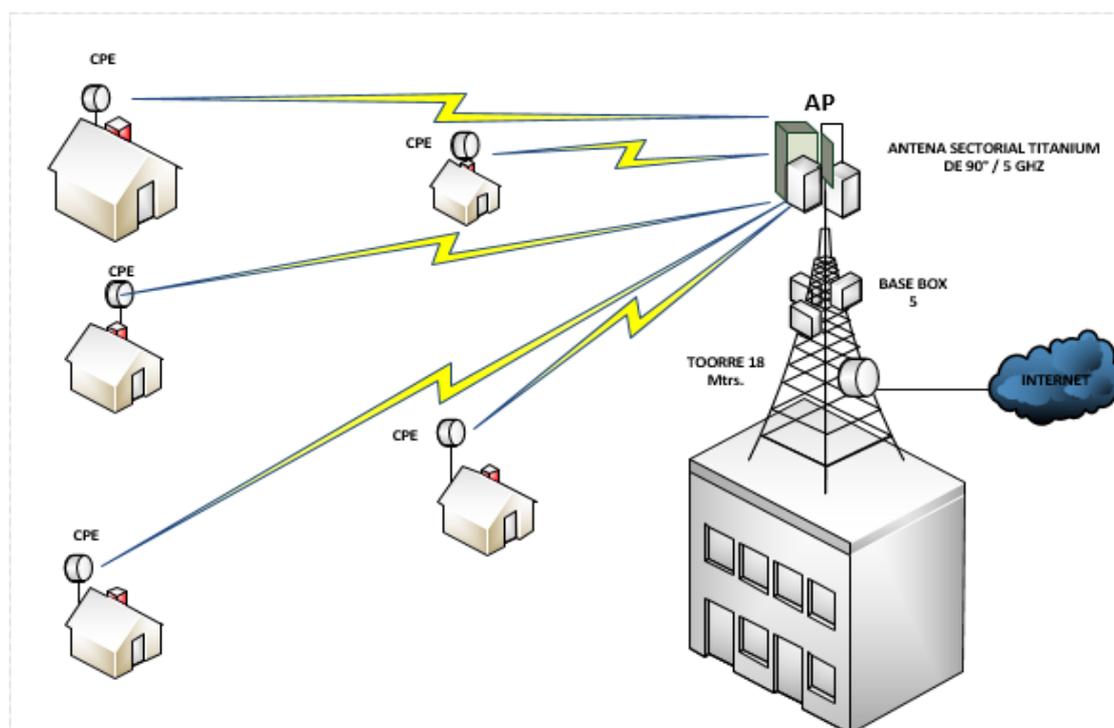


Figura 3 9: Esquema de la red WISP

Fuente 34: Autor

Se puede observar el diseño de nuestra red WISP donde se ubica la torre con sus equipos y clientes potenciales en diferentes zonas.

### 3.5.2 Análisis de frecuencias libres

Para lograr una buena transmisión de datos se realizó un análisis de frecuencias para determinar cuál de estas tiene menos tráfico e interferencias y así poder transmitir sin problema. Este análisis lo podemos realizar desde una antena MikroTik o Ubiquiti las cuales tienen la opción de poder analizar el espectro de frecuencias.

Se mostrara como se realizó el análisis con una antena MikroTik para determinar las frecuencias ocupadas en el sector de villa España. Lo primero que debemos hacer es conectar una antena MikroTik a nuestra laptop, esta antena debe manejar la frecuencia de 5GHz la cual la podemos observar en la tabla 3.7 que corresponde a la antena que se utilizo para el análisis. Luego entramos a winbox que es programa propio de MikroTik de descarga gratuita, ya dentro de la antena ingresamos en la pestaña Wireless ubicada a la izquierda de la pantalla como vemos en la figura 3.10, luego le damos doble clic en BasevillaespaN1.



Figura 3 10: Winbox /Wireles

Fuente 35: Autor

Se abre una ventana donde en la pestaña Wireless, aquí se ingresa una frecuencia para nuestro estudio será 5180 MHz y más abajo en el recuadro donde dice Scan List ingresaremos la frecuencia hasta donde queremos que se realice el escaneo que en este caso será la frecuencia de 5900 MHz y se da clic en Scan como vemos en la figura 3.11.

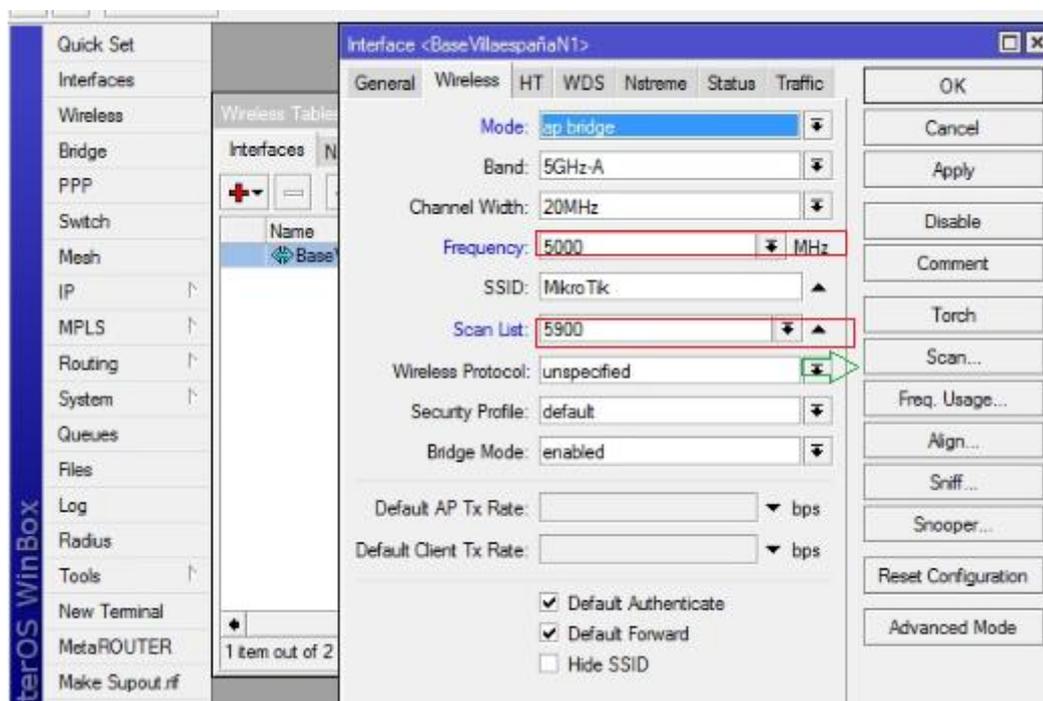


Figura 3 11: Configuración Wireless

Fuente 36: Autor

Se nos abre una ventana (Scanner) donde aparecerán todas las frecuencias ocupadas por otros enlaces la banda en que trabajan, el canal que tienen, el nombre del radio, la señal de ruido y la intensidad de señal como observamos en la figura 3.12.

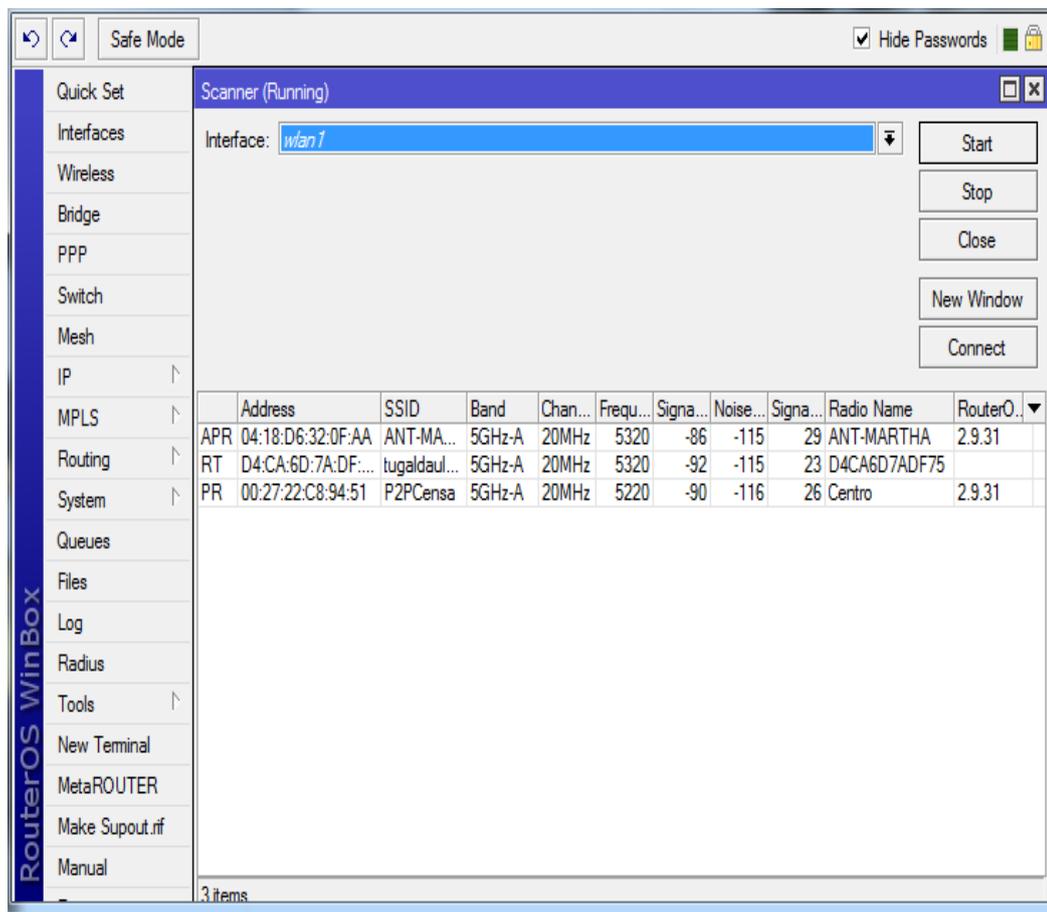


Figura 3 12: Frecuencias ocupadas en la zona de Villa España

Fuente 37: Autor

Una vez realizado el escaneo de frecuencias libres en un ancho de banda de 20MHz se mostrará las frecuencias con menos tráfico en la zona de villa España las cuales hemos seleccionado para los puntos de acceso, en la tabla 3.11 se detallará la frecuencia y ancho de banda de cada una de las bases.

Tabla 3. 11: *Frecuencias libres*

CPE SCAN LIST	BASES	FREQ	CHANNEL WIDTH
5215,5710,5615,5410	BASE1	5410	20
5195,5010,5690,5795	BASE2	5795	20
5495,5595,5695,5790	BASE3	5790	20
5275,5350,5475,5675	BASE4	5275	20
5490,5595,5650,5700	BASE5	<b>5490</b>	20
5650,5715,5325,5480	BASE6	<b>5650</b>	20

Fuente 38: *Autor*

### 3.5.3 Montaje de los equipos

La red de acceso, es a lo que le denominamos la ultima milla que es la conexión entre en mininodo y el cliente. Para logra esta conexión debemos montar los equipos que previamente hemos elegido en la torre para que luego estos sean configurados.

Para el AP se colocarán seis antenas sectoriales a un ángulo de 3° de inclinación en lo más alto de la torre las cuales irán conectadas a las seis base box 5, luego estos equipos refiriéndonos a las bases box 5 irán conectada por el cable FTP al concentrador que es el Router cloud core quien administrar a los seis AP y determinara la tasa de transferencia de cada uno de ellos, veremos en el grafico 3.13 un esquema de el levantamiento de el mininodo y como se verían básicamente los equipos ya instalados.

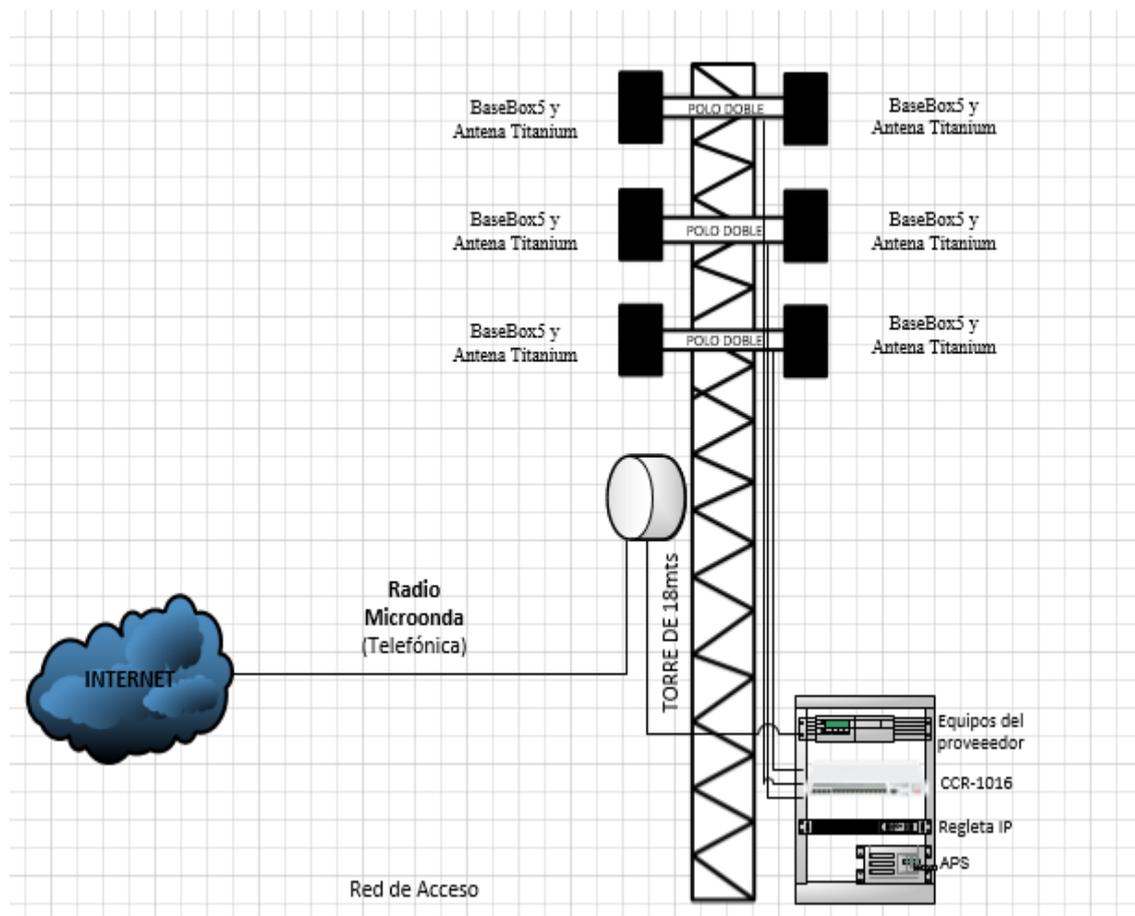


Figura 3 13: *Esquema del levantamiento del Mininodo*

Fuente 39: *Autor*

Se observa en la figura 3.13 la ubicación de cada uno de los equipos que se utilizará, detallando el lugar en el rack que ocupará cada equipo como las antenas titanium sectorial con su base box 5, los equipos del proveedor quien nos entregará el servicio por medio de enlace microonda, nuestro Router CCR.1016, regletas IP, APS.

## **3.6 Configuración de los equipos**

Una vez instalados los equipos como se mostro en la figura 3.13, se pasara a la configuración de los equipos específicamente las bases box 5 y el cloud core estableciendo los parámetros necesarios para un buen rendimiento de la red.

### **3.6.1 Configuración del AP**

Para la configuración de los equipos MikroTik se debe descargar el programa propio de MikroTik llamado winbox quien permitirá entrar al equipo por medio de la Mac address y lo podemos descargar de la página de MikroTik (Mikrotik, 2014). Una vez descargado el programa winbox lo primero que se hará es garantizar el enlace entre el AP y el CPE, y para ello realizaremos lo siguiente:

En winbox para configuración del AP:

Se conecta el equipo a una PC luego se abre el programa, se busca el equipo y se ingresa por la Mac address y damos conectar conectar, una vez dentro de la base box 5 se realiza los siguientes cambio como se muestra en la figura 3.14

En winbox /General:

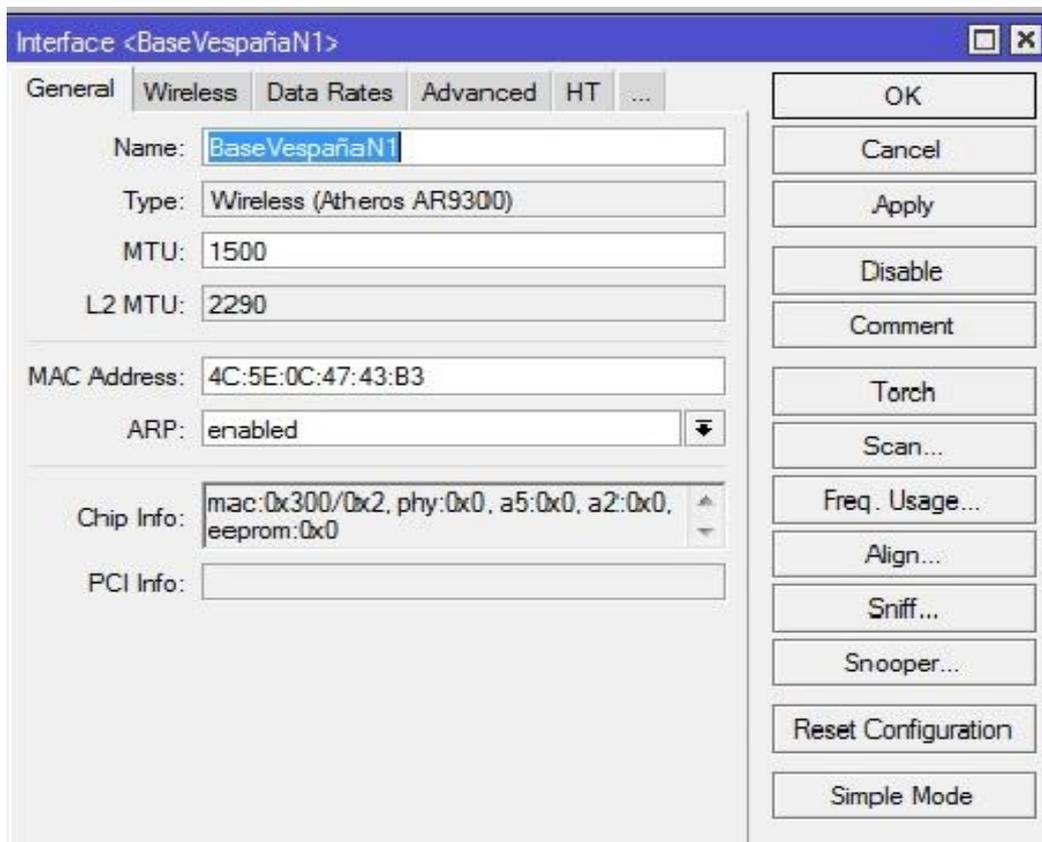


Figura 3 14: Configuración AP general

Fuente 40: Autor

En la pestaña general en Name se establece como nombre “BaseVespaña1” de esta manera podrá ser identificado, el resto de las configuraciones quedaran por defecto

En winbox/ Wireless:

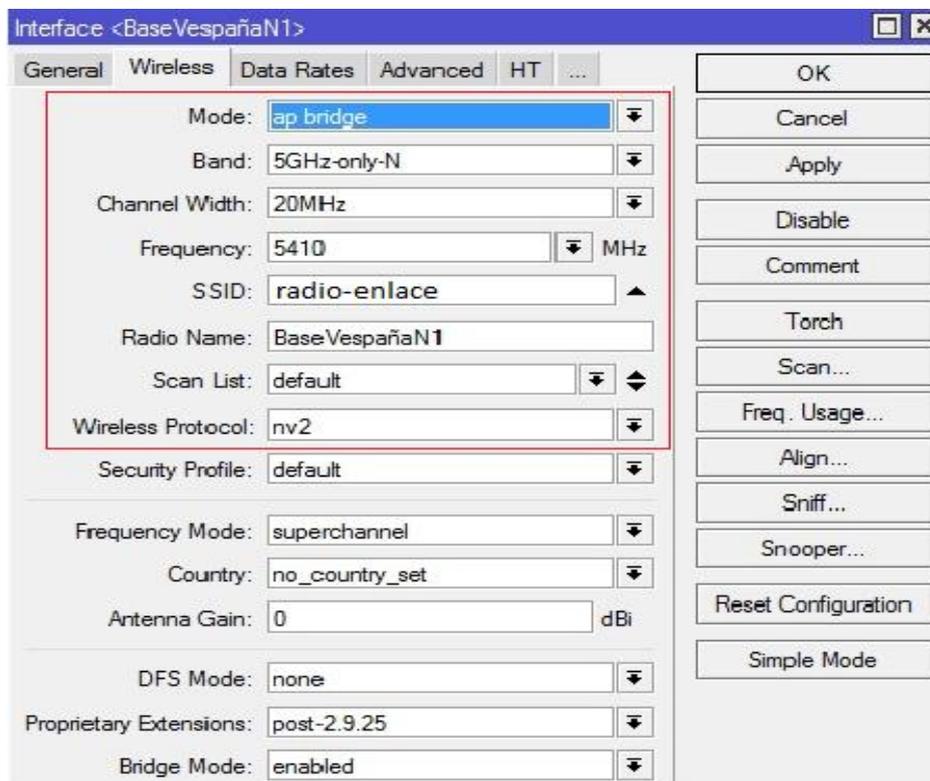


Figura 3 15: Configuración de Wireless

Fuente 41: Autor

En la figura 3.15 se establece el modo en que trabajara, el cual será en modo AP-BRIDGE que permite conectar a varios CPE a su red. La banda en que se trabajara es de 5Ghz en modo N, el ancho del canal será de 20Mhz. La frecuencia que utilizaremos es la de 5410MHz, luego el SSID que es Radio-enlace por ultimo activaremos el protocolo Nv2. Adicional a esto en modo de frecuencia debe establecerse como superchannel Aplicamos y aceptamos.

En winbox/ Datos de tasas de transmisión:

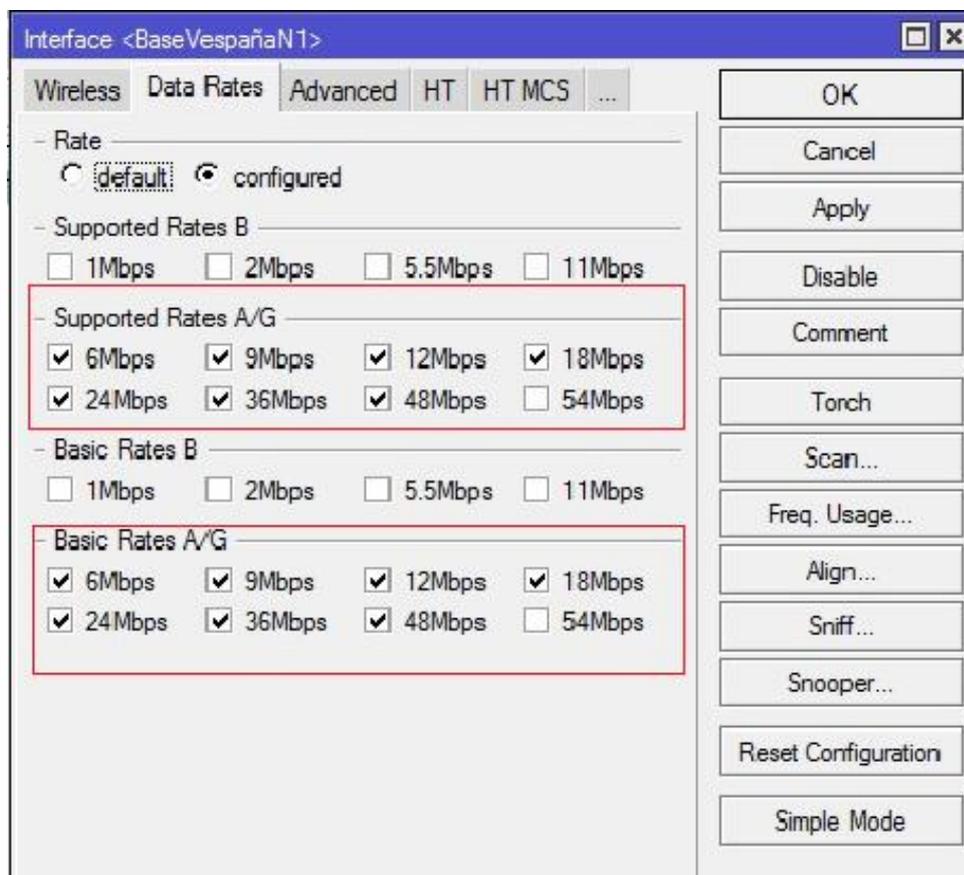


Figura 3 16: Configuración de Datos de redes (Data Rates)

Fuente 42: Autor

En datos de las redes se selecciona configuración y se escoge en Supported Rates A/G y se selecciona las velocidades desde 6Mbps hasta 48Mbps y lo mismo en Basic Rates A/G. esto determinara el tráfico máximo que pasara por ese AP.

En Winbox / Advance:

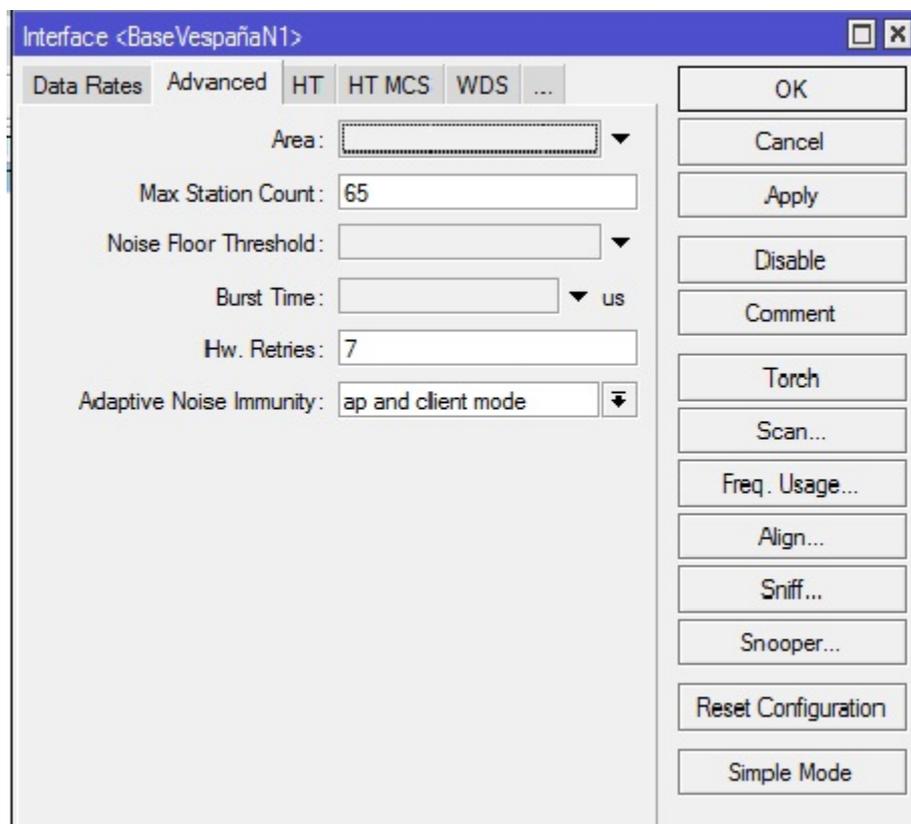


Figura 3 17: Advance (cantidad de clientes en AP)

Fuente 43: Autor

La cantidad de cliente que se maneja en AP1 se la establece en la siguiente pestaña llamada Advance como vemos en la figura 3.17 en el recuadro de Max station count se determina que para esta punto de acceso el máximo de clientes será de 65.

Las configuraciones que se han mostrado solo fueron para el primer punto de acceso (AP1) para el resto de las antenas se realizara el mismo procedimiento, donde solo cambiara el nombre que le demos a cada uno de los AP'S y la frecuencia con

menos tráfico en que trabajaran, las cuales ya hemos establecido en la tabla 3.11 anteriormente.

### **3.6.2 Configuración del Router Cloud core 1016-12G**

La idea de tener este cloud core Router 1016-12G es que pueda administrar a todos los equipos desde el sitio y remotamente, es decir sin tener que ir al lugar tras presentarse algún inconveniente, también para agregar a nuevos usuarios a la red. Nuestro Router será el centro de mando donde se concentraran los seis equipos de punto de acceso (AP'S) para su administración y configuración. La configuración del Router cloud es similar a las Base Box 5 donde también entraremos por medio del programa winbox para establecer los parámetros necesarios de este equipo.

Una vez que ingresemos al Router cloud por medio de winbox, iremos a interface donde nos aparecerá una pantalla como se muestra en la figura 3.18 donde se verán todas la interfaces que estén conectadas al Router y que hayan sido configuradas con direcciones IP'S como los puntos de acceso y para la WAN (Internet) con la dirección IP y DNS que nos entrego el proveedor.

Interface List								
Interface	Ethernet	EoIP Tunnel	IP Tunnel	GRE Tunnel	VLAN	VRRP	Bonding	LTE
Name	Type	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Fx Packet (p/s)		
R	LAN-BASES	Bridge	1590	5.3 kbps	3.4 kbps	7	9	
... VPN								
X	PPTP	PPTP Server Binding		0 bps	0 bps	0	0	
RS	1 WAN-1	Ethernet	1590	131.2 kbps	12.0 kbps	21	18	
	2 WAN-2	Ethernet	1590	0 bps	0 bps	0	0	
S	3 WAN-3	Ethernet	1590	0 bps	0 bps	0	0	
RS	4 BASE-1	Ethernet	1590	480 bps	0 bps	1	0	
RS	5 BASE-2	Ethernet	1590	480 bps	0 bps	1	0	
RS	6 BASE-3	Ethernet	1590	4.8 kbps	2.5 kbps	6	5	
RS	7 BASE-4	Ethernet	1590	480 bps	0 bps	1	0	
RS	8 BASE-5	Ethernet	1590	480 bps	0 bps	1	0	
RS	9 BASE-6	Ethernet	1590	960 bps	1920 bps	2	4	
RS	10 REGLETA	Ethernet	1590	480 bps	0 bps	1	0	
	ether11	Ethernet	1590	0 bps	0 bps	0	0	
	ether12	Ethernet	1590	0 bps	0 bps	0	0	
R	WAN INTER...	Bridge	1590	131.2 kbps	9.7 kbps	21	17	

Figura 3 18: Interface del Router cloud core

Fuente 44: Autor

Aquí nos aparecen las interfaces que están habilitadas actualmente con una R en el lado izquierdo de la pantalla, vemos que tenemos habilitado los 6 AP que son de la BASE-1 hasta BASE-6 en los puertos del 4 al 9 marcados en el cuadro azul. La WAN de internet de nuestro proveedor con el cuadro amarillo y por último tenemos la interface de la regleta IP en cuadro negro en el puerto número 10, el cual nos ayudara a resetear los equipos de forma remota con un shut-down si llegara a suceder que el equipo se quede inhibido.

Para tener acceso remotamente al Router cloud core debemos ver el anexo 1 donde se detalla claramente los pasos a seguir para lograr acceder a nuestro equipo por medio de internet con una dirección IP sin necesidad de ir hasta el sitio.

### **3.7 Simulación de radio enlaces**

Una vez configurados los equipos procederá a realizar la simulación con una herramienta muy eficaz como lo es Radio Mobile que es un programa de descarga gratuito el cual nos ayudara a entender cómo será el comportamiento de una red.

El objetivo es simular seis enlaces en diferentes zonas de la ciudadela villa España con seis posibles clientes y observar datos específicos de cada una de las antenas, también vemos datos como la zona de cobertura de cada AP, pérdidas, líneas de vista, y otros datos, y lo podemos simular ya que tenemos las coordenadas de los posibles clientes y varias características técnicas de los equipos seleccionados para el mininodo, entonces lo primero que se debe hacer es entra a archivo y crea una nueva red y aceptar, luego iremos a “UNIT’S PROPERTIES” o unidades de las propiedades donde estableceremos coordenadas y elevación de cada CPE y Mininodo como se observa en la figura 3.19.

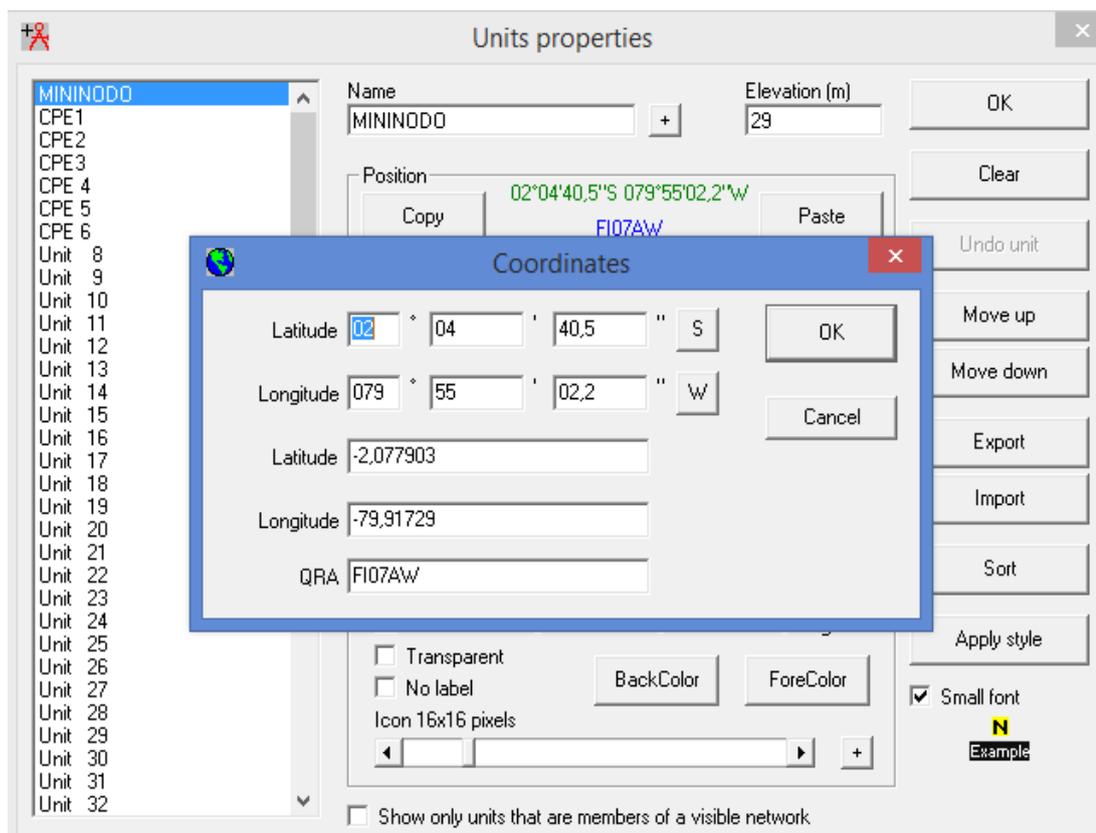


Figura 3 19: Unidades de las Propiedades

Fuente 45: Autor

Se establece el nombre de cada equipo por ejemplo MININODO-CPE y el número de cada posible cliente, para cada punto se asigna las coordenadas, vemos en la grafica anterior las coordenadas de nuestro mininodo que son las mismas de la tabla 3.1 y adicional la altura del terreno donde dice “Elevation” que es de 29m según el estudio mostrado en la figura 3.3.

Propiedades de las redes:

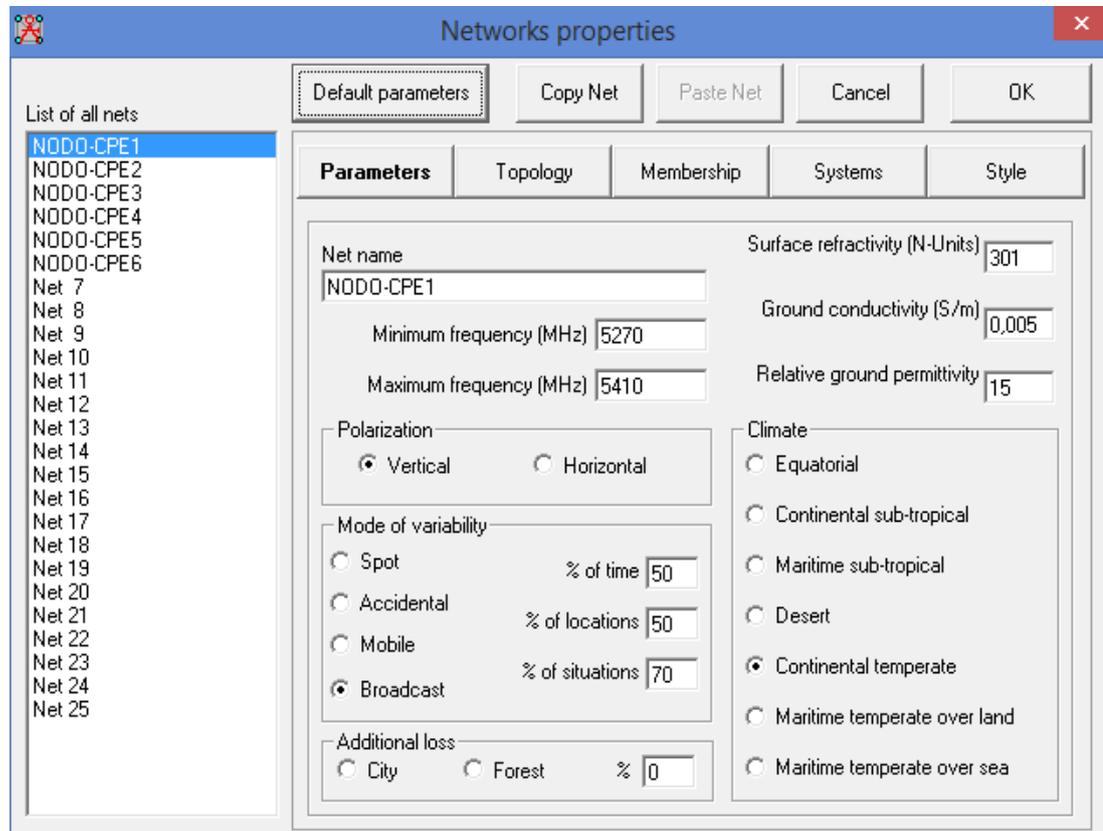


Figura 3 20: *Parametros de las redes*

Fuente 46: *Autor*

En la pestaña de parámetros se establece el nombre de la red que será para la primera antena NODO-CPE1, la frecuencia en que trabajara será desde la 5270MHZ -5410MHZ las cuales fueron establecidas por el análisis de frecuencia en la tabla 3.11 la posición vertical, modo de broadcast y el clima continental templada.

En topología se selecciona la opción de Máster/Slave como se ve en la figura 3.21, la cual una vez que se establece el nodo máster hará que el resto de antenas tome el modo esclavos o de CPE automáticamente.

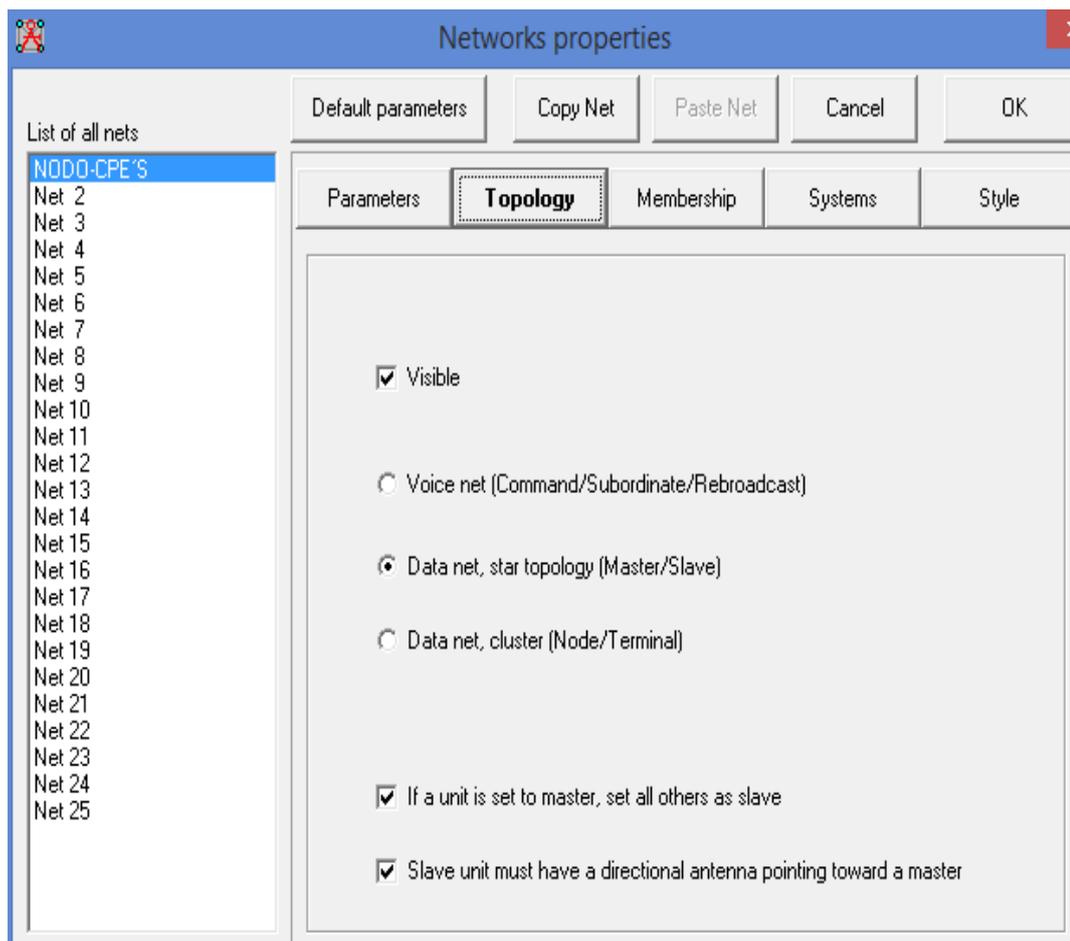


Figura 3. 21: *Topología de la red*

Fuente 47: *Autor*

En esta pestaña como vemos en la figura 3.22 seleccionáremos los puntos que hayan sido ingresados en unidades de propiedades para que aparezcan en nuestra red y le daremos un rol de operación como máster o Slave (esclavo) a cada uno de ellos, también se le dará dirección de cada antena hacia donde queremos que este apuntada en dirección de antena.

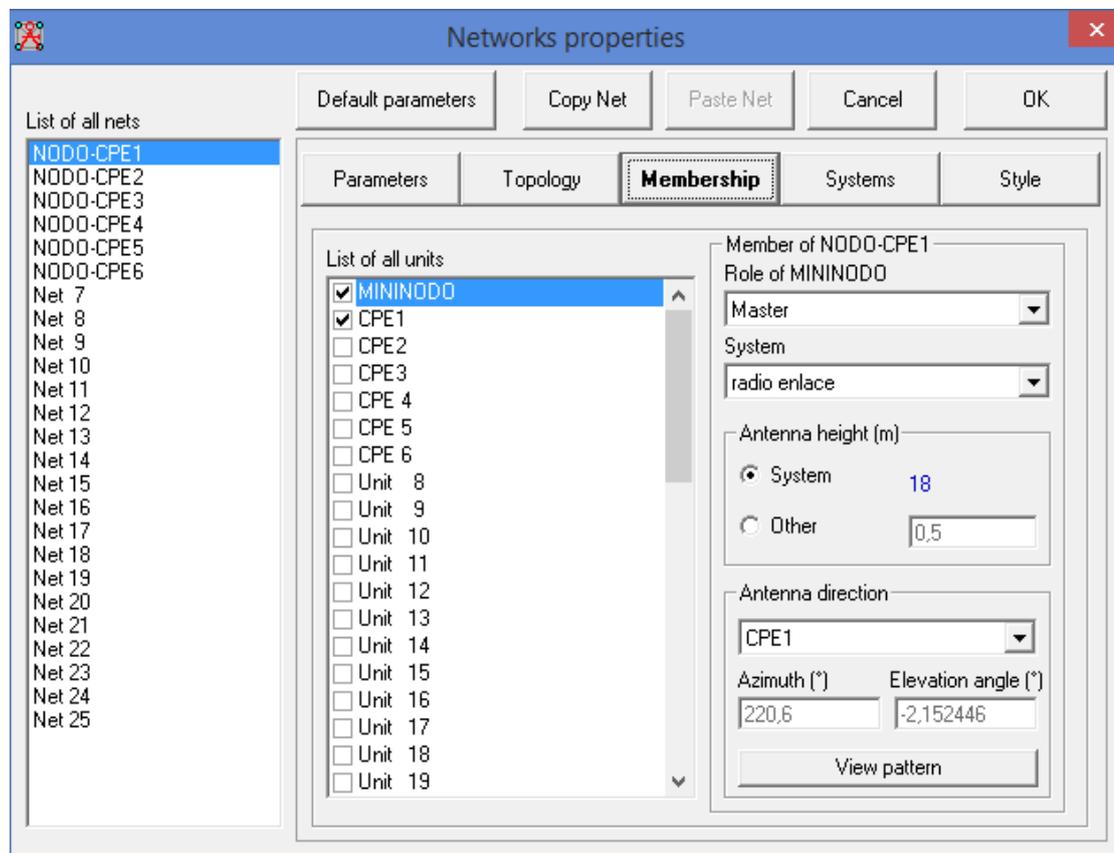


Figura 3. 22: Rol de antenas (Membership)

Fuente 48: Autor

En la pestaña sistema seleccionamos la potencia de transmisión del equipo, el tipo de antena que utilizaremos la cual la podemos ver en la tabla 3.4, la altura de la antena y ganancia de la misma.

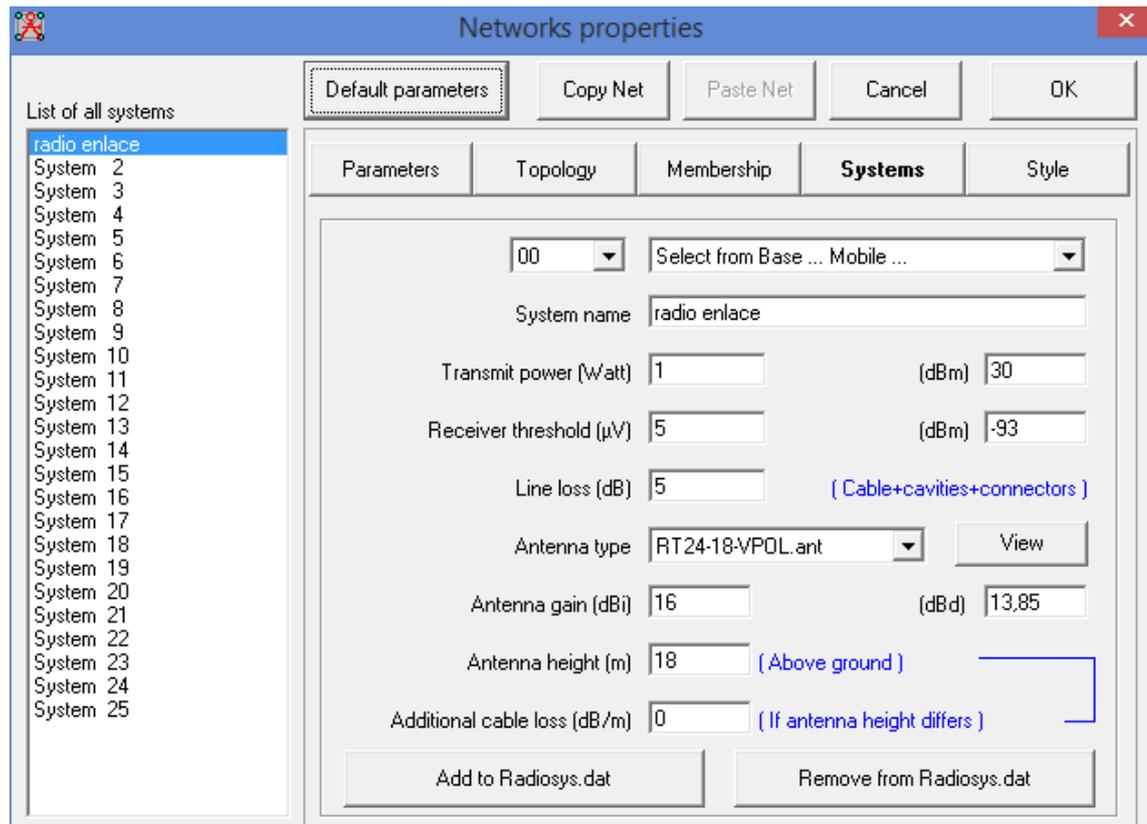


Figura 3.23: *Propiedades de sistemas.*

Fuente 49: *Autor*

Por último se ingresa a propiedades de mapa, donde se ingresa los pixeles de la grafica de cómo se verá el mapa en el recuadro "Size (pixeles)" y la altura en kilómetros de la cual se verá nuestro nodo en "Size (Km)", también se selecciona la

casilla “Merge Picture” la cual nos ayudara a combinar imágenes como se ve en la figura 3.24.

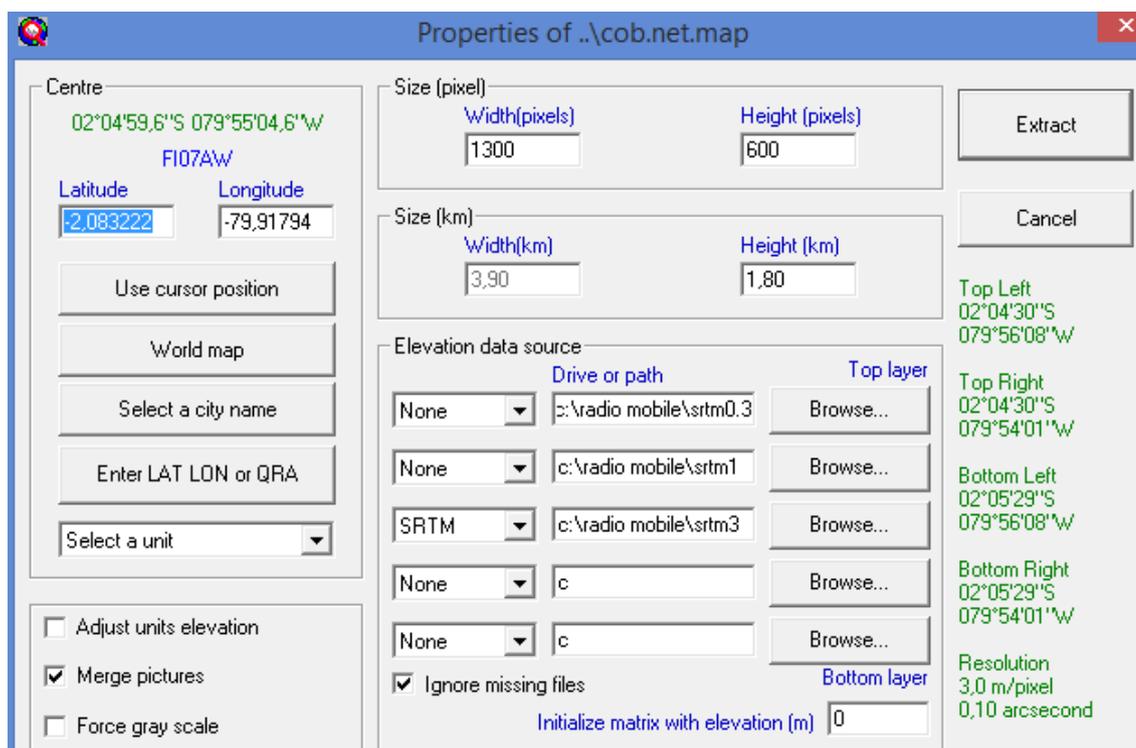


Figura 3.24: *Propiedades de mapa*

Fuente 50: *Autor*

Finalizado esto le damos en extraer y luego Draw, pero para una mejor apreciación exportamos los enlaces a Google Earth y aparecerán las redes como se muestra en la figura 3.25.

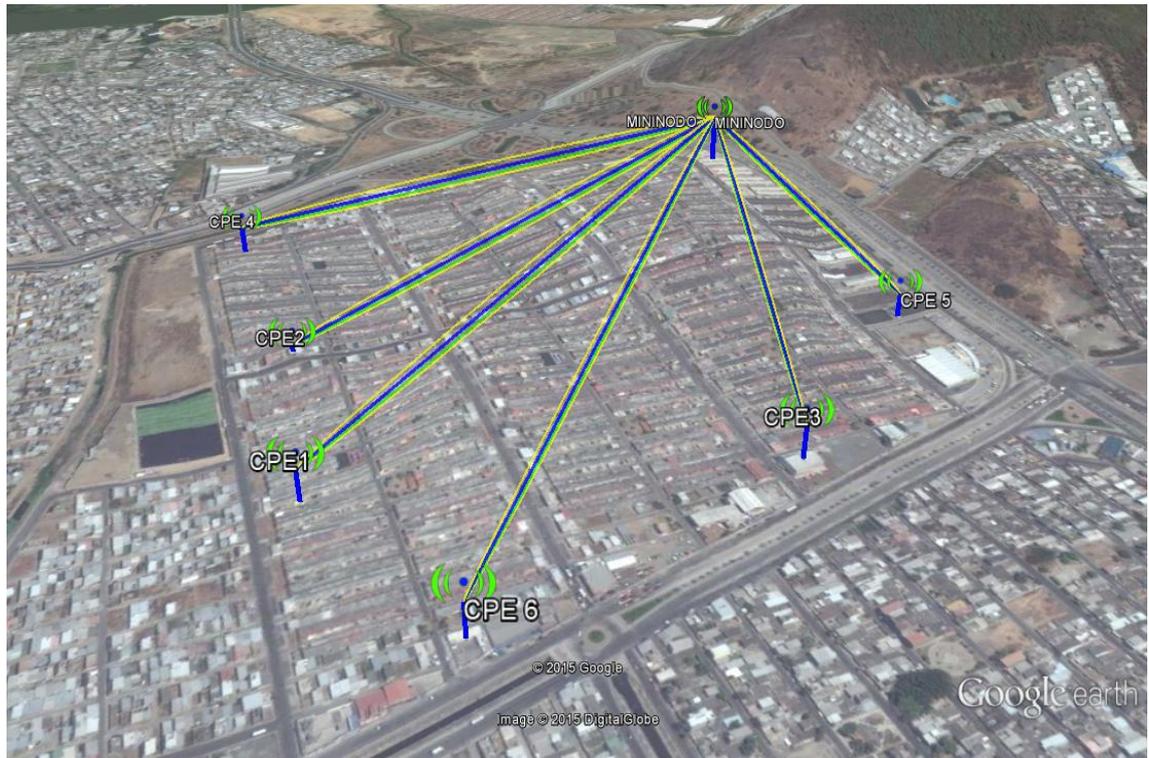


Figura 3 25: Enlaces de los AP'S con posibles clientes

Fuente 51: Autor

### 3.7.1 Datos de radio enlaces entre AP'S y clientes

A continuación se observara en la figura datos del enlace entre el AP1 y el CPE1 para visualizar este enlace debemos hacer clic en el icono de radio link y se nos abrirá la siguiente ventana como se muestra en la figura 3.26.

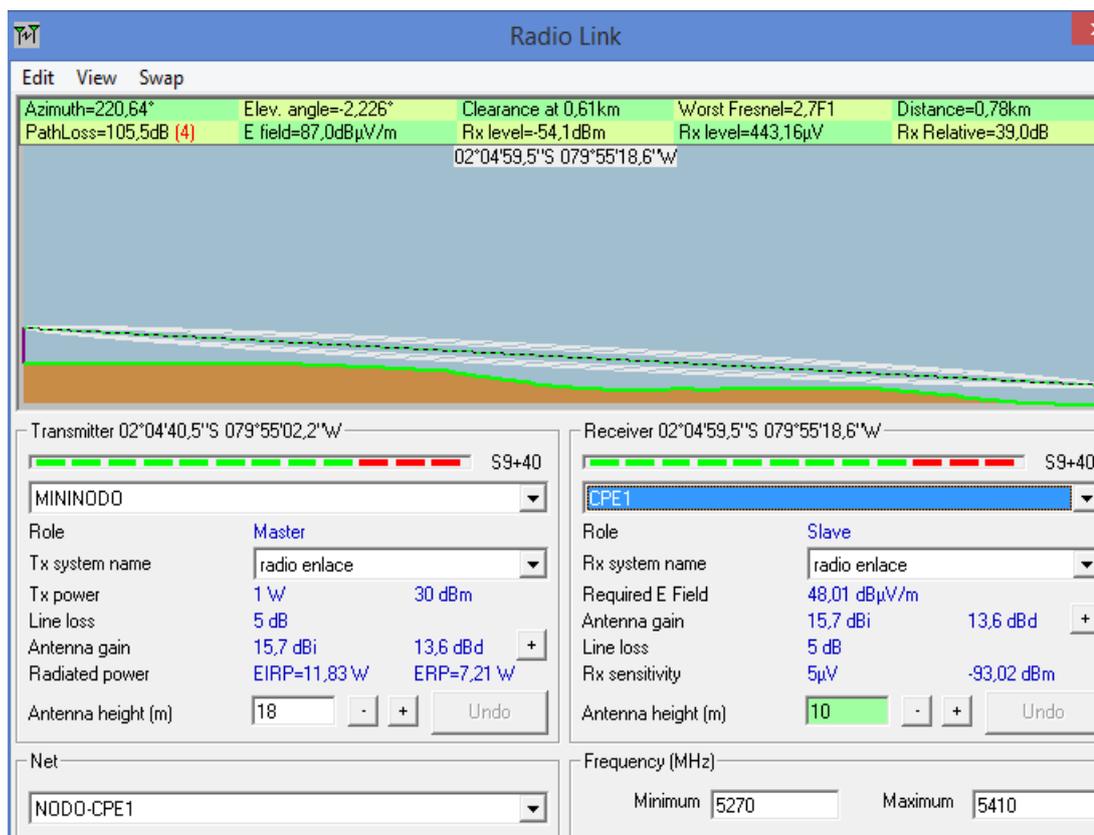


Figura 3 26: Radio link de CPE1

Fuente 52: Autor

Como se observa en la grafica 3.26 en la parte superior nos muestra valores de real interés como el azimut, ángulo de elevación de la antena, la perdida de la línea, ganancia de la antena de trasmisión y recepción en nivel de recepción de la antena el cual debe de estar entre -40 y -80 dBm lo cual nos indica una buena recepción. Además en la parte inferior observamos otros datos como la potencia de trasmisión la cual es una potencia relativamente baja, altura de antenas y frecuencias en las que se está trabajando.

A continuación se mostrara los datos que nos da el radio enlace de cada cliente conectado a nuestros seis AP'S, se debe recordar que la selección de los posibles clientes es para determinar si los seis puntos de acceso funcionan correctamente y ver sus datos generales como se muestra en las siguientes figuras.

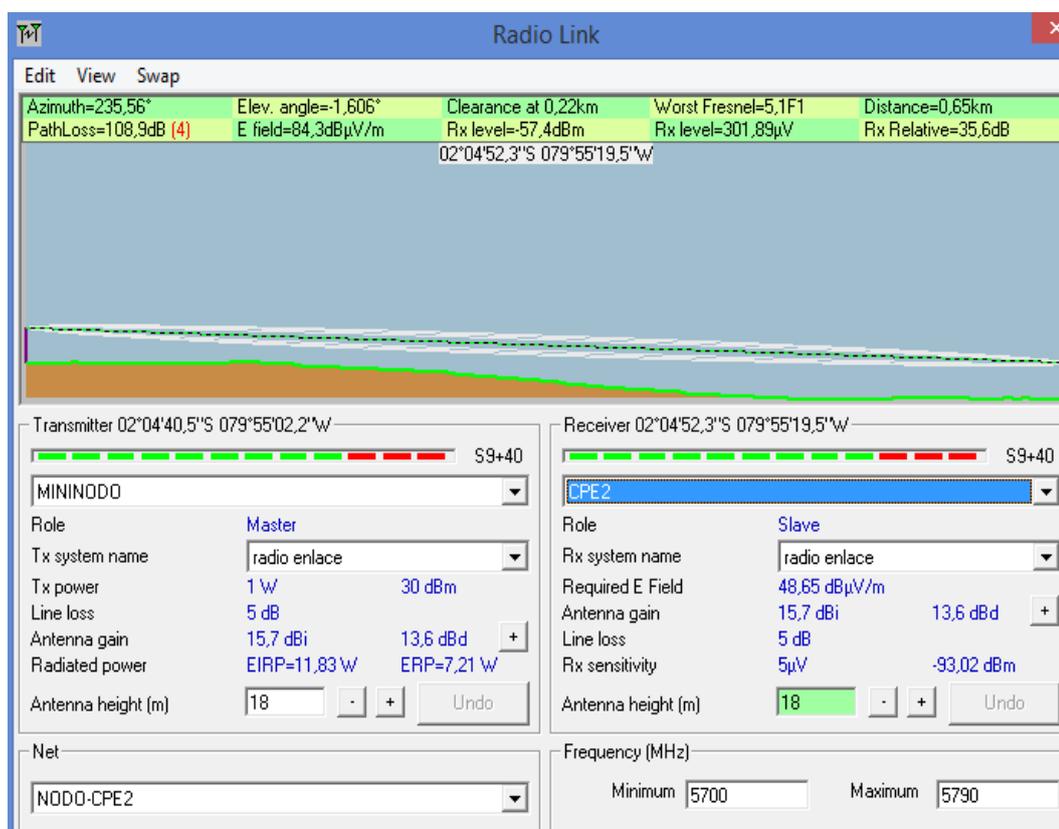


Figura 3 27: Datos enlace NODO-CPE2

Fuente 53: Autor

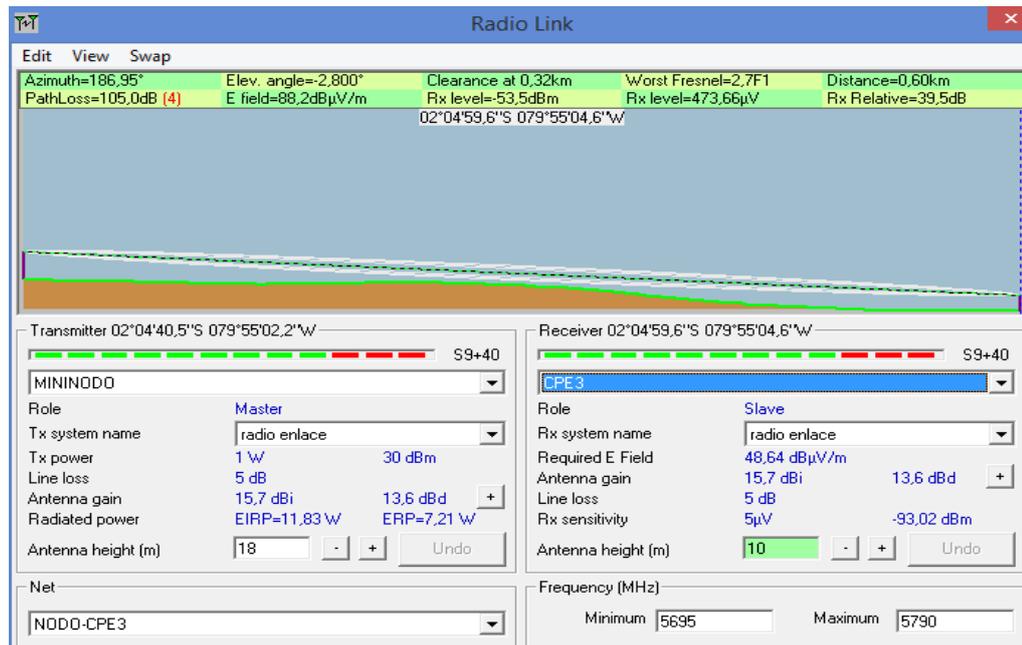


Figura 3 28: Enlace de NODO- CPE3

Fuente 54: Autor

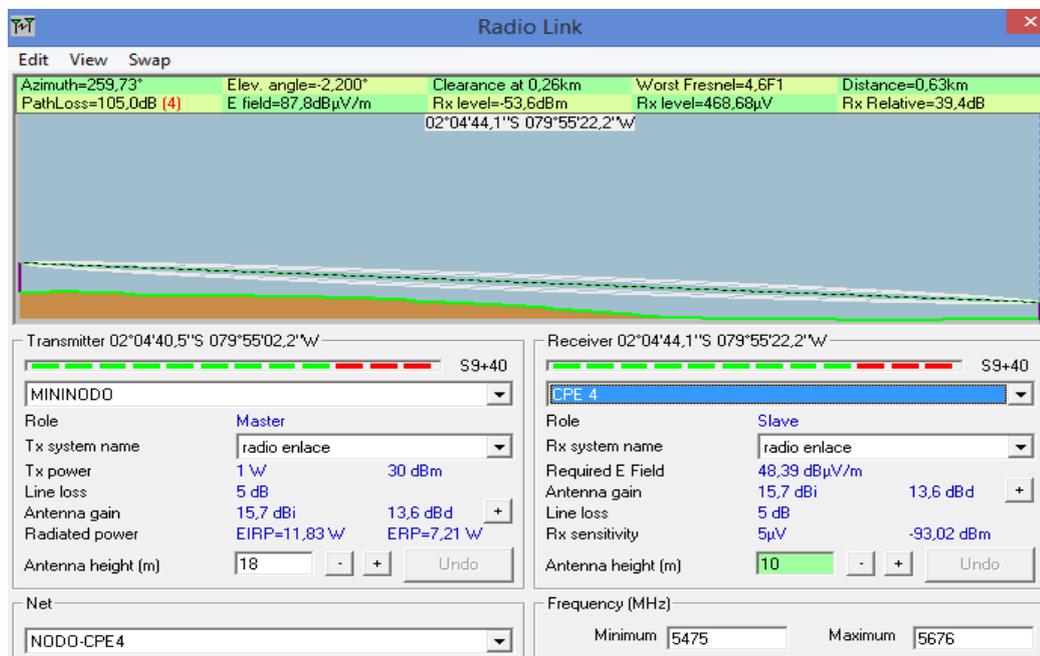


Figura 3 29: Enlace de NODO -CPE4

Fuente 55: Autor

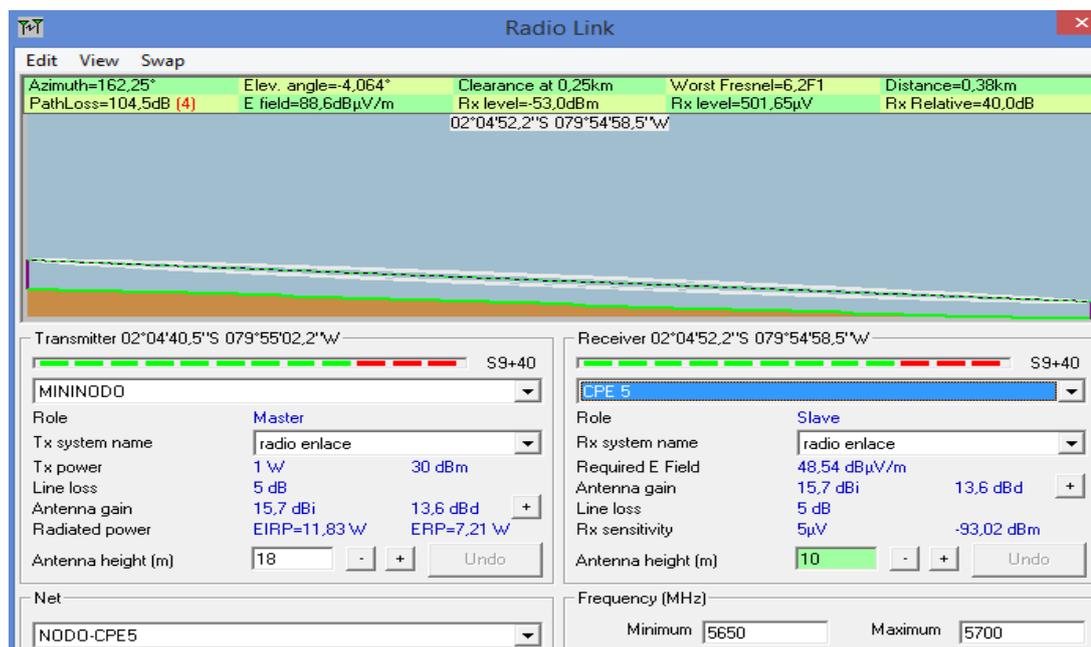


Figura 3 30: Enlace de NODO-CPE5

Fuente 56: Autor

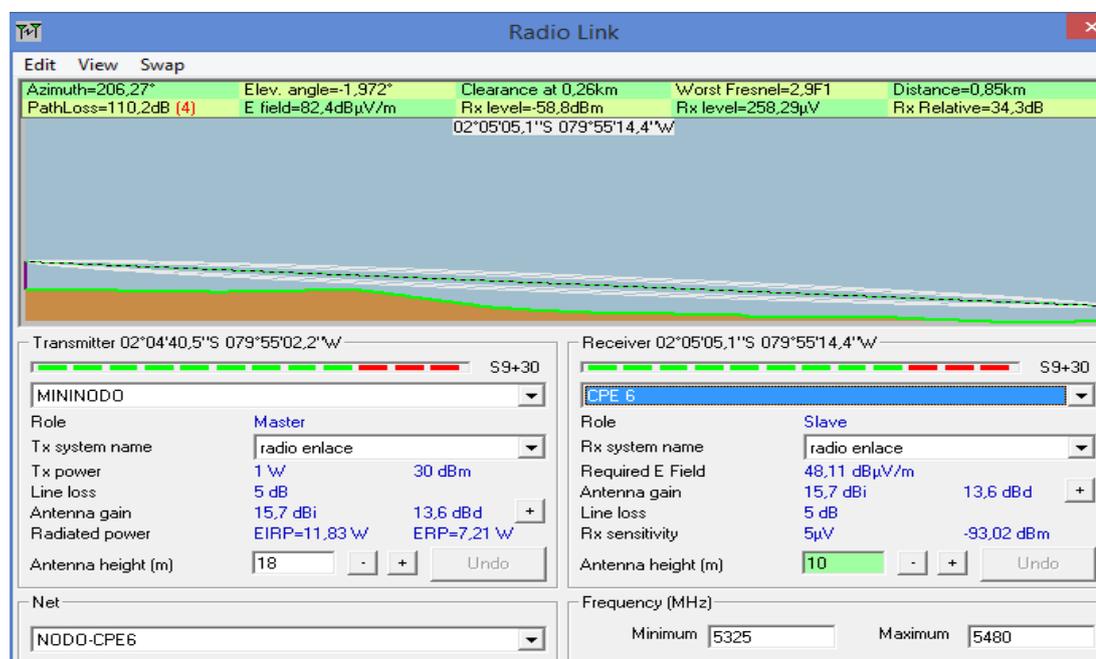


Figura 3 31: Enlace de NODO-CPE6

Fuente 57: Autor

### 3.7.2 Cobertura de los AP'S o puntos de acceso

Se mostrara los estudios de cobertura de los seis puntos de acceso la cual nos permitirá tener una visión e idea clara de la zona que cubrirá nuestro WISP esto es un aporte muy importante para nuestro proyecto ya que se tiene una proyección de la zona que se lograra cubrir. Debemos saber que los colores vivos como el rojo, naranja y amarillo oscilan en ese orden desde -40 hasta -60dBm que nos indica una buena intensidad de la señal.

A continuación tenemos la figura 3.32 con la cobertura de nuestro AP1 en el cual vemos que existe una cobertura excelente por parte de nuestra antena.

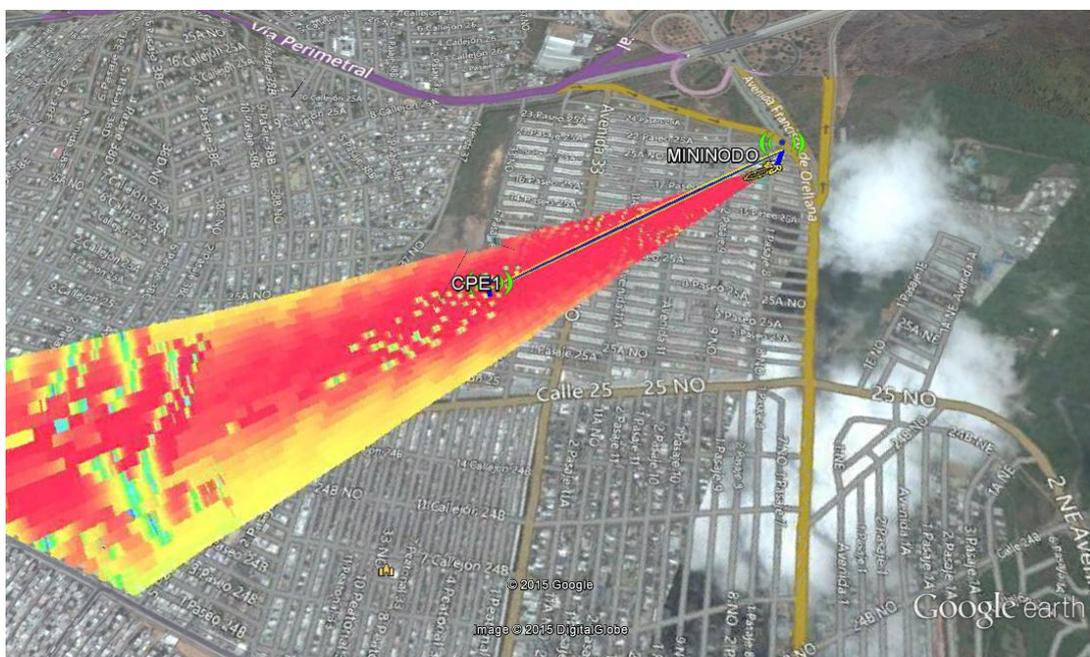


Figura 3. 32: Cobertura de AP1

Fuente 58: Autor

Cobertura del AP2 de nuestro mininodo, con un posible cliente en la zona



Figura 3. 33: Cobertura de AP2

Fuente 59: Autor

Cobertura de AP3 de nuestro mininodo, con un posible cliente en la zona de cobertura



Figura 3. 34: Cobertura de AP3

Fuente 60: Autor

Cobertura de nuestro AP4 del mininodo, con un posible cliente en la zona de cobertura

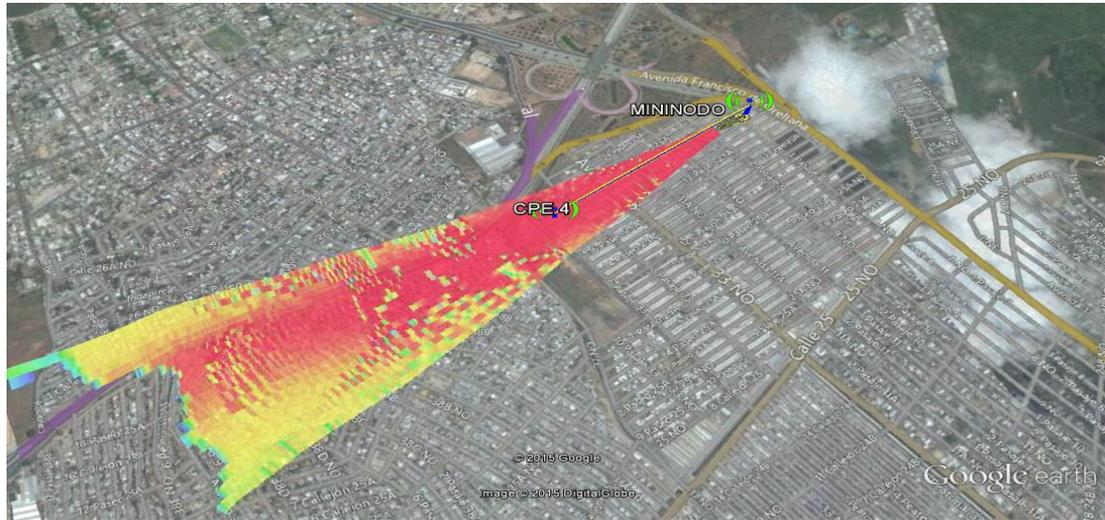


Figura 3. 35: Cobertura del AP4

Fuente 61: Autor

Cobertura de nuestro AP5, con un posible cliente en la zona de cobertura



Figura 3. 36: Cobertura del AP5

Fuente 62: Autor

Cobertura del AP6 de nuestro mininodo, con un posible cliente

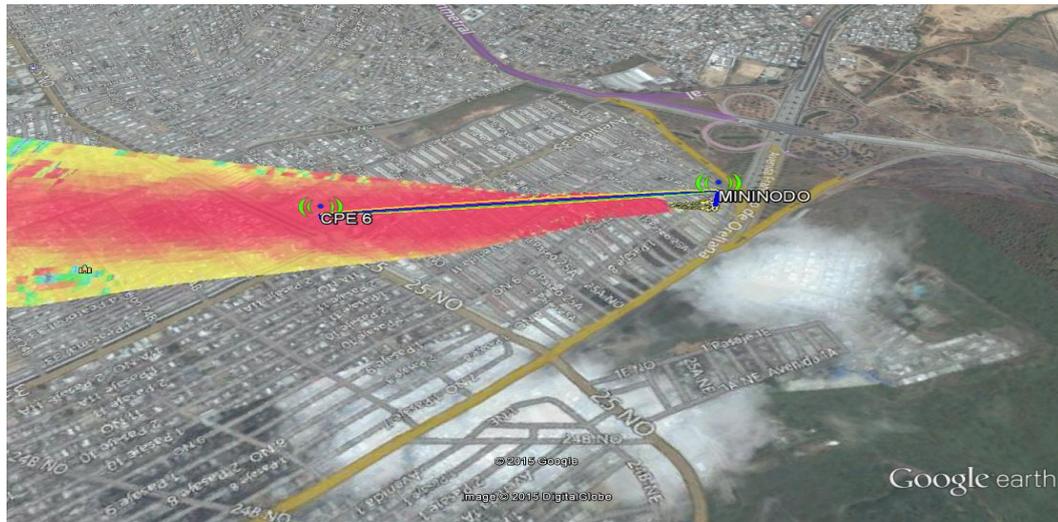


Figura 3. 37: Cobertura del AP6

Fuente 63: Autor

Por lo observado en las graficas de coberturas se aprecia que las antenas están ubicadas correctamente ya que tienen una excelente cobertura e intensidad de señal denotado en los colores rojo-naranjas que indican que se encuentran en un rango de -40 a -60 dBm lo cual es una buena intensidad de la señal.

Ahora se mostrara la cobertura total del mininodo WISP, al poner a trabajar a las seis antenas sectoriales que son punto de acceso.

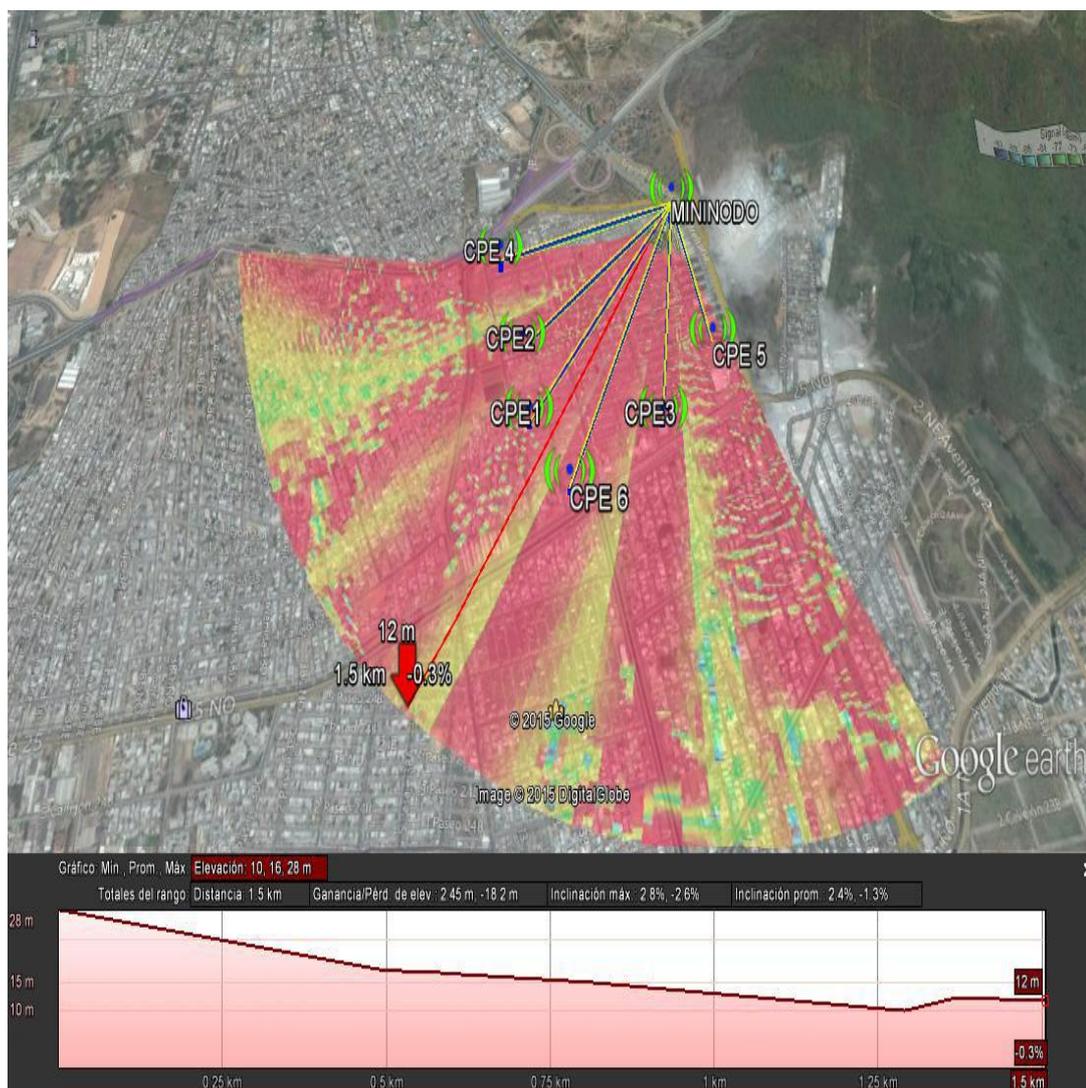


Figura 3. 38: Cobertura de total del Mininodo WISP.

Fuente 64: Autor

Se observa los resultados que muestra la simulación en la figura 3.38, se observa que la distancia que podemos cubrir es mayor a la esperada logrando los objetivos de estudio y diseño de nuestro mininodo WISP para dar cobertura en la ciudadela villa España al norte de la ciudad de Guayaquil.

## CAPITULO 4

### ANALISIS DE RESULTADOS

#### 4.1 Conclusiones

Se evidenció según el estudio de población y muestra del universo, según Morlés, que es muy factible la implementación del mininodo WISP en el sector de villa España puesto que los resultados de posibles clientes en el sector es de 400 clientes, los cuales pueden ser soportados por el mininodo.

El estándar inalámbrico 802.11n maneja velocidades de transmisión de 600 Mbps la cual es una velocidad mucho mayor a la de los estándares 802.11 a/b/g, e incluso mayor a la de la tecnología Wimax fija. Es decir que el estándar 802.11n es una solución ideal para este tipo de proyectos al momento de hablar de velocidades.

En el estudio se puede concluir que el ancho de banda en el rango de 5 Ghz es muy limitado, al realizar el análisis de frecuencias se constató que ya existían frecuencias ocupadas, lo cual a futuro con más proveedores del servicio de internet en la zona de villa España podría saturar la banda de 5 Ghz, provocando interferencias entre canales.

Se observó en el estudio de cobertura en la figura 3.37 que la distancia que se logro cubrir con las 6 antenas sectoriales fue mayor a un kilometro que era el mínimo que se esperaba cubrir, es decir que podemos proveer el servicio de internet a más familias y empresas de la zona de villa España.

El implementar un mininodo WISP es sumamente práctico y rápido, una vez teniendo los estudios de frecuencias y coberturas, además es muy factible económicamente como se observó en la tabla 3.10.

## **4.2 Recomendaciones**

Para el diseño de una red de tipo inalámbrica no existe un modelo único, por lo cual se deben tomar en consideración varios puntos en su estudio, tales como la línea de vista, banda en que se va a trabajar, la geografía del lugar donde se implementaría la red y el análisis de frecuencia libres.

Se ha constatado que la forma ideal de transmisión inalámbrica para que no existan interferencias entre frecuencias de distintas operadoras, es usar antenas con una alta ganancia y una baja potencia de transmisión. Quienes utilizan la tecnología inalámbrica deberían tomar en consideración estos aspectos para la operación de la trasmisión inalámbrica.

Se puede recomendar que al copar la capacidad máxima de clientes para cada AP, se puede implementar más puntos de accesos dentro del mismo Mininodo

tomando en cuenta algunos parámetros importantes como las frecuencias en la que se transmitiría con las nuevas antenas, esto es posible ya que el Router cloud posee 12 entradas y tenemos ocupadas ocho, es decir quedan 4 puertos libres para nuevos puntos de accesos.

## BIBLIOGRAFÍA

- (s.f.). Obtenido de <http://www.asic.upv.es/sta/Manuales/MADSL/MADSLComoFunciona.htm>
- Michael Lerner . (2013). *learn the net*. Obtenido de Michael Lerner : [www.learnthenet.com](http://www.learnthenet.com)
- 34Telecom S.L. (s.f.). *34t*. Obtenido de <http://www.34t.com/Unique/wiFiAntenas.asp>
- Blog, Khrisier's. (s.f.). *Khrisie*. Obtenido de <https://khrisier.wordpress.com/2013/07/05/creando-un-enlace-ptp-o-pmp/>
- Castañeda, J. (7 de agosto de 2010). *Blogspot*. Obtenido de <http://josuecastaneda.blogspot.com/>
- Corporation, L. (2014). *linkedin*. Recuperado el 09 de diciembre de 2014, de SlideShare: [http://es.slideshare.net/dayan9508/red-wman?qid=39c20442-7ef6-4327-a6de-dceddc1f4c21&v=default&b=&from\\_search=3](http://es.slideshare.net/dayan9508/red-wman?qid=39c20442-7ef6-4327-a6de-dceddc1f4c21&v=default&b=&from_search=3)
- Corporation, LinkedIn. (2014). *SlideShare*. Recuperado el 09 de diciembre de 2014, de <http://es.slideshare.net/DavIcHoJD/redes-inalambricas-wlan>
- Datacyl*. (s.f.). Obtenido de <http://www.datacyl.com/acceso-internet-wifi-tarificado.php>
- DATACYL SOLUTION. (s.f.). *DATACYL SOLUTION*. Obtenido de <http://www.datacyl.com/acceso-internet-wifi-tarificado.php>
- EXALT. (2014). *Government*. Obtenido de <http://www.exaltcom.com/Government.aspx>

- FiberMex. (s.f.). Obtenido de FiberMex:  
<http://fibremex.com/fibraoptica/index.php?mod=contenido&id=56&t=3>
- Imporcosa. (2015). *Importaciones y comunicaciones S.A.* Obtenido de  
[http://www.imporcosa.com/v1/cp/pSoluciones\\_5.php](http://www.imporcosa.com/v1/cp/pSoluciones_5.php)
- INEC. (2013). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censo.* Obtenido de  
[file:///C:/Users/andres/Desktop/Proyecto%20de%20titulacion%20andres/Resultados\\_principales\\_140515.Tic.pdf](file:///C:/Users/andres/Desktop/Proyecto%20de%20titulacion%20andres/Resultados_principales_140515.Tic.pdf)
- Knowledge Valley. (2008). *KnowledgeValley.* Obtenido de tecnología de innovación:  
<http://www.kv2001.com/dispositivosMoviles.aspx>
- Lesta, F. A. (2006). *Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN.*  
Barcelona: MAECOMBO S.A.
- LLC, T. (s.f.). *Redes-Moviles-e-Inalambricas.* Recuperado el 2014, de <http://redes-moviles-e-inalambricas.wikispaces.com>
- Lopez, f., & ramirez, J. v. (s.f.). *xDSL y Cable Modem.* Obtenido de  
[https://www.mhe.es/cf/ciclos\\_informatica/844819974X/archivos/unidad2\\_recurso6.pdf](https://www.mhe.es/cf/ciclos_informatica/844819974X/archivos/unidad2_recurso6.pdf)
- MikroTik. (29 de diciembre de 2010). *MikroTik Documentation.* Obtenido de  
[http://wiki.mikrotik.com/wiki/Nv2\\_spanish](http://wiki.mikrotik.com/wiki/Nv2_spanish)
- Mikrotik. (diciembre de 2014). *Router & wireless.* Obtenido de  
<http://www.mikrotik.com/>
- Morles Victor. (1994). Planeamiento y análisis de investigación. En M. V. Caracas :  
el dorado.
- Muñoz, j., Margarit, i. H., & nolla, j. (2003). Manual de Derecho de las  
Telecomunicaciones. En *Manual Practico.* Madrid: Jurisweb Interactiva,S.L.

Navarro, Á. G. (febrero de 2014). *Grupo ADSL zone*. Obtenido de Álvaro García Navarro: <http://www.adslzone.net/postt250758.html>

Netlife. (2014). *netlife*. Obtenido de conectar tu vida: <http://www.netlife.ec/>

Networkeando. (23 de NOVIEMBRE de 2008). *ATOM*. Obtenido de <http://networkeando.blogspot.com/2008/11/proveedores-de-servicios-de-internet.html>

noreña, j. (octubre de 2010). *Flashvortex*. Obtenido de <http://jessicageovanna.blogspot.com/>

Rodriguez, A. (2013). *COMO SER UN PROVEEDOR DE SERVICIOS INTERNET INALAMBRICO (WIRELESS)*. Obtenido de Revista de Tecnologia e Informacion: <http://scholar.googleusercontent.com>

SENATEL. (SEPTIEMBRE de 2014). Obtenido de Secretaria Nacional de Telecomunicaciones: <http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/biblioteca/>

Sin Cables, C.A. RIF: J-29739159-2. (s.f.). *Sin cable*. Obtenido de <http://sincables.com.ve/v3/content/47-que-es-una-antena>

SISENCO. (s.f.). Obtenido de Blog at WordPress: <http://sisenco.wordpress.com/enlaces-datos-punto-a-punto/>

Solózano, G. . (2010). *Diseño de un proveedor de servicio de internet inalámbrico*.

SUPERTEL. (2014). *Super intendecia de Telecomunicaciones*. Obtenido de <http://www.supertel.gob.ec/>

telefonica-data.com. (2012). *universidad politecnica de valencia*. Obtenido de Área de Sistemas de la Información y las Comunicaciones: <http://www.asic.upv.es/sta/Manuales/MADSL/MADSLComoFunciona.htm>

Voinea, J. G. (2011). *Redes de Comunicaciones. Administración y gestión*. almeria:

Lulu.com.

## GLOSARIO

ADSL: línea de abonado digital asimétrica, 23	ISP: Proveedor del servicio de internet, 52
AP: Punto de acceso, 83	LAN: redes de área local, 31
CPE: Equipo local del cliente, 21	LOS: Línea De Vista directa, 23
DNS: Sistema de nombre de dominio, 91	MIMO: es un sistema Múltiple entrada y múltiple salidas, 33
DSSS: espectro ensanchado por secuencia directa, 33	Radio Mobile: es un programa para diseñar redes fijas o móviles, 69
Ethernet: estándar de las redes de área local para acceder al medio, 29	Router: es un dispositivo que proporciona conectividad a nivel de red o nivel tres en el modelo OSI, 119, 120, 124; es un encaminador de paquetes o datos, 91
F.O: Fibra óptica, 21	SENATEL: secretaria nacional de telecomunicaciones, 49
FTTH: Fibra directa al hogar, 60	slave: esclavo de la red, 97
Google Earth: es un programa virtual que permite observar la cartografía del planeta, 63	WI-FI: fidelidad inalámbrica, 30
GSP: sistema de posicionamiento global, 23	Wireless: Inalámbrico, 39
IEEE: Instituto de ingeniería eléctrica y electrónica, 32	WISP: es un proveedor del servicio de internet, 18; proveedor de servicio de internet inalámbrico, 1, III, IV
INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, 57	

WLAN: redes inalámbrica de area  
local, 31

WMAN: Red de area metropolitana  
inalámbrica, 34

Yagui: es una antena direccional, 42

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### Administrar un Cloud Core Router MikroTik remotamente

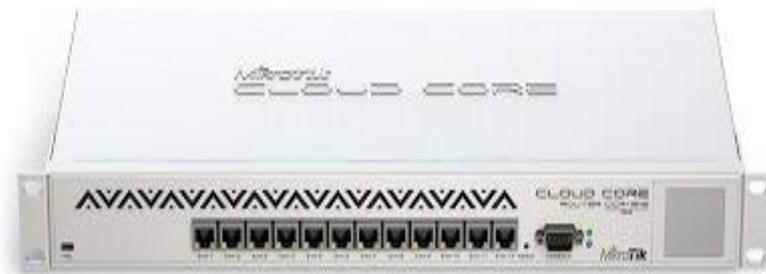


Figura 4. 1: *Router Cloud core*

Fuente 65: *(Mikrotik, 2014)*

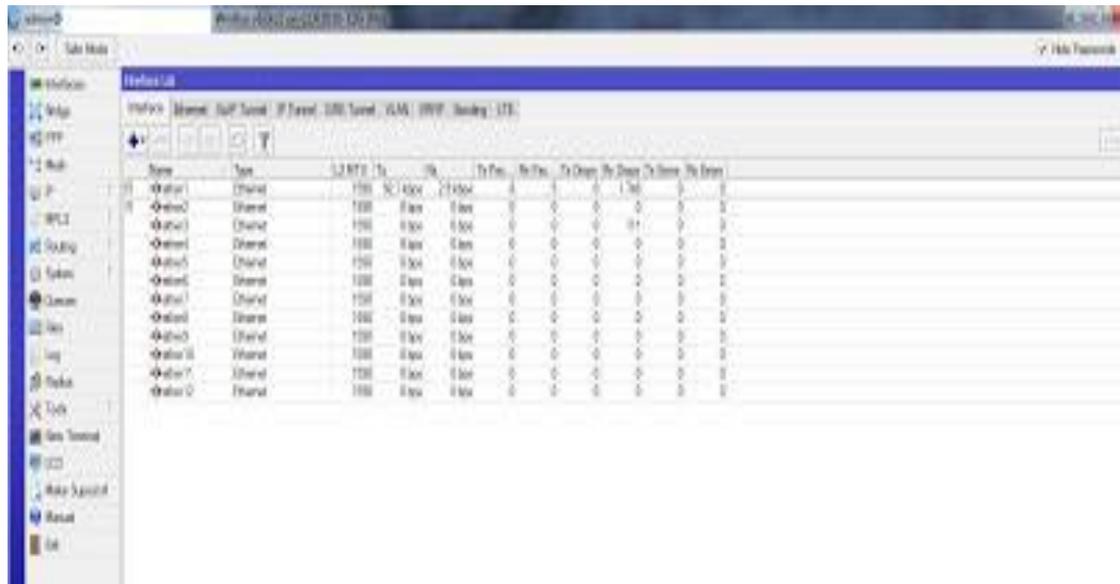
El equipo a configurar es el Cloud Core Router 1016-12G y la meta es que se pueda administrar remotamente sin importar el lugar físico donde esté el equipo para no tener que desplazarse constantemente hacia donde esté. Bueno, primero que todo debemos tener una IP pública, la puerta de enlace, máscara de red y los DNS que nos de nuestro ISP para poder gestionar el equipo remotamente.

1. Nos conectamos físicamente por UTP a un puerto del Cloud Core Router (CCR), lo ideal es que nos conectemos a un puerto distinto al eth1 del Router.

2. Abrimos el Winbox y le damos al botón

3. Cuando nos aparece los datos del puerto, nos conectamos por MAC al Router.

4. Cuando ingresemos nos vamos a *Interfaces* y nos aparecerá la siguiente pantalla



Name	Type	MTU	Tx	Rx	Tx Pkts	Rx Pkts	Tx Bytes	Rx Bytes	Tx Errors	Rx Errors
ether1	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether2	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether3	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether4	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether5	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether6	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether7	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether8	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether9	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether10	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether11	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether12	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether13	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether14	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether15	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether16	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether17	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether18	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether19	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0
ether20	Ethernet	1500	1500	1500	0	0	0	0	0	0

Figura 4. 2: *Interface del Router*

Fuente 66: (*Mikrotik, 2014*)

En ella nos aparecerán las interfaces que están corriendo actualmente. Se identifican con una R (running).

6. Vamos al menú *IP - Addresses*

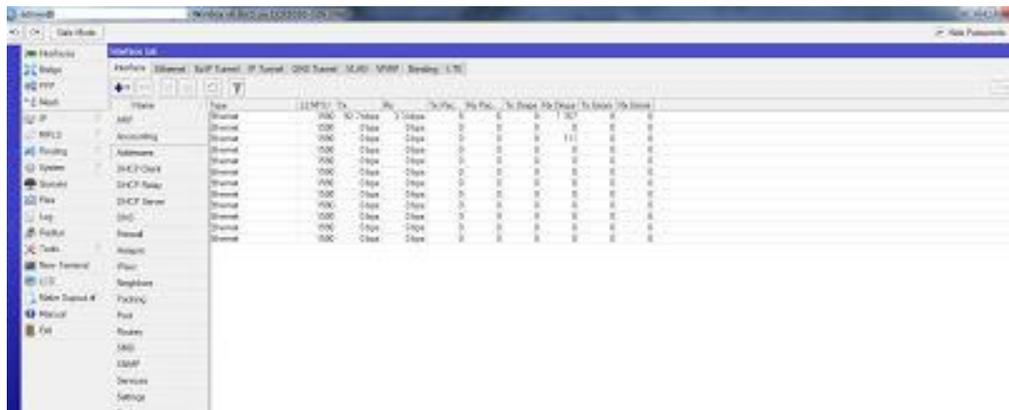


Figura 4. 3: IP address

Fuente 67: (Mikrotik, 2014)

7. Nos aparecerá una ventana donde debemos colocar la IP y la máscara que tenemos. Al escribirla le damos *Apply* y nos aparecerá la red a la cual estaremos conectados. Ejemplo: IP=200.65.23.9/28

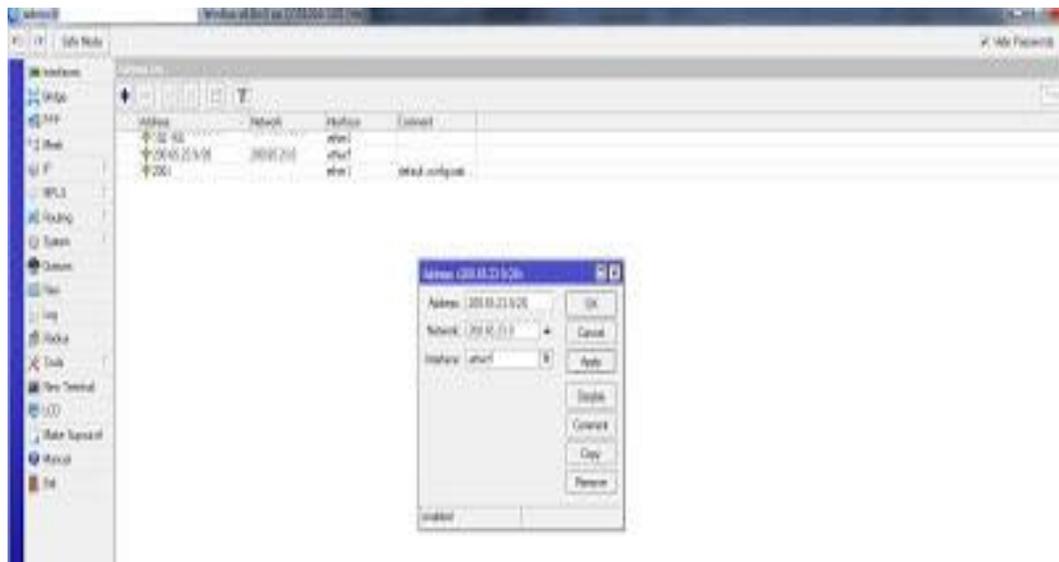


Figura 4. 4: IP

Fuente 68: (Mikrotik, 2014)

8. Configuramos los DNS que nos entregó nuestro ISP y chuleamos donde dice *Allow Remote Requests*.



Figura 4. 5: *Solicitudes remotas*

Fuente 69: (Mikrotik, 2014)

9. Configuramos DHCP Server (*IP - DHCP Server*), creamos uno nuevo con el signo + y vamos siguiendo los pasos para crearlo.

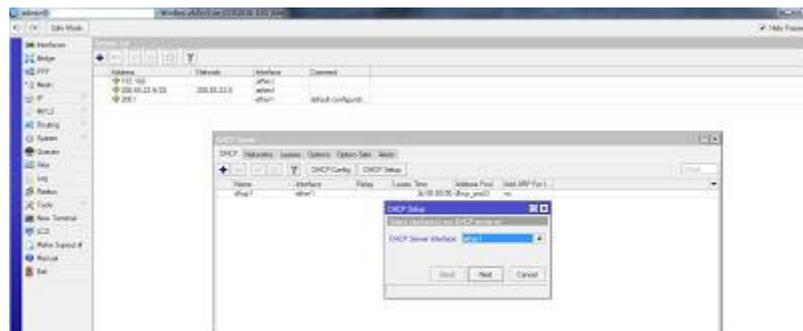


Figura 4. 6: *Configuración DHCP*

Fuente 70: (Mikrotik, 2014)

10. Creamos una Ruta. *IP - Router*. Creamos una nueva con +, colocamos en Dst. Address 0.0.0.0/0 que significa que nuestra dirección destino es cualquiera y

colocamos el Gateway (Puerta de enlace) que lo alcance por la Ethernet la cual le colocamos la IP pública. Después damos clic en *Apply* y en *Ok*

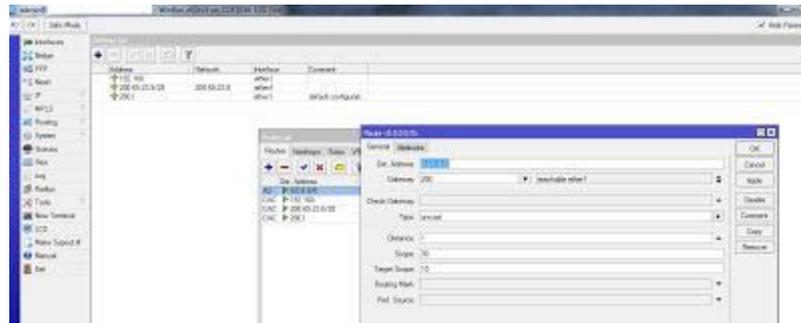


Figura 4. 7: *Configuración de la puerta de enlace*

Fuente 71: (Mikrotik, 2014)

11. Creamos una nueva regla en el Firewall. *IP - Firewall* nos vamos a la pestaña NAT y le damos en el signo +. En la pestaña *General* elegimos la opción *srcnat* y en *Out. Interface* elegimos la interfaz donde tenemos configurada la IP pública. Después nos vamos a la pestaña *Action* y elegimos la acción *masquerade*. Clic en *Apply* y después en *Ok*

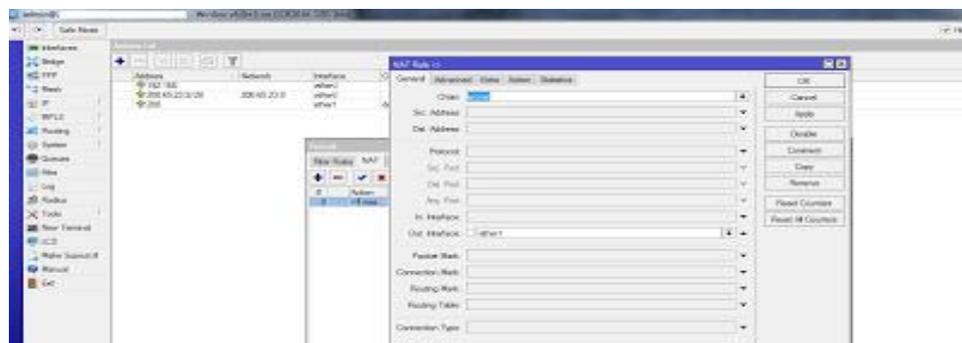


Figura 4. 8: *Configuración del NAT*

Fuente 72: (Mikrotik, 2014)



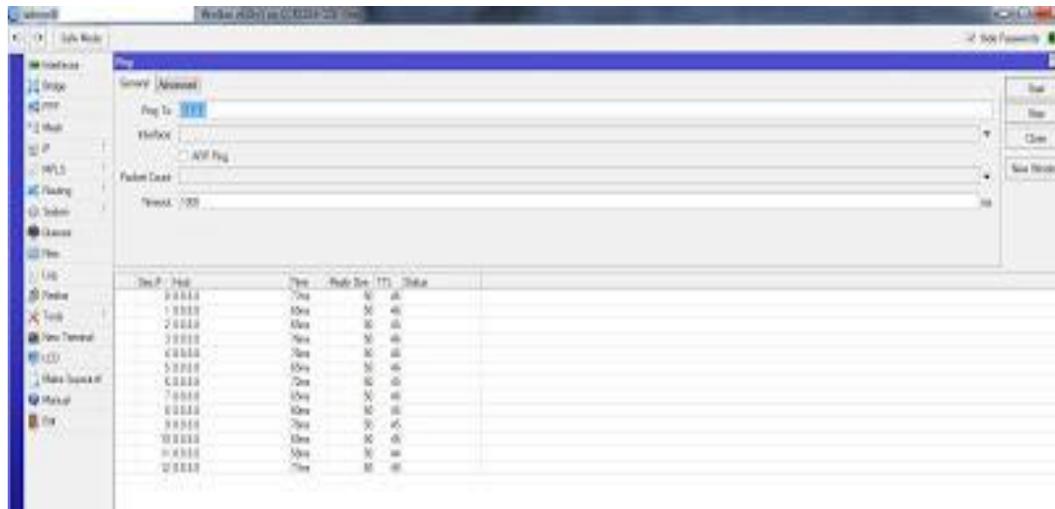


Figura 4. 11: Acceso al Router

Fuente 75: (Mikrotik, 2014)