

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**

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

**“DISEÑO DE UN PROVEEDOR DE SERVICIO DE INTERNET UTILIZANDO  
EL ESTANDAR IEEE 802.11n PARA EL AREA URBANA DE LA CIUDAD  
IBARRA”**

**Realizado por:**

**LOURDES CONSUELO RUIZ RUANO**

**SANGOLQUÍ – ECUADOR**

**2009**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos por medio de la presente que el Proyecto de grado previo a la obtención del Título en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, titulado “Diseño de un Proveedor de Servicio de Internet utilizando el Estándar IEEE 802.11n para el área urbana de la ciudad Ibarra” fue realizado en su totalidad y bajo nuestra supervisión por la Srta. Lourdes C. Ruiz R con CI: 100258500-6.

**Atentamente.**

---

Ing. Julio Larco.

DIRECTOR

---

Ing. David Andrade.

CODIRECTOR

## RESUMEN

El presente proyecto muestra una investigación acerca de las características técnicas del futuro estándar 802.11n, adicionalmente presenta el diseño de un proveedor de servicios de Internet inalámbrico que operará en la banda no licenciada de 2.4GHz en la zona urbana de la ciudad de Ibarra, utilizando tecnología Wi-Fi en la red de acceso.

En el primer capítulo se realizó una investigación sobre las características técnicas del futuro estándar 802.11n y una comparación con los estándares inalámbricos antecesores a esta nueva tecnología para poder comprender las razones por las cuales hay un notable incremento en la velocidad y alcance que ofrece este nuevo estándar aún en estudio por los grupos TGnSync y WWiSE creados por la IEEE para su aprobación. En el segundo capítulo se realiza una descripción de la red de Internet incluyendo además una investigación de las estadísticas de uso de este servicio a nivel mundial y nacional. En el tercer capítulo se presenta los aspectos regulatorios establecidos por la CONATEL para el funcionamiento y operación de un ISP.

En el cuarto capítulo se realizó un estudio de mercado que precisó la demanda inicial del ISP y las zonas o barrios interesados en adquirir el servicio inalámbrico, realizando además una proyección de la demanda futura, permitiendo con estos datos dimensionar los equipos que se utilizarán en el diseño. En el quinto capítulo se precisó los equipos a utilizarse para la red de acceso para posteriormente realizar simulaciones de cobertura con la herramienta computacional SIRENET para determinar el alcance. Finalmente en este capítulo también se realiza una propuesta técnica de los equipos a implementarse en el centro de operaciones de red. En capítulo final se presenta el costo detallado de la implementación del WISP, especificando los valores de la estación base, centro de operaciones y equipos para los clientes, con un análisis de rentabilidad a 5 años.

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles.

A mis padres César Ruiz Vallejos y María Cruz Ruano, por su comprensión y ayuda en momentos malos y menos malos. Me han enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y sin pedir nunca nada a cambio, este trabajo es enteramente dedicado a ellos.

A mis hermanos, Victoria y Ernesto y a mi sobrinita Paula Doménica, quienes contribuyen día a día a esforzarme por ser mejor persona y un ejemplo para ellos.

A mis queridas amigas con las que Dios me ha bendecido y que considero hermanas porque ellas también han contribuido con su apoyo moral y afectivo en los buenos y difíciles momentos para la culminación de esta etapa de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero dar gracias a Dios, por todos y cada uno de los días de mi vida, porque ha sido Él quien me ha dado fortaleza, valor para seguir luchando cada instante y alcanzar objetivos que me he propuesto, especialmente en esta etapa que esta culminando, la que ha sido difícil pero no imposible.

A mis padres por el apoyo moral, espiritual y emocional que me ayudaron a no desanimarme en éste duro camino, desde lo más profundo de mi corazón muchas gracias.

A mis directores de tesis los Ingenieros: Julio Larco y David Andrade por aceptarme para realizar este proyecto bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable.

Lourdes Consuelo Ruiz Ruano

## PROLOGO

El presente proyecto titulado “Diseño de un Proveedor de Servicio de Internet utilizando el Estándar 802.11n para el área urbana de la ciudad Ibarra” tiene como propósitos fundamentales realizar un estudio de las características técnicas que ofrecerá el nuevo estándar para poder alcanzar un mejor desempeño de velocidad y cobertura respecto a versiones anteriores existentes y además hacer el diseño de una red de acceso para un ISP utilizando tecnología Wi-Fi y así brindar el servicio de Internet en el área urbana de la ciudad Ibarra. Aportando de esta manera con nueva información para estudiantes y personas interesadas en las tecnologías inalámbricas.

El proyecto presenta información técnica de las características del nuevo estándar 802.11n, realizando una comparación con versiones 802.11/a/b/g e indicando los nuevos cambios implementados que le permiten adquirir grandes velocidades e incremento de cobertura. Además se presenta una propuesta técnica de equipos para una implementación de un WISP, realizada en base a los requerimientos de los sectores en donde existe una necesidad del servicio de Internet obtenidos de una investigación de mercado. Se ha tomado muy en cuenta que los equipos propuestos se puedan adquirir en el país, considerando así realizar un diseño que cualquier persona interesada podría llevar a cabo.

## INDICE DEL CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	II
RESUMEN .....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
PROLOGO.....	VI
INDICE DEL CONTENIDO.....	VII
GLOSARIO .....	XVI

### CAPITULO 1

#### TECNOLOGIAS INALAMBRICAS 802.11 Y CARACTERISTICAS DEL ESTANDAR 802.11N..... 1

1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ESTÁNDARES IEEE 802.11.....	2
1.2.1 Estándar IEEE 802.11b.....	4
1.2.2 Estándar IEEE 802.11a.....	4
1.2.3 Estándar IEEE 802.11g.....	5
1.3 NIVEL FÍSICO.....	6
1.3.1 Arquitectura.....	6
1.3.2 Técnicas de modulación.....	8
1.3.3 Corrección de error adelantada FEC.....	11
1.4 CAPA 2 NIVEL DE ACCESO AL MEDIO.....	12
1.4.1 Función de Coordinación Distribuida.....	13
1.4.2 Espaciado entre tramas IFS.....	15
1.4.3 Función de coordinación puntual.....	15
1.4.4 Formato de las tramas MAC 802.11.....	15
1.4.5 Encapsulamiento 802.11.....	17
1.5 CARACTERÍSTICAS DE IEEE 802.11N.....	18
1.5.1 Mejor OFDM .....	19
1.5.2 Bandas de radio .....	19
1.5.3 Superior corrección de errores (FEC).....	20
1.5.4 Intervalo de Guardia más corto (GI).....	20
1.5.5 Enlace de canal.....	21
1.5.6 Transmisión MIMO .....	23
1.5.7 Sistema de codificación de modulación (MCS).....	26
1.5.8 Mecanismos de encapsulación.....	28
1.5.9 Reconocimiento de bloques ACKs.....	30
1.5.10 Compatibilidad con IEEE 802.11a/ b / g .....	31
1.5.11 Modos de operación [13].....	33
1.5.12 Resumen de la tecnología 802.11n .....	36
1.5.13 La migración a 802.11n.....	37

<b>CAPITULO 2</b> .....	<b>38</b>
<b>ESTADISTICAS DE INTERNET Y PROVEEDORES INALAMBRICOS</b> .....	<b>38</b>
2.1.- INTRODUCCIÓN .....	38
2.2 DATOS HISTÓRICOS SOBRE EL DESARROLLO DEL INTERNET .....	39
2.3 SERVICIOS DE INTERNET .....	40
2.4 ARQUITECTURA DE LA RED INTERNET .....	40
2.5. ESTADÍSTICAS DEL USO DE INTERNET.....	41
2.5.1 Estadísticas del uso de Internet a nivel mundial.....	41
2.5.2 Estadísticas del uso de Internet en Ecuador.....	43
2.5.3 Proveedores de servicio de valor agregado en Ecuador.....	45
2.5.4 Estadísticas del uso de Internet en Ibarra.....	49
2.6 PROVEEDORES DE SERVICIO DE INTERNET INALÁMBRICO (WISP).....	50
2.6.1 Elementos que interactúan en un WISP .....	50
2.6.2 Servicios que provee un WISP .....	53
<b>CAPITULO 3</b> .....	<b>54</b>
<b>ASPECTOS LEGISLATIVOS Y REGULATORIOS</b> .....	<b>54</b>
3.1 INTRODUCCIÓN.....	54
3.2 ORGANIZACIONES INTERNACIONALES ENCARGADAS DE LA REGLAMENTACIÓN DE LAS TELECOMUNICACIONES .....	54
3.2.1 Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).....	55
3.2.3 Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL).....	56
3.2.4 Comunidad Andina de Naciones (CAN).....	57
3.3 ORGANISMOS NACIONALES DE REGULACIÓN.....	57
3.3.1 Estructura de los organismos reguladores en el Ecuador.....	57
3.4 ASPECTOS REGULATORIOS A CONSIDERARSE PARA EL DISEÑO DEL WISP.....	58
3.4.1 Título habilitante para prestación de servicio de Internet .....	58
3.4.2 Concesión de Servicios Portadores de Telecomunicaciones.....	63
3.4.3 Homologación de equipos.....	67
<b>CAPITULO 4</b> .....	<b>70</b>
<b>ESTUDIO DE MERCADO</b> .....	<b>70</b>
4.1 OBJETIVOS.....	70
4.2 ANTECEDENTES .....	71
4.3 SEGMENTACIÓN DE MERCADO.....	72
4.3.1 Tipos de Segmentación de mercado.....	73
4.3.2 Mercado sector comercial.....	74
4.3.3 Sector Residencial.....	75
4.4 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	77
4.4.1 Fuentes primarias.....	77
4.4.2 Fuentes secundarias.....	77
4.5 TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	78
4.5.1 Población.....	79
4.5.2 Valores S, p, q y E .....	80
4.5.3 Muestra usuarios residenciales .....	80
4.5.4 Muestra usuarios comerciales.....	80
4.6 PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	81
4.6.1 Sectores residenciales.....	81
4.6.2 Sector Comercial.....	86



4.7 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA DE CLIENTES .....	88
4.7.1 Demanda inicial sector comercial .....	89
4.7.2 Demanda inicial sector residencial.....	89
4.8 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.....	90
4.8.1 Tasa de crecimiento para el sector residencial.....	93
4.8.2 Tasa de crecimiento para el sector comercial.....	93
4.9 ANÁLISIS DEL ENTORNO (FODA) .....	94
4.9.1 Fortalezas.....	95
4.9.2 Oportunidades.....	95
4.9.3 Debilidades.....	95
4.9.4 Amenazas .....	96
4.9.5 Estrategias .....	96
4.10. CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN DE MERCADO.....	96
<b>CAPITULO 5.....</b>	<b>98</b>
<b>DISEÑO DEL WISP .....</b>	<b>98</b>
5.1 INTRODUCCIÓN.....	98
5.1.1 Datos generales de la ciudad .....	98
5.1.2 Necesidades de Internet y visión del ISP .....	100
5.2. UBICACIÓN DEL CENTRO DE OPERACIONES DE RED.....	100
5.3 ZONA DE COBERTURA.....	101
5.4. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD REQUERIDA PARA PROPORCIONAR SERVICIO DE INTERNET .....	104
5.4.1 Tráfico para el acceso a la red Internet.....	104
5.4.2 Dimensionamiento de la red inalámbrica.....	105
5.5 ESTRUCTURA DE RED DE ACCESO DEL WISP.....	106
5.6 SELECCIÓN DE EQUIPOS .....	108
5.6.1 Elección del equipo Servidor Inalámbrico (Punto de acceso).....	110
5.6.2 Selección del CPE .....	113
5.6.3 Selección de antena para el punto de acceso.....	115
5.7 SIMULACIÓN DE LA RED.....	116
5.7.1 Realización de estudios de cobertura.....	117
5.7.2 Resultados de cobertura a una distancia de 2 Km desde el AP .....	133
5.7.3 Resultados de cobertura a una distancia de 5 Km desde el AP .....	136
5.7.4 Realización de estudios de perfil.....	138
5.7.5 Resultados de los cálculos de perfil.....	140
5.8 CONEXIÓN A INTERNET DEL NOC.....	144
5.8.1 Descripción de la alternativa elegida.....	145
5.9 DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS ADICIONALES DEL WISP.....	145
5.10 EQUIPOS INFRAESTRUCTURA EN EL CENTRO DE OPERACIONES DE RED.....	147
<b>CAPITULO 6.....</b>	<b>148</b>
<b>ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO .....</b>	<b>148</b>
6.1 INTRODUCCIÓN.....	148
6.2 COSTOS PARA LA ASIGNACIÓN DE LAS BANDAS DE FRECUENCIAS .....	148
6.3 ANÁLISIS DE COSTOS DE LA RED DE ACCESO .....	151
6.3.1 Equipamiento en la Estación Base.....	151
6.3.2 Equipamiento para clientes.....	152
6.4 COSTO NETO DE EQUIPAMIENTO DEL NOC .....	153
6.5 COSTO PARA FUNCIONAMIENTO DEL ISP .....	153

6.6.1 Determinación del costo de servicio .....	153
6.6.2 Inversión inicial .....	155
6.6.3 Tasa interna de retomo y valor actual neto.....	156
6.6.4 Período de recuperación.....	159
<b>CAPITULO 7 .....</b>	<b>160</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>160</b>
7.1 CONCLUSIONES.....	160
7.2 RECOMENDACIONES .....	162
<b>ANEXOS .....</b>	<b>164</b>
ANEXO1 .....	165
FORMATO DE ENCUESTAS .....	165
ANEXOS 2 .....	170
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS WI-FI.....	170
ANEXOS 3 .....	179
FLUJOS DE CAJA MENSUAL DEL WISP .....	179
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>185</b>

## INDICE DE TABLAS

### CAPITULO 1

Tabla.1.1. Niveles inferiores del modelo OSI para 802.11.....	2
Tabla.1.2. Estándares físicos de 802.11.....	2
Tabla.1.3. Descripción de estándares 802.11.....	3
Tabla.1.4. Rangos de velocidad de 802.11b.....	4
Tabla.1.5. Rango de velocidades de 802.11a.....	5
Tabla.1.6. Rango de velocidades de 802.11g.....	6
Tabla.1.7. Tasa de transferencia, esquema de modulación y tasa de codificación de 802.11a.....	12
Tabla.1.8. Ancho de banda de canales en 802.11n.....	23
Tabla.1.9. MCSs para el 802.11n.....	27

### CAPITULO 2

Tabla.2.1. Estadísticas del uso de Internet por número de usuarios por Continente.....	41
Tabla.2.2. Estadísticas del uso de Internet por número de usuarios por países.....	42
Tabla.2.3. Resumen anual de acceso a Internet en Ecuador.....	43
Tabla.2.4. Cibercafés registrados por provincia en el Ecuador.....	44
Tabla.2.5. Estadísticas de Proveedores de Internet en Ecuador.....	45
Tabla.2.6. Proveedores de Servicio de Valor Agregado de Internet en Ecuador.....	46
Tabla.2.7. Número de cuentas y usuarios en la provincia de Imbabura.....	50

### CAPITULO 4

Tabla.4.1. Parroquias urbanas del Cantón Ibarra.....	71
Tabla.4.2. Censo de vivienda proporcionado por el INEC.....	72
Tabla.4.3. Fuentes de datos primarios.....	77
Tabla.4.4. Fuentes de datos secundarios.....	78
Tabla.4.5. Información de superficie, habitantes y vivienda sectores residenciales.....	79
Tabla.4.6. Sectores seleccionados en área residencial para brindar el servicio.....	84
Tabla.4.7. Usuarios de Internet en el Ecuador desde el año 2003 al año 2008.....	92
Tabla.4.8. Estrategias del análisis FODA.....	97

### CAPITULO 5

Tabla.5.1. Coordenadas geográficas del Centro de Operaciones de Red.....	100
Tabla.5.2. Coordenadas y distancia a la base central de los límites de clientes potenciales.....	102
Tabla.5.3. Asignación de ancho de banda por cliente.....	105
Tabla.5.4. Resultados del tráfico para uplink y downlink.....	106
Tabla.5.5. Empresas proveedoras de equipos 802.11n.....	108
Tabla.5.6. Productos Lobometrics serie 900.....	111
Tabla.5.7. Características del AP Lobo 924H.....	111

Tabla.5.8.Bandas de frecuencias utilizadas por Wi-Fi .....	118
Tabla.5.9.Potencia permitida para Wi-fi.....	119
Tabla.5.10.Métodos de cálculo recomendados para accesos de Banda Ancha.....	120
Tabla.5.11. Información de enlace Urb Flota Imbabura- AP .....	141
Tabla.5.12. Información de enlace Urb La Quinta- AP .....	141
Tabla.5.13. Información de enlace Urb El Jardín – AP .....	141
Tabla.5.14. Información de enlace Urb Almeida Galárraga – AP .....	141
Tabla.5.15. Información de enlace Urb Yacucalle – AP .....	142
Tabla.5.16. Información de enlace Urb Pílanquí - AP .....	142
Tabla.5.17. Información de enlace Urb Nuevo Hogar – AP .....	142
Tabla.5.18. Información de enlace Urb Nuevos Horizontes – AP .....	142
Tabla.5.19. Información de enlace Urb José M Leoro – AP .....	143
Tabla.5.20. Información de enlace Urb Los Ceibos – AP .....	143
Tabla.5.21. Información de enlace Urb Santa María – AP .....	143
Tabla.5.22. Información de enlace Urb La Victoria – AP .....	143

## CAPITULO 6

Tabla.6.1. Coeficiente de valoración del espectro $\alpha_4$ .....	149
Tabla.6.2. Radio de cobertura D de la estación base o fija.....	150
Tabla.6.3. Coeficiente de valoración del espectro $\alpha_5$ por estaciones de abonado fijas.....	150
Tabla.6.4. Servicio Fijo Enlaces Punto – Multipunto (Multiacceso).....	151
Tabla.6.5. Costos de equipamiento e infraestructura en la estación base .....	151
Tabla.6.6. Valores por arrendamiento de espacio físico .....	152
Tabla.6.7. Costos de los equipos Módulos CPEs para instalar en usuarios finales.....	152
Tabla.6.8. Elementos adicionales para instalación de un CPE.....	152
Tabla.6.9. Costo Total Equipamiento del NOC.....	153
Tabla.6.10. Precios del servicio de Internet de proveedores en el área urbana de Ibarra.....	154
Tabla.6.11. Descripción de los precios del WISP .....	154
Tabla.6.12. Inversión inicial .....	155
Tabla.6.13. Inversión de equipos durante los 5 primeros años.....	156
Tabla.6.14. Tarifas del Wisp durante los 5 primeros años.....	157
Tabla.6.15. Salario mensual del personal del WISP .....	157
Tabla.6.16. Pago de servicios varios .....	158
Tabla.6.17. Flujo de caja financiero proyectado.....	159

## INDICE DE FIGURAS

### CAPITULO 1

Figura 1.1. Estándar 802.11 para capa física.....	7
Figura 1.2. Formato de una trama MPDU.....	7
Figura 1.3. Ancho de banda para OFDM.....	10
Figura 1.4. Duración de símbolo y tiempo de guarda en OFDM.....	11
Figura 1.5. Arquitectura MAC de 802.11.....	12
Figura 1.6. Tipos de tramas MAC.....	16
Figura 1.7. Trama MAC genérica.....	16
Figura 1.8. Encapsulamiento de MSDU y MPDU.....	17
Figura 1.9. Incremento de los límites de capacidad.....	21
Figura 1.10. Versiones de tecnología MIMO.....	25
Figura 1.11. Agregación de MSDUs.....	29
Figura 1.12. Agregación de MPDUs.....	30
Figura 1.13. Mecanismo de reenvío de un MPDU.....	31
Figura 1.14. Trama 802.11n para compatibilidad con 802.11a/g.....	32
Figura 1.15. Formato de trama 802.11n en modo de operación heredado.....	34
Figura 1.16. Formato de trama 802.11n en modo de operación mixto.....	35
Figura 1.17. Formato de trama 802.11n en modo de operación Green Field.....	36

### CAPITULO 2

Figura 2.1. Arquitectura de la red de Internet.....	41
Figura 2.2. Cuentas de Internet por provincias en porcentaje.....	49
Figura 2.3. Usuarios de Internet por provincias en porcentaje.....	49
Figura 2.4. Equipos instalados dentro del WISP.....	51
Figura 2.5. Tipos de antenas.....	53

### CAPITULO 3

Figura 3.1. Diagrama institucional del Sector de la Telecomunicaciones en el Ecuador.....	58
-------------------------------------------------------------------------------------------	----

### CAPITULO 4

Figura 4.1. Identificación mercado sector comercial.....	74
Figura 4.2. Identificación mercado sector comercial.....	76
Figura 4.3. Adquisición del servicio de Internet en el sector residencial.....	81
Figura 4.4. Proveedor de Internet en el sector residencial.....	81
Figura 4.5. Tipo de conexión que utiliza sector residencial.....	81
Figura 4.6. Satisfacción del servicio sector residencial.....	81
Figura 4.7. Precio que paga en sector residencial por el servicio.....	82
Figura 4.8. Lugares de acceso fuera de la residencia.....	82



Figura.4.9.Número de horas que utiliza el servicio sector residencial .....	82
Figura.4.10.Motivos porque no contrata el servicio en sector residencial.....	82
Figura.4.11.Lugares de acceso cuando no dispone del servicio en la residencia.....	82
Figura.4.12.Conocimiento de la tecnología inalámbrica en el sector residencial.....	83
Figura.4.13.Interés por el servicio de Internet inalámbrico en el sector residencial.....	83
Figura.4.14.Precio que estaría dispuesto a pagar en sector residencial.....	83
Figura.4.15.Identificación de sectores seleccionados para brindar el servicio.....	85
Figura.4.16.Adquisición del servicio de Internet en el sector comercial.....	86
Figura.4.17.Proveedor de Internet en el sector residencial.....	86
Figura.4.18.Tipo de conexión el sector comercial.....	86
Figura.4.19.Satisfacción del servicio sector comercial.....	86
Figura.4.20.Precio que paga en el sector comercial.....	86
Figura.4.21.Ancho de banda utilizado en sector comercial.....	86
Figura.4.22.Ancho de banda requerido en sector comercial.....	87
Figura.4.23.Motivos porque no contrata el servicio en el sector comercial.....	87
Figura.4.24.Conocimiento de la tecnología inalámbrica en el sector comercial.....	87
Figura.4.25.Interés por el servicio de Internet inalámbrico en el sector comercial.....	87
Figura.4.26.Precio que pagaría por el servicio por en sector comercial.....	87
Figura.4.27.Crecimiento anual de usuarios que acceden a Internet en el Ecuador.....	92
Figura.4.28.Proyección de la demanda de clientes residenciales.....	93
Figura.4.29.Proyección de la demanda de clientes comerciales.....	94

## CAPITULO 5

Figura.5.1 Sitios escogidos para brindar el servicio en un mapa de la ciudad.....	99
Figura.5.2.Edificio Condominios Banco la Previsora.....	101
Figura.5.3. Infraestructura de Telecomunicaciones en el NOC.....	101
Figura.5.4.Panorámica de la zona urbana de la ciudad Ibarra.....	103
Figura.5.5.Panorámica de ubicación de puntos de clientes potenciales.....	103
Figura.5.6.Arquitectura del sistema WISP.....	106
Figura.5.7.Estructura de la red Wi-fi para la zona urbana de Ibarra.....	107
Figura.5.8.Equipo AP Lobo 924H.....	112
Figura.5.9.Equipo CPE Miura.....	113
Figura.5.10.Antena Omdireccional Hyperlink 15 dBi.....	116
Figura.5.11.Entorno de propagación en línea de vista.....	121
Figura.5.12.Entorno de propagación en línea de vista con subdominantes en la zona de Fresnel.....	122
Figura.5.13.Entorno de propagación analizando una difracción.....	122
Figura.5.14.Entorno de propagación analizando una difracción con subdominantes.....	122
Figura.5.15.Creación de un estudio.....	125
Figura.5.16.Selección del tipo de estudio para cobertura.....	125
Figura.5.17.Datos generales del estudio.....	126
Figura.5.18.Selección del tipo de servicio.....	126
Figura.5.19.Datos de estudio (Cartografía).....	127
Figura.5.20.Datos de estudio (cobertura).....	127
Figura.5.21.Determinación del área de cobertura.....	128
Figura.5.22.Pantalla principal de trabajo en Sirenet.....	128
Figura.5.23.Parámetros de identificación de transmisor.....	129
Figura.5.24.Parámetros de radio del transmisor.....	130
Figura.5.25.Parámetros de la antena.....	130
Figura.5.26.Parámetros de servicio fijo.....	131
Figura.5.27.Parámetros de radio del receptor.....	132

Figura 5.28. Parámetros de servicio fijo del receptor.....	132
Figura 5.29. Parámetros de la antena receptora.....	133
Figura 5.30. Cobertura en Sirenet para radio 2Km desde el AP.....	134
Figura 5.31. Resultados de cobertura en Sirenet para radio 2Km desde el AP (Google Earth).....	134
Figura 5.32. Area de cobertura con ubicación de clientes potenciales (Google Earth).....	135
Figura 5.33. Resultados de cobertura para radio 2Km desde el AP (Google Earth) en 3D.....	135
Figura 5.34. Cobertura en Sirenet para radio 5Km desde el AP.....	137
Figura 5.35. Resultados de cobertura en Sirenet para radio 5Km desde el AP (Google Earth).....	137
Figura 5.36. Resultados de cobertura para radio 5Km desde el AP (Google Earth) en 3D.....	138
Figura 5.37. Selección del tipo de estudio para perfil.....	139
Figura 5.38. Datos de estudio general para simulaciones de perfil.....	139
Figura 5.39. Selección del tipo de servicio para estudio de perfil.....	140

## GLOSARIO

**AP.-** Access Point, Punto de Acceso.

**BER.-** Número de bits o bloques incorrectamente recibidos, con respecto al total de bits o bloques enviados durante un intervalo especificado de tiempo.

**BSS.-** *Basic Services Set*. Unidad básica del estándar 802.11, formado por varias STAs y un AP dentro de un área de cobertura.

**Canales nonoverlapping.-** Canales no sobrepuestos utilizados en 802.11g para evitar interferencias.

**Carrier.-** Es un operador de telefonía que brinda una conexión a Internet de alto nivel.

**Circuito integrado.-** Contiene una enorme cantidad (del orden de miles o millones) de dispositivos micro electrónicos interconectados.

**Códigos convolucionales.-** Tipo de código de detección de errores donde cada símbolo de  $m$  bits de información se transforma, al ser codificado, en un símbolo de  $n$  bits, donde  $m/n$  es la tasa del código ( $n \geq m$ ) y la transformación es función de los  $k$  símbolos anteriores, donde  $k$  es la longitud del código.

**CONATEL.-** Consejo Nacional de Telecomunicaciones.

**CPE.-** Customer Premise Equipment, Equipo de Usuario.



**CSMA/CA.-** Acceso Múltiple con Sondeo de Portadora y Elusión de Colisión; técnica de control de acceso utilizada principalmente en redes inalámbricas consistente en que cada estación espera un intervalo de tiempo antes de transmitir, luego que percibe que el canal está desocupado.

**DSL.-** Línea de Abonado Digital.

**DSSS.-** Direct Sequence Spread Spectrum, Espectro ensanchado por secuencia pseudoaleatoria.

**E1.-** Correspondiente europeo del T1. Se refiere a una tasa de transmisión de 2048 Mbit/s, capaz de acomodar 32 canales PCM de los cuales 30 son para voz y 2 para señalización.

**Espectro.-** Conjunto de ondas que van desde las ondas con mayor longitud de onda hasta las que tienen menor longitud de onda.

**Ethernet.-** Estándar en redes locales con topología de bus, propuesto por el IEEE en su norma 802.3. El estándar inicial trabaja a 10 Mbps.

**ETSI.-** Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones. Cuerpo autónomo que reemplaza al CEPT encargado de escribir los estándares europeos.

**FCS.-** *Frame Check Sequence* es una trama recibida que tiene una secuencia de verificación de trama incorrecta.

**FDD.-** Frequency Division Duplexing.

**FEC.-** Corrección de errores en fuente.

**FHSS.-** Espectro Ensanchado de Salto de Frecuencia.

**Firewall.-** Elemento utilizado en redes de computadoras para controlar las comunicaciones, permitiéndolas o prohibiéndolas

**Frecuencias ortogonales.-** Establecimiento de una relación de fase específica entre las diferentes frecuencias para minimizar la interferencia entre ellas.

**HiperLAN.-** Estándar global para anchos de banda inalámbricos LAN que operan con un rango de datos de 54 Mbps en la frecuencia de banda de 5 GHz.

**HTML.-** Acrónimo inglés de Hyper Text Markup Language (lenguaje de marcación de hipertexto), es un lenguaje de marcas diseñado para estructurar textos y presentarlos en forma de hipertexto, que es el formato estándar de las páginas web. Gracias a Internet y a los navegadores del tipo Explorer o Netscape, el HTML se ha convertido en uno de los formatos más populares que existen para la construcción de documentos.

**IEEE.-** Instituto de Ingenieros Electrónicos y Electricistas. Organización internacional dedicada al mejoramiento profesional de la especialidad. Entre otras publicaciones, también emite estándares.

**Indoor.-** Porción interna de un sistema de comunicaciones. Generalmente incluye el módem y a veces la fuente de alimentación.

**IP.-** Número que identifica de manera unívoca una interfaz de red conectada a Internet.

**ISDN.-** Red Digital de Servicios Integrados.

**ISI.-** Interferencia intersimbólica.

**ISM.-** Medico-Científico-Internacional, Grupo de bandas de frecuencia originariamente destinadas a propósitos diferentes a la comunicación que no requieren autorización previa para su uso.

**IVA.-** Impuesto al Valor Agregado.

**MAC.-** Medium Access Control, Control de Acceso Medio.

**Marketing.-** Arte o ciencia de satisfacer las necesidades de los clientes y obtener ganancias al mismo tiempo.

**MIMO.-** Múltiples entradas, múltiples salidas. Técnica para mejorar el rendimiento de un sistema inalámbrico que consiste en utilizar varias antenas en la estación base y en el suscriptor, combinando las señales recibidas con circuitos especiales que permiten extraer la información distribuida entre los diferentes aportes.

**Modem.-** Este término proviene de las palabras Modulador – Demodulador. Equipo que convierte señales digitales en analógicas y viceversa. Los modems se utilizan para enviar datos digitales a través de las redes analógicas como la telefónica (PSTN) o en sistemas inalámbricos.

**Multi-camino.-** La señal transmitida llega al receptor de varios caminos y de diferentes distancias.

**NLOS.-** *Non Line of Sight*, Sin Línea de Vista.

**Nodo.-** Cualquier punto de conexión de una red, normalmente un ordenador.

**OFDM.-** *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*. Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales. Modulación que consiste en enviar un conjunto de portadoras de diferentes frecuencias donde cada una transporta información.

**OSI.-** *Open System Interconnection*. Sistema de interconexión abierto. Marco de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones.

**Outdoor.-** Parte de un sistema de comunicaciones expuesta a la intemperie. Generalmente incluye la antena y la sección de RF.

**Paquete.-** Cada uno de los bloques en que se divide, en el nivel de Red, la información a enviar

**Portadora piloto.-** Portadoras para sincronización en fase y frecuencia, para llevar la información de los parámetros del esquema de transmisión, etc.

**Protocolo.-** Conjunto de estándares que controlan la secuencia de mensajes que ocurren durante una comunicación entre entidades que forman una red.

**Proxy.-** Ordenador que intercepta las conexiones de red que un cliente hace a un servidor de destino.

**QAM** Modulación de Amplitud en Cuadratura. Técnica de modulación que utiliza variaciones en la amplitud y de la fase de una portadora sinusoidal para transmitir la información.

**STA.-** Unidad que puede encontrarse por una dirección.

**Throughput.-** Rendimiento. Información Útil Transmitida. La porción de los datos transmitidos que contienen información útil y no redundante.

**Topología.-** Se define como la cadena de comunicación que los nodos que conforman una red usan para comunicarse.

**WAN.-** *Acrónimo de Wide Area Network*, que en español se traduce como Red de Area Extensa. Red de comunicaciones que cubre una gran área.

**Web.-** *World Wide Web* Red Global Mundial. Es un sistema de documentos de hipertexto y/o hipermedios enlazados y accesibles a través de Internet.

**Weblogs.-** Páginas web, generalmente personales, en donde se publican periódicamente noticias, artículos o comentarios de interés sobre diversos temas o la propia vida de su autor.

**WEP.-** Protocolo de seguridad para redes inalámbricas. Ha sido comprometido y es aconsejable remplazarlo con el WAP.

**Wi-Fi.-** *Wireless Fidelity*, Fidelidad Inalámbrica. Es un conjunto de estándares para redes inalámbricas basado en las especificaciones IEEE 802.11.

**WISP.-** *Wireless Internet Services Providers*, Proveedores de Servicios de Internet Inalámbricos.

**WMAN.-** *Wireless Metropolitan Area Network*, Redes Inalámbricas de Area Metropolitana.

**Zona de fresnel.-** Zona de despeje adicional que hay que tener en consideración en un enlace microonda punto a punto, además de la visibilidad directa entre las dos antenas.

# CAPITULO 1

## TECNOLOGIAS INALAMBRICAS 802.11 Y CARACTERISTICAS DEL ESTANDAR 802.11n.

### 1.1 Introducción

La especificación IEEE 802.11 es un estándar Internacional que define las características de una red de área local inalámbrica (WLAN) y establece los niveles inferiores del modelo OSI<sup>1</sup> para las conexiones inalámbricas que utilizan ondas electromagnéticas. [1]

- La capa física (a veces abreviada capa "PHY").
- La capa de enlace de datos compuesta por dos subcapas: control de enlace lógico (LLC) y control de acceso al medio (MAC).

La capa física define la modulación de las ondas de radio y las características de señalización para la transmisión de datos mientras que la capa de enlace de datos define la interfaz entre el bus del equipo y la capa física, en particular un método de acceso parecido al utilizado en el estándar Ethernet, y las reglas para la comunicación entre las estaciones de la red.

En realidad, el estándar IEEE 802.11 tiene cuatro capas físicas que establecen modos de transmisión alternativos. Ver tabla.1.1.

---

<sup>1</sup> Open System Interconnection. Sistema de interconexión abierto. Marco de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones.

**Tabla.1.1. Niveles inferiores del modelo OSI para 802.11**

<b>Capa de enlace de datos (MAC)</b>	802.2			
	802.11			
<b>Capa física (PHY)</b>	DSSS	FHSS	Infrarrojo	OFDM

Cualquier protocolo<sup>2</sup> de nivel superior puede utilizarse en una red inalámbrica de la misma manera que se utiliza en una red Ethernet.

## 1.2 Estándares IEEE 802.11

El estándar IEEE 802.11 es el primero de su clase y permite un ancho de banda de 1 a 2 Mbps, sin embargo el estándar original ha sido modificado para optimizar el ancho de banda (incluidos los estándares IEEE 802.11a, 802.11b y 802.11g, denominados estándares físicos 802.11) o para especificar componentes de mejor manera con el fin de garantizar mayor seguridad o compatibilidad.

Los estándares IEEE 802.11a, 802.11b y 802.11g son modificaciones del estándar IEEE 802.11 y operan de modos diferentes, lo que les permite alcanzar distintas velocidades en la transferencia de datos según sus rangos.

**Tabla.1.2. Estándares físicos de 802.11**

<b>Estándar</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Rango</b>
802.11a	5 GHz	54 Mbit/s	10 m
802.11b	2,4 GHz	11 Mbit/s	100 m
802.11g	2,4 GHz	54 Mbit/s	100 m

Además de los estándares mencionados existen otros que especifican compatibilidad, calidad de servicio, itinerancia, etc., como se puede apreciar en la tabla.1.3.

<sup>2</sup> conjunto de estándares que controlan la secuencia de mensajes que ocurren durante una comunicación entre entidades que forman una red.

**Tabla.1.3.Descripción de estándares 802.11**

Nombre del estándar	Descripción
802.11a	El estándar IEEE 802.11a admite un ancho de banda superior (el rendimiento total máximo es de 54 Mbps aunque en la práctica es de 30 Mbps). El estándar 802.11a provee ocho canales de radio en la banda de frecuencia de 5 GHz.
802.11b	El estándar IEEE 802.11b es el más utilizado actualmente. Ofrece un rendimiento total máximo de 11 Mbps (6 Mbps en la práctica) y tiene un alcance de hasta 300 metros en un espacio abierto. Utiliza el rango de frecuencia de 2,4 GHz con tres canales de radio disponibles.
802.11c	El estándar combinado 802.11c no ofrece ningún interés para el público general. Es solamente una versión modificada del estándar 802.1d que permite combinar el 802.1d con dispositivos compatibles 802.11 (en el nivel de enlace de datos).
802.11d	El estándar 802.11d es un complemento del estándar 802.11 que está pensado para permitir el uso internacional de las redes 802.11 locales. Permite que distintos dispositivos intercambien información en rangos de frecuencia según lo que se permite en el país de origen del dispositivo.
802.11e	El estándar 802.11e está destinado a mejorar la calidad del servicio en el nivel de la <i>capa de enlace de datos</i> . El objetivo del estándar es definir los requisitos de diferentes paquetes en cuanto al ancho de banda y al retardo de transmisión para permitir mejores transmisiones de audio y vídeo.
802.11f	El 802.11f es una recomendación para proveedores de puntos de acceso que permite que los productos sean más compatibles. Utiliza el protocolo <i>IAPP</i> que le permite a un usuario itinerante cambiarse claramente de un punto de acceso a otro mientras está en movimiento sin importar qué marcas de puntos de acceso se usan en la infraestructura de la red. También se conoce a esta propiedad simplemente como <i>itinerancia</i> .
802.11g	El estándar 802.11g ofrece un ancho de banda elevado (con un rendimiento total máximo de 54 Mbps pero de 30 Mbps en la práctica) en el rango de frecuencia de 2,4 GHz. El estándar 802.11g es compatible con el estándar anterior, el 802.11b, lo que significa que los dispositivos que admiten el estándar 802.11g también pueden funcionar con el 802.11b.
802.11h	El estándar <i>802.11h</i> tiene por objeto unir el estándar 802.11 con el estándar europeo (HiperLAN 2, de ahí la <i>h</i> de 802.11h) y cumplir con las regulaciones europeas relacionadas con el uso de las frecuencias y el rendimiento energético.
802.11i	El estándar <i>802.11i</i> está destinado a mejorar la seguridad en la transferencia de datos (al administrar y distribuir claves, y al implementar el cifrado y la autenticación). Este estándar se basa en el <i>AES</i> (estándar de cifrado avanzado) y puede cifrar transmisiones que se ejecutan en las tecnologías 802.11a, 802.11b y 802.11g.
802.11r	El estándar <i>802.11r</i> se elaboró para que pueda usar señales infrarrojas. Este estándar se ha vuelto tecnológicamente obsoleto.
802.11j	El estándar <i>802.11j</i> es para la regulación japonesa lo que el 802.11h es para la regulación europea.



### 1.2.1 Estándar IEEE 802.11b

El estándar IEEE 802.11b permite un máximo de transferencia de datos de 11 Mbps en un rango de 100 metros aproximadamente en ambientes cerrados y de más de 200 metros al aire libre (o incluso más que eso con el uso de antenas direccionales).

Divide el espectro<sup>3</sup> en 14 canales que se traslapan, a una distancia de 5 Mhz cada uno de ellos. Esto provoca que cada canal interfiera con los dos adyacentes a cada lado, ya que el ancho de banda es 22 Mhz, a partir de donde la señal cae 30 dB como mínimo. Es por ello que se recomienda utilizar canales no adyacentes (ej. canales 1,6 ù 11), que no presentan traslapes especiales, produciéndose interferencias mínimas.

**Tabla.1.4.Rangos de velocidad de 802.11b**

<b>Velocidad hipotética</b>	<b>Rango (en ambientes cerrados)</b>	<b>Rango (al aire libre)</b>
11 Mbit/s	50 m	200 m
5,5 Mbit/s	75 m	300 m
2 Mbit/s	100 m	400 m
1 Mbit/s	150 m	500 m

### 1.2.2 Estándar IEEE 802.11a

El estándar 802.11a tiene en teoría un flujo de datos máximo de 54 Mbps, cinco veces el del 802.11b pero, para un rango menor, de treinta metros aproximadamente. El estándar IEEE 802.11a se basa en la tecnología llamada OFDM<sup>4</sup>. Transmite en un rango de frecuencia de 5 GHz y utiliza 8 canales no superpuestos.

<sup>3</sup> Conjunto de ondas que van desde las ondas con mayor longitud de onda hasta los que tienen menor longitud de onda.

<sup>4</sup> *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*. Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales. Modulación que consiste en enviar un conjunto de portadoras de diferentes frecuencias donde cada una transporta información

Es por esto que los dispositivos 802.11a son incompatibles con los dispositivos 802.11b. Sin embargo, existen equipos que incorporan ambos chips<sup>5</sup>, los 802.11a y los 802.11b y se llaman dispositivos de "banda dual".

Utilizar la banda de 5 GHz permite tener un menor grado de interferencias, pero condiciona el tipo de enlace el cual debe disponer de línea de vista, además de tener la señal un mayor desvanecimiento en el aire.

Cada subportadora de este estándar puede ser BPSK (*Binary Phase Shift Keying*), QPSK (*Quaternary Phase Shift Keying*), 16 QAM (*Quadrature Amplitud Modulation*) o 64 QAM. La duración del símbolo es de 4 microsegundos, con un periodo de guardia de 0.8 microsegundos.

**Tabla.1.5.Rango de velocidades de 802.11a**

<b>Velocidad hipotética (en ambientes cerrados)</b>	<b>Rango</b>
54 Mbit/s	10 m
48 Mbit/s	17 m
36 Mbit/s	25 m
24 Mbit/s	30 m
12 Mbit/s	50 m
6 Mbit/s	70 m

### **1.2.3 Estándar IEEE 802.11g**

El estándar IEEE 802.11g permite un máximo de transferencia de datos de 54 Mbps en rangos comparables a los del estándar 802.11a. Además, y debido a que el estándar 802.11g utiliza el rango de frecuencia de 2.4 GHz con codificación OFDM es compatible con los dispositivos 802.11b con excepción de algunos dispositivos más antiguos.

<sup>5</sup> Circuito integrado (CI) que contiene una enorme cantidad (del orden de miles o millones) de dispositivos microelectrónicos interconectados

**Tabla.1.6.Rango de velocidades de 802.11g**

<b>Velocidad hipotética</b>	<b>Rango (en ambientes cerrados)</b>	<b>Rango (al aire libre)</b>
54 Mbit/s	27 m	75 m
48 Mbit/s	29 m	100 m
36 Mbit/s	30 m	120 m
24 Mbit/s	42 m	140 m
18 Mbit/s	55 m	180 m
12 Mbit/s	64 m	250 m
9 Mbit/s	75 m	350 m
6 Mbit/s	90 m	400 m

## Aspectos técnicos de IEEE 802.11

El estándar 802.11 para redes de área local LAN inalámbricas incluye una serie de enmiendas. Las enmiendas contemplan principalmente las técnicas de modulación, gama de frecuencia y la calidad del servicio (QoS). [2] [4]

### 1.3 Nivel físico

#### 1.3.1 Arquitectura

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

La capa física de servicios consiste en dos protocolos:

- Una función de convergencia de capa física, que adapta las capacidades del sistema físico dependiente del medio (PMD *Physical Medium Dependent*). Esta función es implementada por el protocolo PLCP (*physical layer convergence procedure*) o procedimiento de convergencia de capa física, que define una forma de mapear MPDUs (*MAC protocol data unit*) o unidades de

datos MAC en un formato de tramas susceptibles de ser transmitidas o recibidas entre diferentes estaciones o STASs<sup>6</sup> a través de la capa PMD.

- Un sistema PMD, cuya función define las características y un medio de transmitir y recibir a través de un medio sin cables entre dos o más STAs.

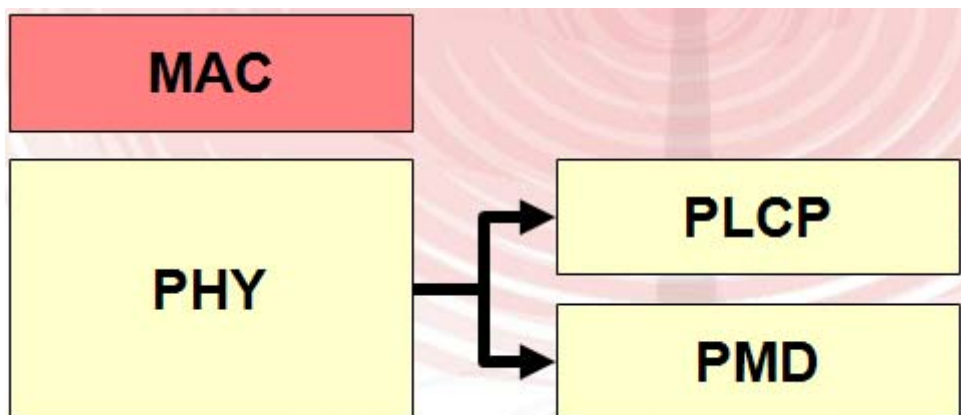


Figura.1.1.Estándar 802.11 para capa física

La información de usuario se segmenta en tramas MPDU, a las que se les antepone:

- PLPC: preámbulo para la sincronización y delimitación de trama
- Cabecera: información de la velocidad de transmisión y longitud MPDU

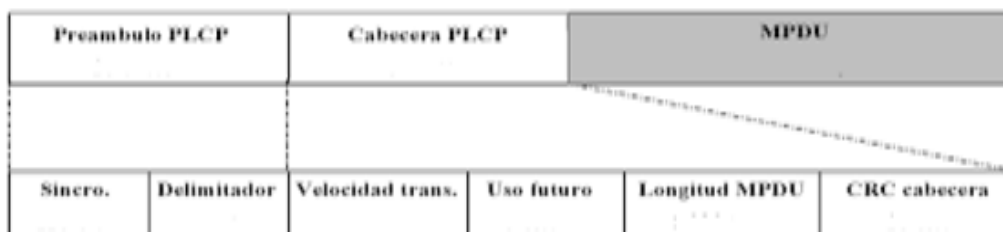


Figura.1.2.Formato de una trama MPDU

<sup>6</sup> Unidad que puede encontrarse por una dirección.

### 1.3.2 Técnicas de modulación

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

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

#### Espectro ensanchado

Esta técnica consiste en utilizar una banda de frecuencia ancha para transmitir datos de baja potencia. Existen dos tecnologías de espectro ensanchado:

- Espectro ensanchado por saltos de frecuencia.
- Espectro ensanchado por secuencia directa.

#### Espectro esparcido por salto de frecuencia FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*)

La técnica de espectro ensanchado por saltos de frecuencia consiste en dividir la frecuencia de banda ancha en al menos 75 canales distintos (con "saltos" de 1 MHz de distancia entre sí) y después transmitirla a través de una combinación de canales que todas las estaciones en la célula conocen. En el estándar IEEE 802.11 la banda de frecuencia de 2.4 a 2.4835 GHz acepta 79 canales discretos de 1 MHz. La transmisión se lleva a cabo de un canal hacia otro y sólo se usa cada canal durante un período de tiempo corto (aproximadamente 400 milésimas de segundo), lo que permite que una señal más fácil de reconocer se transmita en un determinado momento y en una determinada frecuencia.

El estándar IEEE 802.11 define la modulación aplicable en este caso. Se utiliza la modulación en frecuencia FSK (*Frequency Shift Keying*), con una velocidad de 1Mbps ampliable a 2Mbps.

### **Espectro esparcido por secuencia directa DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*)**

La técnica conocida como espectro ensanchado por secuencia directa consiste en transmitir para cada bit enviado una secuencia de Barker de bits (a veces llamado ruido pseudo aleatorio o PN). En esta operación, cada bit establecido en 1 es reemplazado por una secuencia de bit y cada secuencia de bit establecida en 0 es reemplazada por su complemento.

La capa física del estándar IEEE 802.11 define una secuencia de 11 bits (10110111000) para representar el 1 y para codificar el 0 usa su complemento (01001000111). Cada bit que se codifica con esta secuencia se denomina chip o código de chip.

Una vez aplicada la señal de chip, el estándar IEEE 802.11 ha definido dos tipos de modulación para la técnica de espectro ensanchado por secuencia directa, la modulación DBPSK (*Differential Binary Phase Shift Keying*) y la modulación DQPSK (*Differential Quadrature Phase Shift Keying*), que proporcionan una velocidad de transferencia de 1 y 2 Mbps respectivamente.

### **Modulación por división de frecuencias ortogonales OFDM (*Orthogonal Frequency-Division Multiplexing*)**

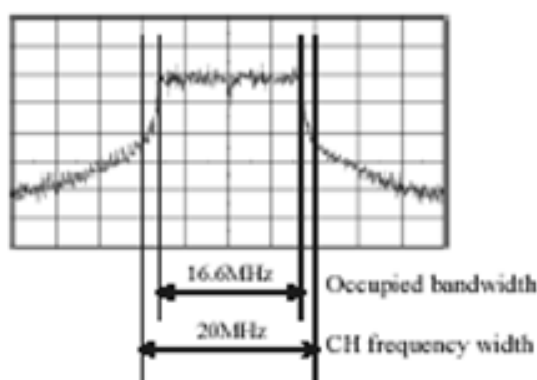
OFDM, algunas veces llamada modulación multitono discreta (DMT) es una técnica de modulación basada en la idea de la multiplexación de división de frecuencia (FDM). FDM, que se utiliza en radio y TV, se basa en el concepto de enviar múltiples señales simultáneamente pero en diversas frecuencias.

En OFDM, un sólo transmisor transmite en muchas (de docenas a millares) frecuencias ortogonales<sup>7</sup>. Una señal OFDM es la suma de un número de subportadoras

ortogonales, donde cada subportadora se modula independientemente usando QAM (modulación de fase y amplitud) o PSK (modulación de fase).

Los beneficios de OFDM son una eficiencia espectral alta, resistencia a interferencias de RF, y baja distorsión de multi-camino<sup>8</sup>.

En este tipo de modulación el ancho de banda requerido es de 16,6 Mhz pero se le asigna 20 Mhz por canal debido a que se le agrega unas pequeñas bandas de guarda.



**Figura1.3.Ancho de banda para OFDM**

En dicho canal existen 52 sub-portadoras ortogonales por canal las cuales están divididas en dos grupos, uno de 48 portadoras de datos y otro de 4 portadoras piloto<sup>9</sup>. Las sub-portadoras poseen una separación de 312,5 KHz entre ellas y son moduladas digitalmente.

La duración del símbolo efectivo es de 3.2 ms y el intervalo de guarda posee un tiempo de 0,8 ms, dicho intervalo se agrega debido que de esta manera se reduce la interferencia ocasionada por las señales que llegan retrasadas como consecuencia de los multi-caminos.

<sup>7</sup> Establecimiento de una relación de fase específica entre las diferentes frecuencias para minimizar la interferencia entre ellas.

<sup>8</sup> La señal transmitida llega al receptor de varios caminos y de diferentes distancias.

<sup>9</sup> Portadoras para sincronización en fase y frecuencia, para llevar la información de los parámetros del esquema de transmisión, etc.

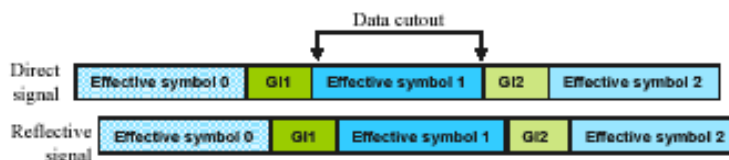


Figura.1.4.Duración de símbolo y tiempo de guarda en OFDM

### 1.3.3 Corrección de error adelantada FEC

FEC (*Forward Error Correction*) permite la corrección de errores en el receptor sin retransmisión de la información original. Se utiliza en sistemas sin retorno o sistemas en tiempo real donde no se puede esperar a la retransmisión para mostrar los datos. [3]

La posibilidad de corregir errores se consigue añadiendo al mensaje original unos bits de redundancia. La fuente digital envía la secuencia de datos al codificador, encargado de añadir dichos bits de redundancia. A la salida del codificador obtenemos la denominada palabra código. Esta palabra código es enviada al receptor y éste, mediante el decodificador adecuado y aplicando los algoritmos de corrección de errores, obtendrá la secuencia de datos original.

FEC reduce el número de transmisiones de errores, así como los requisitos de potencia de los sistemas de comunicación e incrementa la efectividad de los mismos evitando la necesidad del reenvío de los mensajes dañados durante la transmisión.

El FEC es un mecanismo que se adoptó a partir de la aparición del estándar 802.11a con códigos convolucionales<sup>10</sup> de  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$  o  $\frac{3}{4}$ .

En la Tabla.1.7 se muestran las distintas tasas de transferencia que se pueden alcanzar utilizando 802.11a, pero en éste sólo las tasas de 6, 12 y 24 [Mbps] son requeridas y el resto son opcionales.

<sup>10</sup> Tipo de código de detección de errores donde cada símbolo de  $m$  bits de información se transforma, al ser codificado, en un símbolo de  $n$  bits, donde  $m/n$  es la tasa del código ( $n \geq m$ ) y la transformación es función de los  $k$  símbolos anteriores, donde  $k$  es la longitud del código.



Tabla.1.7.Tasa de transferencia, esquema de modulación y tasa de codificación de 802.11a

Tasa de transferencia [Mbps]	Esquema de Modulación	Tasa de codificación
6	BPSK	1/2
9	BPSK	3/4
12	QPSK	1/2
18	QPSK	3/4
24	16QAM	1/2
36	16QAM	3/4
48	64QAM	2/3
54	64QAM	3/4

#### 1.4 Capa 2 Nivel de acceso al medio [4]

La arquitectura MAC del estándar 802.11 se compone de dos funcionalidades básicas: la función de coordinación puntual (PCF) y la función de coordinación distribuida (DCF).

## MAC de IEEE 802.11

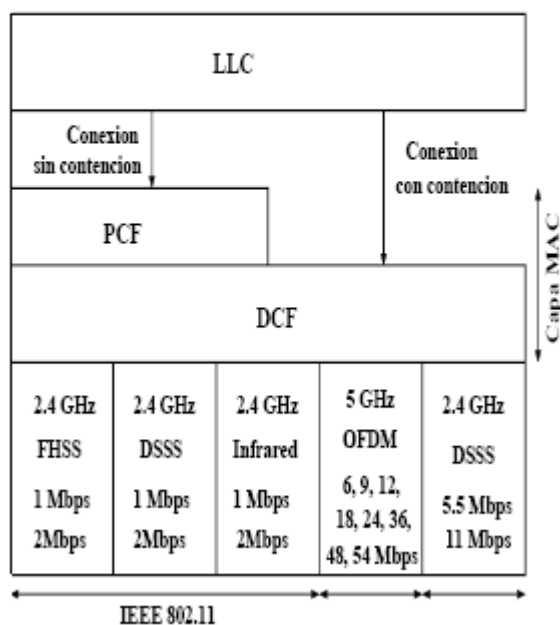


Figura.1.5.Arquitectura MAC de 802.11

### 1.4.1 Función de Coordinación Distribuida

Definimos función de coordinación como la funcionalidad que determina, dentro de un conjunto básico de servicios BSS<sup>11</sup>, cuándo una estación puede transmitir y/o recibir unidades de datos de protocolo a nivel MAC a través del medio inalámbrico.

El tráfico que se transmite bajo esta funcionalidad es de carácter asíncrono ya que estas técnicas de contienda introducen retardos aleatorios y no predecibles no tolerados por los servicios síncronos.

Las características de DFC las podemos resumir en estos puntos:

- Utiliza MACA (CSMA/CA con RTS/CTS) como protocolo de acceso al medio.
- Necesario reconocimientos ACKs, provocando retransmisiones si no se recibe.
- Usa campo Duration/ID que contiene el tiempo de reserva para transmisión y ACK. Esto quiere decir que todos los nodos conocerán al escuchar cuando el canal volverá a quedar libre.
- Implementa fragmentación de datos
- Concede prioridad a tramas mediante el espaciado entre tramas (IFS)
- Soporta Broadcast y Multicast sin ACKs

#### Protocolo de Acceso al medio CSMA/CA y MACA

El algoritmo básico de acceso a este nivel es muy similar al implementado en el estándar IEEE 802.3 y es el llamado CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance*).

- 1.- Antes de transmitir la estación testea el medio (libre / ocupado).
- 2.- Si el medio no está ocupado ejecuta una espera: espaciado entre tramas (IFS).
- 3.- Si durante este intervalo temporal, o bien ya desde el principio, el medio se determina ocupado, la estación debe esperar hasta el final de la transacción actual.

4.- Finalizada la espera ejecuta el llamado algoritmo de Backoff que es una espera adicional y aleatoria escogida uniformemente en un intervalo llamado ventana de contienda (CW). El algoritmo de Backoff nos da un número aleatorio y entero de ranuras temporales (slot time).

5.- Mientras se espera se continúa escuchando el medio de tal manera que se determina libre durante un tiempo de al menos IFS esta espera va avanzando temporalmente hasta que la estación consume todas las ranura temporales asignadas. En cambio, si el medio no permanece libre durante un tiempo igual o superior a IFS el algoritmo de Backoff queda suspendido hasta que se cumpla esta condición.

Sin embargo, CSMA/CA en un entorno inalámbrico y celular presenta dos principales problemas:

- **Nodos ocultos.** Una estación cree que el canal está libre, pero en realidad está ocupado por otro nodo que no oye
- **Nodos expuestos.** Una estación cree que el canal está ocupado, pero en realidad está libre pues el nodo al que oye no le interferiría para transmitir a otro destino.

La solución que propone 802.11 es MACA o MultiAccess Collision Avoidance. Según este protocolo, antes de transmitir el emisor envía una trama RTS (Request to Send), indicando la longitud de datos que quiere enviar. El receptor le contesta con una trama CTS (Clear to Send), repitiendo la longitud. Al recibir el CTS, el emisor envía sus datos.

Los nodos seguirán una serie de normas para evitar los nodos ocultos y expuestos:

- Al escuchar un RTS, hay que esperar un tiempo por el CTS
- Al escuchar un CTS, hay que esperar según la longitud

Cuando el receptor recibe exitosamente la trama éste responde de con una trama de un reconocimiento (ACK), tras un breve espacio intertrama (SIFS). Si el transmisor no recibe el ACK entonces este asume que la comunicación se rompió o interferido por lo que comienza de nuevo la transmisión y el canal continúa ocupado.

---

<sup>11</sup> Basic Services Set. Unidad básica del estándar 802.11, formado por varias STAs y un AP dentro de un área de cobertura.

### 1.4.2 Espaciado entre tramas IFS

El tiempo de intervalo entre tramas se llama IFS. Durante este período mínimo, una estación estará escuchando el medio antes de transmitir. Se definen cuatro espaciados para dar prioridad de acceso al medio inalámbrico.

- **SIFS** (Short IFS). Este es el período más corto. Se utiliza fundamentalmente para transmitir los reconocimientos. También es utilizado para transmitir cada uno de los fragmentos de una trama.
- **PIFS** (PCF). Es utilizado por STAs para ganar prioridad de acceso en los periodos libres de contienda..
- **DIFS** (DCF). Es el tiempo de espera habitual en las contiendas con mecanismo MACA. Se utiliza pues para el envío de tramas MAC MPDUs.
- **EIFS** (Extended IFS). Controla la espera en los casos en los que se detecta la llegada de una trama errónea.

### 1.4.3 Función de coordinación puntual

Por encima de la funcionalidad DCF se sitúa la función de coordinación puntual, PCF (*Point coordinated functions*), asociada a las transmisiones libres de contienda que utilizan técnicas de acceso deterministas. El estándar IEEE 802.11, en concreto, define una técnica de interrogación circular desde el punto de acceso para este nivel. Esta funcionalidad está pensada para servicios de tipo síncrono que no toleran retardos aleatorios en el acceso al medio.

### 1.4.4 Formato de las tramas MAC 802.11

Las tramas MAC contienen los siguientes componentes básicos:

- Una cabecera MAC, que comprende campos de control, duración, direccionamiento y control de secuencia.
- Un cuerpo de trama de longitud variable, que contiene información específica del tipo de trama.
- Una secuencia checksum FCS<sup>12</sup> que contiene un código de redundancia CRC de 32 bits.

Las tramas MAC se pueden clasificar según tres tipos:

- Tramas de datos.
- Tramas de control: ACKs, RTS y CTS, y las tramas libres de contienda.
- Tramas de gestión.

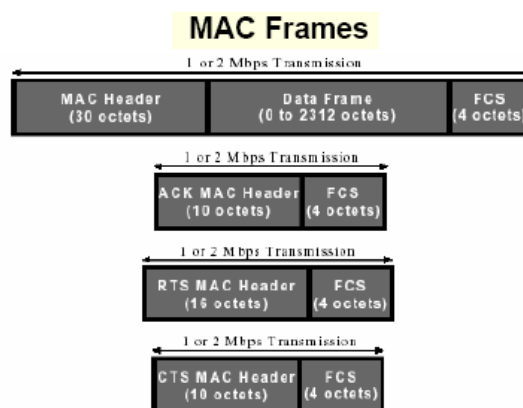


Figura.1.6. Tipos de tramas MAC

El formato de la trama MAC genérica tiene el siguiente aspecto:

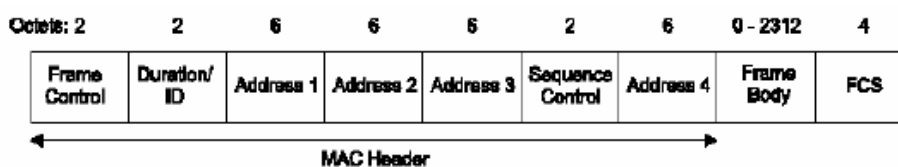


Figura.1.7. Trama MAC genérica

<sup>12</sup> *Frame Check Sequence* es una trama recibida que tiene una secuencia de verificación de trama incorrecta.

### 1.4.5 Encapsulamiento 802.11

El encapsulamiento de las tramas en el estándar 802.11 se lo realiza a partir de los datos entregados por la capa LLC (*Logical Link Control*) que son los MSDU (MAC Service Data Unit), estos son fragmentados que cuando son demasiado largos se los fragmenta para posteriormente a cada uno agregarle los datos de cabecera de la capa MAC y la secuencia checksum para convertirlos así en unidades MPDUs, a las cuales para poder transmitir al medio se les agrega los campos mencionados en el punto 1.3.1

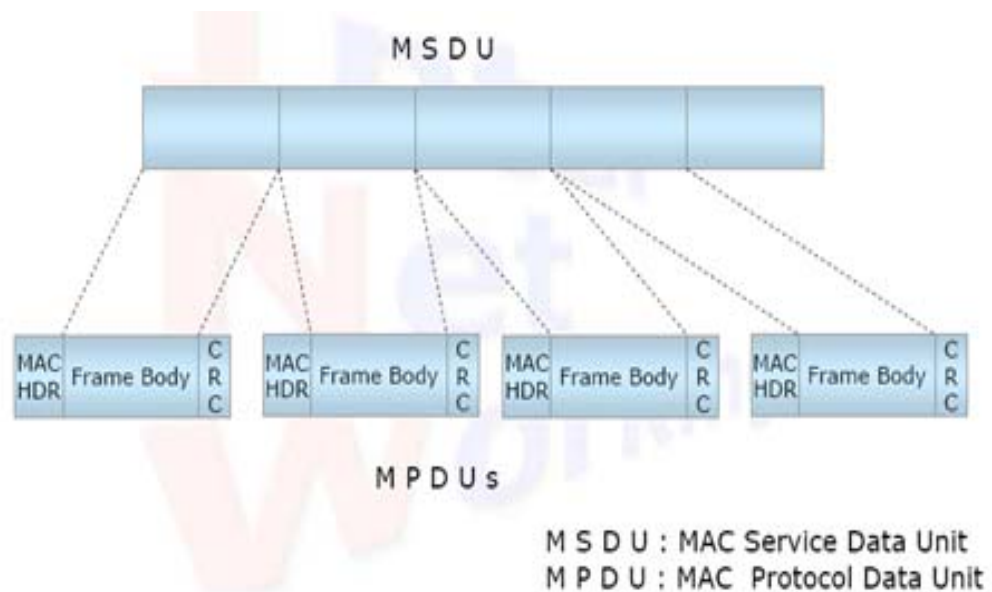


Figura.1.8.Encapsulamiento de MDSU y MPDU

## 1.5 Características de IEEE 802.11n

IEEE 802.11n es uno de los estándares en evolución que surge debido a la gran demanda de las WLAN (Wireless Local Area Network). [5]

Durante la segunda mitad del año 2003 la IEEE aprueba la creación del IEEE 802.11 Task Group N. Éste grupo desarrollaría una nueva revisión del estándar 802.11, en el cual la velocidad real de transmisión podría llegar a los 600 Mbps (esto significa que las velocidades teóricas de transmisión podrían ser mayores), debería ser hasta 10 veces más rápida que una red bajo los estándares 802.11a y 802.11g, y cerca de 40 veces más rápida que una red bajo el estándar 802.11b. Además, con el desarrollo de éste nuevo estándar, se espera que el alcance de operación de las redes sea mayor con la incorporación de la tecnología MIMO (Multiple Input-Multiple Output), la cual permite la utilización de varios canales a la vez para enviar y recibir datos gracias a la incorporación de varias antenas.

Seis propuestas completas se hicieron para el grupo de la creación de 802.11n, pero el apoyo ha sido en torno a dos propuestas principales, de grupos nombrados TGnSync y WWiSE (abreviatura de "World-Wide eficiencia del espectro").

Atheros, Agere, Marvell, e Intel forman parte de TGnSync; Airgo, Broadcom, Conexant y Texas Instruments son el núcleo de WWiSE. Sin embargo, un buen número de fabricantes de dispositivos electrónicos que podrían utilizar 802.11 (Cisco, Nokia, Nortel, Philips, Samsung, Sanyo, Sony y Toshiba) también se han convertido en parte del esfuerzo, y que están representadas de manera desproporcionada en TGnSync.

En un nivel muy alto, ambas propuestas son similares, aunque difieren en el énfasis sobre incrementar las tasas de velocidad de datos frente a la mejora de la eficiencia. Cada uno de ellos hace uso de tecnología MIMO (*multiple-input/multiple-output*) en diversas configuraciones y prevé la compatibilidad hacia atrás con sistemas instalados en la misma banda de frecuencias. Ambos apoyan la operación en el actual canal de 20 MHz, con disposición para usar canales con doble ancho de 40 MHz para extra rendimiento.

El trabajo de los grupos mencionados es arduo y desde que empezó el desarrollo del futuro estándar se han aprobado ya varios borradores que van especificando los acuerdos a los cuales han llegado los miembros durante las intensas reuniones, basados en estas especificaciones hay ya empresas que han comenzado a fabricar equipos pre 802.11n con la garantía que cuando se ratifique el estándar ofrecerán las respectivas actualizaciones que se necesite. El último reporte entregado por el TGN indica que en Noviembre del 2008 se aprobó el borrador 7.

Entre los cambios más sobresalientes que podemos destacar se encuentran los detallados a continuación.

### **1.5.1 Mejor OFDM [6]**

En el borrador 802.11n, el primer requerimiento es soportar la implementación de OFDM que mejora al 802.11a/g, usando una más alta tasa de código y escasamente más ancho de banda. Éste cambio mejora la máxima velocidad alcanzable de datos a 58,5 Mbps de 54 Mbps en los estándares existentes. Y el número de sub-portadoras de datos OFDM se incrementa de 48 a 52.

### **1.5.2 Bandas de radio [7]**

802.11n opera tanto en la banda de radio 2.4-GHz (802.11b y g) como también en la de 5-GHz (802.11a). La planificación de cada una de las bandas de radio debe ser realizada en forma independiente, a causa de las limitaciones que a veces son muy diferentes para cada banda.

#### **- La banda 2,4-GHz**

La banda 2.4 GHz no tiene más que 100 MHz de ancho. La misma canalización que se utiliza en esta banda para 802.11b y 802.11g puede ser utilizada para operación de 802.11n.

Sin embargo, el uso del modo de operación de 40 MHz de 802.11n no se recomienda en esta banda, porque una parte importante de la banda sufrirá



interferencia de un transmisor de 40 MHz. Además se debe tener en cuenta que cuando el sistema funcione en modo mixto que se explicará más adelante, se debe tener un canal disponible de 20 MHz para que puedan transmitir las estaciones legadas 802.11 a/b/g.

En gran parte del mundo donde es típico utilizar tres canales *nonoverlapping*<sup>13</sup> de 20 MHz en esta banda, un solo punto de acceso de 40 MHz presentaría un desafío importante para desarrollar un plan de canales que proporcione la capacidad adecuada en la mayoría de las empresas.

Incluso cuando todos los dispositivos legados 802.11b y g sean retirados de la banda, será difícil de implementar puntos de acceso a la utilización de canales de 40 MHz en la banda. Simplemente no hay suficiente ancho de banda disponible para comenzar a duplicar los tres canales *nonoverlapping* de distribución de la herencia.

#### - **La banda de 5 GHz**

En la banda de 5-GHz hay un número significativamente mayor de canales disponibles que en la banda 2.4-GHz. El mayor número de canales en esta banda hace que la planificación del despliegue de una red 802.11n sea mucho más sencilla, aunque al mismo tiempo haya operación con canales de 40 MHz

### **1.5.3 Superior corrección de errores (FEC)**

La tasa de codificación 3/4 utilizada en versiones anteriores a/g del estándar es mejorada en el 802.11n a 5/6 promoviendo así tasa de enlace de 58,5 a 65 Mbps. [6]

### **1.5.4 Intervalo de Guardia más corto (GI)**

El GI entre los símbolos OFDM en versiones anteriores 802.11a,b,g es reducido de 800ns a 400ns aumentando el rendimiento de 65 a 72,2 Mbps.

---

<sup>13</sup> Canales no sobrepuestos utilizados en 802.11g para evitar interferencias.

Un pequeño GI reduce el tiempo de símbolo de 4 microsegundos para redes anteriores a 3.6 microsegundos para 802.11n, por lo tanto la tasa de símbolo incrementa un 10%. [6]

### 1.5.5 Enlace de canal

Otra herramienta importante que puede incrementar la velocidad de transferencia PHY constituyen los canales con un ancho de banda más amplio espectral. El incremento del ancho de banda de los canales no es un concepto nuevo. Se puede ver claramente en la ecuación 1.1 de capacidad de Shannon, los límites de capacidad teórica "C" disminuyen directamente cuando se consideran incrementos en el ancho de banda ocupado "B". [8]

$$[C = B \log_2 (1+SNR)] \quad (1.1)$$

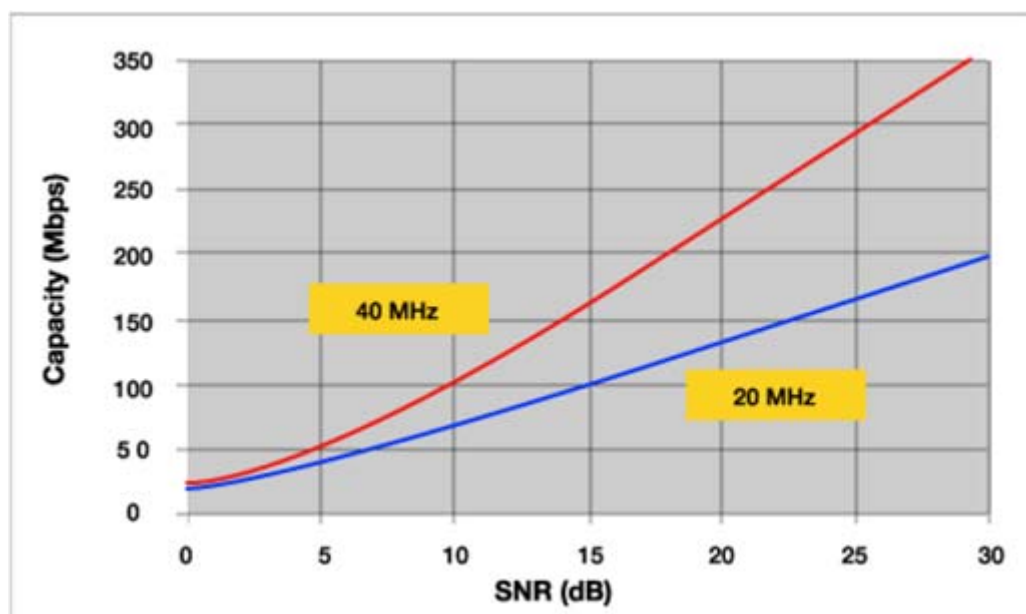


Figura.1.9. Incremento de los límites de capacidad.

El uso de un ancho de banda para canales más amplio con OFDM ofrece ventajas significativas durante la maximización del rendimiento. Los canales de ancho de banda más amplio son rentables y se pueden lograr con facilidad gracias a incrementos moderados en el procesamiento de señales digitales (DSP).

Al combinar la arquitectura MIMO con los canales de ancho de banda más amplio se ofrece la oportunidad de crear métodos muy poderosos y, al mismo tiempo, rentables para incrementar la velocidad de transferencia física.

El satisfacer el requisito del IEEE TGn con solamente canales de 20 MHz requeriría al menos tres antenas con extremos frontales en tanto el transmisor como el receptor. Al mismo tiempo, una solución con 20 MHz tendría dificultades al proporcionar una experiencia robusta con aplicaciones que exigen un rendimiento superior en entornos reales de usuarios.

Duplicando el ancho de banda del canal de 20 a 40 MHz, se obtiene una tasa de algo más del doble, de 72,2 a 150 Mbps. [6]

Mientras las redes legadas operan en un canal de 20 MHz, 802.11n define el uso de canales de 20 y 40 MHz con hasta 4 flujos espaciales por canal.

El programa de certificación del borrador Wi-Fi 802.11n, actualmente limita el uso de canales de 40Mhz a la banda de 5GHz. Con 4 flujos espaciales en 40 Mhz la tasa máxima de transmisión de datos es 600 Mbps.

Productos actuales pueden transmitir a velocidades de hasta 300 Mbps usando 2 flujos espaciales en un canal de 40 Mhz. El uso de múltiples flujos y canales de 40 MHz es opcional. En la Tabla.1.8 se pueden apreciar las velocidades de transmisión de datos de 802.11 a/b/g. Mbps. Las regiones sombreadas indican las capacidades opcionales. La velocidad de transmisión de datos de 600 Mbps se puede lograr en un canal de 20 MHz utilizando GI de 400 ns y 4 flujos [14]

Tabla.1.8.Ancho de banda de canales en 802.11n

	20 MHz Channel		40 MHz Channel	
	1 stream	2 streams	1 stream	2 streams
	Data Rate, in Mbps			
802.11b 2.4 GHz	1, 2, 5.5, 11			
802.11a 5 GHz	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54			
802.11g 2.4 GHz	1, 2, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54			
802.11n GI <sup>1</sup> =800ns 2.4 GHz	6.5, 13, 19.5, 26, 39, 52, 58.5, 65	13, 26, 39, 52, 78, 104, 117, 130		
802.11n GI <sup>2</sup> =800ns 5 GHz	6.5, 13, 19.5, 26, 39, 52, 58.5, 65	13, 26, 39, 52, 78, 104, 117, 130	13.5, 27, 40.5, 54, 81, 108, 121.5, 135	27, 54, 81, 108, 162, 216, 243, 270
802.11n, GI=400ns 2.4 and 5 GHz	7.2, 14.4, 21.7, 28.9, 43.3, 57.8, 65, 72.2	14.4, 28.9, 43.3, 57.8, 86.7, 115.6, 130, 144.4	15, 30, 45, 60, 90, 120, 135, 150	30, 60, 90, 120, 180, 240, 270, 300

### 1.5.6 Transmisión MIMO [9][10]

Hasta 2004, había interfaces 802,11 de una sola antena. Para estar seguros, algunas interfaces tenían dos antenas en una configuración diversa, pero la base de la diversidad es que la "mejor" antena es seleccionada. En configuraciones diversas, una única antena se utiliza en cualquier momento. Aunque puede haber dos o más antenas, solo hay un conjunto de componentes para procesar la señal, o canal de RF. El receptor tiene un solo canal de entrada, y el transmisor tiene un solo canal de salida.

El siguiente paso más allá de la diversidad es atribuir un canal de RF para cada antena en el sistema. Esta es la base de la operación de Multiple-Input/Multiple-Output (MIMO). Cada canal de RF es capaz de transmitir o recibir simultáneamente, lo cual puede mejorar drásticamente el rendimiento.

Por otra parte, la tramitación simultánea del receptor tiene beneficios en la solución de múltiples interferencias, y puede mejorar la calidad de la señal recibida mucho más allá de la simple diversidad. Cada canal de RF y su correspondiente antena se encargan de transmitir un flujo espacial. Una sola trama puede estar dividida y multiplexada a través de múltiples flujos espaciales, que son re ensamblados en el receptor.

Tanto las propuestas de TGnSync como de WWiSE emplean la tecnología MIMO para aumentar la velocidad de transmisión de datos, aunque sus aplicaciones son diferentes.

MIMO es uno de los más importantes componentes de las especificaciones del borrador. De hecho, muchos identifican al 802.11n como el “estándar MIMO”. Esta es una tecnología que, mediante el empleo de varias antenas, ofrece la posibilidad de resolver información coherentemente desde varias rutas de señales mediante antenas receptoras separadas espacialmente.

Las señales multi-camino son las señales reflejadas que llegan al receptor en cualquier momento después de la señal original o de la línea de vista que ha sido recibida. Generalmente el multi-camino es considerado como interferencia que reduce la habilidad del receptor para recuperar información inteligente.

Otra oportunidad valiosa que puede proporcionar la tecnología MIMO es el Multiplexado por División Espacial (*Spatial Division Multiplexing*, SDM), el cual crea una división espacial multiplexada en varios flujos de datos independientes, transferidos simultáneamente dentro de un canal espectral del ancho de banda. El MIMO SDM puede incrementar notablemente el rendimiento de datos, así como la cantidad de flujos espaciales permitidos.

Las configuraciones de las antenas MIMO son descritas con la abreviatura "YxZ", donde Y y Z son enteros, usados para referirse al número de antenas transmisoras y para el número de antenas receptoras. Por ejemplo, tanto TGnSync y WWiSE requieren una operación 2x2, que tiene dos canales transmisores, dos canales receptores y dos corrientes espaciales multiplexadas a través del enlace de radio. Ambas propuestas también tienen requerimientos adicionales y modos opcionales.

Además con esta tecnología se puede esperar, que las configuraciones comunes de hardware tendrán dos canales de RF en el lado del cliente para ahorrar costos y energía de la batería, mientras que al menos tres canales de RF se utilizaran en la mayoría de los puntos de acceso. Esta configuración podría utilizar MIMO 2x3 para un enlace ascendente, y MIMO 3x2 para un descendente.

## Resumen distintas versiones de la tecnología MIMO

**MIMO:** *Multiple input multiple output*; este es el caso en el que tanto transmisor como receptor poseen varias antenas

**MISO:** *Multiple input Single output*; en el caso de varias antenas de emisión pero únicamente una en el receptor.

**SIMO:** *Single input multiple output*; en el caso de una única antena de emisión y varias antenas en el receptor.



**Figura.1.10. Versiones de tecnología MIMO**

Este conjunto de antenas es usado en función de la tecnología dentro de MIMO que se vaya a usar. Principalmente hay tres categorías de tecnología MIMO:

**Beamforming:** Consiste en la formación de una onda de señal reforzada mediante el desfase en distintas antenas. Sus principales ventajas son una mayor ganancia de señal además de una menor atenuación con la distancia. Gracias a la ausencia de dispersión el beamforming da lugar a un patrón bien definido pero direccional. En este tipo de transmisiones se hace necesario el uso de dominios de beamforming, sobre todo en el caso

de múltiples antenas de transmisión. Hay que tener en cuenta que el beamforming requiere el conocimiento previo del canal a utilizar en el transmisor.

***Spatial multiplexing*** (multiplexación espacial): Consiste en la multiplexación de una señal de mayor ancho de banda en señales de menor ancho de banda iguales transmitidas desde distintas antenas. Si estas señales llegan con la suficiente separación en el tiempo a el receptor este es capaz de distinguirlas creando así múltiples canales en anchos de banda mínimos. Esta es una muy buena técnica para aumentar la tasa de transmisión, sobre todo en entornos hostiles a nivel de relación señal ruido. Únicamente esta limitado por el número de antenas disponibles tanto en receptor como en transmisor. No requiere el conocimiento previo del canal en el transmisor o receptor. Para este tipo de transmisiones es obligatoria una configuración de antenas MIMO.

**Diversidad de código:** Son una serie de técnicas que se emplean en medios en los que por alguna razón solo se puede emplear un único canal, codificando la transmisión mediante espaciado en el tiempo y la diversidad de señales disponibles dando lugar a el código espacio-tiempo. La emisión desde varias antenas basándose en principios de ortogonalidad es aprovechada para aumentar la diversidad de la señal.

La multiplexación espacial puede ser combinada con el Beamforming cuando el canal es conocido en el transmisor o combinado con la diversidad de código cuando no es así. La distancia física entre las antenas ha de ser grande en la estación base para así permitir múltiples longitudes de onda. El espaciado de las antenas en el receptor tiene que ser de al menos 0,3 veces la longitud de onda para poder distinguir las señales con claridad.

Al utilizar tecnología MIMO en 802.11n veremos que el rendimiento aumenta hasta 4 veces 150 a 600 Mbps.

### **1.5.7 Sistema de codificación de modulación (MCS). [11]**

En las versiones anteriores de 802,11, la tasa de adaptación de velocidad de los datos parece compleja en comparación con Ethernet, pero ahora parece simple en comparación con 802.11n.

Los dispositivos legados 802.11a, b, g pueden automática y dinámicamente adaptar la tasa de la velocidad de datos basados sobre las condiciones de canal, el mejor de los canales, seleccionando la más alta de 12 posibles velocidades de 1 a 54 Mbps.

MCS incluye variables como el número de flujos espaciales, modulación, y la velocidad de transmisión de datos en cada flujo. Estableciendo radios y manteniendo un vínculo automáticamente negocia el óptimo MCS basado en condiciones de canal y luego continuamente ajusta la selección de MCS como cambio de condiciones haya, debido a la interferencia, el movimiento, desvanecimiento, y otros eventos.

Hay 77 MCSs especificados en el actual proyecto borrador IEEE 802.11n , con ocho de ellos siendo obligatorio para el cumplimiento de 802.11n.

La tabla.1.9 muestra un ejemplo de cómo los 8 primeros MCSs son especificados. La mayor velocidad de transmisión de datos de 600 Mbps es alcanzada con MCS 31 usando modulación 64-QAM en un canal de 40 MHz , cuatro flujos espaciales, y operando con un corto intervalo de guardia (GI) de 400 ns.

**Tabla.1.9.MCSs para el 802.11n**

Table . MCSs that are mandatory in the current IEEE P802.11n draft.									
MCS Index	Modulation	R	$N_{\text{BPSC(ISS)}}$	$N_{\text{SD}}$	$N_{\text{SP}}$	$N_{\text{CBPS}}$	$N_{\text{DBPS}}$	Data rate (Mbps)	
								800 ns GI*	400 ns GI
0	BPSK	1/2	1	108	6	108	54	13.5	15.0
1	QPSK	1/2	2	108	6	216	108	27.0	30.0
2	QPSK	3/4	2	108	6	216	162	40.5	45.0
3	16-QAM	1/2	4	108	6	432	216	54.0	60.0
4	16-QAM	3/4	4	108	6	432	324	81.0	90.0
5	64-QAM	2/3	6	108	6	648	432	108.0	120.0
6	64-QAM	3/4	6	108	6	648	486	121.5	135.0
7	64-QAM	5/6	6	108	6	648	540	135.0	150.0

\*Guard Interval (GI) is the time delay used by the receiver to let the reflections in the channel settle before sampling data bits.

**Legend**

$N_{\text{SS}}$	Number of spatial streams
R	Code rate
$N_{\text{BPSC}}$	Number of coded bits per single carrier
$N_{\text{BPSC(ISS)}}$	Number of coded bits per single carrier for each spatial stream, ISS
$N_{\text{SD}}$	Number of data subcarriers
$N_{\text{SP}}$	Number of pilot subcarriers
$N_{\text{CBPS}}$	Number of coded bits per symbol
$N_{\text{DBPS}}$	Number of data bits per symbol
$N_{\text{ES}}$	Number of FEC encoders
$N_{\text{TBPS}}$	Number of total bits per subcarrier

Note: These are rate-dependent parameters for mandatory 20-MHz,  $N_{\text{SS}}=1$  MCS,  $N_{\text{ES}}=1$ . The draft goes on to specify 77 different MCSs for 20- and 40-MHz channels.



### 1.5.8 Mecanismos de encapsulación [12]

La encapsulación de trama es una de las diversas mejoras MAC que maximiza y aumenta la eficiencia. Los dos tipos de encapsulación que presenta 802.11n A-MSDU y A-MPDU.

La principal distinción entre MSDU y MPDU es que la primera se encuentra en la parte superior de la capa MAC y la segunda en la parte inferior de esta capa. La A-MSDU envuelve múltiples tramas Ethernet en una trama 802.11 de hasta 8KB en cambio (A-MPDU) permite encapsulamientos de hasta 64KB.

#### **Agregación MSDU.**

El principio básico de una A-MSDU es enviar numerosos MSDUs al mismo receptor dentro de un solo MPDU. Por lo tanto, la eficiencia del canal será aumentada rápidamente, especialmente cuando hay muchos pequeños MSDUs tal como los acuses de recibo TCP.

La figura.1.11 ilustra la arquitectura de una portadora MPDU la cual contiene una A-MSDU, ésta concatena numerosas subtramas que consisten de una cabecera de subtrama seguida de un MSDU y 0-3 bytes de relleno. La duración de cada subtrama, excepto la última, debe ser un múltiplo de 4 bytes. Note, que mediante la compresión todos los MSDUs entran en un solo MPDU con un solo número de secuencia por lo que si alguna subtrama esta dañada toda la A-MSDU tendrá que ser retransmitida. Esta situación podría conducir fácilmente a la mala utilización del canal en caso de errores de transmisión.

También hay cierta limitación que es que la Dirección de Destinos (DA) y la Dirección de remitentes (SA), valores de parámetros en la cabecera de la subtrama deben ser iguales tanto en el transmisor como también en el receptor. Por lo tanto, la radiodifusión o multidifusión no es permitida.

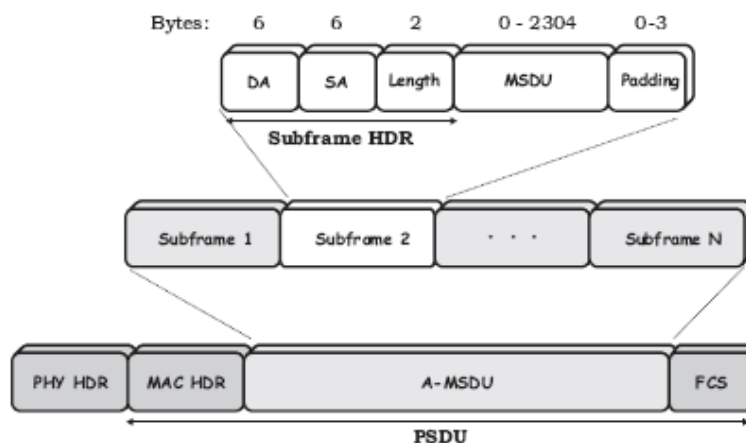


Fig. . A-MSDU structure

Figura.1.11.Agregación de MSDUs

### Agregación MPDU.

Similar a lo anterior, el concepto de agregación A-MPDU es juntar múltiples subtramas MPDU con el fin de disminuir la cabecera PHY. La longitud máxima que un A-MPDU puede obtener es 65535 bytes pero puede ser más limitada de acuerdo a las capacidades de las STAs.

Una vez más, todos los MPDUs dentro de una A-MPDU son dirigidos a la misma dirección del receptor. La figura.12 muestra un esbozo de A-MPDU. Un conjunto de campos son insertados antes y después de cada MPDU, conocidos como bits de delimitador y relleno, respectivamente. La operación básica de la cabecera delimitadora tiene por objeto definir la posición de los MPDUs dentro de la trama agregada.

Tenga en cuenta que el campo CRC en la delimitación verifica la autenticidad de los 16 bits anteriores. Los bits de relleno son agregados a fin que cada MPDU, es un múltiplo de cuatro bytes en la longitud, el cual puede ayudar a la subtrama al trazado en el lado del receptor.

Elementos de una ráfaga A-MPDUs pueden ser reconocidos individualmente con un solo bloque-Recibo. Sólo una A-MPDUs no reconocida es retransmitida.

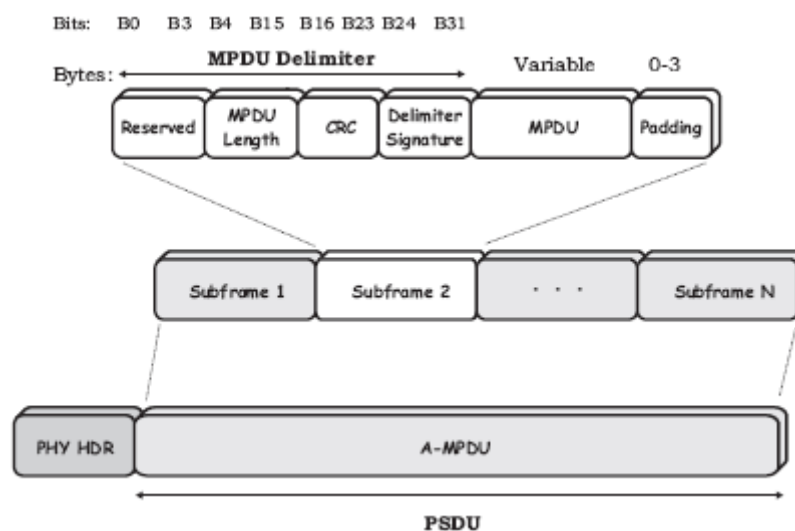


Figura.1.12. Agregación de MPDUs

### 1.5.9 Reconocimiento de bloques ACKs [6]

Los bloques de reconocimiento eliminan efectivamente la necesidad de iniciar un nuevo ACK por cada transferencia de un MPDU.

En lugar de enviar un reconocimiento individual a continuación de cada trama de datos, 802.11n introduce la técnica de confirmación de llegada de un solo paquete de 64 tramas con una sola trama denominada bloque ACK (BA Block ACK). El bloque ACK incluso contiene un mapa de bits para seleccionar reconocimientos individuales de tramas de un paquete. (Muy similar a los reconocimientos selectivos de TCP).

El uso de reconocimientos combinados para cuando un MPDU ha llegado erróneo puede ser solicitado por el envío de una solicitud de bloque ACK (BAR Block ACK Request), mediante el cual se vuelve a enviar el MPDU solicitado en la siguiente A-MPDU sin alterar la transmisión de los demás MPDUS que se encontraban ya listos en la cola de datos.

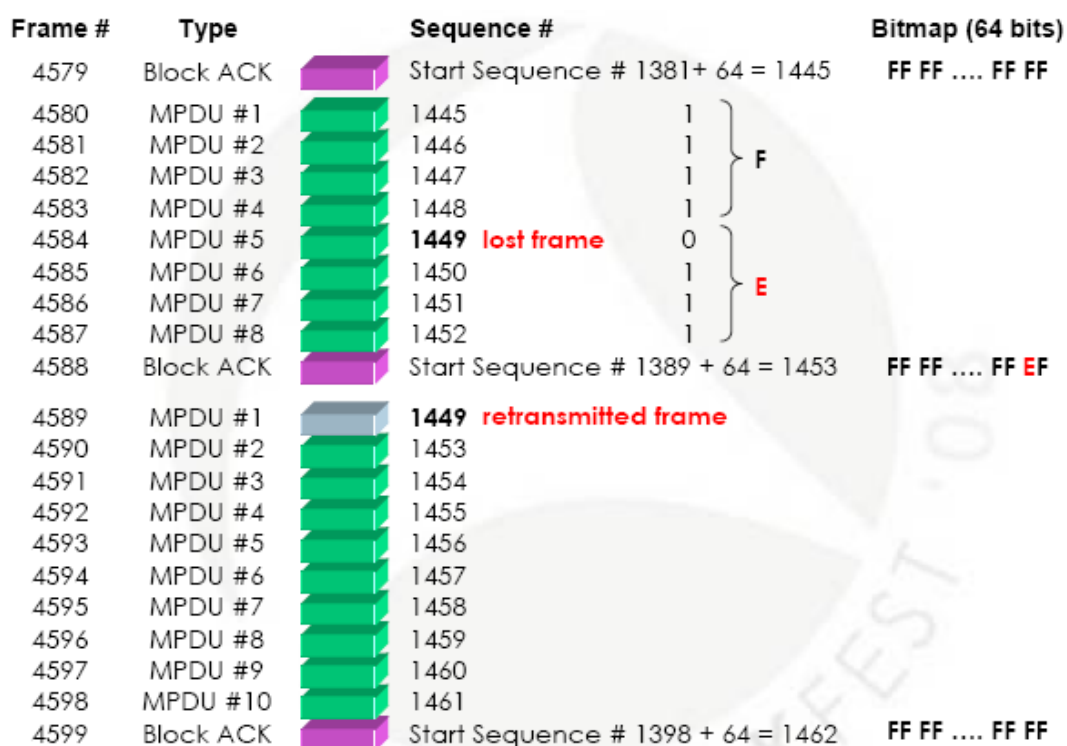


Figura.1.13.Mecanismo de reenvío de un MPDU

### 1.5.10 Compatibilidad con IEEE 802.11a/ b / g [7]

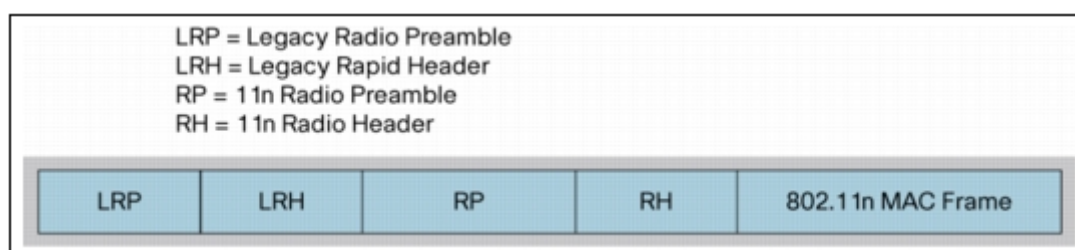
La compatibilidad con los actuales dispositivos 802.11a, b, g es un problema que se aborda en 802.11n. Así como 802.11g ofrece un modo de protección para operar con los dispositivos 802.11b, 802.11n tiene una serie de mecanismos para proporcionar compatibilidad hacia atrás con dispositivos 802.11 a, b y g, permitiendo que estos dispositivos comprendan la información necesaria para permitir que los dispositivos 802.11n operen en la misma zona.

Por un buen tiempo, 802.11n necesitará operar en la presencia de dispositivos legados 802.11a, b y g. Esta operación en modo mixto continuará hasta que todos los dispositivos en una zona se hayan mejorado o sustituido con dispositivos 802.11n.

El mecanismo de protección en modo mixto de 802.11n es bastante similar al mecanismo de protección de 802.11g. Como 802.11g, 802.11n transmite una señal de que no puede ser decodificado por los dispositivos construidos para una norma anterior, para evitar caer en el caos absoluto en la presencia de masivas interferencias y colisiones, 802.11n opera en

modo mixto transmitiendo un preámbulo de radio y un campo de señal que puede ser decodificado por radios 802.11a y 802.11g (Figura1.14).

Esto proporciona suficiente información a los radios legados para permitirles indicar que hay otra transmisión en el aire y el tiempo que durará. Tras el preámbulo legado y el campo de señal, el dispositivo 802.11n envía la información restante utilizando velocidades 802.11n y sus múltiples flujos espaciales, incluyendo un preámbulo 802.11n y campo de señal.



**Figura.1.14. Trama 802.11n para compatibilidad con 802.11a/g**

Además del preámbulo legado y el campo de señal, también puede ser necesario utilizar otros mecanismos de protección proporcionados por 802.11g permitiendo a la MAC de los dispositivos legados determinar correctamente cuando se le permite transmitir y cuando se debe realizar backoff antes de la transmisión. El mecanismo proporcionado por 802.11g y utilizado por 802.11n cuando cualquier dispositivo ya sea 802.11g o 802.11a estén presentes es el mecanismo CTS a sí mismo. CTS-to-self permite a los dispositivos 802.11n transmitir una corta trama CTS dirigida a sí misma, que incluye la medida de tiempo necesaria para estar comunicada a la MAC legada vecina que protegerá la transmisión 802.11n que seguirá.

La trama CTS deberá ser transmitida usando una de las tasas legadas de datos que el dispositivo legado será capaz de recibir y decodificar.

El costo de este preámbulo legado adicional y campo de señal, así como el CTS-to-self, es más datos de cabecera sobre cada transmisión 802.11n. Esto reduce los beneficios de todas las mejoras 802.11n, resultando un significativo rendimiento inferior para los dispositivos 802.11n en ambientes mixtos.

Teniendo en cuenta que podemos tener sistemas combinados, los casos que se pueden presentar pueden ser los siguientes:

### **Caso 1: Transmisión MIMO-OFDM y recepción legada**

Cuando el receptor es una estación legada, entonces el sistema MIMO-OFDM utilizará sólo una antena transmisora y utiliza la misma estructura de ráfaga como en 802.11a. Las otras estaciones MIMO usan sus múltiples antenas receptoras eficientemente para explotar la diversidad de recepción. Entonces el paquete es decodificado y el canal es dispuesto para otras transmisiones MIMO- legado para progresar sin colisiones.

Si hay transmisiones desde sistemas legados, las estaciones MIMO puede estar usadas eficientemente como se acabo de mencionar.

### **Caso 2: Transmisión y recepción MIMO-OFDM**

Cuando el receptor y transmisor propuestos son MIMO y se encuentran en presencia de estaciones legada, entonces la señal transmitida debe ser de tal forma que el legado estaciones deben entender y ceder el canal para las estaciones MIMO.

#### **1.5.11 Modos de operación [13]**

En el sistema 802.11n, basado en el sistema WLAN OFDM, dos nuevos formatos son definidos para el PLCP (Procedimiento de Convergencia de capa física). Estos dos nuevos formatos son llamados formatos HT (*High Throughput*).

Además de los formatos de HT, hay un formato heredado de los anteriores estándares 802.11 a,b y g, igual al utilizado en transmisiones de 20 Mhz.

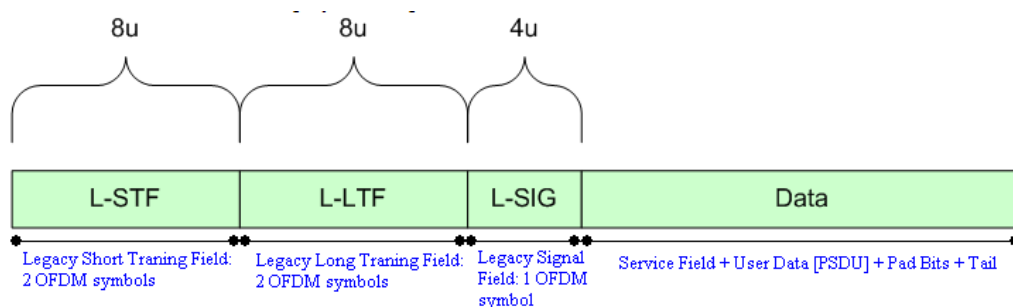
Por lo tanto, la capa física 802.11n opera en uno de los 3 modos en el dominio del tiempo:

- Modo legado
- Modo mixto
- Modo de campo inexperto

### Modo Legado

En el modo de legado, las tramas son transmitidas en el formato OFDM legado 802.11a/g. En este modo, los sistemas legados y los sistemas MIMO-OFDM deberán coexistir. La transmisión y recepción entre las estaciones con versiones anteriores de 802.11 será una típica operación de 802.11, mientras que la transmisión legada y la recepción MIMO permite el uso de recepción diversa en el receptor MIMO. Cuando un MIMO esta transmitiendo, sólo una antena de transmisión es utilizada y este estará actuando como otro sistema heredado SISO. Este modo es obligatorio para preservar la compatibilidad hacia atrás con el estándar existente.

En la figura.1.15 podemos observar el formato de trama utilizado en este modo de operación



**Figura.1.15.Formato de trama 802.11n en modo de operación heredado**

## Modo mixto

En este modo, tanto los sistemas MIMO-OFDM y los sistemas heredados deberán co-existir. El sistema MIMO debe tener la capacidad para generar paquetes legados por el sistema heredado y paquetes de alto rendimiento para sistemas MIMO-OFDM.

En el modo mixto, los paquetes son transmitidos con un preámbulo compatible con el legado 802.11a / g El resto del paquete tiene un nuevo formato de secuencia de formación MIMO.

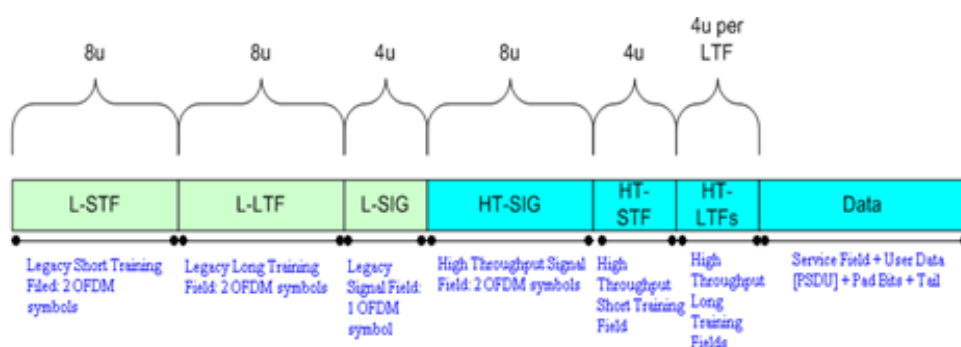


Figura.1.16.Formato de trama 802.11n en modo de operación mixto

## Modo Green Field

En este modo de operación, paquetes de alto rendimiento son transmitidos sin una parte compatible para estándares anteriores.

Este modo es similar al modo mixto donde la transmisión ocurre sólo entre sistemas MIMO-OFDM en presencia de receptores legados. Sin embargo, los paquetes MIMO-OFDM transmitidos en este modo tendrán solo especificaciones de preámbulos MIMO y no están presentes formatos de preámbulos legados. Por lo tanto, no hay protección para los sistemas MIMO-OFDM de los sistemas heredados.

Cuando los dispositivos están transmitiendo, los sistemas legados se abstendrán de transmitir para evitar una colisión usando un mecanismo de detección de portadora física.



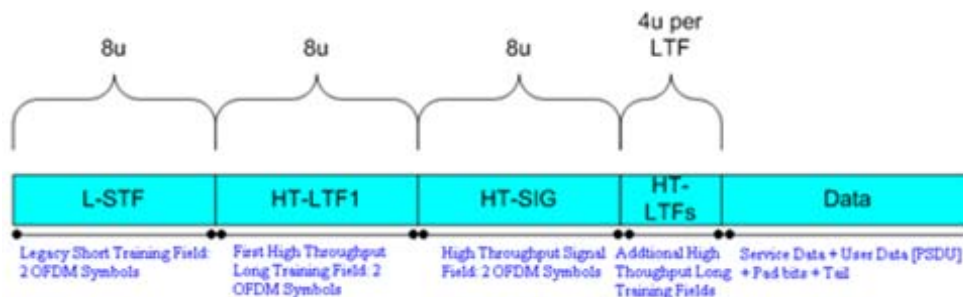


Figura.1.17.Formato de trama 802.11n en modo de operación Green Field

### 1.5.12 Resumen de la tecnología 802.11n [7]

Para resumir los beneficios de la tecnología 802.11n, es más sencillo decir que hay dos grandes áreas de mejora con respecto a dispositivos anteriores 802.11. La primera área de mejora está en el uso de tecnología MIMO para lograr mejor SNR en el enlace de radio. La segunda área de mejora es en la gran eficacia tanto en las transmisiones de radio como también de la capa MAC. Estas mejoras se traducen en beneficios en tres áreas: la fiabilidad, cobertura y rendimiento.

#### Fiabilidad

Mayor SNR en los radio enlaces se traduce directamente a la comunicación más fiable a altas velocidades de transmisión de datos. Alto SNR significa que mayor interferencia es necesario para dañar una transmisión. Esto significa que una mayor densidad de clientes puede ser soportada en el sistema.

#### Cobertura

El uso de múltiples flujos espaciales proporcionados por la tecnología MIMO significa que habrá menos puntos muertos en un área de cobertura. Zonas que antes sufrían de interferencia destructiva multitrayecto ahora hacen uso de ese mismo efecto multitrayecto para proporcionar una comunicación.

## **Rendimiento (Throughput)**

La mejora de la eficiencia en 802.11n proporciona una mayor transferencia de alta velocidad de bits. En despliegues en modo mixto con dispositivos legados 802.11, 802.11n proporcionará mayor rendimiento eficaz, aunque bastante menos que en el modo Green field.

### **1.5.13 La migración a 802.11n [7]**

La migración a 802.11n, ya ha comenzado. Existen ya en el mercado dispositivos cliente 802.11n, comenzando con ordenadores portátiles y nuevos dispositivos cliente comenzarán a aparecer en los próximos trimestres

Hasta el momento los dispositivos que han aparecido están funcionando con el proyecto borrador 2 y ofrecen actualización cuando 802.11n se convierta en un estándar definitivo. Estos dispositivos cliente son totalmente compatibles con los actuales 802.11a, b, g y los puntos de acceso y funcionarán igual que los dispositivos existentes hoy en día. La planificación para migrar la infraestructura de una red para soportar los nuevos dispositivos cliente 802.11n es sencilla.

## **CAPITULO 2**

### **ESTADISTICAS DE INTERNET Y PROVEEDORES INALAMBRICOS**

#### **2.1.- Introducción**

En la actualidad nos encontramos en un momento decisivo respecto del uso de la tecnología para extender y potenciar nuestra red humana. La globalización de Internet se ha producido más rápido de lo que cualquiera hubiera imaginado. El modo en que se producen las interacciones sociales, comerciales, políticas y personales cambia en forma continua para estar al día con la evolución de esta red global. En la próxima etapa de nuestro desarrollo, los innovadores usarán Internet como punto de inicio para sus esfuerzos, creando nuevos productos y servicios diseñados específicamente para aprovechar las capacidades de la red. Mientras los desarrolladores empujan los límites de lo posible, las capacidades de las redes interconectadas que forman Internet tendrán una función cada vez más importante en el éxito de esos proyectos.

La comunidad global es quizás el agente de cambio actualmente más significativo del mundo, ya que ayuda a crear un mundo en el cual las fronteras nacionales, las distancias geográficas y las limitaciones físicas son menos relevantes y presentan cada vez menos obstáculos. La creación de comunidades en línea para el intercambio de ideas e información tiene el potencial de aumentar las oportunidades de productividad en todo el planeta. Debido a que Internet conecta a las personas y promueve la comunicación sin límites, presenta la plataforma donde ejecutar negocios, tratar emergencias, informar a las personas y respaldar la educación, las ciencias y el gobierno.

## 2.2 Datos históricos sobre el desarrollo del Internet [15]

Los orígenes de Internet hay que buscarlos en un proyecto del Departamento de Defensa estadounidense que pretendía obtener una red de comunicaciones segura que se pudiese mantener aunque fallase alguno de sus nodos. Así nació ARPA (*Advanced Research Projects Agency*), una red informática que conectaba ordenadores localizados en sitios dispersos y que operaban sobre distintos sistemas operativos, de tal manera que cada ordenador se podía conectar a todos los demás. Los protocolos que permitían tal interconexión fueron desarrollados en 1973 por el informático estadounidense Vinton Cerf y el Ingeniero estadounidense Robert Kahn, y son los conocidos Protocolo de Internet (IP) y Protocolo de Control de Transmisión (TCP). Fuera ya del ámbito estrictamente militar, esta Internet incipiente (llamada Arpanet) tuvo un gran desarrollo en Estados Unidos, conectando gran cantidad de universidades y centros de investigación. A la red se unieron nodos<sup>1</sup> de Europa y del resto del mundo, formando lo que se conoce como la gran telaraña mundial (*World Wide Web*<sup>2</sup>). En 1990 Arpanet dejó de existir.

A finales de 1989, el Informático británico Timothy Berners-Lee desarrolla la *World Wide Web* para la Organización Europea para la Investigación Nuclear, más conocida como CERN. Su objetivo era crear una red que permitiese el intercambio de información entre los investigadores que participaban en proyectos vinculados a esta organización. El objetivo se logró utilizando archivos que contenían la información en forma de textos, gráficos, sonido y vídeos, además de vínculos con otros archivos. Este sistema de hipertexto fue el que propició el extraordinario desarrollo de Internet como medio a través del cual circula gran cantidad de información por la que se puede navegar utilizando los hipervínculos.

En estos momentos se está desarrollando lo que se conoce como Internet2, una redefinición de Internet que tiene como objetivo principal lograr el intercambio de datos multimedia en tiempo real. El avance ha de venir de la mano de la mejora en las líneas de comunicación, con el ancho de banda como principal aliado.

---

<sup>1</sup> Cualquier punto de conexión de una red, normalmente un ordenador.

<sup>2</sup> Red Global Mundial. Es un sistema de documentos de hipertexto y/o hipermedios enlazados y accesibles a través de Internet.

### 2.3 Servicios de Internet [16]

Hoy en día, los servicios más usados en Internet son: el correo electrónico, la World Wide Web abreviada muchas veces www, el FTP que nos permite enviar ficheros de datos por Internet. Los grupos de noticias para poder entablar debate sobre temas técnicos. El servicio IRC (*Internet Relay Chat*) mediante el cual podemos establecer una conversación en tiempo real con una o varias personas por medio de texto. Servicios de telefonía y videoconferencia. Y finalmente el servicio de Telnet con el cual podemos tomar el control de un ordenador conectado a la red de manera remota.

### 2.4 Arquitectura de la red Internet [17][18]

La red Internet esta compuesto de cinco elementos claves como son: el Backbone, el Punto de acceso a la red (NAP), un proveedor, un servidor y el equipo cliente.

El backbone se refiere a las principales conexiones troncales de Internet, está compuesta de un gran número de routers comerciales, gubernamentales, universitarios y otros de gran capacidad interconectados que llevan los datos entre países, continentes y océanos del mundo. Algunas grandes compañías que proporcionan conectividad backbone incluyen UUnet (ahora una división de Verizon), British Telecom, AT&T, Sprint Nextel, France Télécom, BSNL, Teleglobe, Qwest, y SAVVIS. En Latinoamérica se puede encontrar.....: IMPSAT, TELECOM, G&DCOM.

El punto de acceso a la red NAP (*Network Access Point*) es aquel que admite las peticiones o envío de información desde las redes de nivel medio como puede ser una red regional para poder tomar conexión con backbone.

El proveedor de servicio de Internet es una empresa dedicada a conectar a Internet a los usuarios o las distintas redes que tengan

El servidor es un tipo de software instalado en un equipo cuyo propósito es proveer datos de modo que otras máquinas puedan utilizar esos datos.

El cliente es el equipo que tiene acceso a los recursos compartidos proporcionados por un servidor de red.

La figura.2.1 muestra la arquitectura de la red de Internet.

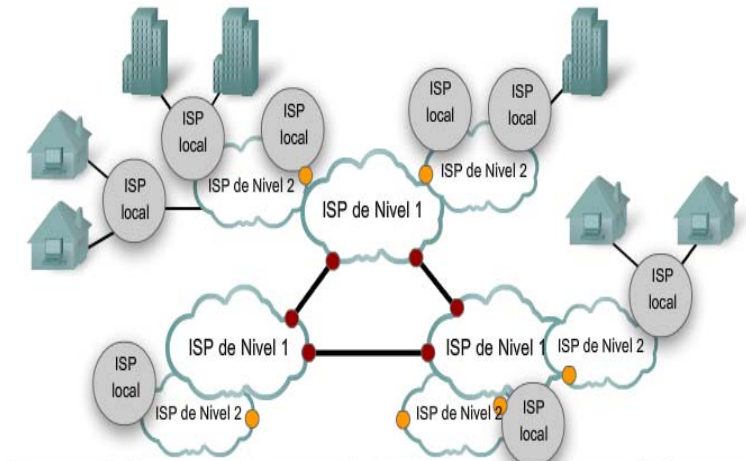


Figura.2.1.Arquitectura de la red de Internet

## 2.5. Estadísticas del uso de Internet

### 2.5.1 Estadísticas del uso de Internet a nivel mundial [19]

En la tabla.2.1 podemos ver datos estadísticos sobre el uso de Internet a nivel mundial con lo cual conseguiremos una orientación de la situación actual en los diferentes continentes del planeta.

Tabla.2.1.Estadísticas del uso de Internet por número de usuarios por Continente

WORLD INTERNET USAGE AND POPULATION STATISTICS						
World Regions	Population (2008 Est.)	Internet Users Dec/31, 2000	Internet Usage, Latest Data	% Population (Penetration)	Usage % of World	Usage Growth 2000-2008
<a href="#">Africa</a>	955,206,348	4,514,400	51,065,630	5.3 %	3.5 %	1,031.2 %
<a href="#">Asia</a>	3,776,181,949	114,304,000	578,538,257	15.3 %	39.5 %	406.1 %
<a href="#">Europe</a>	800,401,065	105,096,093	384,633,765	48.1 %	26.3 %	266.0 %
<a href="#">Middle East</a>	197,090,443	3,284,800	41,939,200	21.3 %	2.9 %	1,176.8 %
<a href="#">North America</a>	337,167,248	108,096,800	248,241,969	73.6 %	17.0 %	129.6 %
<a href="#">Latin America/Caribbean</a>	576,091,673	18,068,919	139,009,209	24.1 %	9.5 %	669.3 %
<a href="#">Oceania / Australia</a>	33,981,562	7,620,480	20,204,331	59.5 %	1.4 %	165.1 %
<b>WORLD TOTAL</b>	6,676,120,288	360,985,492	1,463,632,361	21.9 %	100.0 %	305.5 %

Analizando la tabla anterior vemos que si examinamos la situación del uso de Internet de acuerdo a la población de cada continente y el número de usuarios existentes en este, tenemos que Norte América se ubica en primer lugar debido a que el 73% de su población (337,167,248) utiliza Internet, después esta Oceanía/Australia con el 59.5% de su población (33,981,562).

Realizando el estudio el uso del Internet, desde la comparación del número de usuarios respecto a la población mundial encontraremos resultados distintos a los vistos en el punto anterior, ya que Asia se ubica en el primer lugar por tener 3,776,181,949 habitantes de los cuales utilizan Internet 578,538,257 personas, representando así el 39,5% de usuarios a nivel mundial (1,463,632,361), en segundo lugar tenemos a Europa con 384,633,765, representando el 26%.

A nivel de países encontramos que China se encuentra en primer lugar, seguido por Estados Unidos y Japón cada uno con el 17,3%, 15,0% y 6,4% respectivamente. Hay que recalcar que estos lugares se han determinado de acuerdo al número de usuarios tomando como referencia número de consumidores de Internet a nivel mundial (1,463,632,361). Ver tabla.2.2.

**Tabla.2.2. Estadísticas del uso de Internet por número de usuarios por países**

TOP 20 COUNTRIES WITH HIGHEST NUMBER OF INTERNET USERS						
#	Country or Region	Internet Users, Latest Data	Penetration (% Population)	% of World Users	Population (2008 Est.)	User Growth (2000 - 2008)
1	<a href="#">China</a>	253,000,000	19.0 %	17.3 %	1,330,044,605	1,024.4 %
2	<a href="#">United States</a>	220,141,969	72.5 %	15.0 %	303,824,646	130.9 %
3	<a href="#">Japan</a>	94,000,000	73.8 %	6.4 %	127,288,419	99.7 %
4	<a href="#">India</a>	60,000,000	5.2 %	4.1 %	1,147,995,898	1,100.0 %
5	<a href="#">Germany</a>	52,533,914	63.8 %	3.6 %	82,369,548	118.9 %
6	<a href="#">Brazil</a>	50,000,000	26.1 %	3.4 %	191,908,598	900.0 %
7	<a href="#">United Kingdom</a>	41,817,847	68.6 %	2.9 %	60,943,912	171.5 %
8	<a href="#">France</a>	36,153,327	58.1 %	2.5 %	62,177,676	325.3 %
9	<a href="#">Korea, South</a>	34,820,000	70.7 %	2.4 %	49,232,844	82.9 %
10	<a href="#">Italy</a>	34,708,144	59.7 %	2.4 %	58,145,321	162.9 %
11	<a href="#">Russia</a>	32,700,000	23.2 %	2.2 %	140,702,094	954.8 %
12	<a href="#">Canada</a>	28,000,000	84.3 %	1.9 %	33,212,696	120.5 %
13	<a href="#">Turkey</a>	26,500,000	36.9 %	1.8 %	71,892,807	1,225.0 %
14	<a href="#">Spain</a>	25,623,329	63.3 %	1.8 %	40,491,051	375.6 %
15	<a href="#">Indonesia</a>	25,000,000	10.5 %	1.7 %	237,512,355	1,150.0 %
16	<a href="#">Mexico</a>	23,700,000	21.6 %	1.6 %	109,955,400	773.8 %
17	<a href="#">Iran</a>	23,000,000	34.9 %	1.6 %	65,875,223	9,100.0 %
18	<a href="#">Vietnam</a>	20,159,615	23.4 %	1.4 %	86,116,559	9,979.8 %
19	<a href="#">Pakistan</a>	17,500,000	10.4 %	1.2 %	167,762,040	12,969.5 %
20	<a href="#">Australia</a>	16,355,388	79.4 %	1.1 %	20,600,856	147.8 %
<b>TOP 20 Countries</b>		<b>1,115,713,572</b>	<b>25.4 %</b>	<b>76.2 %</b>	<b>4,388,052,548</b>	<b>284.5 %</b>
Rest of the World		347,918,789	15.2 %	23.8 %	2,288,067,740	391.2 %
<b>Total World - Users</b>		<b>1,463,632,361</b>	<b>21.9 %</b>	<b>100.0 %</b>	<b>6,676,120,288</b>	<b>305.5 %</b>

## 2.5.2 Estadísticas del uso de Internet en Ecuador [20][21]

Aún cuando en los últimos años se ha experimentado un sostenido crecimiento en la provisión del servicio de acceso a Internet, competitivamente estamos todavía muy lejos de los países desarrollados y por debajo de algunos países de América Latina.

En la tabla.2.3 se puede observar un resumen actual anual del acceso a Internet proporcionado por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

**Tabla.2.3. Resumen anual de acceso a Internet en Ecuador**

Mes	Cuentas Conmutadas	Cuentas Dedicadas totales	Cuentas totales	Usuarios Conmutados	Usuarios Dedicados totales	Usuarios totales
Marzo	239982	97635	337617	704263	405704	1109967

Datos actualizados a marzo de 2008

**Cuentas:** Las cuentas en general están asociadas al abonado, que es persona o empresa que contrata el servicio.

**Usuarios:** Como su nombre lo indica se refiere a quien usa el servicio y es por eso que generalmente por cada cuenta de Internet existe 1 o más usuarios de Internet.

**Cuentas Conmutadas:** Cuentas que para hacer uso del servicio el usuario debe realizar la acción de marcar a un número determinado ya sea a través de las redes de telefonía fija o móvil.

**Cuentas Dedicadas:** Son todas aquellas cuentas que no requieren marcar a un número determinado para acceder al servicio.

**Usuarios Conmutados:** La Superintendencia estima que por cada cuenta de este tipo existen 4 usuarios.

**Usuarios Dedicados:** Son el número total de usuarios que los Proveedores de Servicios de Internet estiman que disponen por sus cuentas dedicadas

**Usuarios totales:** es la suma de todos los usuarios.



A pesar del crecimiento demostrado, existe un gran déficit en la provisión de servicios de Internet, las barreras principales que impiden el acceso, constituyen los aspectos económicos, tanto en la adquisición del hardware necesario para el acceso, como en los altos precios del servicio. Otra de las barreras constituye la falta de preparación de la población para utilizar al Internet como herramienta en la actividad que realiza, ya sea trabajo, estudios, entre otros.

Adicionalmente se tiene una cantidad de usuarios de Internet que acceden por medio de cibercafés. En el país existen 316 cibercafés registrados en la SENATEL (Tabla.2.4), pero se presume que existen muchos más, por lo que no se puede establecer de forma exacta el número de usuarios que acceden a Internet de esta manera.

**Tabla.2.4.Cibercafés registrados por provincia en el Ecuador**

PROVINCIA	CIBERCAFÉS
AZUAY	49
BOLIVAR	4
CAÑAR	20
CARCHI	0
CHIMBORAZO	40
COTOPAXI	5
EL ORO	5
ESMERALDAS	2
GALAPAGOS	4
GUAYAS	18
IMBABURA	13
LOJA	35
LOS RIOS	2
MANABI	14
MORONA SANTIAGO	3
NAPO	0
ORELLANA	2
PASTAZA	0
PICHINCHA	57
SANTA ELENA	7
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	3
SUCUMBIOS	1
TUNGURAGUA	27
ZAMORA CHINCHIPE	5
<b>TOTAL</b>	<b>316</b>

Es evidente que estos datos no presentan la realidad del número de usuarios que acceden a Internet fuera de su hogar, ya que a pesar de que tenemos este número de cibercafés registrados, la verdad es que existen muchos otros sitios.

### 2.5.3 Proveedores de servicio de valor agregado en Ecuador

En el Ecuador existen empresas que brindan servicios de valor agregado, permitiendo el acceso de clientes con cuentas personales y de empresas e instituciones mediante cuentas corporativas.

El Internet en Ecuador ha tenido un crecimiento sostenido, según lo indican las cifras publicadas por la Superintendencia de Telecomunicaciones desde el año 1998 en donde se registraban 14 Proveedores de Internet en el país.

Hoy en día según las estadísticas de la SENATEL hasta junio del presente año se registran 156 proveedores (Tabla.2.5) lo que es prueba que el Internet en el país ha crecido y que cada vez aumenta la demanda del servicio.

**Tabla.2.5. Estadísticas de Proveedores de Internet en Ecuador**

PROVEEDORES DEL SERVICIO DE INTERNET	
AÑO	CANTIDAD
1998	14
1999	18
2000	39
2001	72
2002	96
2003	107
2004	126
2005	105
2006	114
2007	130
ene-08	132
feb-08	133
mar-08	135
abr-08	142
may-08	148
jun-08	156

La Tabla.2.6 muestra las empresas registradas en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones hasta este año, que han adquirido el permiso para poder ofrecer Servicio de Valor Agregado en el Ecuador.

Tabla.2.6. Proveedores de Servicio de Valor Agregado de Internet en Ecuador

PROVEEDORES DE SERVICIOS DE VALOR AGREGADO DE INTERNET			
No.	NOMBRE DEL PERMISIONARIO	AREA DE COBERTURA	FECHA DE SUSCRIPCION DEL CONTRATO
1	Acanuman Comunicaciones S.A.	Esmeraldas y Portoviejo	30-jul-07
2	Adeatel S.A.	La Troncal	15-mar-07
3	Aguirre Suárez Jaime Esteban	Loja	29-may-08
4	Alberto Sigifredo Guevara Pineda	Baños	27-mar-06
5	Alfasatcom Comunicaciones Cia. Ltda.	Pichincha	28-abr-08
6	Alianzanet S. A.	Quito	12-may-06
7	Amoghi S.A.	Latacunga	29-oct-04
8	Andinatel S.A.	Nacional	22-mar-01
9	Aplicaciones Multimedia del Ecuador Masmulti S.A.	Quito, Guayaquil	05-dic-06
10	Artianexos S.A.	Babahoyo	25-nov-05
11	Asaptel S.A.	Machala, Guayaquil, Puerto Baquerizo, Ambato	09-ene-03
12	Asesoría Tecnológica Asetecsa S.A.	Manta	25-nov-05
13	At & T Global	Quito, Guayaquil	12-ene-00
14	Alestia Báez Martha Patricia	Quito, Imbabura, Esmeraldas, Otavalo	22-dic-03
15	Barainver Cia.Ltda.	Quito, Esmeraldas	19-sep-00
16	Barberan Arboleda Lindbergh Steve	Portoviejo	02-abr-07
17	Barrionuevo Cox Harley Davidson	Portoviejo	02-jul-07
18	Bastidas Tonato Marisol Cleopatra	Santo Domingo	23-ago-07
19	Brainservices S.A.	Quito	02-abr-07
20	Bravo Medrano José Luis	Tungurahua, Pichincha, Cotopaxi	24-jun-08
21	Brightcell S A	Quito	04-ago-03
22	Campos Aguirre Hermel Emmanuel	Santo Domingo	19-jun-08
23	CALVA CALVA FREDDY GUSTAVO	Yantzaza	14-jul-05
24	Carpio Alemán Marco Alexander	Sigsig	17-jun-08
25	Cavnet S.A	Milagro	06-jun-07
26	Center Computer Net S.A.	Manta	25-jul-06
27	Cine Cable TV	Carchi, Imbabura, Los Rios	29-abr-08
28	Coachcompany S.A.	Guayas	22-nov-07
29	Comdigitronik S.A.	Guayaquil, Quito	26-mar-04
30	Comm & Net S.A.	Machala, Santa Rosa, Pasaje, Huaquillas	23-nov-05
31	Compañía de Servicios Electromecánicos para el Desarrollo CSED S.A.	Santo Domingo	21-sep-05
32	Compañía Nacional de Transmisión Eléctrica, Transelectric S.A.	Nacional	23-ago-07
33	Compañía Work Ecuador Internet Services Cia Ltda	Nacional	11-dic-06
34	Compim S.A.	Guayaquil	19-ene-01
35	Computel Mantenimiento Instalaciones y Asesoría en Telecomunicaciones Cia	Quito	03-may-04
36	Conscrcio Ecuatoriano de Telecomunicaciones S.A. Conecel	Nacional	10-nov-03
37	Cortez Valencia Santiago Javier	Pichincha	29-may-08
38	Cosinetsa Servicio De Internet S.A.	Quito, Guayaquil	28-dic-00
39	Cox Mendoza José Luis	Manabí	20-feb-06
40	Dinolan S.A.	Santo Domingo	21-sep-05
41	Domínguez Linaico Hernan Mauricio	Imbabura	17-jun-08
42	Easynet S A	Nacional	20-may-03
43	Ecuadortelecom S.A.	Quito, Guayaquil	18-dic-01
44	Ecuanelacesatelite S.A.	Guayaquil, Quito, Cuenca	11-ago-04
45	Ecuonline S.A.	Nacional	08-abr-02
46	Eficensa S.A.	Guayaquil	08-abr-02
47	Empetel	El Oro	21-abr-08
48	Entrepreneurinc S A	Ambato, Quito	15-dic-04

No	Nombre de permisionario	Cobertura	Suscripcion
49	Espotel S.A.	Guayaquil, Quito	20-ago-98
50	Etapatelecom S.A.	Cuenca, Quito	12-may-04
51	Fastnet Cia. Ltda.	Chimborazo	29-ene-08
52	Fiatel Comunicaciones Cia Ltda	Quito	09-nov-04
53	Franco Salazar Vanesa Liliana	Pichincha	14-may-08
54	Gerenred S.A.	Guayas, Pichincha, Azuay, El Oro, Manabí	12-may-08
55	Gigowireless Cia Ltda	Quito	18-may-05
56	Global Crossing Comunicaciones Ecuador S.A.	Quito, Guayaquil, Lago Agrio, Loja	18-mar-98
57	Gpf Corporación Cia Ltda	Nacional	26-feb-04
58	Grupo Braroo Cia. Ltda.	Quito, Guayaquil, Cuenca	13-oct-99
59	Grupo Microsistemas Jovichsa S.A	Quito	12-jul-01
60	Gulán Japón Angel Martin	Loja	15-dic-06
61	Guayasamin Segovia Marco Antonio	Pichincha	17-ene-08
62	Hipólito Japón Aldaz	Zamora	10-dic-02
63	Imbanet S.A.	Ibarra, Oravalo, Tulcán, Quito	29-nov-00
64	Industria Marmolera Ecuatoriana S.A. Inesa	Pichincha y Guayas	25-oct-07
65	Infonet Ecuador	Quito, Guayaquil	26-oct-98
66	Infratel Cia. Ltda.	Quito	26-jun-02
67	Imp Technology (Sociedad Colectiva Civil)	El Oro	18-abr-08
68	Integraldata S.A.	Pichincha, Guayas	13-jun-08
69	Interfot S.A.	Galápagos	12-jun-02
70	Intertel Cia. Ltda.	Quito, Latacunga	16-jul-04
71	Intriago Rosado Francisco Patricio	Machala	04-sep-07
72	Jhoni Joel Jacome Galarza	Gualaquiza	14-sep-05
73	Keimbrocks Multi Negocios Compañía Limitada	Loja	19-jul-06
75	Latinmedia S.A.	Quito, Galápagos	22-dic-03
76	Lk-Tro-Kom S.A.	Guayaquil	07-nov-03
77	Lojastystem C A	Loja, Zamora	22-nov-04
78	Ludeña Speed Telecom y Cia.	Loja, Zamora	02-ago-02
79	Lutrol S.A.	Nacional	26-ene-01
80	Machala.Net S.A. Machanetsa	Machala	21-mar-07
81	Macias Zambrano Fernando Xavier	Quito	27-nov-06
82	Martinez Revelo Jorge Isaac	Carchi	25-oct-07
83	Medios Intectivos Mwebworks S.A.	Guayaquil	08-abr-02
84	Megadatos S.A.	Nacional	28-jun-99
85	Megaenlace Telecomunicaciones S.A.	Guayas y Pichincha	28-nov-07
86	Mercredi S.A.	Guayas	19-jun-08
87	Miltec S A	Quito	08-oct-04
88	Montenegro Tamayo Romulo Patricio	Imbabura	24-jun-08
89	Moinavery S.A.	Guayaquil, Quevedo	24-ene-07
90	Morocho Oña Eliana Vanessa	Pichincha	28-nov-07
91	Mundodigital S.A.	Manta, Portoviejo, Quito, Guayaquil	09-ene-02
92	Necusoft Cia. Ltda.	Loja	02-abr-07
93	Neem S.A. Natural Environment Ecological Innovation	Saraguro	29-abr-08
94	Negocios y Telefonía (Nedetel) S.A.	Nacional	20-nov-02
95	New Access S.A.	Quito	18-feb-04
96	Oceantel S.A.	Guayaquil	26-jun-06
97	Octel S. A.	Guayaquil, Machala, Manta, Santa Rosa, Pasaje, Huaquillas, Santo Domingo, Chone	13-mar-03
98	Onnet S.A.	Quito, Guayaquil, Manta, Esmeraldas, Machala, Libertad, Bahía de Caráquez	15-jun-00
99	Organización de Sistemas e Informáticos S.A.	Portoviejo, Manta, Guayaquil, Quito	13-feb-04
100	Otecel S.A.	Nacional	21-feb-00
101	Pacificbusiness S.A.	Guayaquil	31-may-07
102	Pacifictel S.A.	Nacional	02-sep-99
103	Panaband S.A.	Quito, Latacunga, Ambato, Ibarra, Riobamba, Cayambe	24-feb-02

No	Nombre de Permisionario	Cobertura	Suscripcion
105	Pérez Mendaruth Eugenia	Azogues	24-ene-07
106	Perobelli S.A.	Guayaquil, Quito	20-abr-05
107	Pesantez Duchiceia Luci Catalina	Pichincha	21-abr-08
108	Pesantez Nieto Jaime Patricio	El Triunfo	12-may-08
109	Portificia Universidad Católica del Ecuador	Quito	13-feb-04
110	Portaldata S.A.	Ambato, Quito, Ibarra	13-feb-04
111	Predata	Quito	22-abr-98
112	Pulecio Villaiva Alejandro Dario	Guayaquil	11-abr-07
113	Punto Net S.A.	Nacional	13-may-05
114	Rdh Asesoría y Sistemas	Manta, Portoviejo	25-ene-02
115	Readynet Cia. Ltda.	Quito	29-nov-00
116	Reglobin Red Global de la Información Cia Ltda	Cuenca	28-may-04
117	Representaciones Importaciones y Exportaciones S.A. Rimex	Quito, Guayaquil, Cuenca, Santo Domingo, Manta, Azogues	20-mar-02
118	Rodriguez Quinteros Ismael Mesias	Cañar	21-feb-08
119	Román Mata Juan Francisco	Ibarra	29-abr-08
120	Salas Torres Carlos Fernando	Quito	30-nov-06
121	Sanchez Gutiérrez Carlos Enrique	Carimanga	27-dic-06
122	Dennys Enrique San Lucas Garcia	Portoviejo	29-nov-05
123	Servicios Agregados y de Telec. Network Satnet S.A.	Nacional	30-abr-98
124	Servicios de Internet S.A. Servinet	Quito, Guayaquil	09-abr-07
125	Servicios de Telecomunicaciones Cableless & Wireless Cia. Ltda	Pichincha	06-mar-08
126	Servicios de Telecomunicaciones Setel S.A.	Nacional	11-ene-05
127	Skyweb S.A.	Guayaquil	17-jul-06
128	Sociedad Civil Starnet	Quito, Tena, Esmeraldas	08-abr-05
129	Societe International de Telecommunications Aeronautiques SITA	Nacional	14-abr-98
130	Speednet S.A.	Guayaquil	12-jul-01
131	Speedycom Cia. Ltda.	Tungurahua, Pichincha, Cotopaxi	07-may-07
132	Servicios Telefonicos Servitel C. Ltda.	Los Rios	17-mar-08
133	Stealth Telecom Del Ecuador	Quito	21-mar-03
134	Suramericana De Telecomunicaciones S.A. Suratel	Nacional	24-ene-01
135	Systelecom	Nacional	17-oct-01
136	Systray S.A.	Manta	26-ene-01
137	Tapia Flores Oscar Aldo	Zamora Chinchipe	10-jun-08
138	Techsoftnet S.A.	Guayaquil	09-ene-02
139	Teleconet S.A.	Nacional	23-may-00
140	Teleaccess S.A.	Pichincha	25-oct-07
141	Telecomunicaciones Networking Telynetworking C.A.	Quito	22-ago-03
142	Teleholding S.A.	Quito	15-dic-06
143	Telgyb Cia. Ltda.	Pichincha, Manabí	02-abr-07
144	Telydata Telecomunicaciones y Datos	Quito, Riobamba, Ambato	03-jun-03
145	Tesat S.A.	Quito, Guayaquil	26-ene-00
146	Transtelco S.A.	Quito, Guayaquil	15-dic-04
147	Unisolutions Informática S.A.	Quito	29-nov-00
148	Universidad de Cuenca	Cuenca	06-jul-06
149	Universidad Nacional de Loja	Loja	17-may-08
150	Universidad Técnica Particular de Loja	Loja, Zamora, El Oro	23-may-00
151	Univisa S.A.	Quito, Guayaquil	03-dic-01
152	Velastegui Ramirez Holger Kennedy	Santo Domingo	30-mar-07
153	Vilasis Rodriguez Homer Javier	Morona	30-mar-07
154	Virtualtel	Pichincha y Guayas	13-sep-07
155	Wicomecuador Cia- Ltda	Pichincha	23-ago-07

Analizando la Tabla.2.6 obtenemos que existe 27 permisionarios registrados para poder dar servicio de Internet en la provincia de Imbabura, de las cuales la mayoría proporcionan el servicio de valor agregado mediante cable, pocas son las que le brindan un servicio inalámbrico al cliente, pero que de todos modos se las debe considerar como competencia.

### 2.5.4 Estadísticas del uso de Internet en Ibarra

Se debe evidenciar que la provisión del servicio de acceso a Internet en Ecuador se concentra en la ciudad capital y Guayaquil, existiendo un porcentaje muy bajo de acceso a Internet en el resto de provincias y ciudades del país. Figuras 2.2 y 2.3.

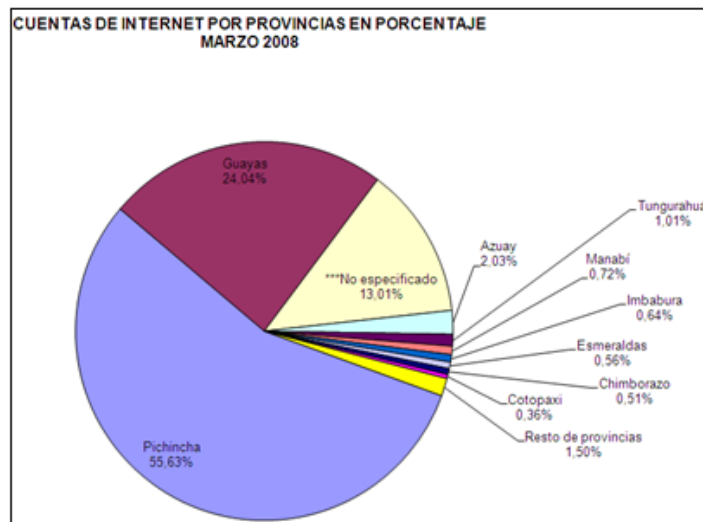


Figura.2.2.Cuentas de Internet por provincias en porcentaje

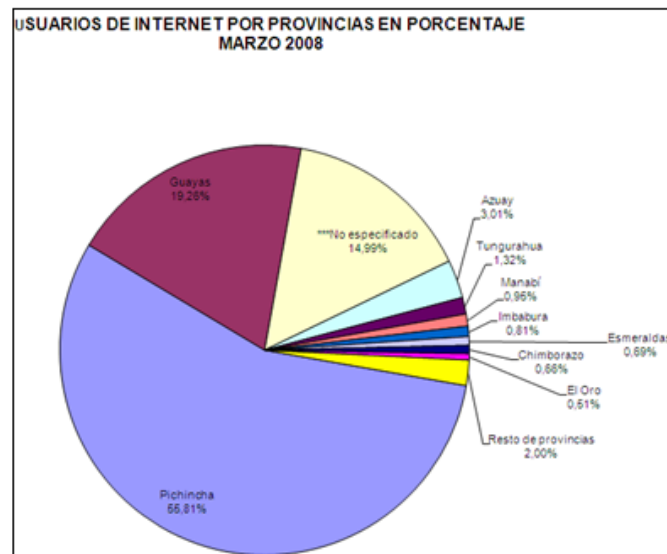


Figura.2.3.Usuarios de Internet por provincias en porcentaje

Se puede apreciar que en la provincia de Imbabura existe apenas un 0.64% de número de cuentas totales y un 0,81% de usuarios de internet a nivel nacional, lo que

representa un número muy bajo de acceso de parte de las personas a tan importante servicio.

Este valor podría considerarse que se concentra casi en su totalidad en la ciudad Ibarra dado que es la capital de la provincia y donde existe mayor demanda, por el movimiento económico y de educación.

Finalmente de los datos proporcionados por la SUPTEL (Superintendencia de Telecomunicaciones) con respecto a los datos de números de cuentas y usuarios en la Provincia de Imbabura lo tenemos en la Tabla.2.7.

**Tabla.2.7. Número de cuentas y usuarios en la provincia de Imbabura**

	Cuentas Commutadas	Componente de Cuentas commutadas (%)	Cuentas Dedicadas	Componente de Cuentas Dedicadas (%)	Cuentas Totales	Componente de Cuentas totales (%)	Estimado de Usuarios Commutados	Componente Estimado de Usuarios Commutados (%)	Estimado de Usuarios Dedicados	Componente Estimado de Usuarios Dedicados (%)	Estimado de usuarios totales	Componente Estimado de Usuarios totales (%)	Número de habitantes MARZ 08	% de habitantes/ provincia que acceden a Internet
Imbabura	1.056	0,44%	1097	1,12%	2.153	0,64%	4224	0,60%	4791	1,18%	9.015	0,81%	399.804	2,25%

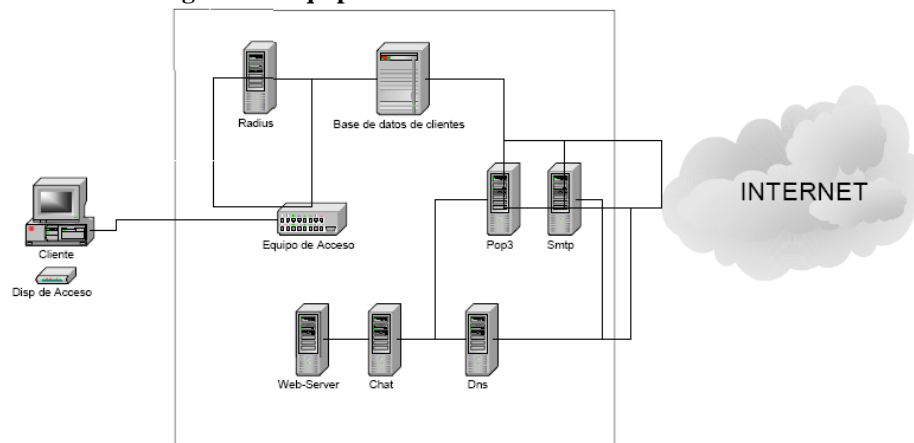
## 2.6 Proveedores de servicio de Internet inalámbrico (WISP)

El Proveedor de servicios Internet inalámbrico (WISP) es un sistema de red de área metropolitana (MAN) integrado para conectar clientes a Internet.

### 2.6.1 Elementos que interactúan en un WISP [22][23]

Entre los principales elementos que tenemos para el funcionamiento de un WISP encontramos el centro de operaciones NOC (*Network Operations Center*) que se encuentra conectado siempre con una conexión de alta velocidad de Internet, siendo este el sistema nervioso de una red donde se localizan los servidores centrales de un ISP (*Internet Service Provider*) que mantienen el control de una red de telecomunicaciones monitoreada por varias computadoras permitiendo la administración de todos los servicios que el ISP ofrezca a sus clientes. En el NOC como ya se mencionó se ubican los servidores centrales del ISP que nos permiten brindar los servicios, cuya conexión se puede apreciar en la figura.2.4 [24]



**Figura.2.4.Equipos instalados dentro del WISP**

En donde la descripción de los equipos es la siguiente:

**Equipo Radius.-** Este equipo recibe las peticiones del Equipo de acceso en relación al usuario que esta validando, es decir verifica que el nombre de usuario y contraseña que le está dando el Equipo de Acceso sea el correcto y además determina qué tipo de cliente es: Si es ADSL, DialUp, Solo Mail, etc. El mismo, está conectado con la base de datos de clientes.

**Base de datos de clientes.-** Contiene todo tipo de información con respecto al cliente: Datos Administrativos, Dirección de correo electrónico, nombre de usuarios, numero de abonado, tamaño de casilla (por eso recibe consultas del pop3), que tipo de abono tiene, si está habilitado para conectarse o no, etc.

**Equipos Pop3 y Smtip.-** Tenemos 2 tipos de servidores que se involucran en el envío y recepción de mensajes:

**El servidor POP3,** es donde se “almacenan” las casillas de correo, también es donde ingresan los mensajes que nos envían.

**El servidor SMTP,** es el emisor de los mensajes del cliente, es decir, el cliente envía un mensaje con el Programa de Correo, el cual, se conecta con el SMTP del ISP y el mismo gestiona el mensaje hacia Internet.



**WebServer.-** Es el equipo/s encargado/s de alojar los contenidos del ISP, pagina de inicio, webmail, etc., y además puede alojar páginas de clientes o paginas comerciales.

**Chat.-** Es el equipo/s encargado/s de brindar el servicio de CHAT del ISP.

**DNS.-** Es el equipo/s encargado/s de brindar la resolución de nombre para todos los equipos del ISP, Chat, Web, Pop, Smtip, etc.

Otro elemento importante en un WISP es el punto de acceso inalámbrico que permite a los equipos que poseen Adaptadores de Red Inalámbricos conectarse entre sí o entablar la comunicación con otros Puntos de Acceso de modo de ampliar la cobertura de una red LAN.

Al utilizar el aire como medio de comunicación necesitamos antenas que son dispositivos diseñados con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Entre los tipos de antenas que encontramos tenemos:

- **Las antenas Omnidireccionales** son buenas para cubrir áreas grandes, su radiación trata de ser uniforme en todas las direcciones, es decir cubrir 360° .
- **Las antenas Direccionales** son las mejores en una conexión punto-a-punto, acoplamiento entre los edificios, o para los clientes de una antena omnidireccional.

Normalmente el tipo de antena a utilizar se elije según la topología<sup>4</sup> de los puntos a unir. En el caso de un WISP tenemos una topología punto- multipunto con lo cual utilizaremos una antena omnidireccional en el centro geográfico de la red y antenas direccionales en los puntos circundantes apuntando al centro de la red.

---

<sup>4</sup> Se define como la cadena de comunicación que los nodos que conforman una red usan para comunicarse



Figura.2.5.Tipos de antenas

Para los clientes se utiliza un equipo de telecomunicaciones denominado CPE (*Customer Premises Equipment*) usado tanto en interiores como en exteriores para originar, encaminar o terminar una comunicación.

### 2.6.2 Servicios que provee un WISP

**Acceso a Internet.-** Este es el servicio principal que ofrece y consiste básicamente en la reventa de un ancho de banda proporcionado por una compañía que ya está conectada a la red de redes.

**Autenticación, autorización, y contabilización.** [25]

- **Autenticación:** Prueba que el usuario se encuentre dentro de una base de datos y precede a la autorización.
- **Autorización:** Es el proceso que un sistema de gerencia de la identidad utiliza para determinar que se permite que un usuario haga.
- **Contabilización:** Es el proceso de registrar el tiempo y cantidad de información que el usuario obtiene de Internet.

**Resolución de nombres.-** La aplicación que se encarga de traducir nombres de máquina a direcciones IP se conoce como Sistema de Resolución de Nombres o DNS.

**Correo Electrónico.-** Es un servicio de red para permitir a los usuarios enviar y recibir mensajes mediante sistemas de comunicación electrónicos (normalmente por Internet).

## **CAPITULO 3**

### **ASPECTOS LEGISLATIVOS Y REGULATORIOS**

#### **3.1 Introducción**

En los últimos años, las telecomunicaciones han recorrido un amplio camino, desde un sector con comportamiento lineal y predecible, hacia otro sector tremendamente complejo, multifactorial e impredecible. Gran parte de esta complejidad proviene del fenómeno de la globalización, de la actividad económica y social y del cambio tecnológico que la impulsa.

El rol que cumplen los organismos de regulación del sector de las telecomunicaciones en los países es variado, debido al grado de control que ejercen sobre las actividades de los muchos prestadores de servicios.

La tendencia de la actuación de los reguladores en el presente es precisamente el de regular lo menos posible y que sea el mismo mercado quien se encargue por si solo de dar un equilibrio a los aspectos de competencia entre los operadores.

#### **3.2 Organizaciones internacionales encargadas de la reglamentación de las Telecomunicaciones [26]**

En el entorno de las telecomunicaciones hay diferentes organismos quienes son los encargados de formular políticas y recomendaciones relacionadas con este sector y las mismas que son aceptadas como obligatorias en los países que elaboran su propia reglamentación.

A continuación se analizan las funciones de diversas organizaciones internacionales encargadas de elaborar tan importantes documentos relacionados con las telecomunicaciones.

### 3.2.1 Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)

La UIT es una organización de 191 países miembros a los cuales se les unen las empresas interesadas en el sector y los organismos de estandarización a nivel regional y mundial, tales como la Organización Internacional de Estandarización (International Estandarización Organization, ISO), la Organización Mundial del Comercio (OMC), el Consejo Europeo de Administraciones Postales y Telegráficas (CEPT), el Instituto Europeo de Estandarización en Telecomunicaciones (ETSI, European Telecommunications Standization Institute), el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, Institute of Electrical and Electronical Engineers), etc., en un total de 700 miembros adicionales.

El principal fin para el cual la UIT existe es el de armonizar las políticas de telecomunicaciones a nivel mundial para lograr la interconexión de los sistemas de telecomunicaciones de los diferentes países. Sin embargo, dentro de la Constitución de la UIT, se hallan otros fines que definen la existencia de la UIT y son, entre otros:

- Definir y adoptar normas de telecomunicaciones que se convierten en estándares internacionales para los diferentes países miembros.
  
- Reglamentar la utilización del espectro de frecuencias radioeléctricas con un orden tal que permite las comunicaciones evitando las interferencias y usar la órbita de satélites geoestacionarios.

Uno de los principios de los cuales se habla a nivel empresarial o corporativo es la misión de una institución. La UIT se ha fijado como misión los siguientes puntos:

**Ámbito técnico:** promover el desarrollo y funcionamiento eficiente de las instalaciones de telecomunicaciones a fin de mejorar la eficacia de los servicios de telecomunicación y el acceso del público a los mismos.

**Ámbito de políticas:** promover la adopción de un enfoque más amplio de las cuestiones relativas a las telecomunicaciones en la economía y sociedad de la información mundial.

**Ámbito de desarrollo:** promover y ofrecer asistencia técnica a los países en desarrollo en la esfera de las telecomunicaciones, promover la movilización de los recursos humanos y financieros necesarios para desarrollar las telecomunicaciones y hacer que los beneficios de las nuevas tecnologías lleguen a todos los pueblos del mundo.

### **3.2.2 Organización Mundial del Comercio (OMC)**

Aunque no es una organización ligada a las telecomunicaciones como regulador técnico, cobra especial importancia por su papel en la globalización y libre comercio. Sus políticas son tomadas en cuenta para plantear las reglas del juego en los aspectos ya mencionados.

Los objetivos de la organización se resumen en dos puntos principales:

- Mejorar el bienestar de los habitantes de los países miembros.
- Elaborar las normas que rigen el comercio entre los países miembros por medio de los Acuerdos de la OMC que establecen las normas jurídicas fundamentales del comercio internacional.

### **3.2.3 Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL)**

Es una entidad que tiene su sede en Washington y que asesora a la Organización de Estados Americanos (OEA) acerca de asuntos de telecomunicaciones y su principal objetivo es promover el desarrollo general de las telecomunicaciones en toda la región Americana. Tiene autonomía técnica para desempeñar las funciones que le han sido designadas.

Al ser un organismo técnico relacionado con la OEA, sirve como un referente para los países de América en el campo de las telecomunicaciones. Entre sus objetivos están el de colaborar con la unificación de criterios para buscar la interconexión entre los diferentes países, contribuir con el desarrollo de las telecomunicaciones a nivel americano, promover el mejoramiento de los sistemas de telecomunicaciones en el continente como una forma de contribuir al desarrollo de la región.

### **3.2.4 Comunidad Andina de Naciones (CAN)**

La Comunidad Andina fue el marco adecuado para crear un organismo relacionado de las empresas de telecomunicaciones de la subregión, y es así como nace ASETA (Asociación de Empresas de Telecomunicaciones del Área Andina) la cual estaba conformada originalmente por las empresas estatales de telecomunicaciones. En la actualidad ASETA es un organismo colaborador del Comité Andino de Autoridades de Telecomunicaciones (CAATEL) que es un ente formado por los representantes de los organismos reguladores en telecomunicaciones del área andina.

## **3.3 Organismos nacionales de regulación**

Conforme pasan los años y crece la necesidad de encontrar la mejor manera para reglamentar y normar todas las cuestiones relacionadas con las telecomunicaciones, no solamente existen los Organismos Internacionales que agrupan a muchos países, sino, en cada uno de ellos hay una estructura interna encargada de los temas relacionados con este sector.

### **3.3.1 Estructura de los organismos reguladores en el Ecuador**

El diseño de esta estructura en el país es claramente jerárquico en donde tenemos a un organismo que se encarga de elaborar las políticas y normas de la regulación que es el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), el ejecutor de todas las normas que han sido dictadas por el CONATEL, es la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones y la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTTEL) es la entidad encargada del control y la supervisión de todas las actividades relacionadas con este sector.

Adicionalmente, a toda esta estructura se añade el Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión (CONARTEL) que se encarga del manejo de todo lo referente a los servicios de radio y televisión. Figura.3.1.

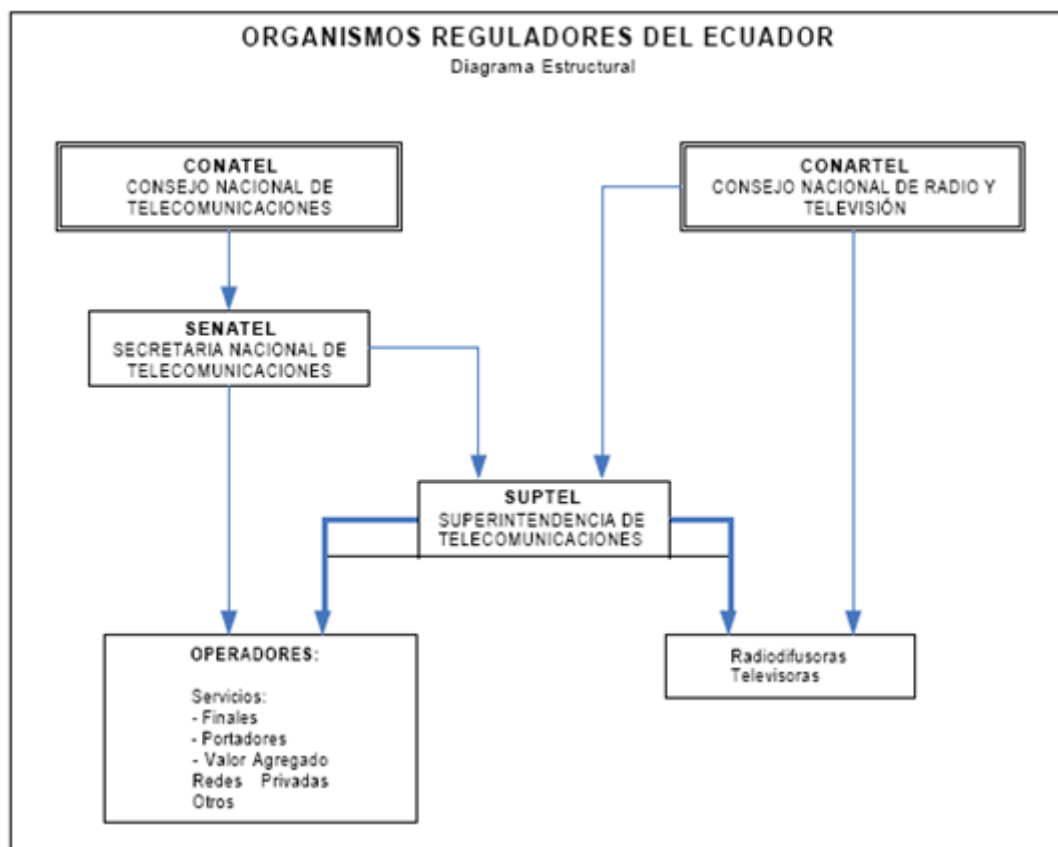


Figura.3.1. Diagrama institucional del Sector de la Telecomunicaciones en el Ecuador

### 3.4 Aspectos regulatorios a considerarse para el diseño del WISP

#### 3.4.1 Título habilitante para prestación de servicio de Internet [27]

Para que una empresa pueda prestar servicio de Internet en nuestro país debe obtener el Título habilitante para la instalación, operación y prestación del servicio de valor agregado, otorgado por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (Secretaría), previa autorización del Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL).

Además el CONATEL ha elaborado un reglamento para la Explotación de Servicios de Valor Agregado, que fue expedido mediante la resolución 071-03-CONATEL-2002 y publicado en el Registro Oficial No 545 del 01 de Abril del 2002, con el nombre de “REGLAMENTO PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE VALOR AGREGADO”, tiene por objeto establecer las normas y procedimientos aplicables a la prestación de servicios de valor agregado así como los deberes y derechos de los prestadores de servicios de sus usuarios.

### **Requisitos para obtener el permiso para la explotación de servicios de valor agregado**

#### **Personas jurídicas**

- Solicitud dirigida al Señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones.
- Escritura de constitución de la empresa domiciliada en el país.
- Copia certificada o protocolizada del nombramiento del Representante Legal, debidamente inscrito en el Registro Mercantil.
- Certificado de obligaciones emitido por la Superintendencia de Compañías.
- Copia del RUC.
- Copia de la cédula de identidad del Representante Legal.
- Copia del último certificado de votación, del Representante Legal.
- Certificado de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas incluida la información de imposición de sanciones en el caso de haberlas.
- Anteproyecto técnico elaborado y suscrito por un ingeniero en electrónica y/o telecomunicaciones (debidamente colegiado, adjuntar copia de la licencia profesional y el pago del uno por mil a la Sociedad de Ingenieros del Ecuador).

#### **Personas naturales**

- Solicitud dirigida al Señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones.
- Copia del RUC.
- Copia de la cédula de identidad del solicitante.
- Copia del último certificado de votación, del solicitante.



- Certificado de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas incluida la información de imposición de sanciones en el caso de haberlas.
- Anteproyecto técnico elaborado y suscrito por un ingeniero en electrónica y/o telecomunicaciones (debidamente colegiado, adjuntar copia de la licencia profesional y el pago del uno por mil a la SIDE).
- El Anteproyecto Técnico debe contener lo siguiente:
  - Diagrama técnico detallado del sistema.
  - Descripción y alcance detallado de cada servicio que desea ofrecer.
  - Conexión Internacional: si es infraestructura propia presentar la correspondiente solicitud de Concesión de Uso de Frecuencias, con todos los requisitos que se establecen para el efecto, y si es provista por una empresa portadora autorizada, deberá presentar la carta compromiso de la provisión del servicio.
  - Conexión entre Nodos: si es infraestructura propia presentar la correspondiente solicitud de permiso de Concesión de uso de frecuencias, con todos los requisitos que se establecen para el efecto, y si es provista por una empresa portadora autorizada, deberá presentar la carta compromiso de la provisión del servicio.
  - Modalidades de acceso: descripción detallada de las mismas.
  - Ubicación geográfica inicial del sistema, especificando la dirección de cada Nodo y su descripción técnica.
  - Diagrama técnico detallado de cada Nodo, y especificaciones técnicas de los equipos.
  - Estudio y proyecto de factibilidad económica, mismo que debe incluir: inversión inicial y de los 3 primeros años, recuperación y plan comercial.
  - Requerimientos de conexión con alguna red pública de Telecomunicaciones.

## **Registro**

Mediante resolución 072-03-CONATEL-2002 el Consejo Nacional de Telecomunicaciones resuelve determinar como valor de permiso para la prestación de servicios de valor agregado el valor de USD 500 dólares de los Estados Unidos de América.

## **Duración**

El título habilitante para la prestación de servicios de valor agregado tendrá una duración de 10 años, prorrogables por igual período de tiempo, a solicitud escrita del interesado, presentada con tres meses de anticipación al vencimiento del plazo original, siempre y cuando el prestador haya cumplido con los términos y condiciones del título habilitante.

## **Datos relevantes del reglamento para la prestación de servicios de valor agregado**

Son servicios de valor agregado aquellos que utilizan servicios finales de telecomunicaciones e incorporan aplicaciones que permiten transformar el contenido de la información transmitida.

El área de cobertura será nacional y así se expresará en el respectivo título habilitante, pudiéndose aprobar títulos habilitantes con infraestructura inicial de área de operación local o regional.

En el caso que el permisionario requiera ampliar o modificar la descripción técnica o la ubicación geográfica inicial del sistema deberá presentar la solicitud correspondiente a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

Los solicitantes cuyos medios de transmisión incluyan el uso de espectro radioeléctrico, deberán solicitar el título habilitante que requieran, según la normativa vigente.

Toda persona natural o jurídica que haya obtenido, de acuerdo con lo establecido en este reglamento, un título habilitante para operar servicios de valor agregado y que a su vez tenga otros títulos habilitantes de telecomunicaciones, deberá sujetarse a las condiciones siguientes:

- a) Todos los operadores deberán respetar el principio de trato igualitario, neutralidad y libre competencia. Los organismos de regulación, administración y control velarán por evitar prácticas monopólicas, de competencia

desleal, de subsidios cruzados o directos y en general cualquier otra que afecte o pudiere afectar la libre competencia; y,

b) Todo poseedor de un título habilitante que preste varios servicios de telecomunicaciones o de valor agregado estará obligado a prestarlos como negocios independientes y, en consecuencia, a llevar contabilidades separadas que reflejen sus estados financieros. Quedan prohibidos los subsidios cruzados.

Los permisionarios para la prestación de servicios de valor agregado tendrán el derecho a conexión desde y hacia sus nodos principales y secundarios y entre ellos, para el transporte de la información necesaria para la prestación de sus servicios y podrá realizarlo bajo cualquiera de las modalidades siguientes:

a) Infraestructura propia.- Para lo cual deberá especificarlo en la solicitud adjuntando el diagrama y especificaciones técnicas y conjuntamente deberá tramitar la obtención del título habilitante correspondiente necesario para su operación no pudiendo ser alquilada su capacidad o infraestructura a terceros sin un título habilitante para la prestación de servicios portadores; y,

b) Contratar servicios portadores.- Para lo cual deberá declarar en la solicitud correspondiente la empresa de servicios portadores que brindará el servicio.

Los permisionarios para la prestación de servicios de valor agregado, para acceder a sus usuarios finales con infraestructura propia, requerirán de un título habilitante para la prestación de servicios finales o portadores de acuerdo con el tipo de servicio de valor agregado a prestar.

Todo permisionario para la prestación de servicios de valor agregado deberá cancelar previamente a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, por concepto de derechos de permiso, el valor que el Consejo Nacional de Telecomunicaciones determine para cada tipo de servicio.

### **3.4.2 Concesión de Servicios Portadores de Telecomunicaciones**

En el reglamento ya visto para el funcionamiento de un proveedor de servicio de Internet el Conatel propone al permisionario dos opciones para la transmisión de la información ya que por si mismo no tiene autorización.

La primera opción es que utilice infraestructura propia con lo cual deberá adquirir mediante trámites legales la concesión para poder brindar servicio de portador de telecomunicaciones, y la segunda opción que contrate estos servicios en una empresa que ya se encuentre funcionando.

Para el presente proyecto se ha escogido la primera alternativa que plantea el Conatel con lo cual se investigará el procedimiento legal que debe realizarse para obtener la concesión de servicios de portadora.

#### **Requisitos para obtener la concesión de Servicios Portadores de Telecomunicaciones**

##### **Persona jurídica:**

- Solicitud dirigida al Señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones.
- Escritura de constitución de la compañía domiciliada en el país.
- Copia certificada o protocolizada, del nombramiento del representante legal, que se halle vigente, debidamente inscrito en el Registro Mercantil
- Certificado de obligaciones emitido por la Superintendencia de Compañías.
- Certificado, emitido por la Contraloría General del Estado, de no hallarse impedido de contratar con el Estado.
- Copia del RUC.
- Copia de la cédula de identidad del Representante Legal.
- Copia del último certificado de votación, del Representante Legal.
- Informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto a la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas.

- Copia de los estados financieros presentados a la Superintendencia de Compañías, correspondientes a los dos últimos ejercicios económicos y copia de los informes de auditores externos por los mismos períodos, de ser el caso.
- Anteproyecto técnico elaborado y suscrito por un Ingeniero en electrónica y/o telecomunicaciones (debidamente colegiado, adjuntar copia de la licencia profesional).

**Persona natural:**

- Solicitud dirigida al Señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones.
- Copia del RUC.
- Copia de la cédula de identidad.
- Copia del último certificado de votación.
- Informe de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto a la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas.
- Certificado, emitido por la Contraloría General del Estado, de no hallarse impedido de contratar con el Estado.
- Copia de las declaraciones de impuesto a la renta correspondientes a los dos últimos ejercicios económicos.
- Anteproyecto técnico elaborado y suscrito por un ingeniero en electrónica y/o telecomunicaciones (debidamente colegiado, adjuntar copia de la licencia profesional).

**El anteproyecto técnico deberá contener los siguientes requisitos, con la finalidad de demostrar la viabilidad de la solicitud:**

- Descripción técnica detallada de la red y de los servicios que se soportará sobre ella.
- Diagrama funcional de la red, que indique claramente los elementos activos y pasivos de la misma. Describir su funcionamiento basado en el diagrama.
- Gráfico esquemático detallado de la red a instalarse, el cual debe estar asociado a un plano geográfico, en el que se indiquen la trayectoria troncal (backbone) del

medio físico de transmisión o los enlaces radioeléctricos que se van a utilizar. Dicho gráfico deberá contener direcciones de los sitios de puntos de distribución, terminación de red y los puntos de interconexión requeridos.

- Ubicación y descripción de los centros de gestión de la red y servicios.
- Requerimientos de interconexión con otras redes de telecomunicaciones, indicar características.
- Especificaciones del equipamiento a utilizarse. ( Incluir una copia de los catálogos técnicos).
- Indicar los recursos del espectro radioeléctrico requeridos, especificando la banda en la cual se propone operar, así como los requerimientos de ancho de banda.
- Indicar las normas de calidad que se implementará en el sistema.
- Breve estudio de la demanda de los servicios. y plan tarifario propuesto.
- Plan mínimo de inversiones (Factibilidad económica del proyecto). Proyección de la inversión prevista, para los primeros cinco (5) años de la concesión y monto de la inversión inicial a ser ejecutada durante el primer año.

## **Derechos**

Concesión Mediante Resolución 402-16-CONATEL-2001, El Consejo Nacional de Telecomunicaciones resuelve:

- Fijar como valor único por derechos de concesión para servicios portadores de telecomunicaciones la cantidad de 250.000,00 dólares de los Estados Unidos de América, valor que deberá ser cancelado al otorgamiento del título habilitante.
- Los operadores de servicios portadores actualmente concesionados podrán adecuar sus contratos al régimen vigente previo el pago de la diferencia entre el valor fijo pagado por concepto de concesión, descontando el valor no devengado por el plazo pendiente de la concesión a razón de diez mil dólares por año de acuerdo a la siguiente fórmula.
- Valor a pagar en US\$ =  $250.000 - (150.000 - (\# \text{ de años devengados} * 10.000))$

- Fijar como garantía de fiel cumplimiento de las obligaciones contenidas en el contrato de concesión la cantidad de 60.000 dólares de los Estados Unidos de América, mediante una garantía bancaria, vigente durante el período de concesión.

### **Registro**

Mediante Resolución 403-16-CONATEL-2001, El Consejo Nacional de Telecomunicaciones resuelve establecer los siguientes derechos administrativos por el registro de: US 200 para registro de infraestructura física requerida para la prestación de los servicios de telecomunicaciones.

### **Duración**

El título habilitante para la prestación de servicios portadores tendrá una duración de 15 años renovable por igual período a solicitud escrita del concesionario presentada con cinco (5) años de anticipación a la fecha de vencimiento y con sujeción al reglamento pertinente.

### **Datos relevantes del reglamento**

La concesión de servicios portadores permite: servicios portadores son los servicios de telecomunicaciones que proporcionan la capacidad necesaria para la transmisión de signos, señales, datos, imágenes y sonidos entre puntos de terminación definidos de red.

Área de cobertura: nacional e internacional. Implica que la prestación de servicios y la instalación de infraestructura se pueden hacer en todo el territorio nacional registrando la infraestructura en la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

Tipo de redes: Cualquier tipo de redes, físicas o inalámbricas conmutadas o no conmutadas.

Tecnología: Se puede instalar cualquier tipo de tecnología o protocolo, frame relay, spread spectrum, etc.

Valor de concesión único: El pago es único sin el pago de adicionales por montos inversión o tasas variables adicionales a excepción del 1% de los ingresos facturados y percibida para el fondo para el desarrollo de las telecomunicaciones.

Acceso a usuarios de Internet por medio de estos servicios: Si

Para la prestación de los servicios portadores y la consecuente transmisión de signos, señales, imágenes, voz y datos, entre puntos de terminación de una red definidos, los prestadores del servicio portador podrán usar uno o más segmentos de su propia red, uno o más segmentos de otras redes públicas conmutadas o no conmutadas y el alquiler de circuitos, para lo cual se suscribirá un acuerdo comercial entre las partes.

El pago de los derechos de concesión no exime al concesionario del pago de las tarifas por uso de frecuencias que establezca el Consejo Nacional de Telecomunicaciones.

### **3.4.3 Homologación de equipos**

Según la Resolución No. 452-29-CONATEL-2007 de acuerdo con el literal i) del artículo 88 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, es atribución del CONATEL, aprobar las normas de homologación de equipos terminales de telecomunicaciones. El artículo 146 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada establece que los equipos terminales de telecomunicaciones usados dentro del país, deberán estar homologados y normalizados, para promover el desarrollo armónico de los servicios de telecomunicaciones.

#### **Datos importantes del Reglamento para la homologación de equipos terminales de Telecomunicaciones.**

La aplicación del presente Reglamento comprende a los equipos terminales de telecomunicaciones, conforme lo definido en el presente Reglamento, que utilizan espectro radioeléctrico por clase, marca y modelo y que utilicen niveles de potencia superiores a 50 mW.



Homologación.- Es el proceso por el que un equipo terminal de telecomunicaciones de una clase, marca y modelo es sometido a verificación técnica para determinar si es adecuado para operar en una red de telecomunicaciones específica.

La SUPTEL emitirá el certificado de homologación, el cual será genérico por cada clase, marca y modelo de equipo de telecomunicaciones. El certificado contendrá las especificaciones técnicas mínimas de operación de los equipos.

Para homologar un equipo terminal de telecomunicaciones por cada clase, marca y modelo, el solicitante presentará a la SUPTEL, los siguientes documentos:

- a) Para equipos de telecomunicaciones fabricados o ensamblados fuera del Ecuador:
  - Solicitud escrita dirigida al Superintendente de Telecomunicaciones.
  - Manuales técnicos.
  - Características de funcionamiento.
  - Un certificado o un documento de características técnicas de los equipos cuya clase, marca y modelo se quiere homologar, emitido por un organismo internacional reconocido.
  
- b) Para equipos de telecomunicaciones fabricados o ensamblados en el Ecuador:
  - Solicitud escrita dirigida al Superintendente de Telecomunicaciones.
  - Manuales técnicos.
  - Características de funcionamiento.
  - Un certificado o un documento de características técnicas emitido por un laboratorio calificado por el CONATEL u organismo internacional de que los equipos cuya clase, marca y modelo se solicita homologar cumplen con las especificaciones de la norma técnica correspondiente.

El certificado de homologación de un equipo terminal de telecomunicaciones emitido por la SUPTEL no constituye ni representa título habilitante para el uso de frecuencias del espectro radioeléctrico o la prestación de servicios de telecomunicaciones o radiocomunicaciones.

Los prestadores de servicios de telecomunicaciones están obligados a operar en sus redes o sistemas, equipos terminales de telecomunicaciones que cuenten con el respectivo certificado de homologación emitido por la SUPTEL.

Organismos y entidades reconocidos.- Son válidas las especificaciones técnicas, certificados o documentos de los siguientes organismos: Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), Federal Communications Commission (FCC), European Telecommunications Standard Institute (ETSI), The Certification and Engineering Bureau of Industry of Canada (CEBIC), Telecommunications Industries Association (TIA), Electronic Industries Alliance (EIA), Cellular Telephone Industry Association (CTIA), Unión Europea (UE), Comunidad Económica Europea (CEE), Deutsches Institut für Normung (DIN), British Standards Institution (BSI), Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI), Association Francaise de Normalisation (AFNOR), International Electrotechnical Commission (IEC), Industrial Standards Committee Pan American Standards Commission (COPANT), The African Organization for Standardization (ARSO), The Arab Industrial Development and Mining Organization (AIDMO), Korean Agency for Technology and Standards (KATS), European Committee for Standardization, Standardization Administration of China, Hermon Laboratories y otros que el CONATEL los reconozca.

La persona natural o jurídica que solicite la homologación de una marca y modelo, deberá cancelar a la Superintendencia de Telecomunicaciones los derechos por la emisión y registro, que han sido determinados por las direcciones generales de Servicios de Telecomunicaciones y Financiera Administrativa, y que corresponden a:

Para teléfonos móviles: US\$ 17.143

Para otros equipos: US\$ 171

## **CAPITULO 4**

### **ESTUDIO DE MERCADO**

#### **4.1 Objetivos**

En el diseño del WISP para el sector urbano de Ibarra se ha considerado abarcar el mercado del área comercial y barrios residenciales, ya que el Internet se ha convertido en una herramienta importante para los dos sectores.

El Estudio de Mercado nos permitirá definir zonas más específicas donde exista mayor interés de parte de los usuarios para adquirir el servicio, mediante enlaces inalámbricos sin necesidad de conexión telefónica u otro medio cableado y realizar un diseño óptimo que permita brindar un servicio inalámbrico de calidad, enfocándonos en los lugares que verdaderamente están interesados. Para lograr lo anterior dicho se han definido el objetivo específico y objetivos generales del estudio de mercado que veremos a continuación:

- **Objetivo general del estudio de Mercado.**

Determinar zonas del área urbana en donde exista mayor interés en adquirir el Servicio de Internet Inalámbrico para poder definir clientes potenciales.

- **Objetivos específicos de estudio de Mercado**

- Realizar una investigación de campo utilizando encuestas en distintos sectores dentro del área urbana de la ciudad Ibarra, tanto para el sector residencial como para el sector comercial.

- Determinar la presencia del servicio de Internet en los lugares a encuestar.
- Precisar cuáles son los medios más utilizados para conectarse a Internet (conexión telefónica, móvil celular, Banda Ancha ADSL, cable modem, otros).
- Determinar cuáles son los lugares que prefiere el usuario para conectarse a Internet (casa, trabajo, cybers).
- Determinar qué servicios demandan los clientes para poder calcular la capacidad de transmisión de datos necesaria.
- Conocer el gasto mensual que realizan por acceder al servicio.
- Determinar el nivel de satisfacción del servicio actual del que disponen
- Investigar el interés por adquirir el servicio de Internet inalámbrico
- Obtener un nivel de referencia, del monto que estarían dispuestos a pagar por el servicio inalámbrico ofrecido.
- En el caso de no disponer de servicio de Internet conocer las causas.

## 4.2 Antecedentes [28]

El cantón Ibarra, cuya capital es San Miguel de Ibarra, está constituido por cinco parroquias urbanas y siete rurales, con una superficie total de 1.162,22  $Km^2$  con una densidad de 131,87 hab/ $Km^2$  en el cantón, 2.604 hab/ $Km^2$  en el área urbana y 39,1 hab/ $Km^2$  en el área rural. La zona urbana del cantón cubre la superficie de 41,68  $Km^2$ , la zona rural incluida la periferia de la cabecera cantonal cubre la superficie de 1.120,53  $Km^2$ . El Cantón Ibarra está constituido por cinco parroquias urbanas: El Sagrario, San Francisco, Caranqui, Alpachaca y la Dolorosa de Priorato, dividida la superficie como se puede apreciar en la tabla.4.1:

**Tabla.4.1.Parroquias urbanas del Cantón Ibarra.**

<b>NOMBRE</b>	<b><math>Km^2</math></b>
San Francisco	10,29
La Dolorosa del Priorato	9,47
Caranqui	6,53
El Sagrario	10,68
Alpachaca	4,71
<b>Total</b>	<b>41,68</b>

La población total del cantón alcanza a 153.256 habitantes, de los cuales 116.523 habitan en el sector urbano y en el sector rural es de 36.733 que en porcentaje corresponde al 76,03% y 23,97% respectivamente. El 51,41% corresponde a mujeres y 48,59% a hombres.

Es importante además tener conocimiento del número de viviendas en el sector urbano de la ciudad, los datos proporcionados por el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) son los mostrados en la tabla.4.2. [29]

**Tabla.4.2.Censo de vivienda proporcionado por el INEC.**

**CENSO DE VIVIENDA**

CANTON IBARRA							
TOTAL DE VIVIENDAS, OCUPADAS CON PERSONAS PRESENTES, PROMEDIO DE OCUPANTES Y DENSIDAD POBLACIONAL Censo 2001							
ÁREAS	TOTAL DE VIVIENDAS	VIVIENDAS PARTICULARES OCUPADAS CON PERSONAS PRESENTES			POBLACIÓN TOTAL	EXTENSIÓN Km <sup>2</sup>	DENSIDAD Hab / Km <sup>2</sup>
		NÚMERO	OCUPANTES	PROMEDIO			
TOTAL CANTÓN	44.426	38.165	151.725	4,0	153.256	1.093,3	140,2
ÁREA URBANA	30.867	27.666	107.262	3,9	108.535		
ÁREA RURAL	13.539	10.499	44.463	4,2	44.721		

### 4.3 Segmentación de mercado [30]

Una empresa debe profundizar en el conocimiento de su mercado con el objetivo de adaptar su oferta y su estrategia de marketing<sup>1</sup> a los requerimientos de éste. La segmentación toma como punto de partida el reconocimiento de que el mercado es heterogéneo, y pretende dividirlo en grupos o segmentos homogéneos, que pueden ser elegidos como mercados-meta de la empresa. Así pues, la segmentación implica un proceso de diferenciación de las necesidades dentro de un mercado.

### **4.3.1 Tipos de Segmentación de mercado**

#### **Segmentación geográfica**

Subdivisión de mercados con base en su ubicación. Posee características mensurables y accesibles.

#### **Segmentación demográfica:**

Se utiliza con mucha frecuencia y está muy relacionada con la demanda y es relativamente fácil de medir. Entre las características demográficas más conocidas están: la edad, el género, el ingreso y la escolaridad.

#### **Segmentación psicográfica**

Consiste en examinar atributos relacionados con pensamientos, sentimientos y conductas de una persona. Utilizando dimensiones de personalidad, características del estilo de vida y valores.

#### **Segmentación por comportamiento**

Se refiere al comportamiento relacionado con el producto, utiliza variables como los beneficios deseados de un producto y la tasa a la que el consumidor utiliza el producto.

En el caso de este diseño para el Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico la segmentación será geográfica porque se dividirá a los clientes en dos grupos : sector comercial y sector residencial ya que cada uno tiene definida su ubicación dentro del área urbana de la ciudad y además porque cada grupo demanda necesidades diferentes de conexión debido a sus actividades cotidianas.

---

<sup>1</sup>Arte o ciencia de satisfacer las necesidades de los clientes y obtener ganancias al mismo tiempo

### 4.3.2 Mercado sector comercial

Ibarra es una ciudad que tiene su actividad comercial concentrada en calles principales ubicadas en el centro de la ciudad, con una superficie aproximada de 0,5 Km<sup>2</sup>, que se puede apreciar en la figura.4.1.

Se realizó una inspección al sector y se determinó que existen cerca de 650 locales comerciales, cuyas necesidades de Internet se determinarán mediante algún tipo de fuente de información a realizarse posteriormente.



Figura.4.1. Identificación mercado sector comercial

### 4.3.3 Sector Residencial

En el caso del sector residencial se han escogidos varios barrios y urbanizaciones distribuidos en el área rural de la ciudad y dependiendo de los resultados escogeremos finalmente los sectores en los cuales inicialmente se enfocará dar el servicio de Internet Inalámbrico.

En la figura.4.2 están marcados los bloques en un mapa de la ciudad que corresponden a las siguientes urbanizaciones:

Bloque 1: Urbanización Ciudad de Ibarra, Ciudadela del Chofer II etapa

Bloque 2: Urbanizaciones El Jardín, La Quinta, Cooperativa Flota Imbabura Urbanización Nuevos horizontes, Nuevo Hogar, Almeida Galarraga, Miguel Leoro, Pilanqui I.

Bloque 3: Urbanización Pilanqui II, Secap.

Bloque 4: Urbanización Yacucalle.

Bloque 5: Urbanización los Ceibos, Santa María.

Bloque 6: Caranqui

Bloque 7: Urbanización La Victoria.

Bloque 8: Urbanización Consejo Provincial de Imbabura



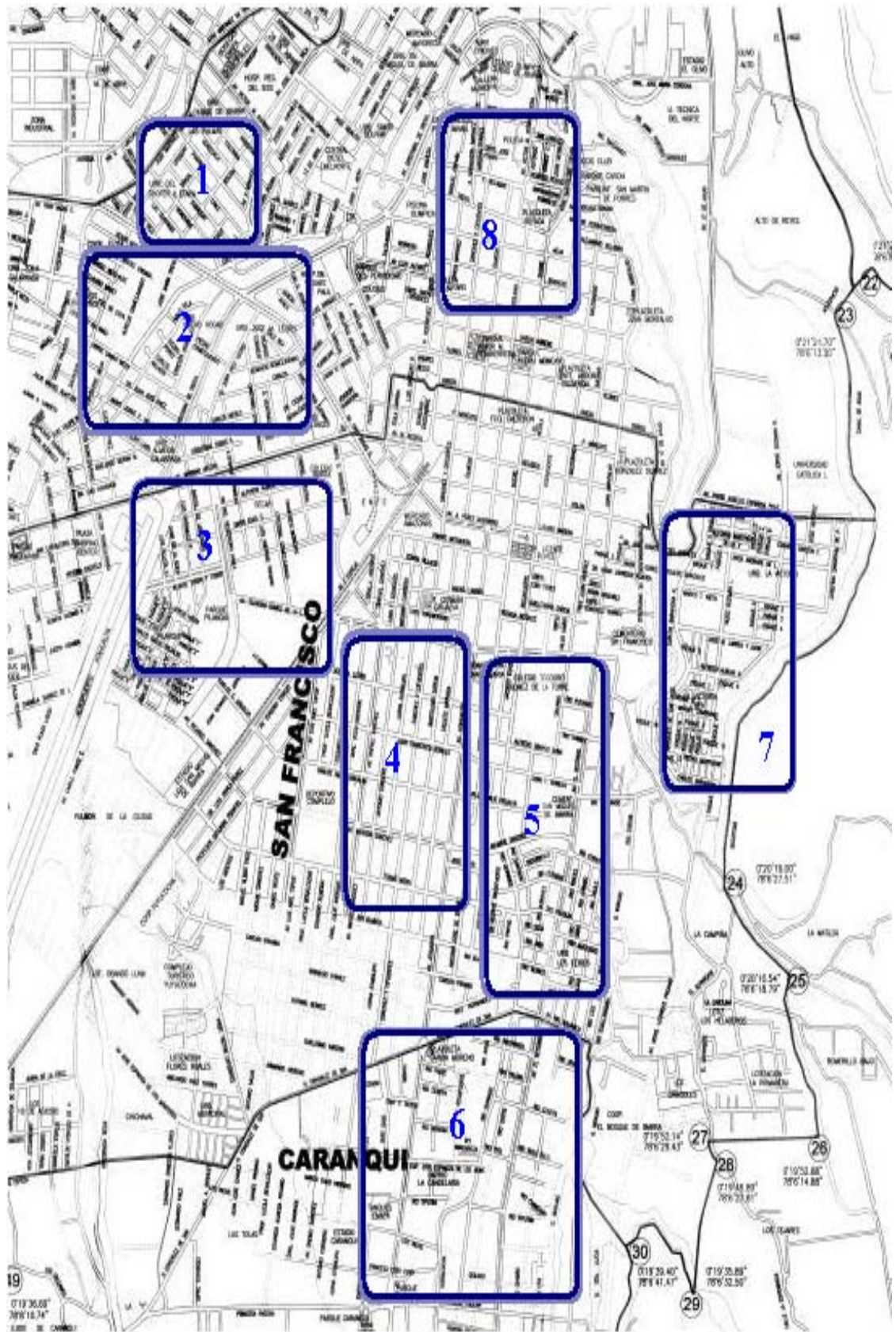


Figura.4.2. Identificación mercado sector comercial

#### 4.4 Fuentes de información [31]

Son todos los recursos que contienen datos formales, informales, escritos, orales o multimedia. Se dividen en tres tipos: primarias, secundarias y terciarias. Se distinguen dos tipos fundamentales de fuentes de información:

- Fuentes primarias
- Fuentes secundarias

##### 4.4.1 Fuentes primarias

Una fuente primaria es aquella que provee un testimonio o evidencia directa sobre el tema de investigación. Las fuentes primarias son escritas durante el tiempo que se está estudiando o por la persona directamente envuelta en el evento. La naturaleza y valor de la fuente no puede ser determinado sin referencia al tema o pregunta que se está tratando de contestar.

La recopilación de estos datos debe ser lo más estructurada posible con el fin de alcanzar una máxima calidad de información que permita tomar decisiones acertadas. La tabla.4.3 nos permite apreciar las áreas a contemplar en el diseño de un plan de recolección de datos primarios.

**Tabla.4.3.Fuentes de datos primarios**

PLANEACIÓN DE LA RECOPIACIÓN DE DATOS PRIMARIOS			
ENFOQUES DE INVESTIGACIÓN	MÉTODOS DE CONTACTO	PLAN DE LA MUESTRA	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN
Observación	Correo	Unidad de muestreo	Cuestionario
Encuesta	Teléfono	Tamaño de muestra	Instrumentos mecánicos
Experimento	Personal	Procedimiento de muestreo	

##### 4.4.2 Fuentes secundarias

Una fuente secundaria interpreta y analiza fuentes primarias. Las fuentes secundarias están a un paso removidas o distanciadas de las fuentes primarias. Algunos tipos de fuentes secundarias son: libros de texto, artículos de revistas, crítica literaria y comentarios, enciclopedias, biografías.

Las investigaciones suelen comenzar con los datos secundarios, recabando las fuentes internas y externas, en la tabla.4.4 se presentan las fuentes de datos secundarios:

**Tabla.4.4.Fuentes de datos secundarios**

FUENTES DE DATOS SECUNDARIOS	EJEMPLOS
FUENTES INTERNAS	Estados financieros de la firma, soportes contables como facturas, registros de inventarios y otros informes de investigación
PUBLICACIONES GUBERNAMENTALES	Dependen de cada país, por lo general hay departamentos especializados en cada gobierno para llevar estadísticas de los diferentes sectores de la actividad económica
PUBLICACIONES PERIÓDICAS Y LIBROS	También en cada país hay diferentes medios escritos o de otro tipo que revelan las tendencias del mercado
DATOS COMERCIALES	Son los que proveen firmas especializadas, referencias comerciales.

En nuestra investigación utilizaremos como fuente primaria la encuesta preguntando directamente a los consumidores, para así hallar datos relativos a sus preferencias, opiniones, satisfacción, requerimientos y diagnosticar la situación actual del uso del Internet. Los formatos de las encuestas utilizadas para el estudio de campo del análisis de mercado se los pueden ver en los anexos 1.

Como fuentes secundarias se utilizará los datos proporcionados por el CONATEL referentes a las estadísticas ya vistas en el capítulo 2 del servicio de valor agregado en la provincia, así también como el número de ISPs funcionando actualmente en Ibarra.

#### 4.5 Tamaño de la muestra [32]

Para determinar el número de encuestas a realizar se utilizó la fórmula de muestra aleatoria simple finita que se indica a continuación:

$$n = \frac{S^2 N p q}{E^2 (N - 1) + S^2 p q} \quad (4.1)$$

En donde:

n= Muestra (número de encuestas a realizar)

S= Grado de confiabilidad

N= Universo (población)

p= Probabilidad de ocurrencia (grado de validez de la respuesta).

q= Probabilidad de no-ocurrencia.

E= Grado de error (error máximo de estimación permitido en la encuesta).

### 4.5.1 Población

En el caso de los clientes en sectores residenciales la población será el número de viviendas aproximadas en los lugares escogidos para realizar las encuestas, datos que se muestran en la tabla.4.5. Y que facilitará la obtención de la muestra para la ejecución de la encuestas.

**Tabla.4.5.Información de superficie, habitantes y vivienda sectores residenciales**

No	Barrio o Urbanización	Superficie aproximada <i>Km<sup>2</sup></i>	Número de habitantes resultante	Número de viviendas
1	Urbanización La Victoria.	0,53	1380,12	356
2	Urbanización Yacucalle	0,57	1484,28	383
3	El Jardín, La Quinta, Cooperativa Flota Imbabura Urbanización Nuevos horizontes, Urbanización Nuevo Hogar , Urbanización Almeida Galarraga, Miguel Leoro, Pílanqui I.	1,10	2890,1	745
4	Urbanización Los Ceibos , Santa María	0,8	1510,32	389
5	Urbanización Consejo Provincial de Imbabura	0,27	703.08	181
6	Urbanización Ciudad de Ibarra, Ciudadela del Chofer segunda etapa	0,45	1171.8	302
7	Urbanización Pílanqui II, Secap	0,56	1458,24	376
8	Caranqui	0,68	1170,72	457
			<b>TOTAL</b>	<b>3189</b>

Para el caso de los clientes comerciales, como ya se mencionó anteriormente se realizó una inspección a todo el sector comercial y se pudo apreciar que existen aproximadamente 650 locales, dato que para nuestro estudio será la población para determinar la muestra.

#### 4.5.2 Valores S, p, q y E [32]

Estos valores han sido seleccionados tomando como referencia varios ejemplos de análisis de tamaños de muestras para estudios de mercado.

S=2 Valor utilizado en poblaciones entre 10 y 10.000

p= 50% Valor cuando se desconoce la proporción esperada.

q= 50% (diferencia de 100% - p).

E= 10% Para garantizar que los resultados de la encuesta sean validos en el diseño

#### 4.5.3 Muestra usuarios residenciales

$$n = \frac{(2)^2(3189)(0.5)(0.5)}{(0.1)^2(3189 - 1) + (2)^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = \frac{3189}{31.88 + 1}$$

$$n = \frac{3189}{32.88}$$

$$n = 96.98$$

$$n = 97 \text{ encuestas}$$

#### 4.5.4 Muestra usuarios comerciales

$$n = \frac{(2)^2(650)(0.5)(0.5)}{(0.1)^2(650 - 1) + (2)^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = \frac{650}{6.49 + 1}$$

$$n = \frac{300}{7.49}$$

$$n = 86.78$$

$$n = 87 \text{ encuestas}$$

## 4.6 Presentación y análisis de datos

### 4.6.1 Sectores residenciales

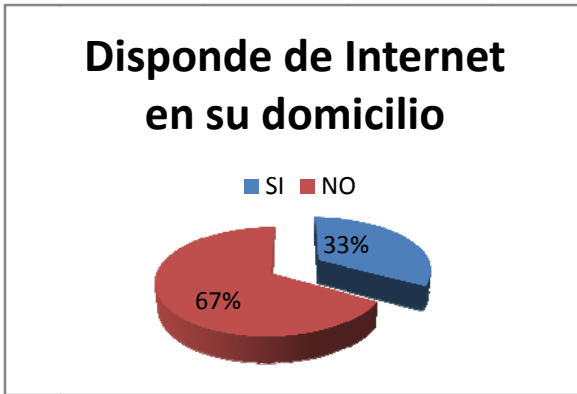


Figura.4.3. Adquisición del servicio de Internet en el sector residencial.

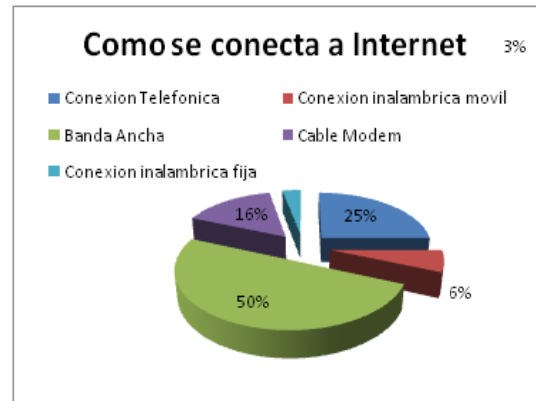


Figura.4.5. Tipo de conexión que utiliza sector residencial

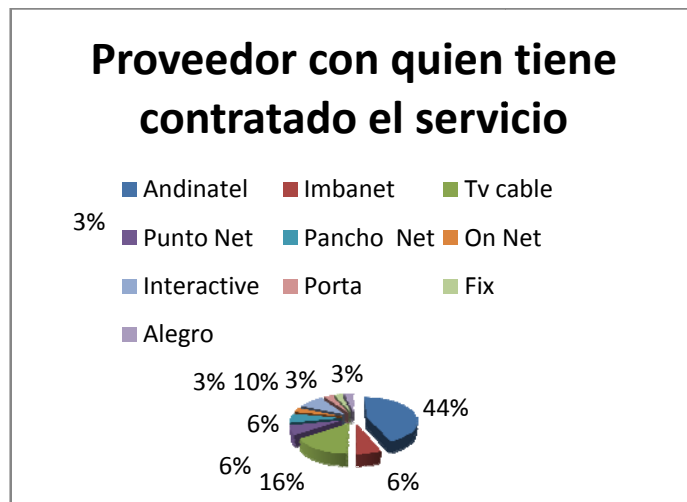


Figura.4.4. Proveedor de Internet en el sector residencial



Figura.4.6. Satisfacción del servicio sector residencial

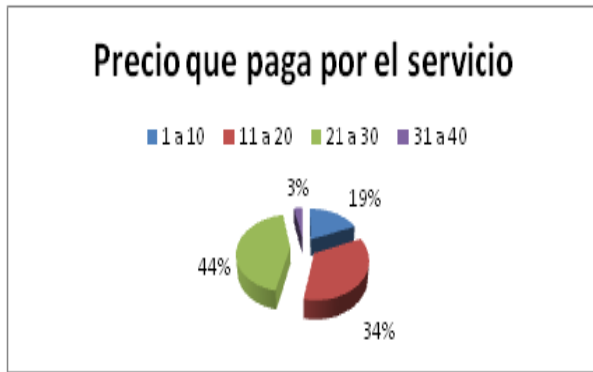


Figura.4.7.Precio que paga en sector residencial por el servicio

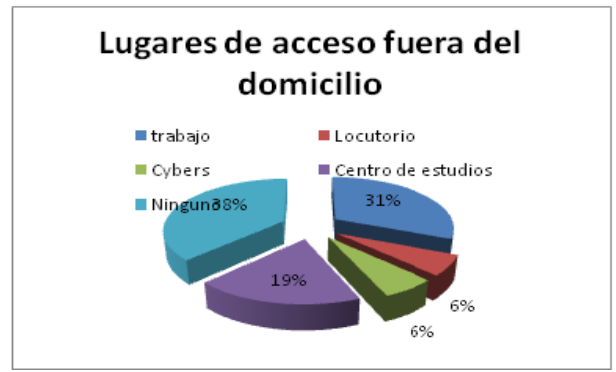


Figura.4.8.Lugares de acceso fuera de la residencia

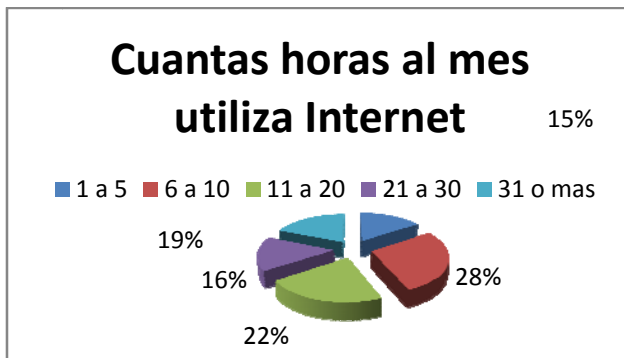


Figura.4.9.Número de horas que utiliza el servicio sector residencial



Figura.4.10.Motivos porque no contrata el servicio en sector residencial

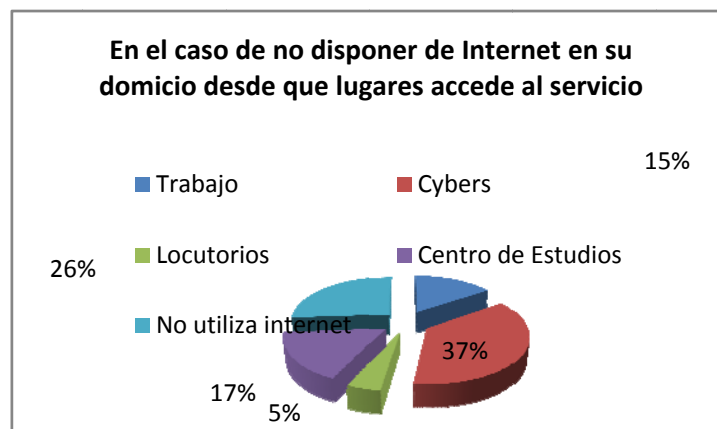
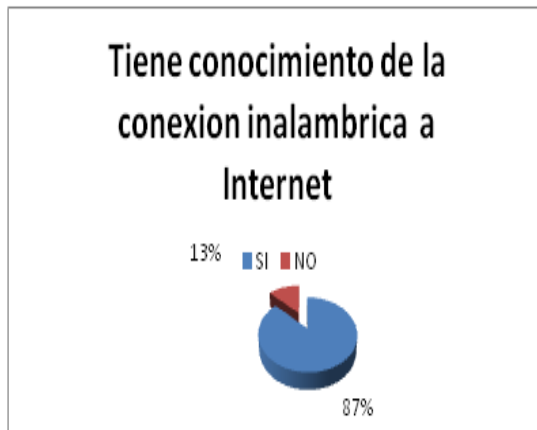


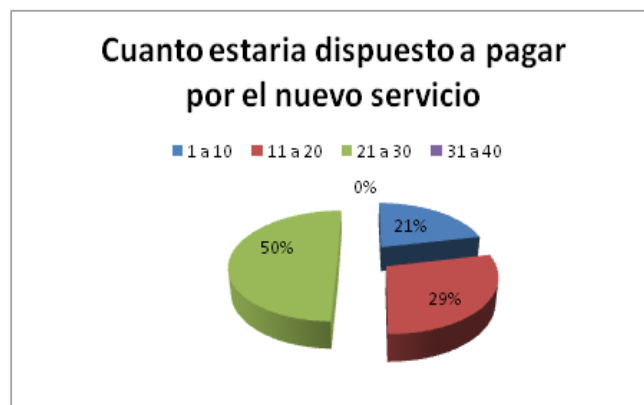
Figura.4.11.Lugares de acceso cuando no dispone del servicio en la residencia



**Figura.4.12. Conocimiento de la tecnología inalámbrica en el sector residencial**



**Figura.4.13. Interés por el servicio de Internet inalámbrico en el sector residencial**



**Figura.4.14. Precio que estaría dispuesto a pagar en sector residencial**

Los resultados obtenidos mediante las encuestas realizadas para el sector residencial se pueden detallar en los siguientes puntos:

- Del número de encuestados, más del 50 % informa que no dispone de conexión de Internet en su domicilio.
- El Proveedor que tiene mayor posicionamiento en el mercado es la Empresa Andinatel con su servicio de banda ancha.
- Con respecto a la satisfacción de calidad del servicio que se encuentran contratando quienes lo tienen instalado en sus residencias, más del 50% respondió que si.
- La inversión más general que realizan los usuarios mensualmente para acceder a Internet oscila entre 21 a 30 dólares.



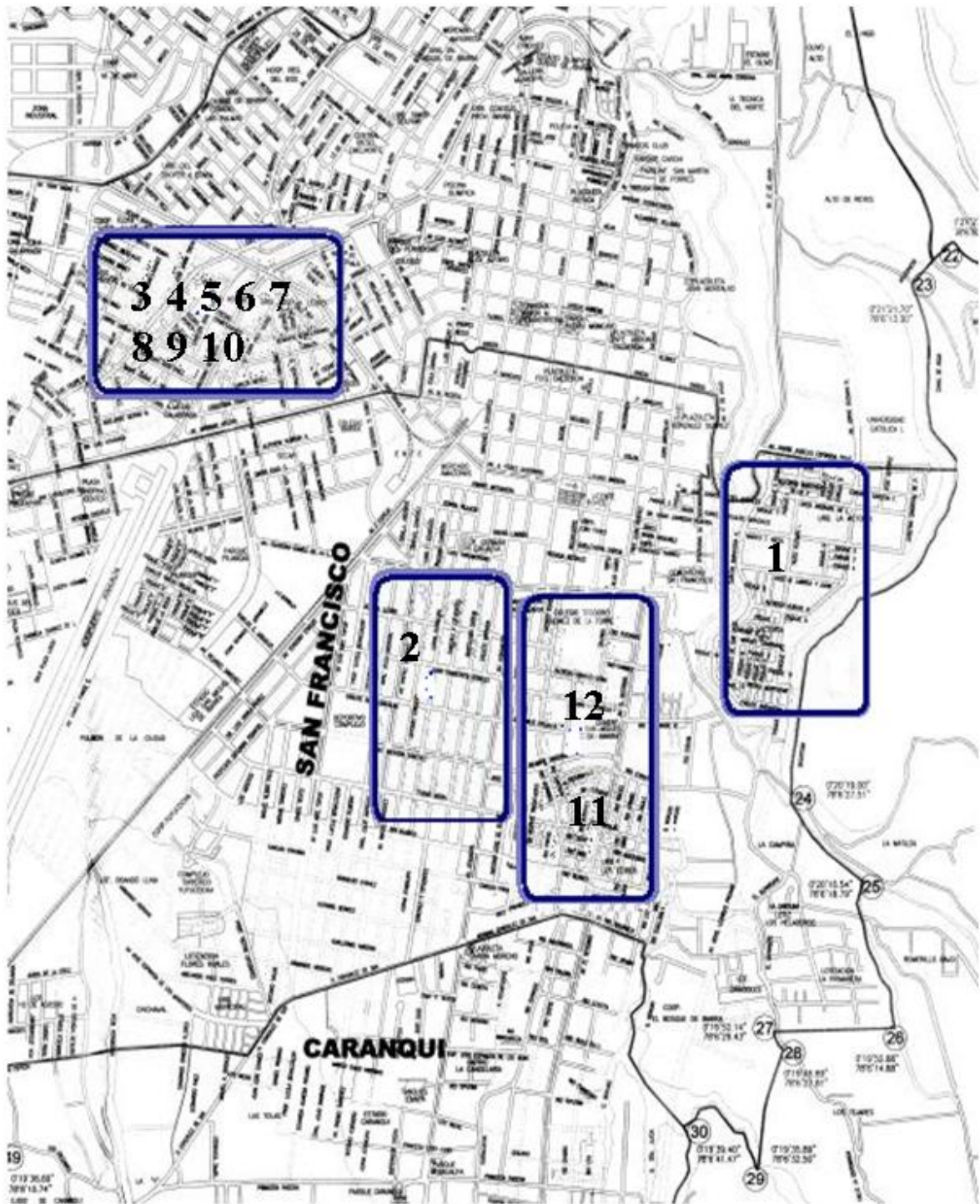
- Respecto a la utilización del Internet quienes disponen del servicio, un 22% respondió que aproximadamente al mes se conecta desde su residencia, un intervalo de 21 a 30 horas, y un 28% de 11 a 20 horas, los motivos de dicha información es porque en horas laborables del día utilizan Internet desde su lugar de trabajo o de estudio.
- Casi el 80% de las personas que afirmaron no poseer el servicio en su residencia coincidieron en que el motivo para no contratarlo es el alto costo.
- El interés por la conexión inalámbrica de Internet alcanzó un 55% pero sólo en ciertos barrios y urbanizaciones, ya que existen varias zonas que respondieron a la encuesta no necesitar el servicio, motivo por el cual se ha seleccionado ciertos sectores con el fin de garantizar la cobertura de transmisión para estos posibles usuarios.
- El valor económico que estarían dispuestos a pagar, tanto de quienes disponen el servicio como de los que no, fue de 21 a 30 dólares.
- Los barrios que poseen el servicio y de igual forma lo demandan, son sectores de clase económica media- alta.

En la tabla.4.6 se enlistan los sectores residenciales que serían considerados posibles usuarios para el proyecto del WISP, con lo cual tendremos una mejor visión del área de cobertura en la ciudad. Figura.4.15.

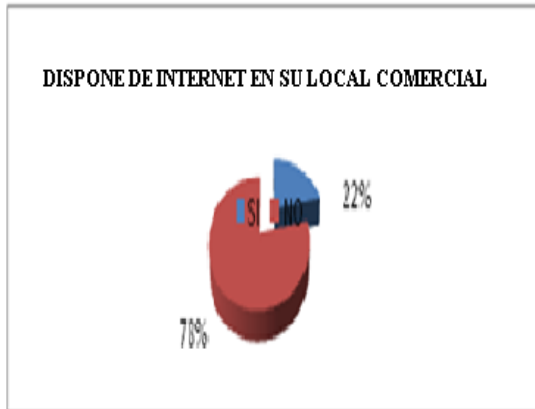
**Tabla.4.6.Sectores seleccionados en área residencial para brindar el servicio**

No	Nombre del barrio o urbanización
1	Urbanización La Victoria.
2	Urbanización Yacucalle
3	El Jardín
4	La Quinta
5	Urbanización Nuevos Horizontes
6	Cooperativa Flota Imbabura
7	Urbanización Nuevo Hogar
8	Urbanización Almeida Galarraga
9	Urbanización Miguel Leoro
10	Urbanización Pilanqui
11	Urbanización Los Ceibos
12	Urbanización Santa María

Figura.4.15. Identificación de sectores seleccionados para brindar el servicio



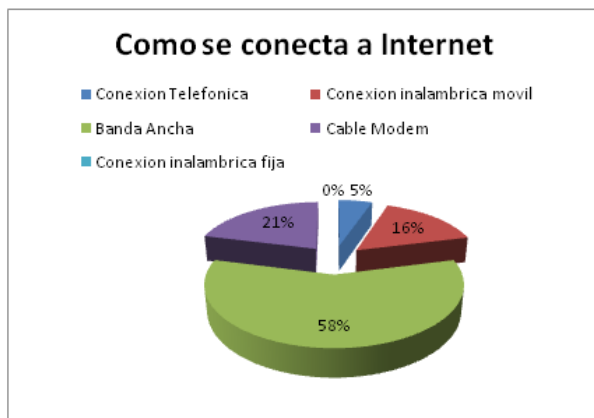
### 4.6.2 Sector Comercial



**Figura.4.16. Adquisición del servicio de Internet en el sector comercial**



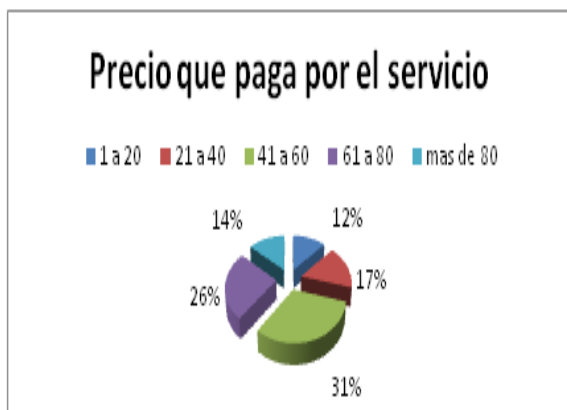
**Figura.4.17. Proveedor de Internet en el sector residencial**



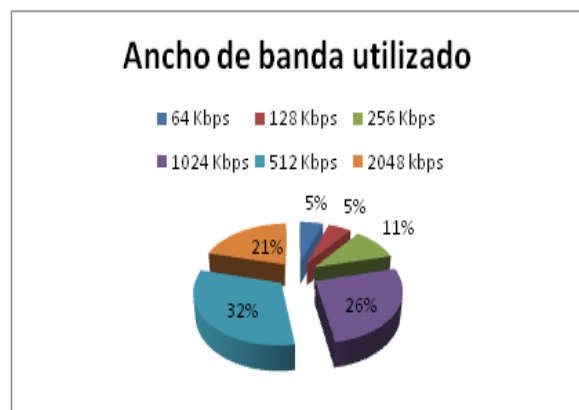
**Figura.4.18. Tipo de conexión el sector comercial**



**Figura.4.19. Satisfacción del servicio sector comercial**



**Figura.4.20. Precio que paga en el sector comercial**



**Figura.4.21. Ancho de banda utilizado en sector comercial**

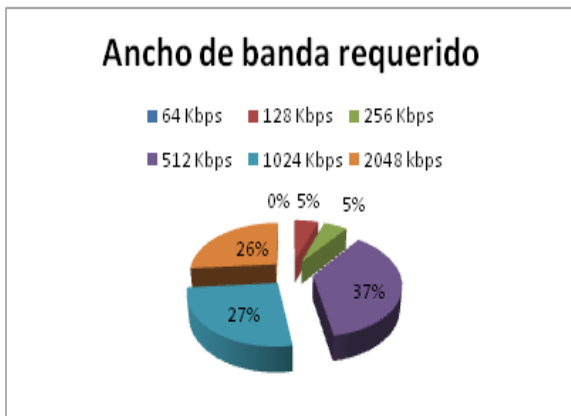


Figura.4.22. Ancho de banda requerido en sector comercial



Figura.4.23. Motivos porque no contrata el servicio en el sector comercial

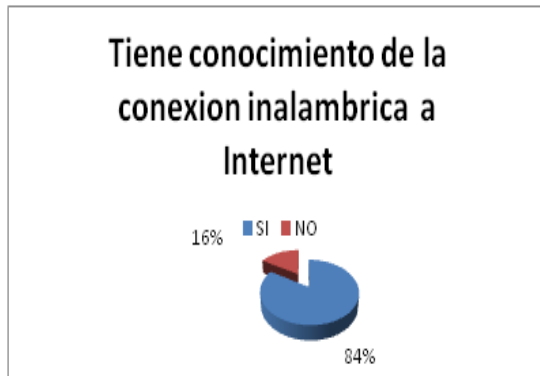


Figura.4.24. Conocimiento de la tecnología inalámbrica en el sector comercial



Figura.4.25. Interés por el servicio de Internet inalámbrico en el sector comercial

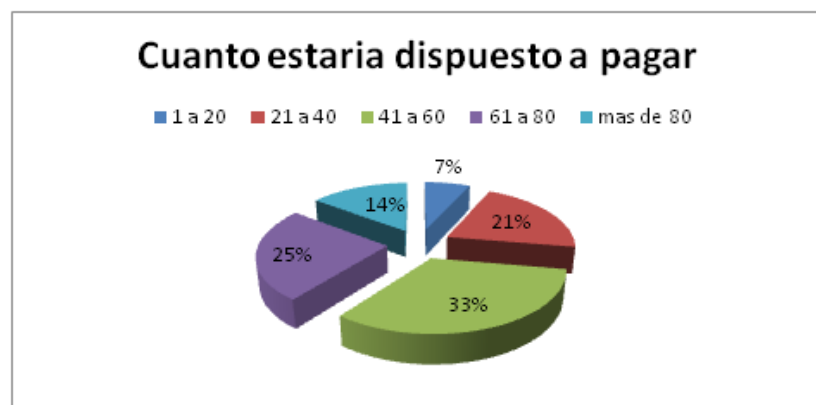


Figura.4.26. Precio que pagaría por el servicio por en sector comercial

Los resultados obtenidos mediante las encuestas realizadas para el sector comercial se pueden detallar en los siguientes puntos:

- Del número de locales comerciales encuestados cerca del 80% ya dispone del servicio de Internet.
- El Proveedor que tiene mayor posicionamiento en el mercado es la Empresa Andinatel con su servicio de banda ancha.
- Con respecto a la satisfacción de calidad del servicio, el 74% de los usuarios expresan que se encuentran conformes.
- La inversión más general que realizan los usuarios mensualmente para acceder a Internet oscila entre 21 a 60 dólares.
- El ancho de banda que demandan la mayoría de negocios es 512Kbps, considerando excepciones en las que demandan más de 2048 Kbps como es el caso de algunos cybers.
- El 55% de las personas que afirmaron no poseer el servicio en su negocio coincidieron en que el motivo para no contratarlo es que no había necesidad como por ejemplo algunas boutiques, farmacias, etc.
- El interés por la conexión inalámbrica de Internet alcanzó un 37% .
- El valor económico que estarían dispuestos a pagar, tanto de quienes disponen el servicio como de los que no, fue de 41 a 60 dólares.

#### 4.7 Estimación de la demanda de clientes [33]

Para generalizar los resultados y determinar la demanda inicial del WISP en diseño se aplica la siguiente fórmula:

$$D_o = \frac{e_{meta}}{e_{totales}} N \quad (4.2)$$

Donde:

- $D_o$ : Demanda inicial.
- $e_{meta}$ : Número de encuestados que cumplen los parámetros establecidos.
- $e_{totales}$ : Número total de encuestados.
- $N$ : Tamaño total de la población para este estudio de demanda.

#### 4.7.1 Demanda inicial sector comercial

Revisando los resultados de las encuestas tomaremos como demanda potencial a las personas que hayan respondido que no disponen de Internet, quienes no se encuentran satisfechos y los interesados en el servicio mediante conexión inalámbrica. De ochenta y siete encuestados, treinta y siete serían la demanda potencial, representando el 57%.

Por lo tanto la demanda inicial potencial para el WISP en el sector comercial será:

$$Do = \frac{37}{87}(650)$$

$$Do = 276,436$$

$$Do \approx 276 \text{ locales comerciales}$$

Considerando las estadísticas que se analizaron en el capítulo 2 del presente proyecto, respecto al uso de Internet en la provincia de Imbabura, en las cuales apenas el 2,25% del total de número de habitantes acceden al servicio y además que existen aproximadamente 27 permisionarios registrados como Proveedores de Servicio de Valor Agregado existiendo gran competencia en el sector, del número calculado en la demanda inicial se tomará solo el 20% de los usuarios considerándolos como usuarios potenciales obteniendo así 55 locales comerciales como expectativas para clientes, para el primer año.

#### 4.7.2 Demanda inicial sector residencial.

En el caso de este sector se considerará como clientes potenciales a aquellas personas que hayan respondido en las encuestas que: no disponen de Internet, quienes no se encuentren satisfechos con el servicio en el caso de disponer la conexión, las personas que no hayan todavía contratado el servicio por ser costoso y las personas interesadas en el servicio de Internet inalámbrico. De noventa y siete encuestados, veinte y siete serían la demanda potencial, representando el 28 %.

Por lo tanto la demanda inicial potencial para el WISP en el sector residencial será:

$$D_o = \frac{27}{97} (3189)$$

$$D_o = 887,66$$

$$D_o \approx 888 \text{ residencias}$$

Realizando un análisis similar al hecho para el sector comercial, tomando sólo el 20% de la demanda inicial obtenemos que tendremos como clientes potenciales 178 residencias.

#### **4.8 Proyección de la demanda**

La planificación de las redes se basa directamente en la distribución de abonados con una proyección al futuro. Para poder realizar una proyección real del tráfico, se debe tener una previsión confiable.

Un estudio de la posible demanda de los abonados es la herramienta necesaria que nos permite calcular las previsiones del tráfico, que muchas veces lleva al uso de modelos cronológicos que resultan poco confiables debido a:

- Una economía fluctuante, con periodos de auge y depresión.
- Cambios sociales que desvían las tendencias.
- Evolución de las telecomunicaciones en un proceso que resulta discontinuo.

#### **Evolución Cronológica de la Demanda [34]**

Generalmente el comportamiento de crecimiento que se observa en redes de datos es un crecimiento porcentual progresivo. Las tres etapas fundamentales en la vida de una red son:

1. Fase de arranque.
2. Fase de crecimiento rápido.
3. Fase de saturación.

**Fase de arranque:** El crecimiento es muy lento.

**Fase de crecimiento rápido:** los sectores donde se brinda el servicio exigen una mayor calidad de servicio. Los sectores residenciales y privados consideran el uso de los servicios, esto va relacionado con su estatus de vida. En esta fase se afianza el sistema implementado, por lo que hay que realizar un estudio minucioso de las previsiones.

**Fase de saturación:** cuando el sistema implementado tiene una aceptación total en el sector privado se puede decir que el sistema ha alcanzado la fase de saturación.

El tiempo que dure en cumplir el sistema las tres fases depende del nivel de desarrollo del país en donde se esté implementando el sistema. Por tanto para un país desarrollado económicamente el tiempo que le tome llegar a una fase de saturación será rápido; para un país que está llegando a completar su fase de desarrollo el tiempo será mayor pero no tendrá una gran diferencia; mientras que para un país en vías de desarrollo como el Ecuador, la fase de arranque es rápida pero la fase de saturación se prevé a largo plazo; para un país de escaso desarrollo por recursos insuficientes, el crecimiento de cada fase es lento.

### Modelo Matemático

Basándonos en la evolución cronológica de la demanda, el crecimiento es de forma exponencial, por lo que se utilizará un método de la tasa de *crecimiento exponencial* para la proyección de la demanda inicial. La fórmula que se usará es la siguiente:

$$Q_n = Q_0 \cdot (1 + \tau)^n \quad (4.3)$$

en donde :

$Q_0$  = Cantidad inicial de usuarios potenciales.

$Q_n$  = Cantidad de usuarios potenciales luego de n años

n = Número de años.

$\tau$  = Tasa de crecimiento promedio acumulativa anual (si esta dada en años).

Con lo cual la tasa de crecimiento está dada por la siguiente ecuación:



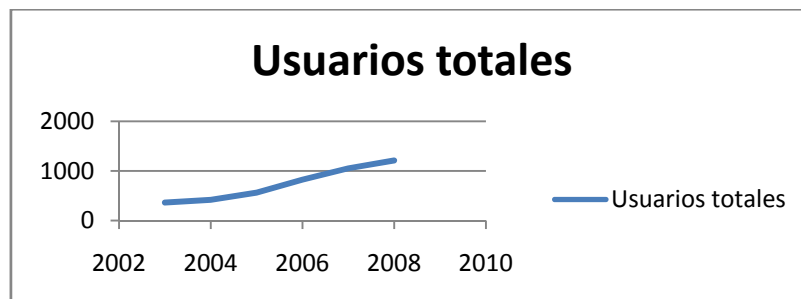
$$\tau = \left( \frac{Q_n}{Q_0} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad (4.4)$$

### Consideraciones de demanda futura.

La penetración del servicio de Internet en Ecuador ha mantenido un sostenido crecimiento y para determinar la demanda futura del ISP en diseño, se utilizará la ecuación de la línea de tendencia que sigue la curva de usuarios totales del servicio de acceso a Internet en Ecuador desde el año 2003 hasta el 2008. Los datos para la graficación son los registrados por la Superintendencia de Telecomunicaciones.

**Tabla.4.7. Usuarios de Internet en el Ecuador desde el año 2003 al año 2008**

Año	Población	Usuarios Totales	% de la población utilizando Internet
2003	12,842,578	364,153	2,83%
2004	13,026,891	418,241	3,21%
2005	13,215,089	564,020	4,26%
2006	13,408,270	823,483	6,14%
2007	13,605,485	1,051,906	7,73%
2008	13,805,095	1,211,124	8,77%



**Figura.4.27. Crecimiento anual de usuarios que acceden a Internet en el Ecuador**

Observamos que el crecimiento del porcentaje de usuarios de Internet en el país es lineal con lo que ha ido aumentando cada año, esperando para los próximos años un porcentaje de crecimiento de usuarios de aproximadamente del 10% de la población.

#### 4.8.1 Tasa de crecimiento para el sector residencial

La proyección de la demanda se la realizará para 5 años, por lo tanto:

$$Q_0 = 178 \text{ usuarios}$$

$$n = 5 \text{ años}$$

$$\tau = 10\%$$

Esto deja como resultado al transcurrir los 5 años una cantidad de usuarios potenciales  $Q_n = 286$  usuarios. Plasmando los resultados en la figura.4.28.

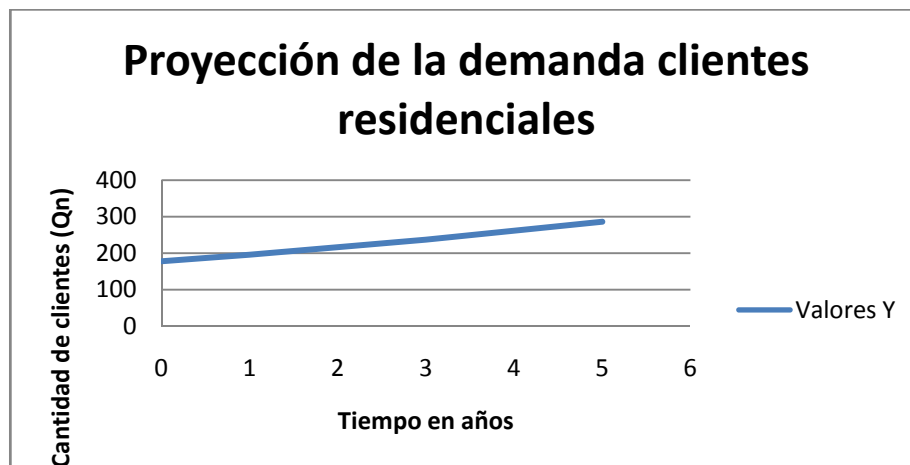


Figura.4.28. Proyección de la demanda de clientes residenciales

#### 4.8.2 Tasa de crecimiento para el sector comercial

$$Q_0 = 55 \text{ usuarios}$$

$$n = 5 \text{ años}$$

$$\tau = 10\%$$

Esto deja como resultado al transcurrir los 5 años una cantidad de usuarios potenciales  $Q_n = 90$  usuarios. Plasmando los resultados en la figura.4.29.

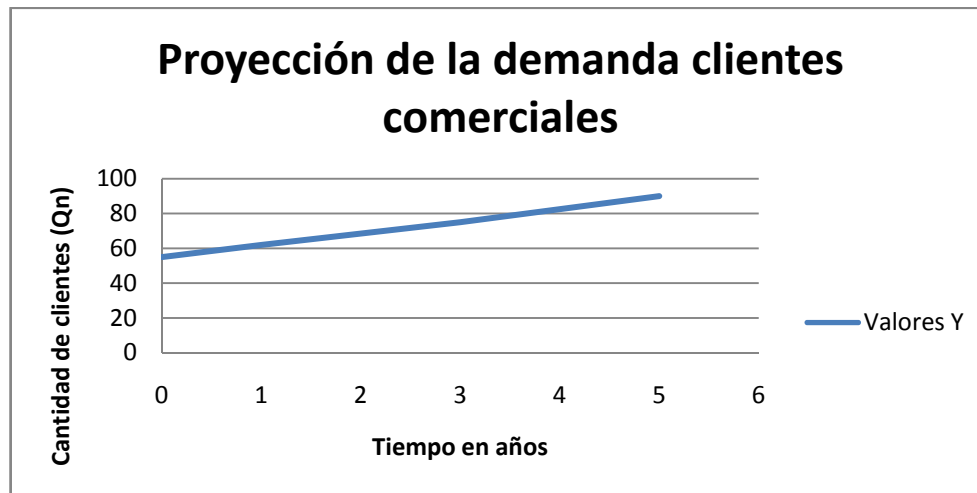


Figura.4.29. Proyección de la demanda de clientes comerciales

#### 4.9 Análisis del entorno (FODA) [35]

El análisis FODA se utiliza para identificar y analizar las fortalezas y debilidades de la organización o programa, así como las oportunidades y amenazas reveladas por la información obtenida del contexto externo.

Lo importante en este análisis es pensar en lo que es necesario buscar para identificar y medir los puntos fuertes y débiles, las oportunidades y amenazas del proyecto.

El análisis FODA que se ha realizado se enfoca solamente hacia los factores claves para el éxito del Proveedor de Servicio de Internet Inalámbrico. Resalta las fortalezas y las debilidades diferenciales internas al compararlo de manera objetiva y realista con la competencia y con las oportunidades y amenazas claves del entorno.

Con el análisis FODA, obtendremos información para tomar decisiones, que serán estrategias que permitirán decidir si el presente proyecto sobre la creación de un Proveedor de Servicio de Internet es viable.

### 4.9.1 Fortalezas

Las fortalezas son las capacidades especiales con las que cuenta el centro de provisión de Internet frente a los competidores que encontramos en el mercado.

Entre las que podemos destacar de nuestro ISP inalámbrico son las siguientes:

- Escalabilidad tecnológica
- Rápido despliegue de la red inalámbrica
- Capacidad de banda ancha con los equipos que utilizan tecnología 802.11n en comparación con versiones anteriores del estándar.
- Proyecto innovador.

### 4.9.2 Oportunidades

Las oportunidades son los factores que puede aprovechar el ISP inalámbrico del entorno para obtener ventajas competitivas. Entre las que podemos mencionar tenemos:

- Escalabilidad de servicios.
- Mercado no explotado.
- Solo un Proveedor de Internet Inalámbrico conocido en la ciudad.
- Internet inalámbrico móvil costoso
- Significativa demanda de Internet.
- Existe insatisfacción por un número considerado de usuarios.
- Gran expectativa de los usuarios encuestados, por adquirir el servicio.

### 4.9.3 Debilidades

Las debilidades son aquellos aspectos en los que se presenta poco control y la competencia puede superar. Entre las cuales podemos mencionar:

- Empresa nueva en el mercado.
- Tecnología propensa a problemas de seguridad de datos.
- Capacidad financiera limitada.
- Estándar 802.11n todavía en estudio no garantiza todavía total compatibilidad con otros equipos.

#### **4.9.4 Amenazas**

Las amenazas son aquellos aspectos del entorno que afectan al ISP inalámbrico. Las amenazas que podemos encontrar son:

- Falta de conocimiento de los usuarios.
- Cambios tecnológicos.
- Condiciones ambientales adversas.

#### **4.9.5 Estrategias**

Las estrategias resultantes del análisis FODA son las que se presentan en la tabla.4.8 en la matriz FODA, que posteriormente ayudarán en el diseño del ISP inalámbrico.

#### **4.10. Conclusiones de la investigación de mercado**

- La investigación de mercado realizada nos ha permitido reconocer que sectores demandan el servicio de Internet dentro del sector urbano de la ciudad Ibarra.
- Con el cálculo de la demanda inicial y la proyección a 5 años de los usuarios se podrá dimensionar la red de telecomunicaciones para el Proveedor de Internet Inalámbrico.
- El análisis FODA realizado ha permitido conocer ventajas, desventajas, debilidades y oportunidades que tiene el diseño del WISP, para con dicha información generar soluciones a los problemas y estrategias de desarrollo.

**Tabla.4.8.Estrategias del análisis FODA**

	<p><b>Fortalezas</b></p> <p>Escalabilidad tecnológica Rápido despliegue de la red inalámbrica Capacidad de banda ancha con los equipos que utilizan 802.11n en comparación con versiones anteriores del estándar. Proyecto innovador.</p>	<p><b>Debilidades</b></p> <p>Empresa nueva en el mercado Tecnología propensa a problemas de seguridad de datos. Capacidad financiera limitada Estándar 802.11n todavía en estudio no garantiza todavía total compatibilidad con otros equipos.</p>
<p><b>Oportunidades</b></p> <p>Escalabilidad de servicios. Mercado no explotado Solo un Proveedor de Internet Inalámbrico conocido en la ciudad. Internet inalámbrico móvil costoso Gran expectativa de los usuarios encuestados, por adquirir el servicio. Existe insatisfacción por un número considerado de usuarios.</p>	<p><b>Estrategias defensivas</b></p> <p>Utilizar equipos con tecnología innovadora Proponer al usuarios de servicio bajos</p> <p>Captación de clientes en un corto tiempo</p>	<p><b>Estrategias ofensivas</b></p> <p>Ofrecer servicios de valor agregado en barrios residenciales muy necesarios en la actualidad por estudiantes y demás integrantes de la familia. Implementar mecanismos que garanticen un optimo funcionamiento</p>
<p><b>Amenazas</b></p> <p>Falta de conocimiento de los usuarios. Cambios tecnológicos. Condiciones ambientales adversas.</p>	<p><b>Estrategias de supervivencia</b></p> <p>Implementar mecanismos para brindar un servicio de calidad. Obtener una infraestructura tecnológica de acceso, adaptable y flexible.</p>	<p><b>Estrategias de orientación</b></p> <p>Utilización de nueva tecnología que permita la reducción de los costos en cuanto a infraestructura. Desarrollar políticas de seguridad. Desarrollo de planes de mercado.</p>

## **CAPITULO 5**

### **DISEÑO DEL WISP**

#### **5.1 Introducción**

El presente proyecto además de analizar las características del futuro estándar 802.11n tiene por propósito el diseño de la red inalámbrica e infraestructura para un proveedor de servicio de Internet inalámbrico para el área urbana de la ciudad Ibarra, concentrándose inicialmente en brindar servicio a ciertos barrios residenciales y en el sector comercial que se pueden identificar en la figura 5.1, aprovechando las características que brinda esta nueva tecnología inalámbrica.

El diseño consistirá de una red inalámbrica con enlaces punto-multipunto, con un sistema compuesto de una base central que sea capaz de brindar cobertura a los sitios escogidos en el capítulo 4.

##### **5.1.1 Datos generales de la ciudad [36]**

A continuación presentaremos datos importantes sobre la ciudad para poder iniciar el diseño del Proveedor de Servicio de Internet.

**Ubicación:** 15 Km. al Noreste de Quito, 125 Km. al Sur de Tulcán.

**Altura:** 2225 metros sobre el nivel del mar.

**Clima:** Templado Seco.

**Temperatura promedio:** 18° Celsius

**Región:** Sierra.

**Coordenadas Geográficas:** Latitud: N 0° 20' / N 0° 30' y Longitud: W 78° 15' / W 78° 0'

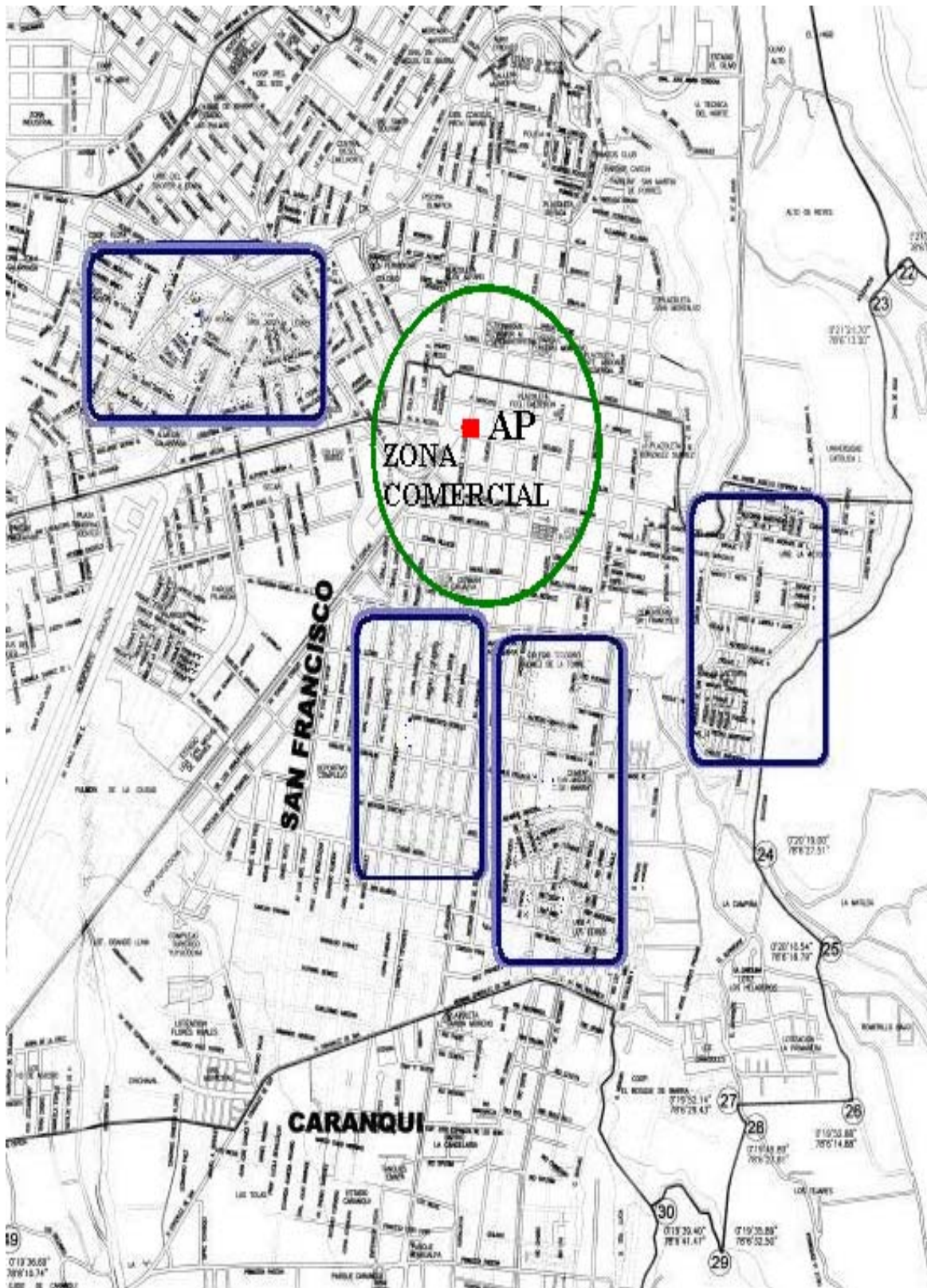


Figura.5.1 Sitios escogidos para brindar el servicio en un mapa de la ciudad



### 5.1.2 Necesidades de Internet y visión del ISP

Hoy en día los clientes buscan confiar en las soluciones de conectividad que les pueda brindar una empresa, desean operar comunicaciones robustas y flexibles que resuelvan voz, datos, Internet, red corporativa, necesidades de comunicación inalámbrica.

El diseño de nuestro ISP desea brindar a los usuarios soluciones a sus demandas, proveer de comunicaciones inalámbricas de alto rendimiento, que puedan ampliarse rápidamente y permitirles a sus clientes una buena comunicación con el mundo entero a través del Internet.

### 5.2. Ubicación del Centro de Operaciones de Red

El sistema nervioso de la red se localizará en un punto central de la ciudad, se ha escogido el edificio “CONDOMINIOS BANCO LA PREVISORA” (Figura 5.2) que además de poseer una posición céntrica en el sector urbano de la ciudad, cuenta con una infraestructura de telecomunicaciones bastante óptima para la colocación del Punto de Acceso y la antena en la terraza del inmueble (Figura 5.3).

Por otra parte es un punto desde donde se puede contar con línea de vista hacia todos los sectores escogidos para proveer de servicio de Internet, ya que el edificio tiene una altura de 30 metros.

Se ha utilizado un tipo de tecnología conocido como GPS (Global Positioning System) para determinar las coordenadas geográficas de este punto.

**Tabla.5.1.Coordenadas geográficas del Centro de Operaciones de Red**

LOCALIDAD	LONGITUD (W)	LATITUD (N)	ALTURA (m)
Condominios Banco la Previsora	78 07 13.5	0 20 54.9	2223

Aquí ubicaremos los servidores centrales que mantendrán el control de la red de telecomunicaciones permitiendo la administración de todos los servicios que el WISP ofrecerá a sus clientes.



**Figura.5.2.Edificio Condominios Banco la Previsora**



**Figura.5.3. Infraestructura de Telecomunicaciones en el NOC**

### **5.3 Zona de cobertura**

Es fundamental realizar un estudio del entorno de los lugares escogidos en el presente proyecto, para determinar parámetros topográficos y alcance, los mismos que serán de gran utilidad en el diseño del sistema y selección de equipos.

De igual manera que en el caso del NOC se utilizó un equipo GPS para delimitar los sitios definitivos donde se localizan los clientes potenciales para el inicio del proyecto, indicando la ubicación en coordenadas geográficas de un punto que se pueda apreciar se encuentre lo mas lejos de la base central asegurando así que para el resto la cobertura será garantizada, además la distancia a la que se encuentra desde la base central. En algunos casos de han tomado más de una medida por ser considerados sitios de mayor superficie.

En la tabla 5.2 se muestran las coordenadas de los límites establecidos.

**Tabla. 5.2. Coordenadas y distancia a la base central de los límites de clientes potenciales.**

LOCALIDAD	LONGITUD(W)	LATITUD (N)	Distancia a la base central (Km)
Urbanización La Victoria.	W78 06 40.8	N0 20 30.9	1.3
	W78 06 26.7	N0 20 51.5	1.5
Urbanización Yacucalle	W78 07 49.4	N0 20 13.5	1.7
	W78 07 30.4	N0 20 08.0	1.5
	W78 07 17.8	N0 20 05.9	1.5
El Jardín	W78 07 49.5	N0 20 56.1	1.1
La Quinta	W78 08 13.8	N0 20 51.3	1.9
	W78 08 10.7	N0 21 03.0	1.8
Urbanización Nuevos Horizontes	W78 08 07.1	N0 21 13.3	1.8
Cooperativa Flota Imbabura	W78 08 01.7	N0 21 16.8	1.6
Urbanización Nuevo Hogar	W78 07 51.4	N0 21 07.4	1.2
Urbanización Almeida Galarraga	W78 07 57.5	N0 20 59.1	1.4
Urbanización Miguel Leoro	W78 07 41.1	N0 21 12.2	1.0
Urbanización Pílanquí	W78 07 38.5	N0 21 01.5	0.8
Urbanización Los Ceibos	W78 06 46.4	N0 20 00.7	1.9
Urbanización Santa María	W78 07 05.9	N0 20 22.4	1.4
	W78 07 07.7	N0 20 10.7	1.0

Analizando los datos obtenidos respecto a la distancia que se encuentran los clientes potenciales de la base central observamos que la distancia de mayor medida es 1.9 Km, pero el diseño pretende planificar un sistema que aparte de asegurar cobertura para clientes potenciales en la actualidad también pueda ofrecer cobertura a puntos más alejados, es decir se plantea tener una cobertura de aproximadamente 5Km para poder alcanzar a clientes mas alejados siendo una ventaja del WISP brindar servicio donde otras empresas no pueden llegar con su infraestructura.



Figura.5.4.Panorámica de la zona urbana de la ciudad Ibarra

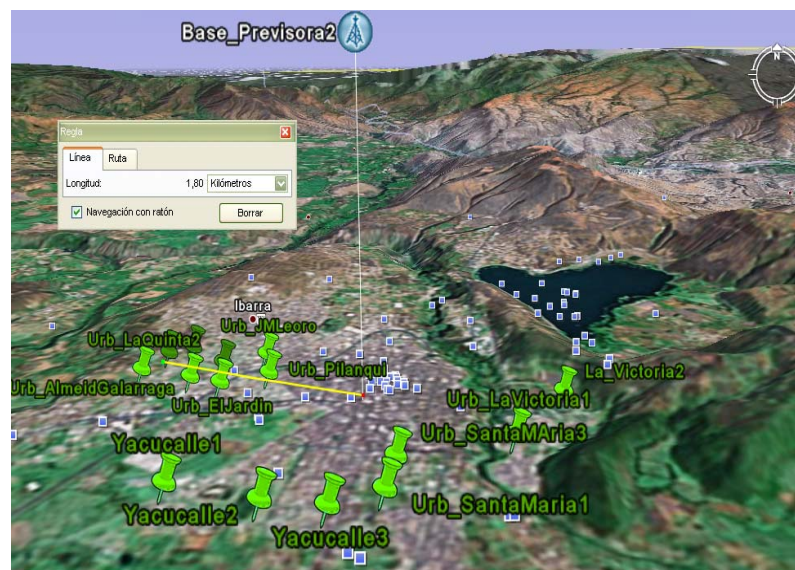


Figura.5.5.Panorámica de ubicación de puntos de clientes potenciales

Para una mayor comprensión de las coordenadas obtenidas se presenta en la figuras 5.4 y 5.5 una panorámica del área urbana de la ciudad y de los puntos mencionados como clientes potenciales, con la ayuda de la herramienta computacional Google Earth.

#### **5.4. Cálculo de la capacidad requerida para proporcionar servicio de Internet [34]**

En el diseño de una red de Telecomunicaciones es de vital importancia el cálculo del uso del sistema para dimensionar el equipo a utilizar. En conexiones a Internet el Ancho de Banda es la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período de tiempo dado. El ancho de banda se indica generalmente en bits por segundo (bps), Kilobits por segundo (Kbps), o Megabits por segundo (Mbps).

En las redes de ordenadores, el Ancho de Banda a menudo se utiliza como sinónimo para la tasa de transferencia de datos – la cantidad de datos que se puedan transmitir de un punto a otro en un período dado (generalmente un segundo). Esta clase de Ancho de Banda se expresa generalmente en bits (de datos) por segundo (bps). En ocasiones, se expresa como bytes por segundo (Bps).

En general el Ancho de Banda es un recurso limitado y a la vez excesivamente costoso por lo que debe usárselo productivamente sin desaprovecharlo.

##### **5.4.1 Tráfico para el acceso a la red Internet**

Para poder dimensionar el tráfico se asumirá que el 10% de las conexiones dedicadas a éste acceso serán ocupadas simultáneamente.

Se debe considerar que el tráfico de bajada es siempre mayor que un tráfico de subida, por lo cual se ha determinado las tasas de transferencia asignadas para los clientes residenciales y comerciales tomando muy en cuenta los resultados obtenidos en el estudio de mercado respecto a las necesidades y calidad que requieren los usuarios, datos que se pueden apreciar en la tabla 5.3.

**Tabla 5.3. Asignación de ancho de banda por cliente**

<b>CLIENTES</b>	<b>Tráfico ascendente/cliente</b>	<b>Tráfico descendente/cliente</b>
Comerciales	256 Kbps	512 Kbps
Residenciales	128 Kbps	256 Kbps

#### 5.4.2 Dimensionamiento de la red inalámbrica

Para el dimensionamiento de la red inalámbrica se tomará en consideración los datos calculados de la proyección a 5 años, en el cual se tiene 286 clientes potenciales en el sector residencial y 90 en el sector comercial.

Realizando los cálculos tenemos:

##### **Flujo descendente total/Usuario Potencial**

Tráfico=0.1\*numero de personas por cada usuario potencial residencial\*256 Kbps.

Tráfico=0.1\*286\*256Kbps = 7.32 Mbps.

Tráfico=0.1\*numero de personas por cada usuario potencial comercial\*512 Kbps

Tráfico=0.1\*90\*512Kbps= 4.61 Mbps

Flujo total descendente: 11.93 Mbps

##### **Flujo ascendente/Usuario Potencial**

Tráfico=0.1\*numero de personas por cada usuario potencial residencial\*128 Kbps

Tráfico=0.1\*286\*128Kbps = 3.66 Mbps

Tráfico=0.1\*numero de personas por cada usuario potencial comercial\*256 Kbps

Tráfico=0.1\*90\*256Kbps= 2.3 Mbps

Flujo total ascendente: 5.96 Mbps

En la tabla 5.4 se presenta un resumen de los resultados obtenidos del tráfico total tanto para downlink como *uplink*.

Tabla.5.4.Resultados del tráfico para uplink y downlink

Trafico total uplink	5.96 Mbps
Trafico total downlink	11.93 Mbps

## 5.5 Estructura de red de acceso del WISP

El sistema de acceso tendrá una estructura constituida por una base central, desde la cual se establecen enlaces punto-multipunto hacia los equipos receptores CPE (Equipment Personal Client) donde se encuentran los clientes.

La arquitectura del sistema del Wisp se la muestra en la figura.5.6.

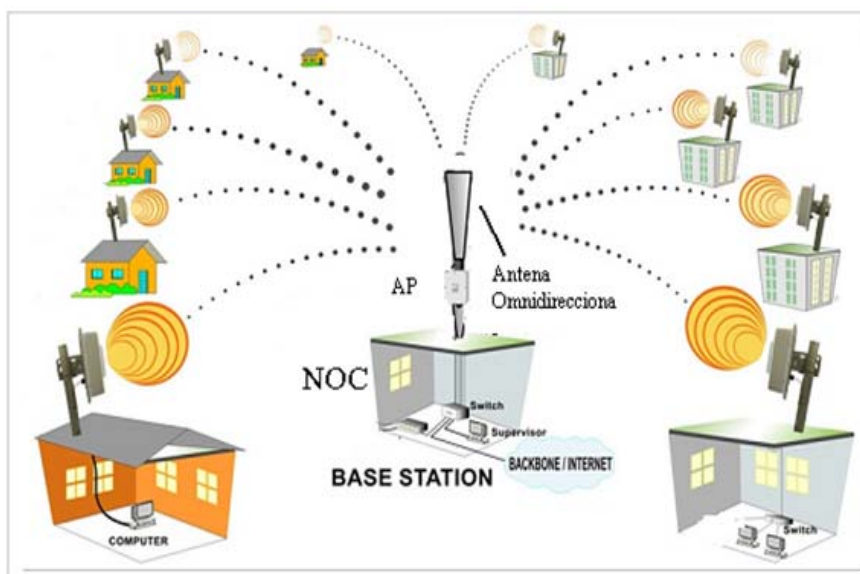
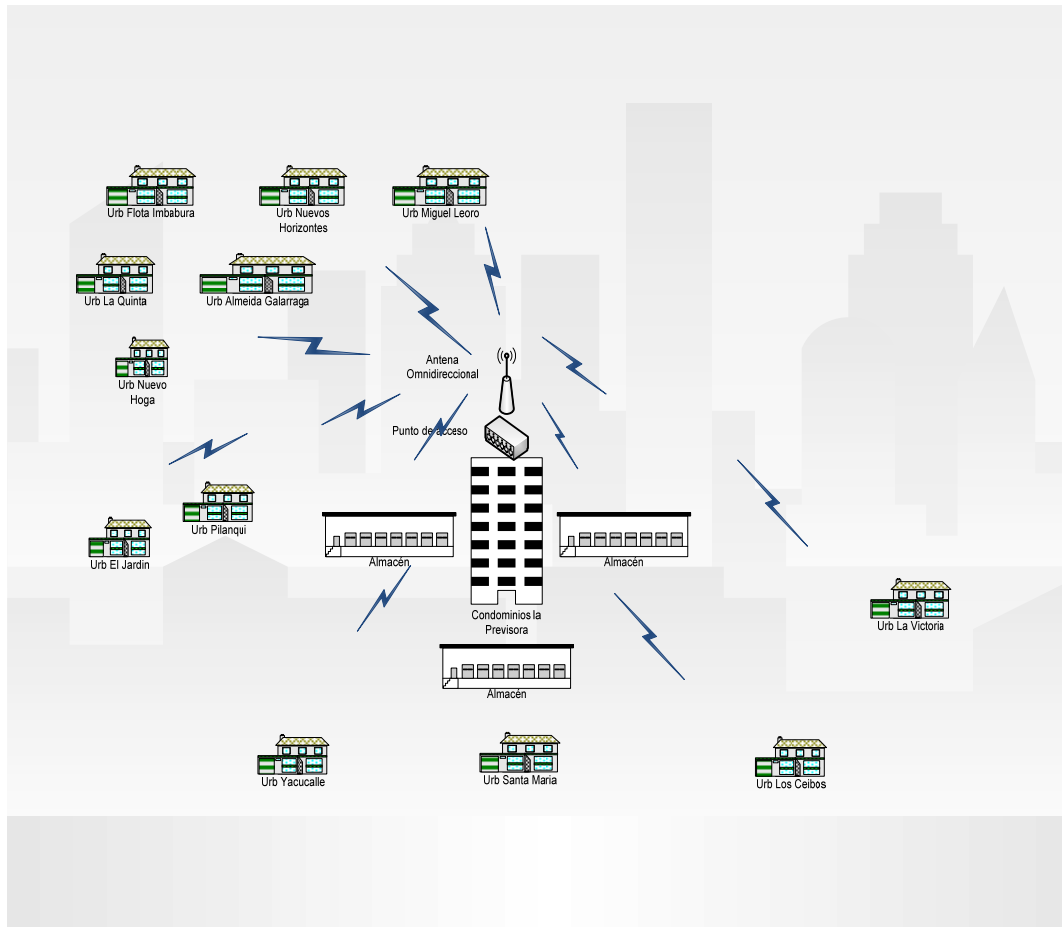


Figura.5.6.Arquitectura del sistema WISP

Se utilizará una antena omnidireccional que se conecta directamente al equipo Access Point, el cual se ubicaría en la terraza del edificio Condominios Banco la Previsora de altura 30 metros, aspecto muy conveniente que como se mencionó anteriormente. Desde esta ubicación se tiene línea de vista con los sectores escogidos para brindar el servicio de Internet en la etapa inicial del Proveedor Inalámbrico.

La conexión a partir del equipo AP se conducirá al centro de operaciones de red ubicado en una de las instalaciones del edificio en donde además se realizará la adecuación del lugar para que puedan funcionar las oficinas de atención al cliente.

En el caso de la recepción de la señal para los clientes ya sea residencial o comercial se realizará con equipos CPEs que se ubicarán en las terrazas de las casas o edificios desde donde puedan tener línea de vista con la antena omnidireccional de la base central para conseguir una óptima recepción.



**Figura.5.7. Estructura de la red Wi-fi para la zona urbana de Ibarra**

En la figura 5.7 se puede apreciar la arquitectura del sistema identificando la base central y posibles CPEs en distintos sectores de la ciudad.



## 5.6 Selección de equipos [37]

El presente proyecto desea presentar un diseño completo de un Proveedor de Servicio de Internet Inalámbrico, motivo por el cual se planteará una propuesta técnica de los equipos que serían los más recomendables en el caso de querer llevar a cabo a futuro la implementación del proyecto. Los equipos a ser utilizados deberán cumplir con las características del futuro estándar 802.11n que fueron estudiadas en el primer capítulo.

Al realizar la búsqueda de sistemas para ISPs que cumplan el estándar 802.11n se encontró que existen diferentes empresas (Tabla 5.5) que ya se encuentran fabricando puntos de acceso con las particularidades del futuro estándar, pero estos productos son solo para usuario final, que pueden utilizar en su casa o edificio y que no pueden utilizarse para este tipo de proyectos en los que se necesita equipos de uso profesional para poder dar cobertura a grandes superficies y a gran cantidad de usuarios permitiendo controlar parámetros como ancho de banda, calidad de canal desde el centro de operaciones de red, verificación de acceso y seguridad.

**Tabla.5.5. Empresas proveedoras de equipos 802.11n**

<b>Empresas que ofrecen equipos 802.11n</b>
Cisco
Etri
Linksys
Telesmart
Rossak
SparkLan

Considerando que todavía no existen productos profesionales con 802.11n para realizar el diseño se ha optado por seleccionar equipos que aunque aún no cumplan con este requisito, nos ofrezcan la oportunidad de poder actualizarlos y aprovechar las ventajas que ofrecerá el futuro estándar, ésta cualidad la encontramos en la marca española Lobometrics que manufactura sistemas profesionales de transmisión inalámbrica que

permiten llevar las comunicaciones más avanzadas a cualquier lugar, permitiendo conectar usuarios de una red a distancias de varios kilómetros además entregando en sus sistemas rendimiento, seguridad, interoperabilidad con otros dispositivos compatibles 802.11/802.11b/g/a y fiabilidad requerida para la creación de redes externas.

Entre las características principales que poseen los equipos Lobometrics se tienen:

- Operan en bandas 2.XGHz, 5.XGhz o en ambas simultáneamente, en bandas con licencia y sin licencia,
- Dispositivos con rangos inalámbricos de cero a varios kilómetros.
- Dispositivos de 1 a 4 radios.
- Sensibilidad de -105 dBi.
- Elevada potencia. Regulables hasta 1W
- Permite la conexión de antenas externas.
- Dispositivos con velocidades de 17 a 400 Mbps.
- Pueden soportar hasta 400 usuarios
- Permiten la conexión en malla con otros Servidores de acceso inalámbrico, permitiendo ampliar la red.
- Lobometrics incorpora todas las herramientas de control, auditoría y seguridad que la más compleja organización puede precisar, desde control de ancho de banda, priorización de paquetes relacional y en cascada (indispensable para servicios de VozIP), redundancia, control de acceso programable por usuario, contraseña, IP, MAC, día de la semana y hora, encriptación WPA2, servidor de túneles VPN PPTP, L2TP, L2TP e IPSec y más de 200 funcionalidades más
- Son impermeables a polvo y fluidos, y están contruidos en sólido chasis de aluminio con grosores de paredes de 4mm. Térmicamente, las electrónicas de los dispositivos son de estándar industrial y soportan temperaturas exteriores que pueden oscilar entre -20°C y los 70°C.
- Incorporan procesadores muy potentes: hasta Pentium IV a 2.8GHz que les permite soportar niveles de carga muy altos durante períodos ilimitados sin desconexiones.
- Son la perfecta plataforma para las exigentes necesidades de los proveedores de servicios de Internet inalámbrica.

### 5.6.1 Elección del equipo Servidor Inalámbrico (Punto de acceso)

La característica principal por la que se escogió la marca Lobometrics es porque se compromete a la integración de las nuevas tecnologías que le permitan apoyar los mercados tradicionales de la empresa. Y ofrece que la serie Lobometrics Lobo900 será actualizable a WiMAX o 802.11n en Q1 2008 (MIMO) y Q4 2008 (WiMax) apenas 802.11n se convierta en un estándar.

Lo podrá hacer gracias a que en la estructura física de sus equipos posee más de un radio con lo cual mediante la actualización de software podrá aprovechar una de las características por las cuales el futuro estándar incrementa notablemente la velocidad como es la transmisión y recepción MIMO por múltiples antenas y radios para un procesamiento más rápido de la señal.

La Serie 900 de los equipos Lobometrics es amplia y cada equipo posee características físicas diferentes que pueden variar en la frecuencia de operación, la sensibilidad, el número de radios y la potencia máxima que puede entregar en cada uno de ellos, entre otras características como se puede observa en la tabla 5.6.

Se ha seleccionado el Lobo 924H (Figura 5.8) debido a que es un servidor de red inalámbrica multi-propósito con todas las características de gama alta profesional que necesitan los despliegues de producción. El Lobo 924H se basa en una triple salida de radio junto con una extraordinaria sensibilidad de -105.0dBi.

Otra propiedad importante es que su administración se realiza en sistema operativo Linux con interfaz de consola gráfica que permite a los administradores de red, el control de todos y cada uno de los aspectos del rendimiento de la red y la calidad de los servicios, respecto de las prioridades para el control de ancho de banda.

Tabla 5.6.Productos Lobometrics serie 900

		Receive max. sensitivity	Receive max. power	OS	Duplex	ONU	Speed Index	900 MHz band	2300 MHz band	2400 MHz band	2500 MHz band	2700 MHz band	3400 MHz band	3600 MHz band	3700 MHz band	4600 MHz band	5000 MHz band	5100 MHz band	5200 MHz band	5300 MHz band	5400 MHz band	5500 MHz band	5600 MHz band	5700 MHz band	5800 MHz band	5900 MHz band	6000 MHz band	6100 MHz band
Lobo 912	1	20 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Half	MPS low load	170 LI	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lobo 912R	1	26 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Half	MPS low load	170 LI	1	1	1	1	1																
Lobo 912RS	1	28 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Half	MPS low load	170 LI	1	1	1	1	1																
Lobo 912N	2	20 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	MPS low load	170 LI	2	2	2	2	2			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Lobo 924	1	20 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Half	MPS medium load	400 LI	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lobo 924R	1	26 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Half	MPS medium load	400 LI	1	1	1	1	1																
Lobo 924RS	1	28 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Half	MPS medium load	400 LI	1	1	1	1	1																
Lobo 924N	2	20 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	MPS medium load	400 LI	2	2	2	2	2			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Lobo 924NX	2	20 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	PowerPC high load	1350 LI	2	2	2	2	2			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Lobo 924T	2	26 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	MPS medium load	400 LI	2	2	2	2	2																
Lobo 924TS	2	28 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	PowerPC high load	1350 LI	2	2	2	2	2																
Lobo 924H	3	20 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	PowerPC high load	1350 LI	3	3	3	3	3			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Lobo 924HR	3	26 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	PowerPC high load	1350 LI	3	3	3	3	3			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Lobo 952T	2	26 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	MPS medium load	400 LI	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lobo 952TS	2	28 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	MPS medium load	1350 LI	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lobo 952TH	3	28 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	MPS medium load	1350 LI	2	2	2	2	2			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lobo 954R	1	26 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Half	MPS medium load	400 LI	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lobo 954RS	1	28 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Half	MPS medium load	400 LI	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lobo 954T	2	26 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	MPS medium load	400 LI	2	2	2	2	2			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Lobo 954TS	2	28 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	PowerPC high load	1350 LI	2	2	2	2	2			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Lobo 954HR	3	26 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	PowerPC high load	1350 LI	3	3	3	3	3			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Lobo 968R	1	26 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Half	Intel Ultra load	2700 LI								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lobo 968RS	1	28 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Half	Intel Ultra load	2700 LI								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lobo 968E	2	26 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	Intel Ultra load	2700 LI	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lobo 968ES	2	28 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	Intel Ultra load	2700 LI	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lobo 968T	2	26 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	Intel Ultra load	2700 LI								2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Lobo 968TS	2	28 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	Intel Ultra load	2700 LI								2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Lobo 935R	1	27 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Half	PowerPC high load	1350 LI								1	1	1	1										
Lobo 935T	2	27 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	PowerPC high load	1350 LI								2	2	2	2										
Lobo 935H	3	27 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	PowerPC high load	1350 LI								3	3	3	3										
Lobo 935TX	2	27 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	Intel Ultra load	2700 LI								2	2	2	2										
Lobo 901T	2	29 dB	-105 dB	Lobometrics OS v9	Full	Intel Ultra load	2700 LI	2																				

**nr** Number of radios working in the given frequency (in this case 1)

Maximum power of 20db emitting in that frequency

Maximum power of 26db emitting in that frequency

Maximum power of 27db emitting in that frequency

Maximum power of 28db emitting in that frequency

Maximum power of 29db emitting in that frequency

En la tabla.5.7 se puede apreciar un resumen de algunas características técnicas importantes del lobo 924H

Tabla5.7.Características del AP Lobo 924H

Lobo 924H : 130Mbps/190km multi-purpose wireless networking server with three transmitters									
1-100mW	1-400mW	600-XmW	1Radio	2Radio	3Radio	4Radio	6Radio	2CB	4CB
8CB	HDuplex	FDuplex	5km	30km	50km	90km	150km	17Mbps	30Mbps
35Mbps	50Mbps	100Mbps	150Mbps	200Mbps	300Mbps	400Mbps	LR	900MHz	2.0GHz
2.1GHz	2.2GHz	2.3GHz	2.4GHz	2.5GHz	2.6GHz	2.7GHz	2.8GHz	2.9GHz	5.0GHz
5.1GHz	5.2GHz	5.3GHz	5.4GHz	5.5GHz	5.6GHz	5.7GHz	5.8GHz	5.9GHz	5MHzC
10MHzC	20MHzC	40MHzC	80MHzC	160MHzC	NSF	DFS	802.11a	802.11b	802.11g



**Figura.5.8. Equipo AP Lobo 924H**

El lobo 924H no tiene antenas incluidas, sino que presenta tres conectores para antena N-Female, con lo cual queda la tarea de buscar una que presente características de ganancia que permita alcanzar la cobertura que se desea para el diseño sin exceder los límites de potencia que ya se explicó.

Opera en las bandas de frecuencia 2.3 GHz, 2.4 GHz, 5.0 – 5.8 GHz ofreciendo actualmente comunicación inalámbrica con los estándares 802.11a, 802.11b y 802.11g.

En cada uno de sus radios entrega una potencia de 63mV (18dB), que se podrá incrementar con la ganancia de las antenas que se coloquen.

La alimentación de poder para este equipo es realizada por medio de un PoE que viene incluido en el paquete de compra junto con un adaptador de 24 VDC- 110-220VAC.

El consumo de potencia típico que realiza es de 5,475W aunque puede consumir máximo 8,25W, teniendo en cuenta que la distancia de la conexión entre el PoE y el AP no debe exceder los 100m.

### 5.6.2 Selección del CPE

En el mercado actualmente aún no existen CPEs con especificaciones el último borrador de 802.11n, de lo que se pudo investigar hay empresas que están fabricando equipos portátiles (laptops) con tarjetas de red inalámbrica con estas características y que ya se encuentran disponibles para los usuarios, con el compromiso de proporcionar la actualización de software cuando se convierta en un estándar definitivamente. De igual forma se encontró adaptadores USB, tarjetas PCMI para 802.11n, pero que lamentablemente no conviene utilizar para este diseño, ya que no poseen óptimas características de potencia de transmisión, ganancia y sensibilidad para alcanzar grandes distancias en el rango de los Km.

Por los motivos expuestos el equipo para el cliente se ha escogido de entre los que ofrece también la marca Lobometrics ya que presentan excelentes características que complementarán el desempeño del AP 924H y que garantizarán calidad de servicio con la correcta recepción de la señal, si bien estos poseen un solo radio y no ofrecen actualización a 802.11n como el caso de los APs para comunicación MIMO se los ha escogido para poder completar el diseño y realizar simulaciones de estudios de cobertura del sistema con la herramienta Sirenet, aunque la empresa ofrece fabricar a no largo tiempo equipos CPEs para uso profesional con las particularidades del estándar en cuestión.

La serie de CPEs que se presenta se denomina Lobo Miura OSB que son clientes de red inalámbrica con todas las características de gama profesional que se necesita para el presente proyecto.

Lobometrics Wireless CPEs : Miuras



Figura.5.9.Equipo CPE Miura

El Lobo Miura OSB se basa en una norma única de salida de radio que junto con poseer una extraordinaria sensibilidad, que va desde -105.0dBi-a-71.0dBi dependiendo del modelo de equipo que se escoja puede variar, permite conexiones inalámbricas robustas de larga distancia a altas velocidades.

Todos los dispositivos Lobometrics CPE tienen un diseño compacto, la integración de una potente antena direccional, se alimentan a través de PoE y tienen un alto poder de transmisión que permite el despliegue rentable en la banda 2.XG y en bandas 5.XG.

Al inicio del capítulo se determinó que los clientes potenciales se encuentran no más lejos de un radio de cobertura de 2 Km desde la base central, pero se propuso que el diseño se lo realizaría para conseguir un alcance de 5 Km, por este motivo se ha escogido dos dispositivos cliente con diferentes características técnicas (potencia de transmisión, ganancia, sensibilidad, etc) que se los utilizará dependiendo de la distancia a la que se encuentren del AP.

Los seleccionados son el lobo Miura Basic y el Lobo Miura OSB Plus, cuyos datos técnicos más sobresalientes se los puede apreciar a continuación.

### **Lobo Miura Basic**

- Sistema de radio 802.11b/g en frecuencias desde 2.412MHz hasta 2.482MHz.
- Potencia de salida en el conector de antena 17 dBm (50mW).
- Máxima sensibilidad -80dBi.
- Antena integrada de 17 dBi.
- Interface de red LAN 10/100.
- Conector de datos IP67 RJ45.
- Alimentación mediante PoE.

## **Lobo Miura OSB Plus**

- Sistema de radio 802.11a/b/g en frecuencias desde 2.412MHz hasta 2.482MHz y desde 4.920MHz a 6.100MHz.
- Potencia de salida en el conector de antena 18 dBm (63mW).
- Máxima sensibilidad -105dBi.
- Antena integrada de 17 dBi.
- Interface de red LAN 10/100.
- Conector de datos IP67 RJ45.
- Alimentación mediante PoE.

### **5.6.3 Selección de antena para el punto de acceso**

Para tener cobertura en un ángulo de 360° se requiere una antena omnidireccional, cuya ganancia permita incrementar la potencia de salida del punto de acceso sin sobrepasar la potencia máxima permitida de 1W para sistemas de transmisión inalámbricos con norma 802.11.

Las especificaciones técnicas fundamentales de la antena seleccionada y que se requieren para las simulaciones son:

- Antena omnidireccional Hyperlink 15dBi HG2415U-PRO para estaciones base Wifi.
- Frecuencia 2400-2500 MHz.
- Ganancia 15 dBi.
- Polarización Vertical.
- Ancho de Onda Vertical 8°.
- Ancho de Onda Horizontal 360°.
- Impedancia 50 Ohm Max.
- Input Power 100 Watts.
- VSWR < 1.5:1 avg.





**Figura.5.10. Antena Omdireccional Hyperlink 15 dBi**

Para conocer más las características técnicas de los equipos seleccionados dirigirse al anexo 2.

### **5.7 Simulación de la red**

En el diseño de un sistema de telecomunicaciones es importante utilizar todas las herramientas que permitan predecir el comportamiento de la red de la forma más precisa. Hoy en día existen varios sistemas computacionales que realizan la simulación de diversos modelos de redes de comunicación.

Sirenet (SIMulation of RadioElectric NETworks) es una aplicación informática que facilita la planificación y gestión de redes radio de manera genérica y permite trabajar con una gran variedad de servicios radioeléctricos y tecnologías.

Sirenet además contiene una excelente cartografía digital sobre la cual se puede realizar la representación de las simulaciones radioeléctricas considerando mucha información geográfica y combinándola con los algoritmos de cálculo más difundidos y reconocidos a nivel internacional en cuanto a comunicaciones inalámbricas para la propagación de las señales.

En los distintos tipos de estudios que realiza el software, le permite al usuario ingresar los parámetros fundamentales en el diseño de un radio enlace, tales como frecuencia, potencia de transmisión, altura, tipo y ganancia de las antenas, pérdidas en las líneas de transmisión, potencia umbral del receptor etc. Ofreciéndole además la característica de exportar tanto los objetos y elementos radioeléctricos del estudio (transmisores y receptores), como las propias zonas de color que representan los resultados, al conocido sistema de información geográfica Google Earth, logrando así apreciar con más detalle los resultados del estudio realizado.

En este capítulo se presentarán los estudios de cobertura que están involucrados en la red inalámbrica, ayudados por la herramienta de simulación Sirenet, siendo, este un gran aporte para el proyecto que se está realizando, porque con los datos que se obtengan y sus correspondientes gráficas, se tendrá una visión clara de la cobertura del WISP.

### **5.7.1 Realización de estudios de cobertura**

Como preámbulo en el diseño un sistema de telecomunicaciones se deben tener en cuenta ciertos aspectos que se detallarán a continuación y que son de mucha importancia tanto para facilitar la selección de equipos como para el funcionamiento del Proveedor de Servicio Inalámbrico.

#### **Banda de frecuencia de operación [38]**

Como ya lo determina el CONATEL, el plan de frecuencias para las bandas libres de 2.4 a 2.483 GHz y 5.15-5,25 GHz, 5.25-5.35 GHz y 5.725 a 5.825 GHz se las puede atribuir para la explotación del sistema Wi-Fi, estas bandas son de uso libre, no requieren licencia.

En la tabla 5.8 se muestra las diferentes bandas de frecuencia que se utilizan para comunicación Wi-Fi

**Tabla.5.8.Bandas de frecuencias utilizadas por Wi-Fi**

BANDA	ALCANCE DE FRECUENCIA	ANCHO DE BANDA	NUMERO DE CANALES	USO TIPICO
<b>2,4 GHz</b>	2,4 – 2,4835	83,5	11 (3 sin superposición)	Redes LAN inalámbricas, Teléfonos sin hilos, Bluetooth.
<b>UNII- Banda 1</b>	5,15 – 5,25	100 MHz	8 (sin superposición en 200 MHz)	Redes LANs Inalámbricas internas
<b>UNII- Banda 2</b>	5,25 – 5,35	100 MHz	8 (sin superposición en 200 MHz)	Puentes y Redes LANs inalámbricas Externas y de Internas.
<b>UNII- Banda 3</b>	5,725 – 5,825	100 MHz	4 (sin superposición)	

**UNII Es una infraestructura de Información Nacional Sin Licencia.**

La banda escogida para el diseño de la red del Wisp en la zona urbana de la ciudad Ibarra, es la banda de 2.4 a 2.483 GHz, porque se puede contar con una variedad de equipos que trabajan en esta frecuencia.

#### **Potencia de transmisión [39]**

Según la Resolución 417-15 del CONATEL-2005, resolvió expedir la norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha en la cual se establecen los límites de potencia para cada una de las bandas de acuerdo con la tabla 5.9, en la cual se puede apreciar que la potencia de transmisión es 1W para la banda en la que deseamos el sistema funcione.

#### **Método de cálculo de propagación [40]**

Tanto la predicción como el modelamiento del canal por el cual se pretende la señal se propague desde la estación base hasta el CPE del cliente constituyen una parte importante para el diseño del sistema de comunicación del WISP, para lo cual es importante seleccionar un modelo matemático que se adapte a nuestros requerimientos de servicio para asegurar una recepción eficiente de la señal.

La elección de un método de cálculo adecuado para la planificación de un determinado tipo de redes es complejo y depende de múltiples factores como la propia

tecnología y servicio radioeléctrico, el entorno en que el se desplegará la red, las herramienta y cartografía digital disponible para los cálculos, el ámbito de cobertura la red, etc.

Aunque el condicionante fundamental para la elección de un método de cálculo es la tecnología cuyo comportamiento se pretende simular, hay que tener en cuenta que determinados métodos de cálculo tienen unas aplicaciones específicas o están implementados para fines exclusivos.

**Tabla.5.9.Potencia permitida para Wi-fi**

SISTEMAS DE MODULACION DIGITAL DE BANDA ANCHA				
Tipo de Configuración del Sistema	Bandas de Operación (MHz)	Potencia Pico Máxima del Transmisor (mW)	P.I.R.E. (mW)	Densidad de P.I.R.E. (mW/MHz)
punto-punto	902 – 928	250	---	---
punto-multipunto				
móviles				
punto-punto	2400 – 2483.5	1000	---	---
punto-multipunto				
móviles				
punto-punto	5150 – 5250	50 <sup>i</sup>	200	10
punto-multipunto				
móviles				
Punto-punto	5250 – 5350	--	200	10
punto-multipunto				
móviles				
punto-punto	5470 – 5725	250 <sup>ii</sup>	1000	50
punto-multipunto				
móviles				
punto-punto	5725-5850	1000	---	---
punto-multipunto				
Móviles				

(i)  $50 \text{ mW o } (4 + 10 \log B) \text{ dBm}$ , la que sea menor

(ii)  $250 \text{ mW o } (11 + 10 \log B) \text{ dBm}$ , la que sea menor

Donde:  
B es la anchura de emisión en MHz

En el presente proyecto se ha seleccionado la herramienta de simulación Sirenet de la cual se dará más detalles posteriormente, para poder realizar estudios de cobertura, por lo cual se investigó sobre los distintos métodos de cálculo que recomienda para estudios de Banda Ancha (Tabla 5.10) y de entre estos se ha escogido el método de Difracción Urbana ya que se adapta a la topología del área a cubrir y a varios requerimientos de diseño.

**Tabla.5.10.Metodos de cálculo recomendados para accesos de Banda Ancha**

<b>METODOS DE PROPAGACION</b>
Línea de Vista (LOS)
Difracción Urbana
Rec. ITU-R 526
Deygout

### **Difracción Urbana**

La intención es obtener un método de cálculo que simule, de la manera más realista posible, la propagación de la señal en un entorno urbano. Este método de cálculo se empleará para evaluar el nivel de señal en los cálculos de las coberturas de las estaciones base y también para calcular la interferencia que se produce entre ellos.

Debido a las altas frecuencias usadas, los efectos de difracción producidos por los edificios en la propagación de la señal limitan drásticamente los rangos del sistema, de forma que para lograr una adecuada cobertura, la estación base y la estación del usuario tienen, en la práctica, que estar en línea de visión directa. Sin embargo se ha demostrado experimentalmente que, en estas frecuencias, es posible recibir un nivel de señal aceptable en el caso de encontrar el camino obstruido, dependiendo del nivel de despejamiento que el obstáculo presenta con respecto al rayo directo, consiguiendo establecerse la comunicación a través de la difracción. La atenuación que el obstáculo produce en la señal puede cuantificarse en términos de despejamiento, permitiendo tener en cuenta ciertos emplazamientos aunque no tengan vista directa con la estación base.

Dependiendo del nivel de difracción, la atenuación aumenta de tal forma que la señal en el receptor podría llegar con un nivel no adecuado sobre el umbral, sin poder establecerse la comunicación. Por otro lado, si existe línea directa de vista entre dos

puntos, siempre hay la posibilidad de que se encuentren uno o más obstáculos dentro de la primera zona de Fresnel<sup>1</sup>. Lógicamente, en este caso, la presencia de estos obstáculos en el elipsoide de Fresnel atenuará la señal.

### Entornos de Propagación

Los entornos de propagación y difracción que se pueden encontrar son los siguientes:

- (a) Línea de vista.
- (b) Línea de vista con subdominantes en la zona de Fresnel.
- (c) Una Difracción.
- (d) Una Difracción con subdominantes.

**(a) Línea de vista.-** En este caso tanto el transmisor (Tx) como el receptor (Rx) se ven directamente, no habiendo ningún obstáculo entre las dos antenas. Para esta disposición, las pérdidas ( $L_1$ ) del camino será sólo la atenuación en espacio libre. Figura.5.11.

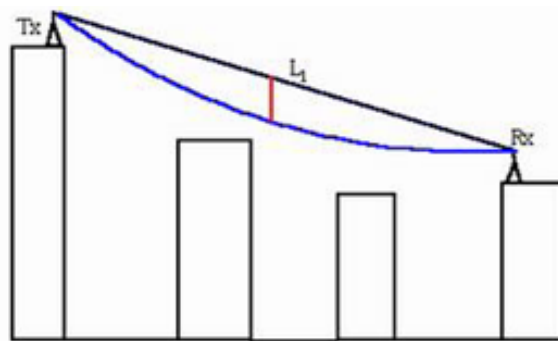


Figura.5.11. Entorno de propagación en línea de vista

**(b) Línea de vista con subdominantes en la zona de Fresnel.** -Se tomarán los niveles de señal en puntos donde la primera zona de Fresnel no está completamente libre y sólo con un obstáculo como subdominante, como se ilustra en la figura.5.12. La atenuación del sistema total comprenderá la pérdida en espacio libre más la pérdida que produce el subdominante.

<sup>1</sup> Zona de despeje adicional que hay que tener en consideración en un enlace microonda punto a punto, además de la visibilidad directa entre las dos antenas.

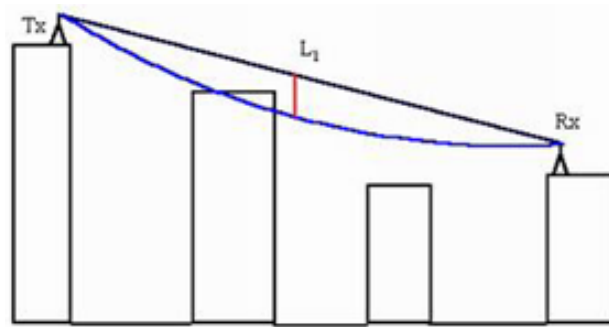


Figura.5.12. Entorno de propagación en línea de vista con subdominantes en la zona de Fresnel.

(c) **Análisis de una difracción.**- En este caso, la atenuación del camino total es la suma de pérdidas  $L_1 + L_2$  en espacio libre más la atenuación debido a la difracción en el obstáculo. Figura.5.13.

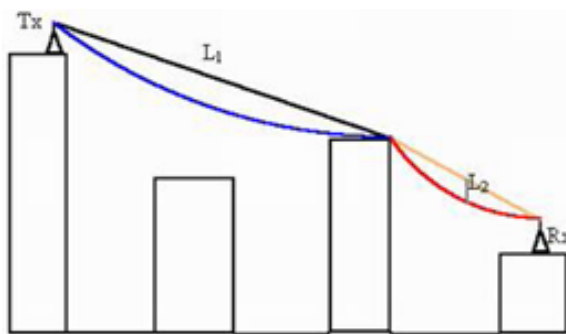


Figura.5.13. Entorno de propagación analizando una difracción

(d) **Análisis de una difracción con subdominantes.**- La atenuación del sistema total será la suma de atenuaciones  $L_1$ ,  $L_2$ , el obstáculo principal y el producido por el subdominante. Figura.5.14.

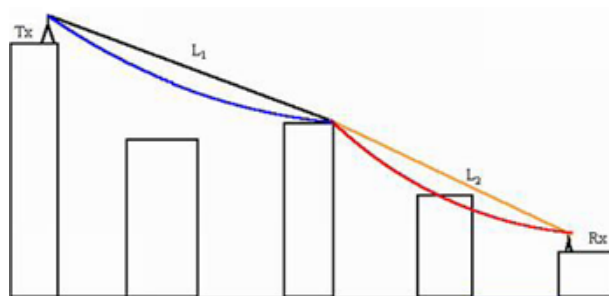


Figura.5.14. Entorno de propagación analizando una difracción con subdominantes

## **Aplicaciones:**

Este modelo está especialmente recomendado para planificación de redes de acceso inalámbricas en zonas urbanas y siempre que la tecnología empleada permita explícitamente la recepción correcta en condiciones de ausencia de línea de vista.

## **Umbral del receptor [41]**

Es la potencia mínima de la portadora a la entrada del receptor que proporcionará una relación señal a ruido mínima y un BER<sup>2</sup> máximo para una recepción normal.

Este parámetro será tomado muy en cuenta al momento de elegir los equipos para la infraestructura del sistema, ya que al poseer una alta sensibilidad el equipo receptor, nos permitirá tener mas alcance y cobertura hacia puntos más alejados asegurando de igual manera una buena recepción de la señal.

## **Pérdidas en la propagación en un radioenlace**

La pérdida neta en la trayectoria comprende el total de la atenuación que sufren las señales de microondas a lo largo de la trayectoria de propagación. Está compuesta de la pérdida en el trayecto, las pérdidas en cables y guías de ondas, pérdidas en el equipo de radio y cualquier otra pérdida entre las antenas de transmisión y recepción.

Para este estudio el cálculo de las pérdidas a lo largo de la trayectoria (espacio libre, difracción) y la determinación del margen de desvanecimiento se efectúan en los cálculos de propagación del simulador, y por lo tanto solo queda por determinar las pérdidas en cables, guías de onda y equipo de radio, que dependen de las características intrínsecas de cada elemento involucrado.

---

<sup>2</sup> Bit Error Rate. Número de bits o bloques incorrectamente recibidos, con respecto al total de bits o bloques enviados durante un intervalo especificado de tiempo.



## **MTBF y MTBR [42]**

MTBF es el acrónimo de las palabras inglesas *Medium Time Between Failures*, o tiempo medio entre fallos. Es el tiempo medio en horas entre cada ocurrencia de una parada específica por fallo (o avería) de un proceso.

MTTR es el acrónimo de las palabras inglesas *Medium Time To Repair*, o tiempo medio en horas hasta haber reparado la avería.

## **Impedancia del receptor**

La impedancia es un parámetro importante en todos los sistemas de comunicaciones, la misma que aparece en los terminales de entrada y salida, de cualquier equipo o dispositivo. Para una adecuada transferencia de potencia de un dispositivo a otro conectado en cascada debe efectuarse un acoplamiento de impedancias. En el caso de un receptor, la impedancia de entrada corresponderá a la impedancia que debería tener una antena para que el equipo funcione a su más alto nivel de eficiencia.

## **Ángulos acimut y de inclinación de la antena**

Una de las partes más complicadas a la hora de instalar una antena es averiguar la orientación que ésta tendrá. El acimut es el ángulo de una dirección en el plano horizontal contado en el sentido de las agujas del reloj a partir del norte geográfico y el ángulo de inclinación pues será el tomado en el plano vertical.

## **Procedimiento para la realización de estudios de cobertura**

SIRENET en este tipo de estudio permite mostrar los valores de la intensidad de campo producida por el transmisor sean estos mayores o igual que un umbral determinado que se precisa en el receptor, en todos los puntos dentro de un área que el usuario ha seleccionado para la simulación

A continuación se detalla una explicación de la configuración en Sirenet que debe tenerse en cuenta para un estudio de cobertura a través de una correcta ubicación de los diferentes parámetros de un radioenlace, para lo cual se utilizara puntos dentro de la zona de cobertura para los clientes potenciales determinados en el capítulo IV, y ubicados a menos de 2 Km en la zona urbana de la ciudad, que utilizarán los equipos CPEs Lobo Miura Basic.

1.- Se crea un nuevo estudio en el simulador SIRENET como se muestra en la figura 5.15.  
*Estudio- Nuevo estudio.*

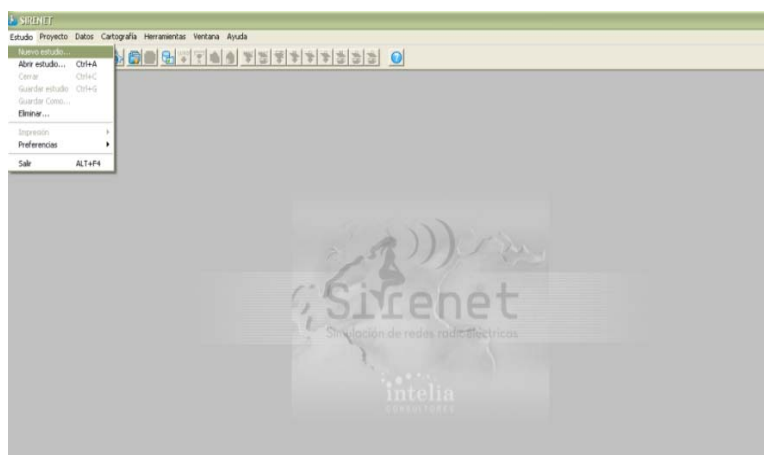


Figura.5.15.Creación de un estudio

2.- Se selecciona el tipo de estudio que se desea crear (Figura 5.16), que para el caso del diseño del WISP es de cobertura.

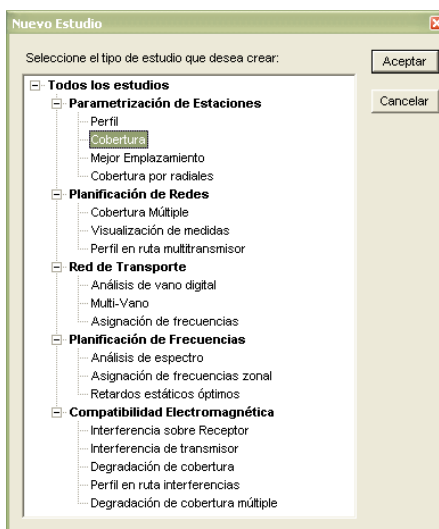


Figura.5.16.Selección del tipo de estudio para cobertura

3.- Al elegir el tipo de estudio se accede a una pantalla con tres fichas diferentes, en las que se deben proporcionar los siguientes datos:

### Ficha Estudio

Se determina el nombre del estudio que se guardará en una base de datos, proyecto al que pertenece, que sirve para agrupar varios estudios dentro de un mismo lugar. Figura 5.17.

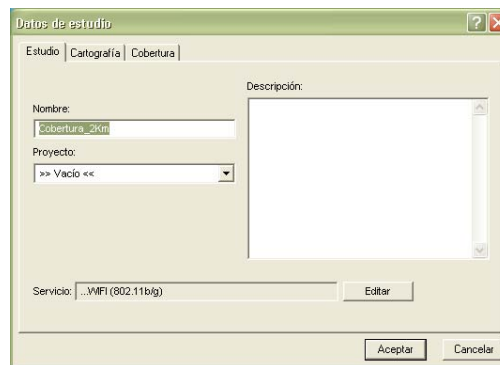


Figura.5.17.Datos generales del estudio

En esta instancia se debe elegir el tipo de servicio, Sirenet permite estudios de cobertura con tecnologías Wifi(b,g), Wimax, Wll- 3,4GHz pero aún no dispone de estudios con tecnología 802.11n. Por este motivo en el presente proyecto se realizará un análisis de cobertura con estándar 802.11g ya que si con este estándar se alcanza el perímetro deseado, se garantizará que con 802.11n también se cubrirá el área deseada, viendo un incremento en el desempeño en velocidad como ya se explicó en el capítulo 1. Figura 5.18



Figura.5.18.Selección del tipo de servicio

## Ficha Cartografía

Se elige el Sistema de Coordenadas, el Modelo Digital del Terreno (capa de altimetría) y las Capas de visualización como se aprecia en la Figura. 5.19.

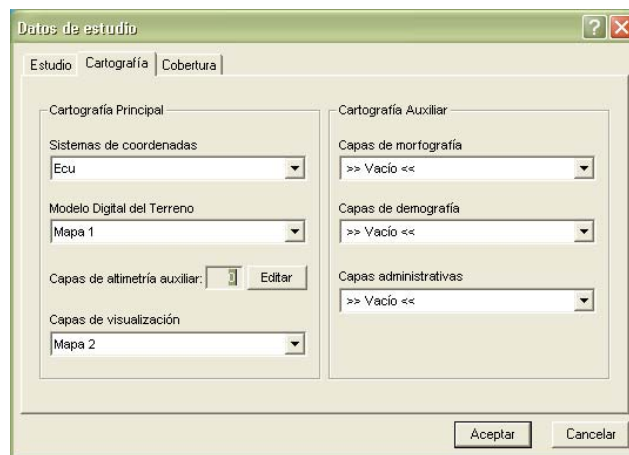


Figura.5.19.Datos de estudio (Cartografía)

## Ficha Cobertura

Se escoge el método de cálculo para el estudio que de acuerdo con lo explicado al inicio de este punto, será Difracción Urbano, además se puede definir las unidades en las que se presentarán los resultados y área de cobertura (Figura.5.20). El área será circular con un radio de 2Km por requerimiento de diseño para poder dar cobertura a los usuarios potenciales que se detallan en el capítulo 4, centrada en la estación transmisora como se puede observar en la figura.5.21.

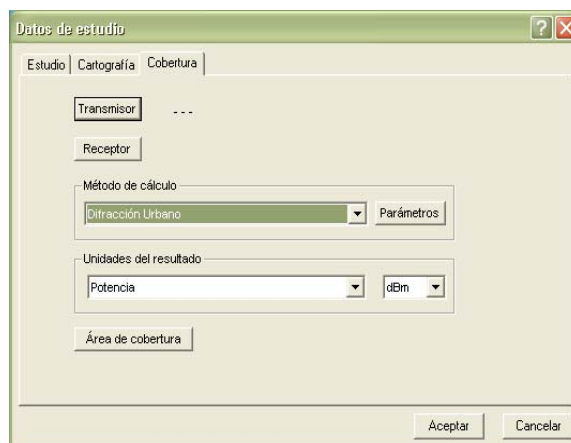


Figura.5.20.Datos de estudio (cobertura)

Área

Figura: Círculo

Definición:

Rectángulo exterior:

NO: X: 818973.83 SE: X: 822973.83  
Y: 38890.37 Y: 34890.37

Centro y radio:

X: 820973.83 Y: 36890.37  
Radio: 2000.0000 m

Centrado en:

Punto  
 Estacion

Aceptar Cancelar

Figura.5.21.Determinación del área de cobertura

Al finalizar la determinación de los parámetros generales para el estudio de cobertura automáticamente el programa muestra otra pantalla (Figura.5.22), en la que se pueden visualizar los mapas seleccionados que le permitirán al usuario ubicarse en un punto y apreciar perfiles topográficos del Ecuador, como por ejemplo montañas, valles, etc.

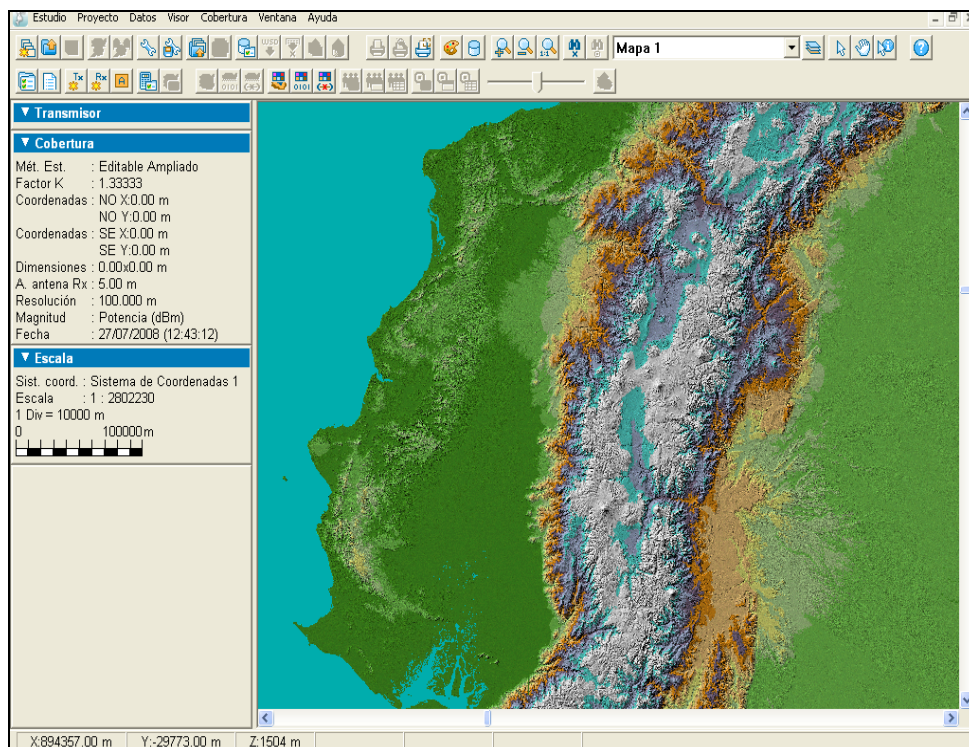



Figura.5.22.Pantalla principal de trabajo en Sirennet.

4.- Como siguiente procedimiento para el estudio, se deberá realizar la configuración de los equipos, empezando por el transmisor. En la barra de herramientas se escoge el icono  mediante el cual aparece la ventana general de parámetros del transmisor que serán establecidos de acuerdo a las especificaciones técnicas de los equipos ya seleccionados cuyas características se las puede revisar en los anexos 3. La ventana general presenta cuatro fichas que son:

### Identificación

Se debe asignar un nombre, y la posición en coordenadas geográficas que debe ser lo más exacta posible, puesto que cualquier variación puede ocasionar resultados no deseados y determinación del valor de la cota donde se localiza la estación transmisora. Figura.5.23

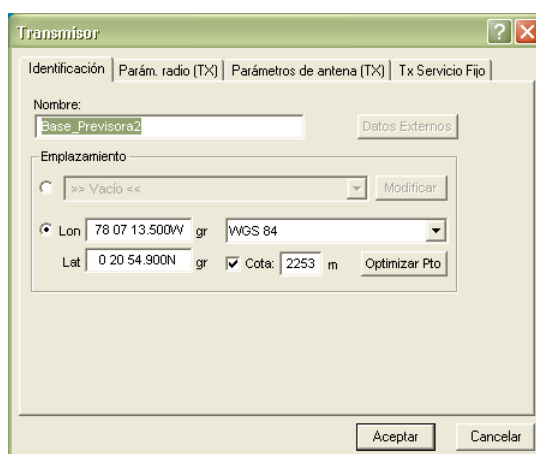


Figura.5.23.Parámetros de identificación de transmisor

### Parámetros de radio del Transmisor

En esta ventana se encuentra automáticamente definido ya el tipo de servicio que se escogió al inicio del procedimiento para el estudio de cobertura y la frecuencia de referencia, que para este caso es acceso inalámbrico wi-fi 802.11b/g ya que todavía, al no ser 802.11n un estándar oficial aún no hay equipos disponibles en el mercado operando con esta norma y razón por la cual se escogió otra alternativa explicada ya en el punto 5.6 y tan solo queda por seleccionar el tipo de polarización (Figura.5.24) que se detalla en las especificaciones del equipo AP lobometrics escogido.

The screenshot shows the 'Transmisor' window with the 'Parámetros de radio (TX)' tab selected. The window has a title bar with a question mark and a close button. Below the title bar are four tabs: 'Identificación', 'Parám. radio (TX)', 'Parámetros de antenna (TX)', and 'Tx Servicio Fijo'. The 'Parámetros de radio (TX)' tab contains the following fields:

- Servicio: ...Acceso (M.LL)WIFI (802.11b/g) [Editar]
- Fase: >> Vacío << [Editar]
- Red: >> Vacío << [Editar]
- Polarización: Vertical [Editar]
- Frecuencia: Banda: >> Vacío << [Editar]
- F. referencia: 2442 MHz [Editar] Canales: 0 [Editar]
- Canal N°: [ ]
- Retardo: 0.00 μsg

At the bottom right are 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons.

Figura.5.24. Parámetros de radio del transmisor

### Parámetros de antenna

Como se muestra en la Figura.5.25, se debe configurar los parámetros de la antenna del transmisor, teniendo en cuenta la potencia de salida que proporciona el radio a la salida de cada conector, la ganancia de la antenna que incrementará dicha potencia y que no debe exceder 1W, y las pérdidas generadas en los cables.

Además se debe escoger el tipo, la altura a la que será ubicada a partir de la cota que también ya se especificó, y los ángulos de acimut y de inclinación, que para este caso serán de valor cero ya que se el diseño consta de una antenna omnidireccional que debe radiar por igual a todos los sectores en una cobertura de 360°.

The screenshot shows the 'Transmisor' window with the 'Parámetros de antenna (TX)' tab selected. The window has a title bar with a question mark and a close button. Below the title bar are four tabs: 'Identificación', 'Parám. radio (TX)', 'Parámetros de antenna (TX)', and 'Tx Servicio Fijo'. The 'Parámetros de antenna (TX)' tab contains the following fields:

- Potencia:  PRA: 1000.000 [W] [Editar]
- Pot: 63 [mW] [Editar] G: 15 [dB] [Editar] L: 2 [dB] [Editar]
- Antena: Nombre: Omni 15 dBi [Editar]
- Orientación:  Automática a Rx: >> Vacío << [Editar]
- Manual: Acimut: 0 [0,359] [Editar] Inclinación: 0 [-90,90] [Editar]
- Altura: 3 [m] [Editar]

At the bottom right are 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons.

Figura.5.25. Parámetros de la antenna

## Tx servicio Fijo

Para finalizar con la configuración del transmisor, en la pestaña Tx Servicio Fijo que se muestra en la figura.5.26 se ingresan los parámetros de velocidad del sistema de acuerdo al dimensionamiento de tráfico que también se realizó en el punto 5.4, la modulación del sistema y tiempos de reparación (MTBF) y solución de un problema (MTTR) que no se cambiaron y se dejaron los que presentó Sirenet automáticamente como recomendación de acuerdo al tipo de estudio.

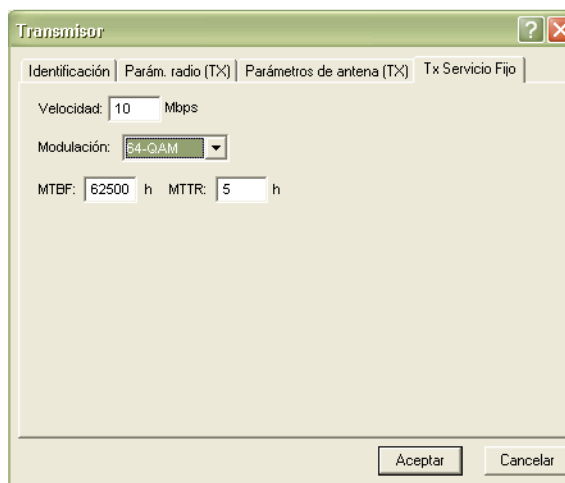



Figura.5.26.Parámetros de servicio fijo

5.- Ya determinados los parámetros del transmisor se prosigue a realizar la configuración de las características del receptor, se escoge el icono  en la barra de herramientas y presentando la pantalla que se puede observar en la figura.5.27, compuesta de tres fichas:

## Parámetros de radio

Aquí hay parámetros que se establecen automáticamente dependiendo de los datos que se asignaron en el transmisor, como son el tipo de servicio, polarización, frecuencia, pero hay otros que si se deben cambiar dependiendo de las características que ofrecen los equipos seleccionados para el diseño. Como ya se mencionó se utilizará el CPE Lobo Miura Basic para los clientes potenciales dentro de un radio de cobertura de 2Km, con una potencia umbral de -80 dBm y una impedancia de 50 Ohmios.



The screenshot shows the 'Receptor de cobertura' dialog box with the 'Parámetros de radio (RX)' tab selected. The 'Rx Servicio Fijo' sub-tab is active. The 'Servicio' is set to '...Acceso (VLL)WIFI (802.11 b/g)'. The 'Fase' and 'Red' are both set to '>> Vacío <<'. The 'Polarización' is set to 'Vertical'. Under 'Frecuencia', the 'Banda' is '>> Vacío <<', the 'F. Referencia' is '2442 MHz', and 'Canales' is '0'. The 'Potencia Umbral' is '-80 dBm', 'Impedancia' is '50 Ohmios', 'Pérdidas' is '0 dB', and 'C/N' is '0.00 dB'. 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons are at the bottom.

Figura.5.27.Parámetros de radio del receptor.

### Parámetros de servicio Fijo en el receptor

Los datos de velocidad, modulación, tiempos de reparación y solución de un problema se adaptan a los colocados en el transmisor, por lo que queda modificar los valores umbrales en dBm relacionados con BER (*Bit Error Ratio* es, en telecomunicaciones, el número de bits o bloques incorrectamente recibidos, con respecto al total de bits o bloques enviados durante un intervalo especificado de tiempo.) para garantizar la calidad del servicio dentro de dichos parámetros. Figura.5.28.

The screenshot shows the 'Receptor de cobertura' dialog box with the 'Rx Servicio Fijo' sub-tab selected. The 'Velocidad' is '10.00 Mbps', 'Modulación' is '16-QAM', 'MTBF' is '62500 h', and 'MTTR' is '5.00 h'. The 'Umbral (BER 10E-3)' is '-75.00 dBm' and 'Umbral (BER 10E-6)' is '-80.00 dBm'. The 'Signatura K (BER 10E-3)' and 'Signatura K (BER 10E-6)' are both '0.00'. 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons are at the bottom.

Figura.5.28.Párametros de servicio fijo del receptor

## Parámetros de antena

Para finalizar la configuración del receptor se debe seleccionar el tipo de antena, que para el presente diseño el cliente poseerá una antena direccional incluida en el CPE con una ganancia de 17 dBi, con orientación al AP, colocada en la terraza de las residencias o edificios.

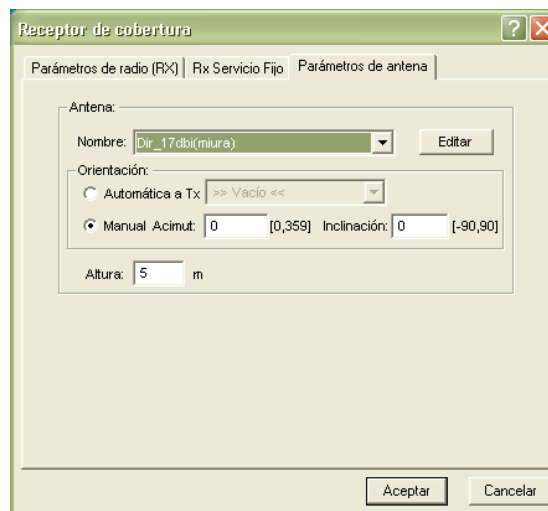

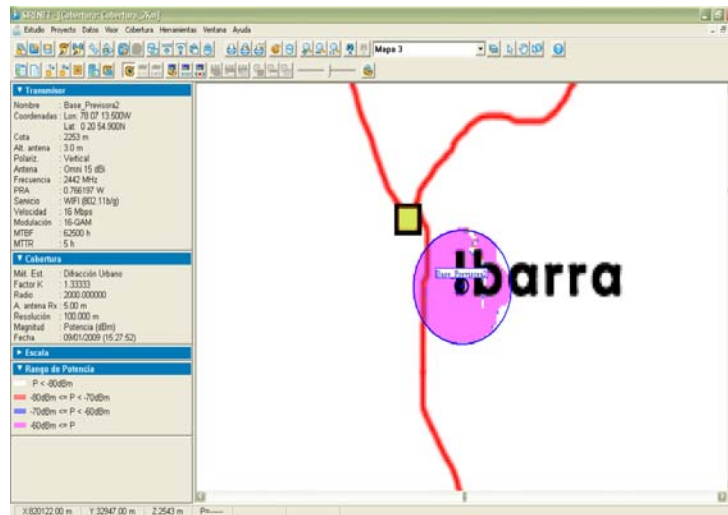


Figura5.29.Parámetros de la antena receptora

### 5.7.2 Resultados de cobertura a una distancia de 2 Km desde el AP

Para realizar el cálculo de cobertura una vez ya determinados los parámetros del transmisor y receptor se debe dirigir al menú COBERTURA en la barra de herramientas y de las opciones que se despliegan elegir la opción CALCULAR ESTUDIO, o también puede escoger el ícono  en la barra de herramientas.

Se obtiene una gráfica con los distintos niveles de potencia, diferenciados por colores como se puede apreciar en la Figura.5.30. Donde el color rosado representa valores de potencia mayores a -60 dBm con lo cual se entiende hay una buena recepción en el equipo del cliente, al contrario donde se obtienen manchas de color blanco, es donde no existirá recepción.



**Figura.5.30. Cobertura en Sirenet para radio 2Km desde el AP**

Finalmente, la mancha de resultados de la cobertura expresada en términos de potencia se ha exportado a Google Earth para tener una mejor idea de la ubicación de la misma. Para esto, se ha ingresado al menú, se ha seleccionado la opción Cobertura y del menú que se despliega la opción Exportar a Google Earth. Esta representación se la puede apreciar en la Figura. 5.31 Con esta herramienta adicional junto a Sirenet se puede observar de mejor manera los resultados y encontrar justificación del porque hay sectores donde la figura.5.30 presentó que no podía haber cobertura. Adicionalmente, se pueden identificar sitios geográficos como la Laguna de Yahuarcocha y protuberancias de la topografía del sector.



**Figura.5.31. Resultados de cobertura en Sirenet para radio 2Km desde el AP (Google Earth)**

Aprovechando ciertas facilidades que proporciona Google Earth se realiza la ubicación de las coordenadas geográficas de los clientes potenciales para comprobar que se encuentran dentro del área de cobertura determinada. Ver figura.5.32.

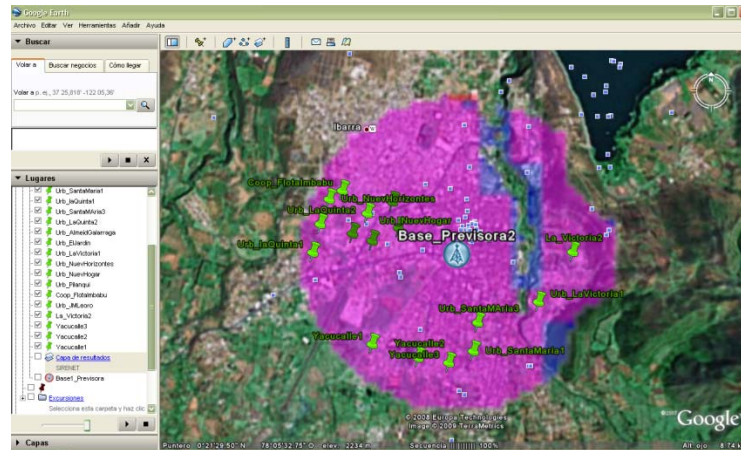


Figura.5.32. Área de cobertura con ubicación de clientes potenciales (Google Earth)

Para visualizar mejor el área de alcance y entender porque no hay cobertura en ciertos sectores se ha realizado una imagen en 3D (Tercera dimensión), donde se puede apreciar que la señal decae notablemente (área azul) porque corresponde a una zona donde el perfil topográfico presenta un significativo decaimiento, que representa a una quebrada que ciertamente existe. Con lo cual se confirma que los resultados de Sirenet son bastante cercanos a la realidad. Figura.5.33



Figura.5.33. Resultados de cobertura para radio 2Km desde el AP (Google Earth) en 3D

### 5.7.3 Resultados de cobertura a una distancia de 5 Km desde el AP

Para realizar los estudios de cobertura a una distancia de 5 Km desde el Punto de Acceso que proporcionará el servicio de Internet para clientes que en un futuro se encuentren más alejados que los que actualmente están siendo considerados, como prevención en el diseño para poder cubrir sectores en los que otras empresas no puedan llegar con el servicio y se convierta en una de las ventajas de funcionamiento del ISP, se efectuó el mismo procedimiento que se sigue para el estudio de cobertura anterior modificando ciertos parámetros:

- Nombre del estudio: Cobertura\_5Km.
- Área de cobertura centrada en la estación con radio 5Km.
- Nombre del Transmisor: Base1\_Previsora.
- Potencia umbral en el receptor: -105 dBm.
- Umbral (BER 10E-3): -100 dBm
- Umbral (VER 10E-6): -105 dBm.

Los resultados obtenidos son mostrados en las figura.5.34, figura.5.35 y figura.5.36, donde se puede apreciar que se tiene cobertura (zona rosada) en la mayor parte de la superficie dentro de los 5 Km, existiendo ciertas zonas en las cuales no existe recepción (zona blanca) que corresponde a sitios hundidos con los cuales ya no se cuenta con línea de vista entre el transmisor y receptor y presentan alguna protuberancia topográfica entre ellos.

Para poder dar cobertura completa del servicio de Internet inalámbrico en las zonas que Sirenet determina no hay alcance, se propone colocar repetidores cerca de dichas áreas obteniendo así línea de vista entre el usuario y el repetidor teniendo a la vez comunicación con el Punto de Acceso colocado en el centro de la ciudad.

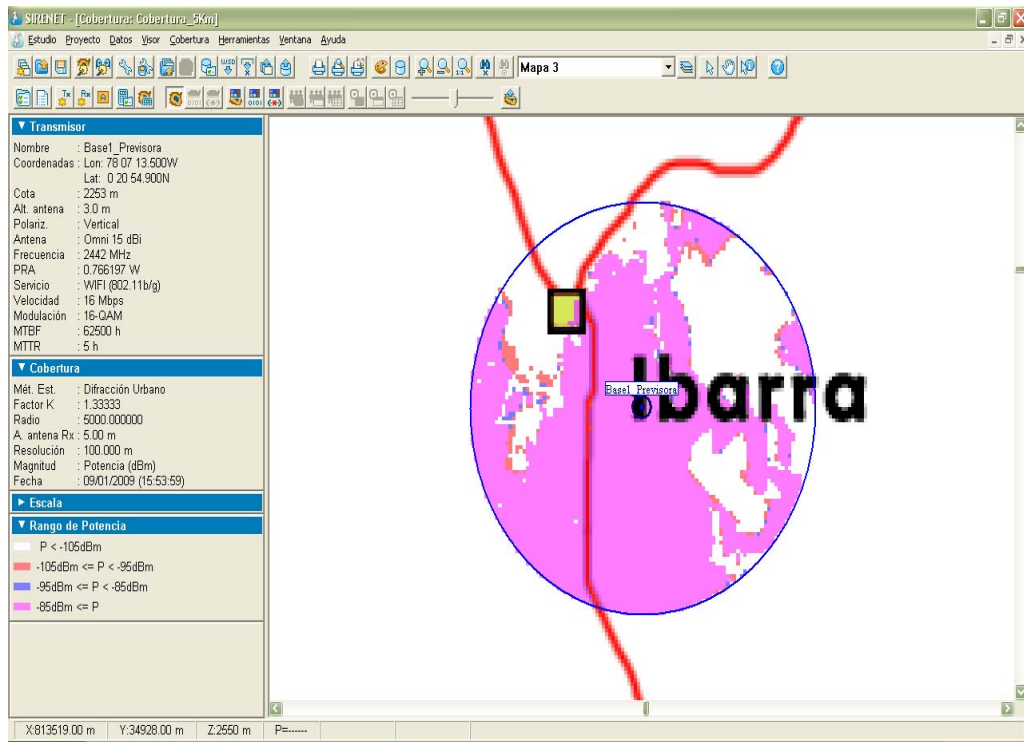


Figura.5.34.Cobertura en Sirenet para radio 5Km desde el AP

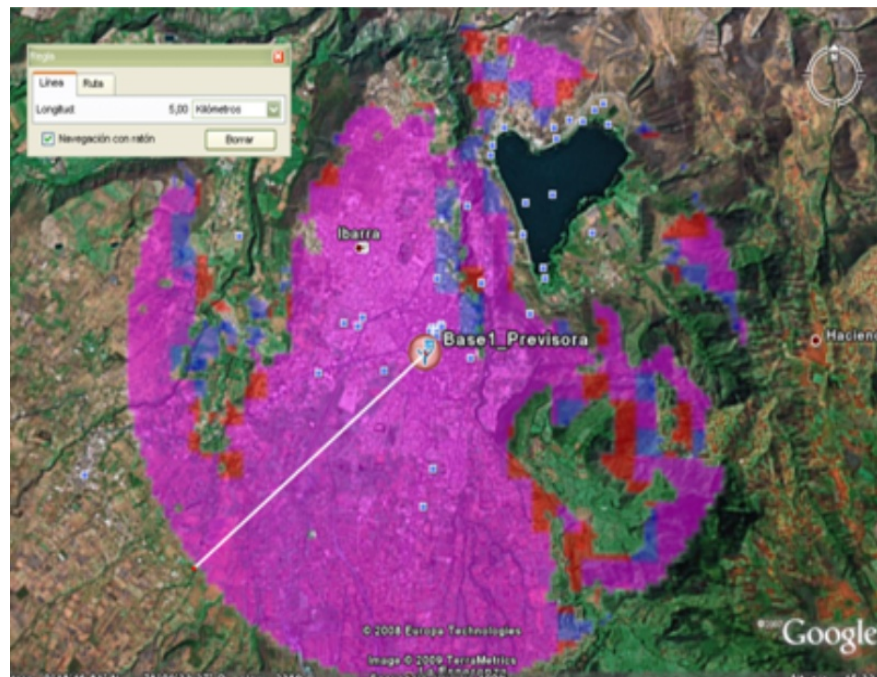


Figura.5.35. Resultados de cobertura en Sirenet para radio 5Km desde el AP (Google Earth)



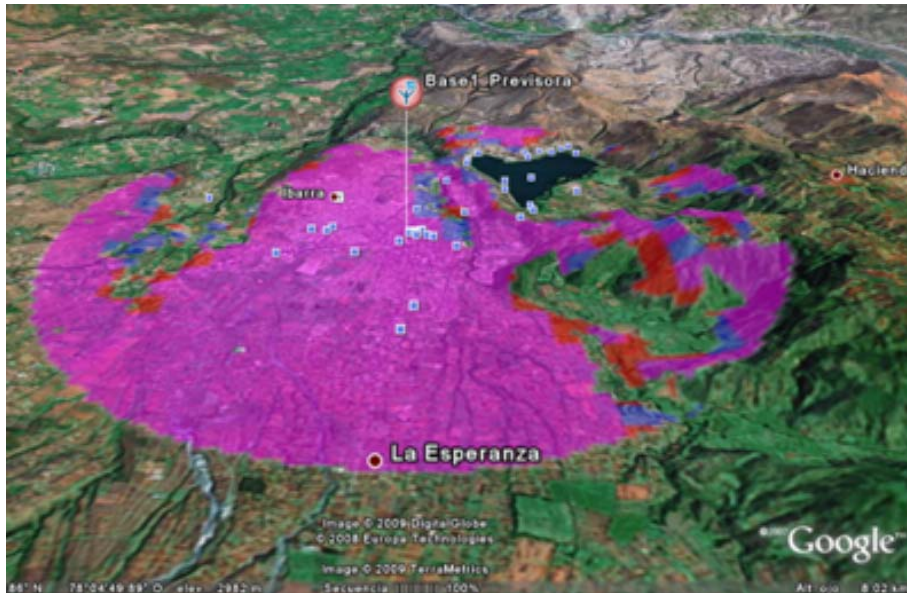


Figura.5.36. Resultados de cobertura para radio 5Km desde el AP (Google Earth) en 3D

#### 5.7.4 Realización de estudios de perfil

Hasta el momento las simulaciones de cobertura realizadas son desde el transmisor ubicado en el inmobiliario Condominios Banco la Previsora hacia todos los puntos seleccionados como clientes potenciales, y los resultados han sido satisfactorios, porque aseguran que con las características radioeléctricas del transmisor y receptor permiten una óptima comunicación download, es decir que el enlace desde el Tx al Rx es eficiente, pero aún falta analizar que pasaría en el sentido contrario (upload) por lo que para cumplir con este objetivo se ha seleccionado en Sirenet estudios de perfil desde los CPEs hacia al AP para verificar que la señal sea recibida en la estación base.

La Forma de crear esta clase de estudio es muy similar a la que se utilizó para los estudios de cobertura, realizando algunos pequeños cambios que se explican a continuación:

1.- Cuando se selecciona el tipo de estudio se escoge la opción Perfil como se observa en la figura.5.37.

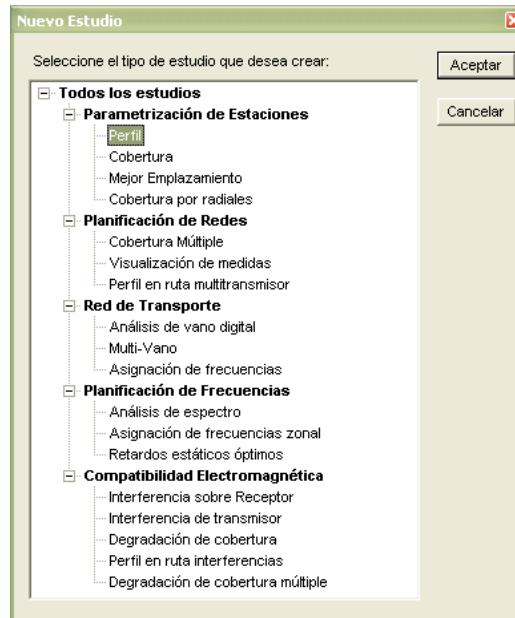


Figura.5.37. Selección del tipo de estudio para perfil

2.- En la ventana Datos de estudio (Figura.5.38), al escoger el servicio seleccionamos la opción de servicio de transporte y dentro de ésta la opción punto a punto up (Figura.5.39)

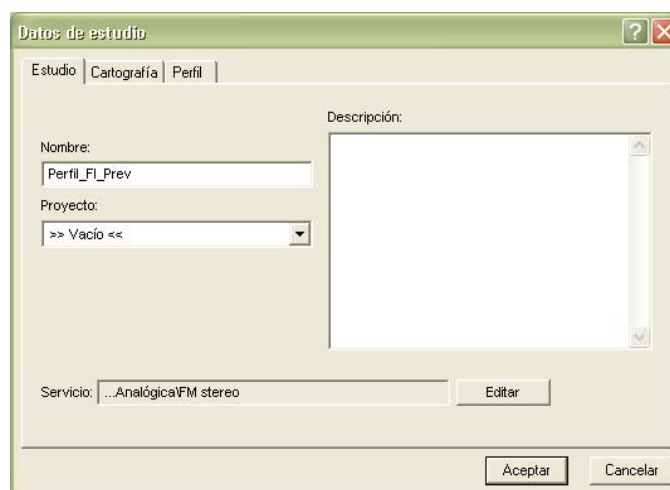


Figura.5.38. Datos de estudio general para simulaciones de perfil





Figura.5.39. Selección del tipo de servicio para estudio de perfil

3.- Los demás parámetros que se especifican siguen el mismo procedimiento que se siguió para el estudio de cobertura, solo hay que tomar muy en cuenta que los datos técnicos de la estación transmisora corresponden a los equipos instalados donde los clientes y el receptor será el equipo punto de acceso, poniendo así mucha atención al ir programando las diferentes especificaciones que solicita Sirenet para realizar el cálculo.

### 5.7.5 Resultados de los cálculos de perfil

Este tipo de estudio se lo realizó con el fin de confirmar que la señal entregada por el CPE en el equipo del cliente llegue al Punto de Acceso con una potencia por encima de la sensibilidad que el equipo Lobo 924H seleccionado para el diseño del WISP dispone. Para de esa forma asegurar un enlace de comunicación óptimo.

Los resultados se muestran en las tablas desde la 5.11 a la 5.22, donde en cada una se puede apreciar los datos establecidos tanto para la estación transmisora como la receptora, y además información del enlace como son el método de propagación, el valor de K (curvatura de la tierra), distancia entre las estaciones, el ángulo acimut que toma el rayo de comunicación, y la potencia umbral con la que es recibida la señal que se puede verificar en todos los enlaces es mucho mayor de -105, valor máximo que posee el Punto de Acceso Lobometrics 924 H, asegurando así que la comunicación bidireccional es eficiente.

**Tabla.5.11. Información de enlace Urb Flota Imbabura- AP**

▼ Transmisor	
Nombre	: Cpe_Urb_Fl
Coordenadas	: Lon: 78 08 01.700W Lat: 0 21 16.800N
Cota	: 2220 m
Alt. antena	: 5.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Dir_17dbi(miura)
Frecuencia	: 2442 MHz
PRA	: 0.963762 W
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h
MTTR	: 5 h
▼ Perfil	
Mét. Est.	: Difracción Urbano
Factor K	: 1.33333
Puntos	: 18
Longitud	: 1.637 Km
Acimut	: 114.291 °
Poten. recib.	: -57.457 dBm
Fecha	: 13/01/2009 (16:45:07)
▼ Receptor	
Nombre	: Base_previsora_1
Coordenadas	: Lon: 78 07 13.500W Lat: 0 20 54.900N
Cota	: 2253 m
Frecuencia	: 2442 MHz
Alt. antena	: 3.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Omni 15 dBi
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h

**Tabla.5.12. Información de enlace Urb La Quinta- AP**

▼ Transmisor	
Nombre	: Cpe_Urb_LaQuinta
Coordenadas	: Lon: 78 08 13.800W Lat: 0 20 51.300N
Cota	: 2220 m
Alt. antena	: 5.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Dir_17dbi(miura)
Frecuencia	: 2442 MHz
PRA	: 0.963762 W
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h
MTTR	: 5 h
▼ Perfil	
Mét. Est.	: Difracción Urbano
Factor K	: 1.33333
Puntos	: 20
Longitud	: 1.869 Km
Acimut	: 86.606 °
Poten. recib.	: -58.6125 dBm
Fecha	: 13/01/2009 (17:05:31)
▼ Receptor	
Nombre	: Base_previsora_1
Coordenadas	: Lon: 78 07 13.500W Lat: 0 20 54.900N
Cota	: 2253 m
Frecuencia	: 2442 MHz
Alt. antena	: 3.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Omni 15 dBi
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h

**Tabla.5.13. Información de enlace Urb El Jardín – AP.**

▼ Transmisor	
Nombre	: Cpe_Urb_EJardin
Coordenadas	: Lon: 78 07 49.500W Lat: 0 20 56.100N
Cota	: 2220 m
Alt. antena	: 5.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Dir_17dbi(miura)
Frecuencia	: 2442 MHz
PRA	: 0.963762 W
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h
MTTR	: 5 h
▼ Perfil	
Mét. Est.	: Difracción Urbano
Factor K	: 1.33333
Puntos	: 13
Longitud	: 1.115 Km
Acimut	: 91.896 °
Poten. recib.	: -54.1218 dBm
Fecha	: 13/01/2009 (16:58:48)
▼ Receptor	
Nombre	: Base_previsora_1
Coordenadas	: Lon: 78 07 13.500W Lat: 0 20 54.900N
Cota	: 2253 m
Frecuencia	: 2442 MHz
Alt. antena	: 3.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Omni 15 dBi
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h

**Tabla.5.14. Información de enlace Urb Almeida Galárraga – AP.**

▼ Transmisor	
Nombre	: Cpe_Urb_AlmGalarraga
Coordenadas	: Lon: 78 07 57.500W Lat: 0 20 59.100N
Cota	: 2220 m
Alt. antena	: 5.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Dir_17dbi(miura)
Frecuencia	: 2442 MHz
PRA	: 0.963762 W
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h
MTTR	: 5 h
▼ Perfil	
Mét. Est.	: Difracción Urbano
Factor K	: 1.33333
Puntos	: 15
Longitud	: 1.368 Km
Acimut	: 95.416 °
Poten. recib.	: -55.8969 dBm
Fecha	: 13/01/2009 (17:19:21)
▼ Receptor	
Nombre	: Base_previsora_1
Coordenadas	: Lon: 78 07 13.500W Lat: 0 20 54.900N
Cota	: 2253 m
Frecuencia	: 2442 MHz
Alt. antena	: 3.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Omni 15 dBi
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h

**Tabla.5.15. Información de enlace Urb Yacucalle – AP.**

▼ Transmisor	
Nombre	: Cpe_Urb_Yacucalle
Coordenadas	: Lon: 78 07 49.400W Lat: 0 20 13.500N
Cota	: 2220 m
Alt. antena	: 5.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Dir_17dbi(miura)
Frecuencia	: 2442 MHz
PRA	: 0.963762 W
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h
MTTR	: 5 h
▼ Perfil	
Mét. Est.	: Difracción Urbano
Factor K	: 1.33333
Puntos	: 18
Longitud	: 1.689 Km
Acimut	: 41.120 °
Poten. recib.	: -57.7331 dBm
Fecha	: 13/01/2009 (17:22:42)
▼ Receptor	
Nombre	: Base_previsora_1
Coordenadas	: Lon: 78 07 13.500W Lat: 0 20 54.900N
Cota	: 2253 m
Frecuencia	: 2442 MHz
Alt. antena	: 3.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Omni 15 dBi
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h

**Tabla.5.16. Información de enlace Urb Pílanquí - AP**

▼ Transmisor	
Nombre	: Cpe_Urb_Pílanqui
Coordenadas	: Lon: 78 07 38.500W Lat: 0 21 01.500N
Cota	: 2220 m
Alt. antena	: 5.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Dir_17dbi(miura)
Frecuencia	: 2442 MHz
PRA	: 0.963762 W
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h
MTTR	: 5 h
▼ Perfil	
Mét. Est.	: Difracción Urbano
Factor K	: 1.33333
Puntos	: 9
Longitud	: 0.800 Km
Acimut	: 104.694 °
Poten. recib.	: -51.2386 dBm
Fecha	: 13/01/2009 (17:26:57)
▼ Receptor	
Nombre	: Base_previsora_1
Coordenadas	: Lon: 78 07 13.500W Lat: 0 20 54.900N
Cota	: 2253 m
Frecuencia	: 2442 MHz
Alt. antena	: 3.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Omni 15 dBi
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h

**Tabla.5.17. Información de enlace Urb Nuevo Hogar – AP.**

▼ Transmisor	
Nombre	: Cpe_Urb_NuevoHogar
Coordenadas	: Lon: 78 07 51.400W Lat: 0 21 07.400N
Cota	: 2220 m
Alt. antena	: 5.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Dir_17dbi(miura)
Frecuencia	: 2442 MHz
PRA	: 0.963762 W
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h
MTTR	: 5 h
▼ Perfil	
Mét. Est.	: Difracción Urbano
Factor K	: 1.33333
Puntos	: 14
Longitud	: 1.234 Km
Acimut	: 108.139 °
Poten. recib.	: -55.0065 dBm
Fecha	: 13/01/2009 (17:33:01)
▼ Receptor	
Nombre	: Base_previsora_1
Coordenadas	: Lon: 78 07 13.500W Lat: 0 20 54.900N
Cota	: 2253 m
Frecuencia	: 2442 MHz
Alt. antena	: 3.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Omni 15 dBi
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h

**Tabla.5.18. Información de enlace Urb Nuevos Horizontes – AP.**

▼ Transmisor	
Nombre	: Cpe_Urb_NuevosHorizontes
Coordenadas	: Lon: 78 08 07.100W Lat: 0 21 13.300N
Cota	: 2220 m
Alt. antena	: 5.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Dir_17dbi(miura)
Frecuencia	: 2442 MHz
PRA	: 0.963762 W
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h
MTTR	: 5 h
▼ Perfil	
Mét. Est.	: Difracción Urbano
Factor K	: 1.33333
Puntos	: 19
Longitud	: 1.753 Km
Acimut	: 108.629 °
Poten. recib.	: -58.0519 dBm
Fecha	: 13/01/2009 (17:35:36)
▼ Receptor	
Nombre	: Base_previsora_1
Coordenadas	: Lon: 78 07 13.500W Lat: 0 20 54.900N
Cota	: 2253 m
Frecuencia	: 2442 MHz
Alt. antena	: 3.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Omni 15 dBi
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h

**Tabla.5.19. Información de enlace Urb José M Leoro – AP.**

▼ Transmisor	
Nombre	: Cpe_Urb_JMLEoro
Coordenadas	: Lon: 78 07 41.100W Lat: 0 21 12.200N
Cota	: 2220 m
Alt. antena	: 5.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Dir_17dbi(miura)
Frecuencia	: 2442 MHz
PRA	: 0.963762 W
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h
MTTR	: 5 h
▼ Perfil	
Mét. Est.	: Difracción Urbano
Factor K	: 1.33333
Puntos	: 12
Longitud	: 1.006 Km
Acimut	: 121.908 °
Poten. recib.	: -53.232 dBm
Fecha	: 13/01/2009 (17:41:57)
▼ Receptor	
Nombre	: Base_previsora_1
Coordenadas	: Lon: 78 07 13.500W Lat: 0 20 54.900N
Cota	: 2253 m
Frecuencia	: 2442 MHz
Alt. antena	: 3.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Omni 15 dBi
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h

**Tabla.5.20. Información de enlace Urb Los Ceibos – AP.**

▼ Transmisor	
Nombre	: Urb_Los ceibos
Coordenadas	: Lon: 78 06 46.400W Lat: 0 20 00.700N
Cota	: 2250 m
Alt. antena	: 8.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Dir_17dbi(miura)
Frecuencia	: 2442 MHz
PRA	: 0.963762 W
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h
MTTR	: 5 h
▼ Perfil	
Mét. Est.	: Difracción Urbano
Factor K	: 1.33333
Puntos	: 20
Longitud	: 1.865 Km
Acimut	: 333.281 °
Poten. recib.	: -58.5936 dBm
Fecha	: 13/01/2009 (18:18:05)
▼ Receptor	
Nombre	: Base_previsora_1
Coordenadas	: Lon: 78 07 13.500W Lat: 0 20 54.900N
Cota	: 2253 m
Frecuencia	: 2442 MHz
Alt. antena	: 3.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Omni 15 dBi
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h

**Tabla.5.21. Información de enlace Urb Santa María – AP.**

▼ Transmisor	
Nombre	: Urb_SantaMaria
Coordenadas	: Lon: 78 07 07.700W Lat: 0 20 10.700N
Cota	: 2230 m
Alt. antena	: 8.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Dir_17dbi(miura)
Frecuencia	: 2442 MHz
PRA	: 0.963762 W
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h
MTTR	: 5 h
▼ Perfil	
Mét. Est.	: Difracción Urbano
Factor K	: 1.33333
Puntos	: 15
Longitud	: 1.371 Km
Acimut	: 352.474 °
Poten. recib.	: -55.9164 dBm
Fecha	: 13/01/2009 (18:13:49)
▼ Receptor	
Nombre	: Base_previsora_1
Coordenadas	: Lon: 78 07 13.500W Lat: 0 20 54.900N
Cota	: 2253 m
Frecuencia	: 2442 MHz
Alt. antena	: 3.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Omni 15 dBi
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h

**Tabla.5.22. Información de enlace Urb La Victoria – AP.**

▼ Transmisor	
Nombre	: Urb_La Victoria
Coordenadas	: Lon: 78 06 26.700W Lat: 0 20 51.500N
Cota	: 2230 m
Alt. antena	: 5.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Dir_17dbi(miura)
Frecuencia	: 2442 MHz
PRA	: 0.963762 W
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h
MTTR	: 5 h
▼ Perfil	
Mét. Est.	: Difracción Urbano
Factor K	: 1.33333
Puntos	: 16
Longitud	: 1.452 Km
Acimut	: 274.128 °
Poten. recib.	: -56.4185 dBm
Fecha	: 13/01/2009 (18:26:28)
▼ Receptor	
Nombre	: Base_previsora_1
Coordenadas	: Lon: 78 07 13.500W Lat: 0 20 54.900N
Cota	: 2253 m
Frecuencia	: 2442 MHz
Alt. antena	: 3.0 m
Polariz.	: Vertical
Antena	: Omni 15 dBi
Servicio	: Punto-Punto up
Velocidad	: 16 Mbps
Modulación	: 64-QAM
MTBF	: 62500 h

## 5.8 Conexión a Internet del NOC

En este punto del diseño se identificará a un proveedor de ancho de banda que ya esté conectado a Internet y se negociará la capacidad que se necesita para unirse a Internet a través de este.

La conexión de la red del ISP a Internet se la realiza a través de uno o más enlaces WAN a ISPs de niveles superiores, estos proveedores son usualmente llamados proveedores de *backbone* o proveedores *upstream*.

Al ser un WISP que inicia su funcionamiento se buscaran alternativas de un solo proveedor de backbone, posteriormente con el crecimiento que seguramente tendrá, se recomienda realizar enlaces de respaldo con otro proveedor para ofrecer un servicio más confiable al usuario.

Lo que se considerará para elegir al proveedor del enlace es su experiencia, su posicionamiento en el mercado y el costo que implica arrendar la capacidad requerida para la operación del ISP.

Se descarta utilizar enlaces satelitales que implican una alta inversión debido a la necesidad de instalar una pequeña estación terrena.

Se investigó sobre los posibles proveedores y se encontró que en el punto de presencia principal pueden proveer acceso a Internet, para reventa, alguna de las empresas como: Andinanet, Telconet y Porta.

En base de las ofertas de las empresas mencionadas y de su orientación para servicio a clientes se eligió como proveedor a Andinanet, ya que su servicio de acceso a Internet es confiable, de alto desempeño, altas velocidades y en los últimos tiempos es la empresa que mayor énfasis ha puesto en convertirse en proveedor de proveedores.

### 5.8.1 Descripción de la alternativa elegida

El servicio de Andinanet ofrece conectividad directa a Internet a través de un Backbone IP que garantiza los siguientes beneficios:

- Canales de acceso directo hasta el NAP de las Américas.
- Latencia de 112 ms hacia portales como Yahoo o Google.
- BER 10 e-12, lo cual se traduce en confiabilidad de los datos.
- Concentración 1:1 garantizada.
- Respaldo satelital automático.
- El costo por un ancho de banda de 512 Kbps es de \$550, información adquirida en un centro de atención de la respectiva entidad.

## 5.9 Descripción de sistemas adicionales del WISP

### Servicio de autorización, autenticación y contabilización y Sistema de seguridad informática

Estos servicios los puede realizar el software de Gestión que viene incluido con el equipo Punto de Acceso Lobometrics 924H que debe ser instalado en una PC que funcione con sistema Operativo Linux. El software además trabaja con el apoyo del servidor RADIUS (*Remote Authentication Dial-In User Server*) que es un protocolo de autenticación y autorización para aplicaciones de acceso a la red o movilidad IP.

Los requerimientos mínimos de hardware que se solicitan para el funcionamiento son: un servidor de 1 GHZ, 2 GB de memoria RAM y 100 GB de disco duro.

### Servicio de resolución de nombres

Para liberar a los usuarios de la tarea de recordar la dirección numérica de los recursos de red el Proveedor de Servicio Inalámbrico de Internet configurará un servidor de nombres el cual resolverá los nombres de hosts en la red a direcciones numéricas y viceversa.

La alternativa recomendada para realizar esta tarea es el programa BIND (*Berkeley Internet Name Domain*) que realiza las funciones de servidor de DNS , y que es el más comúnmente usado en Internet, especialmente en sistemas Unix.

Los requerimientos mínimos de hardware que se solicitan para el funcionamiento son: un servidor de 1 GHZ, 2 GB de memoria RAM y 100 GB de disco duro

### **Servicio de correo electrónico**

Se recomienda en el diseño utilizar el software SendMail que es un programa informático para el enrutamiento y envío de correo electrónico. Se afirma que es el más popular MTA, corriendo sobre sistemas Unix y el responsable de la mayoría de envío del correo de internet.

De igual manera los requerimientos mínimos de hardware que se solicitan para el funcionamiento son: un servidor de 1 GHZ, 2 GB de memoria RAM y 100 GB de disco duro.

### **Servidor Web**

Se recomienda de manera similar a los casos anteriores el servidor HTTP Apache que es un software (libre) servidor HTTP de código abierto para plataformas Unix (BSD, GNU/Linux, etc.), Windows, Macintosh y otras. Actualmente las estadísticas indican un 70% de usuarios prefieren este software para el servicio Http.

Los requerimientos mínimos de hardware que se solicitan para el funcionamiento son: un servidor de 1 GHZ, 2 GB de memoria RAM y 100 GB de disco duro.

### **Seguridad**

Con respecto a este punto se debe tener en cuenta la prevención de cortes de energía eléctrica con la utilización de equipos UPS (*Uninterruptible Power Supply*) que se encargan de suministrar energía ininterrumpidamente, dispositivo que gracias a sus

baterías, puede proporcionar energía eléctrica tras un apagón a todos los dispositivos que tenga conectados y que además mejora la calidad de la energía eléctrica que llega a los equipos, filtrando subidas y bajadas de tensión y eliminando armónicos de la red en el caso de Corriente Alterna.

La opción escogida para el diseño es el equipo APC Smart-UPS, 2200VA/1980W cuyas características principales son: Entrada 120V/Salida 120V, Interface Port DB-9 RS-232, USB, SmartSlot Incluye: DC con software, Cable RS-232 de señalización Smart del UPS, Cable USB.

Adicional en este tipo de sistemas es importante instalar un sistema de ventilación para que los equipos no se sobrecalienten. El equipo seleccionado es el Haier 6000 btu Paragon que ofrece óptimas características de desempeño garantizando la ventilación y control de temperatura de los equipos dentro del Centro de Operaciones de Red.

### **5.10 Equipos infraestructura en el centro de operaciones de red**

Los equipos a ser instalados en el Centro de operaciones son los siguientes:

- Tres servidores para rack (DNS y Web, Correo electrónico).
- Un firewall
- Un switch de 24 puertos
- Un monitor
- Un teclado
- Un KVM Switch
- Un UPS
- Sistema de aire acondicionado.
- Mobiliario de oficina



## CAPITULO 6

### ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO

#### 6.1 Introducción

En este Capítulo se realizara un estudio económico en el cual se mostrará detalladamente los costos de la infraestructura de la red de acceso inalámbrica de Telecomunicaciones del Proveedor de Servicio de Internet Inalámbrico, así como también el costo de los equipos para los usuarios. Todos los costos fueron proporcionados por la empresa FULL DATA que es el distribuidor autorizado de equipos Lobometrics en Ecuador. Se consideraran también, los costos del arrendamiento de bandas de frecuencias no licenciadas a la SENATEL, derechos de Concesión, registro y permisos, correspondientes a los servicios de Telecomunicaciones. Finalmente se realizará un estudio de la rentabilidad del proyecto en un plazo de 5 años.

#### 6.2 Costos para la asignación de las bandas de frecuencias

Es importante analizar los costos relacionados con el uso de las bandas de frecuencias, no licenciadas que se requieren para la operación de la red inalámbrica de Telecomunicaciones que establece el CONATEL y que debería ser cancelado a la SENATEL en caso de funcionamiento.

El cálculo de la tarifa por uso de frecuencias para los enlaces punto-multipunto para el Servicio Fijo se efectúa en base de dos componentes [43]

**a) Tarifa A:** Por cada centro de multiacceso, esto es por cada Estación Central del Servicio Fijo enlaces punto multipunto (Multiacceso), y por la anchura de banda en transmisión y recepción en el área de concesión y su radio de cobertura.

**b) Tarifa C:** Por el número total de Estaciones Radioeléctricas de Abonado Fijas activadas en el sistema multiacceso.

**Tarifa A.-** Para el cálculo del componente de la tarifa por uso de frecuencias por cada Estación Central Fija del Servicio Fijo punto-multipunto (Multiacceso) se utilizará la ecuación 6.1:

$$T(US\$) = K_a * \alpha_4 * \beta_4 * A * (D)^2 \quad (6.1)$$

Donde:

- $T(US\$)$  = Tarifa mensual en dólares de los Estados Unidos de América.
- $K_a$  = Factor de ajuste por inflación.
- $\alpha_4$  = Coeficiente de valoración del espectro para el Servicio Fijo (Multiacceso)
- $\beta_4$  = Coeficiente de corrección para la tarifa por Estación de Base o Estación Central Fija.
- $A$  = Anchura de banda del bloque de frecuencias en MHz concesionado en transmisión y recepción.
- $D$  = Radio de cobertura de la Estación de Base o Estación Central Fija, en Km

Para la determinación de  $K$ , se tomo el dato actual pronosticado del índice de inflación anual, del Banco Central del Ecuador correspondiente al mes de diciembre de 2008<sup>1</sup>, el valor de ajuste tarifario “ $K$ ” será igual a 8.83%.

El valor del coeficiente  $\alpha_4$  se detalla en la Tabla 6.1 y el valor de la constante  $D$  en la Tabla 6.2 para los sistemas multiacceso fijo.

**Tabla.6.1. Coeficiente de valoración del espectro  $\alpha_4$**

VALOR DE $\alpha_4$	SISTEMA
0.013	Servicio Fijo Multiacceso

<sup>1</sup> [http://www.bce.fin.ec/indicador.php?tbl=inflacion\\_acumulada](http://www.bce.fin.ec/indicador.php?tbl=inflacion_acumulada)

**Tabla.6.2. Radio de cobertura D de la estación base o fija**

VALOR DE D (Km)	SISTEMA
11.5	Sistemas Multipunto

Reemplazando estos valores en la ecuación 6.1 tenemos:

$$T(US\$) = 8.83 * 0.0133 * 1 * 40 * (11.5)^2$$

$$T(US\$) = 621.25$$

**Tarifa C.-** El cálculo de la tarifa mensual por Estaciones Radioeléctricas de Abonado Fijas y Móviles activadas en el Servicio Fijo (Multiacceso), se realiza aplicando la ecuación 6.2

$$T(US \$) = K_a * \alpha_5 * F_d \quad (6.2)$$

Donde:

- T (US\$) = Tarifa mensual en dólares de los Estados Unidos de América por Estaciones de Abonado fijas activadas en el sistema.
- $K_a$  = Factor de ajuste por inflación.
- $\alpha_5$  = Coeficiente de valoración del espectro por Estaciones de Abonado fijas.
- $F_d$  = Factor de capacidad de acuerdo al Servicio Fijo.

Para lo cual el valor de  $\alpha_5$  se lo puede ver en la Tabla.6.3 y el valor de  $F_d$  en la Tabla.6.4, en donde el  $F_d$  varía según el número N de equipos clientes.

**Tabla.6.3. Coeficiente de valoración del espectro  $\alpha_5$  por estaciones de abonado fijas**

VALOR DE $\alpha_5$	SISTEMA
5	Sistemas Multipunto

**Tabla.6.4. Servicio Fijo Enlaces Punto – Multipunto (Multiacceso)**

Tramo	Factor de capacidad (F <sub>d</sub> )
3<N<=10	9
10<N<=20	18
20<N<=100	64
100<N<=200	147
200<N<=300	232
300<N<=400	317
400<N<=500	398
500<N<=650	474
650<N<=800	527
800<N<=1000	554
N>1000	570

### 6.3 Análisis de costos de la red de acceso

#### 6.3.1 Equipamiento en la Estación Base

A continuación se detallan los costos de los equipos de radiocomunicación Lobometrics, punto de acceso, antena, cable, etc. Así como también valores de arriendo de infraestructura física para el funcionamiento de los equipos.

**Tabla 6.5. Costos de equipamiento e infraestructura en la estación base**

	CANT.	P. U. (USD)	P. TOTAL
Lobo 924H, triple radio, 63mW	1	\$ 1,550.00	\$ 1,550.00
Antena Omnidireccional de 15 dBi Profesional Wireless LAN High Performance HG2415U-PRO	1	\$ 185	\$ 185
Cable Ethernet FTP Cat – 5e	40 m	\$ 0,35	\$ 14
Conectores RJ-45	14	\$ 0,2	\$ 2.8
Mástil de 3m	1	\$ 50	\$ 50
<b>TOTAL :</b>			<b>\$ 1,981.80</b>

Adicionalmente se deberán considerar el precio que cobran en la administración del Edificio Condominios La Previsora para poder colocar los equipos en la terraza del edificio y por arriendo de infraestructura física para funcionamiento del NOC. Tabla.6.6

**Tabla.6.6.Valores por arrendamiento de espacio físico**

DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO (USD)
Valor arriendo del m <sup>2</sup> en la terraza	\$ 12
Valor arriendo cuarto de operaciones NOC	\$ 350

### 6.3.2 Equipamiento para clientes

La tabla 6.7 muestra el costo de los Módulos CPEs, donde se indica la descripción del equipo, potencia, sensibilidad y sus costos incluidos IVA.

**Tabla 6.7. Costos de los equipos Módulos CPEs para instalar en usuarios finales.**

DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO (USD)
<i>CPEs</i>	233
Lobo Miura Basic,50mW,sensibilidad-80 dBi	\$ 230
Lobo Miura OSB Plus,63mW,sensibilidad -105 dBi	\$ 310

Es importante además, tener una estimación de precios de elementos adicionales para la instalación y que se pueden generalizar para todos en la Tabla.6.8

**Tabla.6.8.Elementos adicionales para instalación de un CPE**

DESCRIPCION	CANT.	P. U. (USD)	P. TOTAL
Cable Ethernet FTP Cat – 5e	20 m	\$ 0,35	\$ 7
Conectores RJ-45	4	\$ 0,2	\$ 0.80
Mástil de 1m	1	\$ 10	\$ 10
<b>TOTAL :</b>			<b>\$ 17.80</b>

## 6.4 Costo neto de equipamiento del NOC

El equipamiento que se realizaría en el NOC tendría el siguiente detalle de costos:

**Tabla 6.9. Costo Total Equipamiento del NOC**

DESCRIPCION	CANT.	P. U. (USD)	P. TOTAL
Servidores para rack HP ProLiant ML 150 G3	3	\$ 1600	\$ 4800
Firewall UTM 1550	1	\$ 6500	\$ 6500
Switch Cisco 4500	1	\$ 530	\$ 530
Monitor	1	\$ 270	\$ 270
Switch KVM	1	\$ 120	\$ 120
APC Smart-UPS, 2200VA/1980W	1	\$ 1100	\$ 1100
Haier 6000 btu Paragon	1	\$ 270	\$ 270
Teclado	1	\$ 20	\$ 20
<b>TOTAL :</b>			<b>\$ 13.610,00</b>

## 6.5 Costo para funcionamiento del ISP

Mediante resolución 072-03-CONATEL-2002 el Consejo Nacional de Telecomunicaciones resuelve determinar como valor de permiso para la prestación de servicios de valor agregado el valor de USD 500 dólares de los Estados Unidos de América.

## 6.6 Rentabilidad del proyecto

### 6.6.1 Determinación del costo de servicio

A continuación se muestra una recopilación de información de precios que genera una idea acerca las empresas existentes en el sector urbano de la ciudad que mostraron mayor porcentaje de competitividad en el estudio de mercado realizado en el capítulo 4 y el costo mensual por el servicio de Internet banda ancha:

**Tabla. 6.10. Precios del servicio de Internet de proveedores en el área urbana de Ibarra**

Proveedor	Costo mensual incluido		Costo instalación
		IVA	
Módem)	128/64 kbps	\$18	\$ 50
Andinanet	256/128 kbps	\$25	\$ 50
Tv Cable (cable modem)	100/ 75 Kbps	\$ 20	\$ 100
	300/150 kbps	\$ 30	\$ 100
IMBANET	128/64 kbps	\$30	\$80
	256/128 kbps	\$45	\$ 80
PUNTO NET	100/75 kbps	\$23	\$ 80
	200/100 kbps	\$27	\$ 80
INTERACTIVE	100/75 kbps	\$23	\$ 60
	200/100 kbps	\$27	\$ 60
FIX GROUP	128/64 kbps	\$40	\$ 100
Internet Inalámbrico			

Analizando los valores de la Tabla 6.10. los precios de la competencia fluctúan entre \$25 y \$45,00 incluido IVA por una velocidad de 256/128 kbps que fué con la que se realizó el análisis de tráfico de datos en el capítulo 5 y el costo de instalación entre \$50,00 y \$100,00.

Para poder acceder al mercado, el precio se fijará en una tarifa menor a la ofrecida por los ISP's que tienen más presencia en el mercado de la siguiente manera:

**Tabla. 6.11. Descripción de los precios del WISP**

DESCRIPCIÓN	PRECIO
Instalación	USD 60,00
Velocidad 256/128 kbps	USD 35,00 mensuales

### 6.6.2 Inversión inicial

En la siguiente tabla se muestra el resumen total de los costos de equipamiento, instalación, permiso de funcionamiento, capacitación y publicidad que constituyen la inversión inicial del WISP:

**Tabla. 6.12. Inversión inicial**

<b>Inversión inicial</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Equipamiento</b>	<b>Precio unitario \$</b>	<b>Precio total \$</b>
1	Infraestructura de estación base AP	1.981,80	1.981,80
233	Lobo Miura Basic,50mW,sensibilidad-80 dBi	230	53.590,00
3	Homologaciones de Radio base y CPEs	171,00	513,00
233	Set adicional de materiales para instalación de CPEs	17,80	4.147,4
1	Equipamiento del NOC	13.610,00	13.610,00
1	Permiso para la prestación de servicios de valor agregado	500	500
1	Mobiliario de oficina	2000	2000

**TOTAL: 76.342,20**

El cálculo de la inversión inicial se ha realizado considerando los clientes potenciales en el primer año analizado en el capítulo 4, progresivamente se incrementará el número de usuarios con una tasa de crecimiento del 10% lo cual hay que tomar en cuenta para la adquisición de equipos CPEs para los próximos 5 años en los que se desea analizar la rentabilidad del proyecto.

La Tabla.6.13 muestra la cantidad de equipos que se requieren, el año en el que serán adquiridos y el costo de los mismos, considerando una disminución del 3% anual en su precio.



**Tabla.6.13. Inversión de equipos durante los 5 primeros años**

Cantidad	Año	Equipamiento	Valor unitario \$	Valor Total \$
49	Año 2	Lobo Miura Basic,50mW,sensibilidad-80 dBi	223,10	10.931,90
28	Año 3	Lobo Miura Basic,50mW,sensibilidad-80 dBi	216,31	6.056,68
32	Año 4	Lobo Miura Basic,50mW,sensibilidad-80 dBi	209,50	6704
34	Año 5	Lobo Miura Basic,50mW,sensibilidad-80 dBi	203.20	6.908,80

### 6.6.3 Tasa interna de retorno [44]

La Tasa Interna de Retorno, TIR, es aquella tasa que hace que el valor actual neto sea igual a cero. Algebraicamente:

$$VAN = 0 = \sum_{i=1}^n \frac{BN_i}{(1 + TIR)^i} \quad (6.3)$$

Donde:

- VAN: Valor Actual Neto<sup>1</sup>
- BN<sub>i</sub>: Beneficio Neto del Año i
- TIR: Tasa interna de retorno

La regla para realizar una inversión o no, utilizando la TIR es la siguiente: cuando la TIR es mayor que la tasa de interés, el rendimiento que obtendría el inversionista realizando la inversión es mayor que el que obtendría en la mejor inversión alternativa, por lo tanto, conviene realizar la inversión. Si la TIR es menor que la tasa de interés, el proyecto debe rechazarse. Cuando la TIR es igual a la tasa de interés, el inversionista es indiferente entre realizar la inversión o no.

<sup>1</sup> Es el valor presente (a hoy) de los flujos de efectivo de un proyecto descontados a una tasa de interés dada.

Para conocer los beneficios netos de los años de vida del proyecto primero se debe determinar los ingresos y egresos del WISP.

Los únicos ingresos que se percibirán son los recaudados por la venta del servicio de acceso a Internet y el valor de instalación de los equipos de usuario. La tarificación del servicio se realizó considerando el factor de decrecimiento anual en el costo del servicio. En la Tabla. 6.14 muestra las tarifas calculadas para la prestación del servicio durante los primeros cinco años de funcionamiento del WISP.

**Tabla.6.14.Tarifas del Wisp durante los 5 primeros años**

<b>TARIFAS</b>				
<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
\$ 35	\$ 31,5	\$ 28	\$24,5	\$21

Los egresos mensuales del WISP se dividen en costos de inversión y costos de mantenimiento y operación. Los costos de inversión, como ya se mencionó, corresponden a la compra de equipos terminales CPEs, mientras que los costos de operación y mantenimiento corresponden a salarios y pago de servicios. Las siguientes Tablas muestran los gastos mensuales debido a los costos de operación y mantenimiento:

**Tabla.6.15.Salario mensual del personal del WISP**

<b>No de personas</b>	<b>Cargo</b>	<b>Salario</b>	<b>Egreso mensual</b>
1	Gerente	\$ 800	\$ 800,00
4	Vendedores	\$ 400	\$ 1.600,00
2	Técnico principal	\$ 500	\$ 1.000,00
3	Instalador	\$ 300	\$ 900

**TOTAL : 4.300,00**

**Tabla.6.16.Pago de servicios varios**

<b>Cantidad</b>	<b>Servicio</b>	<b>Valor</b>	<b>Egreso mensual</b>
1	Monitoreo de alarma	\$ 20	\$ 20
1	Arriendo de infraestructura de espacio físico	\$ 362	\$ 362
1	Servicios básicos	\$ 60	\$ 60
1	Transporte	\$ 100	\$ 100

**TOTAL : 542,00**

En la Tabla. 6.16. no constan los valores del servicio que se contrata a Andinanet porque estos varían mensualmente de acuerdo al incremento de usuarios del WISP.

En los anexos 3 se muestran los flujos de caja mensuales, allí se detalla el costo del servicio contratado a Andinanet de acuerdo a las necesidades de ancho de banda, la proyección de costos de mantenimiento y operación considerando un incremento anual del 3%, la proyección mensual de los costos de inversión considerando que los equipos disminuyan su precio anualmente en un 3% y la proyección de ingresos de acuerdo a la tabla. 6.14 y al costo previsto por instalación.

Utilizando las herramientas financieras que nos proporciona Microsoft Excel se realizó el cálculo de el TIR y el VAN del proyecto, con lo cual se obtuvo los siguientes resultados:

**TIR: 39%**

**VAN: 33.749,69**

Con los datos mostrados se puede predecir que el proyecto presenta buena rentabilidad.

### 6.6.4 Período de recuperación. [45]

El período de recuperación se encuentra determinado por el año anterior a la recuperación total más el valor no recuperado al inicio del año dividido entre el flujo de efectivo durante el año. Algebraicamente:

$$PR = \text{año anterior a la recuperación total} + \frac{\text{valor no recuperado al inicio del año}}{\text{flujo de efectivo durante el año}} \quad (6.4)$$

La Tabla.6.17 muestra en que año la proyección de flujo de efectivo logra cubrir la demanda inicial:

**Tabla.6.17.Flujo de caja financiero proyectado**

Año	0	1	2
Beneficio neto	-76.342,2	76.561,00	20.653,28
Costo no recuperado	-76.342,2	218,8	20.872,08

- Año anterior a la recuperación total =0
- Valor no recuperado al inicio del año =76.342,2
- Flujo de efectivo durante el año = 76.561,00

$$Pr = 0 + \frac{76.342,20}{76.561,00}$$

$$Pr = 0,99$$

$$Pr \approx 1$$

Esto significa que la inversión total se recuperará a partir del primer año.

## CAPITULO 7

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1 Conclusiones

- En la actualidad, las redes WLAN 802.11a/b/g proporcionan el rendimiento adecuado para las aplicaciones de conexiones de redes actuales, donde la conveniencia de una conexión inalámbrica puede proporcionar gran valor al usuario. A medida que la próxima generación de aplicaciones inalámbricas emerge, se requiere un rendimiento superior para los datos de WLAN. En respuesta a esta necesidad, tanto IEEE TGn como la Wi-Fi Alliance han definido expectativas para el rendimiento de la próxima generación de redes WLAN determinando así la aparición de un nuevo estándar 802.11n con características de desempeño superiores a las tecnologías ya existentes.
- Los resultados mínimos requeridos representan un incremento 4 veces superior, aproximadamente, en el rendimiento de WLAN 802.11n en comparación con las redes 802.11a/g actuales. El propósito de TGn consiste en mejorar la experiencia del usuario con las aplicaciones WLAN existentes a tiempo de habilitar aplicaciones nuevas y segmentos del mercado recientes. Al mismo tiempo, TGN espera una transición lúcida para su adopción al requerir compatibilidad retroactiva con las soluciones IEEE WLAN legadas existentes (802.11a/b/g).
- Existen tres áreas clave que están siendo consideradas para resolver los incrementos en el rendimiento de las LAN inalámbricas. Primero, mejoras en la tecnología de la radio para lo cual se propone la utilización de tecnología MIMO y además aumentando el número de ondas portadoras en la modulación OFDM, mejorando así la velocidad de transferencia física. Segundo desarrollando mecanismos nuevos que implementen la administración efectiva de los modos de

rendimiento PHY mejorados, proponiendo enlazar canales de radio para lograr transferencia de datos más efectivas y además utilizando una mayor tasa de codificación con el fin de que haya un reducido número de errores y la necesidad de retransmitir. Tercero, se plantean mejoras en la eficiencia de la transferencia de datos a fin de reducir el impacto en el rendimiento de los encabezados de PHY para lo cual se propone nuevos métodos de encapsulación de trama.

- Las consideraciones clave en la definición de la arquitectura de la próxima generación de redes WLAN 802.11n son los costos y el rendimiento robusto. Tanto la tecnología MIMO así como los canales de ancho de banda más amplio serán requeridos para satisfacer fiablemente las demandas de resultados superiores. Al mismo tiempo las características nuevas de la capa MAC maximizarán la eficiencia del rendimiento.
- En el diseño de la red de acceso del WISP se ha propuesto utilizar equipos que puedan sin ningún problema ser actualizados mediante software al futuro estándar 802.11n cuando este se convierta definitivamente en un estándar, ya que en su estructura física cumplen con los requerimientos necesarios para poder aprovechar las características que esta nueva tecnología ofrecerá.
- En el diseño se tomó muy en cuenta la ubicación de la estación base, para lo cual se optó por un punto que cuente con línea de vista con clientes potenciales, ya que a pesar que 802.11n ofrece óptimo funcionamiento sin NLOS por la tecnología MIMO que utiliza esta demostrado que la transmisión y recepción de datos es mucho mas eficiente sin obstáculos que se opongan a la transferencia. Mencionando además que en el punto escogido hay disponible infraestructura física para el funcionamiento del Centro de operaciones de red desde donde se administrará y gestionará la red del ISP.
- Se realizó una propuesta de equipos finales para clientes con características diferentes, tanto para los que se encuentran dentro de un área de 2 Km como para los que se localizan fuera de este perímetro hasta 5 Km para tener una mayor cobertura de la zona.

- Con las simulaciones realizadas en SIRENET se constató que los equipos seleccionados para cubrir el área de 2K, donde se encuentran los clientes potenciales son óptimos, teniendo cobertura total en la zona y garantizando el servicio al usuario final. En el caso de las simulaciones con CPEs para un radio de 5Km no se puede obtener cobertura total en algunas zonas debido a que existen áreas con elevaciones que impiden la recepción de la señal con lo que se propone colocar repetidores.
- Los aspectos regulatorios dictados por el Estado Ecuatoriano a través de la CONATEL, imponen límites a los proyectos de Telecomunicaciones que deben cumplir con estrictos requisitos para la operación.
- Al realizar el estudio económico de proyecto haciendo el cálculo de los índices de medición de la viabilidad como son el PRI (Período de Recuperación Inicial), VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Taza Interna de Retorno) se puede concluir que este proyecto es rentable, logrando obtener una recuperación del capital en aproximadamente nueve meses y siete días.

## **7.2 Recomendaciones**

- Es importante tener un conocimiento claro de las ventajas que ofrecerá el nuevo estándar 802.11n ya que de esa forma resultará menos complicada la configuración de los equipos aprovechando así todas las ventajas de desempeño que este ofrece durante la operación en los sistemas inalámbricos.
- Es recomendable que los equipos operen dentro de los parámetros de emisión de potencia permitidos, para evitar problemas y sanciones por organismos de control del espectro electromagnético.
- Es necesario tomar muy en cuenta el costo de las tarifas de alquiler de las bandas de frecuencias no licenciadas respecto al número de estaciones de abonados en los sistemas multipunto pues las mismas representan un elevado costo y por lo tanto se debe realizar una adecuada estimación del número de abonados.

- Siendo este estudio una propuesta de un ISP con equipos nuevos en el mercado con características de funcionamiento nuevas debido a la tecnología 802.11n, se recomienda no olvidar realizar la homologación de los equipos. Estos deberán cumplir con especificaciones propias del reglamento de homologación y deberán ser revisadas periódicamente debido a su deterioro.



## **ANEXOS**

**ANEXO1**

**FORMATO DE ENCUESTAS**

**Sector Residencial:**

**No:** \_\_\_\_\_

**ENCUESTA SOBRE SERVICIO DE INTERNET EN EL AREA URBANA DE LA CIUDAD IBARRA**

**Sector de la residencia**

---

**1.- Dispone de Internet en su domicilio?**

**SI DISPONE** \_\_\_\_\_

a) Nombre del Proveedor con quien tiene contratado el servicio

\_\_\_\_\_

b) Como se conecta a Internet

<b>Tipo de conexión</b>	<b>Marque con una X</b>
Conexión telefónica	
Conexión Inalámbrica Móvil	
Banda Ancha ADSL	
Cable Modem	
Inalámbrica Fija	

c) Se encuentra satisfecho con la calidad de servicio?

SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_ Causas \_\_\_\_\_

d) Precio que paga por el servicio? \_\_\_\_\_

e) Accede a internet desde otro lugar que no sea su domicilio?

Lugar	Marque con una X
Desde el trabajo	
Locutorios	
Cybers	
Centro de estudios	
Ninguno	

f) Cuantas horas al mes utiliza Internet? \_\_\_\_\_

Horas	Marque con una X
1 a 5	
6 a 10	
11 a 20	
21 a 30	
31 o más	

**NO DISPONE** \_\_\_\_\_

g) Lugares de acceso a Internet?

Lugar	Marque con una X
Trabajo	
Cybers	
Locutorios	
Centro de estudios	
No utiliza internet	

h) Motivos por los que no contrata el servicio en su domicilio?

Alto costo \_\_\_\_\_

No hay necesidad \_\_\_\_\_

2.- Tiene conocimiento de la conexión a Internet sin cables (inalámbrico)?

SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

3.- Estaría interesado en contratar este nuevo servicio?

SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

4.- Que precio estaría dispuesto a pagar?

5.- Dispone de una computadora portátil?

**Sector Comercial:**

**No** \_\_\_\_\_

**ENCUESTA SOBRE SERVICIO DE INTERNET EN EL AREA URBANA DE LA CIUDAD IBARRA**

**Nombre del local comercial** \_\_\_\_\_

**1.- Dispone de Internet en su local comercial?**

**SI DISPONE** \_\_\_\_\_

a) Nombre del Proveedor con quien tiene contratado el servicio

\_\_\_\_\_

b) Como se conecta a Internet

<b>Tipo de conexión</b>	<b>Marque con una X</b>
Conexión telefónica	
Conexión Inalámbrica Móvil	
Banda Ancha ADSL	
Cable Modem	
Conexión Inalámbrica Fija	

c) Se encuentra satisfecho con la calidad de servicio?

SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_ Causas \_\_\_\_\_

d) Precio que paga por el servicio?

e) Que ancho de banda tiene y que ancho de banda requiere para el acceso a Internet?

	<b>Kbps</b>
Tiene	
Requiere	

**NO DISPONE** \_\_\_\_\_

f) Motivos por los que no contrata el servicio en su local comercial?

Alto costo \_\_\_\_\_

No hay necesidad \_\_\_\_\_

2.- Tiene conocimiento de la conexión a Internet sin cables (inalámbrico)?

SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

3.- Estaría interesado en contratar este nuevo servicio?

SI \_\_\_\_\_

NO \_\_\_\_\_

4.- Que precio estaría dispuesto a pagar?

5.- Dispone de una computadora portátil?

## **ANEXOS 2**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS WI-FI**

## LOBO 924 H

Lobo 924H : 130Mbps/190km multi-purpose wireless networking server with three transmitters									
1-100mW	1-400mW	600-XmW	1Radio	2Radio	3Radio	4Radio	6Radio	2CB	4CB
8CB	HDuplex	FDuplex	5km	30km	50km	90km	150km	17Mbps	30Mbps
35Mbps	50Mbps	100Mbps	150Mbps	200Mbps	300Mbps	400Mbps	LR	900MHz	2.0GHz
2.1GHz	2.2GHz	2.3GHz	2.4GHz	2.5GHz	2.6GHz	2.7GHz	2.8GHz	2.9GHz	5.0GHz
5.1GHz	5.2GHz	5.3GHz	5.4GHz	5.5GHz	5.6GHz	5.7GHz	5.8GHz	5.9GHz	5MHzC
10MHzC	20MHzC	40MHzC	80MHzC	160MHzC	NSF	DFS	802.11a	802.11b	802.11g

The Lobo 924H is a multi-purpose wireless networking server with all the high end features that professional production deployments need. The Lobo 924H is based on a triple standard output radio that combined with its extraordinary receive sensibility, that ranges from -105.0dBi to -71.0dBi, makes solid long distance high speed wireless links possible.

The bonding features of the Lobo 924H give also an important added performance, the Lobo can bond six simultaneous wireless channels into a single transparent link which is in fact like having the speed of six links in a single device, giving an effective channel width for data of 120MHz instead of the industry standard of 20MHz

The Lobo 924H is a full duplex system that enables even higher performance on long distance links where adding lows fade margin connections has an important impact. Full duplex also has also advantages on certain type of applications.

Its proprietary Linux based operating system and graphic and dual graphic/console interface enables network administrators to control each and every aspect of the network performance and quality of services, from connection priorities to bandwidth control.

With the Lobo 924H users can deploy the safest networks available with its advanced encryption algorithms and its wide range of VPN tunneling protocols, including IPSec server and client. Naturally, standard and advanced 802 encrptions like WEP, WPA and WPA are also available. The Lobo 924H also incorporates an unique extra security feature, it can stablish wireless links at non standard frequencies, for example, a standard 802.11a system connects in frequencies 5200Hz, 5220Hz,...., instead it can connect at intermediate non-standard frequencies like 5205, 5210, 5215,... using intermediate frequencies our network becomes invisible to standard wireless equipment.

The Lobo 924H comes fitted in the new Lobometrics HD AlMgSi alloy enclosure, a watertight casing capable of an unequalled level of heat dissipation, that in combination with its industrial grade electronics ensures a fault free continuous full speed operation in any outdoor environment..The enclosure provides three industry standard N-Female connectors for plugging external antennas

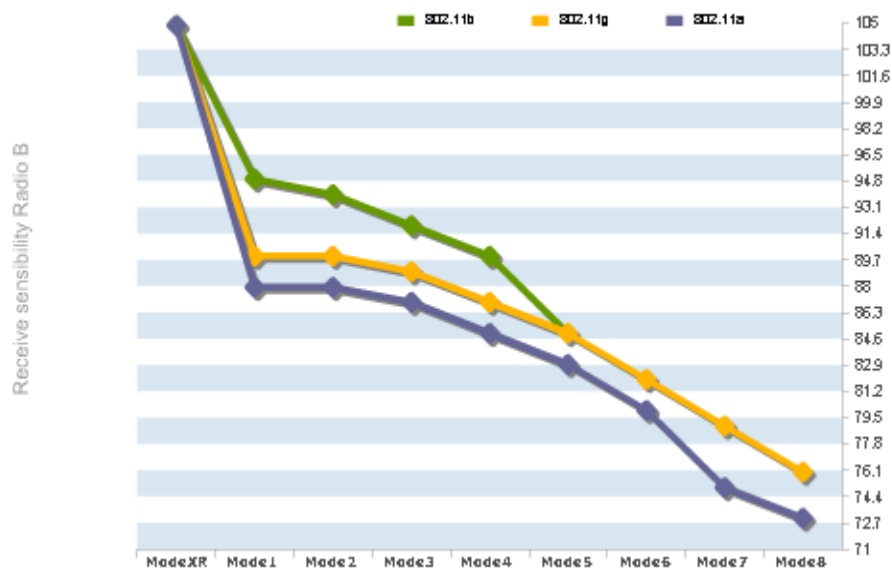
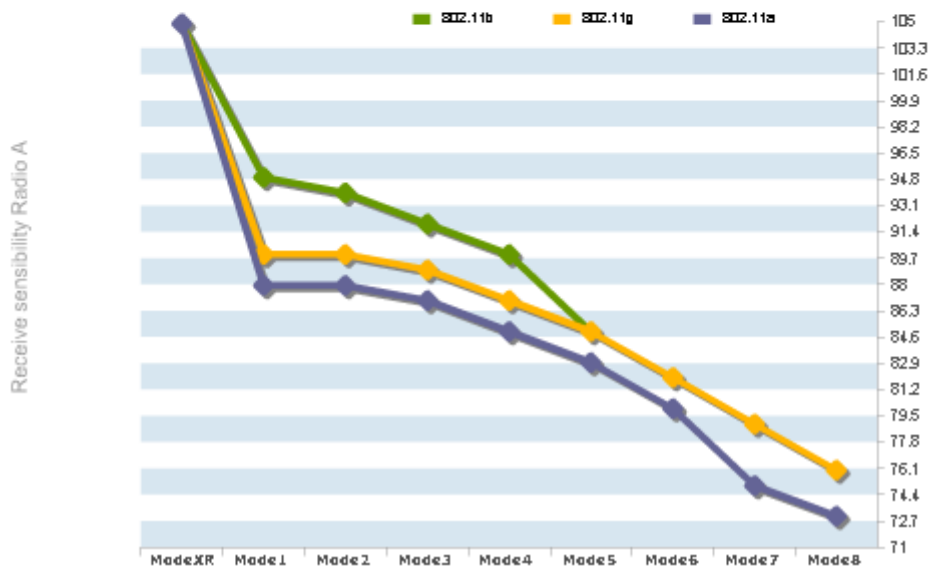
The Lobo 924H also includes some exclusive features like redundancy (if one main link fails it can be configured to automatically connect to a backup link), programable static routes (having several default gateways and sending data to one or the other based on user defined rules), special WDS modes that avoid standard WDS transparent links speed loss due to retransmission, OSPF, STP, internal backups, automatic restores in case of sabotage so the network and the control of the device can be restored after unauthorised manipulation, system configuracion replication for big deployments, automatic link optimization, hot spot services,...

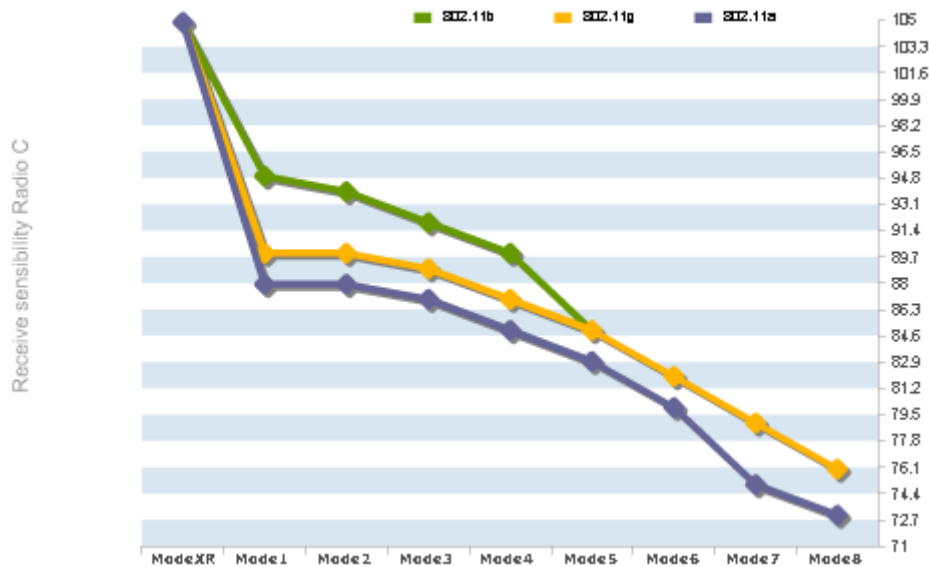




- Tri radio 802.11a/b/g system
  - Radio #1 : from 2.412MHz to 2.482MHz
  - Radio #1 : from 4.920MHz to 6.100MHz
  - Radio #2 : from 2.412MHz to 2.482MHz
  - Radio #2 : from 4.920MHz to 6.100MHz
  - Radio #3 : from 2.412MHz to 2.482MHz
  - Radio #3 : from 4.920MHz to 6.100MHz
- Output power :
  - Max. Radio #1 : 18dB (63mW) at antenna connector
  - Max. Radio #2 : 18dB (63mW) at antenna connector
  - Max. Radio #3 : 18dB (63mW) at antenna connector
- Receive sensibility :
  - Max. : -105dBi at antenna connector on each radio
- CPU :
  - Single CPU
  - 1 x IBM RISC at 335 MHz with network coprocessor
- Casing :
  - High dissipation watertight outdoor AlMgSi Alloy
- Integrated antenna :
  - No
- Antenna connectors:
  - Three N-Female
- LAN Interface :
  - 1 x 10/100 Auto-MDIX
  - 3 x 10/100 Auto-MDIX (with multiport option)
- Data connectors :
  - Professional Outdoor IP67 8-Pin DB8 barrel
- Power :
  - Power over Ethernet (PoE) (Included)
  - 24VDC-110/220VAC Power adaptor (included)
  - Accepts power adaptors from 14VDC to 28VDC
  - Power consumption (Typical): 5,475W
  - Power consumption (Max.): 8,257W
  - Max. Data/PoE cable length 100m

- Performance :  
Wireless link throughput of 130Mbps  
Speed tested in a 10km LOS link
- Directional coverage (between equals) :  
Physical link : over 190km  
At low speed : over 190km  
At medium speed : over 190km  
At high speed : over 190km
- 120° sector beam coverage (between equals) :  
Physical link : over 100km  
At low speed : over 30km  
At medium speed : over 20km  
At maximum speed : over 10km
- 360° omnidirectional coverage (between equals) :  
Physical link : over 50km  
At low speed : over 10km  
At medium speed : over 10km  
At maximum speed : over 5km





## Product overview

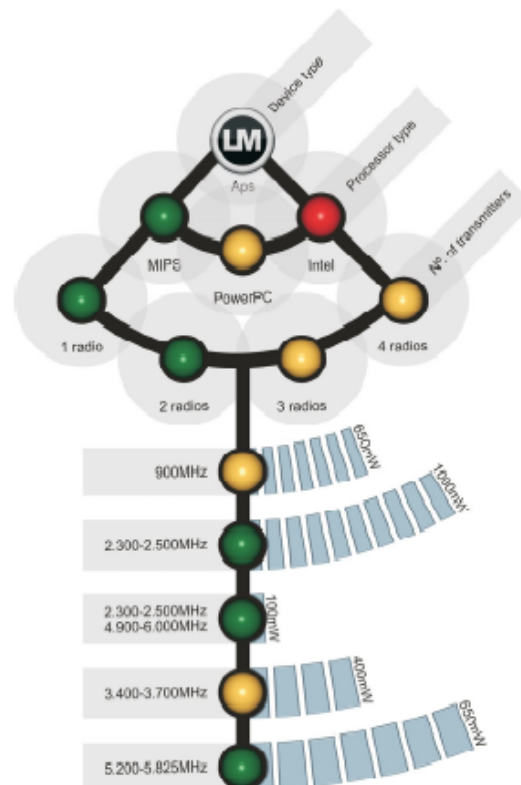
Lobometrics is exclusively focused on wireless networking equipment, which is divided in two different segments of products, on one hand was Lobometrics calls Wireless Servers, which are devices designed to be implemented as the core of wireless networks, delivering, regulating and securing traffic, and, on the other, CPE devices designed to be deployed in high volumes at customer premises by telcos.

On the wireless servers side, Lobometrics devices can be distinguished by the networking load it can support, the maximum speed of the connections and the radio bands used on those connections.

Key in the network load capabilities is the systems main CPU, Lobometrics systems are equipped with three ranges of CPU, starting with the low load MIPS cores, then the middle load PowerPC cores, and finally, the heavy load systems based on the last generation of Intel cores, so product range expands from single high sensibility low power radio systems paired with low load CPUs to devices with multi-high-power-radios (up to 4) paired with heavy load CPUs. Each device with output powers of up to 1W and amazing receive sensibilities of up to -105dB.

Apart from hardware, Lobo advanced carrier-grade OS is standard on all systems. Lobo advanced OS has, by far, the most advanced set of features ever seen on a wireless device, this is why, more than the traditional "Access Point" term, Lobometrics has coined the "Wireless server" term. Lobometrics OS includes full telco level routing OS, including clustering of devices for high availability, high bandwidth capability with the possibility of applying load balancing and bandwidth bonding. Also QoS has been carefully developed, Lobometrics systems have the best and most advanced bandwidth management and quality assurance features available in any wireless device on the market.

On outdoor devices, all hardware and software possibilities may add up to nothing if the system is not built to withstand long term deployments in the most harsh environments. Also in this Lobometrics is unique. All Lobometrics Wireless Servers share a high quality outdoor alloy platform cemented on an ultra-durable, corrosion resistant AlMgSi structure, covered by a layer of anticorrosion treatment, as well as three layers of a blend of synthetic rubber with silicon crystals on all areas with joints. All Lobometrics devices are also equipped with special outdoor barrel data connectors enabling its waterproof IP67 certification. Lobometrics devices are also the wireless systems available with most optimized thermodynamics, its frame was fully designed to achieve an extreme level of heat dissipation that added to its working temperatures of -30°C to +70°C makes of Lobometrics the best devices for continuous outdoor operation.



## Software details

### The O.S.

Lobometrics wireless devices are equipped with the most advanced OS available in its category. Some of its features are:

#### Powerful QoS and Bandwidth Control

Bandwidth Control is a set of mechanisms that control data rate allocation, delay variability, timely delivery, and delivery reliability. The Lobometrics OS supports the following queuing disciplines:

- PFIFO - Packets First-In First-Out
- BFIFO - Bytes First-In First-Out
- SFQ - Stochastic Fairness Queuing
- RED - Random Early Detect
- PCQ - Per Connection Queue
- HTB - Hierarchical Token Bucket

Quality of Service (QoS) means that the router should prioritize and shape network traffic. QoS is not so much about limiting, it is more about providing quality. Below are listed the some features of Lobometrics OS Bandwidth Control mechanism:

- limit data rate for certain IP addresses, subnets, protocols, ports, and other parameters
- limit peer-to-peer traffic
- prioritize some packet flows over others
- use queue bursts for faster WEB browsing
- apply queues on fixed time intervals
- share available traffic among users equally, or depending on the load of the channel

#### Stateful firewall

The firewall implements packet filtering and thereby provides security functions that are used to manage data flow to, from and through the router. Along with the Network Address Translation it serve as a tool for preventing unauthorized access to directly attached networks and the router itself as well as a filter for outgoing traffic.

#### IP Address Lists

Firewall address lists allow user to create lists of IP addresses grouped together. Firewall filter, mangle and NAT facilities can use address lists to match packets against them. The address list records could be updated dynamically.

#### RIP

Lobometrics OS implements RIP Version 1 (RFC1058) and Version 2 (RFC 2453). RIP enables routers in an autonomous system to exchange routing information. It always uses the best path (the path with the fewest number of hops (i.e. routers)) available.

#### VRRP

Virtual Router Redundancy Protocol (VRRP) implementation in the Lobometrics OS is RFC2338 compliant. VRRP protocol is used to ensure constant access to some resources. Two or more routers (referred as VRRP Routers in this context) create a highly available cluster (also referred as Virtual routers) with dynamic fail over. Each router can participate in not more than 255 virtual routers per interface. Many modern routers support this protocol. Network setups with VRRP clusters provide high availability for routers without using clumsy ping-based scripts.

#### Mangle

The mangle facility allows to mark IP packets with special marks. These marks are used by various other router facilities to identify the



#### OSPF

Lobometrics OS implements OSPF Version 2 (RFC 2328). The OSPF protocol is the link-state protocol that takes care of the routes in the dynamic network structure that can employ different paths to its subnetworks. It always chooses shortest path to the subnetwork first.

#### BGP

The Border Gateway Protocol (BGP) allows setting up an interdomain dynamic routing system that automatically updates routing tables of devices running BGP in case of network topology changes. Lobometrics OS supports BGP Version 4, as defined in RFC1771.

#### STP

Network loops may emerge (intentionally or not) in complex topologies. Without any special treatment, loops would prevent network from functioning normally, as they would lead to avalanche-like packet multiplication. Each bridge runs an algorithm which calculates how the loop can be prevented. STP allows bridges to communicate with each other, so they can negotiate a loop free topology. All other alternative connections that would otherwise form loops, are put to standby, so that should the main connection fail, another connection could take its place. This algorithm exchange configuration messages (BPDU - Bridge Protocol Data Unit) periodically, so that all bridges would be updated with the newest information about changes in network topology. STP selects root bridge which is responsible for network reconfiguration, such as blocking and opening ports of the other bridges.

packets. Additionally, the mangle facility is used to modify some fields in the IP header, like TOS (DSCP) and TTL fields. Mangle is a kind of "marker" that marks packets for future processing with special marks. Many other facilities in RouterOS make use of these marks, e.g. queue trees and NAT. They identify a packet based on its mark and process it accordingly. The mangle marks exist only within the router, they are not transmitted across the network.

#### NAT

Network Address Translation (NAT) is a router facility that replaces source and (or) destination IP addresses of the IP packet as it pass through the router. It is most commonly used to enable multiple host on a private network to access the Internet using a single public IP address.

## LOBO MIURA BASIC

Lobo Miura Basic :

17Mbps/5km wireless network client (customer premise device) with one transmitter

1-100mW	1-400mW	600-XmW	1Radio	2Radio	3Radio	4Radio	6Radio	2CB	4CB
8CB	HDuplex	FDuplex	5km	30km	50km	90km	150km	17Mbps	30Mbps
35Mbps	50Mbps	100Mbps	150Mbps	200Mbps	300Mbps	400Mbps	LR	900MHz	2.0GHz
2.1GHz	2.2GHz	2.3GHz	2.4GHz	2.5GHz	2.6GHz	2.7GHz	2.8GHz	2.9GHz	5.0GHz
5.1GHz	5.2GHz	5.3GHz	5.4GHz	5.5GHz	5.6GHz	5.7GHz	5.8GHz	5.9GHz	5MHzC
10MHzC	20MHzC	40MHzC	80MHzC	160MHzC	NSF	DFS	802.11a	802.11b	802.11g

The Lobo Miura Basic is a wireless network client (customer premise device) with all the high end features that professional production deployments need. The Lobo Miura Basic is based on a single standard output radio that combined with its extraordinary receive sensibility, that ranges from -80.0dBi to -65.0dBi, makes solid long distance high speed wireless links possible.

Its proprietary Linux based operating system and graphic and dual graphic/console interface enables network administrators to control each and every aspect of the network performance and quality of services, from connection priorities to bandwidth control.

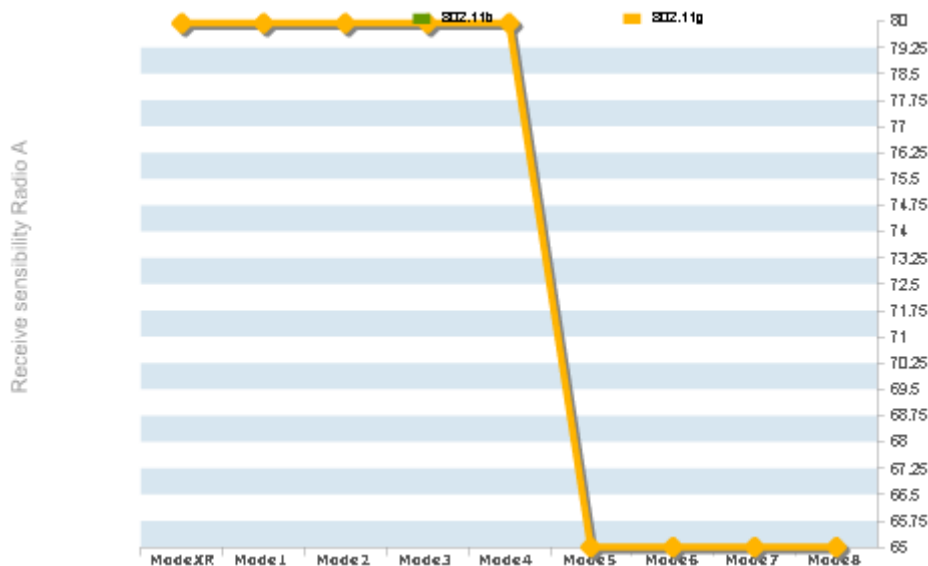
With the Lobo Miura Basic users can deploy the safest networks available with its advanced encryption algorithms. Naturally, standard and advanced 802 encryptions like WEP, WPA and WPA are also available.

The Lobo Miura Basic comes in light and compact outdoor IP67 (water and dust resistant) synthetic casing that integrates a directional 17dBi antenna operating in the 2.4GHz band.

The Lobo Miura Basic is an extremely cost efficient device with all the features needed in basic deployments.



- Single radio 802.11b/g system  
Radio #1 : from 2.412MHz to 2.482MHz
- Output power :  
Max. Radio #1 : 17dB (50mW) at antenna connector
- Receive sensibility :  
Max. : -80dBi at antenna connector on each radio
- CPU :  
Single CPU  
1 x MIPS RISC32 at 200 MHz
- Casing :  
Light synthetic outdoor IP67
- Integrated antenna :  
Yes (17dBi)
- Antenna connectors:  
Cero N-Female
- LAN Interface :  
1 x 10/100
- Data connectors :  
Outdoor IP67 RJ45
- Power :  
Power over Ethernet (PoE) (included)  
12VDC-110/220VAC Power adaptor (included)  
Only accepts 12VDC power adaptors  
Power consumption (Typical): n/a  
Power consumption (Max.): n/a  
Max. Data/PoE cable length 100m
- Performance :  
Wireless link throughput of 17Mbps  
Speed tested in a 5km LOS link
- Directional coverage (integrated antenna) (between equals) :  
Physical link : over 5km  
At low speed : over 5km  
At medium speed : over 5km  
At high speed : over 5km
- 120° sector beam coverage (between equals) :  
Physical link : n/a  
At low speed : n/a  
At medium speed : n/a  
At maximum speed : n/a
- 360° omnidirectional coverage (between equals) :  
Physical link : n/a  
At low speed : n/a  
At medium speed : n/a  
At maximum speed : n/a





## ANTENA HYPERGAIN HG2415-PRO

### HyperGain® HG2415U-PRO 2.4 GHz Professional 15 dBi Omnidirectional Antenna

#### Professional Performance

The HyperGain® HG2415U-PRO is a high gain omnidirectional base station antenna designed and optimized for the 2.4 GHz ISM band. This antenna is ideally suited for IEEE 802.11b/g wireless LANs, Bluetooth and other multipoint applications where long range and wide coverage is desired.

This antenna features an integral N-Female connector. The mounting system consists of a pair of steel brackets and 2.7 inch U-bolts, allowing installation on masts up to 2.0 inches in diameter.

#### Electrical Specifications

Model	HG2415U-PRO
Frequency	2400-2500 MHz
Gain	15 dBi
Polarization	Vertical
Vertical Beam Width	8°
Horizontal Beam Width	360°
Impedance	50 Ohm
Max. Input Power	100 Watts
VSWR	< 1.5:1 avg.
Weight	3.3 lbs (1.5kg)
Length	40.5 in. (1.03m)
Radome Material	Gray Fiberglass
Mounting	2.0" diameter mast max.
Wind Survival	up to 150 MPH
Operating Temperature	-45° C to +80° C
Connector	Integral N-Female



### **ANEXOS 3**

#### **FLUJOS DE CAJA MENSUAL DEL WISP**



Mes	N usuarios	Costo servicio	Ingresos Total: Costo servicio + Instalacion	Pago contrato Andinadatos	Inversiones	Costos Operativos y Mantenimiento	Gastos totales	Flujo de caja
0	0	35	0	0	76.342,20	0	76.342,20	-76.342,20
1	19	35	1805	550	0	4.842,00	5.392,00	-3.587,00
2	38	35	3610	550	0	4.842,00	5.392,00	-1.782,00
3	57	35	5415	550	0	4.842,00	5.392,00	23,00
4	76	35	7220	550	0	4.842,00	5.392,00	1.828,00
5	95	35	9025	550	0	4.842,00	5.392,00	3.633,00
6	114	35	10830	550	0	4.842,00	5.392,00	5.438,00
7	133	35	12635	550	0	4.842,00	5.392,00	7.243,00
8	152	35	14440	550	0	4.842,00	5.392,00	9.048,00
9	171	35	16245	550	0	4.842,00	5.392,00	10.853,00
10	190	35	18050	550	0	4.842,00	5.392,00	12.658,00
11	209	35	19855	550	0	4.842,00	5.392,00	14.463,00
12	233	35	22135	550	0	4.842,00	5.392,00	16.743,00

**AÑO 1**                      **218,80**

Mes	N usuarios	Costo servicio	Ingresos Total: Costo servicio + Instalacion	Pago contrato Andinadatos	Inversiones	Costos Operativos y Mantenimiento	Gastos totales	Flujo de caja
13	237	31,5	7705,5	800	10.931,90	4.987,26	16.719,16	-9.013,66
14	241	31,5	7831,5	800	0,00	4.987,26	5.787,26	2.044,24
15	245	31,5	7957,5	800	0,00	4.987,26	5.787,26	2.170,24
16	249	31,5	8083,5	800	0,00	4.987,26	5.787,26	2.296,24
17	253	31,5	8209,5	800	0,00	4.987,26	5.787,26	2.422,24
18	257	31,5	8335,5	800	0,00	4.987,26	5.787,26	2.548,24
19	261	31,5	8461,5	800	0,00	4.987,26	5.787,26	2.674,24
20	265	31,5	8587,5	800	0,00	4.987,26	5.787,26	2.800,24
21	269	31,5	8713,5	800	0,00	4.987,26	5.787,26	2.926,24
22	273	31,5	8839,5	800	0,00	4.987,26	5.787,26	3.052,24
23	277	31,5	8965,5	800	0,00	4.987,26	5.787,26	3.178,24
24	282	31,5	9123	800	0,00	4.987,26	5.787,26	3.335,74
							<b>AÑO 2</b>	<b>20.434,48</b>

Mes	N usuarios	Costo servicio	Ingresos Total: Costo servicio + Instalacion	Pago contrato Andinadatos	Inversiones	Costos Operativos y Mantenimiento	Gastos totales	Flujo de caja
25	284	28	8072	1.100	6.056,68	5.136,88	12.293,56	-4.221,56
26	286	28	8128	1.100	0,00	5.136,88	6.236,88	1.891,12
27	288	28	8184	1.100	0,00	5.136,88	6.236,88	1.947,12
28	290	28	8240	1.100	0,00	5.136,88	6.236,88	2.003,12
29	292	28	8296	1.100	0,00	5.136,88	6.236,88	2.059,12
30	294	28	8352	1.100	0,00	5.136,88	6.236,88	2.115,12
31	296	28	8408	1.100	0,00	5.136,88	6.236,88	2.171,12
32	298	28	8464	1.100	0,00	5.136,88	6.236,88	2.227,12
33	300	28	8520	1.100	0,00	5.136,88	6.236,88	2.283,12
34	302	28	8576	1.100	0,00	5.136,88	6.236,88	2.339,12
35	304	28	8632	1.100	0,00	5.136,88	6.236,88	2.395,12
36	310	28	9040	1.100	0,00	5.136,88	6.236,88	2.803,12
							<b>AÑO 3</b>	<b>20.012,76</b>

Mes	N usuarios	Costo servicio	Ingresos Total: Costo servicio + Instalacion	Pago contrato Andinadatos	Inversiones	Costos Operativos y Mantenimiento	Gastos totales	Flujo de caja
37	312	24,5	7764	1.300	6.704	5.291,68	13.296	-5.532
38	314	24,5	7813	1.300	0	5.291,68	6.592	1.221
39	316	24,5	7862	1.300	0	5.291,68	6.592	1.270
40	318	24,5	7911	1.300	0	5.291,68	6.592	1.319
41	320	24,5	7960	1.300	0	5.291,68	6.592	1.368
42	322	24,5	8009	1.300	0	5.291,68	6.592	1.417
43	324	24,5	8058	1.300	0	5.291,68	6.592	1.466
44	326	24,5	8107	1.300	0	5.291,68	6.592	1.515
45	328	24,5	8156	1.300	0	5.291,68	6.592	1.564
46	330	24,5	8205	1.300	0	5.291,68	6.592	1.613
47	332	24,5	8254	1.300	0	5.291,68	6.592	1.662
48	342	24,5	8979	1.300	0	5.291,68	6.592	2.387
							<b>AÑO 4</b>	<b>11.274</b>

Mes	N usuarios	Costo servicio	Ingresos Total: Costo servicio + Instalacion	Pago contrato Andinadatos	Inversiones	Costos Operativos y Mantenimiento	Gastos totales	Flujo de caja
49	344	21	7344	1.500	6.908,80	5.450,43	13.859	-6.515
50	346	21	7386	1.500	0	5.450,43	6.950	436
51	348	21	7428	1.500	0	5.450,43	6.950	478
52	350	21	7470	1.500	0	5.450,43	6.950	520
53	352	21	7512	1.500	0	5.450,43	6.950	562
54	354	21	7554	1.500	0	5.450,43	6.950	604
55	356	21	7596	1.500	0	5.450,43	6.950	646
56	358	21	7638	1.500	0	5.450,43	6.950	688
57	360	21	7680	1.500	0	5.450,43	6.950	730
58	362	21	7722	1.500	0	5.450,43	6.950	772
59	364	21	7764	1.500	0	5.450,43	6.950	814
60	376	21	8616	1.500	0	5.450,43	6.950	1.666

ANO 5

1.396

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Introducción a Wi-Fi (802.11 o WiFi), <http://es.kioskea.net/contents/wifi/wifiintro.php3>, 15 de junio 2008.
- [2] Escobar, Alberto, Estándares en Tecnologías Inalámbricas, [http://www.it46.se/downloads/courses/wireless/es/02\\_Estandares/02\\_es\\_estandares-inalambricos\\_guia\\_v01.pdf](http://www.it46.se/downloads/courses/wireless/es/02_Estandares/02_es_estandares-inalambricos_guia_v01.pdf), julio 2007, 20 de junio 2008.
- [3] Corrección de errores adelantada, <http://es.wikipedia.org/wiki/FEC>, 25 de junio 2008.
- [4] López, Francisco, El estándar 802.11 Wireless LAN, <http://greco.dit.upm.es/~david/TAR/trabajos2002/08-802.11-Francisco-Lopez-Ortiz-es.pdf>, 24 de junio 2008.
- [5] Gast, Mattheu, Introducción IEEE 802.11n, <http://oreilly.com/catalog/802dot112/chapter/ch15.pdf>, 5 de julio 2008.
- [6] Leutert, Rolf, Analysing WLAN 802.11n MIMO with AirPcap N, [http://www.cacotech.com/SHARKFEST.08/D05\\_Leutert\\_Analysing%20802.11n%20MIMO.pdf](http://www.cacotech.com/SHARKFEST.08/D05_Leutert_Analysing%20802.11n%20MIMO.pdf), marzo 31- abril 2 de 2008, 10 julio 2008.
- [7] The Next Generation of Wireless Performance, [http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/wireless/ps5678/ps6973/ps8382/prod\\_white\\_paper0900aecd806b8ce7.pdf](http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/wireless/ps5678/ps6973/ps8382/prod_white_paper0900aecd806b8ce7.pdf), 2007, 13 julio 2008.

[8] James, Wilson, Surge la próxima generación de redes inalámbricas con el 802.11n, <http://www.intel.com/espanol/technology/magazine/archive/2004/aug/wi08041.pdf>, 16 de julio 2008

[9] MIMO, <http://es.wikipedia.org/wiki/MIMO>, 19 de julio 2008.

[10] Red de Acceso OFDM, [http://neutron.ing.ucv.ve/comunicaciones/Asignaturas/DifusionMultimedia/Tareas%20004-3/tecn\\_red\\_acceso\\_OFDM.doc](http://neutron.ing.ucv.ve/comunicaciones/Asignaturas/DifusionMultimedia/Tareas%20004-3/tecn_red_acceso_OFDM.doc), 20 de julio 2008.

[11] Guidera, Daniel, Testing 802.11n, <http://www.tnworld.com/contents/pdf/6428547.pdf>, abril 2007, 26 de julio 2008

[12] Dionysios, Skordoulis, Analysis of Concatenation and Packing Mechanisms in IEEE 802.11n, <http://www.internetmania.co.uk/pdf/PGNET-2007-077-Brunel.pdf>, 2007, 30 julio 2008.

[13] 802.11n Signal Structure, [http://wireless.agilent.com/wireless/helpfiles/n7617b/mimo\\_ofdm\\_signal\\_structure.htm](http://wireless.agilent.com/wireless/helpfiles/n7617b/mimo_ofdm_signal_structure.htm), 3 de agosto 2008.

[14] Wi-Fi Alliance, 802.11n draft 2.0, [http://www.wi-fi.org/files/kc/WFA\\_802\\_11n\\_Industry\\_June07.pdf](http://www.wi-fi.org/files/kc/WFA_802_11n_Industry_June07.pdf), 2007, 8 de agosto 2008

[15] La World Wide Web- Historia, [http://es.encarta.msn.com/encyclopedia\\_961521335\\_2/Internet.html](http://es.encarta.msn.com/encyclopedia_961521335_2/Internet.html), 11 de agosto 2008.

[16] Internet-Servicios, <http://www.monografias.com/trabajos55/sobre-internet/sobre-internet.shtml>, 11 de agosto 2008.

[17] Backbone, <http://es.wikipedia.org/wiki/Backbone>, 12 de agosto 2008.

- [18] Cómo viaja la información en internet, <http://www.ctv.es/areas/comofunciona/conexion/2.htm>, 1998, 12 de agosto 2008.
- [19] Internet World Stats- Usage and populations statistics, <http://www.internetworldstats.com/>, 2007, 12 de agosto 2008.
- [20] Estadísticas e indicadores- Acceso a Internet, <http://www.supertel.gov.ec/>, marzo 2008, 12 de agosto 2008.
- [21] Estadísticas de Valor Agregado, [http://www.conatel.gov.ec/site\\_conatel/](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/), 13 de agosto 2008.
- [22] Network operations center, [http://en.wikipedia.org/wiki/Network\\_operations\\_center](http://en.wikipedia.org/wiki/Network_operations_center), 16 de agosto 2008.
- [23] Redes LAN Inalámbricas (Wireless LAN), [http://www.cybercom-cw.com.ar/pdf/Cybercom\\_WLAN\\_Paper.PDF](http://www.cybercom-cw.com.ar/pdf/Cybercom_WLAN_Paper.PDF), 17 de agosto 2008.
- [24] Como funciona un ISP, [http://autogestion.ciudad.com.ar/ciudad/descargas/manuales/Manual\\_Funcionamiento\\_ISP.pdf](http://autogestion.ciudad.com.ar/ciudad/descargas/manuales/Manual_Funcionamiento_ISP.pdf), 17 de agosto 2008.
- [25] *Autenticación, Autorización y Contabilización*, <http://www.tech-faq.com/lang/es/aaaauthentication-authorization-accounting.shtml>, 18 de agosto 2008.
- [26] Cordero, Ximena, Estructura institucional de los entes reguladores de las telecomunicaciones en el Ecuador y otros países, <http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/749/4/T10510CAP3.pdf>, 20 de agosto 2008.
- [27] Regulación de servicios, [http://www.conatel.gov.ec/site\\_conatel/](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/), 21 agosto 2008.



- [28] Datos informativos Ibarra, [http://www.municipiodeibarra.org/siteimi08/index.php?option=com\\_content&task=view&id=40&Itemid=85](http://www.municipiodeibarra.org/siteimi08/index.php?option=com_content&task=view&id=40&Itemid=85), 30 de agosto 2008.
- [29] Instituto Nacional de Estadística y Censos, [http://www.inec.gov.ec/c/document\\_library/get\\_file?folderId=295155&name=DLFE-13333.pdf](http://www.inec.gov.ec/c/document_library/get_file?folderId=295155&name=DLFE-13333.pdf), 30 de agosto 2008.
- [30] Segmentación de Mercados y posicionamiento, <http://www.monografias.com/trabajos13/segmenty/segmenty.shtml>, 31 de agosto 2008.
- [31] Fuentes de información para la investigación, <http://html.rincondelvago.com/fuentes-de-informacion-para-la-investigacion.html>, 1 de septiembre 2008.
- [32] Torres, Mariela, Tamaño de una muestra para una investigación de mercado, [http://ingenieria.url.edu.gt/boletin/URL\\_02\\_BAS02.pdf](http://ingenieria.url.edu.gt/boletin/URL_02_BAS02.pdf), 1 de septiembre 2008.
- [33] Seminario de mercadotecnia, <http://www.maestriaenadministracion.uson.mx/Maestros/ggaxiola/Archivos%2007/Seminario%20de%20Mercadotecnia%20UNISON%202007-%202002.ppt>, 3 de septiembre 2008.
- [34] ALMEIDA MOLINA Martha Cecilia– BEDON ZEA Nelson Efraín, Diseño de una Red de Telecomunicaciones para brindar Teleservicios en las Zonas Metropolitana y Valles de la Ciudad de Quito en el convenio CTT-ESPE-CECAI – SKYLINK., Escuela Politécnica del Ejército 2007.
- [35] Márquez, Fidel, Autonomías y Análisis FODA, <http://www.uees.edu.ec/investigacion/cuaderno4/tema5.PDF>, 3 de Octubre 2008.
- [36] [1] Dirección de Turismo- Municipio de Ibarra, <http://www.ibarraturismo.com/datos.php>, 5 de octubre 2008.
- [37] Productos, <http://www.lobometrics.com/>, 16 de octubre 2008.
- [38] Bandas de Frecuencia, <http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/532/8/T10464CAP2.pdf>, 13 de octubre 2008.

[39] Regulación de Servicios- Sistemas de modulación digital de banda ancha, <http://www.conatel.gov.ec/>, 13 de octubre 2008.

[40] Intelia Consultores S.L., SIRENET Versión 3.0 Manual Español, 2007.

[41] Potencia umbral, <http://www.eie.fceia.unr.edu.ar/ftp/Radioenlaces/1511.pdf>, 15 de octubre 2008.

[42] Definición de MTBF y MTTR, <http://www.industrialtijuana.com/pdf/B-4.pdf>, 15 de octubre 2008.

[43] Cálculo de la tarifa por uso de frecuencias, [http://www.conatel.gov.ec/site\\_conatel/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=1347&Itemid=](http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=1347&Itemid=), 10 de noviembre 2008.

[44] *TIR*, <http://www.econlink.com.ar/economia/criterios/tirvan.shtml>, 12 Abril 2009

[45] Capitulo VII: Análisis económico, financiero y evaluación del proyecto, [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/siguas\\_ss/CAP7.PDF](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/siguas_ss/CAP7.PDF), 14/Abril/2009.

## **FECHA DE ENTREGA**

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

Sangolquí: a \_\_\_\_\_ del 2009.

## **ELABORADO POR:**

---

LOURDES CONSUELO RUIZ RUANO  
100258500-6

## **AUTORIDADES:**

---

Ing. GONZALO OLMEDO  
COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA Y  
TELECOMUNICACIONES

---

Dr. JORGE CARVAJAL  
SECRETARIO ACADEMICO DEL DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA