



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS,**  
**ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y**  
**COMUNICACIONES**

**Seminario de Graduación**

**“Sistemas y de Redes de Comunicación, Administración de Redes y  
Normativas de Calidad”**

**TEMA:**

---

**“RED INALÁMBRICA DE BANDA ANCHA (WI-MAX) PARA  
SERVICIOS DE VALOR AGREGADO EN EL HOSPITAL Y LOS  
SUBCENTROS DE SALUD DEL CANTÓN SALCEDO”**

---

**PROYECTO DE TRABAJO DE GRADUACIÓN MODALIDAD: SEMINARIO DE GRADUACIÓN**

**AUTOR: Claudia Lorena Mena Carrasco**

**TUTOR: Ing. Geovanni Brito**

**AMBATO – ECUADOR**

**ABRIL - 2011**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación, nombrado por el H. Consejo Superior de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato:

### **CERTIFICO:**

Que el trabajo de investigación: **“RED INALÁMBRICA DE BANDA ANCHA (WI-MAX) PARA SERVICIOS DE VALOR AGREGADO EN EL HOSPITAL Y LOS SUBCENTROS DE SALUD DEL CANTÓN SALCEDO”**, presentado por la Srta. Claudia Lorena Mena Carrasco, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Abril 2011

**EL TUTOR**

---

Ing. Giovanni Brito

## AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: **“RED INALÁMBRICA DE BANDA ANCHA (WI-MAX) PARA SERVICIOS DE VALOR AGREGADO EN EL HOSPITAL Y LOS SUBCENTROS DE SALUD DEL CANTÓN SALCEDO”**. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Abril 2011

---

Claudia Lorena Mena Carrasco  
C.I. 180401746-3

## APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Julio Cují y Ing. Luis Pomaquero, revisaron y aprobaron el Informe Final del trabajo de graduación titulado **“RED INALÁMBRICA DE BANDA ANCHA (WI-MAX) PARA SERVICIOS DE VALOR AGREGADO EN EL HOSPITAL Y LOS SUBCENTROS DE SALUD DEL CANTÓN SALCEDO”**, presentado por el señorita Claudia Lorena Mena Carrasco de acuerdo al Art. 18 del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

-----  
Ing. Oswaldo Paredes Ochoa, M.Sc.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

-----  
Ing. Julio Cují  
DOCENTE CALIFICADOR

-----  
Ing. Luis Pomaquero  
DOCENTE CALIFICADOR

## DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios que con sus muestras de cariño me ha dado fuerzas para terminar con mi carrera, a mi tutor el Ing. Geovanni Brito por su guía y paciencia, a él mi gratitud, a mi madre por su ejemplo de lucha incansable y dedicación, a mi tío por toda su ayuda y comprensión cuando más lo necesite, a mi hermano por su preocupación y muy especialmente lo dedico a Cristian mi esposo y a Gabriel mi hijo por estar a mi lado en los últimos momentos de mi carrera y por darme fuerzas para seguir mi camino.

*Claudia Lorena Mena Carrasco*

## AGRADECIMIENTO

Mis reconocimientos sinceros aquellos que hicieron realidad el inicio de mi sueño.

A mi madre por su sacrificio constante, a mi tío, mi hermano, Cristian mi esposo y Gabriel mi hijo por su apoyo incondicional a cada momento que los necesite.

Al Ing. Geovanni Brito por su acertada dirección para culminar con éxito la presente investigación.

Al Hospital Cantonal “Yerovi Mackuart” del cantón Salcedo, que con la información que me brindo, la cual ayudo para la realización de este proyecto.

*Claudia Lorena Mena Carrasco*

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA	iii
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
RESUMEN EJECUTIVO	xxii
INTRODUCCIÓN	1
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>3</b>
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1 TEMA	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2.1 Contextualización	3
1.2.2 Análisis Crítico	4
1.2.3 Prognosis	4
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3.1 Preguntas Directrices	5
1.3.2 Delimitación del Problema	5
1.4 JUSTIFICACIÓN	5
1.5 OBJETIVOS	6
1.5.1 Objetivo General	6
1.5.2 Objetivos específicos	6
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>7</b>
MARCO TEÓRICO	7
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	7

2.2	FUNDAMENTACIÓN	8
2.2.1	Fundamentación legal.	8
2.3	CATEGORÍA FUNDAMENTAL	8
2.3.1	REDES INALÁMBRICAS	8
	a. Tipo	9
	b. Características	10
	c. Aplicaciones	12
	d. Topologías	13
2.3.2	WI-MAX	14
	a. Estandarización	15
	b. Características	16
	c. Comparativa de Wi-MAX frente a otras tecnologías	17
	d. Tecnologías	19
	e. Aplicaciones	19
2.3.3	PROPAGACIÓN Wi-MAX	23
	a. Propiedades del canal radio	23
	b. Componentes del modelo de canal radio	24
	c. Pérdidas por propagación	25
	d. Desvanecimientos lentos	26
	e. Desvanecimientos rápidos	27
2.3.4	TOPOLOGÍAS	27
	2.3.4.1 Elementos de red	28
	a. Topología Punto a Punto (PTP)	28
	b. Topología Punto Multipunto (PMP)	29
	c. Topología Mesh	29
2.3.5	MULTIMEDIA SOBRE REDES IP.	31
	2.3.5.1 ASPECTOS TÉCNICOS DE LA VIDEOCONFERENCIA	32
	a. COMPRESIÓN DE IMAGEN	32
	b. MPEG (Moving Pictures Expert Group)	37
	c. ESTÁNDARES DE VIDEOCONFERENCIA	38



2.3.5.2 TELEFONÍA IP	40
2.3 HIPÓTESIS	45
2.4 VARIABLES	45
2.4.1. Variable Independiente	45
2.4.2. Variable Dependiente	45
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>46</b>
METODOLOGÍA	46
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	46
3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	46
3.2.1 Investigación de Campo	46
3.2.2 Investigación Bibliográfica	46
3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN	47
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	47
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	48
3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	50
3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	50
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>51</b>
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	51
Tabulación de la Encuesta	51
4.1 ENCUESTA	52
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>59</b>
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
5.1 CONCLUSIONES	59
5.2 RECOMENDACIONES	60
<b>CAPÍTULO VI</b>	<b>61</b>
PROPUESTA	61
6.1 DATOS INFORMATIVOS	61

a.	Tema de la Propuesta	61
b.	Grupo meta	61
c.	Cobertura	61
d.	Tutor	61
e.	Autor	61
6.2	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	62
6.3	JUSTIFICACIÓN	63
6.4	OBJETIVOS	64
6.4.1	Objetivo General	64
6.4.2	Objetivos Específicos	64
6.5	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	64
6.5.1	Factibilidad Operativa	64
6.5.2	Factibilidad Técnica	65
6.5.3	Factibilidad Económica	65
6.6	FUNDAMENTACIÓN	66
6.6.1	DISEÑO DE UNA RED WI-MAX	66
6.6.1.1	Tipos de Conexiones	66
a.	Conexión Básica	66
b.	Conexión de Gestión Primaria	66
c.	Conexión de Gestión Secundaria	66
d.	Conexión de Transporte	66
6.6.1.2	La familia de los estándares WiMAX	67
a.	IEEE 802.16	69
6.6.1.3	COMPONENTES DEL SISTEMA WIMAX	70
a.	Estaciones Subscriptoras	70
b.	Estaciones Base	71
c.	Conmutador de paquete	71
d.	Puerta de Acceso (Gateway)	71
6.6.1.4	CAPA FÍSICA (PHY)	72
a.	OFDM	73
b.	Modulación	73

c.	Transmisión Diversa	75
d.	Control de Potencia RF	76
6.6.1.5	CAPA MAC	77
6.6.2	SEGURIDAD DE REDES WIMAX	80
6.6.3	OPERACIÓN DE WIMAX	81
6.6.4	Principales Productos Inalámbricos con Tecnología Wimax	83
6.6.4.1	ANÁLISIS DE LOS EQUIPOS WIMAX	83
a.	PROXIM	83
b.	ALVARION	83
c.	APERTO	84
d.	TELSIMA	85
e.	AIRSPA	85
6.7	METODOLOGÍA	90
6.8	MODELO OPERATIVO	90
6.8.1	RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	90
6.8.1.1	INFORMACIÓN TÉCNICA	90
6.8.1.1.1	SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CIUDAD DE SALCEDO	90
a.	Mapa del cantón Salcedo	91
b.	Límites	91
c.	Altitud	91
d.	Superficie	92
e.	División política	92
f.	Clima	92
6.8.1.1.2	CARÁCTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS	93
6.8.1.1.3	SERVICIOS DE SALUD	95
a.	Personal de Salud del Hospital Cantonal Salcedo	96
b.	Personal de Salud del área rural- unidades ambulatorios	96
6.8.1.2	COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LAS QUE ESTACIONES CONFORMAN LA RED WIMAX	97

a.	Salcedo	98
b.	Antonio José Holguín	99
c.	Cusubamba	100
d.	Mulalillo	101
e.	Mulliquindil	102
f.	Panzaleo	103
g.	Yanayacu	104
h.	Pataín	105
i.	Papahurco	106
j.	Anchiliví	107
k.	San Marcos	108
6.8.1.3	Equipos Existentes en el Hospital y los Subcentros	109
6.8.1.4	Servicios a Ofrecer	112
6.8.1.5	Crecimiento del Servicio de Salud en el Cantón Salcedo	113
6.8.2	CONSIDERACIONES PREVIAS AL DISEÑO	113
6.8.3	PROPUESTA ECONÓMICA	114
6.8.3.1	REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS	114
6.8.3.1.1	Comparación de los Equipos Wimax	114
6.8.3.1.2	Especificaciones de los Equipos a Utilizar	116
a.	Estación Base MicroMAX	116
b.	Estación Subscriptora (SS)	117
c.	Enlace Punto a punto	118
d.	Antena Sectorial Hyperlink	118
e.	Router D-link DIR 655	119
6.8.3.2	ACONDICIONAMIENTO FÍSICO	120
6.8.3.3	ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO	120
6.8.4	Diseño de la Red Inalámbrica de Banda Ancha Wimax	123
6.8.4.1	Arquitectura del Sistema	123
6.8.4.2	Ubicación de la Radio Base	124
6.8.4.3	Banda de Frecuencia	125
6.8.4.4	Diagrama Físico de la Red	126
6.8.4.5	Diagrama Lógico de la Red	127

6.8.5	SIMULACIÓN DE LOS ENLACES	128
6.8.5.1	ZONA DE FRESNEL	128
6.8.5.2	CALCULO DE LA PRIMERA ZONA DE FRESNEL	129
	a. Enlace Cerro Putzalahua al Hospital Cantonal Salcedo	129
	b. Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Antonio José Holguín	132
	c. Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Cusubamba	134
	d. Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Mulalillo	137
	e. Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Mulliquindil	139
	f. Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Panzaleo	142
	g. Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Pataín	144
	h. Enlace Cerro Putzalahua al Puesto de Salud de Anchiliví	146
	i. Enlace Cerro Putzalahua al Puesto de Salud de San Marcos	149
	j. Enlace Subcentro de Salud de Panzaleo al Subcentro de Salud de Papahurco	151
	k. Enlace Subcentro de Salud de Pataín al Puesto de Salud de Yanayacu	154
6.8.5.3	TABLA DE RESUMEN DEL ENLACE	156
6.8.5.4	CÁLCULO DE LA ATENUACIÓN DEL ENLACE	158
6.8.5.5	CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DE NETSPAN	173
6.8.5.6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	175
	a. CONCLUSIONES	175
	b. RECOMENDACIONES	175
6.9	ADMINISTRACIÓN DE LA PROPUESTA	176

a. ASPECTO OPERATIVO	176
b. ASPECTO LÓGISTICO	178
c. ASPECTO ECONÓMICO	179
6.10 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	180
ABREVIATURAS	181
BIBLIOGRAFÍA	184
BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET	184
ANEXOS	186
1. Infraestructura de Telecomunicaciones	187
2. Encuestas y Fichas de Observación	188
3. Especificaciones Técnicas de la Estación Base Micromax de Airspan	196
4. Especificaciones Técnicas del Enlace Punto a Punto Flexnet de Airspan	197
5. Especificaciones Técnicas de la Estación Suscriptora Prost de Airspan	198
6. Especificaciones Técnicas de la Antena Sectorial Hyperlink	199
7. Especificaciones Técnicas del Software Netspan de Airspan	200
8. Reglamento para la Prestación de Servicios de Valor Agregado	201
9. Reglamento para Homologación de Equipos Terminales de Telecomunicaciones	202
10. Reglamento de Derecho por Concesión y Tarifas por el Uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico	203
11. Homologaciones de los Equipos Airspan	204
12. Estándares IEEE 802.16 y 802.11	205

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Estándares de comunicación Inalámbrica	17
Tabla 2.2 Clasificación de los modelos de propagación	25
Tabla 2.3 Formatos de compresión de video	35
Tabla 2.4 Formatos de audio digital	36
Tabla 2.5 Estándar H.32x	38
Tabla 2.6 Cuadro comparativo H.323 y SIP	43
Tabla 3.1 Variable Independiente: Red Wi-max	48
Tabla 3.2 Variable Dependiente: Servicios de valor Agregado	49
Tabla 4.1 Disponibilidad de Internet	52
Tabla 4.2 Comunicación entre los dispensarios	53
Tabla 4.3 Rendimiento de la red actual de Comunicación	54
Tabla 4.4 Medios de Comunicación	55
Tabla 4.5 Servicios de Telecomunicaciones	56
Tabla 4.6 Estado de Equipos de Computación	57
Tabla 4.7 Departamento de Sistemas	58
Tabla 6.1 Resumen de los principales estándares Wimax	68
Tabla 6.2 Características de la capa física Wimax	72
Tabla 6.3 Características de la capa Mac	79
Tabla 6.4 Características de equipos Proxim	83
Tabla 6.5 Características Técnicas Alvarion	84
Tabla 6.6 Características Técnicas de equipos Aperto	84
Tabla 6.7 Características de los equipos Telsima	85
Tabla 6.8 Características técnicas de los equipos Airspan	88
Tabla 6.9 Características técnicas de los equipos Airspan	89
Tabla 6.10 Población del Cantón Salcedo	93
Tabla 6.11 Población de Salcedo por Sexo	94
Tabla 6.12 Población por distribución de Área	94
Tabla 6.13 Red de servicios por población a atender y por distancia al Hospital Cantonal Salcedo	95
Tabla 6.14 Personal Hospital Salcedo	96
Tabla 6.15 Personal Unidades Ambulatorias	97

Tabla 6.16 Computadoras del Hospital	109
Tabla 6.17 Computadoras de los Subcentros y Puestos de Salud	110
Tabla 6.18 Teléfonos del Hospital	111
Tabla 6.19 Teléfonos de los Subcentros y Puestos de Salud	112
Tabla 6.20 Comparación de los Equipos Wimax	115
Tabla 6.21 Especificación de Equipos	116
Tabla 6.22 Costos de Equipos para el Diseño Red Wimax	121
Tabla 6.23 Presupuesto de la Infraestructura de Telecomunicaciones	122
Tabla 6.24 Costos Indirectos	123
Tabla 6.25 Total costos a pagar	123
Tabla 6.26 Ubicación de la Radio Base	124
Tabla 6.27 Banda de Frecuencia Asignadas	125
Tabla 6.28 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ al Hospital Cantonal de Salcedo	130
Tabla 6.29 Características del enlace desde la Rep VQ al Hospital Cantonal de Salcedo	131
Tabla 6.30 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ al Hospital Cantonal de Salcedo	131
Tabla 6.31 Factores Climáticos y Pérdidas del enlace desde la Rep VQ al Hospital Cantonal de Salcedo	132
Tabla 6.32 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ a A.J.Holguín	133
Tabla 6.33 Características del enlace desde la Rep VQ a A.J.Holguín	133
Tabla 6.34 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ a A.J.Holguín	134
Tabla 6.35 Factores Climáticos y Pérdidas del enlace desde la Rep VQ a A.J.Holguín	134
Tabla 6.36 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ a Cusubamba	135
Tabla 6.37 Características del enlace desde la Rep VQ a Cusubamba	136
Tabla 6.38 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ a Cusubamba	136



Tabla 6.39 Factores Climáticos y Pérdidas del enlace desde la Rep VQ a Cusubamba	136
Tabla 6.40 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ a Mulalillo	137
Tabla 6.41 Características del enlace desde la Rep VQ a Mulalillo	138
Tabla 6.42 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ a Mulalillo	138
Tabla 6.43 Factores Climáticos y Perdidas del enlace desde la Rep VQ a Mulalillo	139
Tabla 6.44 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ a Mulliquindil	140
Tabla 6.45 Características del enlace desde la Rep VQ a Mulliquindil	140
Tabla 6.46 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ a Mulliquindil	141
Tabla 6.47 Factor Climático y Pérdidas del enlace desde la Rep VQ a Mulliquindil	141
Tabla 6.48 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ a Panzaleo	142
Tabla 6.49 Características del enlace desde la Rep VQ a Panzaleo	143
Tabla 6.50 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ a Panzaleo	143
Tabla 6.51 Factores Climáticos y Pérdidas del enlace desde la Rep VQ a Panzaleo	144
Tabla 6.52 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ Pataín	145
Tabla 6.53 Características del enlace desde la Rep VQ a Pataín	145
Tabla 6.54 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ a Pataín	146
Tabla 6.55 Factores Climáticos y Perdidas del enlace desde la Rep VQ a Pataín	146
Tabla 6.56 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ a Anchiliví	147
Tabla 6.57 Características del enlace desde la Rep VQ a Anchiliví	148

Tabla 6.58 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ a Anchiliví	148
Tabla 6.59 Factores Climáticos y Perdidas del enlace desde la Rep VQ a Anchiliví	148
Tabla 6.60 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ a San Marcos	150
Tabla 6.61 Características del enlace desde la Rep VQ a San Marcos	150
Tabla 6.62 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ a San Marcos	150
Tabla 6.63 Factores Climáticos y Perdidas del enlace desde la Rep VQ a San Marcos	151
Tabla 6.64 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde Panzaleo a Papahurco	152
Tabla 6.65 Características del enlace desde Panzaleo a Papahurco	153
Tabla 6.66 Resumen de las características del enlace desde Panzaleo a Papahurco	153
Tabla 6.67 Factor Climático y Perdidas del enlace desde Panzaleo a Papahurco	153
Tabla 6.68 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde Pataín a Yanayacu	154
Tabla 6.69 Características del enlace desde Pataín a Yanayacu	155
Tabla 6.70 Resumen de las características del enlace desde Pataín a Yanayacu	155
Tabla 6.71 Factores Climáticos y Perdidas del enlace desde Pataín a Yanayacu	156
Tabla 6.72 Resumen de las Características del Enlace	157
Tabla 6.73 Costo de Declaración del uso de Frecuencia	179
Tabla 6.74 Costos Anuales de la red	180

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Redes inalámbricas	10
Figura 2.2	Infrarrojo	12
Figura 2.3	Posicionamiento de Estándares	16
Figura 2.4	Estrategias de Wi-max	19
Figura 2.5	Primera generación de Wi-max	20
Figura 2.6	Segunda generación de Wi-max	21
Figura 2.7	Efectos del canal radio	24
Figura 2.8	Función del canal radio	24
Figura 2.9	Función densidad de probabilidad de los desvanecimientos lentos.	26
Figura 2.10	Función de la potencia media recibida en función de la distancia	26
Figura 2.11	Esquema de red en arquitectura PTP	28
Figura 2.12	Esquema de red en arquitectura PMP	29
Figura 2.13	Esquema red en arquitectura mallada	30
Figura 2.14	Comprensión de video en tiempo real	34
Figura 2.15	Sincronización de audio y video	36
Figura 2.16	Videoconferencia con H.320	39
Figura 2.17	Videoconferencia con H.323	39
Figura 2.18	Terminales H.323	40
Figura 2.19	Evolución de la Telefonía	40
Figura 2.20	LAN con telefonía IP	42
Figura 4.1	Disponibilidad de Internet	52
Figura 4.2	Comunicación entre los dispensarios	53
Figura 4.3	Rendimiento de la red actual de Comunicación	54
Figura 4.4	Medios de Comunicación	55
Figura 4.5	Servicios Telecomunicaciones	56
Figura 4.6	Estado de Equipos de Computación	57
Figura 4.7	Departamento de Sistemas	58
Figura 6.1	Tipos de conexiones de Wimax	66
Figura 6.2	Evolución de la tecnología Wimax	68

Figura 6.3 Tipos de subscriptores Wimax	70
Figura 6.4 Efecto multipropagación (multipath)	73
Figura 6.5 Modulación Adaptiva	74
Figura 6.6 Trasmisión Diversa	76
Figura 6.7 Control de Potencia Wimax	77
Figura 6.8 Capa Mac y Capa Física de Wimax	78
Figura 6.9 Seguridad de redes Wimax	80
Figura 6.10 Alcance Inicial	82
Figura 6.11 Control de Acceso al medio Wimax	82
Figura 6.12 Arquitectura de la redes Airspan	86
Figura 6.13 Servicios que ofrecen las redes Airspan	87
Figura 6.14 Bandas de frecuencias y servicios disponibles	87
Figura 6.15 Mapa Político de Salcedo	91
Figura 6.16 Población de Salcedo por Sexo	94
Figura 6.17 Población por distribución de Área	95
Figura 6.18 Hospital Cantonal Salcedo “YEROVI MACHUART”	98
Figura 6.19 Subcentro de Salud de ANTONIO .J. HOLGUÍN	99
Figura 6.20 Subcentro de Salud de CUSUBAMBA	100
Figura 6.21 Subcentro de Salud de MULALILLO	101
Figura 6.22 Subcentro de Salud de MULLIQUINDIL	102
Figura 6.23 Subcentro de Salud de PANZALEO	103
Figura 6.24 Subcentro de Salud de YANAYACU	104
Figura 6.25 Subcentro de Salud de PATAÍN	105
Figura 6.26 Subcentro de Salud de PAPAHURCO	106
Figura 6.27 Puesto de Salud de ANCHILIVÍ	107
Figura 6.28 Puesto de Salud de SAN MARCOS	108
Figura 6.29 MicroMAX-SOC Base Station Radio (BSR)	117
Figura 6.30 SDA-4S	117
Figura 6.31 Subscriptor ProST	118
Figura 6.32 FlexNet	118
Figura 6.33 Antena Sectorial Hyperlink	119
Figura 6.34 Router D-link Dir 655	119

Figura 6.35 Arquitectura del Sistema Wimax	124
Figura 6.36 Diagrama Físico de la Red	126
Figura 6.37 Diagrama Lógico de la Red	127
Figura 6.38 Esquema General de la Red Wimax	128
Figura 6.39 Zona de Fresnel	129
Figura 6.40 Enlace Cerro Putzalahua al Hospital Cantonal Salcedo	130
Figura 6.41 Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud A.J.Holguín	132
Figura 6.42 Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Cusubamba	135
Figura 6.43 Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Mulalillo	137
Figura 6.44 Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Mulliquindil	138
Figura 6.45 Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Panzaleo	142
Figura 6.46 Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Pataín	144
Figura 6.47 Enlace Cerro Putzalahua al Puesto de Salud de Anchiliví	147
Figura 6.48 Enlace Cerro Putzalahua al Puesto de Salud de San Marcos	149
Figura 6.49 Enlace desde el Subcentro de Salud de Panzaleo al Subcentro de Salud de Papahurco	152
Figura 6.50 Enlace desde el Subcentro de Salud de Pataín al Puesto de Salud de Yanayacu	154
Figura 6.51 Servidor Netspan	172
Figura 6.52 Interface de Usuario Netspan	173
Figura 6.53 Descubrimiento de la Estación Base	173
Figura 6.54 Estación Base descubierta	174
Figura 6.55 Equipos CPE registrados	174

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tiene como tema: “RED INALÁMBRICA DE BANDA ANCHA (WI-MAX) PARA SERVICIOS DE VALOR AGREGADO EN EL HOSPITAL Y LOS SUBCENTROS DE SALUD DEL CANTÓN SALCEDO”.

El cambio tecnológico en las redes ha sido muy intenso en los últimos años, derivando en gran parte del crecimiento espectacular de Internet y de las redes inalámbricas. Por otra parte se están desplegando numerosas aplicaciones que requieren una velocidad muy alta, como multimedia, videoconferencia, base de datos y proceso distribuido, entre otras.

El Capítulo I, contiene el Problema de Investigación; que enfocándose a la necesidad de plantear los problemas que tiene el Hospital y sus diferentes Subcentros en el cantón Salcedo con respecto a la comunicación que existe entre ellos.

El Capítulo II, se refiere al Marco Teórico; el mismo presenta un análisis de los principios de operación, arquitectura y rendimiento de las categorías fundamentales que intervienen en la Investigación como son: Redes Inalámbricas, Wi-max, Propagación de Wi-max, Topologías, Seguridad de Wi-max, Multimedia sobre redes Ip, Aspectos Técnicos sobre la Videoconferencia y Telefonía Ip.

El Capítulo III, contiene la Metodología; aplicadas para determinar los procedimientos a elaborar la propuesta. El enfoque cuali-cuantitativo se dio a la investigación para una constante transformación en los resultados, la modalidad de la investigación es: bibliográfica, de campo y es un proyecto factible de ejecutarse, el tipo de investigación es exploratorio, descriptivo y explicativo.

El Capítulo IV se sujeta al Análisis e Interpretación de Resultados, después de recolectar la información por medio de las encuestas, los datos obtenidos de

este trabajo de investigación fueron tabulados de conformidad a las preguntas planteadas, analizados de forma sistemática e interpretada estadísticamente para obtener resultados valederos y confiables.

El Capítulo V contiene las Conclusiones y Recomendaciones, que se obtuvieron mediante de la investigación realizada, las cuales nos permite fundamentar la propuesta.

El Capítulo VI contiene la Propuesta, consiste en la realización del diseño de una red inalámbrica de banda ancha (Wi-max), para tener comunicación entre el Hospital y sus Distintos Subcentros.

## INTRODUCCIÓN

Desde los años noventa se ha producido un proceso acelerado de consumo de ancho de banda y la integración de; datos, audio y video, en una sola señal de información, con la evolución en las aplicaciones cliente - servidor, multimedia, video interactivo, telefonía IP, entre otras.

La videoconferencia ha pasado de ser una tecnología cara y exclusiva de grandes instalaciones, a convertirse en una herramienta multimedia más. Ayudando a las necesidades propias de comunicación que tienen las instituciones públicas como privadas.

En un futuro cercano, la utilización de esta tecnología, conjuntamente con otros sistemas multimedia, se introducirá en hospitales y clínicas del país para poder comunicarse en tiempo real, obteniendo asistencia remota de especialistas, por medio de internet, videoconferencia, telefonía IP entre otras.

Una tecnología innovadora capaz de aprovechar al máximo el ancho de banda disponible se manifiesta en el estándar IEEE 802.16 WiMax, con el cual es posible manejar aplicaciones multimedia en tiempo real.

Durante el desarrollo de este trabajo se presentara las posibles soluciones que se pueden tomar para satisfacer las necesidades de comunicación, mediante la utilización de estándares, mostrando el procedimiento para realizar la interconexión entre estaciones, como la configuración del software, el conocimiento de las características técnicas de los equipos que se van a manejar en el diseño con tecnología Wimax.

WiMax, proviene del inglés Word Wide Interoperability for Microwave Access que en español significa Interoperabilidad Mundial para acceso por Microondas, que es un estándar de transmisión inalámbrica de datos, diseñada para ser utilizada en un área urbana.



WiMax es un sistema de conectividad de banda ancha que transforma las señales de voz y datos en ondas de radio, estas se transmiten por el aire mediante una red de estaciones base, ubicadas de manera estratégica para lograr la menor atenuación por la presencia de elementos naturales, en su área de influencia. Obteniendo una conexión de mayor velocidad y confiabilidad, ya que el medio de transmisión es el aire.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. TEMA**

“RED INALÁMBRICA DE BANDA ANCHA (WI-MAX) PARA SERVICIOS DE VALOR AGREGADO EN EL HOSPITAL Y LOS SUBCENTROS DE SALUD DEL CANTÓN SALCEDO”

#### **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **1.2.1 Contextualización**

El hospital y los subcentros de Salud del cantón Salcedo, al darse cuenta de la importancia de una buena comunicación, han puesto sus ojos en nuevas tecnologías, como en este caso Wimax, la cual permitirá mejorar la comunicación entre ellas.

Una red de comunicación es muy necesaria, especialmente en los hospitales y los subcentros de salud.

Disponiendo de un servicio completo de transmisión y recepción de video, voz y datos, ayudados con la tecnología de banda ancha de la que se dispone actualmente y la cual satisface los requerimientos necesarios para el almacenamiento y control de la información.

### **1.2.2 Análisis Crítico**

La falta de una red de comunicación entre las entidades de salud impide la centralización y control en el manejo y documentación de la información, dando como resultado la demora en la búsqueda de documentación indispensable para el normal desarrollo de las entidades.

El uso de los servicios de voz, video y datos, facilitará la comunicación en tiempo real, entre los profesionales de la salud, disponiendo de recursos casi ilimitados de conocimientos a los cuales puede acceder, logrando un diagnóstico efectivo de los pacientes.

### **1.2.3 Prognosis**

Al no implementarse una tecnología, para el mejoramiento de la comunicación como en este caso, Wi-max, la capacidad en el manejo de la información de las entidades de salud, decaería paulatinamente, con el incremento de los usuarios teniendo como consecuencia la tardanza en recuperar documentación pasada, y relevante para un determinado paciente, o en el peor de los casos, la pérdida de esta información.

## **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿El diseño de una red Inalámbrica de banda ancha (Wi-max) mejora los servicios de valor agregado en el Hospital y los Subcentros de Salud del cantón Salcedo?

### 1.3.1 Preguntas Directrices

¿El incremento en los servicios de comunicación en el Hospital y los Subcentros de Salud del cantón Salcedo ayudar a una mejor atención a los pacientes?

¿Con la mejor atención a los pacientes se los incentivara a usar el servicio público y no uno privado?

¿Esta tecnología podrá ayudar al manejo, control y respaldo de información necesaria para desempeño diario de los establecimientos de salud?

¿La implementación de una red inalámbrica podrá abarcar toda la información en el Hospital y los Subcentros de Salud del cantón Salcedo y así brindar un mejor servicio a los usuarios?

### 1.3.2 Delimitación del Problema

**Campo:** Ingeniería Electrónica

**Área:** Comunicaciones

**Aspecto:** Red Inalámbrica (Wi-max)

El presente proyecto está enfocado al diseño de una red Inalámbrica de banda ancha (Wi-max) para el Hospital y los Subcentros de Salud del cantón Salcedo provincia de Cotopaxi, en el trascurso de 6 meses el cual será iniciado a partir de la aprobación del proyecto.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a las necesidades de comunicación presentadas en la actualidad por el hospital y los subcentros de salud del cantón Salcedo se ha decidido optar por una tecnología que preste mayores servicios de voz, datos y video. La tecnología Wi-max presta un mejor servicio. Contamos con la autorización de la empresa pública para realizar este proyecto y brindar un mejor servicio a sus clientes.

Manteniendo una comunicación confiable y precisa en tiempo real, se puede responder mejor a situaciones de emergencia que se presentan casi a diario en un centro de salud.

Las necesidades en una entidad de salud puede ser impredecibles, por lo tanto debemos adelantarnos a los peores escenarios posibles, dándoles soluciones antes de que sucedan, con una red la cuál abarque voz, video y datos, se tendrá al alcance los conocimientos de varios profesionales de la salud en tiempo real, optando por una mejor solución a los problemas presentados dentro de las entidades de salud.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo General**

1.5.1.1. Diseñar una red Inalámbrica de banda ancha (Wi-max) para servicios de valor agregado en el Hospital y los Subcentros de Salud del Cantón Salcedo.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

1.5.2.1 Incrementar los servicios de comunicación (voz, video y datos) en el hospital y los subcentros de salud del cantón Salcedo.

1.5.2.2 Mejorar el manejo de la información, agilizando el servicio a los usuarios.

1.5.2.3 Dar la posibilidad para el manejo, control y respaldo de la información dentro del hospital y de los subcentros de salud del cantón Salcedo.

1.5.2.4 Crear una red inalámbrica para una comunicación eficiente en el hospital y los subcentros de salud del cantón Salcedo.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

Si existen trabajos similares a este proyecto como de los siguientes temas “Estudio y Diseño de una red inalámbrica (Wi-max), para un operador de comunicación de la ciudad de Guayaquil” hecho en la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación de la Escuela Superior Politécnica del Litoral en la ciudad de Guayaquil el 5 de enero del 2008, como también podemos mencionar “Diseño de una red comunitaria utilizando tecnología Wi-max entre el Colegio Universitario y el Campus Central de la Universidad Técnica del Norte hecho en la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Escuela Politécnica Nacional de la ciudad de Quito en el año 2007, entre otros temas esta “ Estudio y Implementación de un Sistema Wi-max para la empresa Andinatel S.A en el cantón Riobamba realizado en Facultad de Ingenierías Carrera Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca en el año 2008 y “Diseño de una red para proveer Servicios de voz y datos en la ciudad de Guayaquil usando el acceso Inalámbrico del Estándar Wi-max” realizado en la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación de la Escuela Superior Politécnica del Litoral en la ciudad de Guayaquil el 13 de febrero del 2009 y existen algunos proyectos más acerca de este tema en diferentes universidades de nuestro país pero las mencionadas anteriormente son algunas de las que podemos hablar.

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN**

### **2.2.1. FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

El Hospital cantonal “Yerovi Mackuart” se encuentra ubicado a nivel de la carretera panamericana en la ciudad de Salcedo provincia de Cotopaxi su Director es el Dr. Geovanni Jácome.

Cuenta con 8 subcentros de salud los cuales se encuentran ubicados en Mulliquindil, Mulalillo, Papahurco, Cusubamba, Panzaleo, A.J.Holguín, Yanayacu y Pataín y 2 Puestos de Salud que se encuentran en Anchiliví y Cobos.

El hospital Salcedo, fue creado mediante decreto N° 232 del 14 de abril de 1972, publicado en el Registro Oficial N° 048 del mismo mes y año, pertenece al Ministerio de Salud Pública.

## **2.3. CATEGORÍA FUNDAMENTAL.**

### **2.3.1 REDES INALÁMBRICAS**

“El término red inalámbrica (*Wireless network*) es un término que se utiliza en informática para designar la conexión de nodos sin necesidad de una conexión física (cables), ésta se da por medio de ondas electromagnéticas. La transmisión y la recepción se realizan a través de puertos.

Una de sus principales ventajas es notable en los costos, eliminando todo el cable ethernet y conexiones físicas entre nodos, pero también tiene una desventaja considerable para este tipo de red se debe de tener una seguridad mucho más exigente y robusta para evitar a los intrusos.

En la actualidad las redes inalámbricas son una de las tecnologías más prometedoras.”

Las redes inalámbricas tienen conexiones de nodos y ondas electromagnéticas, la transmisión y la recepción se realizan mediante puertos en sus distintos nodos de conexión.

**a. Tipos**

“Según su cobertura, se pueden clasificar en diferentes tipos:

✓ **WPAN (Wireless Personal Area Network, Red Inalámbrica de Área Personal )**

En este tipo de red de cobertura personal, existen tecnologías basadas en HomeRF (estándar para conectar todos los teléfonos móviles de la casa y los ordenadores mediante un aparato central); Bluetooth (protocolo que sigue la especificación IEEE 802.15.1); ZigBee (basado en la especificación IEEE 802.15.4 y utilizado en aplicaciones como la domótica, que requieren comunicaciones seguras con tasas bajas de transmisión de datos y maximización de la vida útil de sus baterías, bajo consumo); RFID (sistema remoto de almacenamiento y recuperación de datos con el propósito de transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio.(1)

✓ **WLAN (Wireless Local Area Network, Red de Área Local Inalámbrica)**

En las redes de área local podemos encontrar tecnologías inalámbricas basadas en HiperLAN (del inglés, High Performance Radio LAN), un estándar del grupo ETSI, o tecnologías basadas en Wi-Fi, que siguen el estándar IEEE 802.11 con diferentes variantes.

✓ **WMAN (Wireless Metropolitan Area Network, Red Inalámbrica de Área Metropolitana)**

Para redes de área metropolitana se encuentran tecnologías basadas en WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access, es decir, Interoperabilidad Mundial para Acceso con Microondas), un estándar de



comunicación inalámbrica basado en la norma IEEE 802.16. WiMAX es un protocolo parecido a Wi-Fi, pero con más cobertura y ancho de banda. También podemos encontrar otros sistemas de comunicación como LMDS (Local Multipoint Distribution Service). (1)

✓ **WWAN (Wireless Wide Area Network, Red Inalámbrica de Área extensa)**

En estas redes encontramos tecnologías como UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), utilizada con los teléfonos móviles de tercera generación (3G) y sucesora de la tecnología GSM (para móviles 2G), o también la tecnología digital para móviles GPRS (General Packet Radio Service).”(1)

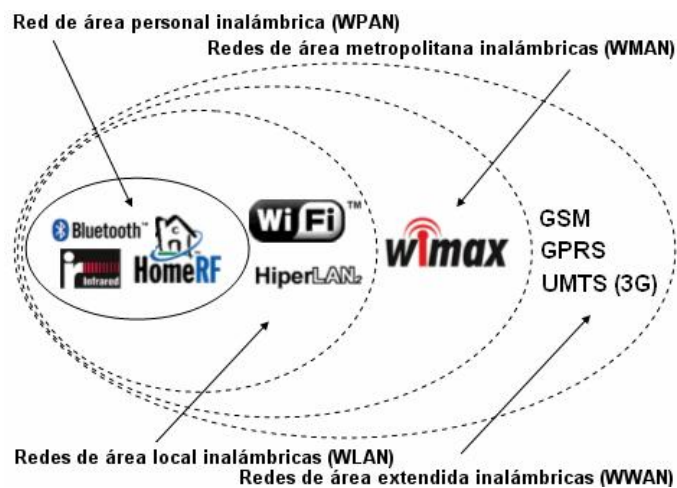


Figura 2.1 Redes inalámbricas (1)

Los tipos de redes inalámbricas se dirigen según su cobertura y el análisis de cada una de ellas podríamos decir que la red wpan son para cobertura dentro del hogar, wlan son de área local, wman son para áreas metropolitanas, wwan son de teléfonos móviles de tercera generación.

**b. Características**

“Según el rango de frecuencias utilizado para transmitir, el medio de transmisión pueden ser las ondas de radio, las microondas terrestres o por satélite,

y los infrarrojos, por ejemplo. Dependiendo del medio, la red inalámbrica tendrá unas características u otras:

✓ **Ondas de radio:** las ondas electromagnéticas son omnidireccionales, así que no son necesarias las antenas parabólicas. La transmisión no es sensible a las atenuaciones producidas por la lluvia ya que se opera en frecuencias no demasiado elevadas. En este rango se encuentran las bandas desde la ELF que va de 3 a 30 Hz, hasta la banda UHF que va de los 300 a los 3000 MHz, es decir, comprende el espectro radioeléctrico de 30 - 3000000 Hz. (1)

✓ **Microondas terrestres:** se utilizan antenas parabólicas con un diámetro aproximado de unos tres metros. Tienen una cobertura de kilómetros, pero con el inconveniente de que el emisor y el receptor deben estar perfectamente alineados. Por eso, se acostumbra a utilizar en enlaces punto a punto en distancias cortas. En este caso, la atenuación producida por la lluvia es más importante ya que se opera a una frecuencia más elevada. Las microondas comprenden las frecuencias desde 1 hasta 300 GHz. (1)

✓ **Microondas por satélite:** se hacen enlaces entre dos o más estaciones terrestres que se denominan estaciones base. El satélite recibe la señal (denominada señal ascendente) en una banda de frecuencia, la amplifica y la retransmite en otra banda (señal descendente). Cada satélite opera en unas bandas concretas. Las fronteras frecuenciales de las microondas, tanto terrestres como por satélite, con los infrarrojos y las ondas de radio de alta frecuencia se mezclan bastante, así que pueden haber interferencias con las comunicaciones en determinadas frecuencias.

✓ **Infrarrojos:** se enlazan transmisores y receptores que modulan la luz infrarroja no coherente. Deben estar alineados directamente o con una reflexión en una superficie. No pueden atravesar las paredes. Los infrarrojos van desde 300 GHz hasta 384 THz.”(1)

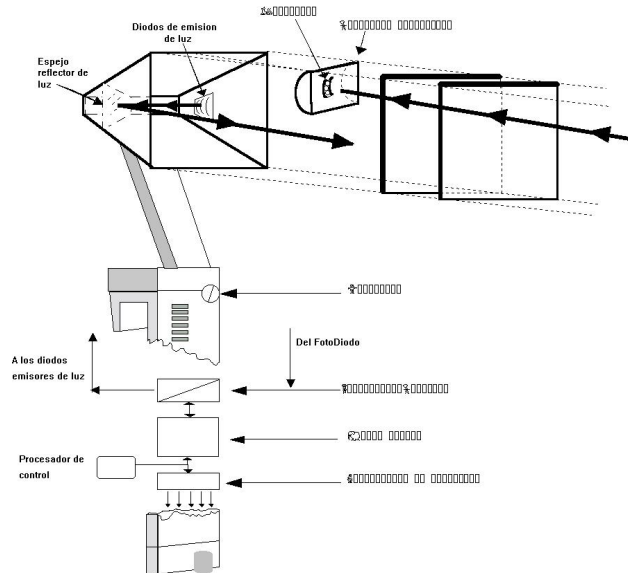


Figura 2.2 Infrarrojo (1)

Las características de las redes inalámbricas son según el rango de frecuencias a utilizar como podríamos mencionar los infrarrojos que envían y modulan luz infrarroja no coherente deben estar alineados correctamente para que reciba la información, los microondas por satélites los cuales permiten enlaces entre uno o varias estaciones terrestres, microondas terrestres que reciben información por antenas parabólicas y las ondas de radio que su atenuación no son sensibles a las trasmisiones.

### c. Aplicaciones

✓ “Las bandas más importantes con aplicaciones inalámbricas, del rango de frecuencias que abarcan las ondas de radio, son la VLF (comunicaciones en navegación y submarinos), LF (radio AM de onda larga), MF (radio AM de onda media), HF (radio AM de onda corta), VHF (radio FM y TV), UHF (TV).(1)

✓ Mediante las microondas terrestres, existen diferentes aplicaciones basadas en protocolos como Bluetooth o ZigBee para interconectar ordenadores portátiles, PDAs, teléfonos u otros aparatos. También se utilizan las microondas para comunicaciones con radares (detección de velocidad u otras características de objetos remotos) y para la televisión digital terrestre.

- ✓ Las microondas por satélite se usan para la difusión de televisión por satélite , transmisión telefónica a larga distancia y en redes privadas, por ejemplo.
- ✓ Los infrarrojos tienen aplicaciones como la comunicación a corta distancia de los ordenadores con sus periféricos. También se utilizan para mandos a distancia, ya que así no interfieren con otras señales electromagnéticas, por ejemplo la señal de televisión. Uno de los estándares más usados en estas comunicaciones es el IrDA (Infrared Data Association). Otros usos que tienen los infrarrojos son técnicas como la termografía, la cual permite determinar la temperatura de objetos a distancia.”(1)

Las aplicaciones de las redes inalámbricas nos dice que se encuentra con los protocolos del bluetooth o del ZigBee que interconectan ordenadores y utilizan microondas por radares para su comunicación.

#### **d. Topologías**

“Abordamos aquí algunas de las topologías básicas que encontramos en los sistemas de comunicaciones. Se trata de abstracciones que nos permiten observar el flujo de información sin necesidad de estar considerando constantemente las características del medio y todos los demás elementos involucrados. Cuando nos referimos a una determinada topología, podemos utilizarla para representar la forma de conexionado y el flujo físico de los datos, como por ejemplo: punto a punto y punto a multipunto; o también podemos abstraernos al movimiento lógico de la información, sin importar la forma en que están conectados los elementos físicos que realizan la tarea de transportarla, como por ejemplo: peer-to-peer, o incluso los anteriores.”(2)

### 2.3.2 WI-MAX

“Wi-max son las siglas de **Worldwide Interoperability for Microwave Access** (interoperabilidad mundial para acceso por microondas). Es una norma de transmisión de datos usando ondas de radio.

Es una tecnología dentro de las conocidas como tecnologías de última milla, también conocidas como bucle local que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. El protocolo que caracteriza esta tecnología es el IEEE 802.16. Una de sus ventajas es dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costos por usuario muy elevados (zonas rurales). El único organismo habilitado para certificar el cumplimiento del estándar y la interoperabilidad entre equipamiento de distintos fabricantes es el Wi-max Forum: todo equipamiento que no cuente con esta certificación, no puede garantizar su interoperabilidad con otros productos.

Los perfiles del equipamiento que existen actualmente en el mercado; compatibles con Wi-MAX, son exclusivamente para las frecuencias de 2,5 y 3,5 Ghz como puede comprobarse en la base de datos de Wi-Max.

Existe otro tipo de equipamiento (no estándar) que utiliza frecuencia libre de licencia de 5,4 Ghz, todos ellos para acceso fijo. Si bien en este caso se trata de equipamiento que no es inter operativo, entre distintos fabricantes (Pre Wimax, incluso 802.11a). Existen planes para desarrollar perfiles de certificación y de interoperabilidad para equipos que cumplan el estándar IEEE 802.16e (lo que posibilitará movilidad), así como una solución completa para la estructura de red que integre tanto el acceso fijo como el móvil. Se prevé el desarrollo de perfiles para entorno móvil en las frecuencias con licencia en 2,3 y 2,5 Ghz.”(3)

La tecnología Wi-max es una tecnología de última milla la cual permite la recepción de microondas y retransmisión de ondas de radio y está en el estándar de la IEEE 802.16, su ventaja es que tiene banda ancha.

## a. Estandarización

“A pesar de que el proyecto para la creación de un nuevo estándar se gestó hace 6 años en el IEEE, no fue hasta abril de 2002 que la primera versión del mismo, la 802.16, se publicó, y se refería a enlaces fijos de radio con visión directa (LoS) entre transmisor y receptor, pensada para cubrir la "última milla" (o la primera, según desde que lado se mire), utilizando eficientemente varias frecuencias dentro de la banda de 10 a 66 GHz.

Un año más tarde, en marzo de 2003, se ratificó una nueva versión, el 802.16a, y fue entonces cuando WiMAX, como una tecnología de banda ancha inalámbrica, empezó a cobrar relevancia. También se pensó para enlaces fijos, pero llega a extender el rango alcanzado desde 40 a 70 kilómetros, operando en la banda de 2 a 11 GHz, parte del cual es de uso común y no requiere licencia para su operación. Es válido para topologías punto a multipunto y, opcionalmente, para redes en malla, y no requiere línea de visión directa. Emplea las bandas de 3,5 GHz y 10,5 GHz, válidas internacionalmente, que requieren licencia (2,5-2,7 en Estados Unidos), y las de 2,4 GHz y 5,725-5,825 GHz que son de uso común y no requieren disponer de licencia alguna. Un aspecto importante del estándar 802.16x es que define un nivel MAC (*Media Acces Layer*) que soporta múltiples enlaces físicos (PHY). Esto es esencial para que los fabricantes de equipos puedan diferenciar sus productos y ofrecer soluciones adaptadas a diferentes entornos de uso. Pero WiMAX también tiene competidores, y así una alternativa es el estándar Hiperaccess (>11 GHz) e HiperMAN (<11 GHz) del ETSI, pero el auge que está tomando WiMAX ha hecho que se esté estudiando la posibilidad de armonizarlo con esta última norma, que también utiliza una modulación OFDM. Sin olvidarnos de Mobile-Fi, el estándar 802.20 del IEEE, específicamente diseñado desde el principio para manejar tráfico IP nativo para un acceso móvil de banda ancha, que provee velocidad entre 1 y 16 Mbit/s, sobre distancias de hasta 15 o 20 km, utilizando frecuencias por debajo de la banda de 3,5 GHz.” (3)

## Posicionamiento de Estándares Wireless

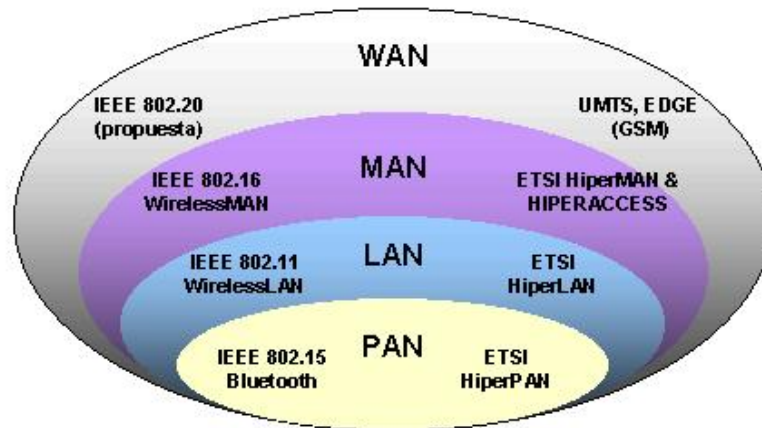


Figura 2.3 Posicionamiento de Estándares (3)

Los estándares de wimax nos permite identificar para que son utilizados en cada uno de ellos y a que distancias y a que frecuencias podrian ir cada uno de dichos estándares existentes.

### b. Características

“El estándar 802.16 puede alcanzar una velocidad de comunicación de más de 100 Mbit/s en un canal con un ancho de banda de 28 MHz (en la banda de 10 a 66 GHz), mientras que el 802.16a puede llegar a los 70 Mbit/s, operando en un rango de frecuencias más bajo (<11 GHz). Es un claro competidor de LMDS.” (3)

	WiMAX 802.16	Wi-Fi 802.11	Mobile-Fi 802.20	UMTS y cdma2000
Velocidad	124 Mbit/s	11-54 Mbit/s	16 Mbit/s	2 Mbit/s
Cobertura	40-70 km	300 m	20 km	10 km
Licencia	Si/No	No	Si	Si
Ventajas	Velocidad y Alcance	Velocidad y Precio	Velocidad y Movilidad	Rango y Movilidad
Desventajas	Interferencias?	Bajo alcance	Precio alto	Lento y caro

Tabla 2.1 Estándares de comunicación Inalámbrica (3)

Las características de Wi-max nos dice que tiene mayor velocidad que Wifi y otras tecnologías, su cobertura llega a una distancia intermedia, tiene velocidad de alcance, permite dividir el canal de comunicación en pequeñas subportadoras. (3)

**c. Comparativa de Wi-MAX frente a otras tecnologías.**

“Estas velocidades tan elevadas se consiguen gracias a utilizar la modulación OFDM (*Orthogonal Frequency División Multiplexing*) con 256 subportadoras, la cual puede ser implementada de diferentes formas, según cada operador, siendo la variante de OFDM empleada un factor diferenciador del servicio ofrecido. Esta técnica de modulación es la que también se emplea para la TV digital, sobre cable o satélite, así como para Wi-Fi (802.11a) por lo que está



suficientemente probada. Soporta los modos FDD y TDD para facilitar su interoperabilidad con otros sistemas celulares o inalámbricos.

Soporta varios cientos de usuarios por canal, con un gran ancho de banda y es adecuada tanto para tráfico continuo como a ráfagas, siendo independiente de protocolo; así, transporta IP, Ethernet, ATM etc. y soporta múltiples servicios simultáneamente ofreciendo Calidad de Servicio (QoS) en 802.16e, por lo cual resulta adecuado para voz sobre IP (VoIP), datos y vídeo. Por ejemplo, la voz y el vídeo requieren baja latencia pero soportan bien la pérdida de algún bit, mientras que las aplicaciones de datos deben estar libres de errores, pero toleran bien el retardo. (3)

También, se contempla la posibilidad de formar redes malladas (*mesh networks*) para que los distintos usuarios se puedan comunicar entre sí, sin necesidad de tener visión directa entre ellos. Ello permite, por ejemplo, la comunicación entre una comunidad de usuarios dispersos a un coste muy bajo y con una gran seguridad al disponerse de rutas alternativas entre ellos. En cuanto a seguridad, incluye medidas para la autenticación de usuarios y la encriptación de los datos mediante los algoritmos Triple DES.(128 bits) y RSA (1.024 bits). Una de las principales limitaciones en los enlaces a larga distancia vía radio es la limitación de potencia, para prever interferencias con otros sistemas, y el alto consumo de batería que se requiere. Sin embargo, los más recientes avances en los procesadores digitales de señal hacen que señales muy débiles (llegan con poca potencia al receptor) puedan ser interpretadas sin errores, un hecho del que se aprovecha WiMAX. Con los avances que se logren en el diseño de baterías podrá haber terminales móviles WiMAX, compitiendo con los tradicionales de GSM, GPRS y de UMTS.”(3)

La comparativa de Wi-max con otras tecnologías es que tiene antenas inteligentes que emiten un haz muy estrecho que se puede ir moviendo, electrónicamente, para enfocar siempre al receptor, también soporta las llamadas antenas inteligentes propias de las redes celulares la cual mejora la eficiencia espectral que tiene esta tecnología.(3)

#### d. Tecnologías

“La tecnología WiMAX tiene dos modalidades de uso: fija y móvil.

- **Wi-MAX fijo**, Determina las conexiones de línea fija a través de una antena en el techo, similar a una antena de televisión. WiMAX fijo funciona en las bandas de frecuencia 2.5 GHz y 3.5 GHz, para las que se necesita una licencia, y en la banda 5.8 GHz para la que no se necesita tenerla.
- **Wi-MAX móvil**, Permite que los equipos móviles de los clientes se conecten a Internet. La tecnología WiMAX móvil abre las puertas para el uso de teléfonos móviles por IP e incluso para servicios móviles de alta velocidad.”(4)

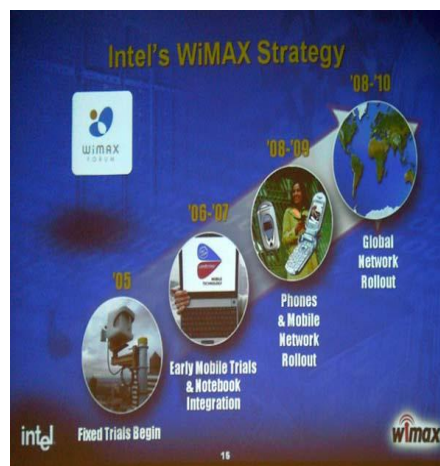


Figura 2.4 Estrategias de Wimax (4)

Las tecnologías de Wi-max son las fijas y las móviles las primeras de estas son las que tienen una antena como la de la televisión mientras que las segundas permite que los clientes se puedan conectar a internet y tienen alta velocidad.

#### e. Aplicaciones

“Las primeras versiones de Wi-MAX están pensadas para comunicaciones punto a punto o punto a multipunto, típicas de los radioenlaces por microondas. Las próximas ofrecerán total movilidad, por lo que competirán con las redes

celulares. Los primeros productos que están empezando a aparecer en el mercado se enfocan a proporcionar un enlace de alta velocidad para conexión a las redes fijas públicas o para establecer enlaces punto a punto. (5)

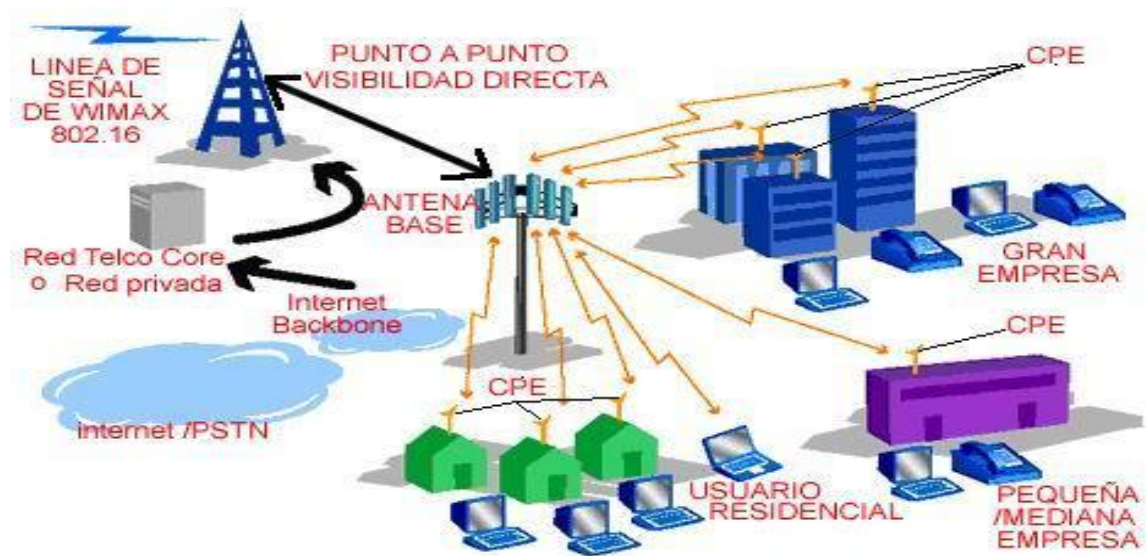


Figura 2.5 Primera generación de Wi-max (5)

Así, Wi-MAX puede resultar muy adecuado para unir *hot spots* Wi-Fi a las redes de los operadores, sin necesidad de establecer un enlace fijo. El equipamiento Wi-Fi es relativamente barato pero un enlace E1 o DSL resulta caro y a veces no se puede desplegar, por lo que la alternativa radio parece muy razonable. Wi-MAX extiende el alcance de Wi-Fi y provee una seria alternativa o complemento a las redes 3G, según como se mire.

Para las empresas, es una alternativa a contemplar, ya que el costo puede ser hasta 10 veces menor que en el caso de emplear un enlace E1 o T1. De momento no se habla de Wi-MAX para el acceso residencial, pero en un futuro podría ser una realidad, sustituyendo con enorme ventaja a las conexiones ADSL, o de cable, y haciendo que la verdadera revolución de la banda ancha llegue a todos los hogares.

La segunda generación será para interiores, con módems auto instalables similares a los módems de cable o DSL. En ese momento, las redes Wi-Max ofrecerán movilidad para que los clientes lleven su computadora portátil o MODEM Wi-Max a cualquier parte con cobertura. (5)



Figura 2.6 Segunda generación de Wi-max (5)

Otra de sus aplicaciones encaja en ofrecer servicios a zonas rurales de difícil acceso, a las que no llegan las redes cableadas. Es una tecnología muy adecuada para establecer radioenlaces, dado su gran alcance y alta capacidad, a un costo muy competitivo frente a otras alternativas. (5)

En los países en desarrollo resulta una buena alternativa para el despliegue rápido de servicios, compitiendo directamente con las infraestructuras basadas en redes de satélites, que son muy costosas y presentan una alta latencia. La instalación de estaciones base Wi-MAX es sencilla y económica, utilizando un hardware que llegará a ser estándar, por lo que por los operadores móviles puede ser visto como una amenaza, pero también, es una manera fácil de extender sus redes y entrar en un nuevo negocio en el que ahora no están, lo que se presenta como una oportunidad.(5)

Algunos operadores de LMDS (*Local Multipoint Distribution System*) están empezando a considerar esta tecnología muy en serio y ya han comenzado a hacer despliegues de red, utilizando los elementos que hoy por hoy están disponibles. Habrá que esperar para el ver resultado de estas pruebas y si se confirma su aceptación por el global de la industria y de los usuarios.” (5)

Las aplicaciones de Wi-max nos dice que cuando se inicio tenian comunicaciones de punto a punto y de punto a multipunto lo cual era típico en los radioenlaces de los microondas en su segunda generación nos dice que puede llegar a zonas donde los cableados no son permitidos de llegar.

- 
- (3) <http://www.monografias.com/trabajos16/wimax/wimax.shtml>
  - (1) [http://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_inal%C3%A1mbrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Red_inal%C3%A1mbrica)
  - (2) <http://wimaxtech.galeon.com/>
  - (4) [http://es.wikipedia.org/wiki/WiMAX#Calendarizadores\\_de\\_WiMAX](http://es.wikipedia.org/wiki/WiMAX#Calendarizadores_de_WiMAX).
  - (5) <http://es.wikipedia.org/wiki/WiMAX>

### 2.3.3 PROPAGACIÓN Wi-MAX

“Mientras varias tecnologías disponibles actualmente para enlaces inalámbricos fijos de banda ancha pueden solamente proveer cobertura para línea de vista (LOS), la tecnología Wi-MAX ha sido optimizada para proveer una excelente cobertura sin línea de vista (NLOS). Esta tecnología permite la mejor cobertura de larga distancia hasta los 50 KM en condiciones LOS y celdas de radio típicas hasta los 8 Km dentro de condiciones NLOS. (6)

P

#### a. Propiedades del canal radio

Cuando se recibe la señal de radio, el receptor no obtiene exactamente la señal que transmite el emisor, esto es debido al canal radio.

Estas son las principales características.

- ✓ Introduce pérdidas de potencia
- ✓ Puede ocasionar distorsión en las señales radio enviadas
- ✓ El medio es variante con el tiempo

Resulta necesaria una CARACTERIZACIÓN ESTADÍSTICA del comportamiento del canal radio debido a la complejidad del problema donde se mezclan fenómenos tales como:

- ✓ Refracción (atmósfera)
- ✓ Reflexión (suelo, edificio, etc)
- ✓ Difracción / Scattering (clutter)
- ✓ Absorción (lluvia, nieve, etc)

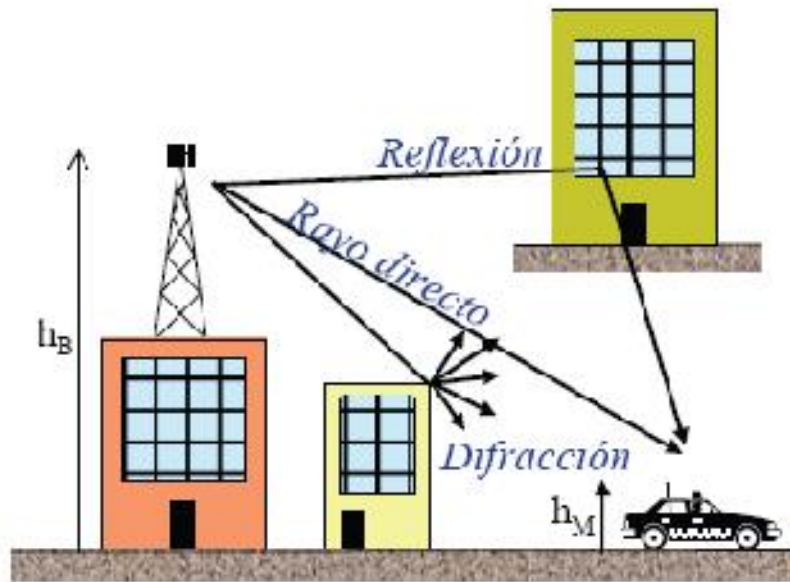


Figura 2.7 Efectos del canal radio (6)

b. Componentes del modelo de canal radio

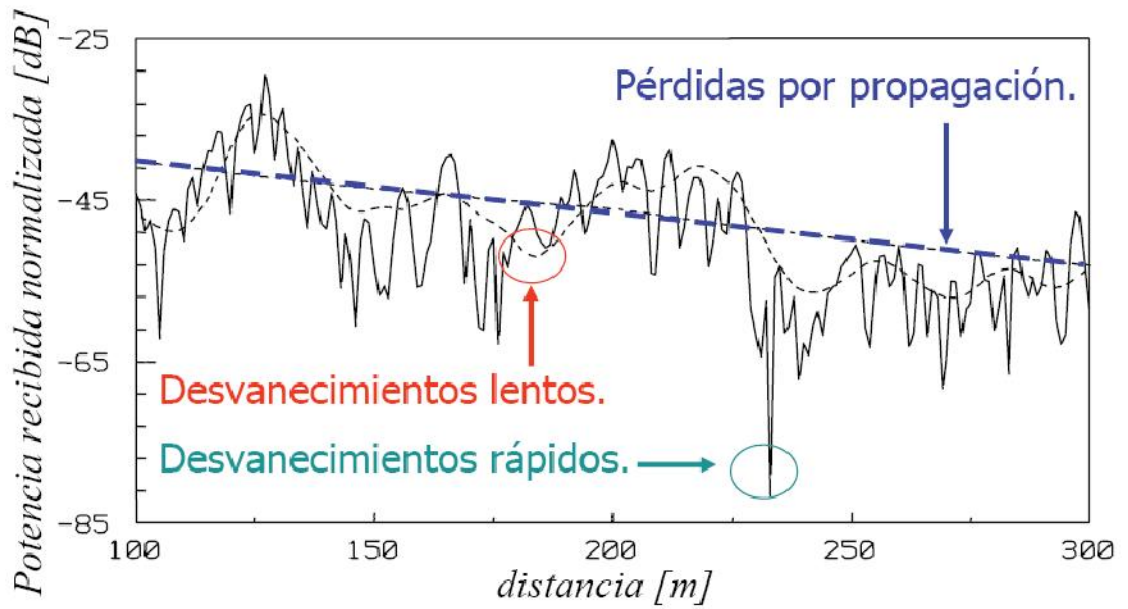


Figura 2.8 Función del canal radio (6)

### c. Pérdidas por propagación

Las pérdidas por propagación son debido a la distancia; lógicamente contra más distancia haya entre el emisor y el receptor, más pérdidas por propagación. Estas pérdidas son proporcionales a la distancia recorrida, de esto que en la figura se represente con una línea recta.

Los modelos de propagación tienen como objetivo calcular el valor medio de la atenuación del canal radio. Los modelos de propagación teóricos como el de espacio libre y tierra plana no suelen ajustarse bien a las características encontradas en los entornos de aplicación de los sistemas de comunicaciones móviles, aunque si sirven para disponer de cotas.

Los modelos de propagación suelen ser una mezcla de la aplicación de la teoría de propagación y de consideraciones empíricas.(6)

Comúnmente se adaptan la siguiente formulación (single-slope model):

$$L(dB) = L_0 + 10 \alpha \log(d)$$

$\alpha$  --Factor de atenuación o pendiente de propagación

d--Distancia de propagación en m.

La siguiente tabla proporciona, de forma no exhaustiva, una posible clasificación de algunos de los modelos de propagación existentes en función de su ámbito de aplicación (rural/urbano).

	RURAL		URBANO	
	Curvas	Fórmulas	Curvas	Fórmulas
<b>EMPÍRICOS</b>	IUT-R 370	Egli	Okomura	Hata
		Langley-Rice		Lee
<b>SEMIEMPÍRICOS</b>		Deygout		Ikegami
		Wilkerson		Walfish-Bertoni
		Epstein&Peterson		COST231
<b>ELECTROMAGN</b>		UTD		

Tabla 2.2 Clasificación de los modelos de propagación (6)



d. Desvanecimientos lentos

“Debido a las obstrucciones y provocados por las zonas de sombra (shadowing). La variación lenta de potencia posee una función densidad de probabilidad lognormal (normal o gaussiana si se expresa en dB, dBm...), la desviación típica  $\sigma$  puede variar dependiendo del entorno (7-12 dB).(6)

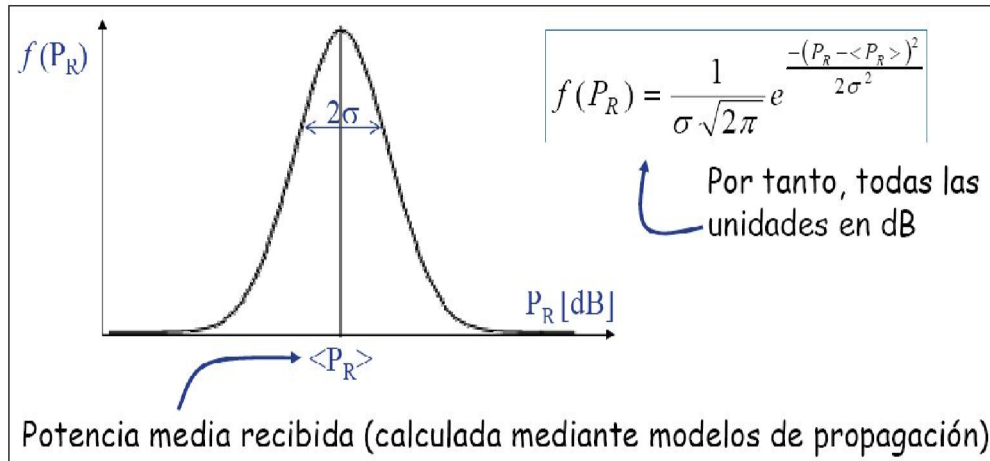


Figura 2.9 Función densidad de probabilidad de los desvanecimientos lentos. (6)

Es decir, una vez hallada la potencia media recibida  $\langle P_R \rangle$  en un punto, el valor real recibido (sin considerar desvanecimientos rápidos) estará por encima o por debajo con cierta probabilidad.

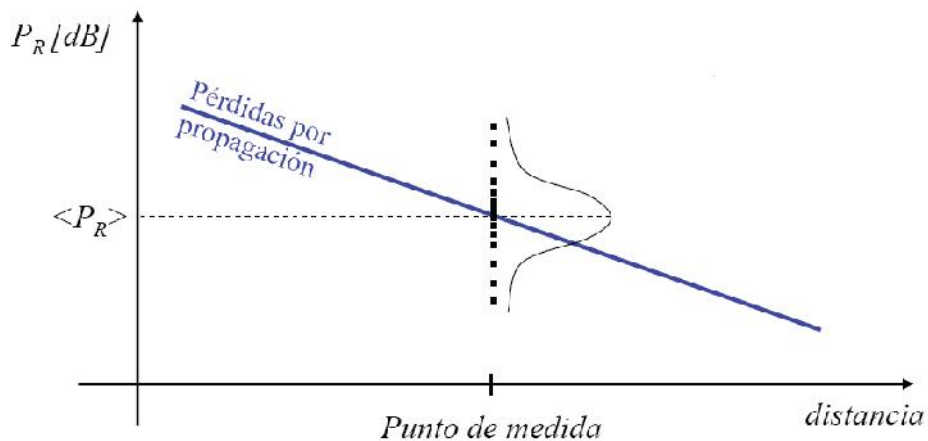


Figura 2.10 Función de la potencia media recibida en función de la distancia (6)

#### e. Desvanecimientos rápidos

Provocado por la propagación multicamino, quiere decir que, en el receptor inciden rayos con diferente retardo, amplitud y fase. Entonces esta variación de la señal transmitida debe considerarse en el cálculo de la BER (probabilidad de error en el bit).” (6)

En la propagación de wimax nos dice que se encuentra en un canal de radio como también sus componentes y sus desvanecimientos lentos o rápidos.

#### 2.3.4 TOPOLOGÍAS

“Mientras WiFi ya lleva años en el mercado, Wi-MAX aún está haciendo el desembarco. Por ello, la tecnología WiFi se ha ido adaptando en cuanto a las topologías de desempeño a las diferentes funcionalidades que se le han asignado. Así, se han desarrollado diferentes arquitecturas.

Se puede hablar de tres tipos de topologías de red basadas en nodos:

- ✓ Punto a punto
- ✓ Punto a multipunto
- ✓ Multipunto a multipunto (Malla o Mesh)

Dentro de Wi-MAX, a día de hoy, se contemplan infraestructuras punto a punto (para backhails o radioenlaces) y punto a multipunto (acceso a última milla).

Aunque se contempla la posibilidad de una vez aprobado el estándar ampliarlo para recoger las ventajas de las mesh networks. En los siguientes apartados se recogen las diferentes topologías utilizadas en las redes inalámbricas.”(6)

En las topologías se encuentran las punto a punto, las punto multipunto y la multipunto multipunto y se contemplan las infraestructuras para radioenlaces

### 2.3.4.1 ELEMENTOS DE RED

“Se definen dos tipos de equipos en un sistema Wi-MAX: el equipo de usuario y la estación base. Equipo de usuario SS (*Subscriber Station*) o CPE (*Customer Premises Equipment*), es el que incorpora las funciones del receptor identificadas en el estándar 802.16 de forma que proporciona conectividad con la estación base (BS). Existen varios tipos de equipos, desde el equipo instalado en el interior del edificio auto instalable, hasta el equipo que requiere antena exterior. Puede disponer de interfaces de comunicación compatibles con los sistemas PC (USB o Ethernet).

La estación base BS (*Base Station*) realiza las funciones de Tx identificadas en el estándar 802.16 y además de proporcionar conectividad a las estaciones cliente, también proporciona los mecanismos de control y gestión. Las estación base dispone de elementos de transporte para conectarse a la red (*corenetwork*).”(6)

En los elementos de red encontramos los equipos de usuario y las estaciones bases que tienen un receptor y un transmisor para una mejor comunicación como lo indica en los estándares 802.16.

#### a. Topología Punto a Punto (PTP)

“La topología punto a punto se muestra en la siguiente figura. En ella se pueden identificar los dos elementos que se comunican entre ellos (transmisor y receptor). El estándar define esta topología como una variante de la topología punto a multipunto.(6)

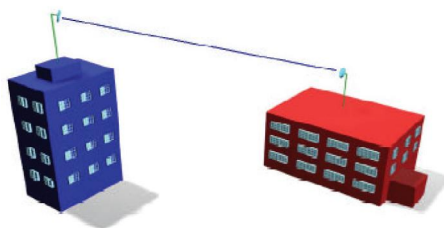


Figura 2.11 Esquema de red en arquitectura PTP (6)

La topología punto a punto es la que contiene una receptor y un trasmisor para mejorar la transmisión entre un edificio y otro.

**b. Topología Punto Multipunto (PMP) en una estación suscriptor**

“La topología y arquitectura de red especificada en el IEEE 802.16 se ilustra en la siguiente figura. Se definen los elementos Estación Base (BS) y Estación de suscriptor (SS). La BS realiza la interficie entre la red sin hilos y la red de conexión (Core Network). La SS permite al usuario acceder a la red por medio del establecimiento de conexiones con la BS, en una topología PMP.”(6)

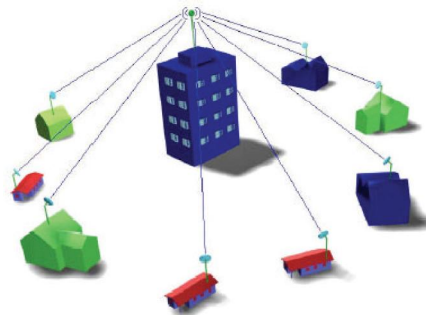


Figura 2.12 Esquema de red en arquitectura PMP (6)

La topología punto multipunto se encuentra especificada en los estándares de la IEEE 802.16 con una estación base que se encuentran unidas por medio de hilos y una red de conexión.

**c. Topología Mesh**

“Como alternativa a la topología PMP, el estándar especifica la topología Mesh, en la cual una SS se puede conectar a una o más SS intermediarias, hasta alcanzar la BS. En este último caso se trata de una red multi-salto, que representa una posibilidad interesante para extender el área total de cobertura de la red sin necesidad de un aumento significativo de BS, lo que representa una reducción representativa de costes, ya que el coste de las SS es muy inferior al de una BS.

Estas redes se caracterizan porque cada nodo de usuario está conectado y las comunicaciones se realizan a través de los nodos. Estas redes aprenden automáticamente y mantienen configuraciones en caminos dinámicos.

Este tipo de redes están siendo utilizadas en tecnologías Wi-Fi, estando contempladas en el estándar 802.11s. Este tipo de redes recibe también el nombre de multi-salto.

En las redes mesh, los nodos actúan como routers, que se instalan sobre un superficie extensa. Cada nodo transmite una señal de baja potencia, para alcanzar a los nodos vecinos, que a su vez reenvían la señal. Estas redes permiten adaptarse a los cambios de topología, ya que se pueden incorporar nodos o eliminar.”(6)

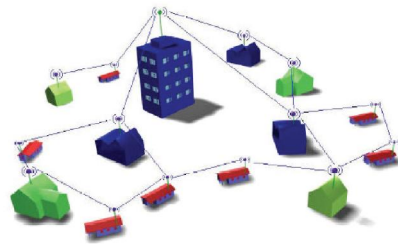


Figura 2.13 Esquema red en arquitectura mallada (6)

La topología de wimax nos indica los tipos que existen como pueden ser punto a punto, punto a multipunto y multipunto a multipunto.

---

(6) <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/4507/1/sanche>

### **2.3.5 MULTIMEDIA SOBRE REDES IP.**

“Tradicionalmente, las redes de área local se vienen utilizando para la transmisión de datos, pero conforme las aplicaciones tienden a ser multimedia y los sistemas de comunicaciones en vez de ser elementos independientes y aislados para atender un determinado tipo de comunicación, son servidores de un conjunto más complejo, se tiende a transmitir cualquier tipo de información sobre los medios existentes. Así, sobre la LAN corporativa y sobre Internet, unos medios extendidos por la mayor parte de las empresas, mediante la adopción de ciertos estándares y la incorporación de algunos elementos, es posible enviar voz y vídeo, con la gran ventaja y ahorro, que supone el utilizar la infraestructura existente.

Sin embargo y mientras que los datos no son sensibles al retardo, a la alteración del orden en que llegan los paquetes, o la pérdida de alguno de ellos, ya que en el extremo lejano se reconstruyen, la voz y la imagen necesitan transmitirse en tiempo real, siendo especialmente sensibles a cualquier alteración que se pueda dar en sus características. Requieren por tanto de redes que ofrezcan un alto grado de servicio y garanticen el ancho de banda necesario, lo que se consigue en aquellas que son orientadas a la conexión, es decir que se negocia y establece al inicio de la comunicación la ruta que han de seguir todos y cada uno de los paquetes y se reserva un determinado ancho de banda. En las redes no orientadas a conexión se realiza el llamado "mejor esfuerzo" para entregar los paquetes, pero cada uno y en función del estado de los enlaces puede seguir una ruta distinta, por lo que el orden secuencial se puede ver alterado, lo que se traduce en una pérdida de calidad. Si contemplamos las redes IP, con TCP se garantiza la integridad de los datos y con UDP (User Datagram Protocol) no. (7)

### ***2.3.5.1 ASPECTOS TÉCNICOS DE LA VIDEOCONFERENCIA.***

Todos los sistemas de videoconferencia operan sobre los mismos principios. Sus características principales son la transmisión digital y procesado de la señal.

Una vez que se ha producido la digitalización de la señal, las transmisiones de videoconferencia pueden ir sobre cualquier circuito tanto terrestre (cable, fibra óptica,...) como por satélite. Requiere una conexión de alta velocidad puede ser ISDN (Red digital de servicios integrados), ADSL (Línea de abonado digital asincrónica) o banda ancha, entre dos o más lugares, así como la utilización de sistemas compatibles. (7)

Las velocidades posibles de transmisión van en incrementos de 64 Kbps hasta los 2 Mbps (en los equipos comerciales más comunes). El sistema básico de videoconferencia emplea dos circuitos de 64 Kbps. Si se aumenta el número de circuitos se aumenta la calidad de transmisión. Así son comunes también las conexiones usando cuatro y seis circuitos de esta velocidad. (7)

#### **a. COMPRESIÓN DE IMAGEN**

El corazón del sistema es el CODEC (codificador – decodificador), que realiza una compresión de la imagen ( en el sistema actual, un nivel 1:800), a principios de la década pasada se necesitaban 6 Mbps para transmitir la videoconferencia

A principios de la década actual, es factible ya, la Videoconferencia transmitida sobre líneas digitales conmutadas de 64 Kbps, lo cual conlleva una reducción en los costes de transmisión y una universalidad del servicio al ser conmutado. (7)

Los datos se comprimen en el equipo de origen, viajan comprimidos a través del circuito de comunicación y se descomprimen en el destino. La calidad de las imágenes que percibimos está en función del nivel de compresión y de la

capacidad de transmisión de datos. Si utilizamos dos canales de 64 kbps. obtendremos poca resolución, ratios inferiores a 25 imágenes por segundo y un desajuste entre imagen y sonido. Si aumentamos la capacidad de transmisión de datos, utilizando 4 o 6 canales, conseguiremos mayor calidad de imagen y ratios de 25 imágenes por segundo, con total sincronización entre imagen y sonido. (7)

La videoconferencia ha pasado de ser una tecnología cara y exclusiva de grandes instalaciones a convertirse en una herramienta multimedia más. Y como tal, se adecua especialmente, a las tareas docentes. (7)

Muchas universidades y escuelas, ya lo están utilizando para la formación de sus estudiantes. (7)

En un futuro, no muy lejano, la utilización de esta tecnología, juntamente con otros sistemas multimedia, se introducirá en las universidades, en los centros de enseñanza a distancia, en las escuelas e institutos de formación profesional y jugará un papel importante en la formación continua en las empresas. Además, permitirá la enseñanza personalizada a domicilio.

Para hacer de esto una realidad, habrá que rehacer gran parte del material docente y reconvertir a los profesores a través de una alfabetización informática, porque la introducción de nuevas tecnologías en la educación, implica, nuevas formas de enseñanza. (7)

Para la compresión de vídeo se aplican dos técnicas:

- Compresión espacial o intraframe: se aprovecha la redundancia de información que hay en la imagen de cada fotograma, como en la imágenes JPEG.
- Compresión temporal o interframe: se aprovecha la redundancia de información que hay entre fotogramas consecutivos.



La compresión interframe siempre lleva incluida la intraframe.

En la siguiente figura se muestra el proceso de compresión de video en tiempo real. (7)

## Compresión de vídeo en tiempo real

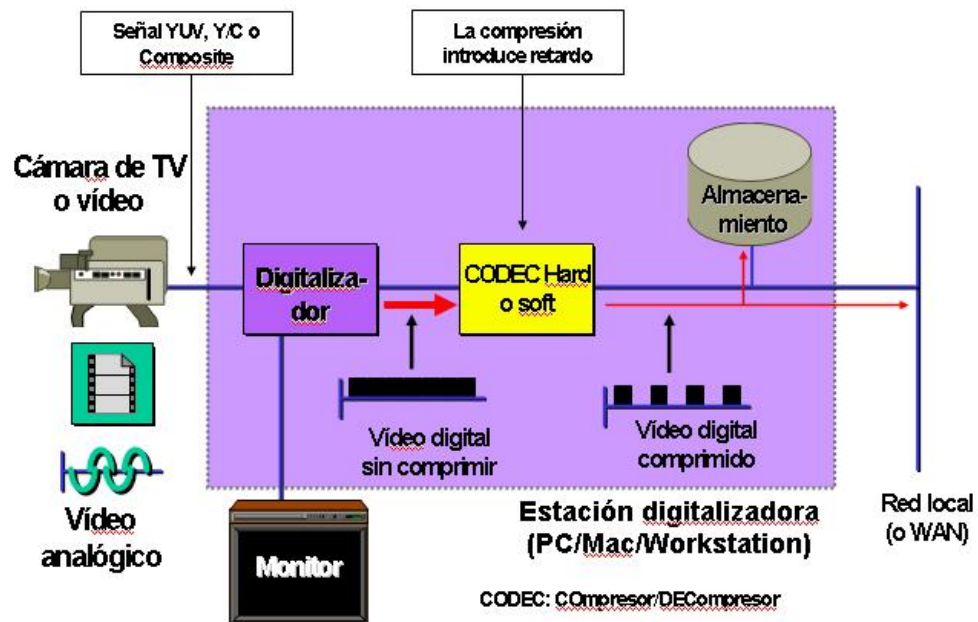


Figura 2.14 Compresión de video en tiempo real (7)

Entre los principales formatos para la compresión de video tenemos:

## Formatos compresión de vídeo

Sistema	Compresión Espacial (DCT)	Compresión temporal	Complejidad compresión	Eficiencia	Retardo
M-JPEG	Sí	No	Media	Baja	Muy pequeño
H.261	Sí	Limitada (fotog. I y P)	Elevada	Media	Pequeño
MPEG-1/2	Sí	Extensa (fotog. I, P y B)	Muy elevada	Alta	Grande
H.263 MPEG-4	Sí	Extensa (fotog. I, P y B)	Enorme	Alta	Medio Grande

Tabla 2.3 Formatos de compresión de video (7)

En el audio digital comprimido tenemos:

- Generalmente a más compresión menor calidad y mayor consumo de CPU.
  - Los sistemas de caudal variable (MPEG, G.723.1) son los que mejor se adaptan a redes sin reserva de caudal constante, como el modelo DiffServ de Internet o los servicios UBR o ABR de ATM.
  - Los sistemas de caudal constante (G.711, G.722, G.729) son más adecuados para servicios orientados a conexión (RSVP o circuitos CBR de ATM, por ejemplo).
  - La compresión MPEG es la más eficiente y da mayor calidad, pero consume mucha CPU e introduce mucho retardo por lo que no puede emplearse en aplicaciones interactivas (vídeoconferencia o telefonía).
- (7)

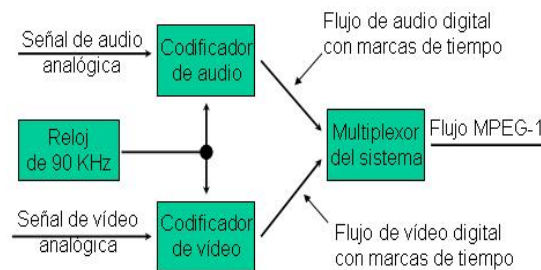
## Algunos formatos de audio digital

	Formato	Frec. Muestreo (KHz)	Canales	Caudal por canal (Kb/s)	Uso
Bajo Retardo	<b>PCM (G.711)</b>	8	1	64	Telefonía
	ADPCM (G.721)	8	1	32	Telefonía
	<b>SB-ADPCM (G.722)</b>	16	1	48/56/64	Vídeoconferenc.
	<b>MP-MLQ (G.723.1)</b>	8	1	6,3/5,3 variable	Telefonía Internet
	ADPCM (G.726)	8	1	16/24/32/40	Telefonía
	E-ADPCM (G.727)	8	1	16/24/32/40	Telefonía
	<b>LD-CELP (G.728)</b>	8	1	16	Telefonía/Vídeoconferenc.
	<b>CS-ACELP (G.729)</b>	8	1	8	Telefonía Internet
	RPE-LTP (GSM 06.10)	8	1	13,2	Telefonía GSM
	CELP (FS 1016)	8	1	4,8	
	LPC-10E (FS 1015)	8	1	2,4	
Elevado retardo	CD-DA / DAT	44,1/48	2	705,6/768	Audio Hí-Ej
	MPEG-1 Layer I	32/44,1/48	2	192-256 variable	
	MPEG-1 Layer II	32/44,1/48	2	96-128 variable	
	MPEG-1 Layer III (MP3)	32/44,1/48	2	64 variable	Hí-Ej Internet
	MPEG-2 AAC	32/44,1/48	5.1	32-44 variable	Hí-Ej Internet

Tabla 2.4 Formatos de audio digital (7)

Uno de los problemas que existe entre el audio y el video es la sincronización que debe existir, a continuación se muestra la sincronización con MPEG:

### Sincronización de audio y vídeo MPEG



*Durante la decodificación se realiza el proceso inverso*

Figura 2.15 Sincronización de audio y vídeo (7)

## b. MPEG (Moving Pictures Expert Group)

Es un Grupo de trabajo de ISO que desarrolla estándares de audio-vídeo comprimido teniendo los siguientes tipos:

- MPEG-1 (1992, ISO 11172)
  - Orientado a vídeo en CD-ROM (vídeo progresivo)
  - Objetivo: Calidad VHS. Caudal típico 1,5 Mb/s
  - Útil para teleenseñanza, aplicaciones de empresa, negocios, etc.
- MPEG-2 (1996, ISO 13818)
  - Extensión compatible de MPEG-1 ‘hacia arriba’
  - Orientado a teledifusión (vídeo entrelazado)
  - Calidad broadcast, también HDTV. 4-100 Mb/s. (7)
  - Útil para todo tipo de aplicaciones (negocios, entretenimiento, etc.)
- MPEG-3: Inicialmente pensado para HDTV, finalmente resuelto por reparametrización de MPEG-2.
- MPEG-4 (1998-1999, ISO 14496):
  - Extensión ‘hacia abajo’ de MPEG-1. Orientado a vídeo sobre Internet
  - Útil en el rango 28,8-500 Kb/s. Nuevos algoritmos de compresión
  - Definición de AVOs (objetos audio visuales) similar a VRML
  - MPEG-4 v. 2 (previsto dic. 1999)
- MPEG-5 y MPEG-6: inexistentes
- MPEG-7 (aprobado sep. 2001, ISO 15938)
  - Descripción de contenidos audiovisuales (indexación, búsquedas, bases de datos, etc.). Interpreta semántica de la información audiovisual
- MPEG-21: en fase borrador. Prevista aprobación de IS entre 12/2002 y 9/2004 (7)

### c. ESTÁNDARES DE VIDEOCONFERENCIA

Los sistemas de videoconferencia han sido estandarizados por la ITU-T (International Telecommunications Union – Telecommunications Sector) en los estándares de la serie H (sistemas multimedia y audiovisuales). En la serie H hay una gran cantidad de estándares. Los H.32x son estándares de videoconferencia, la ‘x’ depende del tipo de red utilizado. Cada uno de ellos se basa en una serie de estándares previos para especificar todos los servicios necesarios en una videoconferencia. Ej.: Codificación de audio G.711. (7)

<b>Estándar</b>	<b>Medio físico</b>	<b>Tipo servicio</b>	<b>Año aprobación</b>
<b>H.320</b>	<b>RDSI</b>	<b>Circuito</b>	<b>1990</b>
H.321	ATM	Circuito	
H.322	<u>IsoEthernet</u>	TDM	
<b>H.323</b>	<b>Ethernet</b>	<b>Paquete</b>	<b>1996</b>
H.324	Módem analógico	Circuito	

Tabla 2.5 Estándar H.32x (7)

A continuación se muestran dos ejemplos de videoconferencia, en donde hay que diferenciar las velocidades de conexión a existir en ellos. El primero utiliza el protocolo H.320 utilizando una red RDSI o ISDN (Red digital de servicios integrados). (7)

## Videoconferencia H.320

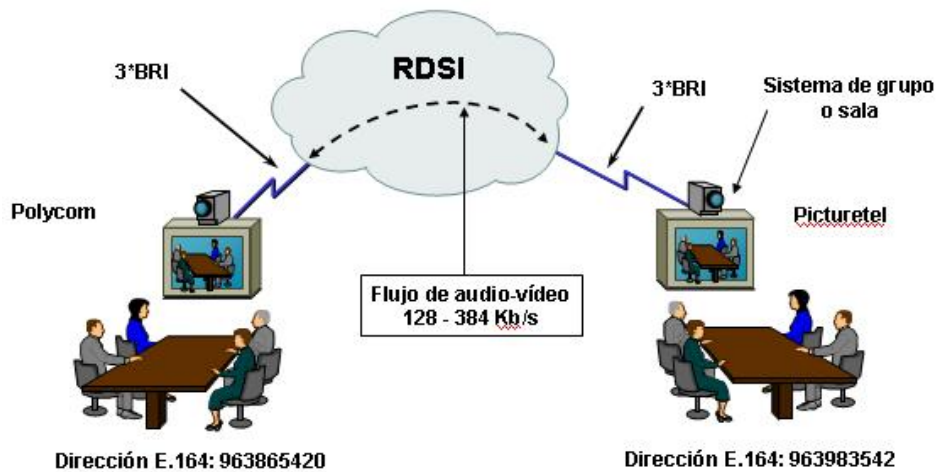


Figura 2.16 Videoconferencia con H.320 (7)

En la siguiente figura tenemos otro ejemplo de videoconferencia pero con el protocolo H.323 utilizando Internet.

## Videoconferencia H.323

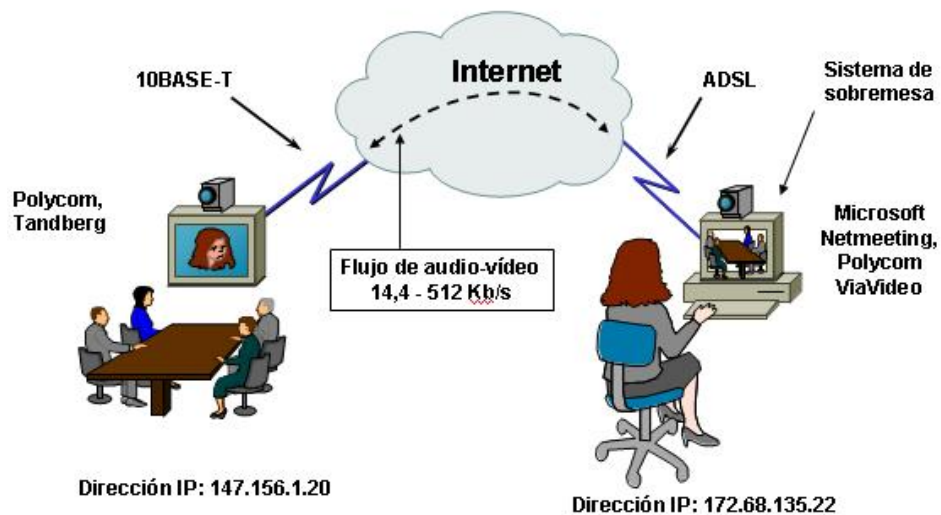


Figura 2.17 Videoconferencia con H.323 (7)

La estructura de la red con el uso de terminales H.323 se muestra en la figura siguiente:

## Terminales H.323

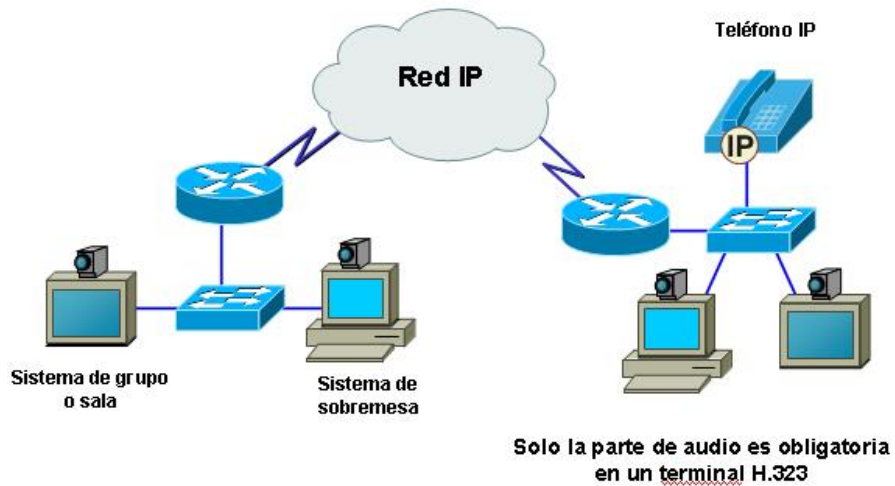


Figura 2.18 Terminales H.323 (7)

### 2.3.6.1 TELEFONÍA IP

## Evolución de la telefonía

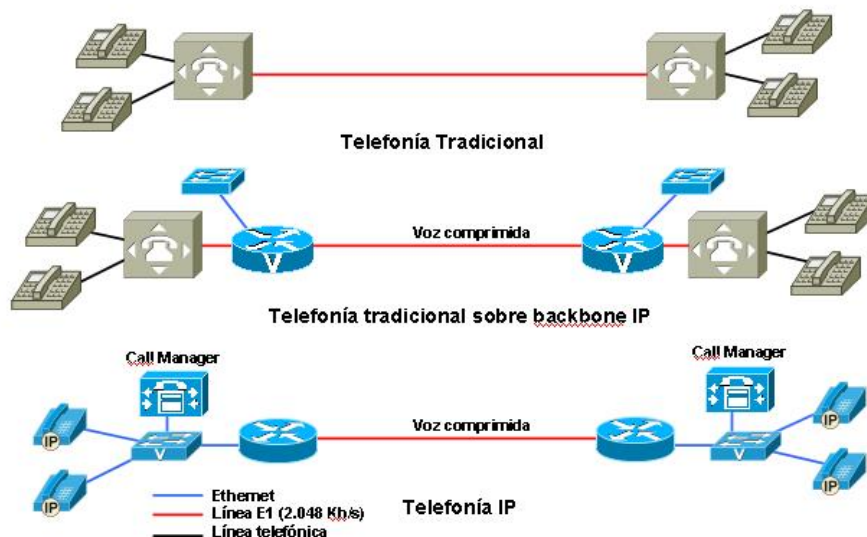


Figura 2.19 Evolución de la Telefonía (7)

La telefonía IP aprovecha la red de datos o de Internet para la comunicación telefónica, requiere una red con bajo retardo y caudal garantizado (QoS – Calidad de servicio). Además de digitalizar la voz es necesario ofrecer todas las funciones propias de una red telefónica:

- Señalización de llamada.
- Conmutación.
- Tarifación.
- Funciones avanzadas: reenvío de llamadas, mensajería, etc.

Entre las ventajas que tiene la telefonía IP tenemos:

- Reducción de distancias (y costes) en la red telefónica
- Fácil enrutamiento alternativo en caso de averías en la red (servicio no orientado a conexión)
- Compresión de la voz (G.729, G.723.1)
- Supresión de silencios
- Posibilidad de ofrecer servicios de voz de alta calidad (G.722, 7 KHz)

Los inconvenientes o desventajas tenemos:

- Degradación de la calidad cuando hay congestión (si no hay QoS).
- Mayores retardos (>200ms), posibles problemas de ecos.

En la siguiente figura se muestra la configuración de una red LAN con telefonía IP. (7)



## LAN con telefonía IP



Figura 2. 20 LAN con telefonía IP (7)

Un terminal H.323 solo está obligado a soportar audio, el vídeo es opcional, por tanto con H.323 y gateways podemos ofrecer telefonía Internet sin tener que aprobar nuevos estándares. Sin embargo H.323 es un estándar muy complejo. Por ello el IETF (Internet Engineering Task Force) ha aprobado un estándar alternativo específicamente diseñado para telefonía mucho más sencillo conocido como SIP (Session Initiation Protocol). (7)

El SIP está diseñado para gestionar y establecer llamadas multimedia, como videoconferencia, llamadas de voz o sesiones para compartir datos. Es un protocolo de señalización de capa de aplicación que define la iniciación, modificación y la terminación de sesiones interactivas de comunicación multimedia entre usuarios.

El SIP presenta las siguientes ventajas:

- Más integrado con las aplicaciones y servicios Internet.
- Mayor flexibilidad para incorporar nuevas funciones.
- Implementación más simple.

- Aplicaciones interactivas multimedia.
- Integración con protocolos existentes.
- Facilidad de creación en servicios integrados digitales.

Las diferencias entre ambos son consecuencia de las que establece el IETF y la ITU. Estas se dan en cuanto a servicios soportados que se reducen a medida que se desarrollan nuevas versiones, entonces podemos definir las ventajas que presenta SIP sobre H.323.

SIP	H.323
Más simple	Más complejo
Protocolo de señalización para dar base A servicios.	Especifica servicios.
Ofrece flexibilidad y apertura con protocolos ya existentes para construir sesiones.	Engloba un amplio conjunto de protocolos de implementación obligatoria.
Tiene mejores mecanismos de detección de bucles, espirales y otros errores de configuración de la red.	Define mecanismos de gestión y administración de la red.
Inicio de llamadas más rápido	Inicio de llamadas lento.
Emplea codificación Textual (SigComp)Codificación Binaria (ASN.1)	Codificación Binaria (ASN.1)
Formatos Tipos MIME – IANA	Formatos Series G.XXX y H.XXX, MPEG,
Métodos de cabeceras en el caso expansión.	Ampliabilidad de campos reservados, es decir complejidad en expansión
Análogo a http, distribuido en autenticación	Autenticación H.235 (puede usar TLS)
DNS, Basado en la locación actual el proxy server enrutará las llamadas a la locación actual del usuario.	Localización Gatekeeper (puede usar DNS), demora en la localización de usuarios

Escalabilidad en el nivel de transporte, puede usar: TCP, UDP, SCTP, DCCP, etc.	Capa de Transporte TCP, UDP.
---------------------------------------------------------------------------------	------------------------------

Tabla 2.6 Cuadro comparativo H.323 y SIP (7)

- 
- ✓ (7) BRITO GEOVANNI, DISEÑO DE LA RED INTERNA DE DATOS EN LA MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD REGIONAL AUTÓNOMA DE LOS ANDES, UNIANDES, Tesis de Grado de Magister en Redes de Telecomunicaciones, Universidad Técnica de Ambato, 2008

## **2.4. HIPÓTESIS**

Con el diseño de una Red Inalámbrica de banda ancha (Wi-max) se optimizarán los servicios de valores agregados en el Hospital y los Subcentros de Salud del cantón Salcedo.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. Variable Independiente**

Red inalámbrica de banda ancha (Wi-max).

### **2.5.2. Variable Dependiente**

Servicios de valor agregado (voz, video y datos)

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación estuvo enmarcada dentro del paradigma crítico propositivo, obteniendo el mejoramiento en la transmisión de datos entre el Hospital y subcentros de Salud del Cantón Salcedo. Tuvo un enfoque cuali-cuantitativo, trabajando con sentido holístico y participativo, considerando una realidad en constante transformación, pero al mismo tiempo dio énfasis a los resultados en la comprobación de la hipótesis.

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

#### **3.2.1. Investigación de Campo**

En la investigación se utilizó la modalidad de campo para recolectar información en los siguientes aspectos: satisfacción de los usuarios, necesidad de ampliar y mejorar la transmisión de datos del hospital y subcentros de salud.

#### **3.2.2 Investigación Bibliográfica**

La investigación tuvo una modalidad bibliográfica en la búsqueda de hechos trascendentales que definan los problemas en relación a la falta de comunicación oportuna, entre el hospital y subcentros de salud, mediante fichas bibliográficas y nemotécnicas.

### **3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El proyecto abarco el nivel exploratorio, que permitió conocer las falencias existentes en comunicación. El nivel descriptivo, ayudó a reconocer las variables que se tomarán en cuenta al momento del planteamiento del problema, se estableció las características de la realidad a investigarse y el grado de relación que existe entre las variables, las causas y consecuencias del problema, llegando a la comprensión de la hipótesis. El nivel explicativo abordó el análisis, síntesis e interpretación de la información obtenida en la investigación.

### **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

El trabajo de investigación se realizó en el Hospital ubicado en la matriz del cantón y Subcentros de Salud que están en las diferentes parroquias y caseríos de esta ciudad, con una población de 90 trabajadores.

La muestra considerada para nuestra investigación serán: la parte directiva del Hospital, los directores de los subcentros de salud, y el personal de mantenimiento, dando un total de 30 personas.

### 3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

**Tabla 3.1 Variable Independiente:** Red Wi-max

CONCEPTO	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEM	T.I.
<b>Variable Independiente:</b> Red Wi-max es una tecnología conocida como conjunto de técnicas de última milla, también conocidas como bucle local el cual permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio.	Tecnología	Avance Científico	¿Cree usted que en Hospital y los Subcentros de Salud del cantón Salcedo necesitaría de nuevos avances científicos?	Encuesta
	Recepción de Datos	Recibe Información	¿La comunicación Wi-max permitirá recibir información con más eficiencia?	Encuesta
	Microondas	Trasmisión y Retransmisión de datos	¿Si se implementara la tecnología Wi-max mejoraría la trasmisión y la recepción entre Hospital y los Subcentros de Salud del cantón Salcedo?	Encuesta
				¿La capacidad de trasmisión de datos se incrementaría con la tecnología Wi-max?

**Tabla 3.2 Variable Dependiente:** Servicios de valor Agregado

CONCEPTO	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEM	T.I.
<b>Variable Independiente:</b> Servicios de valores Agregados son la transmisión y la recepción de datos así como también la voz IP, video conferencia e internet.	Trasmisión	Envía Datos	¿Se podrá enviar una mayor cantidad de datos atreves de la red Wi-max?	Encuesta
	Voz		¿Con esta tecnología se podrá facilitar el envío de la información en tiempo real?	Encuesta
	Video	Recibe Datos	¿Con la tecnología de banda ancha Wi-max se lograra una recepción más confiable?	Encuesta
	Recepción		¿El medio de trasmisión ayudará para la recepción de datos a larga distancia?	Encuesta
	Internet		¿Podrán comunicarse con mayor facilidad por medio de internet?	Encuesta



### **3.6. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Para la investigación de campo y para que la recolección de la información sea más eficaz, se utilizó la encuesta para obtener datos referentes a la comunicación entre el hospital y los distintos subcentros del cantón Salcedo.

Para esto se elaboró un cuestionario estructurado para obtener la información de primera fuente.

La técnica de la observación fue de gran valor en la apreciación directa y sin filtros de la realidad, estas circunstancias permitió controlar los hechos, palabras, datos importantes para impedir un sello de transparencia e imparcialidad en la investigación, el documento es una observación estructural.

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

Una vez aplicado los instrumentos y analizados la validez de la información, se procedió a la tabulación de los datos, se presentó en gráficos en términos de porcentajes para facilitar la interpretación.

Se realizó el análisis integral en bases a juicios críticos desprendidos del marco teórico, objetivos y variables de la investigación.

A continuación se estructurará las conclusiones y recomendaciones que organizadas secuencialmente permitirán dar solución al problema planteado.

Finalmente como parte fundamental de la información crítica y propositiva se estructuró una propuesta pertinente al tema de investigación, enfocada a mejorar la calidad de comunicación en el hospital.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### **Tabulación de la Encuesta**

Los datos obtenidos de este trabajo de investigación fueron tabulados de conformidad a las preguntas planteadas, analizados de forma sistemática e interpretados estadísticamente para obtener resultados valederos y confiables.

Para la realización de los cuadros y gráficos circular, se utilizó la herramienta Microsoft Office Excel 2007, pudiendo diferenciar claramente la distribución de las respuestas presentadas.

Al final de cada uno de los gráficos, se realiza el análisis e interpretación respectiva sobre los resultados obtenidos, de esta forma se puede visualizar la problemática investigada.

La muestra involucrada directamente con el problema fue de 30 personas y, se obtuvieron los siguientes resultados.

#### 4.1 ENCUESTA

Pregunta 1: ¿El Hospital y los subcentros cuentan con internet?

a) Si

b) No

Tabla 4.1 Disponibilidad de Internet

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	1	3.33
No	29	96.67
Total	30	100



Figura 4.1 Disponibilidad de Internet

#### Análisis e Interpretación:

Del total de encuestados, el 3% manifiesta que si existe internet en el hospital y subcentros, mientras que el 97% dice lo contrario.

De los resultados obtenidos la mayoría de personas manifiestan que no existe internet en el Hospital y en los diferentes Subcentros, por lo que se deberá implementar dicho servicio.

**Pregunta 2: Cree usted que la comunicación entre el hospital y los subcentros de Salud del Cantón Salcedo es:**

a) Excelente

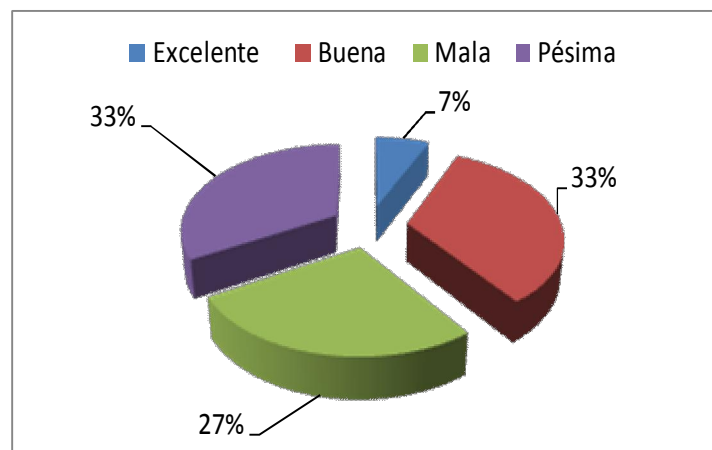
c) Mala

b) Buena

d) Pésima

**Tabla 4.2 Comunicación entre los dispensarios**

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Excelente	2	6,67
Buena	10	33,33
Mala	8	26,67
Pésima	10	33,33
Total	30	100



**Figura 4.2 Comunicación entre los dispensarios**

**Análisis e Interpretación:**

El 33.33% de encuestados dicen que la comunicación entre el Hospital en los Subcentros es buena, mientras que el 33.33% dice que es pésima, el 26.67% opina que es mala y el 6.67% está de acuerdo que es excelente.

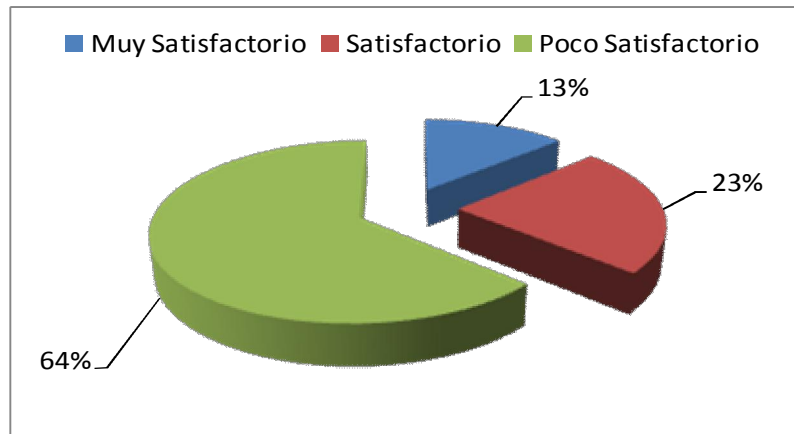
La comunicación entre el Hospital y en los diferentes dispensarios es deficiente, lo que afectaría a la adecuada y oportuna entrega de información entre los diferentes dispensarios.

**Pregunta 3: Cree que la satisfacción de los usuarios en el rendimiento de la red actual de comunicación es:**

- a) Muy Satisfactorio
- b) Satisfactorio
- c) Poco Satisfactorio

**Tabla 4.3 Rendimiento de la red actual de Comunicación**

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Muy Satisfactorio	4	13,33
Satisfactorio	7	23,33
Poco Satisfactorio	19	63,33
Total	30	100



**Figura 4.3 Rendimiento de la red actual de Comunicación**

**Análisis e Interpretación:**

Del total de encuestados, el 63.33% manifiesta que el rendimiento de la red actual de comunicaciones es poco satisfactorio, el 23.33% indica que el rendimiento es satisfactorio; mientras que el 13.33% lo expresan muy satisfactorio.

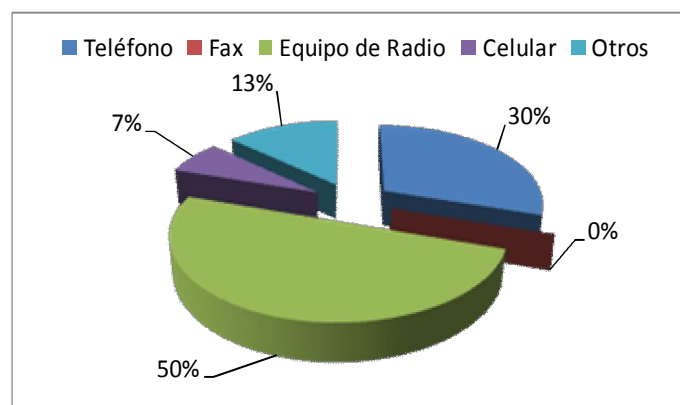
La inconformidad del usuario final sobre la red de comunicación radica en que el mantenimiento del mismo no se realiza de manera periódica, además, la manipulación frecuente de la configuración de los terminales por parte de los usuarios provoca que la red no funcione adecuadamente.

**Pregunta 4: ¿Qué medios tiene el Hospital para comunicarse con sus diferentes subcentros?**

- a) Teléfono
- b) Fax
- c) Equipo de Radio
- d) Celular
- e) Otros

**Tabla 4.4 Medios de Comunicación**

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Teléfono	9	30
Fax	0	0
Equipo de Radio	15	50
Celular	2	6,67
Otros	4	13,33
Total	30	100



**Figura 4.4 Medios de Comunicación**

**Análisis e Interpretación:**

El 50% de las personas encuestadas dice que el medio que tiene el Hospital para comunicarse con sus Subcentros es mediante equipos de radio, el 30% manifiesta que es por medio de teléfono, mientras que el 13.33% opina que es por otros medios de comunicación y por último el 6.67% indican que es por medio de celular.

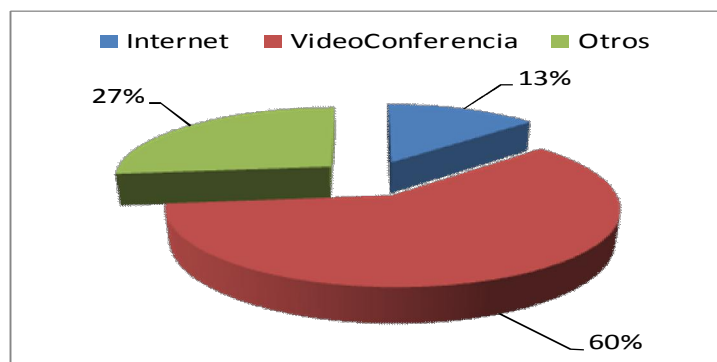
El medio de comunicación más utilizado es por equipos de radio, ya que en la mayoría de Subcentros se encuentra instalado este sistema debido a que es más económico; aunque su mantenimiento es elevado.

**Pregunta 5: ¿Qué servicios de telecomunicaciones necesita el Hospital y sus subcentros?**

- a) Internet
- b) Video Conferencia
- c) Otros

**Tabla 4.5 Servicios de Telecomunicaciones**

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Internet	4	13,33
VideoConferencia	18	60
Otros	8	26,67
Total	30	100



**Figura 4.5 Servicios Telecomunicaciones**

**Análisis e Interpretación:**

De acuerdo a las personas encuestadas, el 60% dice que sería necesario de implementar video conferencia para el Hospital y sus diferentes Subcentros, mientras que el 26.67% requieren de otros servicios de telecomunicaciones y el 13.33% nos dice que necesitan internet.

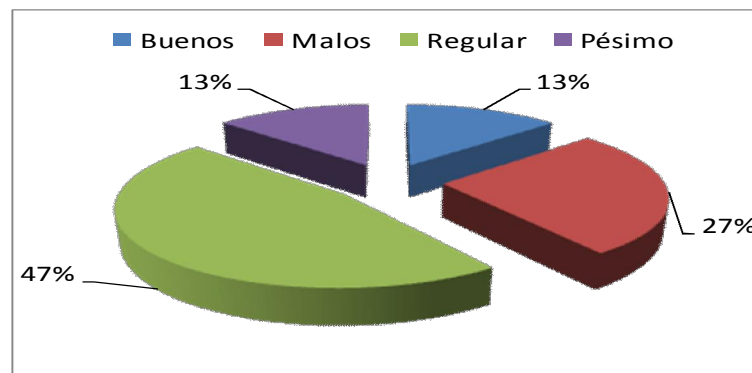
La mayor cantidad del personal necesita video conferencia e internet, debido a que necesitan estar al día sobre los avances tecnológicos y científicos referente al tema de la salud.

**Pregunta 6: ¿En qué estado se encuentran los equipos de computación del Hospital y los Subcentros de Salud del Cantón Salcedo?**

- a) Buenos
- b) Malos
- c) Regular
- d) Pésimo

**Tabla 4.6 Estado de Equipos de Computación**

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Buenos	4	13,33
Malos	8	26,67
Regular	14	46,67
Pésimo	4	13,33
Total	30	100



**Figura 4.6 Estado de Equipos de Computación**

**Análisis e Interpretación:**

El 46.67% de los encuestados opinan que el funcionamiento de los equipos de computación es regular, mientras que el 26.67% dicen que están malos, el 13.33% consideran que su estado es bueno y por último el 13.33% piensa que están en pésimas condiciones.

La inconformidad del funcionamiento de los equipos de computación es muy notoria, lo cual provoca que la información solicitada por el Hospital no sea oportuna al momento de requerirlo.

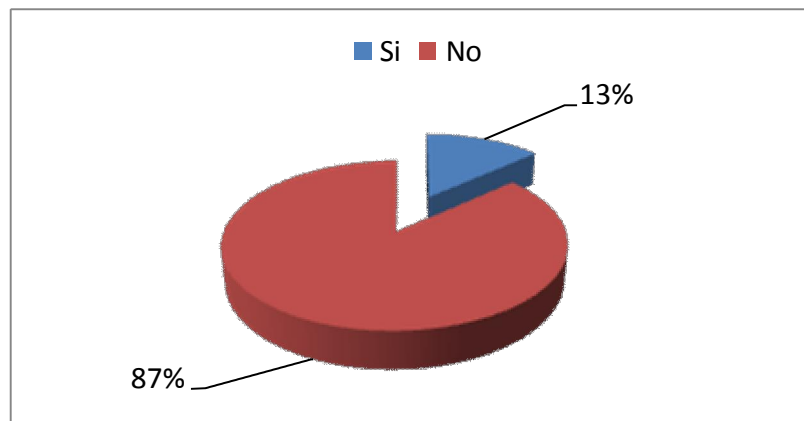


**Pregunta 7: ¿Existe un departamento de sistemas en el Hospital y sus diferentes Subcentros?**

- a) Si
- b) No

**Tabla 4.7 Departamento de Sistemas**

Detalle	Frecuencia	Porcentaje
Si	4	13,33
No	26	86,67
Total	30	100



**Figura 4.7 Departamento de Sistemas**

**Análisis e Interpretación:**

De los resultados obtenidos tenemos que el 86.67% opina que no existe un departamento de sistemas en el Hospital y sus diferentes Subcentros mientras que el 13.33% indican que si existe.

Al no existir un departamento de sistemas o una persona encargada del correcto funcionamiento de los equipos de cómputo, obviamente existirían inconvenientes en la elaboración y envío de informes que requieren la unidad y sus anexos.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- ✓ Con la implementación de una red privada que abarque el hospital y subcentros de salud, se puede centralizar la información, facilitando su administración y agilizando los procesos, resultando en una atención más eficiente.
- ✓ La falta de intercomunicación entre el hospital y subcentros de salud, impide manejarse información oportuna y trascendente en el normal avance de los mismos.
- ✓ El mantenimiento de la red de comunicación es esporádica o nula, lo que conlleva a la decadencia de la comunicación.
- ✓ La tecnología utilizada para la transmisión de datos en estos centros de salud, no está acorde a las necesidades de las nuevas aplicaciones multimedia necesarias para la comunicación entre estas.
- ✓ El avance de la ciencia y tecnología conlleva una nueva visión en la comunicación, siendo necesaria la videoconferencia, que apoyaría el diagnóstico correcto y oportuno de enfermedades que evolucionan a diario.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Se debe implementar nuevas tecnologías como la red inalámbrica de banda ancha Wi-max, capaces de soportar aplicaciones multimedia que requieren de gran capacidad de transmisión.
- ✓ Se tiene que dar mantenimiento preventivo y correctivo en los equipos los cuales conforman la red de comunicación, evitando el retraso del tráfico de la información.
- ✓ Incrementar nuevos servicios de telecomunicaciones, como internet, videoconferencia, entre otros, complementando los existentes.
- ✓ Adquirir nuevas PC's, para mejorar la calidad de la red en su funcionamiento.
- ✓ Es conveniente crear un departamento de sistemas encargado de controlar el funcionamiento de la red de comunicaciones, manteniendo la disponibilidad de recursos informáticos que se requieran en dichos centros de salud.

## CAPÍTULO VI

### PROPUESTA

#### 6.1 DATOS INFORMATIVOS

**a) Tema de la Propuesta:**

Diseño de una red inalámbrica de banda ancha (Wi-max) para servicios de valor agregado en el Hospital y los subcentros de Salud del Cantón Salcedo.

**b) Ubicación:**

Provincia Cotopaxi  
Cantón Salcedo

**c) Cobertura :**

Cantón Salcedo y las parroquias como son Mulliquindil, Mulalillo, Cusubamba, Panzaleo, A.J. Holguín y algunos barrios tales como Anchiliví, Papahurco, Yanayacu, San Marcos y Pataín.

**d) Grupo meta:**

Administrativos, directores, doctores y pacientes del Hospital y sus subcentros.

**e) Tutor:**

Ing. Geovanni Brito

**f) Autor:**

Claudia Lorena Mena Carrasco

## 6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Realizada la investigación sobre la situación actual del Hospital y subcentros de salud, ubicados en las parroquias de Mulliquindil, Mulalillo, Cusubamba, Panzaleo, A. J. Holguín y barrios, Anchiliví, Papahurco, Yanayacu, San Marcos y Pataín, en referencia a la transmisión de datos que existe entre ellos; se ha determinado que es deficiente al no permitir que fluya la información correctamente entre la institución matriz y los Subcentros.

La fallida comunicación entre dichas entidades públicas provocan malestares a los usuarios, tomando como alternativa nuevas tecnologías inalámbricas que pretenden corregir los inconvenientes de transmisión, cobertura y velocidad de la red de datos.

La falta de mantenimiento de la red de comunicaciones, provoca que esta no sea capaz de operar al 100% de su capacidad.

Se pudo determinar que los medios de comunicación existentes en el Hospital y Subcentros son de tecnología obsoleta por lo que requieren de servicios de telecomunicaciones modernos que facilitaran el manejo de la información entre los mismos.

### 6.3 JUSTIFICACIÓN

La propuesta planteada para el diseño de una red inalámbrica de banda ancha Wi-max en el Hospital y los Subcentros de Salud del cantón Salcedo, se encuentran justificadas desde varios puntos de vista, como podemos apreciar algunas ventajas en la utilización de dicha red como por ejemplo, de un servidor Web para una administración más fácil decir un usuario simplificará la administración de su red inalámbrica si selecciona un punto de acceso con un servidor Web incorporado. Esto le permitirá acceder y definir parámetros de configuración, monitorear el rendimiento y hacer diagnósticos desde un navegador Web.

Mediante la Red Inalámbrica de banda ancha Wi-max podrá ayudar a tener una buena comunicación entre el Hospital y los Subcentros en un tiempo estimado y en tiempo inmediato para así no tener complicaciones en el envío de información como también en ayudar a las personas que lo puedan estar necesitando en un lugar apartado.

Otra de las ventajas que nos proporciona esta tecnología es que mediante esta se puede comunicar en un tiempo real entre el Hospital y sus diferentes Subcentros pueden tener una comunicación por Video Conferencia los médicos que necesiten de la ayuda de alguno de sus compañeros que se encuentre en un lugar dentro de la cobertura de la red Inalámbrica así como también se puede hacer por medio de la Voz Sobre IP y el Internet.

Se puede concluir entonces que la propuesta es beneficiosa en todo sentido para el mejoramiento de dicha entidad pública y sus distintos dispensarios.

## 6.4 OBJETIVOS

### 6.4.1 Objetivo General

- ✓ Diseñar una Red Inalámbrica de Banda Ancha (Wi-max) para servicios de valor agregado en el Hospital y los Subcentros del Cantón Salcedo.

### 6.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Definir la arquitectura de la red inalámbrica de banda ancha Wi-max.
- ✓ Seleccionar el protocolo de comunicación adecuado para el funcionamiento óptimo del sistema
- ✓ Establecer el sistema de compresión de red inalámbrica a utilizarse.
- ✓ Definir el diseño y ubicación adecuada de los equipos de red inalámbrica de banda ancha Wi-max para la optimización del servicio.
- ✓ Establecer las etapas necesarias para la instalación de la red inalámbrica de banda ancha Wi-max.

## 6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

### 6.5.1 Factibilidad Operativa

Desde el punto de vista operativo la propuesta es factible debido a que el Hospital y los Subcentros cuentan con la infraestructura física y tecnológica mínima requerida para la instalación de Wi-MAX que es utilizada más eficazmente como tecnología inalámbrica de banda ancha la cual puede llegar a desplazar a la tecnología 3G, por lo que se le considera como una tecnología de ultima milla. Una base importante que la tecnología Wimax puede desempeñar es que tiene una función valiosa en el ecosistema inalámbrico.

Además la antes mencionada tecnología proviene de los estándares de la IEEE que sirven a múltiples usuarios en una forma de división temporal en

una especie de técnica circular, pero llevada a cabo extremadamente rápido de modo que los usuarios tienen la sensación de que siempre están transmitiendo o recibiendo información.

### **6.5.2 Factibilidad Técnica**

La propuesta planteada es factible para el diseño de una red inalámbrica de banda ancha Wi-max ya que los equipos a utilizarse y además los recursos tecnológicos actualmente existen en el mercado local.

Algunos desafíos técnicos que tiene la tecnología Wi-max es que incluyen una propagación de frecuencia radial (RF) desfavorables en el espectro relativamente alto que se está considerando en algunas situaciones, la cantidad de trabajo sin terminar que debe realizarse fuera de la estandarización de la IEEE para que los equipos tengan la certificación Wimax, así como sus meritos económicos en relación con 3G y otros servicios inalámbricos de banda ancha que existen en la actualidad.

Wi-max podría incluir el uso de tecnologías de antenas inteligentes, aunque estas tienen un precio costoso es por este motivo que es preferible utilizar la antenas inalámbricas comunes con la antes mencionada tecnología.

### **6.5.3 Factibilidad Económica**

La propuesta de la red inalámbrica de banda ancha Wi-max si es factible desde el punto de vista económico puesto que los administrativos del Hospital tomaran en cuenta a partir de la propuesta para la realización de este proyecto, los cuales están dispuestos a brindar el apoyo económico para la futura implementación del diseño de dicha red.



## 6.6 FUNDAMENTACIÓN

### 6.6.1 DISEÑO DE UNA RED WI-MAX

#### 6.6.1.1 Tipos de Conexiones

“Los tipos de conexiones son los propósitos (para control o para transferencia de datos de usuario) y características (como circuitos de paquetes o dedicados) de las vías de comunicación físicos y/o lógicos. En el sistema Wimax se incluyen una conexión básica, de gestión primaria y de transporte.

##### **a. Conexión Básica**

Una conexión básica es un canal de control wimax que realiza funciones básicas de gestión del enlace como levantar la conexión, cambiar las características físicas (control de potencia y sincronización) y terminar las conexiones de radio. Todas las conexiones Wimax deben tener una conexión básica.

##### **b. Conexión de Gestión Primaria**

Una conexión de gestión primaria es usada para transportar mensajes menos sensitivos al tiempo, y son usadas por funciones de niveles superiores como autenticación y establecimiento de canales lógicos.

##### **c. Conexión de Gestión Secundaria**

Una conexión de gestión Secundaria es usada para transportar mensajes usadas por funciones de niveles superiores como DHCP (asignación dinámica de direcciones IP), SNMP (Gestión de red simple), y TFTP (transferencia de archivos) las conexiones secundarias son opcionales.

##### **d. Conexión de Transporte**

Una conexión de transporte es una conexión unidireccional la cual es usada para transportar datos de usuario. Cada conexión de transporte

tiene un solo parámetro de QoS (Calidad de servicio) asociado a él, la conexión de transporte es usualmente asignada en pares (uplink y downlink).”(8)

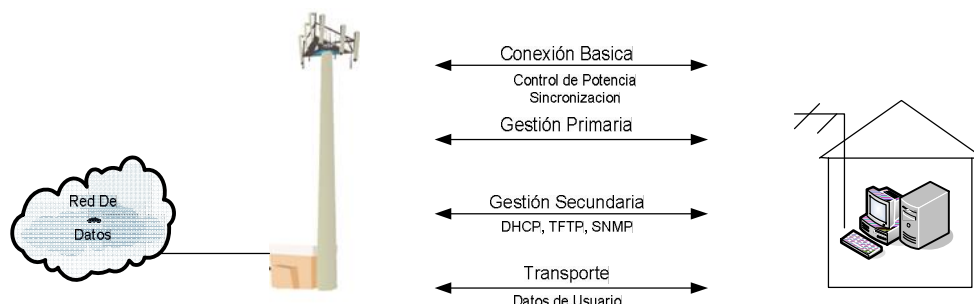


Figura 6.1 Tipos de conexiones de Wimax (8)

Los tipos de conexiones de Wimax nos indican cómo deben ir las conexiones para la red en cual fluye la información requerida por el usuario final.

### 6.6.1.2 La familia de los estándares WiMAX

“WiMAX (Wireless Interoperability for Microwave Access) es el nombre comercial de un grupo de tecnologías inalámbricas que emergieron de la familia de estándares WirelessMAN (Wireless Metropolitan Area Network – Red de Área Metropolitana Inalámbrica) IEEE 802.16. Si bien el término WiMAX sólo tiene algunos años, el estándar 802.16 ha existido desde fines de la década de 1990, primero con la adopción del estándar 802.16 (10-66GHz) y luego con el 802.16a (2-11GHz) en enero de 2003. A pesar del establecimiento del estándar 802.16a, el mercado del FWA (Acceso fijo inalámbrico, del inglés “Fixed Wireless Access”)

La tecnología WiMAX está desarrollada en tres fases. La fase uno soporta sobre el estándar IEEE.802.16d-2004, mediante la utilización de antenas externas y orientadas a clientes con ubicación fija. La fase dos soporta sobre la misma especificación, pero contempla equipos terminales de usuario con antenas internas, esto permite un aprovisionamiento y activación expedito. Finalmente la tercera etapa soporta sobre la especificación IEEE802.16e, esta variante permite la movilidad del usuario final dentro del área de cobertura de la plataforma.”

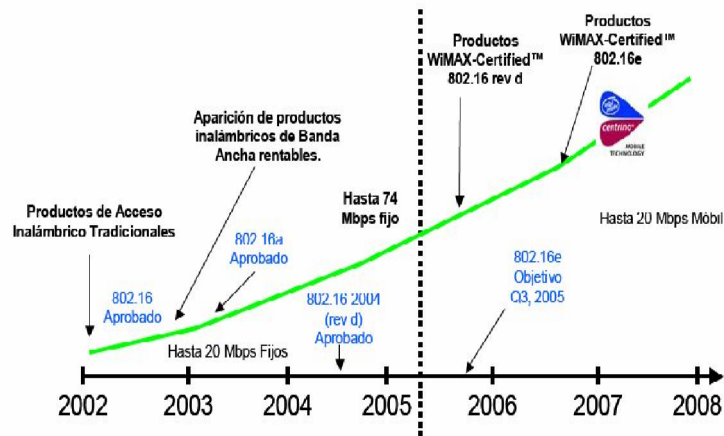


Figura 6.2 Evolución de la tecnología Wimax (9)

A continuación se muestra una tabla resumen de las diferentes versiones del estándar 802.16:

Estándar	802.16	802.16a	802.16d	802.16e
Lanzamiento	2001	2003	2004	2005
Banda de frecuencia	2-66GHz	2-11GHz	11GHz	2-6GHz
Máximo ancho de banda	124Mbps	70Mbps	70Mbps	70Mbps
Funcionamiento	Sólo con visión directa	Sin visión directa (NLOS)	Sin visión directa (NLOS)	Sin visión directa (NLOS)
Cobertura	2-5 Km. aprox. 40 Km. máx.	5-10 Km. aprox. 50 Km. máx.	6-10 Km. aprox. 50 Km. máx.	2-5 Km.
Modulación	QPSK, 16QAM y 64 QAM	OFDM con 256 subportadoras QPSK	LMDS	SOFDMA OFDM OFDMA
Movilidad	Sistema fijo	Sistema fijo	Sistema fijo	Movilidad pedestre

Tabla 6.1 Resumen de los principales estándares Wimax (9)

La familia de los estándares Wimax nos indican cómo han ido evolucionando al transcurso de los años como nos indica en la tabla anterior.

a. IEEE 802.16

“Los proveedores de servicio de Internet han querido satisfacer la creciente demanda para acceso fijo inalámbrico BWA por toda clase de clientes, la cual ha sido hecha de manera parcial sin un estándar global, con tecnologías que varían de fabricante en fabricante.

El estándar debiera permitir que las compañías construyan sistemas que efectivamente den servicio a clientes tales como empresas, urbanizaciones y que sea una alternativa al cable, fibra y DSL.

Allí es donde aparece el IEEE con su estándar 802.16, el cual comprende la versión 802.16-2004 y 802.16e.

Los cambios introducidos en 802.16-2004 fueron enfocados en aplicaciones fijas y nómadas en las frecuencias de 2-11 Ghz. La diferencia significativa entre estos dos rangos de frecuencia (2-11 y 11-60 Ghz) radica en el poder operar bajo NLOS en bajas frecuencias, algo que no es posible en frecuencias más altas.

También especifica las dos clases de modulación soportadas OFDM (Multiplexación por división de frecuencia ortogonal) con 256 portadoras y OFDMA (Acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal) con 2048 portadoras.

Wimax opera en las frecuencias iniciales de 3.5 Ghz y 5.8Ghz, con anchos de banda de canal de 3.5, 7 y 10 Mhz y utiliza la modulación OFDM-256.

Esto es claramente impracticable en frecuencias inferiores a 11 Ghz ya que como ejemplo para obtener tasa de datos de hasta 70 Mbps se requerirían anchos de banda de RF mayores a 200Mhz para entregar una ganancia considerable y desempeño NLOS. También existe Wimax para aplicaciones móviles, cuyo protocolo es el 802.16e el cual soporta hand-offs y roaming y utiliza la modulación SOFDMA (Acceso múltiple escalable por división de frecuencia ortogonal).” (8)

El estándar IEEE 802.16 se encuentra dividido en 2 estándares, los cuales permiten trabajar a rangos de frecuencias de 3.5 a 5.8 Ghz, también puede trabajar bajo NLOS en bajas frecuencias.

### **6.6.1.3 COMPONENTES DEL SISTEMA WIMAX**

“Los sistemas inalámbricos de banda ancha están típicamente compuestos de estaciones subscriptoras (dispositivos de acceso), estaciones base (nodos de acceso), conmutadores de paquetes y puertas de acceso (gateways.)

### a. Estaciones Subscriptoras

Las estaciones subscriptoras (SS) en el sistema wimax son transceivers (transmisores y receptores) que convierten las señales de radio en señales digitales que pueden ser ruteadas desde dispositivos de comunicaciones.

Los tipos de estaciones subscriptoras wimax van desde tarjetas de red para laptops (PCMCIA) a estaciones fijas que proveen servicio a múltiples usuarios.

Tiene la capacidad de soportar FDD (duplexamiento por división de frecuencia), y TDD (duplexamiento por división de tiempo).

A continuación se muestran los diferentes tipos de dispositivos de acceso Wimax.” (9)

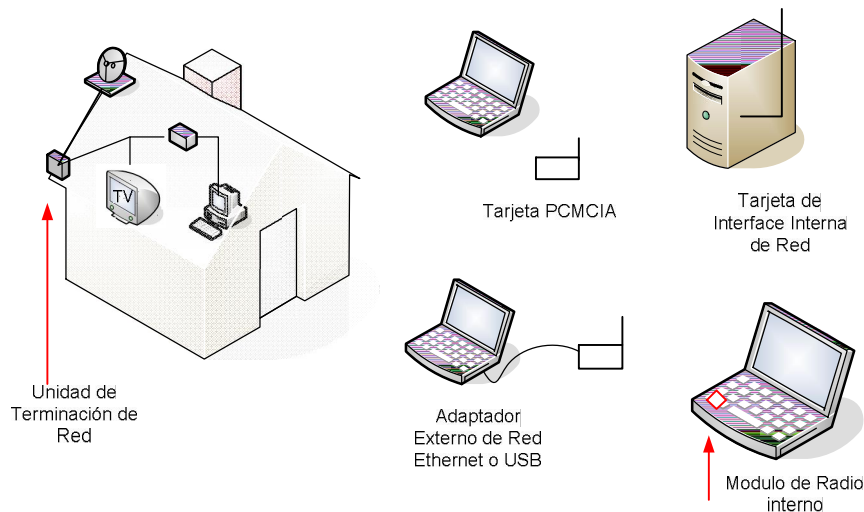


Figura 6.3 Tipos de subscriptores Wimax (9)

### b. Estaciones Base

“Una estación base es un transceiver (transmisor y receptor combinado) que es usado para conectar estaciones subscriptoras al sistemas Wimax. Las estaciones base pueden convertir y controlar el envío de paquetes de datos y conectar uno o varios dispositivos inalámbricos a una red central (backbone). Las estaciones base pueden desempeñar uno o varios tipos de transferencia de datos como bridging (enlazando redes), retransmisión, distribución (hubs), direccionamiento de paquetes (switchero o ruteo) o adaptando los formatos a otro tipo de redes (gateways)

### **c. Conmutador de paquete**

Un conmutador de paquetes es un dispositivo en una red de transmisión que recibe y envía paquetes de datos. El conmutador recibe el paquete de dato, lee su dirección, busca en su base de datos la dirección de envío y envía el paquete hacia su siguiente destino.

La conmutación de paquetes es diferente que la conmutación de circuitos porque la conmutación de circuitos realiza de manera continua conexiones de caminos basadas en el tiempo de arribo de la señal (TDM), puerto de arribo o frecuencia de arribo.

### **d. Puerta de Acceso (Gateway)**

Son dispositivos de comunicación que transforman los datos recibidos de una red en un formato que puede ser usado en una red diferente. Un gateway usualmente es más inteligente (función de procesamiento) que un bridge (puente) ya que puede ajustar los protocolos y la sincronización entre dos sistemas diferentes de computadores o redes de datos. Un gateway también puede ser un router cuya función clave sea conmutar datos entre puntos de red. Los gateways inalámbricos son puntos de acceso que pueden asignar direcciones IP temporales (DHCP) y tienen la habilidad de compartir una sola dirección IP pública con varias direcciones privadas (NAT).” (9)

Los componentes de la red Wimax nos indican primeramente cuales son las estaciones subscriptoras las cuales son transmisores y receptores de información para la red, mientras que la estación base es un transmisor y un receptor combinado donde llega toda la información envía o recibida por las estaciones subscriptoras.

#### 6.6.1.4 CAPA FÍSICA (PHY)

“La capa física fue concebida para optimizar la operación de sistemas inalámbricos de banda ancha, que utilizan el ámbito de frecuencias de 2 a 11 GHz y que operan bajo la condición de sin línea vista (NLOS). El estándar IEEE 802.16d contempla algunas posibilidades para la capa física que son:

- Wireless MAN-SCa: esta especificación considera una interfaz de aire apoyada en una única portadora modulada.
- Wireless MAN-OFDM: Esta especificación utiliza un esquema de multiplexación por división de frecuencia Ortogonal (OFDM) que comprende 256 portadoras.(8)

Características	Beneficio
OFDM-256	Permite la operación bajo NLOS
Modulación Adaptativa	Asegura un enlace Rf robusto mientras maximiza el numero de bits/segundo para cada unidad subscriptora
TDD y FDD duplexing	Depende del organismo regulador de cada país donde una o las dos son soportadas
Flexibilidad en tamaños de los canales (1.75, 3.5Mhz, 7Mhz)	Dependiendo de las asignaciones del organismo regulador, existe flexibilidad de operar en diferentes frecuencias y en diferentes canales
Diseñado para soportar sistemas de antenas inteligentes	Habilidad para suprimir interferencia e incrementar la ganancia del sistema

Tabla 6.2 Características de la capa física Wimax (8)

La capa física fue inventada para optimizar la operación de sistemas inalámbricos de banda ancha, que utilizan las frecuencias de 2 a 11 GHz y que operan bajo la condición de sin línea vista.

## a. OFDM

La Multiplexación por división de frecuencia es un proceso donde se transmiten varios canales de comunicación de alta velocidad usando sub-portadoras separadas (frecuencias) para cada canal de comunicación. El uso de OFDM reduce los efectos de la multipropagación (Multipath) y retardo, lo cual es especialmente importante para frecuencias bajas y transmisiones en No Línea de vista (NLOS).

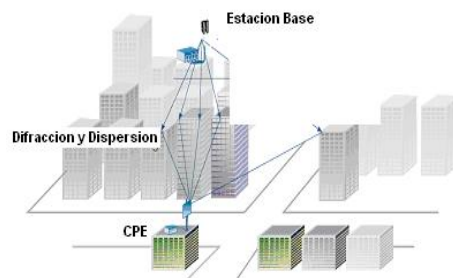


Figura 6.4 Efecto multipropagación (multipath) (8)

## b. Modulación

Es el proceso de cambiar la amplitud, frecuencia o fase de la señal portadora de radiofrecuencia para implantar la señal de información (voz, datos).

El sistema 802.16 usa diferentes tipos de modulación digital dependiendo de una variedad de factores de transmisión. Los tipos de modulación usados en los sistemas 802.16 incluyen transmisión por desplazamiento de fase binaria (BPSK).

### ✓ Transmisión por desplazamiento de fase binaria (BPSK)

Es un proceso de modulación que convierte los bits en desplazamientos de fase de la onda portadora sin cambiar la frecuencia de la onda portadora. BPSK usa únicamente dos ángulos de fase, correspondiendo a  $0^\circ$  y  $180^\circ$ .

El sistema Wimax utiliza la modulación BPSK cuando se necesita una señal muy robusta (nivel de calidad pobre de la señal recibida)

### ✓ Transmisión por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK)



Es un tipo de modulación que usa cuatro desplazamientos de fases diferentes de la señal portadora para representar la información digital. Estos desplazamientos son típicamente +/- 45 y +/- 135 grados.

✓ **Modulación de amplitud en cuadratura (QAM)**

La modulación QAM consiste en modular por desplazamiento en amplitud (ASK) de forma independiente, dos señales sinusoidales portadoras que tienen la misma frecuencia pero que están desfasadas entre sí 90°. La señal modulada QAM es el resultado de sumar ambas señales ASK.

✓ **Modulación adaptativa**

El uso de modulación adaptativa permite que cada suscriptor dinámicamente se adapte a las condiciones de propagación del enlace. Cuando los niveles de señal son bajos como en el caso de los usuarios más distantes de la estación base, el enlace automáticamente se cambia a un esquema más robusto pero menos eficiente. (8)

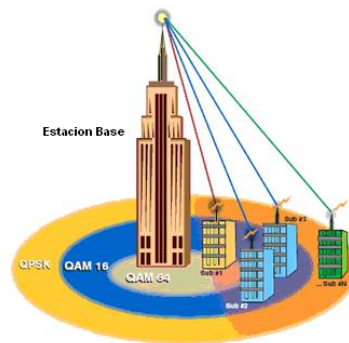


Figura 6.5 Modulación Adaptiva (8)

c. **Transmisión Diversa**

Transmisión Diversa es el proceso de usar dos o más señales para llevar la misma información de la fuente entre un transmisor y un receptor. La transmisión

diversa puede usar la separación física de las antenas (diversidad espacial), el uso de múltiples ondas (diversidad de frecuencia) y el desplazamiento de tiempo. (8)

✓ **Diversidad en la Transmisión**

Es el proceso de enviar dos o más señales desde la misma fuente de información así el receptor puede seleccionar o combinar las señales para producir una señal recibida que posee mejor calidad que una sola señal transmitida.

✓ **Diversidad en la Recepción**

Es el uso de dos antenas que son físicamente separadas verticalmente u horizontalmente que pueden ser usadas para seleccionar o combinar una señal recibida para proporcionar un nivel de calidad de señal más fuerte.

✓ **Diversidad en la Frecuencia**

Es el proceso de recibir una señal de radio o componentes de una señal de radio en múltiples canales (diferentes frecuencias) o sobre la banda ancha de un canal de radio para reducir los efectos de la distorsión de una señal de radio como el desvanecimiento, que ocurre en un componente de frecuencia pero no ocurre o es menos severo en otro componente de frecuencia.

✓ **Diversidad en el Tiempo**

Es el proceso de enviar la misma señal o componentes de una señal a través de un canal de comunicación donde la misma señal es transmitida o recibida a tiempos diferentes. La recepción de dos o más de las mismas partes de la señal con diversidad de tiempo pueden ser usadas para comparar, recuperar o añadir a la calidad total de la señal recibida.

## ✓ Diversidad en el Espacio

Es un método de transmisión y/o recepción empleados para minimizar los efectos del desvanecimiento por el uso simultáneo de dos o más antenas espaciadas un número de longitud de onda.

La diversidad en las antenas es una forma de diversidad espacial que mejora la recepción de una señal de radio usando las señales de dos o más antenas para minimizar la distorsión o desvanecimiento de la señal. La diversidad de las antenas típicamente requiere que las antenas estén espaciadas un número de longitud de ondas. (8)

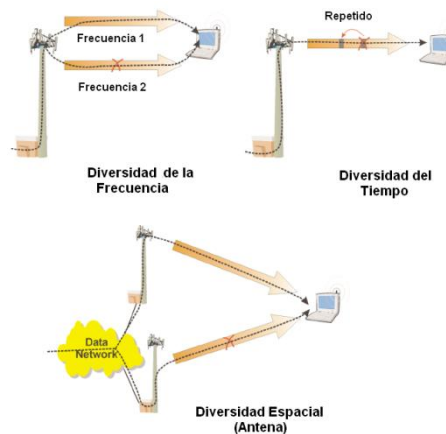


Figura 6.6 Trasmisión Diversa (8)

### d. Control de Potencia RF

El control de potencia RF es un proceso de ajustar el nivel de potencia de un radio móvil cuando se mueve más cerca y más lejos desde el transmisor. El control de potencia RF es típicamente logrado censando el nivel de potencia de la señal recibida y la pasada de mensajes de control de potencia desde un transmisor a un dispositivo móvil con comandos que son usados para incrementar o decrementar el nivel de potencia de salida del dispositivo.

El control de potencia de lazo cerrado es un proceso de ajustar el nivel de potencia de transmisión para el radio móvil usando los comandos de control de nivel de potencia desde otro transmisor que está recibiendo su señal (Ej. desde otra estación base). El sistema Wimax usa control de potencia de lazo cerrado

para continuamente ajustar el nivel de potencia del suscriptor cuando se mueve o cuando el nivel de señal. La siguiente figura muestra como el nivel de potencia de la señal de radio de un suscriptor es primero determinado por el nivel de potencia de la señal recibida y es entonces ajustado por comandos recibidos desde la estación base para reducir la potencia de transmisión desde el suscriptor. Esta potencia baja reduce la interferencia cerca de los sitios de celda y ayuda a asegurar que el nivel de señal recibido por la estación base desde todos los suscriptores es aproximadamente el mismo.” (8)

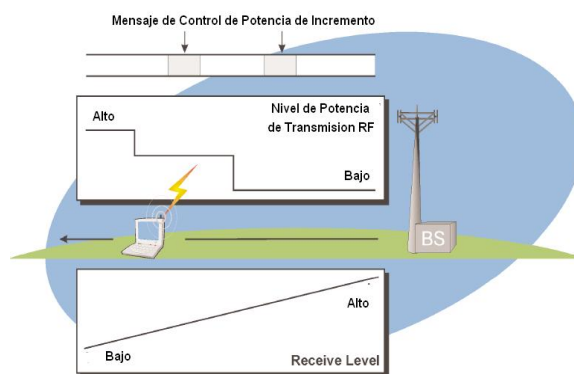


Figura 6.7 Control de Potencia Wimax (8)

#### 6.6.1.5 Capa MAC

“La Capa Mac del sistema Wimax maneja tres partes claves: Convergencia MAC, Capa MAC y Privacidad MAC

##### ✓ Convergencia Mac

La capa Convergencia Mac es un proceso funcional dentro de un dispositivo de comunicación o sistema que adapta uno o más medios de transmisión (como paquetes de radio o transmisión de datos por circuitos) a uno o más formatos de transmisión alternos (como transmisión de datos ATM o IP)

##### ✓ Capa MAC

La capa Mac está compuesta por uno o más canales de comunicación lógicos que son usados para coordinar el acceso de dispositivos de comunicación a un medio o canal de comunicación compartido (radio microondas).

✓ **Privacidad Mac**

La capa de Privacidad Mac es la función asociada con la información de autenticación y encriptación sobre el enlace de comunicación.

Es responsable de identificar a los usuarios y mantener la información privada. (8)

A continuación se presenta un gráfico donde se muestra las relaciones entre las capas Mac y la capa física:

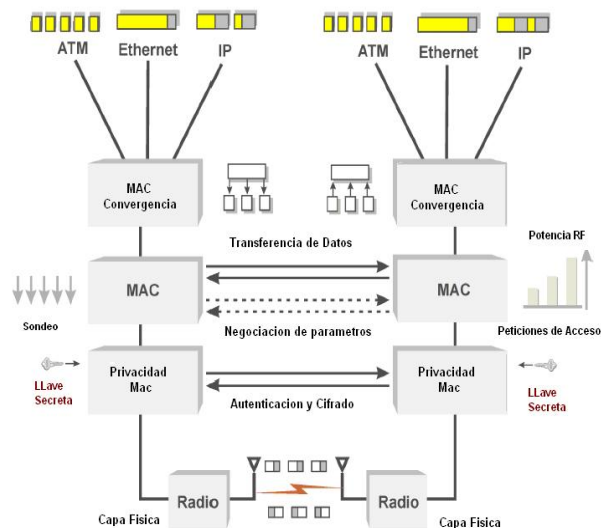


Figura 6.8 Capa Mac y Capa Física de Wimax (8)

Toda red inalámbrica opera fundamentalmente en un medio compartido y por lo tanto necesita un mecanismo para controlar el acceso del suscriptor hacia el medio. El estándar 802.16-2004 utiliza el protocolo TDMA programado por la BTS para asignar capacidad a los suscriptores en una topología Punto a Multipunto, de esta manera proveen de altas tasas de datos y servicios que son sensibles a la latencia tales como voz y video.” (8)

La siguiente tabla enumera tales características:

Característica	Beneficio
TDM/TDMA	Uso eficiente del ancho de banda
Escalable de 1 a cientos de subscriptores	Permite instalaciones rentables y rápidas
QoS	Baja latencia para servicios sensibles a la latencia (voz, datos)
Automatic Retransmission Request (ARQ)	Mejora el desempeño end to end , ocultando errores desde las capas superiores
Soporte para la modulación adaptativa	Habilita altas tasas de datos dependiendo de las condiciones de los canales
Seguridad y encriptación (triple DES)	Protege la privacidad del usuario

Tabla 6.3 Características de la capa Mac (8)

La capa MAC tiene como partes importantes la convergencia MAC, la Capa MAC y la privacidad MAC las cuales la primera de ellas se adapta a la transmisión de datos por medio de circuitos, mientras la segunda coordina el acceso de los dispositivos de comunicación y por último la privacidad Mac como su nombre lo indica da privacidad al usuario y mantener segura su información.

### 6.6.2 SEGURIDAD DE REDES WIMAX

“La especificación Wimax define una sub-capa de seguridad que incluye acceso seguro, autenticación y encriptación.

Las asociaciones seguras son establecidas cuando las conexiones se realizan entre los suscriptores y las estaciones base y también cuando los servicios son añadidos, esto asegura que el tráfico a través de la interfase es criptológicamente seguro.

El sistema wimax usa un protocolo de gestión de clave privada (PKM) para controlar y distribuir información relacionada entre el suscriptor y la estación base.

Se usa PKM para emitir y controlar los códigos de clave que son usados para autenticación y encriptación. La gestión de clave es la creación, almacenaje, entrega/transferencia y uso de claves únicas por lo receptores de la información para permitir que esta sea convertida en una forma usable.

Cuando las claves son emitidas por el sistema wimax, esta le asigna un periodo de vida. Previo a que la clave expire, se emite una nueva clave. (9)

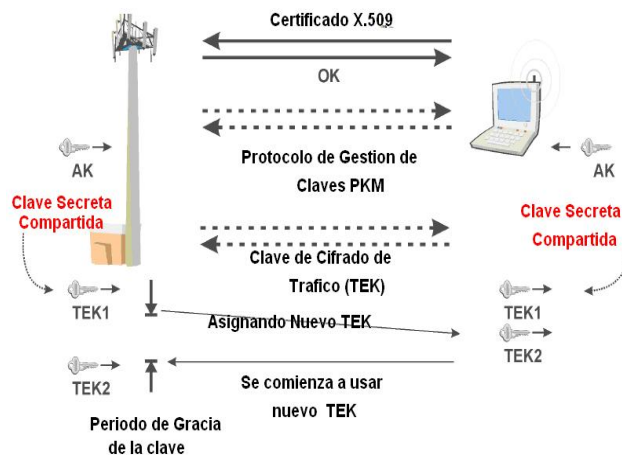


Figura 6.9 Seguridad de redes Wimax (9)

La seguridad de Wimax usa un protocolo de gestión de clave privada la cual permite controlar y distribuir información relacionada entre el suscriptor y la estación base, la cuales tienen una clave que es dada por el sistema Wimax estas tienen un periodo de vida.

### 6.6.3 OPERACIÓN DE WIMAX

“ El sistema Wimax opera coordinando el acceso al canal de radio y enviando paquetes de datos entre la estación base y el suscriptor. La operación básica

involucra adquisición de canal, alcance inicial, control de acceso al medio y control de enlace de radio.(9)

### ✓ Adquisición de canal

Es el proceso de encontrar y adquirir acceso a un canal de comunicación. Cuando el dispositivo Wimax se enciende, este comienza un proceso de escaneo de canal, el cual, es el proceso de buscar a través de varios canales de radio señales que indiquen que un canal esta disponible para comunicar.

El mensaje DCD contiene parametros que son necesarios o que daran asistencia al dispositivo al receptor informacion del canal de downlink en el sistema de comunicaciones y el mensaje UCD provee al dispositivo con los parametros que son necesarios para acceder al sistema de comunicaciones.(9)

### ✓ Alcance Inicial

Es el proceso de estimar la distancia o tiempo de propagacion entre el transmisor y el receptor, la informacion de alcance puede ser usada para asistir en el establecimiento de los parametros de operación para el transmisor y el receptor como el nivel de potencia del transmisor y la latencia de los paquetes de transmision para asegurar que los paquetes no se solapen con la transmision de otros dispositivos.(9)

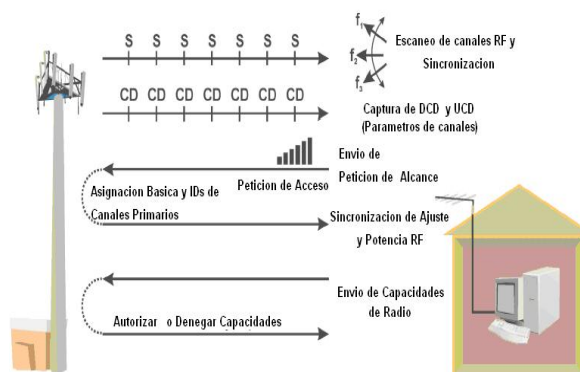


Figura 6.10 Alcance Inicial (9)



✓ **Control de acceso al medio**

El control de acceso al medio es el proceso usado por dispositivos de comunicación para ganar acceso a un medio de comunicaciones o canal. Los metodos para controlar el acceso a los sistemas Wimax pueden ser asignados (basados en no contienda) o aleatorios (basados en contienda).

Si el suscriptor escucha una respuesta positiva a su mensaje de peticion de acceso, este puede transmitir sus paquetes , si no escucha una respuesta (podria ser que otro dispositivo ha transmitido al mismo tiempo), este debe parar de transmitir y esperar un tiempo aleatorio antes de intentar acceder al sistema otra vez.” (9)

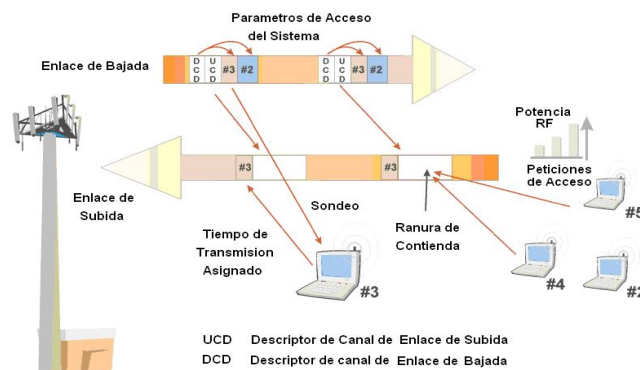


Figura 6.11 Control de Acceso al medio Wimax (9)

La operación Wimax, opera coordinando el acceso del canal de radio enviando paquetes de datos a través de la estación base hacia la estación suscriptor.

### 6.6.4 PRINCIPALES PRODUCTOS INALÁMBRICOS CON TECNOLOGÍA WIMAX.

#### 6.6.4.1 ANÁLISIS DE LOS EQUIPOS WIMAX

##### a. PROXIM

“Proxim tiene como objetivo acelerar la introducción de servicios de acceso inalámbrico de banda ancha, de manera eficiente y a bajo costo.

La disponibilidad de tecnología probada, la creación de estándares y grupos de trabajo, así como la necesidad de proporcionar múltiples servicios a zonas no abastecidas, hacen que WiMAX sea no sólo un mecanismo de competencia sino una herramienta que puede implantarse en cualquier parte del mundo. (12)

CARACTERISTICAS	Tusami MP.11 2454 - R	Tusami MP.11 2454 - R	Tusami MP.16 3500
Banda de Frecuencia	2.4 - 2.4835 GHz (13 canales)	5,25 - 5,35 GHz, 5,47 - 5,725 GHz, 5,725 - 5850 GHz	3,400 - 3,600 GHz
Estándar	802,16 – 2004	802,16 – 2004	802,16 - 2004
Duplexing Mode	TDD	TDD	TDD
Ancho de Canal	2,4 MHz	5,3 MHz	3,5 MHz
PHY	OFDM 256 FFT	OFDM 256 FFT	OFDM 256 FFT
Tipo de Modulación	OFDM, BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM	OFDM, BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM	OFDM, BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM
Potencia de Transmisión	21 dBm	21 dBm	21 dBm
Ganancia de la Antena	SS Antena Interna 18 dBi BS depende de la antena externa	SS Antena Interna 23 dBi BS depende de la antena externa	SS Antena Interna 18 dBi, Antena externa omnidireccional 8 dBi
Interfaz	10/100 Base T Full Duplex	10/100 Base T Full Duplex	10/100 Base T Full Duplex

Tabla 6.4 Características de equipos Proxim (12)

## b. ALVARION

Desde el principio de la industria, Alvarion ha sido un líder en el mercado de acceso inalámbrico de banda ancha (BWA), siendo el vendedor más grande del mundo en equipos para diseñar redes inalámbricas.

Por tal motivo Alvarion introduce la familia BreezeMAX, la cual posee una avanzada tecnología OFDM para soportar operaciones sin línea de vista (NLOS), modulación adaptable y eficiencia espectral, permitiendo a operadores empezar a construir su red Wimax.(12)

CARACTERISTICAS	BreezeMAX Estación Base	BreezeMAX CPE
Estándar	802,16 - 2004, futuro 802.16 e	802,16 - 2004, futuro 802.16 e
Banda de Frecuencias	1.5GHz; 2.3GHz WCS; 2.5GHz BRS ; 3.3 - 3.8GHz ; 5 GHz	1.5GHz; 2.3GHz WCS; 2.5GHz BRS ; 3.3 - 3.8GHz ; 5 GHz
PHY	OFDM 256 FFT with uplink OFDMA and future support of SOFDMA for mobile WiMAX	OFDM 256 FFT with uplink OFDMA
Duplexing Mode	FDD, TDD	FDD, TDD
Modulación	64QAM to BPSK (8 adaptive levels)	64QAM to BPSK (8 adaptive levels)
Ancho de Canal	1.75MHz, 3.5GHz, 5MHz, 7MHz, 10 MHz	1.75MHz, 3.5GHz, 5MHz, 7MHz, 10 MHz
Potencia de Transmisión	34dBm	20 y 24 dBm
Ganancia Antena	Antena Externa 60°, 90°, 120° Omnidireccional	Antena Interna 18 dBi
Interfaz	10/100/1000 Base-T, E1/T1	10/100 Base-T, 802.11g Wi-Fi, RJ-11 POTS, E1/T1

Tabla 6.5 Características Técnicas Alvarion (12)

**c. APERTO**

Aperto® Networks es un proveedor líder de soluciones de acceso inalámbrico de banda ancha de nueva generación. Ofreciendo sus soluciones a mercados globales, Aperto® entrega sistemas de acceso de última milla punto-multipunto y punto a punto de nivel “carrier class” para operar en las bandas de frecuencia de 2.5 GHz, 3.5 GHz y 5 GHz. (12)

CARACTERÍSTICAS	PacketMax Base Estacion	PacketMax CPE
Modelos	PacketMax 5000 PacketMax 3000 PacketMax 2000	PacketMax 100 PacketMax 300 PacketMax 500
Estándar	802,16d - 2004, 802.16 e – 2005	802,16d - 2004, 802.16 e - 2005
Duplexing Mode, PHY	TDD, OFDM 256 FFT, SOFDMA 512, 1024 FFT	TDD, OFDM 256 FFT, SOFDMA 512, 1024 FFT
Banda de Frecuencias	2.5, 3.5, 5 GHz	2.5, 3.5, 5 GHz
Potencia de Transmisión	17 dBm, 20 dBm, 30 dBm	PM100:19 dBm, PM300/PM500: 19 dBm
Interfaz	2 100/1000 Ethernet PM 5000 10/100 Ethernet PM 3000 y PM 2000	10/100 Ethernet
Acceso Remoto	Telnet, SNMP, HTTP	Telnet, SNMP, HTTP

Tabla 6.6 Características Técnicas de equipos Aperto(12)

**d. TELSIMA**

Telsima es una empresa innovadora, la cual mediante la tecnología WiMAX pretende presentar ventajas económicas para ofrecer servicios móviles multimedia, usos más efectivos de red y de espectro ofreciendo la posibilidad de más suscriptores. El portafolio de productos de Telsima está basado en el estándar IEEE 802.16e-2005.” (12).

CARACTERISTICAS	WiMAX Base Station	WiMAX Mobile Station	WiMAX PCMCIA Card
Modelo	Telsima StarMAX™ 6400	StarMAX™ 3100	StarMAX™ 3200
Standard	IEEE 802.16e-2005	IEEE 802.16e-2005	IEEE 802.16e-2005
PHY	OFDMA	OFDMA	OFDMA
Frecuencias	2.3 to 2.7 GHz, 3.3 to 3.8GHz	2.3 to 2.7 GHz, 3.3 to 3.8GHz	2.3 to 2.7 GHz, 3.3
Channel Bandwidth	5 MHz, 10 MHz	5 MHz, 10 MHz	5 MHz, 10 MHz
Duplex Method	TDD	TDD	TDD
Antena	No	Inteligente, integrada de 4 elementos; 10 dbi	Integrada, 4 dbi

Tabla 6.7 Características de los equipos Telsima (12)

#### e. AIRSPAN

“La empresa Airspan utiliza la tecnología de espectro expandido (spread spectrum), cabe recalcar que ésta es la única empresa en la cual se tiene acceso a sus productos con las respectivas especificaciones. (11)

#### VENTAJAS DE LAS REDES AIRSPAN

- ✓ VoIP
- ✓ Capacidad VPN IEEE 802.1Q
- ✓ Calidad de servicio
- ✓ Tiene una gama amplia de frecuencias: 900Mz, 1.8, 1.9, 2.0, 2.3, 2.5, 3.4, 3.6 y 3.8 MHz
- ✓ Tecnología de red DS-CDMA spread spectrum
  - Ganancias significativas con FDMA y TDMA
  - Control de corrección de errores
  - Enlaces punto a punto

- ✓ Inmunidad a interferencias
- ✓ Permite transmisión simultanea para varios usuarios
- ✓ Corrección de errores FEC (Forward Error Correction)
- ✓ Amplio radio de cobertura. (11)

## VENTAJAS COMERCIALES DE AIRSPAN

- ✓ Calidad de servicio mejorada.
- ✓ Bajos costos de integración de voz y datos, servicios IP de próxima generación.
- ✓ Seguridad intrínseca CS-CDMA (Direct Sequence-Code Division Multiple Acces).
- ✓ Mejor penetración en el mercado.

## ESPECIFICACIONES DE LOS SISTEMAS AS4000/AS4020

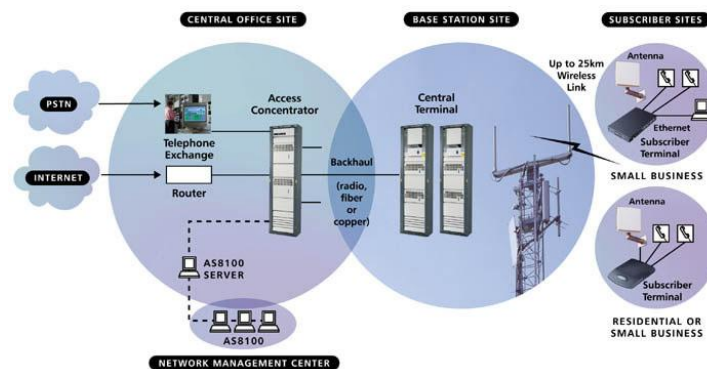


Figura 6.12 Arquitectura de la redes Airspan (11)

AS4000/AS4020 es una plataforma sin hilos para DSL (Digital Subscriber Line), ofreciendo una amplia gama de servicios punto multipunto en telecomunicaciones, utilizando el interfaz de tecnología aérea DS-CDMA de alta calidad. Incluyendo soluciones IP para conectividad en Internet, paquetes de alta velocidad, línea arrendada de datos, mejor servicio telefónico y en en ISDN (Integrated Services Digital Network). (11)

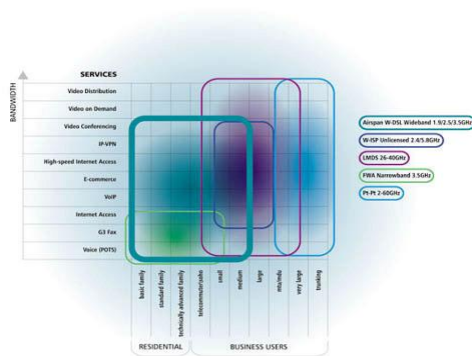


Figura 6.13 Servicios que ofrecen las redes Airspan. (11)

## VENTAJAS TÉCNICAS

- ✓ Alta velocidad hasta 4,6 Mbps.
- ✓ Tecnología optimizada para voz y datos.
- ✓ Uso eficiente del espectro, la tecnología DS-CDMA asegura el uso óptimo de frecuencias, son realizables altos niveles de reutilización de frecuencias.
- ✓ Interfaz de radio segura, esto se deriva de la utilización de la tecnología SCDMA
- ✓ Amplia opción de frecuencias: 900Mz , 1.8, 1.9, 2.0, 2.3, 2.5, 3.4, 3.6 y 3.8 GHz. (11)

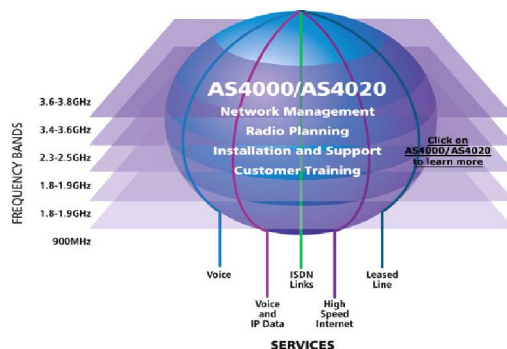


Figura 6.14 Bandas de frecuencias y servicios disponibles (11)

En el análisis de los equipos wimax nos indican que existen varias empresas dedicadas a la fabricación de dichos aparatos los cuales dan al cliente final decidir cuales de estos equipos les convienen para la utilización de esta red.

## CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS AIRSPAN

Aquí las características específicas de los equipos de Airspan:

		Macro Cells Base Stations	
		HiperMAX	MacroMAX
RF Interface	Physical Layer	OFDM (SDR software upgradable to SOFDMA)	OFDM (SDR software upgradable to SOFDMA)
	Frequency Bands	3.4-3.6GHz initially, 2.3-2.4GHz, 4.9-5.0GHz + subsequent additional WIMAX bands	3.4-3.6GHz initially
	Channel Size	1.75MHz, 3.5MHz, 5MHz, 7MHz, 10MHz	1.75MHz, 3.5MHz, 5MHz
	FFT	256 (SDR software upgradable to 512 and 1024)	256 (SDR software upgradable to 512 and 1024)
	Duplex Method	FDD + TDD	FDD initially
	Sector Angle	60, 90, 120, 180, omni	60, 90, 120, 180, omni
	Modulations Supported	64QAM, 16QAM, QPSK, BPSK	64QAM, 16QAM, QPSK, BPSK
	WIMAX Profiles Supported	3.5F1, 3.5F2, 3.5T1, 3.5T2	3.5F1, 3.5F2, 3.5T1, 3.5T2
	Standards Compliance	IEEE 802.16-2004 (Software upgradable to 802.16e)	IEEE 802.16-2004 (Software upgradable to 802.16e)
	Tx Power (see note 1)	Up to +32dBm per antenna element	Up to +37dBm per antenna
Rx Sensitivity (see note 2)	-115dBm (1/16), -103dBm (1/1)	-115dBm (1/16), -103dBm (1/1)	
AAS & Diversity Gains (Downlink / Uplink)	Up to 22dB / 15dB	Up to 7dB / 7dB	
RF Interface Options	Adaptive Antenna System (AAS) Support	Yes	No
	Multi Channel Tx Diversity	Yes	Yes
	Nth Order Rx Diversity	Yes	Yes
	Space Division Multiple Access (SDMA) Support	Yes, by software upgrade	No
	Spatial Frequency Interface Rejection (SFIR) Support	Yes, by software upgrade	No
	Uplink Sub-Channelisation Support	1/2, 1/4, 1/8, 1/16 (+1/32 with software upgrade)	1/2, 1/4, 1/8, 1/16 (+1/32 with software upgrade)
	Dynamic Frequency Selection (DFS) Support	N/A	N/A
	Turbo Coding Supported	Yes, by software upgrade	Yes, by software upgrade
	Configurable Cyclic Prefix	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 1/8, 1/16, 1/32
	Configurable Frame Duration	2.5, 4, 5, 8, 10, 12.5, 20ms	2.5, 4, 5, 8, 10, 12.5, 20ms
GPS Clock Synchronisation Supported	Yes	Yes	
IP Options / Features	Bridging Mode	802.1D self-learning bridge	802.1D self-learning bridge
	IPv	IPv4 + IPv6	IPv4 + IPv6
	802.1Q VLAN	Yes	Yes
	MIR / CIR	Yes	Yes
	DiffServ	Yes	Yes
	Packet IPv6 over 802.3/Ethernet	Yes	Yes
	Packet IPv4 over 802.1Q	Yes	Yes
	Packet IPv6 over 802.1Q	Yes	Yes
	Payload Header Suppression	Yes	Yes
	Multicast Polling	Yes	Yes
ARQ	Yes	Yes	
Packing	Yes	Yes	
Scheduling	Unsolicited Grant Service	Yes	Yes
	Real Time Polling	Yes	Yes
Encryption	Data Encryption AES CCM	Yes	Yes
	TEK Encryption AES 128bit	Yes	Yes
	TEK Encryption AES 1024	Yes	Yes
Management	Managed Subscriber Station	N/A	N/A
User / Network Interface Options	User / Network Interface	100bT/1000bT Ethernet	100bT Ethernet
Power	Voltage	-48V DC nominal	85-265V AC
	Power Consumption	250W per AAS Sector	300W per Diversity Sector
Mechanical	Indoor Dimensions (h-w-d)	Chassis to fit 19" / 23" Equipment Rack	Chassis to fit 19" / 23" Equipment Rack
	Outdoor Dimensions (h-w-d)	710 x 275 x 130 mm (inc. antenna array)	840 x 159 x 82.5 mm (for a single 120deg antenna)
	Indoor Weight	110kg	13.5kg
	Outdoor Weight	20kg	7kg (for a single 120deg antenna)

Note 1: Tx powers apply for QPSK operation. 64QAM support requires appropriate power back-off.

Note 2: Rx sensitivities apply to the minimum channel bandwidth supported and include maximum sub-channelisation.

Tabla 6.8 Características técnicas de los equipos Airspan (10)





## **6.7 METODOLOGÍA**

Para el diseño de la red inalámbrica, se utilizarán como base los estándares para el manejo de redes inalámbricas IEEE 802.16 y el IEEE 802.11.

Para el efecto se ha incluido una copia de dichos estándares en el anexo de 802.16 y 802.11.

## **6.8 MODELO OPERATIVO**

### **6.8.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

#### **6.8.1.1 INFORMACIÓN TÉCNICA**

##### **6.8.1.1.1 SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CIUDAD DE SALCEDO**

El Cantón Salcedo se encuentra ubicado en el corazón del país al sur oriente de la Provincia del Cotopaxi, tiene la forma más o menos rectangular que se extiende desde la cima de la Cordillera Central hasta la cima de la Cordillera Occidental de los Andes.

#### **Cabecera Cantonal:**

San Miguel de Salcedo tiene una superficie de 255Km<sup>2</sup>.

a. **MAPA DEL CANTÓN SALCEDO**

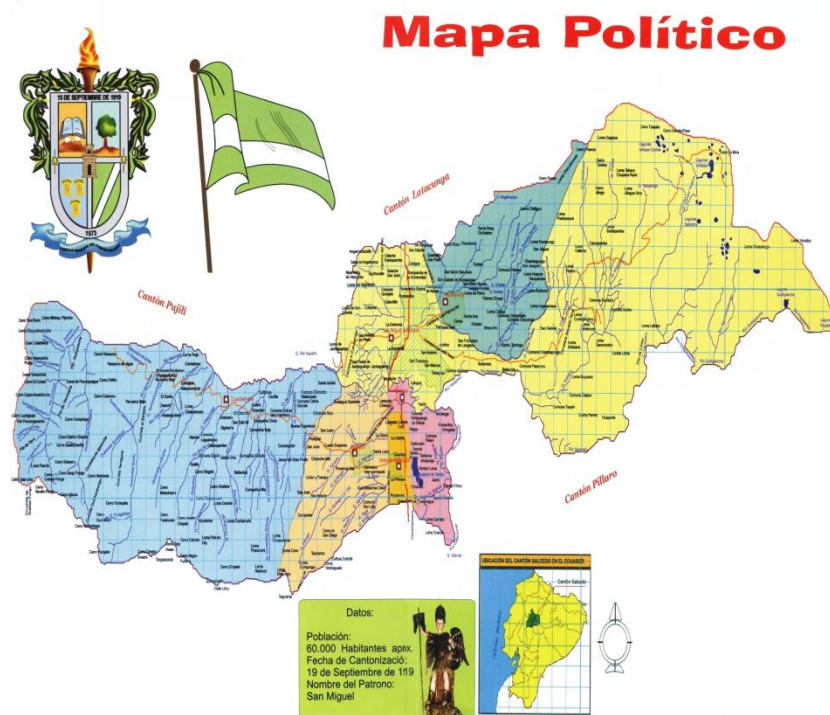


Figura 6.15 Mapa Político de Salcedo

b. **LÍMITES**

- ✓ Al norte: los cantones de Pujilí y Latacunga, con su parroquia Belisario Quevedo (Provincia de Cotopaxi).
- ✓ Al sur: los cantones de Ambato y Píllaro (Provincia de Tungurahua).
- ✓ Al este: la Cordillera Central de los Andes (Provincia del Napo).
- ✓ Al oeste: el cantón Pujilí con su parroquia Angamarca (Provincia de Cotopaxi).

c. **ALTITUD**

- ✓ Esta a 2683m sobre el nivel del mar.

**d. SUPERFICIE**

- ✓ Tiene un área de 533Km<sup>3</sup>.

**e. DIVISIÓN POLÍTICA**

Se divide en 6 Parroquias las cuales mencionamos a continuación:

- ✓ San Miguel de Salcedo (Cabecera Cantonal).
- ✓ Antonio José Holguín.
- ✓ Cusubamba.
- ✓ Mulalillo
- ✓ Mulliquindil.
- ✓ Panzaleo.

**f. CLIMA**

Al cantón Salcedo lo podemos clasificar en zonas templadas y frías.

**Zona templada:** es notable en la parte baja y plana, tiene un clima agradable que oscila entre los 13 a 20 grados; como la encontrada en la Cabecera Parroquial y Mulliquindil.

**Zona fría:** a partir de los 3000 metros de altura en el páramo, se presenta en clima frío con vientos helados propios de estas regiones; característico de las parroquias de Cusubamba y Mulallilo.

En todo el cantón hay una temporada un tanto fría y ventosa entre los meses de Junio y Agosto, pero entre los meses de Febrero y Marzo son días muy calurosos.

### 6.8.1.1.2 CARÁCTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS

Según datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), obtenidos del último Censo de Población y Vivienda realizado en el país, la población del cantón Salcedo es de 51.304 habitantes, que representa el 14,7% de total de la Provincia de Cotopaxi, con una tasa media de crecimiento anual de la población de 1,1 (periodo 1990-2001).

En el área rural del cantón, se encuentra concentrando el 80,7% de su población. La población femenina alcanza el 53%, mientras que la masculina, el 47%. El alfabetismo en mujeres se presenta en 21,02%, mientras que en varones el 9.98%. El primer grupo poblacional (0-4), presenta una clara disminución respecto a los dos grupos siguientes.

Debido a que este trabajo de investigación se realizó antes del próximo censo de población se ha tomado en cuenta los datos obtenidos en el censo de población del periodo 1990-2001.

Tabla 6.10 Población del Cantón Salcedo

EADAES		
HOMBRES		MUJERES
278	85 y +	337
270	80-84	310
394	75-79	413
479	70-74	551
567	65-69	678
683	60-64	786
738	55-59	563
928	50-54	1096
983	45-49	1146
1099	40-44	1261
1280	35-39	1647
1360	30-34	1688
1517	25-29	1864
2065	20-24	2371
2579	15-19	2839
3207	10-14	3144
3150	5-9	3203
2828	0-4	2712

Además la disminución del tamaño de este primer grupo puede estar influenciando por la constante migración de la población tanto masculina como femenina del cantón y que por lo general corresponden al grupo económicamente activo y asu vez se refleja en el estrechamiento de la pirámide en los grupos desde los 30 años hasta los 49 años.

Tabla 6.11 Población de Salcedo por Sexo

	<b>POBLACIÓN</b>	<b>PORCENTAJE</b>
HOMBRES	24405	47,6
MUJERES	26899	52,4
TOTAL	51304	100

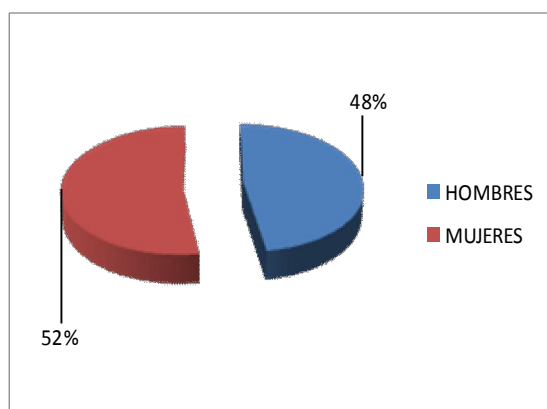


Figura 6.16 Población de Salcedo por Sexo

A pesar de existir una gran concentración de la población en la cabecera cantonal, existe un 81% de población asentada en el área rural, lo que indica a las autoridades de salud a no solo concentrar los cambios y mejoramientos de los servicios de salud en la zona urbana, sino también en los subcentros de salud y puestos de salud que atienden a la mayor parte de la población del cantón.

Tabla 6.12 Población por distribución de Área

	<b>POBLACIÓN</b>	<b>PORCENTAJE</b>
URBANA	9853	19,2
RURAL	41451	80,8
TOTAL	51304	100

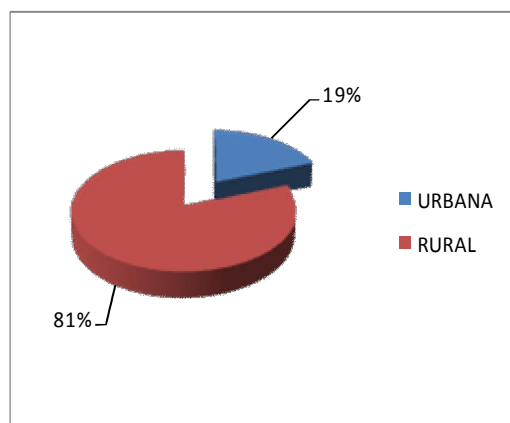


Figura 6.17 Población por distribución de Área

### 6.8.1.1.3 SERVICIOS DE SALUD

El área de salud N°3 Salcedo, cuenta con un Hospital Cantonal “Yerovi Mackuart”, que posee una capacidad de internación de 15 camas, 8 Subcentros de Salud y 2 Puestos de Salud. El Total de la población de influencia del área es de 62.136 habitantes (datos del año 2010), según información proporcionada por la Coordinación del Área de Salud N°3.

Tabla 6.13 Red de servicios por población a atender y por distancia al Hospital Cantonal Salcedo

LOCALIDAD	U.OPERATIVA	POBLACIÓN	Km. A Salcedo
Salcedo	Hospital Cantonal	20.636	0
Mulliquindil	Subcentro de Salud	7944	4
Mulalillo	Subcentro de Salud	7009	10
Papahurco	Subcentro de Salud	6668	8
Cusubamba	Subcentro de Salud	6476	28
Panzaleo	Subcentro de Salud	3150	3
A.J.Holguin	Subcentro de Salud	2908	8
Anchiliví	Puesto de Salud	2677	3
Yanayacu	Subcentro de Salud	2341	5
San Marcos	Puesto de Salud	2125	2
Pataín	Subcentro de Salud	202	5
TOTAL		62136	

**a. PERSONAL DE SALUD DEL HOSPITAL CANTONAL SALCEDO**

El Hospital Cantonal “Yerovi Machuart” Salcedo, constituye la principal unidad con que cuenta el Área Salud N°3 Salcedo, su población de influencia a nivel de la parroquia San Miguel de Salcedo es de 20636 habitantes, sin embargo constituye una unidad médica que atiende a la totalidad del cantón, es decir la real población beneficiaria constituye los 62136 habitantes de Salcedo.

Tabla 6.14 Personal Hospital Salcedo

	NOMBRAMEN.	FONNIM	EBAS	DEFICIT RURAL	RECURSOS RURALES	RURALES	OTROS	VACANT	TOTAL
MÉDICOS	3	1	3		2		1		10
MÉDICOS RECIDENT.	1					3		2	6
ENFERMERAS	1	4	1	1		5		1	13
AUX.ENFERMERAS	13								13
ODONTOLOGO	2		1			1			4
OBSTETRIZ	1			1					2
INSP. SANITARIA	2								2
ADMINISTRATIVOS	10	2						2	14
OTROS	19	1			3			1	24
TOTAL	52	8	5	2	5	9	1	6	88

**b. PERSONAL DE SALUD DEL ÁREA RURAL- UNIDADES AMBULATORIOS**

Con el aumento de centros de estudios superiores de medicina, los últimos años, el área de salud ha contado con la presencia de adecuado número de profesionales de la salud rural, personal que ha permitido incluso cubrir la deficiencias existentes a nivel del Hospital Cantonal Salcedo.

Tabla 6.15 Personal Unidades Ambulatorias

	NOMBRAMEN.	FONNIM	EBAS	DEFICIT RURAL	RECURSOS RURALES	RURALES	OTROS	VACANT	TOTAL
MÉDICOS		1				12			13
ENFERMERAS		1				10			11
AUX.ENFERMERAS	10								10
INSP. SANITARIA	2								6
ODONTOLOGOS			5			1			2
OTROS	1								1
TOTAL	13	2	5			23			43

### 6.8.1.2 COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LAS ESTACIONES QUE CONFORMAN LA RED WIMAX

Los lugares establecidos para la ubicación de la red inalámbrica de banda ancha (Wi-max) son el Hospital cantonal de Salcedo y sus diferentes subcentros los cuales se encuentran ubicados en sus parroquias y en diferentes caseríos de dicho cantón.

A continuación se detalla la exactitud de las coordenadas y altura de cada lugar.

Los lugares seleccionados son los siguientes:

#### UBICACIÓN DE WI-MAX

- a. Salcedo
- b. Antonio José Holguín
- c. Cusubamba
- d. Mulalillo
- e. Mulliquindil
- f. Panzaleo
- g. Yanayacu
- h. Pataín
- i. Papahurco
- j. Anchiliví
- k. San Marcos

#### UNIDAD OPERATIVA

- Hospital Cantonal
- Subcentro de Salud
- Subcentro de Salud
- Subcentro de Salud
- Subcentro de Salud
- Subcentro de Salud
- Subcentro de Salud
- Subcentro de Salud
- Subcentro de Salud
- Puesto de salud
- Puesto de Salud



Los datos obtenidos a continuación se los realizo mediante la utilización de un GPS el cual su prestado por SIDEPRO S.A estos datos fueron tomados mediante la visita a cada uno de lugares a los cuales pertenece este diseño.

A continuación indicamos las fotos con sus respectivas ubicaciones así también sus coordenadas y alturas:

a. **SALCEDO**



Figura 6.18 Hospital Cantonal Salcedo "YEROVI MACKUART"

**Dirección:**

Cantón Salcedo, Panamericana Norte

**Coordenadas:**

S: 01° 02' 18.5"

HO: 78° 35' 26.8"

**Altura:**

2663m

b. ANTONIO JOSÉ HOLGUÍN



Figura 6.19 Subcentro de Salud de ANTONIO .J. HOLGUÍN

**Dirección:**

Parroquia Antonio José Holguín

**Coordenadas:**

S: 01° 05' 56.1"

HO: 78° 36' 16.1"

**Altura:**

2724m

c. CUSUBAMBA



Figura 6.20 Subcentro de Salud de CUSUBAMBA

**Dirección:**

Parroquia Cusubamba

**Coordenadas:**

S: 01° 04' 11.9"

HO: 78° 42' 02.2"

**Altura:**

3193m

d. MULALILLO



Figura 6.21 Subcentro de Salud de MULALILLO

**Dirección:**

Parroquia Mulalillo

**Coordenadas:**

S: 01° 05' 38.3"

HO: 78° 37' 49.0"

**Altura:**

2853m

e. MULLIQUINDIL



Figura 6.22 Subcentro de Salud de MULLIQUINDIL

**Dirección:**

Parroquia Mulliquindil Santa Ana

**Coordenadas:**

S: 01° 02' 06.5"

HO: 78° 33' 46.6"

**Altura:**

2730m

f. **PANZALEO**



Figura 6.23 Subcentro de Salud de PANZALEO

**Dirección:**

Parroquia Panzaleo

**Coordenadas:**

S: 01° 04' 02.0"

HO: 78° 35' 58.1"

**Altura:**

2660m

g. YANAYACU



Figura 6.24 Subcentro de Salud de YANAYACU

**Dirección:**

Caserío Yanayacu

**Coordenadas:**

S: 01° 03' 47.0"

HO: 78° 34' 20.3"

**Altura:**

2626m

h. PATAÍN



Figura 6.25 Subcentro de Salud de PATAÍN

**Dirección:**

Caserío Pataín

**Coordenadas:**

S: 01° 04' 57.5"

HO: 78° 34' 50.4"

**Altura:**

2673m



i. **PAPAHURCO**



Figura 6.26 Subcentro de Salud de PAPAHERCO

**Dirección:**

Caserío Papahurco

**Coordenadas:**

S: 01° 03' 17.5"

HO: 78° 31' 01.4"

**Altura:**

3062m

j. ANCHILIVÍ



Figura 6.27 Puesto de Salud de ANCHILIVÍ

**Dirección:**

Caserío Anchiliví

**Coordenadas:**

S: 01° 03' 06.6"

HO: 78° 34' 08.2"

**Altura:**

2736m

k. SAN MARCOS



Figura 6.28 Puesto de Salud de SAN MARCOS

**Dirección:**

Caserío San Marcos

**Coordenadas:**

S: 01° 03' 36.8"

HO: 78° 35' 00.3"

**Altura:**

2718m

### 6.8.1.3 EQUIPOS EXISTENTES EN EL HOSPITAL Y LOS SUBCENTROS

Los equipos existentes aproximadamente en el Hospital y sus diferentes Subcentros entre computadoras, teléfonos y radios de comunicación son los siguientes:

El Hospital del cantón Salcedo cuentan con la siguiente cantidad de computadoras cada departamento:

Nº	Departamentos	Nº de Computadoras
1	Dirección	2
2	Administración	2
3	Coordinación	2
4	Departamento Financiero	2
5	Recursos Humanos	2
6	Departamento de Nutrición	1
7	Trabajo Social	1
8	Estadística	2
9	Farmacia	1
10	Laboratorio Clínico	1
11	Rayos X	1
12	<b>TOTAL:</b>	17

Tabla 6.16 Computadoras del Hospital

Los Subcentros de Salud del cantón Salcedo cuentan con la siguiente cantidad de computadoras cada una.

Nº	Subcentros de Salud y Puestos de Salud	Nº de Computadoras
1	Antonio José Holguín	2
2	Cusubamba	2
3	Mulalillo	1
4	Mulliquindil	1
5	Panzaleo	1
6	Yanayacu	1
7	Pataín	1
8	Papahurco	1
9	Anchiliví	1
10	San Marcos	1
11	<b>TOTAL:</b>	12

Tabla 6.17 Computadoras de los Subcentros y Puestos de Salud

En consideración con los datos antes mencionados son una aproximación de los existentes en cada sitio.

A continuación les indicaremos una aproximación de los teléfonos que existen el Hospital y los Subcentros:

Nº	Departamentos	Nº de Teléfonos
1	Dirección	2
2	Administración	2
3	Coordinación	2
4	Departamento Financiero	2
5	Recursos Humanos	2
6	Departamento de Nutrición	1
7	Trabajo Social	1
8	Estadística	1
9	Farmacia	1
10	Laboratorio Clínico	1
11	Rayos X	1

13	Hospitalización	2
14	Emergencia	1
15	Consultorio 4	1
16	Preparación de los Enfermos	1
17	Desarrollo y Crecimiento	1
18	Vacunación	1
19	Pediatría	1
20	Consultorio 1	1
21	Consultorio 2	1
22	Preparación de Obstetricia y Ginecología	1
23	Cirugía	1
24	Obstetricia 1	1
25	Obstetricia 1	1
26	Odontología 1	1
27	Odontología 2	1
28	Ginecología	1
29	Consultorio 3	1
30	Guardián	1
31	<b>TOTAL:</b>	<b>34</b>

Tabla 6.18 Teléfonos del Hospital

Los Subcentros de Salud del cantón Salcedo cuentan con la siguiente cantidad de teléfonos cada una.

Nº	Subcentros de Salud y Puestos de Salud	Nº de Teléfonos
1	Antonio José Holguín	1
2	Cusubamba	1
3	Mulalillo	1
4	Mulliquindil	1
5	Panzaleo	1
6	Yanayacu	1
7	Pataín	1
8	Papahurco	1
9	Anchiliví	1
10	San Marcos	1
11	<b>TOTAL:</b>	<b>10</b>

Tabla 6.19 Teléfonos de los Subcentros y Puestos de Salud

La forma de comunicación que tiene el Hospital con los diferentes Subcentros cuando los teléfonos no funcionan correctamente, son por medio de radios los cuales tiene su antena de comunicación en cada uno de dichos centros, la marca de estos radios es la Kenwod que trabajan a 2 vías en una frecuencia de VHF.

Tienen alarmas integradas en cada uno de los centros de Salud para su seguridad.

#### 6.8.1.4 SERVICIOS A OFRECER

Los servicios que se van a implementar por medio de la red inalámbrica de banda ancha Wimax son Video Conferencia, Trasmisión de datos desde cualquier punto de donde se encuentre ubicada la red, así como también se puede ofrecer internet sin necesidad de utilizar cables, también se puede acceder a servicios de VozIp sin cables.

Para con estos servicios poder gozar de una mejor comunicación entre el Hospital y sus diferentes Subcentros que en algunas ocasiones no tienen la forma de comunicarse entre ellas.

### **6.8.1.5 CRECIMIENTO DEL SERVICIO DE SALUD EN EL CANTÓN SALCEDO**

El Hospital cantonal de Salcedo ha crecido con el transcurrir de los años, teniendo la infraestructura para atender una mayor cantidad de pacientes.

- ✓ Se ha mejorado el servicio de salud que presta a los ciudadanos, que día a día se presentan en dicha casa asistencial, capacitando a los médicos en respuesta a nuevas amenazas surgidas.
- ✓ Se ha mejorado la infraestructura del Hospital, teniendo mayor espacio para la atención de los pacientes que van en aumento.
- ✓ Se ha incrementado una sala de espera que aloja a los pacientes que cada mañana acuden al Hospital a coger turnos para la atención en las diferentes áreas de medicina que existe en este centro de Salud.

### **6.8.2 CONSIDERACIONES PREVIAS AL DISEÑO**

Se debe considerar algunos aspectos para la realización del diseño de la red inalámbrica de banda ancha Wimax, considerando la ubicación de la antena, que llevara la trasmisión de los datos a cada uno de los Subcentros, desde su estación líder:

- ✓ La ubicación de la antena será en las faldas de cerro Putzalahua el cual se encuentra ubicado en la parroquia de Belisario Quevedo, se tomo en consideración este punto debido a que la línea de vista llega con más facilidad para algunos Subcentros, lo que desde otro punto no se tenía.
- ✓ Se tendrá algunas repetidoras en algunos Subcentros los cuales tienen una mayor facilidad de tener línea de vista los cuales son Panzaleo y Pataín, para así, tener un mejor alcance en el caserío de Papahurco la cual se encuentra en un punto en donde la línea de vista desde el cerro no es



posible, o como también el caserío de Yanayacu que se encuentra a una profundidad en donde la línea de vista desde el cerro no se puede dar.

- ✓ Tomando en consideración los equipos a utilizar debe haber uno el cual nos dé una conexión punto a punto como en este caso sería un equipo WiFi este nos dará un mejor alcance en la señal.

### **6.8.3 PROPUESTA ECONÓMICA**

#### **6.8.3.1 REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS**

##### **6.8.3.1.1 COMPARACIÓN DE LOS EQUIPOS WIMAX**

Existe una cantidad extensa de equipos que pueden ser utilizados en las redes WiMAX. Muchos de los fabricantes conocidos a nivel mundial han desarrollado tecnología de punta para todo tipo de usuarios en los mercados más exigentes. Por este motivo se realizara un análisis minucioso con unas pocas marcas de Wimax ; y así poder seleccionar un fabricante con el mejor equipo a utilizar.

Fabricante	Airspan	Alvarion	Alperto	Telsima	Proxim
Modelo	Micromax	SkyMax	PacketMax	StarMax 3100	Tusami MP.11 2424-R
Banda de Frecuencia en (Ghz)	3,4 - 3,6 y 5,8	3,4 y 3,6	3,4 - 3,6 y 5,8	2,3 - 2,7 - 3,3 y 3,8	2,4- 2,483
Potencia del Transmisor en (dBm)	28	28	20 - 28	No especifica	21
Sensibilidad del Receptor en (dBm)	-115 dBm (1/16)	-100/- 103	-100	No especifica	No especifica
Ancho de Banda (MHz)	1,75-3,5- 5-7-10	1,75-3,5	2-10 pasos de 1	5, 10	2,4
QoS	UGS rtPS nrtPS BE	RT	CG RT NRT BE	No especifica	No especifica
IPv6	Si	No especifica	No especifica	No especifica	No especifica
Ganancia de la Antena	18dBi 13dBi	17dBi	No especifica	10 dBi	18dBi
Actualización del Software	Si	No especifica	No especifica	No especifica	No especifica
VLAN	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla 6.20 Comparación de los Equipos Wimax

Según las características obtenidas de los fabricantes de equipos Wimax, hemos escogido una opción conveniente a utilizar para el diseño de la red, considerando la marca Airspan. El que permite monitorear y administrar el consumo de ancho de banda de los clientes, conectados a la misma, manejándose el Software propio de la marca, incluido en cada equipo.

### 6.8.3.1.2 ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR

Para la realización de este diseño se ha tomado en consideración los equipos Airspan, a continuación indicaremos los equipos que utilizaremos en este diseño:

EQUIPOS	DESCRIPCIÓN
Micromax	Estación Base
ProST	Estación Subscriptor
FlexNet	Enlace Punto a Punto
Router D-Link DIR-655	Enrutador inalámbrico
Antena Sectorial Hiperlink de 90°	Antena

Tabla 6.21 Especificación de Equipos

A continuación detallaremos cada uno de estos equipos:

#### a. Estación Base MicroMAX

La estación base MicroMax tiene un diseño altamente modular, y consiste de dos partes principales: una externa de radio frecuencia (BSR, Base Station Radios) y una interna denominada Unidad de Distribución de Estación Base (BSDU) o un sencillo adaptador de canal de datos. Cada emplazamiento de estaciones base puede contener hasta 12 BSRs, dependiendo de la cantidad de espectro disponible. MicroMax-SOC ha sido diseñada para soportar baja densidad de tráfico, acceso de banda ancha rural, aplicaciones empresariales y DSL operando en bandas licenciadas y no licenciadas.



Figura 6.29 MicroMAX-SOC Base Station Radio (BSR)



Figura 6.30 SDA-4S

#### **b. Estación Subscriptor (SS)**

Las estaciones subscriptoras, también conocidos como CPE (Customer Premises Equipment), son los equipos terminales de los abonados WiMAX. Un CPE es un terminal simple “plug and play”.

Para nuestro enlace Wimax, el CPE que se va a utilizar es el ProST el cual podemos ver a continuación:

##### **✓ Subscriptor ProST**

Está diseñado para una instalación rápida y simple, a ser realizada por personal entrenado. El ProST asegura una alta disponibilidad de servicio operando en ambientes con línea de vista y sin línea de vista.

El indoor y outdoor son conectados utilizando cables PoE (energía en ethernet) CAT5, el cual envía electricidad y conexión IP al outdoor.

Posee una antena integrada de 18 dBi, con la capacidad de añadirle antenas externas.



Figura 6.31 Subscriber ProST

**c. Enlace Punto a Punto**

Para la realización de este proyecto se ha tomado en consideración a un equipo el cual tiene como objetivo los enlaces punto a punto los cuales necesitamos en el diseño, a continuación mencionamos a este equipo:

✓ **FlexNET**

Los FlexNET es una unidad de radio de aire libre-prueba es muy flexible que se construye dentro de un cercamiento impermeable robusto. FlexNET resiste condiciones medioambientales ásperas y fluctuaciones de temperatura. FlexNET Link los productos alojan a un solo radio e integrado con 23dBi 5GHz antena direccional que puede apagarse opcionalmente en el software y una antena externa usada.



Figura 6.32 Enlace punto a punto FlexNet

**d. Antena Sectorial Hyperlink**

La antena sectorial de panel Hyper Gain verticalmente polarizada combina una alta ganancia con una onda ancha de 90°.

Esta antena evita la enorme saturación de frecuencia 2.4Ghz lo cual permite de enlaces perfectos. Tiene una ganancia de 17dBi con una frecuencia de 5.8 Ghz.



Figura 6.33 Antena Sectorial Hyperlink

**e. Router D-Link DIR-655**

Es un dispositivo basado en la norma estándar 802.11n que ofrece un rendimiento real de hasta un 650 % más rápido que una conexión inalámbrica 802.11g, y también supera de forma inalámbrica a una red Ethernet cableada de 100 Mbps. Automáticamente detecta si en la red inalámbrica se está utilizando contenidos de audio, vídeo o de juegos, y les da prioridad a esas aplicaciones por encima del tráfico menos susceptible al tiempo, como el correo electrónico o la transferencia de archivos. Luego ajusta las prioridades para garantizar que el contenido de medios se transmite sin demoras ni fluctuaciones.



Figura 6.34 Router D-Link DIR-655

### 6.8.3.2 ACONDICIONAMIENTO FÍSICO

Para el acondicionamiento físico de los lugares en donde van ir ubicadas cada una de las torres que llevan los equipos Wimax son los siguientes puntos:

- ✓ Se debe acondicionar el espacio donde van ir ubicadas las torres las cuales tiene una altura máxima de 30m y una mínima de 7m, para esto se deberá pedir autorización a los dueños del lugar donde se piensa ubicar la torre principal la cual será en el cerro Putzalahua, las demás torres serán ubicadas en cada centro de Salud.
- ✓ Se necesitaría implementar un departamento de Control de la red en el Hospital para que ahí llegue y se envíe la información a todos los Subcentros, así mismo deberían contratar a una persona que vaya monitoreando cada día el funcionamiento de la red.

### 6.8.3.3 ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO

- ✓ **Costos Directos**

En este punto indicaremos los costos de los equipos a utilizar en la Red Inalámbrica de Banda Ancha Wimax y el presupuesto para la infraestructura de telecomunicaciones.

Descripción	Cantidad	P.Unitario	P. Total
Estación Base MicroMax (Con todos sus componentes)	1	\$ 8.000	\$ 8.000
Estación Subscriptora ProSt (Con todos sus Componentes)	8	\$ 700	\$ 5.600
Enlace Punto a Punto FlexNet	6	\$900	\$ 5.400
Antena Sectorial Hyperlink de 90°	1	\$ 230	\$ 230
Cable SCTP exterior para ProST	121m	\$ 1,50	\$ 181,50
Conectores RJ 49	30	\$ 2,50	\$ 75
Cable coaxial RS Jumper	1	\$ 30	\$ 30
Pozo para Tierra ( Que corresponde: una barrilla de cobre, un saco de gel y un conector para barrilla)	11	\$ 250	\$ 2.750
Ups 500VA	1	\$ 104,22	\$ 104,22
Ups 1500VA	1	\$ 388,60	\$ 388,60
Mástil metálico 6m	10	\$ 120	\$ 1.200
Torre metálica de 30m	1	\$ 3.300	\$ 3.300
Torre metálica de 15m	2	\$1.700	\$3.400
Bandeja metálica	11	\$ 40	\$ 440
Router D-link Dir 655	12	\$160	\$1.920
Sevidor	1	\$1.200	\$1.200
Switch D-link de 8 Puertos Dgs-1008d de Escritorio	3	\$80	\$240
<b>TOTAL:</b>	-	-	\$34459.32

Tabla 6.22 Costos de Equipos para el Diseño Red Wimax



RUBRO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Replanteo y nivelacion	m2	66,42	1,81	120,22
2	Escavacion plintos y cimientos	m3	3,30	5,70	18,81
3	Replanteo H.S. fc'=180Kg/cm2	m3	0,40	88,19	35,28
4	Plintos H.C. fC=180 kg/cm2	m3	0,55	90,40	49,72
5	Columnas H.S. fC=210 kg/cm2	m3	0,55	147,14	80,93
6	Cadenas H.S. fC=210 kg/cm2	m3	0,72	132,00	95,04
7	Acero de refuerzo	kg	150,00	1,44	216,00
8	Contrapiso de H.S. e=7 cm f'c=180 kg/cm2	m2	66,42	9,83	652,91
9	Masillado y Alisado de pisos	m2	66,42	5,08	337,41
10	Mampostería de ladrillo tipo chambo	m2	60,00	13,92	835,20
11	Enlucido Vertical	m2	120,00	7,49	898,80
12	Cerramiento de malla	m2	36,40	8,24	299,94
13	Puerta de metalica con malla	m2	4,30	27,84	119,71
14	Puertas madera	m2	1,00	110,00	110,00
15	Ventana de Aluminio y Vidrio e=6mm	m2	0,74	61,25	45,33
16	Protectores de hierro en ventana	m2	0,74	30,00	22,20
17	Punto de intalación eléctrica	pto	1,00	18,56	18,56
18	Punto de tomacorriente doble	pto	2,00	19,52	39,04
19	Caja termica 2 disyuntores	pto	1,00	30,00	30,00
20	Pintura	m2	120,00	3,00	360,00
<b>SUB TOTAL</b>					4.385,10
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES:</b>				10,00%	438,51
<b>TOTAL</b>					4.823,61

Tabla 6.23 Presupuesto de la Infraestructura de Telecomunicaciones

En conclusión para este punto sería una suma entre los costos de los equipos para el diseño de la red inalámbrica de banda ancha Wimax y el presupuesto de la infraestructura de telecomunicaciones de dicho diseño el cual sería un Total de: \$ 39282.93.

#### ✓ Costos Indirectos

Los costos indirectos para este proyecto los pondremos en relación a lo que se vaya a gastar para la instalación de los equipos en su estación base, en las estaciones suscriptoras y en los enlaces punto a punto.

Ítem	Descripción	Valor Total
1	Alquiler de materiales para la Instalación de la Red	\$350
2	Combustible	\$200
3	Seguro del Vehículo	\$150
4	Instalación o mano de obra	\$ 3928.293
5	TOTAL	\$ 4628.293

Tabla 6.24 Costos Indirectos

#### ✓ Total Costos a Pagar

En este punto se describe el total del presupuesto:

Ítem	Descripción	Valor total
1	Costos directos	\$ 39282.93
2	Costos indirectos	\$ 4628.293
3	TOTAL	\$ 43011.223

Tabla 6.25 Total costos a pagar

### 6.8.4 DISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DE BANDA ANCHA WIMAX

#### 6.8.4.1 Arquitectura del Sistema

La arquitectura es un sistema punto - multipunto y punto - punto los que están considerados en los suscriptores CPE que se encuentran enlazados inalámbricamente, a una estación base o a una estación suscriptoras. La estación base brinda cobertura con una antena sectorial de 90°, los CPE son exteriores los cuales necesitan de una instalación.

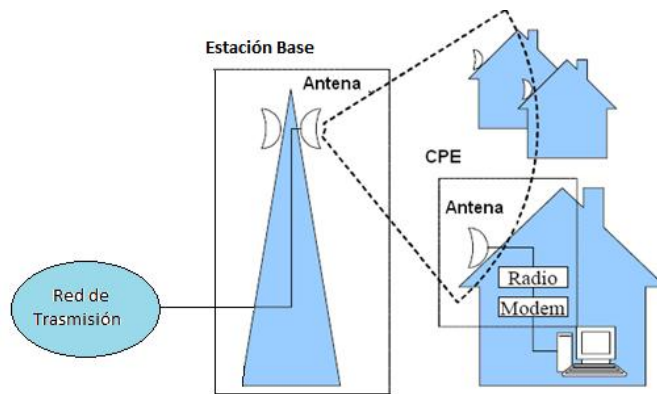


Figura 6.35 Arquitectura del Sistema Wimax

#### 6.8.4.2 UBICACIÓN DE LA RADIO BASE

Para la ubicación de la radio base es necesario seguir los siguientes requisitos:

- ✓ La altura del cerro es adecuada para el enlace.
- ✓ Línea de vista con la mayoría de los usuarios potenciales.
- ✓ Cubre la zona en su totalidad.
- ✓ El sector consta de energía eléctrica.
- ✓ Zona poblada para la seguridad de la red.
- ✓ Existen vías de acceso vehicular.

Es necesario se cumpla los requisitos antes mencionados, la cual se realizó una investigación para encontrar el lugar adecuado para la colocación de la radio base dando como resultados ubicación en las faldas del cerro Putzalahua, a continuación detallaremos el lugar:

Lugar de colocación de la Radio Base	Altura sobre el nivel del mar (m)	Altura de la antena sobre el nivel de la tierra (m)	Coordenadas Geográficas	
			Latitud	Longitud
Cerro Putzalahua	2940	15	0° 59' 01.29" S	78°33' 54.36" HO

Tabla 6.26 Ubicación de la Radio Base

El sitio que ha sido elegido para la colocación de la Radio base se encuentra ubicada en la siguiente dirección:

- ✓ En la Parroquia de Belisario Quevedo en las faldas del Cerro Putzalahua.

#### 6.8.4.3 BANDA DE FRECUENCIA

La tecnología Wimax trabaja en bandas con licencia desde la 3.5 Ghz y en bandas sin licencia como las ICM. Para el desarrollo del proyecto se escogio la banda sin licencia ICM, el cual requiere de un menor tramite para su utilización, puesto que las bandas con licencia deben ser concesionadas por el CONATEL.

Se aprobara la operación de Sistemas de radiocomunicaciones; las cuales, utilicen las técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha en las siguientes bandas de frecuencia:

BANDA (MHz)	Asignación
902-928	ICM
2400 - 2483.5	ICM
5150 – 5250	INI
5250 – 5350	INI
5470 – 5725	INI
5725 - 5850	ICM-INI

Tabla 6.27 Banda de Frecuencia Asignadas

El CONATEL establecerá las condiciones de las frecuencias para la Modulación Digital de Banda Ancha distintas a las indicadas en la presente norma, previo al estudio emitido por la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones.

El presente diseño utiliza la banda de frecuencia de 5725 – 5850 MHz, puesto que esta presenta un mayor ancho de banda por canales de 10 MHz, esto según el equipo a utilizarse.

### 6.8.4.4 DIAGRAMA FÍSICO DE LA RED

En la figura a continuación se indica el diagrama físico de la Red Inalámbrica de Banda Ancha Wimax para el Hospital y sus diferentes Subcentros:

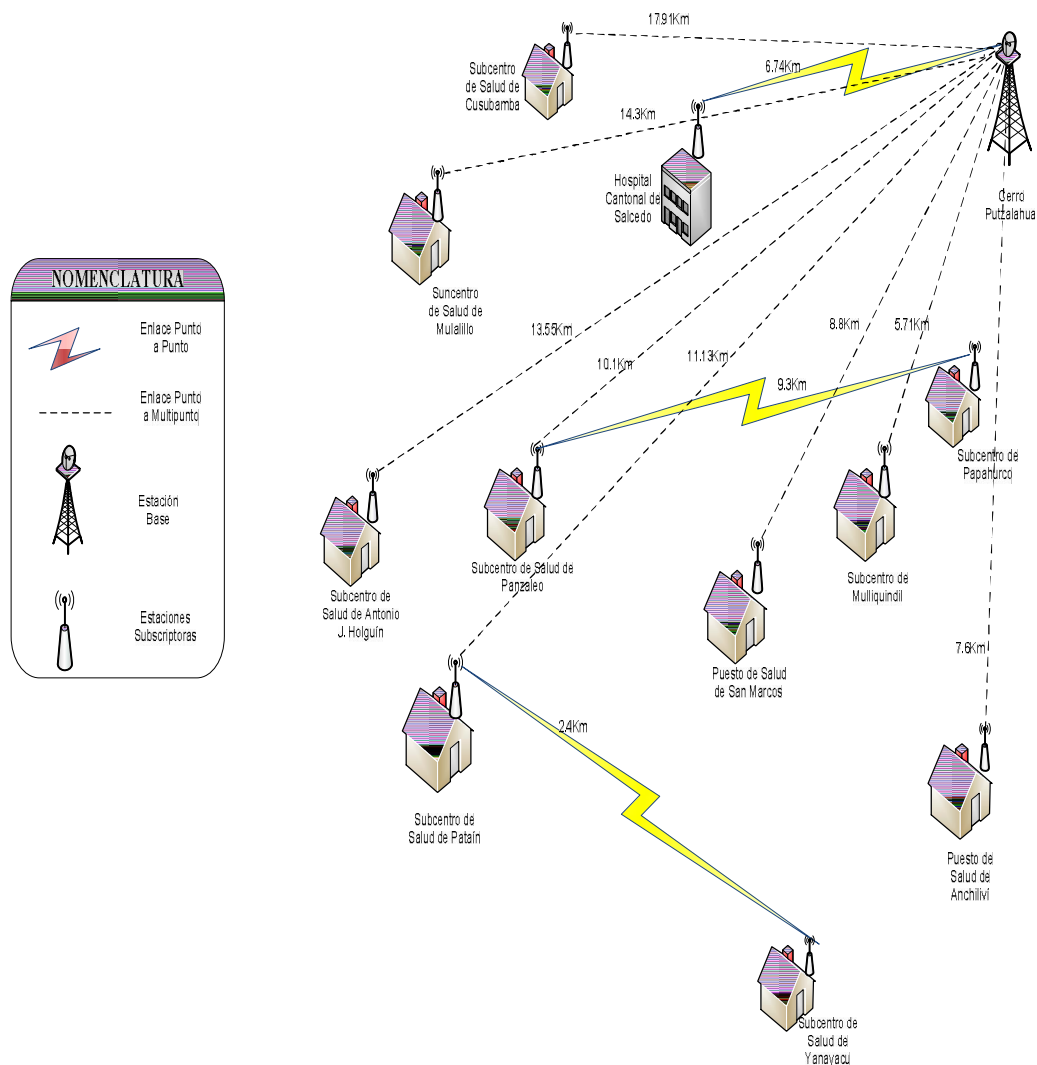


Figura 6.36 Diagrama Físico de la Red

En la figura anterior se muestra el diseño de la red inalámbrica de banda ancha Wimax desarrollado en el Cantón Salcedo para lo cual se ha establecido un punto principal que en este caso es el Hospital Cantonal “Yerovi Mackuart” de Salcedo, este centro de Salud se encuentra ubicada en la panamericana norte de dicho cantón, la estación base se encuentra ubicada en las faldas del Cerro Putzaluhua de

la parroquia de Belisario Quevedo desde el cual se puede tener acceso a todos los puntos, cabe recalcar que está tecnología trabaja aunque no exista línea de vista. Para los lugares que la señal desde la estación base no llega con mucha facilidad, como al Subcentro de Papahurco puesto que en medio se encuentra el cerro de Palama el cual no permite que pase la señal para este caso se ha tomado en consideración un enlace punto a punto desde el Subcentro de Panzaleo; desde ahí, permite que la señal llegue fácilmente, también podemos mencionar al Subcentro de Salud de Yanayacu, donde la línea de vista desde el cerro no se produce por lo que se encuentra ubicado en un valle, para este se ha tomado en consideración un enlace punto a punto desde el Subcentro de Salud de Pataín.

#### 6.8.4.5 DIAGRAMA LÓGICO DE LA RED

En la figura siguiente se indica el diagrama lógico de la Red Inalámbrica de Banda Ancha Wimax para el Hospital y sus diferentes Subcentros:

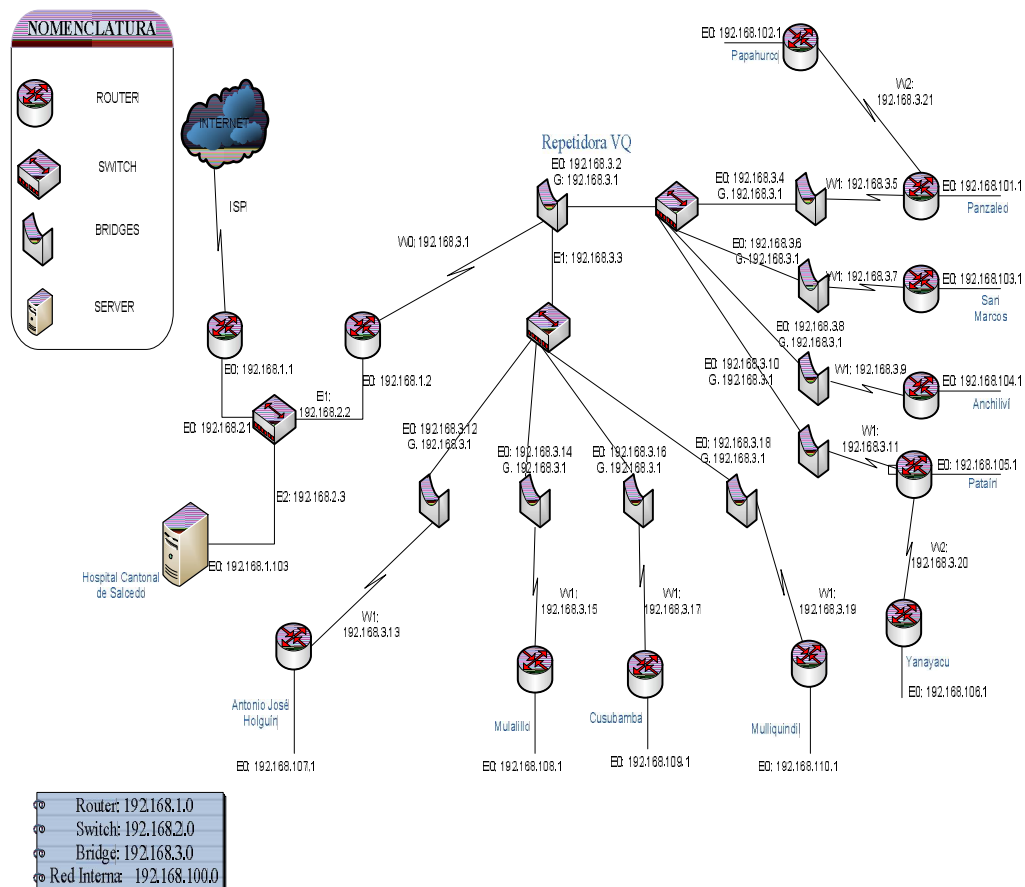


Figura 6.37 Diagrama Lógico de la Red

## 6.8.5 SIMULACIÓN DE LOS ENLACES

En la siguiente fragmento se indicara el esquema general del diseño tomado desde Google Earth para este enlace, tomando en consideración al cerro Putzalahua, desde este lugar se logro tomar la mayor parte de los puntos con línea de vista a este cerro lo llamamos la Rep VQ en el diseño a realizarse:

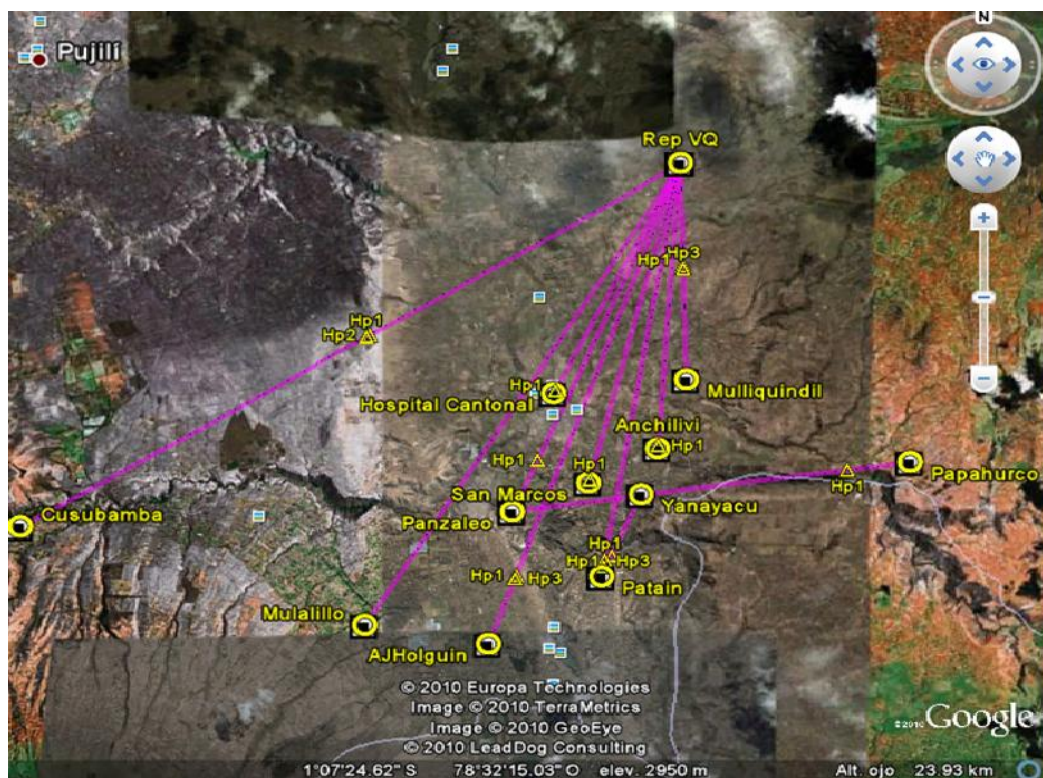


Figura 6.38 Esquema General de la Red Wimax

### 6.8.5.1 ZONA DE FRESNEL

Es el área elíptica que rodea el camino visual, el tamaño de la zona varía de acuerdo a la longitud del camino y la frecuencia de la señal.

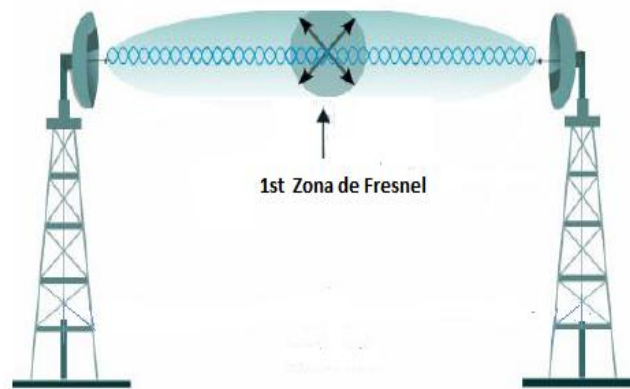


Figura 6.39 Zona de Fresnel

Si la frecuencia disminuye, el tamaño de la zona de Fresnel se incrementa y si la longitud del camino se incrementa, el tamaño de la zona de Fresnel disminuye.

#### 6.8.5.2 CALCULO DE LA PRIMERA ZONA DE FRESNEL

Como se menciono anteriormente la primera zona de Fresnel de nuestro diseño se realizo mediante el software de Motorola PTP LinkPlanner versión 2.3.8, en la banda de frecuencia de 5.8 Ghz, cada perfil topográfico presenta la distancia entre el trasmisor y del receptor, las alturas de las estaciones sobre el nivel del mar, así como también indica las alturas de las torres.

Los siguientes enlaces son los que salen directamente desde la repetidora, es decir desde el cerro Putzalahua llamado Rep VQ:

##### a. **Enlace Cerro Putzalahua al Hospital Cantonal Salcedo**

A continuación nos indica el perfil topográfico del enlace punto a punto desde las faldas del cerro Putzalahua hasta el Hospital Cantonal Salcedo.



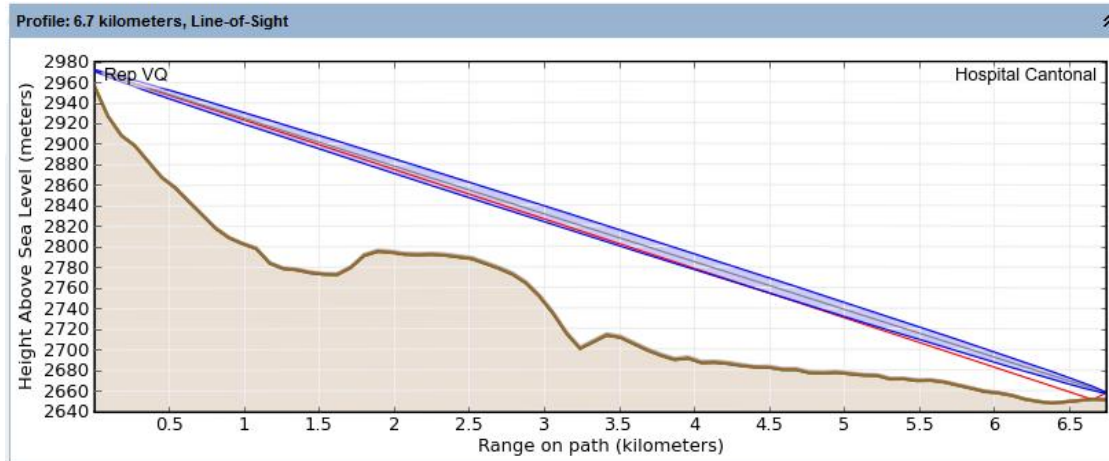


Figura 6.40 Enlace Cerro Putzalahua al Hospital Cantonal Salcedo

En las tablas siguientes nos indican las características, configuraciones que existen en el enlace:

REP VQ		HOSPITAL CANTONAL SALCEDO	
<b>Altura de la Antena</b>	15m	<b>Altura de la Antena</b>	7m
<b>Máximo EIRP</b>	35dBm	<b>Máximo EIRP</b>	35dBm
<b>Máximo Power</b>	12dBm	<b>Máximo Power</b>	12dBm

Tabla 6.28 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ al Hospital Cantonal de Salcedo

Performance to Rep VQ		Performance to Hospital Cantonal	
<b>Mean IP</b>	99.6Mbps	<b>Mean IP</b>	99.6Mbps
<b>Ip Availability</b>	100.00% for 1.0Mbps	<b>Ip Availability</b>	100.00% for 1.0Mbps
Link Summary			
<b>Link Length</b>	6.74 Km	<b>System Gain</b>	146.33 dB
<b>Band</b>	5.8 GHz	<b>System Gain Margin</b>	22.02 dB

<b>Regulation</b>	ETSI	<b>Mean Aggregate Data Rate</b>	199.2 Mbps
<b>Modulation</b>	Adaptive	<b>Annual Link Availability</b>	100.00000%
<b>Bandwidth</b>	30Mhz	<b>Annual Link Unavailability</b>	0secs/year
<b>Total Path Loss</b>	124.31 dB		

Tabla 6. 29 Características del enlace desde la Rep VQ al Hospital Cantonal de Salcedo

LINKS DE LA REP VQ					
Name	Range (km)	Link Availability (%)	Left Gain (dBi)	Right Gain (dBi)	Link Loss (dB)
Hospital Cantonal de Salcedo	6.74	100.0000	23.0	23.0	124.3

Tabla 6.30 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ al Hospital Cantonal de Salcedo

A continuación en la siguiente tabla indicaremos los factores climáticos, las pérdidas y las normas del enlace:

Climatic Factors, Losses and Standards			
<b>dN/dH not exceeded for 1% of time</b>	-137.84 N Units/Km	<b>Link Type</b>	Line of Sight
<b>Area roughness 110x110Km</b>	893.44m	<b>Excess path Loss</b>	0.00dB
<b>Geoclimatic factor</b>	1.88e-005	<b>Atmospheric Gasses</b>	ITU-R P. 676-7, ITU-R P. 835-4
<b>Fade occurrence Factor</b>	1.68e-008	<b>Diffraction Loss</b>	ITU-R P. 526-10
<b>Path inclination</b>	46.45mr	<b>Propagation</b>	ITU-R P. 530-12
<b>0.01% Rain rate</b>	60.25mm/hr	<b>Rain Rate</b>	ITU-R P. 837-5
<b>Free Space Path Loss</b>	124.27dB	<b>Refractivity Index</b>	ITU-R P. 453-9
<b>Gaseous Absortion Loss</b>	0.03dB		

Tabla 6.31 Factores Climáticos y Perdidas del enlace desde la Rep VQ al Hospital Cantonal de Salcedo

**b. Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Antonio José Holguín**

A continuación nos indica el perfil topográfico del enlace desde las faldas del cerro Putzalahua hasta el Subcentro de Salud de la Parroquia de Antonio José Holguín:



Figura 6.41 Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud A.J.Holguín

En las tablas siguientes nos indican las características, configuraciones y que existen en el enlace:

REP VQ		SUBCENTRO DE SALUD A.J. HOLGUÍN	
Altura de la Antena	15m	Altura de la Antena	20m
Máximo EIRP	35dBm	Máximo EIRP	35dBm
Máximo Power	12dBm	Máximo Power	12dBm

Tabla 6.32 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ a A.J.Holguín

Performance to Rep VQ		Performance to Antonio José Holguín	
Mean IP	26.5Mbps	Mean IP	26.5Mbps
Ip Availability	99.99991 for 1.0Mbps	Ip Availability	99.99991 for 1.0Mbps
<b>Link Summary</b>			
Link Length	13.55 Km	System Gain	146.33 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	10.31 dB
Regulation	ETSI	Mean Aggregate Data Rate	53 Mbps
Modulation	Adaptive	Annual Link Availability	99.99991 %
Bandwidth	30Mhz	Annual Link Unavailability	29secs/year
Total Path Loss	136.02 dB		

Tabla 6.33 Características del enlace desde la Rep VQ a A.J.Holguín

### LINKS DE LA REP VQ

Name	Range (km)	Link Availability (%)	Left Gain (dBi)	Right Gain (dBi)	Link Loss (dB)
A.J.Holguín	13.55	99.9999	23.0	23.0	136.0

Tabla 6.34 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ a A.J.Holguín

A continuación indicaremos los factores climáticos, las perdidas y las normas del enlace:

Climatic Factors, Losses and Standards			
<b>dN/dH not exceeded for 1% of time</b>	-137.49 N Units/Km	<b>Link Type</b>	Near line of sight
<b>Area roughness 110x110Km</b>	906.69 m	<b>Excess path Loss</b>	5.61 dB
<b>Geoclimatic factor</b>	1.86e-005	<b>Atmospheric Gasses</b>	ITU-R P. 676-7, ITU-R P. 835-4
<b>Fade occurrence Factor</b>	3.25e-007	<b>Diffraction Loss</b>	ITU-R P. 526-10
<b>Path inclination</b>	18.59mr	<b>Propagation</b>	ITU-R P. 530-12
<b>0.01% Rain rate</b>	60.04mm/hr	<b>Rain Rate</b>	ITU-R P. 837-5
<b>Free Space Path Loss</b>	130.33 dB	<b>Refractivity Index</b>	ITU-R P. 453-9
<b>Gaseous Absortion Loss</b>	0.07 dB		

Tabla 6.35 Factores Climáticos y Perdidas del enlace desde la Rep VQ a A.J.Holguín

#### c. Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Cusubamba

A continuación nos indica el perfil topográfico del enlace desde las faldas del cerro Putzalahua hasta el Subcentro de Salud de la Parroquia de Cusubamba:

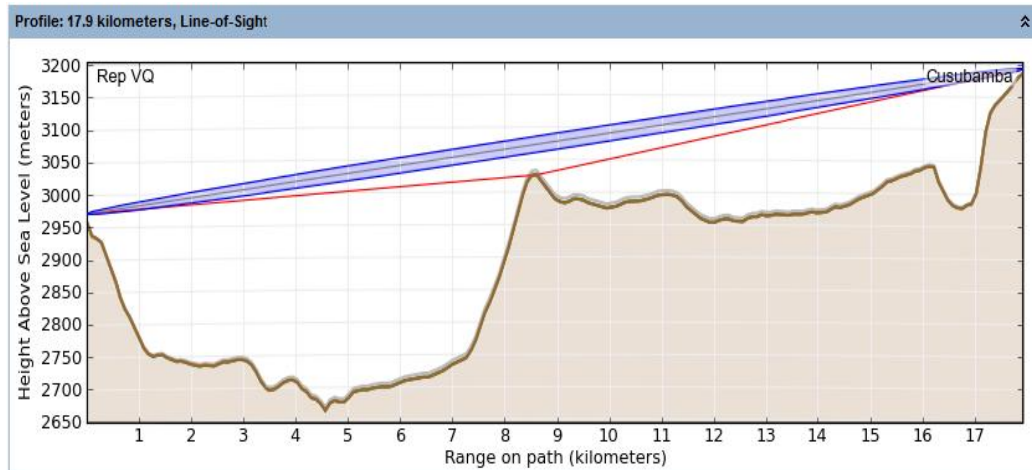


Figura 6.42 Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Cusubamba

En las tablas siguientes nos indican las características, configuraciones que existen en el enlace:

REP VQ		SUBCENTRO DE SALUD CUSUBAMBA	
Altura de la Antena	15m	Altura de la Antena	7m
Máximo EIRP	35dBm	Máximo EIRP	35dBm
Máximo Power	12dBm	Máximo Power	12dBm

Tabla 6.36 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ a Cusubamba

Performance to Rep VQ		Performance to Cusubamba	
Mean IP	39.3 Mbps	Mean IP	39.3 Mbps
Ip Availability	99.99999 for 1.0Mbps	Ip Availability	99.99999 for 1.0Mbps
Link Summary			
Link Length	17.91 Km	System Gain	146.33 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	13.49 dB
Regulation	ETSI	Mean Aggregate Data Rate	78.5 Mbps

<b>Modulation</b>	Adaptive	<b>Annual Link Availability</b>	99.99999 %
<b>Bandwidth</b>	30Mhz	<b>Annual Link Unavailability</b>	4secs/year
<b>Total Path Loss</b>	132.85 dB		

Tabla 6. 37 Características del enlace desde la Rep VQ a Cusubamba

LINKS DE LA REP VQ					
Name	Range (km)	Link Availability (%)	Left Gain (dBi)	Right Gain (dBi)	Link Loss (dB)
Cusubamba	17.91	100.0000	23.0	23.0	132.85

Tabla 6.38 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ a Cusubamba

A continuación indicaremos los factores climáticos, las perdidas y las normas del enlace:

Climatic Factors, Losses and Standards			
<b>dN/dH not exceeded for 1% of time</b>	-136.90 N Units/Km	<b>Link Type</b>	Line of Sight
<b>Area roughness 110x110Km</b>	967.83 m	<b>Excess path Loss</b>	0.00 dB
<b>Geoclimatic factor</b>	1.81e-005	<b>Atmospheric Gasses</b>	ITU-R P. 676-7, ITU-R P. 835-4
<b>Fade occurrence Factor</b>	6.76e-007	<b>Diffraction Loss</b>	ITU-R P. 526-10
<b>Path inclination</b>	12.48mr	<b>Propagation</b>	ITU-R P. 530-12
<b>0.01% Rain rate</b>	58.75mm/hr	<b>Rain Rate</b>	ITU-R P. 837-5
<b>Free Space Path Loss</b>	132.76 dB	<b>Refractivity Index</b>	ITU-R P. 453-9
<b>Gaseous Absortion Loss</b>	0.09 dB		

Tabla 6.39 Factores Climáticos y Perdidas del enlace desde la Rep VQ a Cusubamba

d. **Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Mulalillo**

A continuación nos indica el perfil topográfico del enlace desde las faldas del cerro Putzalahua hasta el Subcentro de Salud de la Parroquia de Mulalillo:



Figura 6.43 Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Mulalillo

En las tablas siguientes nos indican las características, configuraciones que existen en el enlace:

REP VQ		SUBCENTRO DE SALUD DE MULALILLO	
<b>Altura de la Antena</b>	15m	<b>Altura de la Antena</b>	7m
<b>Máximo EIRP</b>	35dBm	<b>Máximo EIRP</b>	35dBm
<b>Máximo Power</b>	12dBm	<b>Máximo Power</b>	12dBm

Tabla 6.40 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ a Mulalillo



Performance to Rep VQ		Performance to Mulalillo	
<b>Mean IP</b>	55.9 Mbps	<b>Mean IP</b>	55.9 Mbps
<b>Ip Availability</b>	99.99999 for 1.0Mbps	<b>Ip Availability</b>	99.99999 for 1.0Mbps
Link Summary			
<b>Link Length</b>	14.3 Km	<b>System Gain</b>	146.33 dB
<b>Band</b>	5.8 GHz	<b>System Gain Margin</b>	15.48 dB
<b>Regulation</b>	ETSI	<b>Mean Aggregate Data Rate</b>	111.8 Mbps
<b>Modulation</b>	Adaptive	<b>Annual Link Availability</b>	99.99999 %
<b>Bandwidth</b>	30Mhz	<b>Annual Link Unavailability</b>	2secs/year
<b>Total Path Loss</b>	130.85 dB		

Tabla 6. 41 Características del enlace desde la Rep VQ a Mulalillo

LINKS DE LA REP VQ					
Name	Range (km)	Link Availability (%)	Left Gain (dBi)	Right Gain (dBi)	Link Loss (dB)
Mulalillo	14.3	100.0000	23.0	23.0	130.9

Tabla 6.42 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ a Mulalillo

A continuación indicaremos los factores climáticos, las perdidas y las normas del enlace:

Climatic Factors, Losses and Standards			
<b>dN/dH not exceeded for 1% of time</b>	-137.32 N Units/Km	<b>Link Type</b>	Line of Sight
<b>Area roughness 110x110Km</b>	922.85 m	<b>Excess path Loss</b>	0.00 dB
<b>Geoclimatic factor</b>	1.85e-005	<b>Atmospheric Gasses</b>	ITU-R P. 676-7, ITU-R P. 835-4
<b>Fade occurrence Factor</b>	6.19e-007	<b>Diffraction Loss</b>	ITU-R P. 526-10
<b>Path inclination</b>	7.98 mr	<b>Propagation</b>	ITU-R P. 530-12
<b>0.01% Rain rate</b>	59.70mm/hr	<b>Rain Rate</b>	ITU-R P. 837-5
<b>Free Space Path Loss</b>	130.78 dB	<b>Refractivity Index</b>	ITU-R P. 453-9
<b>Gaseous Absorption Loss</b>	0.07 dB		

Tabla 6.43 Factores Climáticos y Perdidas del enlace desde la Rep VQ a Mulalillo

e. **Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Mulliquindil**

A continuación nos indica el perfil topográfico del enlace desde las faldas del cerro Putzalahua hasta el Subcentro de Salud de la Parroquia de Mulliquindil:

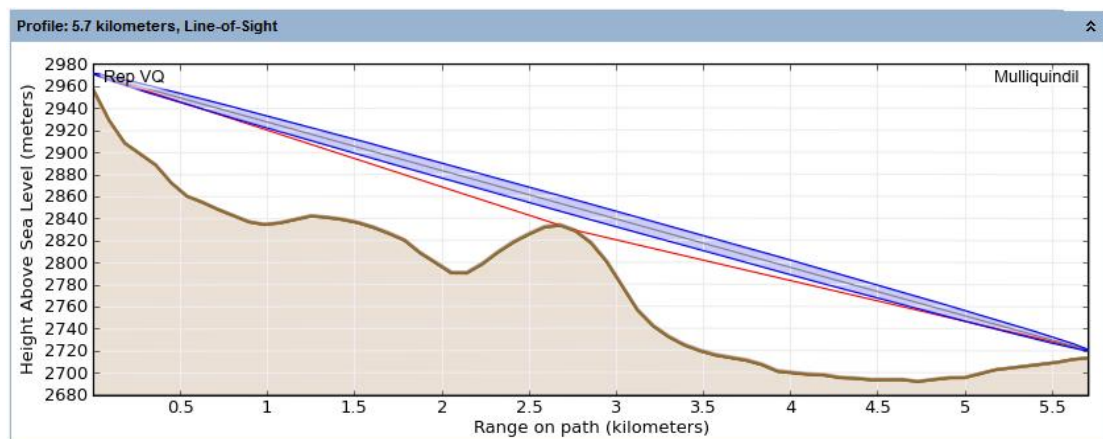


Figura 6.44 Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Mulliquindil

En las tablas siguientes nos indican las características, configuraciones que existen en el enlace:

REP VQ		SUBCENTRO DE SALUD MULLIQUINDIL	
<b>Altura de la Antena</b>	15m	<b>Altura de la Antena</b>	7m
<b>Máximo EIRP</b>	35dBm	<b>Máximo EIRP</b>	35dBm
<b>Máximo Power</b>	12dBm	<b>Máximo Power</b>	12dBm

Tabla 6.44 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ a Mulliquindil

Performance to Rep VQ		Performance to Mulliquindil	
<b>Mean IP</b>	104.3 Mbps	<b>Mean IP</b>	104.3 Mbps
<b>Ip Availability</b>	100.00000 for 1.0Mbps	<b>Ip Availability</b>	100.00000 for 1.0Mbps
Link Summary			
<b>Link Length</b>	5.71 Km	<b>System Gain</b>	146.33 dB
<b>Band</b>	5.8 GHz	<b>System Gain Margin</b>	23.48 dB
<b>Regulation</b>	ETSI	<b>Mean Aggregate Data Rate</b>	208.5 Mbps
<b>Modulation</b>	Adaptive	<b>Annual Link Availability</b>	100.00000 %
<b>Bandwidth</b>	30Mhz	<b>Annual Link Unavailability</b>	0secs/year
<b>Total Path Loss</b>	122.86 dB		

Tabla 6.45 Características del enlace desde la Rep VQ a Mulliquindil

### LINKS DE LA REP VQ

Name	Range (km)	Link Availability (%)	Left Gain (dBi)	Right Gain (dBi)	Link Loss (dB)
Mulliquindil	5.71	100.0000	23.0	23.0	122.9

Tabla 6.46 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ a Mulliquindil

A continuación indicaremos los factores climáticos, las pérdidas y las normas del enlace:

Climatic Factors, Losses and Standards			
<b>dN/dH not exceeded for 1% of time</b>	-138.06 N Units/Km	<b>Link Type</b>	Line of Sight
<b>Area roughness 110x110Km</b>	874.24 m	<b>Excess path Loss</b>	0.00 dB
<b>Geoclimatic factor</b>	1.90e-005	<b>Atmospheric Gasses</b>	ITU-R P. 676-7
<b>Fade occurrence Factor</b>	9.30e-009	<b>Diffraction Loss</b>	ITU-R P. 526-10
<b>Path inclination</b>	43.94mr	<b>Propagation</b>	ITU-R P. 530-12
<b>0.01% Rain rate</b>	60.62mm/hr	<b>Rain Rate</b>	ITU-R P. 837-5
<b>Free Space Path Loss</b>	122.83 dB	<b>Refractivity Index</b>	ITU-R P. 453-9
<b>Gaseous Absortion Loss</b>	0.03 dB		

Tabla 6.47 Factor Climático y Pérdidas del enlace desde la Rep VQ a Mulliquindil

f. **Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Panzaleo**

A continuación nos indica el perfil topográfico del enlace desde las faldas del cerro Putzalahua hasta el Subcentro de Salud de la Parroquia de Panzaleo:

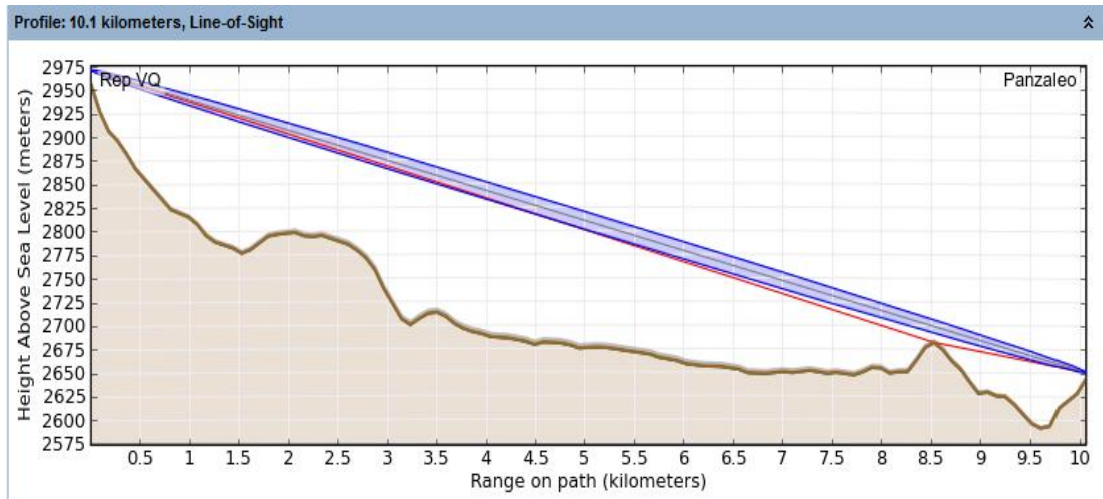


Figura 6.45 Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Panzaleo

En las tablas siguientes nos indican las características, configuraciones que existen en el enlace:

REP VQ		SUBCENTRO DE SALUD PANZALEO	
<b>Altura de la Antena</b>	15m	<b>Altura de la Antena</b>	7m
<b>Máximo EIRP</b>	35dBm	<b>Máximo EIRP</b>	35dBm
<b>Máximo Power</b>	12dBm	<b>Máximo Power</b>	12dBm

Tabla 6.48 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ a Panzaleo

Performance to Rep VQ		Performance to Panzaleo	
<b>Mean IP</b>	76.3 Mbps	<b>Mean IP</b>	76.3 Mbps
<b>Ip Availability</b>	100.00000 for 1.0Mbps	<b>Ip Availability</b>	100.00000 for 1.0Mbps
Link Summary			
<b>Link Length</b>	10.1 Km	<b>System Gain</b>	146.33 dB
<b>Band</b>	5.8 GHz	<b>System Gain Margin</b>	18.54 dB
<b>Regulation</b>	ETSI	<b>Mean Aggregate Data Rate</b>	152.6 Mbps
<b>Modulation</b>	Adaptive	<b>Annual Link Availability</b>	100.00000 %
<b>Bandwidth</b>	30Mhz	<b>Annual Link Unavailability</b>	1 secs/year
<b>Total Path Loss</b>	127.80 dB		

Tabla 6.49 Características del enlace desde la Rep VQ a Panzaleo

LINKS DE LA REP VQ					
Name	Range (km)	Link Availability (%)	Left Gain (dBi)	Right Gain (dBi)	Link Loss (dB)
Panzaleo	10.1	100.0000	23.0	23.0	127.80

Tabla 6.50 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ a Panzaleo

A continuación indicaremos los factores climáticos, las pérdidas y las normas del enlace:

Climatic Factors, Losses and Standards			
<b>dN/dH not exceeded for 1% of time</b>	-137.66 N Units/Km	<b>Link Type</b>	Line of Sight
<b>Area roughness 110x110Km</b>	901.32 m	<b>Excess path Loss</b>	0.00 dB
<b>Geoclimatic factor</b>	1.87e-005	<b>Atmospheric Gasses</b>	ITU-R P. 676-7,
<b>Fade occurrence Factor</b>	8.71e-008	<b>Diffraction Loss</b>	ITU-R P. 526-10
<b>Path inclination</b>	31.84 mr	<b>Propagation</b>	ITU-R P. 530-12
<b>0.01% Rain rate</b>	60.12 mm/hr	<b>Rain Rate</b>	ITU-R P. 837-5
<b>Free Space Path Loss</b>	127.75 dB	<b>Refractivity Index</b>	ITU-R P. 453-9
<b>Gaseous Absortion Loss</b>	0.05 dB		

Tabla 6.51 Factores Climáticos y Pérdidas del enlace desde la Rep VQ a Panzaleo

**g. Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Pataín**

A continuación nos indica el perfil topográfico del enlace desde las faldas del cerro Putzalahua hasta el Subcentro de Salud del caserío de Pataín:

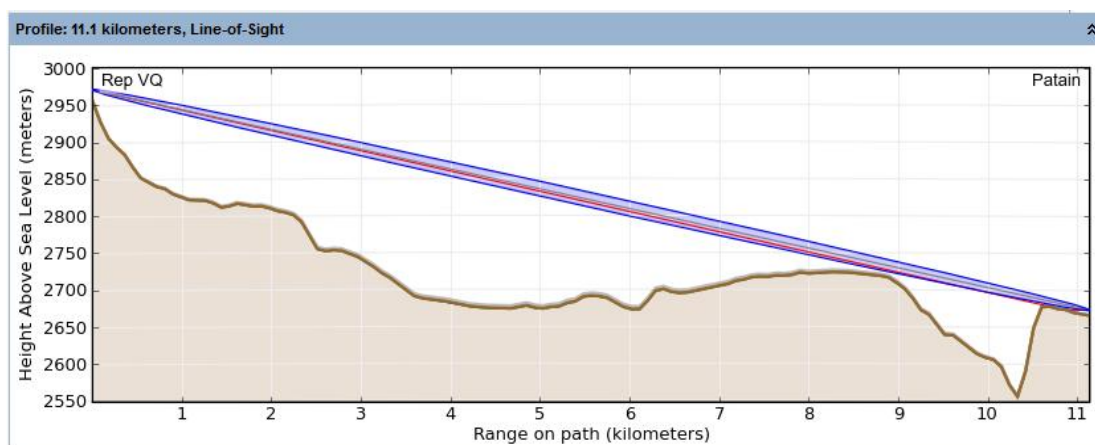


Figura 6.46 Enlace Cerro Putzalahua al Subcentro de Salud de Pataín

En las tablas siguientes nos indican las características, configuraciones que existen en el enlace:

REP VQ		SUBCENTRO DE SALUD DE PATAÍN	
<b>Altura de la Antena</b>	15m	<b>Altura de la Antena</b>	7m
<b>Máximo EIRP</b>	35dBm	<b>Máximo EIRP</b>	35dBm
<b>Máximo Power</b>	12dBm	<b>Máximo Power</b>	12dBm

Tabla 6.52 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ a Pataín

Performance to Rep VQ		Performance to Pataín	
<b>Mean IP</b>	70.6 Mbps	<b>Mean IP</b>	70.6 Mbps
<b>Ip Availability</b>	100.00000 for 1.0Mbps	<b>Ip Availability</b>	100.00000 for 1.0Mbps
Link Summary			
<b>Link Length</b>	11.1 Km	<b>System Gain</b>	146.33 dB
<b>Band</b>	5.8 GHz	<b>System Gain Margin</b>	17.65 dB
<b>Regulation</b>	ETSI	<b>Mean Aggregate Data Rate</b>	141.1 Mbps
<b>Modulation</b>	Adaptive	<b>Annual Link Availability</b>	100.00000 %
<b>Bandwidth</b>	30Mhz	<b>Annual Link Unavailability</b>	1 secs/year
<b>Total Path Loss</b>	128.69 dB		

Tabla 6.53 Características del enlace desde la Rep VQ a Pataín



LINKS DE LA REP VQ					
Name	Range (km)	Link Availability (%)	Left Gain (dBi)	Right Gain (dBi)	Link Loss (dB)
Pataín	11.1	100.0000	23.0	23.0	128.7

Tabla 6.54 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ a Pataín

A continuación indicaremos los factores climáticos, las pérdidas y las normas del enlace:

Climatic Factors, Losses and Standards			
<b>dN/dH not exceeded for 1% of time</b>	-137.73 N Units/Km	<b>Link Type</b>	Line of Sight
<b>Area roughness 110x110Km</b>	890.23 m	<b>Excess path Loss</b>	0.00 dB
<b>Geoclimatic factor</b>	1.88e-005	<b>Atmospheric Gasses</b>	ITU-R P. 676-7, ITU-R P. 835-4
<b>Fade occurrence Factor</b>	1.37e-007	<b>Diffraction Loss</b>	ITU-R P. 526-10
<b>Path inclination</b>	26.74 mr	<b>Propagation</b>	ITU-R P. 530-12
<b>0.01% Rain rate</b>	60.37 mm/hr	<b>Rain Rate</b>	ITU-R P. 837-5
<b>Free Space Path Loss</b>	128.63 dB	<b>Refractivity Index</b>	ITU-R P. 453-9
<b>Gaseous Absortion Loss</b>	0.06 dB		

Tabla 6.55 Factores Climáticos y Pérdidas del enlace desde la Rep VQ a Pataín

#### h. Enlace Cerro Putzalahua al Puesto de Salud de Anchiliví

A continuación nos indica el perfil topográfico del enlace desde las faldas del cerro Putzalahua hasta el Puesto de Salud del caserío de Anchiliví:

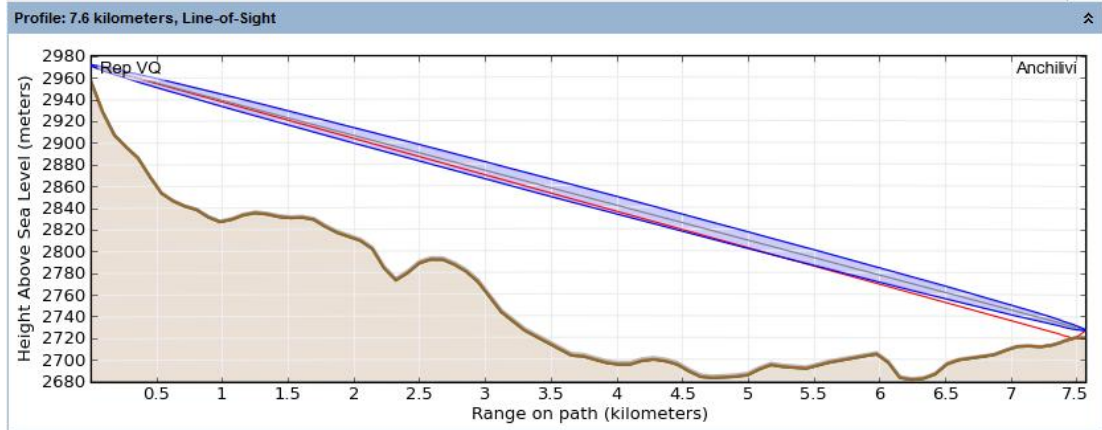


Figura 6.47 Enlace Cerro Putzalahua al Puesto de Salud de Anchilivi

En las tablas siguientes nos indican las características, configuraciones que existen en el enlace:

REP VQ		PUESTO DE SALUD DE ANCHILIVÍ	
Altura de la Antena	15m	Altura de la Antena	7m
Máximo EIRP	35dBm	Máximo EIRP	35dBm
Máximo Power	12dBm	Máximo Power	12dBm

Tabla 6.56 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ a Anchilivi

Performance to Rep VQ		Performance to Anchilivi	
Mean IP	94.4 Mbps	Mean IP	94.4 Mbps
Ip Availability	100.00000 for 1.0Mbps	Ip Availability	100.00000 for 1.0Mbps
Link Summary			
Link Length	7.6 Km	System Gain	146.33 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	21.01 dB
Regulation	ETSI	Mean Aggregate Data Rate	188.8 Mbps

<b>Modulation</b>	Adaptive	<b>Annual Link Availability</b>	100.00000 %
<b>Bandwidth</b>	30Mhz	<b>Annual Link Unavailability</b>	0 secs/year
<b>Total Path Loss</b>	125.33 dB		

Tabla 6.57 Características del enlace desde la Rep VQ a Anchiliví

LINKS DE LA REP VQ					
Name	Range (km)	Link Availability (%)	Left Gain (dBi)	Right Gain (dBi)	Link Loss (dB)
Anchiliví	7.6	100.0000	23.0	23.0	125.3

Tabla 6.58 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ a Anchiliví

A continuación indicaremos los factores climáticos, las pérdidas y las normas del enlace:

Climatic Factors, Losses and Standards			
<b>dN/dH not exceeded for 1% of time</b>	-137.95 N Units/Km	<b>Link Type</b>	Line of Sight
<b>Area roughness 110x110Km</b>	879.85 m	<b>Excess path Loss</b>	0.00 dB
<b>Geoclimatic factor</b>	1.89e-005	<b>Atmospheric Gasses</b>	ITU-R P. 676-7, ITU-R P. 835-4
<b>Fade occurrence Factor</b>	3.04e-008	<b>Diffraction Loss</b>	ITU-R P. 526-10
<b>Path inclination</b>	32.20 mr	<b>Propagation</b>	ITU-R P. 530-12
<b>0.01% Rain rate</b>	60.53 mm/hr	<b>Rain Rate</b>	ITU-R P. 837-5
<b>Free Space Path Loss</b>	125.29 dB	<b>Refractivity Index</b>	ITU-R P. 453-9
<b>Gaseous Absortion Loss</b>	0.04 dB		

Tabla 6.59 Factores Climáticos y Pérdidas del enlace desde la Rep VQ a Anchiliví

i. **Enlace Cerro Putzalahua al Puesto de Salud de San Marcos**

A continuación nos indica el perfil topográfico del enlace desde las faldas del cerro Putzalahua hasta el Puesto de Salud del caserío de San Marcos:

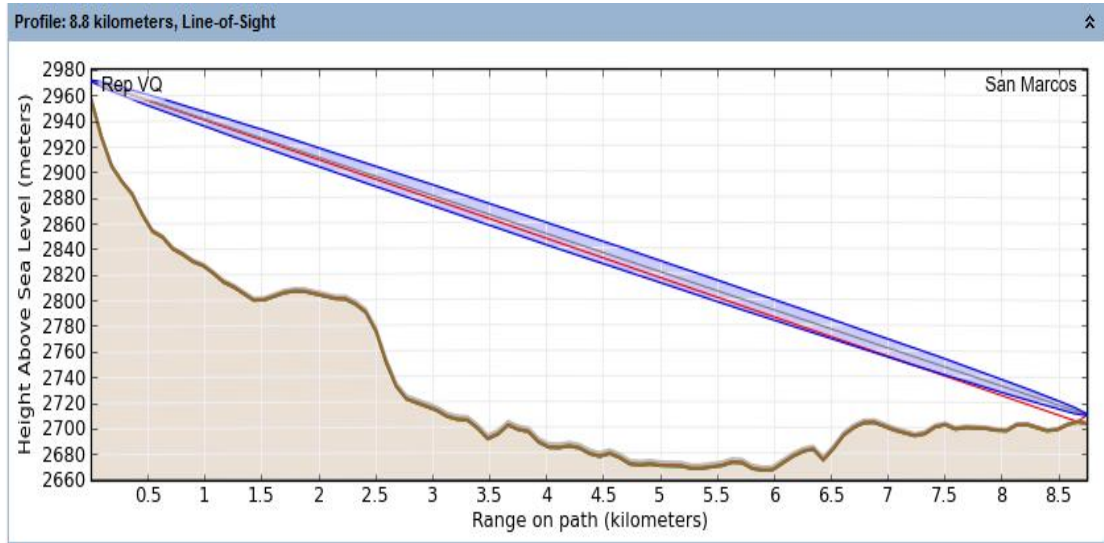


Figura 6.48 Enlace Cerro Putzalahua al Puesto de Salud de San Marcos

En las tablas siguientes nos indican las características, configuraciones que existen en el enlace:

REP VQ		PUESTO DE SALUD DE SAN MARCOS	
<b>Altura de la Antena</b>	15m	<b>Altura de la Antena</b>	7m
<b>Máximo EIRP</b>	35dBm	<b>Máximo EIRP</b>	35dBm
<b>Máximo Power</b>	12dBm	<b>Máximo Power</b>	12dBm

Tabla 6.60 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde la Rep VQ a San Marcos

Performance to Rep VQ		Performance to San Marcos	
<b>Mean IP</b>	84.5 Mbps	<b>Mean IP</b>	84.5 Mbps
<b>Ip Availability</b>	100.00000 for 1.0Mbps	<b>Ip Availability</b>	100.00000 for 1.0Mbps
Link Summary			
<b>Link Length</b>	8.8 Km	<b>System Gain</b>	146.33 dB
<b>Band</b>	5.8 GHz	<b>System Gain Margin</b>	19.75 dB
<b>Regulation</b>	ETSI	<b>Mean Aggregate Data Rate</b>	168.9 Mbps
<b>Modulation</b>	Adaptive	<b>Annual Link Availability</b>	100.00000 %
<b>Bandwidth</b>	30Mhz	<b>Annual Link Unavailability</b>	0 secs/year
<b>Total Path Loss</b>	126.58 dB		

Tabla 6.61 Características del enlace desde la Rep VQ a San Marcos

LINKS DE LA REP VQ					
Name	Range (km)	Link Availability (%)	Left Gain (dBi)	Right Gain (dBi)	Link Loss (dB)
San Marcos	8.8	100.0000	23.0	23.0	126.6

Tabla 6.62 Resumen de las características del enlace de la Rep VQ a San Marcos

A continuación indicaremos los factores climáticos, las pérdidas y las normas del enlace:

Climatic Factors, Losses and Standards			
<b>dN/dH not exceeded for 1% of time</b>	-137.80 N Units/Km	<b>Link Type</b>	Line of Sight
<b>Area roughness 110x110Km</b>	890.20 m	<b>Excess path Loss</b>	0.00 dB
<b>Geoclimatic factor</b>	1.88e-005	<b>Atmospheric Gasses</b>	ITU-R P. 676-7, ITU-R P. 835-4
<b>Fade occurrence Factor</b>	5.32e-008	<b>Diffraction Loss</b>	ITU-R P. 526-10
<b>Path inclination</b>	29.78 mr	<b>Propagation</b>	ITU-R P. 530-12
<b>0.01% Rain rate</b>	60.34 mm/hr	<b>Rain Rate</b>	ITU-R P. 837-5
<b>Free Space Path Loss</b>	126.54 dB	<b>Refractivity Index</b>	ITU-R P. 453-9
<b>Gaseous Absortion Loss</b>	0.05 dB		

Tabla 6.63 Factores Climáticos y Perdidas del enlace desde la Rep VQ a San Marcos

A continuación indicaremos los enlaces los cuales la señal transmitida, no puede llegar desde la Repetidora VQ, por este motivo se han tomado en consideración el enlace punto a punto desde otros lugares que si llega la señal estos son:

**j. Enlace Subcentro de Salud de Panzaleo al Subcentro de Salud de Papahurco**

A continuación nos indica el perfil topográfico del enlace desde Subcentro de Salud de la Parroquia de Panzaleo al Subcentro de Salud del caserío de Papahurco:

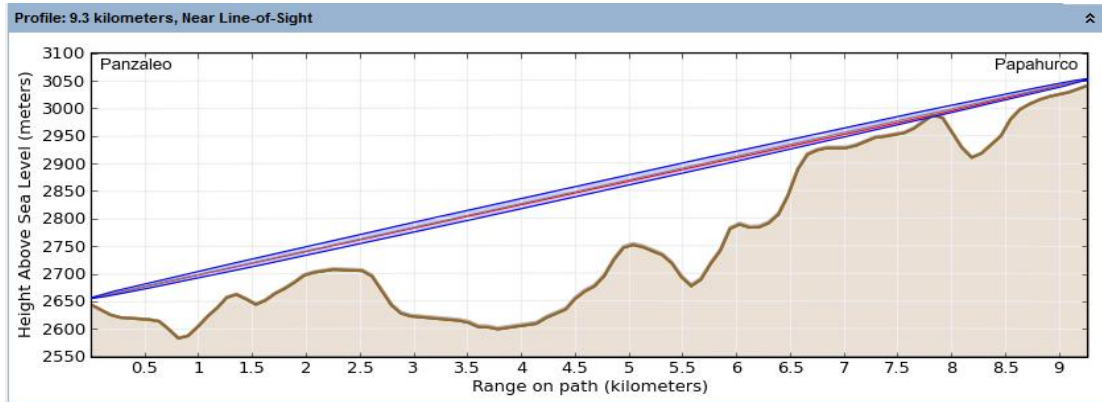


Figura 6.49 Enlace desde el Subcentro de Salud de Panzaleo al Subcentro de Salud de Papahurco

En las tablas siguientes nos indican las características, configuraciones que existen en el enlace:

SUBCENTRO DE SALUD DE PANZALEO		SUBCENTRO DE SALUD DE PAPAURCO	
Altura de la Antena	12m	Altura de la Antena	12m
Máximo EIRP	35dBm	Máximo EIRP	35dBm
Máximo Power	12dBm	Máximo Power	12dBm

Tabla 6.64 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde Panzaleo a Papahurco

Performance to Panzaleo		Performance to Papahurco	
Mean IP	46.4 Mbps	Mean IP	46.4 Mbps
Ip Availability	99.99999 for 1.0Mbps	Ip Availability	99.99999 for 1.0Mbps
Link Summary			
Link Length	9.3 Km	System Gain	146.33 dB
Band	5.8 GHz	System Gain Margin	14.10 dB
Regulation	ETSI	Mean Aggregate Data Rate	92.8 Mbps

<b>Modulation</b>	Adaptive	<b>Annual Link Availability</b>	99.99999 %
<b>Bandwidth</b>	30Mhz	<b>Annual Link Unavailability</b>	3 secs/year
<b>Total Path Loss</b>	132.23 dB		

Tabla 6.65 Características del enlace desde Panzaleo a Papahurco

LINKS DESDE PANZALEO					
Name	Range (km)	Link Availability (%)	Left Gain (dBi)	Right Gain (dBi)	Link Loss (dB)
Papahurco	9.3	100.0000	23.0	23.0	132.2

Tabla 6.66 Resumen de las características del enlace desde Panzaleo a Papahurco

A continuación indicaremos los factores climáticos, las perdidas y las normas del enlace:

Climatic Factors, Losses and Standards			
<b>dN/dH not exceeded for 1% of time</b>	-137.70 N Units/Km	<b>Link Type</b>	Line of Sight
<b>Area roughness 110x110Km</b>	877.45 m	<b>Excess path Loss</b>	5.15 dB
<b>Geoclimatic factor</b>	1.89e-005	<b>Atmospheric Gasses</b>	ITU-R P. 676-7, ITU-R P. 835-4
<b>Fade occurrence Factor</b>	5.06e-008	<b>Diffraction Loss</b>	ITU-R P. 526-10
<b>Path inclination</b>	42.95 mr	<b>Propagation</b>	ITU-R P. 530-12
<b>0.01% Rain rate</b>	60.73 mm/hr	<b>Rain Rate</b>	ITU-R P. 837-5
<b>Free Space Path Loss</b>	127.03 dB	<b>Refractivity Index</b>	ITU-R P. 453-9
<b>Gaseous Absortion Loss</b>	0.05 dB		

Tabla 6.67 Factor Climático y Perdidas del enlace desde Panzaleo a Papahurco



k. Enlace Subcentro de Salud de Pataín al Puesto de Salud de Yanayacu

A continuación nos indica el perfil topográfico del enlace desde Subcentro de Salud del caserío de Pataín al Puesto de Salud del caserío de Yanayacu:

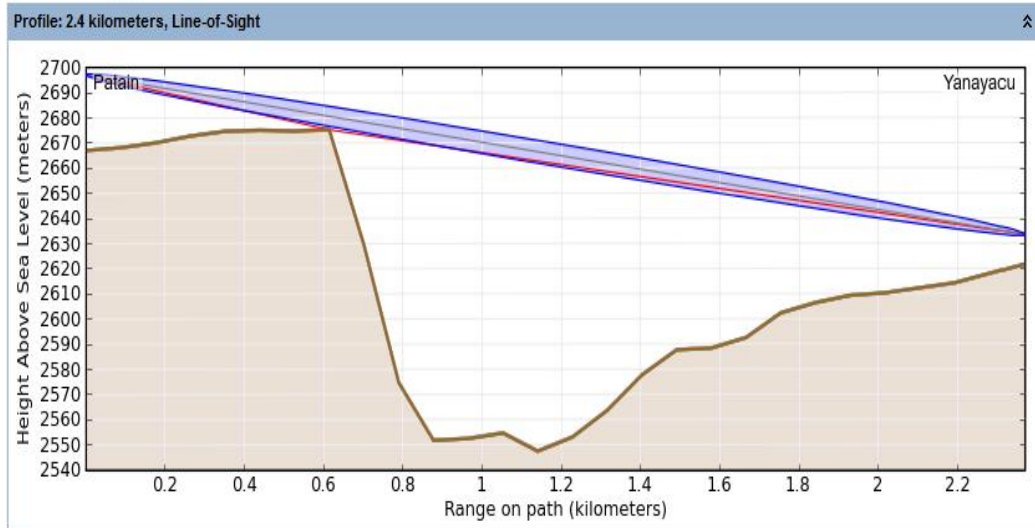


Figura 6.50 Enlace desde el Subcentro de Salud de Pataín al Puesto de Salud de Yanayacu

En las tablas siguientes nos indican las características, configuraciones que existen en el enlace:

SUBCENTRO DE SALUD DE PATAÍN		PUESTO DE SALUD DE YANAYACU	
Altura de la Antena	30m	Altura de la Antena	12m
Máximo EIRP	34dBm	Máximo EIRP	34dBm
Máximo Power	11dBm	Máximo Power	11dBm

Tabla 6.68 Configuraciones a cada extremo de los enlaces desde Pataín a Yanayacu

Performance to Pataín		Performance to Yanayacu	
<b>Mean IP</b>	142.4 Mbps	<b>Mean IP</b>	142.4 Mbps
<b>Ip Availability</b>	100.00000 for 1.0Mbps	<b>Ip Availability</b>	100.00000 for 1.0Mbps
Link Summary			
<b>Link Length</b>	2.4 Km	<b>System Gain</b>	145.33 dB
<b>Band</b>	5.8 GHz	<b>System Gain Margin</b>	30.14 dB
<b>Regulation</b>	ETSI	<b>Mean Aggregate Data Rate</b>	284.8 Mbps
<b>Modulation</b>	Adaptive	<b>Annual Link Availability</b>	100.00000 %
<b>Bandwidth</b>	30Mhz	<b>Annual Link Unavailability</b>	0 secs/year
<b>Total Path Loss</b>	115.20 dB		

Tabla 6.69 Características del enlace desde Pataín a Yanayacu

LINKS DESDE PATAÍN					
Name	Range (km)	Link Availability (%)	Left Gain (dBi)	Right Gain (dBi)	Link Loss (dB)
Yanayacu	2.4	100.0000	23.0	23.0	115.2

Tabla 6.70 Resumen de las características del enlace desde Pataín a Yanayacu

A continuación indicaremos los factores climáticos, las pérdidas y las normas del enlace:

<b>Climatic Factors, Losses and Standards</b>			
<b>dN/dH not exceeded for 1% of time</b>	-137.34 N Units/Km	<b>Link Type</b>	Line of Sight
<b>Area roughness 110x110Km</b>	901.39 m	<b>Excess path Loss</b>	0.00 dB
<b>Geoclimatic factor</b>	1.87e-005	<b>Atmospheric Gasses</b>	ITU-R P. 676-7, ITU-R P. 835-4
<b>Fade occurrence Factor</b>	1.04e-009	<b>Diffraction Loss</b>	ITU-R P. 526-10
<b>Path inclination</b>	26.73 mr	<b>Propagation</b>	ITU-R P. 530-12
<b>0.01% Rain rate</b>	60.23 mm/hr	<b>Rain Rate</b>	ITU-R P. 837-5
<b>Free Space Path Loss</b>	115.18 dB	<b>Refractivity Index</b>	ITU-R P. 453-9
<b>Gaseous Absortion Loss</b>	0.01 dB		

Tabla 6.71 Factores Climáticos y Perdidas del enlace desde Pataín a Yanayacu

### 6.8.5.3 TABLA DE RESUMEN DEL ENLACE

A continuación se indica en tabla de resumen, las diferentes síntesis de los enlaces, los rangos, la confiabilidad, la ganancia de subida así como también las ganancias de bajada y por último las pérdidas en cada enlace.

Links desde la REP VQ a:					
Name	Range (km)	Link Availability (%)	Left Gain (dBi)	Right Gain (dBi)	Link Loss (dB)
Hospital Cantonal de Salcedo	6.74	100.0000	23.0	23.0	124.3
A.J.Holguín	13.55	99.9999	23.0	23.0	136.0
Cusubamba	17.91	100.0000	23.0	23.0	132.85
Mulalillo	14.3	100.0000	23.0	23.0	130.9
Mulliquindil	5.71	100.0000	23.0	23.0	122.9
Panzaleo	10.1	100.0000	23.0	23.0	127.80
Pataín	11.1	100.0000	23.0	23.0	128.7
Anchiliví	7.6	100.0000	23.0	23.0	125.3
San Marcos	8.8	100.0000	23.0	23.0	126.6
Link desde Panzaleo a:					
Name	Range (km)	Link Availability (%)	Left Gain (dBi)	Right Gain (dBi)	Link Loss (dB)
Papahurco	9.3	100.0000	23.0	23.0	132.2
Link desde Pataín a:					
Name	Range (km)	Link Availability (%)	Left Gain (dBi)	Right Gain (dBi)	Link Loss (dB)
Yanayacu	2.4	100.0000	23.0	23.0	115.2

Tabla 6.72 Resumen de las características del enlace

#### 6.8.5.4 CÁLCULOS DE LA ATENUACIÓN DEL ENLACE

El enlace que estamos realizando se encuentra en la región sierra, zona central del Ecuador en donde se tiene clima frío, lluvias moderadas que para este caso se considera un coeficiente de absorción para lluvia y neblina. Los cuales se indican a continuación:

A lluvia = 0.05 —

A niebla = 0.032 —

#### ✓ ENLACE DEL CERRO PUTZALAHUA AL HOSPITAL CANTONAL DE SALCEDO

##### Atenuación por Absorción en el Hospital del Cantonal de Salcedo

En donde:

A lluvia = 0.05 —

A niebla = 0.032 —

d= 6.74Km

##### ▪ Por lluvia

$$( ) = \text{—} \times ( )$$

$$( ) = 0.05 \text{—} \times 6.74$$

$$( ) = 0.337$$

##### ▪ Por Niebla

$$( ) = \text{—} \times ( )$$

$$( ) = 0.032 \text{—} \times 6.74$$

$$( ) = 0.2157$$

### Atenuación por Absorción

$$\begin{aligned} &= \quad + \\ &= 0.337 \quad + 0.2157 \\ &= 0.553 \end{aligned}$$

### Atenuación por Espacio Libre en el Hospital del Cantonal de Salcedo

$$( ) = -32.44 - 20 \log ( ) - 20 \log ( )$$

$$( ) = -32.44 - 20 \log 5800 - 20 \log 6.74$$

$$( ) = -32.44 - 75.27 - 16.57$$

$$( ) = -124.28$$

### Pérdida total

$$= ( \quad + \quad )$$

$$= (-124.28 + 0.553)$$

$$= -123.73$$

### ✓ ENLACE DEL CERRO PUTZALAHUA A ANTONIO JOSÉ HOLGUÍN

### Atenuación por Absorción en Antonio José Holguín

En donde:

A lluvia = 0.05 —

A niebla = 0.032 —

d= 13.55Km

#### ▪ Por lluvia

$$( ) = \quad \text{—} \times ( )$$

$$( ) = 0.05 \text{—} \times 13.55$$

$$( ) = 0.678$$

▪ **Por Niebla**

$$( ) = \text{---} \times ( )$$

$$( ) = 0.032 \text{---} \times 13.55$$

$$( ) = 0.434$$

**Atenuación por Absorción**

$$\begin{aligned} &= \text{---} + \\ &= 0.678 + 0.434 \\ &= 1.1 \end{aligned}$$

**Atenuación por Espacio Libre en Antonio José Holguín**

$$( ) = -32.44 - 20 \log ( ) - 20 \log ( )$$

$$( ) = -32.44 - 20 \log 5800 - 20 \log 13.55$$

$$( ) = -32.44 - 75.27 - 22.64$$

$$( ) = -130.35$$

**Pérdida total**

$$\begin{aligned} &= ( \text{---} + \text{---} ) \\ &= (-130.35 + 1.1) \\ &= -129.25 \end{aligned}$$

✓ **ENLACE DEL CERRO PUTZALAHUA A CUSUBAMBA**

**Atenuación por Absorción en Cusubamba**

**En donde:**

A lluvia = 0.05 ---

A niebla = 0.032 ---

d= 17.91Km

- **Por lluvia**

$$( ) = \text{---} \times ( )$$

$$( ) = 0.05 \text{---} \times 17.91$$

$$( ) = 0.896$$

- **Por Niebla**

$$( ) = \text{---} \times ( )$$

$$( ) = 0.032 \text{---} \times 17.91$$

$$( ) = 0.573$$

**Atenuación por Absorción**

$$\begin{aligned} &= \text{---} + \text{---} \\ &= 0.896 + 0.573 \\ &= 1.47 \end{aligned}$$

**Atenuación por Espacio Libre en Cusubamba**

$$( ) = -32.44 - 20 \log ( ) - 20 \log ( )$$

$$( ) = -32.44 - 20 \log 5800 - 20 \log 17.91$$

$$( ) = -32.44 - 75.27 - 25.06$$

$$( ) = -132.77$$

**Pérdida total**

$$\begin{aligned} &= ( \text{---} + \text{---} ) \\ &= (-132.77 + 1.47) \\ &= -131.3 \end{aligned}$$



✓ ENLACE DEL CERRO PUTZALAHUA A MULALILLO

**Atenuación por Absorción en Mulalillo**

**En donde:**

$$A_{\text{lluvia}} = 0.05 \text{ —}$$

$$A_{\text{niebla}} = 0.032 \text{ —}$$

$$d = 14.3 \text{ Km}$$

▪ **Por lluvia**

$$( ) = \text{ — } \times ( )$$

$$( ) = 0.05 \text{ — } \times 14.3$$

$$( ) = 0.715$$

▪ **Por Niebla**

$$( ) = \text{ — } \times ( )$$

$$( ) = 0.032 \text{ — } \times 14.3$$

$$( ) = 0.458$$

**Atenuación por Absorción**

$$\begin{aligned} &= \text{ — } + \\ &= 0.715 + 0.458 \\ &= 1.173 \end{aligned}$$

**Atenuación por Espacio Libre en Cusubamba**

$$( ) = -32.44 - 20 \log ( ) - 20 \log ( )$$

$$( ) = -32.44 - 20 \log 5800 - 20 \log 14.3$$

$$( ) = -32.44 - 75.27 - 23.107$$

$$( ) = -130.82$$

**Pérdida total**

$$\begin{aligned} &= ( \quad + \quad ) \\ &= (-130.82 + 1.173) \\ &= -129.65 \end{aligned}$$

✓ **ENLACE DEL CERRO PUTZALAHUA A MULLIQUINDIL**

**Atenuación por Absorción en Mulliquindil**

**En donde:**

$$A \text{ lluvia} = 0.05 \text{ —}$$

$$A \text{ niebla} = 0.032 \text{ —}$$

$$d = 5.71 \text{ Km}$$

▪ **Por lluvia**

$$( \quad ) = \text{ — } \times ( \quad )$$

$$( \quad ) = 0.05 \text{ — } \times 5.71$$

$$( \quad ) = 0.2855$$

▪ **Por Niebla**

$$( \quad ) = \text{ — } \times ( \quad )$$

$$( \quad ) = 0.032 \text{ — } \times 5.71$$

$$( \quad ) = 0.1827$$

**Atenuación por Absorción**

$$\begin{aligned} &= \quad + \\ &= 0.2855 \quad + 0.1827 \\ &= 0.468 \end{aligned}$$

### Atenuación por Espacio Libre en Mulliquindil

$$( ) = -32.44 - 20 \log ( ) - 20 \log ( )$$

$$( ) = -32.44 - 20 \log 5800 - 20 \log 5.71$$

$$( ) = -32.44 - 75.27 - 15.133$$

$$( ) = -57.96$$

### Pérdida total

$$= ( + )$$

$$= (-57.96 + 0.468)$$

$$= -57.49$$

### ✓ ENLACE DEL CERRO PUTZALAHUA A PANZALEO

### Atenuación por Absorción en Panzaleo

En donde:

A lluvia = 0.05 —

A niebla = 0.032 —

d= 10.1 Km

#### ▪ Por lluvia

$$( ) = \text{—} \times ( )$$

$$( ) = 0.05 \text{—} \times 10.1$$

$$( ) = 0.51$$

#### ▪ Por Niebla

$$( ) = \text{—} \times ( )$$

$$( ) = 0.032 \text{—} \times 10.1$$

$$( ) = 0.3232$$

### Atenuación por Absorción

$$\begin{aligned} &= \quad + \\ &= 0.51 \quad + 0.3232 \\ &= 0.833 \end{aligned}$$

### Atenuación por Espacio Libre en Panzaleo

$$\begin{aligned} ( ) &= -32.44 - 20 \log ( ) - 20 \log ( ) \\ ( ) &= -32.44 - 20 \log 5800 - 20 \log 10.1 \\ ( ) &= -32.44 - 75.27 - 20.09 \\ ( ) &= -127.8 \end{aligned}$$

### Pérdida total

$$\begin{aligned} &= ( \quad + \quad ) \\ &= (-127.8 + 0.833) \\ &= -126.97 \end{aligned}$$

## ✓ ENLACE DEL CERRO PUTZALAHUA A PATAÍN

### Atenuación por Absorción en Pataín

En donde:

A lluvia = 0.05 —

A niebla = 0.032 —

d= 11.1 Km

#### ▪ Por lluvia

$$\begin{aligned} ( ) &= \quad \text{—} \times ( ) \\ ( ) &= 0.05 \text{—} \times 11.1 \\ ( ) &= 0.56 \end{aligned}$$

▪ **Por Niebla**

$$( ) = \text{---} \times ( )$$

$$( ) = 0.032 \text{---} \times 11.1$$

$$( ) = 0.355$$

**Atenuación por Absorción**

$$\begin{aligned} &= \text{---} + \\ &= 0.56 + 0.355 \\ &= 0.92 \end{aligned}$$

**Atenuación por Espacio Libre en Patáin**

$$( ) = -32.44 - 20 \log ( ) - 20 \log ( )$$

$$( ) = -32.44 - 20 \log 5800 - 20 \log 11.1$$

$$( ) = -32.44 - 75.27 - 20.91$$

$$( ) = -128.62$$

**Pérdida total**

$$\begin{aligned} &= ( \text{---} + \text{---} ) \\ &= (-128.62 + 0.92) \\ &= -127.7 \end{aligned}$$

✓ **ENLACE DEL CERRO PUTZALAHUA A ANCHILIVÍ**

**Atenuación por Absorción en Anchiliví**

**En donde:**

A lluvia = 0.05 ---

A niebla = 0.032 ---

d= 7.6 Km

- **Por lluvia**

$$( ) = \text{---} \times ( )$$

$$( ) = 0.05 \text{---} \times 7.6$$

$$( ) = 0.38$$

- **Por Niebla**

$$( ) = \text{---} \times ( )$$

$$( ) = 0.032 \text{---} \times 7.6$$

$$( ) = 0.2432$$

**Atenuación por Absorción**

$$\begin{aligned} &= \text{---} + \text{---} \\ &= 0.38 + 0.2432 \\ &= 0.6232 \end{aligned}$$

**Atenuación por Espacio Libre en Anchiliví**

$$( ) = -32.44 - 20 \log ( ) - 20 \log ( )$$

$$( ) = -32.44 - 20 \log 5800 - 20 \log 7.6$$

$$( ) = -32.44 - 75.27 - 17.62$$

$$( ) = -125.33$$

**Pérdida total**

$$\begin{aligned} &= ( \text{---} + \text{---} ) \\ &= (-125.33 + 0.6232) \\ &= -124.71 \end{aligned}$$

✓ ENLACE DEL CERRO PUTZALAHUA A SAN MARCOS

**Atenuación por Absorción en San Marcos**

**En donde:**

$$A_{\text{lluvia}} = 0.05 \text{ —}$$

$$A_{\text{niebla}} = 0.032 \text{ —}$$

$$d = 8.8 \text{ Km}$$

▪ **Por lluvia**

$$(\quad) = \text{ — } \times (\quad)$$

$$(\quad) = 0.05 \text{ — } \times 8.8$$

$$(\quad) = 0.44$$

▪ **Por Niebla**

$$(\quad) = \text{ — } \times (\quad)$$

$$(\quad) = 0.032 \text{ — } \times 8.8$$

$$(\quad) = 0.2816$$

**Atenuación por Absorción**

$$\begin{aligned} &= \quad + \\ &= 0.44 \quad + 0.2816 \\ &= 0.722 \end{aligned}$$

**Atenuación por Espacio Libre en San Marcos**

$$(\quad) = -32.44 - 20 \log (\quad) - 20 \log (\quad)$$

$$(\quad) = -32.44 - 20 \log 5800 - 20 \log 8.8$$

$$(\quad) = -32.44 - 75.27 - 18.89$$

$$(\quad) = -126.6$$

**Pérdida total**

$$\begin{aligned} &= ( \quad + \quad ) \\ &= (-126.6 + 0.722) \\ &= -127.322 \end{aligned}$$

✓ **ENLACE DESDE PANZALEO A PAPAHRURCO**

**Atenuación por Absorción en Papahurco**

**En donde:**

A lluvia = 0.05 —

A niebla = 0.032 —

d= 9.3 Km

▪ **Por lluvia**

$$( \quad ) = \quad \text{—} \times ( \quad )$$

$$( \quad ) = 0.05 \text{—} \times 9.3$$

$$( \quad ) = 0.47$$

▪ **Por Niebla**

$$( \quad ) = \quad \text{—} \times ( \quad )$$

$$( \quad ) = 0.032 \text{—} \times 9.3$$

$$( \quad ) = 0.2976$$

**Atenuación por Absorción**

$$\begin{aligned} &= \quad + \\ &= 0.47 \quad + 0.2976 \\ &= 0.768 \end{aligned}$$



### Atenuación por Espacio Libre en Papahurco

$$( ) = -32.44 - 20 \log ( ) - 20 \log ( )$$

$$( ) = -32.44 - 20 \log 5800 - 20 \log 9.3$$

$$( ) = -32.44 - 75.27 - 19.3697$$

$$( ) = -127.08$$

### Pérdida total

$$= ( + )$$

$$= (-127.08 + 0.768)$$

$$= -126.312$$

### ✓ ENLACE DESDE PATAÍN A YANAYACU

### Atenuación por Absorción en Yanayacu

En donde:

$$A \text{ lluvia} = 0.05 \text{ —}$$

$$A \text{ niebla} = 0.032 \text{ —}$$

$$d = 2.4 \text{ Km}$$

#### ▪ Por lluvia

$$( ) = \text{ — } \times ( )$$

$$( ) = 0.05 \text{ — } \times 2.4$$

$$( ) = 0.12$$

#### ▪ Por Niebla

$$( ) = \text{ — } \times ( )$$

$$( ) = 0.032 \text{ — } \times 2.4$$

$$( ) = 0.0768$$

### Atenuación por Absorción

$$\begin{aligned} &= \quad + \\ &= 0.12 \quad + 0.0768 \\ &= 0.1968 \end{aligned}$$

### Atenuación por Espacio Libre en Yanayacu

$$\begin{aligned} ( ) &= -32.44 - 20 \log ( ) - 20 \log ( ) \\ ( ) &= -32.44 - 20 \log 5800 - 20 \log 2.4 \\ ( ) &= -32.44 - 75.27 - 7.6 \\ ( ) &= -115.31 \end{aligned}$$

### Pérdida total

$$\begin{aligned} &= ( \quad + \quad ) \\ &= (-115.31 + 0.1968) \\ &= -115.11 \end{aligned}$$

### 6.8.5.5 CONFIGURACIÓN DEL SERVIDOR DE NETSPAN

Como todo sistema de telecomunicaciones a nivel de Wimax requiere de un sistema que controle y monitoree la red, para el presente diseño se ha decidido utilizar uno que ha sido elaborado por los mismos fabricantes de los equipos Airspan llamada Netspan; esto permitirá un óptimo funcionamiento de la red.

Netspan es un completo sistema de administrador de la red diseñado para una arquitectura cliente-servidor, este administrador de la red se ejecuta en un PC con Windows server 2003 y este con un software de base de datos SQL la cual permite almacenar la configuración, estadísticas y un historial de alarmas de la red de radio.

Netspan está basado en un SNMP (Protocolo para la administración simple de una Red) sobre TCP/IP para conectarse a AS.MAX, la cual tiene la capacidad de

manejar simultáneamente hasta 5000 estaciones bases y 200000 estaciones subscriptoras.

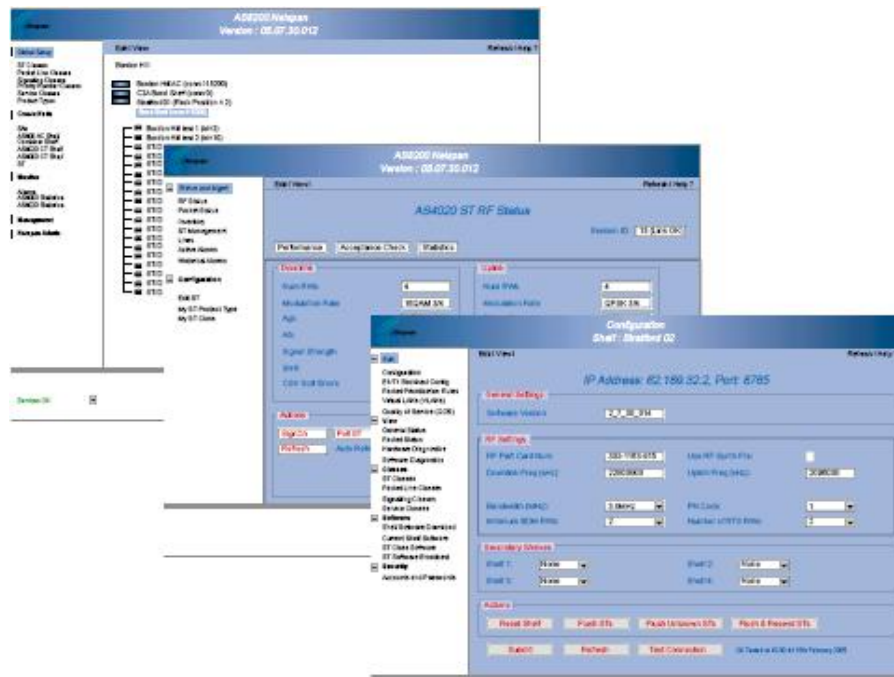


Figura 6.51 Servidor Netspan

### ✓ Requerimientos de Configuración

Se requiere de los siguientes pasos para una configuración completa del servidor Netspan:

1. Windows Server 2003
2. Servicios de Información de Internet (IIS)
3. Software base de datos SQL servidor 2000 SP4
4. .Net Framework
5. Instalar Netspan

### ✓ Interface de Usuario

La interface de usuario se indica a continuación en la figura 6.52

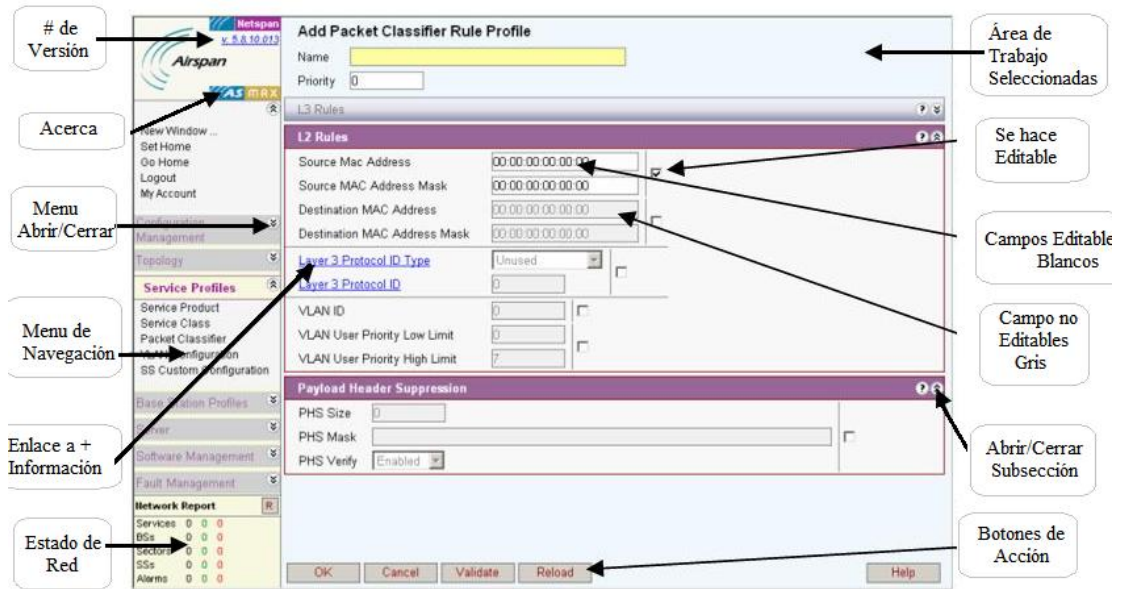


Figura 6.52 Interface de Usuario Netspan

✓ **Detección de estación base**

A continuación se muestran los pasos para el descubrimiento automático del MicroMAX a través de Netspan.

Una vez ingresado a Netspan, se debe ir a Server donde se encuentra el Discovery Task y definir las comunidades destinatarias, el puerto 161 por el cual trabaja el rango de direcciones IP en la que se encuentra la estación base.

En la figura siguiente se muestra como es la ventana de descubrimiento de la estación base a la cual deberemos ingresar las IP con las que va a trabajar dicha estación.

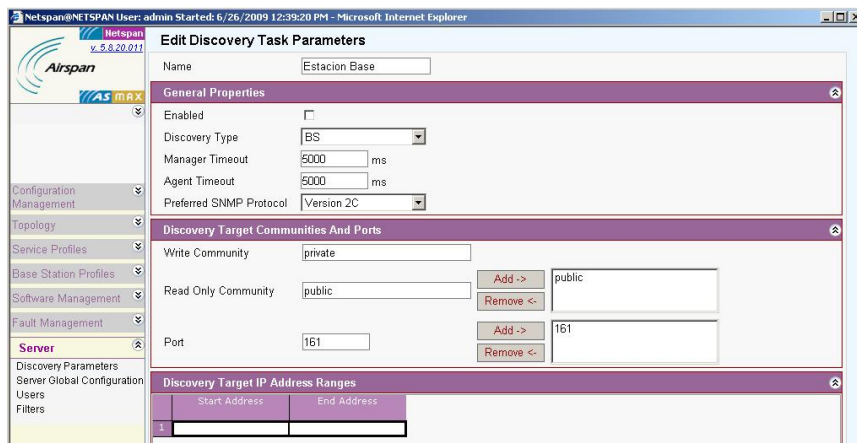


Figura 6.53 Descubrimiento de la Estación Base

Una vez creado el “Discovery Task” se puede ver la estación base descubierta en “Configuration Management” y después “Base Station”, como se muestra a continuación en la siguiente figura donde podemos ver cómo va descubierta la estación :

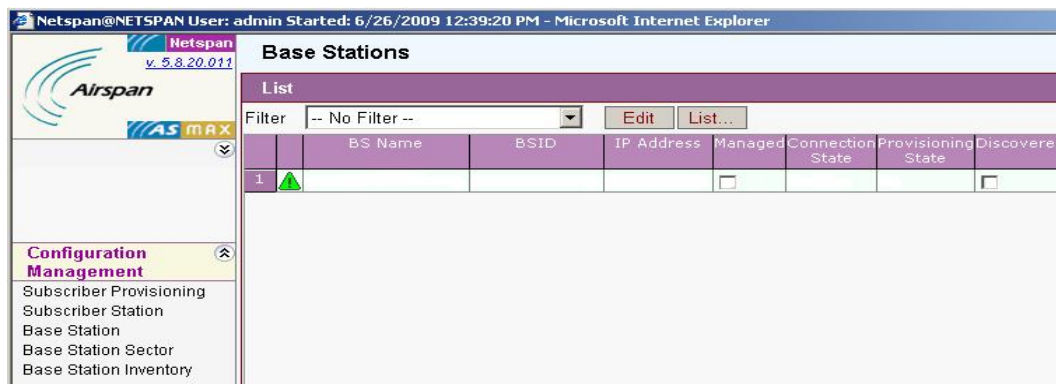


Figura 6.54 Estación Base descubierta

✓ **Detección de estaciones suscriptoras (CPE)**

Una vez detectada la estación base y de haber hecho la configuración de canales de equipos CPE y estación base se produce el auto descubrimiento de equipos CPE, cada vez que se encienda un CPE escanea buscando la frecuencia, sincroniza los enlaces y pide autorización a la estación base para su auto descubrimiento.

A continuación se podrá ver cómo van a ir registrados cada uno de los equipos CPE y los cuales van a ser habilitados por el servidor Netspan.



Figura 6.55 Equipos CPE registrados

#### 6.8.5.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

##### a. CONCLUSIONES

- ✓ Una vez finalizado el diseño de la red inalámbrica, se concluye que es posible la implementación de dicho proyecto, considerando que los equipos a utilizar existen en el mercado ecuatoriano, además las características técnicas presentadas por estos cumplen con los requerimientos del diseño de la red; permitiendo brindar un servicio de calidad en la comunicación entre el Hospital Cantonal de Salcedo y Subcentros de Salud.
- ✓ En el presente diseño se utilizó equipos Airspan (Wimax), los cuales presentaron las mejores características, y cumplen con los requerimientos de funcionamiento del sistema, lo que cabe recalcar es que este proyecto es un modelo de referencia para una posible implementación.
- ✓ Para una posible implementación del diseño propuesto se debe poseer licencia de portador y licencia de servicio de valor agregado además conseguir la concesión de uso de frecuencia de la banda de 5.8 GHz.

##### b. RECOMENDACIONES

- ✓ Se tiene que analizar cuidadosamente los costos a utilizar, para así obtener un presupuesto concordante con las necesidades presentadas por la institución.
- ✓ Verificando los puntos de ubicación de las estaciones, se podrá obtener la línea de vista deseada, para a futuro evitar problemas en la comunicación por causas de interferencias en la red.
- ✓ Se debe tomar en consideración que el lugar indicado para la estación base se encuentra en las faldas del cerro Putzalahua, del cual toca pedir

autorización a los dueños del lugar para un arrendamiento del terreno para de ahí poder construir la infraestructura de telecomunicaciones para la instalación de la torre.

- ✓ Se debe tener en regla todos los permisos de telecomunicaciones existentes en el Ecuador respecto a la red inalámbrica Wimax, los cuales son entregados por la CONATEL, SUPTEL y SENATEL.
- ✓ Antes de escoger los equipos a utilizar en la red Wimax se debe verificar que estos tengan sus respectivas homologaciones que son entregadas por la Suptel, en caso contrario buscar equipos los cuales se encuentren legalizados en el país.

## **6.9 ADMINISTRACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **a. ASPECTO OPERATIVO**

En este aspecto se debe tomar en cuenta que las telecomunicaciones en el Ecuador está regida por cuatro organismos reguladores las cuales cada una tiene funciones específicas y se complementan entre sí, los cuales dan la autorización del uso de frecuencia así como también las homologaciones de cada equipo que se vaya a utilizar en el diseño:

#### **Consejo Nacional de Telecomunicaciones CONATEL**

Establece las políticas de regulación de los servicios de telecomunicaciones y espectro radioeléctrico, las políticas que regulan el FODETEL, así como de fijar las tarifas por títulos habitantes, y del espectro.

#### **Secretaría Nacional de Telecomunicaciones SENATEL**

Se encarga de ejecutar las políticas dictadas por el CONATEL, recauda los valores debido a derechos de títulos habilitantes, así también elabora los anteproyectos de homologación, e interconexión de redes.

### **Superintendencia de Telecomunicaciones SUPTEL**

Se encarga de la supervisión y control de las leyes aprobadas por EL CONATEL y ejecutadas por la SENATEL, juzgar a quienes incumplan y sancionarlas.

### **Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión CONARTEL**

Se encarga de la administración y regulación de los servicios de radiodifusión y televisión, aprueba y concede el plan de frecuencias para radio y TV.

A continuación se indicaran algunos reglamentos de los organismos reguladores existentes en el Ecuador:

### **Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones**

Para otorgar las concesiones de los servicios de telecomunicaciones se sigue mediante los siguientes métodos y tiene una duración de 15 años:

- Adjudicación directa
- Proceso competitivo de ofertas
- Proceso de subasta pública de frecuencias.

El contrato de concesión detalla el servicio que va a prestar así como la modalidad de prestación y el área de cobertura. También se refiere a la tarifación, el periodo de concesión, parámetros de calidad, y el costo de los derechos de concesión.

En el primer método que hablaremos es el **Proceso Competitivo de Ofertas** este se da cuando existe un número mayor de interesados que los títulos a otorgar en la concesión de frecuencias.

El segundo método que hablaremos es el **Proceso de Subasta Pública de Frecuencias**, en caso de que un servicio de telecomunicaciones necesite del espectro de radioeléctrico se concederá por este método.

En cualquier otro caso, la concesión se realizará por el **Proceso de Adjudicación Directa**.



### **Reglamento para la prestación de Servicios de Valor Agregado**

Debe tener un título habilitante que lo rige es el **PERMISO**, el cual tiene una duración de 10 años, prorrogables por el mismo tiempo, siempre y cuando se haya cumplido con los términos y condiciones del título habilitante. El área de cobertura que se maneja es nacional.

### **Reglamento de derecho por concesión y tarifas por el Uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico**

Se utiliza este reglamento para cobrar los derechos cuando la concesión de la frecuencia no es realizada ni por subasta ni por procesos públicos y para cobrar las tarifas por uso del espectro radioeléctrico

### **Reglamento para Homologación de Equipos de Telecomunicaciones**

La homologación es aplicada a los equipo que trabajan con frecuencias, mediante esta se determina si un equipo de telecomunicaciones es apropiado para trabajar en determinada red, ya que se verifican sus características técnicas, así se evita que exista interferencia con otras frecuencias y el daño a redes de telecomunicaciones.

El certificado de homologación es expedido por la SUPTEL, se lo hace por una sola vez por cada clase (teléfono celular, beeper, radio etc) marca y modelo de equipo.

#### **b. ASPECTO LOGÍSTICO**

Para este aspecto se debe tomar en consideración que el Hospital Cantonal de Salcedo y en sus diferentes Subcentros de Salud no existe de una persona idónea para el manejo de esta red inalámbrica y de sus equipos, lo cual se sugiere

contratar una persona especializada en dicha red para su manejo y el mantenimiento de sus equipos, para cuando esta lo necesite.

**c. ASPECTO ECONÓMICO**

**📊 Costos de Asignación de Frecuencia**

Según el artículo 2 de la Resolución 430-15 - CONATEL - 2005 la banda de 5.8 Ghz será asignada para la operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha. Además, estos sistemas necesitan ser registrados y declarados en el Senatel, por lo que se resuelve que al ser un sistema Punto - Punto y Punto – Multipunto se deberá tener en cuenta que por cada enlace del punto de base hacia cada centro de Salud se debe pagar \$15 por estación. Lo que hay que recalcar que este valor se cancela no por concesión sino por declarar el sistema. En la administración de la propuesta que se detalla más adelante se indicaran los pasos a seguir para declarar el uso de frecuencia y sus permisos respectivos. Este valor de uso de Frecuencia se debe pagar anualmente.

Descripción	Cantidad	P. Unitario	P .Mensual
Declaración de uso de frecuencia ( Sistema punto a punto y punto multipunto por enlace en cada centro de Salud)	11	\$ 15	\$165
<b>TOTAL:</b>	-	-	\$ 165

Tabla 6.73 Costo de Declaración del uso de Frecuencia

El valor total de la declaración del uso de frecuencia que se encuentra en la parte posterior es el valor que toca pagar mensualmente lo que quiere decir que anualmente se pagaría \$1,980 de la declaración de uso de frecuencia para nuestro enlace.

### Costos Adicionales

Para los costos adicionales se deberá tomar en cuenta los siguientes gastos a realizarse durante toda la vida de la red inalámbrica de banda ancha Wimax; es decir, esto se llevara a cabo para el mantenimiento de la red, transporte, etc. Estos costos se llevaran mensualmente y se tomara de un 10% del total de los costos a pagar y estos son los siguientes:

- ✓ Transporte
- ✓ Gasolina
- ✓ Insumos necesarios para el mantenimiento de operación de la red
- ✓ El alquiler del espacio de la infraestructura donde va ir la torre Principal.

Para el total de los valores a pagar en este punto, se tomara en consideración que se deberán pagar durante todo el tiempo de vida de la red.

Ítem	Descripción	Valor Total
1	Costos de Asignación de Frecuencia	\$1980
2	Costos Adicionales	\$ 3928.293
3	TOTAL	\$5908.293

Tabla 6.74 Costos Anuales de la red

## 6.10 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

El tiempo necesario para saber que tan efectivo es el diseño se necesitara de un año aproximadamente, en ese tiempo se podrá saber que tan efectivo es el diseño para quienes lo utilicen.

## ABREVIATURAS

**ADSL** (Asymmetric Digital Subscriber Line) o Línea de Suscripción Digital Asimétrica.

**ATM** (Asynchronous Transfer Mode) o Modo de Transferencia Asíncrona

**ASK** (Amplitude-shift keying ) o Modulación por Desplazamiento de Amplitud.

**BER** (Bit Error Rate) o Tasa de Datos de Errores

**BPSK** (Binary Phase Shift Keying) o Transmisión por desplazamiento de fase binaria.

**BS** (Base Station) o Estación base

**BWA** (Broadband Wireless Access) o Acceso de banda ancha inalámbrico.

**CONATEL** Consejo Nacional de Telecomunicaciones

**CPE** (Customer Premises Equipment) o Equipo del cliente local

**DCD** (Downlink Channel Descriptor) o Descriptor de canal de downlink

**DES** (Data Encryption Standard) o Estándar de Encriptación de Datos

**DHCP** (Dynamic Host Configuration Protocol) o Protocolo de configuración dinámica de host.

**ETSI** (European Telecommunications Standards Institute ) o Instituto Europeo de Estándares en Telecomunicaciones.

**FDD** (Frequency Division Duplexing) o Duplexamiento por División de Frecuencia

**GSM** (Global System for Mobile Communications) o Sistema Global de Comunicaciones Móviles.

**GPRS** (General Packet Radio Service) o Paquete General de servicio de radio

**IETF** (Internet Engineering Task Force) o Fuerza de Trabajo de Ingeniería para el Internet

**IEEE** (Institute of Electrical and Electronics Engineers) o Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos

**IPS** (Internet Service Provider) o Proveedor de Servicios de Internet

**IrDA** (Infrared Data Association) o Asociación de datos infrarrojos

**ISDA** (Integrated Service Digital Network) o Red Digital de Servicios Integrados

**ITU-T** (ITU Telecommunication Standardization Sector) o Sección de Estandarización de las Telecomunicaciones de ITU

**LAN** (Local Area Network) o Red de Área Local

**LMDS** (Local Multipoint Distribution System) o Servicio de Distribución Local Multipunto

**LOS** (Line of sight) o Línea de vista

**MAC** (Media Access Control) o Control de Acceso al Medio

**MPEG** (Moving Pictures Experts Group) o Grupo de Expertos en Imagen en Movimiento.

**NAT** (Network Address Translation) o Traducción de Dirección de Red

**NLOS** (Non-Line of sight) o Sin línea de vista

**OFDM** (Orthogonal Frequency División Multiplexing) o Multiplexador por división de frecuencia ortogonal.

**OFDMA** (Ortogonal frequency división múltiple access) o Acceso Múltiple por división de frecuencia ortogonal

**PCMCIA** (Personal computer memory card international association) o Asociación internacional de placas de memoria para ordenadores personales.

**PDA** (Personal Digital Assistant ) o Asistente Personal Digital

**PTP** (Point to Point) o Punto a Punto

**PMP** (Point to MultiPoint) o Punto a Multipunto

**QAM** (Quadrature Amplitude Modulation) o Modulación por amplitud de cuadratura

**QoS** (Quality of Service) o Calidad de Servicio

**QPSK** (Quadrature Phase shift keying) o Modulación por desplazamiento de fase

**RFID** (Radio Frequency Identification) o Identificación por Radiofrecuencia.

**SENATEL** Secretaria Nacional de Telecomunicaciones

**SIM** (Subscriber Identity Module) o Modulo de Identidad del Subscriptor

**SIP** (Session Initiation Protocol) o Protocolo de Inicialización de Sesiones.

**SNMP** (Simple Network Management Protocol) Protocolo simple de administración de red.

**SOFDM** (Scalable Orthogonal Frequency Division Multiplexing) o Multiplexaje por división de frecuencia ortogonal escalable)

**SOFDMA** (Scalable Orthogonal frequency división múltiple access) o Acceso múltiple escalable por división de frecuencia ortogonal

**SS** (Subscriber Station) o Estación Subscriptora

**SUPTTEL** Superintendencia de Telecomunicaciones

**TDD** (Time Division Duplexing) o Duplexamiento por División de Tiempo

**TDMA** (Time Division Multiple Access) o Acceso múltiple por división de tiempo

**TFTP** (Trivial File Transfer Protocol) o Protocolo de transferencia de datos Trivial

**UCD** (Uplink Channel descriptor) o Descriptor de Canales de Enlace de Subida

**UDP** (User Datagram Protocol) o Protocolo de Datagramas del Usuario

**VoIP** (Voice over internet protocol) o Voz sobre protocolo de internet

**UMTS** (Universal Mobile Telecommunications System ) o Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles

**WLL** (Wireless Local Loop) o Lazo local inalámbrico

**WIMAX** (Worldwide Interoperability for Microwave Access) o Interoperabilidad mundial de acceso inalámbrico

**WLAN** (Wireless Local Area Network) o Red Inalámbrica de área Local.

**WMAN** (Wireless Metropolitan Area Network) o Red Inalámbrica de área Metropolitana.

**WPAN** (Wireless Personal Area Network) o Red Inalámbrica de área Personal.

**WSP** (Wireless Service Provider) o Proveedor de Servicios inalámbricos

**WWAN** (Wireless Wide Area Network) o Red Inalámbrica de área extensa.  
portadora

## BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Bates Regis, Jr (2003). Comunicaciones Inalámbricas de Banda Ancha McGraw Hill, España
- ✓ Roldan Martínez, David (2005). Comunicaciones Inalámbricas, Alfaomega, México.
- ✓ BRITO, Geovanni (2008). DISEÑO DE LA RED INTERNA DE DATOS EN LA MATRIZ DE LA UNIVERSIDAD REGIONAL AUTÓNOMA DE LOS ANDES, UNIANDES, Tesis de Grado de Magíster en Redes de Telecomunicaciones, Universidad Técnica de Ambato

## BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

- ✓ [http://es.wikipedia.org/wiki/WiMAX#Calendarizadores\\_de\\_WiMAX](http://es.wikipedia.org/wiki/WiMAX#Calendarizadores_de_WiMAX)
- ✓ <http://www.monografias.com/trabajos16/wimax/wimax.shtml>
- ✓ <http://biografias.bcn.cl/alegislativo/pdf/cat/lex/5826-07/670.pdf>
- ✓ <http://www.policiaecuador.gov.ec/publico/leytransparencia/LEY%20DE%20VIGILANCIA%20Y%20SEGURIDAD%20PRIVADA.pdf>
- ✓ <http://www.nobosti.com/spip.php?article65>
- ✓ <http://www.slideshare.net/dario.camp/wimax-en-el-ecuador-presentation-926387>
- ✓ <http://blogcmt.com/2010/05/28/conceptos-basicos-de-telecos-redes-inalambricas-fijas-y-en-bandas-de-uso-comun/>
- ✓ [http://www.wilac.net/tricalcar/10\\_es\\_instalaciones\\_para\\_exteriores\\_guia\\_voz.pdf](http://www.wilac.net/tricalcar/10_es_instalaciones_para_exteriores_guia_voz.pdf).
- ✓ [http://www.astrocorp.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=72&Itemid=74](http://www.astrocorp.com/index.php?option=com_content&view=article&id=72&Itemid=74)
- ✓ <http://www.monografias.com/trabajos3/voip/voip.shtml>
- ✓ <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/214/2/Capitulo%201.pdf>

- ✓ [http://es.taringa.net/posts/info/6855576/Redes-Inalambricas\\_-mas-ventajas-que-desventajas\\_\\_\\_\\_.html](http://es.taringa.net/posts/info/6855576/Redes-Inalambricas_-mas-ventajas-que-desventajas____.html)
- ✓ [http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10963/2/ERIKA ORDONEZ B. TESIS FINAL.docx](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10963/2/ERIKA%20ORDONEZ%20B.%20TESIS%20FINAL.docx)
- ✓ [http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb07\\_II/pb0703t.pdf](http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb07_II/pb0703t.pdf)
- ✓ <http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/884/3/T10347CAP4.pdf>
- ✓ <http://dspace.epn.edu.ec/bitstream/123456789/893/2/T10344CAP4.pdf>
- ✓ <http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/532/6/T10464CAP4.pdf>
- ✓ <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfcij.37e/doc/bmfcij.37e.pdf>
- ✓ <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/180/1/38T00168.pdf>
- ✓ <http://www.conatel.gov.ec/>
- ✓ <http://www.supertel.gov.ec/>



# ANEXOS

# ANEXOS 1

INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES

# ANEXO 2

ENCUESTAS Y FICHAS DE OBSERVACIÓN

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E**  
**INDUSTRIAL**

- ▶ **CARRERA :** Electrónica
- ▶ **Investigador :** Lorena Mena
- ▶ **Fecha de la encuesta:** 02 de Septiembre del 2010
- ▶ **Tema :** Red Inalámbrica de banda ancha (Wimax) para servicios de valor agregado en el Hospital y los Subcentros del Cantón Salcedo

▶ **OBJETIVO:**

Diseñar una red Inalámbrica de banda ancha (Wimax) para servicios de valor agregado en el Hospital y los Subcentros de Salud del Cantón Salcedo.

▶ **INDICACIONES GENERALES :**

- ▶ Utilice los espacios designados para las respuestas
- ▶ La Información debe ser verdadera ya que es muy importante para la investigación.

▶ **ÍTEMS :**

1) ¿El Hospital y los subcentros cuentan con internet?

Si (    )

No (    )

2) Cree usted que la comunicación entre el hospital y los subcentros de salud del Cantón Salcedo es:

Excelente (    )

Buena (    )

Mala (    )

Pésima (    )

3) Cree que la satisfacción de los usuarios en el rendimiento de la red actual de comunicación es:

- Muy Satisfactorio (    )
- Satisfactorio        (    )
- Poco Satisfactorio (    )

4) ¿Qué medios tiene el Hospital para comunicarse con sus diferentes subcentros?

- Teléfono (    )
- Fax        (    )
- Equipos de radio (    )
- Celular (    )
- Otros (indique cuales) -----

5) ¿Qué servicios de telecomunicaciones necesita el hospital y sus subcentros?

- Internet (    )
- Video conferencia (    )
- Otros (    )

6) ¿En qué estado se encuentran los equipos de computación del Hospital y los Subcentros de Salud del Cantón Salcedo?

- Buenos (    )
- Malos (    )
- Regular (    )
- Pésimo (    )

7) ¿Existe un departamento de comunicación en el hospital y sus diferentes Subcentros?

- SI (    )
- NO (    )

**MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMA, ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL

**FICHA HEMEROGRAFICA**

- ▶ **Juan Manuel Cárdenas García**
- ▶ **Redes Wimax**
- ▶ **“ Wimax Comunicación Omnipresente“**
- ▶ **REVISTA Aleph Zero**
- ▶ **Octubre-Diciembre - 2007**
- ▶ **Número- 46**
- ▶ **Páginas 5-6**
- ▶ **Extracto:** La comunicación y la tecnología que ésta implica han evolucionado de una manera impresionante en los últimos años. Hace unas décadas el teléfono jugaba el papel estelar en las comunicaciones personales a larga distancia. Posteriormente, las redes de computadoras y el Internet surgieron y conquistaron el mundo de las comunicaciones. Las necesidades de los usuarios y los caprichos mismos de los avances tecnológicos han propiciado que, tanto la telefonía como las redes de computadoras, no dependan de cables para establecer la comunicación. Debido a esto surge la telefonía celular y las redes inalámbricas de computadoras....
- ▶ **Agosto -2010**

## FICHA NEMOTÉCNICA TEXTUAL

- ▶ **WiMAX y WiFi**
- ▶ **Pedro Martínez Asensio**
- ▶ **Redes Inalámbricas Página 34**
- ▶ **¿Qué Wimax y Wifi?** “WiMAX es la generación siguiente a Wi-Fi. Wi-Fi fue diseñado para Redes de Área Local, como alternativa al cableado estructurado para aquellos edificios que, o no poseían, o no podían hacer frente a la instalación del mismo por motivos económicos o de cualquier otra índole. Como tecnología Ethernet inalámbrica, Wi-Fi presenta las mismas deficiencias que podemos encontrarnos en las redes ethernet tradicionales, como son la encriptación del protocolo, el uso de Vlans, el soporte QoS, etc.

Esta tecnología permitirá, con una inversión adicional, crear redes inalámbricas metropolitanas conectadas a Internet a alta velocidad, que compitan con las posibilidades que ofrecen las grandes empresas de telecomunicaciones.

WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) es el nombre comercial del estándar 802.16, un protocolo de transmisión de datos inalámbrico que va un paso más allá de WiFi y cuya misión es la transmisión inalámbrica móvil. Esta nueva tecnología proporciona una mayor cobertura y ancho de banda, ya que puede entregar todos los niveles de servicio necesarios para un operador de telecomunicaciones, dependiendo del contrato con el suscriptor, distintos servicios paquetizados en Voz sobre IP (VoIP), así como servicios conmutados (TDM), E1s/T1s, voz tradicional (Clase-5), interconexiones ATM y Frame Relay.”

- ▶ **Fecha de consulta** : 31-08-2010
- ▶ **Investigadora** Lorena Mena

## FICHA NEMOTÉCNICA PERSONAL

- ▶ **WiMAX y WiFi**
- ▶ **Pedro Martínez Asensio**
- ▶ **Redes Inalámbricas Página 34**
  
- ▶ **¿Qué Wimax y Wifi?** Las redes wimax con respecto a las Wifi nos quiere decir que la seguridad de estas tecnologías son hechas para áreas locales mientras que las primeras son hechas para áreas extensas es decir que las de áreas locales son para edificios mientras que las de áreas extensas son para grandes ciudades, las redes wifi son mediante cableado estructurado y tiene tecnología Ethernet al decir tecnologías de Ethernet queremos decir los usos de Vlans y de los QoS, mientras la tecnología Wimax va un paso delante de la tecnología Wifi y esta nos quiere decir que nos podemos comunicar por medio de internet a varios sitios y la comunicación es móvil como son la voz sobre ip, video conferencia entre otras .
  
- ▶ **Fecha de consulta** : 31-08-2010
- ▶ **Investigadora** Lorena Mena



### FICHA NEMOTÉCNICA COMBINADA

▶ **REVISTA ALEPH ZERO**

▶ **Juan Manuel Cárdenas García**

▶ **Redes Wimax** : Las Redes Inalámbricas Wimax ayuda a tener una buena comunicación .

▶ **Página 38-39**

▶

▶ “WiMAX es capaz de cubrir un área equivalente al de una MAN en donde se podrían interconectar dispositivos de manera inalámbrica y compartir información a alta velocidad (70Mbps), hasta 50 km cuando los dispositivos son fijos y máximo 15 km si los dispositivos son móviles.

Existen dos modos de conexión para WiMAX, punto a multipunto y malla. En el primer modo se establece una estación base que será la que proporcione el acceso a la red y a donde se conectarán directamente todos los clientes, por eso el nombre de punto (estación base) a multipunto (clientes).

El modo de malla es también conocido como ad-hoc y en él la conexión se realiza directamente entre todos los nodos, formando una malla que tiene como ventaja que, si la conexión se pierde entre un par de clientes, ambos tendrán conexión por medio del acceso a otro cliente con el que tengan conexión.”

▶ Las ventajas de utilizar las redes Wimax es que puede cubrir áreas extensas con dispositivos móviles que pueden llegar a largas distancias por medio de antenas en su línea de vista.

▶ **Fecha de consulta** :31-08-2010

▶ **Investigadora**: Lorena Mena

## FICHA BIOBIBLIOGRAFICAS

**AUTOR:** François Maria Charles Fourier

**NACIONALIDAD:** Besanzón Paris

**FECHA DE NACIMIENTO:** 7 de abril de 1772

**FECHA DE FALLECIMIENTO:** 10 de octubre de 1837

**OBRAS REALIZADAS:**

- Traité de l'association domestique-agricole (Tratado de asociación doméstica y agrícola) (1822).
- Le nouveau monde industriel et societaire (1829).
- "Random anniversaire" (1833).
- La fausse industrie (1835-1836).
- Las trompetas de Burón (1837-2002)
- Algebra de Fourier

# ANEXO 3

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA ESTACIÓN BASE  
MICROMAX DE AIRSPAN

# ANEXO 4

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL ENLACE PUNTO A PUNTO  
FLEXNET DE AIRSPAN

# ANEXO 5

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA ESTACIÓN SUSCRIPTORA  
PROST DE AIRSPAN

# ANEXO 6

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA ANTENA SECTORIAL  
HYPERLINK

# ANEXO 7

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SOFTWARE NETSPAN DE  
AIRSPAN

# ANEXO 8

REGLAMENTO PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE VALOR  
AGREGADO



# ANEXO 9

REGLAMENTO PARA HOMOLOGACIÓN DE  
EQUIPOS TERMINALES DE TELECOMUNICACIONES

# ANEXO 10

REGLAMENTO DE DERECHO POR CONCESIÓN Y TARIFAS POR EL  
USO DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO

# ANEXO 11

HOMOLAGIONES DE LOS EQUIPOS AIRSPAN

# ANEXO 12

ESTÁNDARES IEEE 802.16 Y 802.11