

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

TEMA:

**“LA TECNOLOGIA WIMAX EN LA TRANSMISIÓN DE VOZ Y DATOS PARA
LA PARROQUIA SAN MIGUEL DE NONO EN LA PROVINCIA DE
PICHINCHA”**

Proyecto de Trabajo de graduación o Titulación, Modalidad: Trabajo Estructurado de manera Independiente.

AUTOR: KLEVER SANTIAGO CHUQUITARCO TARCO

TUTOR: Ing. M.Sc. JUAN PABLO PALLO

Ambato – Ecuador

Abril / 2010

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Asesor del Trabajo Estructurado de manera Independiente sobre el tema: **“LA TECNOLOGIA WIMAX EN LA TRANSMISIÓN DE VOZ Y DATOS PARA LA PARROQUIA SAN MIGUEL DE NONO EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA”**, de Kléver Santiago Chuquitarco Tarco, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho proyecto investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Directivo designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Ambato, Abril 2010

EL TUTOR

Ing. M.Sc. Juan Pablo Pallo

AUTORÍA

El presente Trabajo de graduación o Titulación, Modalidad: Trabajo Estructurado de manera Independiente titulada **“LA TECNOLOGIA WIMAX EN LA TRANSMISIÓN DE VOZ Y DATOS PARA LA PARROQUIA SAN MIGUEL DE NONO EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA”** Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son exclusividad del autor.

Ambato, Abril 2010

Kléver Santiago Chuquitarco Tarco

C.I. 0502850886

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente trabajo de graduación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Abril del 2010

Para constancia firma:

.....
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dedicatoria

A mis Padres:

Con su sacrificio diario y ejemplo, supieron enrumbarme sobre el camino del bien para formarme como persona y profesional.

A mis Hermanos

Por su apoyo y amor incondicional siendo mi fuente de inspiración para lograr cada uno de los objetivos propuestos en mi vida

Gracias, por todo a mis queridos padres.

Santiago Chuquitarco Tarco

Agradecimientos

Mi agradecimiento incondicional a Dios por haberme dado la oportunidad de vivir y tener una hermosa familia que supo apoyarme en todo

De igual manera a mis Padres por todo su esfuerzo

y apoyo incondicional que me han brindado para poder formarme como persona y como profesional, su ejemplo, consejos y confianza me dieron fortaleza para vencer cada obstáculo que se presentó en el transcurso de mi vida.

También, quiero dar las gracias a la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial en la persona del Ing. M.Sc. Juan Pablo Pallo por su paciencia y apoyo en la ejecución del presente proyecto, así como a todos los profesores que supieron confiar en nosotros y ofrecer todos sus conocimientos para lograr nuestro anhelado aprendizaje.

Finalmente, deseo agradecer a la Empresa Iseyco C.A. Telecomunicaciones por la oportunidad y facilidad que me brindo para afianzar mis conocimientos adquiridos durante mi carrera universitaria de igual manera a mis compañeros y amigos por su colaboración directa o indirectamente para la ejecución de este proyecto y culminación de mi carrera.

Santiago Chuquitarco Tarco

INDICE

CONTENIDOS	PÁG
PRELIMINARES	
Carátula	i
Aprobación Del Tutor	ii
Autoría	iii
Aprobación del tribunal de grado	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice	vii
Introducción	xiv
1. CAPITULO I. El Problema	1
1.1. Tema de investigación	1
1.2. Planteamiento del problema	1
1.2.1. Contextualización	1
1.2.2. Análisis Crítico	2
1.2.3. Prognosis	3
1.3. Formulación del problema	3
1.3.1. Preguntas directrices	3
1.3.2. Delimitación	4
1.4. Justificación	4
1.5. Objetivos	5
1.5.1. Objetivo General	5
1.5.2. Objetivos Específicos	6
2. CAPÍTULO II. Marco Teórico	7

2.1	Antecedentes investigativos	7
2.2	Fundamentación legal	7
2.3	Categorías fundamentales	8
2.3.1	Redes de datos	9
2.3.2	Tipos de Redes de	9
2.3.3	Redes Inalámbricas	9
2.3.4	Tipos de redes Inalámbricas	10
2.3.4.1	Red inalámbrica WPAM	10
2.3.4.2	Red inalámbrica WLAN	11
2.3.4.3	Red inalámbrica WMAN	11
2.3.4.4	Red inalámbrica WWAN	12
2.3.4.5	Enlace Inalámbrico	12
2.3.5	Tecnología WIMAX	12
2.3.5.1	Introducción a WIMAX	12
2.3.5.2	Concepto WIMAX	14
2.3.5.3	Seguridad WIMAX	15
2.3.5.4	Estandarización	16
2.3.5.5	Características	17
2.3.5.6	Comparativa de WIMAX frente a otras tecnologías	17
2.3.5.7	Especificaciones técnicas WIMAX	19
2.3.5.8	Aplicaciones de WIMAX	20
2.3.5.9	La arquitectura de la tecnología WIMAX	22
2.3.5.9.1	BS estación base WIMAX	23
2.3.5.9.2	CPE WIMAX	23
2.3.6	Telefonía IP	24
2.3.6.1	Que es Voz sobre IP	24
2.3.6.2	Cómo funciona el servicio VoIP?	25
2.3.6.3	Ventajas de VoIP sobre la red telefónica	

Conventional o PSTN?	25
2.3.6.4 ¿Qué es un Gateway VoIP?	25
2.3.6.5 ¿Qué significa SIP?	26
2.3.6.6 Ventajas y desventajas de Voz sobre Ip	26
2.4 Hipótesis	27
2.5 Señalamiento de la variable de la Hipótesis	27
2.5.1 Variable Independiente	27
2.5.2 Variable Dependiente	27
3. CAPITULO III. Metodología	28
3.1. Enfoque de la investigación	28
3.2. Modalidad básica de la investigación	28
3.2.1 Investigación Bibliográfica – Documental	29
3.3 Nivel O Tipo De Investigación	29
3.4. Población y Muestra	29
3.4.1 Población	30
3.4.2 Muestra	30
3.5. Recolección de información	30
5.3.1 Plan de recolección de información	30
3.6. Procesamiento de la información	30
5.6.1 Plan que se empleará para procesar la información	31
5.6.2 Plan de análisis e interpretación de resultados	31
4. CAPITULO IV. Análisis e interpretación de resultados	32
4.1. Situación actual de la Parroquia San Miguel de Nono en la Provincia de Pichincha	32
4.2 Ubicación Geográfica	33
4.3. Descripción de los Beneficiarios	35
4.4 Antecedentes De Conectividad de la Parroquia San Miguel de Nono	38
4.5 Barreras naturales que dificultan la comunicación a la zona	40

4.6	Necesidades de la Parroquia San Miguel de Nono	41
4.7	Solución a las necesidades de la Parroquia San Miguel de Nono	42
4.8	Estudio del sistemas de red inalámbrica WIMAX	43
4.8.1	Infraestructura de red inalámbrica WIMAX	45
4.8.2	Componentes principales de la red WIMAX	46
4.8.3	Interconexión de los beneficiarios a la red WIMAX	47
4.8.4	ESTÁNDAR UTILIZADO POR WIMAX	47
4.8.4.1	Estándar IEEE 802.16 – 2004	47
4.8.4.2	Estándar IEEE 802.16 – Phy	49
4.8.4.3	Estándar 802.16-2004 – MAC	50
4.8.4.4	El procedimiento general de operación de la red WIMAX	52
4.8.4.5	OFDM	54
8.5.6	Estructura FDD	56
8.5.7	Estructura TDD	56
4.8.4.8	Modulación Adaptativa	56
4.8.4.9	Calidad De Servicio	56
4.8.4.10	Soluciones WIMAX Fijo	58
4.9	Estudio Del Sistema De Comunicación Voz Sobre Ip A Través De Redes WIMAX	59
4.9.1	Como trabaja VoIP	59
4.9.2	Protocolo utilizado en Voz IP	60
4.9.2.1	Protocolo SIP	60
4.9.2.2	Entidades del SIP	61
4.9.2.3	Protocolo H 323	63
4.9.2.4	Softwitch	63
4.9.2.5	Calidad de voz	64
4.9.2.5.1	Intrusiva: no en tiempo real, equipos En dos extremos	64

4.9.2.5.2 Pasivo: Tiempo real, analizador en un Solo extremo	65
4.9.3 Descripción De Los Parámetros De Radio Enlace	66
4.9.3.1 Atenuación Y Absorción De Ondas	66
4.9.3.2 Propiedades Ópticas De Las Ondas De Radio	67
4.9.3.3 Propagación De Las Ondas Electromagnéticas	67
4.9.3.4 Zonas De Fresnel	68
4.9.3.5 Margen de despeje sobre un obstáculo	79
4.9.3.6 Pérdidas en trayectoria por el espacio libre (A0)	70
4.9.3.7 Potencia de Recepción (PRx)	70
4.9.3.8 Potencia Umbral (PU)	71
4.9.3.9 Margen respecto al umbral (MU)	71
4.9.3.10 Margen de desvanecimiento (FM)	71
4.10. Características de los equipos de transmisión y VoIP	74
4.10.1 Equipos WIMAX	74
4.10.2 Equipos AIRSPAN	75
4.10.3 Teléfono Ip GXP-2000	79
4.10.4 Central IP Grandstream GXE5024	81
5. CAPITULO V.	84
5.1 Conclusiones	84
5.2 Recomendaciones	87
6. CAPITULO VI	90
6.1 Diseño de una red inalámbrica WIMAX con soporte para voz Sobre IP y datos	90
6.1.1 Procedimiento de diseño del Sistema	90
6.1.2 Plan estratégico para el dimensionamiento y Despliegue De la red	91
6.1.3 Normas Regulatorias en Ecuador del uso de Frecuencias	92
6.1.3.1 EQA.210	93

6.1.4	Especificación De La Clase De Servicio	94
6.1.4.1	Servicio de Telefonía Local y Larga Distancia Internacional (VoIP)	94
6.1.4.2	Servicio de Acceso a Internet	96
6.1.5	Características de los Beneficiarios	97
6.1.6	Capacidad de la red inalámbrica WIMAX	98
6.1.7	Característica De Las Aplicaciones De Voz Y Datos	98
6.1.8	Dimensionamiento Del Tráfico De La Red	99
6.1.9	Dimensionamiento Del Ancho De Banda de Datos Por Usuario	100
6.1.10	Dimensionamiento Del Ancho De Banda Para Voz Ip Por Usuario	101
6.1.10.1	UIT G. 729A	103
6.1.10.2	Cálculo del tráfico de voz	104
6.1.11	Dimensionamiento Del Ancho De Banda Total De La Red	106
6.1.12	Número De Usuarios Simultáneos En La Red	106
6.1.13	Cálculo Del Peor Caso De Tráfico En La Red	109
6.1.14	Estimación De La Capacidad Futura De La Red	110
6.1.15	Esquema De Conexión De La Red Inalámbrica Wimax	111
6.1.16	Ubicación De La Radio Base WIMAX	112
6.2	Cálculo De La Primera Zona De Fresnel	116
6.3	Margen De Despeje Sobre Un Obstáculo	119
6.4	Determinación de los parámetros mínimos requeridos por los equipos	122
6.5	Diseño De Las Celdas	124
6.5.1	Área De Cobertura De La Radio Base	124
6.5.2	Diagramas de Cobertura	125
6.5.3	Área de Cobertura Radiobase Alaspungo	125
6.5.4	Área de Cobertura radio base la Ovejera	126
6.6	Configuración de la Central IP Grandstream 5024 para la Parroquia San Miguel de Nono	128
6.6.1	Configuración de las extensiones	130

6.6.2 Configuración del teléfono IP Grandstream GXP-2000	142
6.6.3 Pruebas de Funcionamiento entre central y Teléfonos IP	144
6.7 Direcccionamiento IP.	148
6.8 Estimación de Costos	150
6.9 Relación Costo-Beneficio	150
6.1 Referencias Bibliográficas	151
6.2 Referencias Bibliográficas de Internet	151
6.3 Anexos	153
Anexo A-1 Hoja de inspecciones a los beneficiarios	
Anexo A-2 Encuesta	
Anexo A-3 Especificaciones Técnicas de los equipos	
Anexo A-4 Perfil de la zona de Fresnel de los beneficiarios	
Anexo A-5 Esquema de red General	
Índice de Figuras	
Índice de tablas	
Índice de ecuaciones	
Glosario de Acrónimos	

Introducción

La parroquia de San Miguel de Nono, nació con la conquista Española, sus primeros habitantes fueron los jesuitas, quienes crearon en la zona Noroccidental veinte pueblos entre ellos a Mindo, Gualea Nanegal y Nono, todos dentro de la provincia de Pichincha.

Desde 1608 hasta 1857 se trabajó bajo la jurisdicción y protección de los jesuitas y todos estos pueblos pertenecieron a la parroquia de Nono. Los Jesuitas fueron los que bautizaron a la Parroquia como San Miguel de Nono.

En el año 1820 se inició la construcción de la iglesia con el apoyo de los Terratenientes quienes aportaban con insumos agrícolas, materia prima y personal para esta obra. Entre el año 1945-1946 se empezó la construcción de la escuela "Islas Galápagos", la misma que funcionaba arrendando varias casas.

La construcción del dispensario médico fue en el año de 1952. Por el año 1972 con la ayuda del señor Marcelo Franco y delegados de otros pueblos de la zona Nor-occidente solicitaron la electrificación rural, la misma que se inició en el año de 1972 y se inauguró en el año de 1978.

Se constituye como parroquia eclesiástica en el año de 1660 y política en el año 1720. Nono es una zona básicamente ganadera, la agricultura constituye otra de las principales actividades económicas por las diferentes condiciones ecológicas que caracterizan los pisos altitudinales y la presencia de microclimas, por lo que se acentúan varias empresas florícolas en esta zona.

Otras de las actividades generadoras de ingresos son la explotación del carbón, el cultivo de truchas y ecoturismo. El sistema educativo no difiere mucho respecto al resto del país, mantiene problemas de infraestructura y tecnología.

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo II	PAG.
Figura 2.1 Tecnologías para redes Inalámbricas	11
Figura 2.2 Red de Comunicaciones WIMAX	13
Figura 2.3 Escenarios de utilización WIMAX	14
Figura 2.4 Estándares de redes inalámbricas	16
Figura 2.5 Configuración punto multipunto en WIMAX	18
Figura 2.6 Configuración tipo malla en WIMAX	19
Figura 2.7 Conexión punto a punto de una red inalámbrica	21
Figura 2.8 Aplicaciones de la red WIMAX	21
Figura 2.9 Arquitectura de red WIMAX	22
Figura 2.10 Antenas de los sistemas WIMAX	23
Figura 2.11 Tipos de CPE's.	24
Capítulo IV	
Figura 4.1 Ubicación de la Parroquia San Miguel De Nono con respecto a la Ciudad de Quito	34
Figura 4.2 Estadística de llamadas de Telefonía Fija en La Parroquia San Miguel de Nono	38
Figura 4.3 Porcentaje de instituciones que disponen De PC's y servicio de Internet	39
Figura 4.4 Porcentaje de acceso a Internet a través De diferentes medios	39
Figura 4.5 Utilización del Internet	40
Figura 4.6 Dificultad que presenta la Parroquia San miguel de Nono para la comunicación	40
Figura 4.7 Enlace punto a punto entre Iseyco C.A	

Telecomunicaciones, Cerro Condorcocha y Alaspungo.	43
Figura 4.8 Esquema de conexión red WIMAX en La Parroquia San Miguel de Nono	44
Figura 4.9 Infraestructura de red WIMAX	46
Figura 4.10 Interconexión de los beneficiarios de La Parroquia el Nono	48
Figura 4.11 Estándar IEEE 802.16 2004	49
Figura 4.12 Estándar IEEE 802.16 – Phy	50
Figura 4.13 Sistema de acceso de usuario PMP	51
Figura 4.14 Procedimiento de conexión de los usuarios en la radio Base	52
Figura 4.15 Procedimiento general de operación de la red WIMAX	53
Figura 4.16 Transmisión de la estación Base a cada beneficiario	54
Figura 4.17 Diagrama con las subportadoras de OFDM.	55
Figura 4.18 Estructura del símbolo OFDM en el dominio del tiempo	55
Figura 4.19 Esquema de servicios WIMAX Fijo	59
Figura 4.20 Funcionalidad del SIP	61
Figura 4.21 Entidades de una red SIP	62
Figura 4.22 Componentes del Softswitch	65
Figura 4.23 Figura 4.23 Ondas espaciales y horizonte de radio	68
Figura 4.24 Antena sectorial de una radio base AIRSPA	75
Figura 4.25 Antena Plana WIMAX AIRSPAN	78
Figura 4.26 Teléfono Ip GXP-2000	79
Figura 4.27 Central IP Grandstream GXE5024	82

Capítulo VI

Figura 6.1 Flujo grama del Plan estratégico del diseño de red WIMAX	94
Figura 6.2 Flujo de llamadas entre beneficiarios	95
Figura 6.3 Flujo de datos en una llamada internacional	95
Figura 6.4 Flujo de datos de una conexión típica al servicio de Internet	96
Figura 6.5 Autenticación del cliente	97

Figura 6.6 Formato de un paquete VoIP	103
Figura 6.7 Formato de trama PPP	104
Figura 6.8 Cálculo del tráfico de voz a través del programa online	105
Figura 6.9. Esquema de conexión de la red WIMAX	111
Figura 6.10 Perfil topográfico para el enlace Iseyco C.A-Condorcocha	114
Figura 6.11 Perfil topográfico para el enlace Alaspungo-Condorcocha	115
Figura 6.12 Perfil topográfico para el enlace Alaspungo-La Ovejera	115
Figura 6.13 Zona de Fresnel del enlace Iseyco C.A y Cerro Condorcocha	117
Figura 6.14 Zona de Fresnel del Cerro Condorcocha y Alaspungo	118
Figura 6.15 Zona de Fresnel del enlace Alaspungo – La Ovejera	119
Figura 6.16 Área de cobertura Radio base Alaspungo	126
Figura 6.17Área de cobertura Radio base LA Ovejera	127
Figura 6.18 Diagrama de red simulado	128
Figura 6.19 Configuración del sistema de la central IP Grandstream	130
Figura 6.20 Ajustes generales de la configuración de las extensiones	132
Figura 6.21 Ingreso de las extensiones de teléfono a la central IP	133
Figura 6.22 Ingreso de todas las extensiones a ocuparse en la red	133
Figura 6.23 Habilitación de la línea PSTN	134
Figura 6.24 Registro de la líneas activadas PSTN	135
Figura 6.25 Configuración del grupo de llamada	138
Figura 6.26 Grupo de llamada y número de miembros que la conforman	138
Figura 6.27 Configuración de la contestadora automática	139
Figura 6.28 Registro del numero de de contestadoras en la central IP	140
Figura 6.29 Configuración de las reglas de reproducción de la contestadora automática	140
Figura 6.30 Condiciones de funcionamiento de la contestadora A	141
Figura 6.31 Descripción del teléfono GXP-2000	142
Figura 6.32 Esquema de conexión de la central y teléfonos IP para realizar pruebas de laboratorio.	137
Figura 6.33 Registro de Teléfonos IP conectados a la central IP	144

Figura 6.34 Registro de llamadas Realizadas y recibidas	146
Figura 6.35 Estadísticas del sistema	147
Figura 6.36 Duración de llamadas realizadas y recibidas	147
Figura 6.37 Estructura de red IP	148
Figura 6.38 Direccionamiento IP de la Red	149

Índice de Tablas

Capítulo II

Tabla 2.1 Cuadro de comparación de tecnologías inalámbricas	17
---	----

Capítulo IV

Tabla 4.1 Características de Radio Base AIRSPAN	76
Tabla: 4.2 Características CPE's Marca AIRSPAN	78
Tabla 4.3 Características de antenas WIMAX AIRSPAN	79
Tabla 4.4 Características Principales de de la Central IP Grandstream GXE5024	83

Capítulo VI

Tabla 6.1 Bandas de frecuencia asignadas para acceso fijo inalámbrico	93
Tabla 6.2 Tamaños de Canalización	94
Tabla 6.3 Parámetros importantes de los usuarios.	97
Tabla 6.4 Características de tráfico	99
Tabla 6.5 Demanda de Capacidad que requieren los diferentes servicios informáticos por cada usuario.	101
Tabla 6.6 Medición de la calidad de la Voz (MOS)	102
Tabla 6.7 Características de los Codecs – VoIP	102
Tabla 6.8 Características del Códec G729a	103
Tabla 6.9. Valores de las capacidad promedio requerida por servicio	106
Tabla 6.10 Usuarios simultáneos en la red	107
Tabla 6.11 Estimación del ancho de banda total	108
Tabla 6.12 Cálculo del peor caso de la Red	109
Tabla 6.13 Parámetros de ubicación de la radio Base	112
Tabla 6.14 Distancia en línea recta entre la estación	

Base y los beneficiarios	113
Tabla 6.16 Extensiones y las direcciones de la central IP	136
Tabla 6.17 Presupuesto Referencial	150

Índice de Ecuaciones

Capítulo IV

Ecuación 4.1 Formula general de la zona de Fresnel	69
Ecuación 4.2 Margen de despeje sobre un obstáculo	70
Ecuación 4.3 Pérdidas en trayectoria por el espacio libre (A0)	71
Ecuación 4.4 Potencia de Recepción	71
Ecuación 4.5 Margen respecto al umbral	72
Ecuación 4.6 Margen de desvanecimiento	73
Ecuación 4.7 Ecuación para calcular el trafico de voz	88
Ecuación 4.8 Demanda Final del ancho de Banda	94

CAPITULO I

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN

La Tecnología WIMAX en la Transmisión de Voz y Datos para la Parroquia San Miguel de Nono en la Provincia de Pichincha.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Contextualización

En los últimos años la comunicación a través de redes inalámbricas ha ganado mucha popularidad en el mercado de las Telecomunicaciones. Las mismas permiten a los usuarios acceder a información y recursos en tiempo real sin necesidad de estar físicamente en un solo lugar, además elimina la necesidad de usar cables, establece nuevas aplicaciones añadiendo flexibilidad a la red y lo más importante incrementa la productividad y eficiencia en las actividades diarias de la población, empresa o donde se implante esta tecnología.

En los últimos años las expectativas son muy altas con respecto al tema WIMAX, existe una gran tendencia a utilizar esta tecnología para transmisión de Voz y Datos en forma inalámbrica. Esta tecnología estará en manos de los consumidores de computadoras portátiles, por lo que varias compañías de telecomunicaciones en todo el mundo se han agrupado para el impulso y desarrollo de WIMAX

En Ecuador, la tendencia a eliminar los cables para conectarse a Internet u otro servicio está en pleno auge. Y en la actualidad ya se vende a los usuarios

residenciales, comerciales e industriales de Guayaquil, la Tecnología WIMAX con la instalación de tres repetidoras en la ciudad los usuarios ya no tendrán que conectarse con cables a los cajetines que se ubican en los postes sino con antenas, en forma inalámbrica. Este sistema será idéntico a la telefonía móvil.

Esta tecnología tiene licencia autorizada y no es de libre uso, además se trata de un sistema muy avanzado y de bajo costo. En el mercado ecuatoriano existen cuatro firmas que utilizan bandas de frecuencia para la tecnología WIMAX: CNT, Telecom, TV Cable, Etapatelecom. Se reconoce que el futuro de las telecomunicaciones en el Ecuador es el acceso de banda ancha inalámbrico con WIMAX.

Según expertos en telecomunicaciones manifiestan que el uso de Internet tiene un índice del 5 % en el Ecuador, y es considerado el mas bajo en Latinoamérica, por lo que WIMAX pretende aumentar los usuarios que no tienen acceso a este servicio o en poblaciones que se encuentran alejadas de las grandes ciudades, como es el caso De la Parroquia Rural de San Miguel de Nono en la Provincia de Pichincha.

1.2.2. Análisis Crítico

La tecnología WIMAX en la Transmisión de Voz y Datos a través de una red inalámbrica esta llamada a sustituir a otras tecnologías de acceso inalámbrico como Wi-Fi, dado que proporciona elevados anchos de banda con un rango mayor de alcance, además de presentar un entorno IP puro, permitiendo así establecer enlaces punto a punto estables y económicos, que se utilizan principalmente por parte de operadoras de telecomunicaciones para dar servicios de voz, video o datos a usuarios residenciales o empresas.

WIMAX se estructura de manera similar a las redes móviles tradicionales, con una arquitectura punto a multipunto, dispone de una cobertura de 20-30 km bajo visión directa, también varía en función del tipo de terreno, rango de frecuencia utilizada, potencia de transmisión y sensibilidad del receptor, en condiciones de no visión directa, se basa en una arquitectura que aprovecha las más modernas técnicas de procesamiento de señal y diseño de antenas, que le permiten utilizar los rebotes de la señal y conseguir mantener la conectividad. En estos casos se consiguen conexiones hasta 3-5 Km.

1.2.3. Prognosis

La solución en las comunicaciones, en la actualidad están concentradas en las redes inalámbricas, varios sectores del País principalmente en zonas rurales como es el caso de nuestro estudio, la Parroquia de San Miguel de Nono en la Provincia de Pichincha no cuenta con el servicio de acceso a Internet y voz sobre IP u otros servicios por lo que se hace prescindible este tipo de servicios.

La tecnología WIMAX puede adaptarse especialmente a ciertos escenarios con necesidades de conectividad. Así, en ciertos eventos es necesario disponer de un ancho de banda amplio entre dos lugares para el tráfico de voz, datos o video. Por lo que se hace necesario utilizar esta tecnología en redes inalámbricas.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Es posible la implementación de una Red Inalámbrica para Transmitir voz y datos con Tecnología WIMAX en la Parroquia San Miguel de Nono de la Provincia de Pichincha?

1.3.1. Preguntas Directrices

- 1.3.1.1 Se logrará tener mayor acceso a Internet u otros servicios con la implementación de una red inalámbrica WIMAX en la [Parroquia San Miguel de Nono](#) en la Provincia de Pichincha?
- 1.3.1.2 ¿El sistema de red inalámbrica WIMAX puede ser implementada en la Parroquia San Miguel de Nono de la Provincia de Pichincha?
- 1.3.1.3 ¿La población o empresas asentadas en la Parroquia San Miguel de Nono de la Provincia de Pichincha, logrará obtener mayores beneficios con la implementación de la tecnología WIMAX?
- 1.3.1.4 ¿Es eficiente un sistema de Comunicación Inalámbrica con tecnología WIMAX?

1.3.2. Delimitación

El presente proyecto se enfoca en el diseño de una red de transmisión de datos y VoIP a través de la tecnología WIMAX para la Parroquia San Miguel de Nono en la Provincia de Pichincha, durante los cuatro siguientes meses.

1.4. JUSTIFICACIÓN

En el transcurso de mi carrera universitaria tuve un interés particular por las Telecomunicaciones, la tecnología y su amplia cobertura en el ámbito de la resolución de problemas cotidianos que afectan al desarrollo de poblaciones.

El presente proyecto nace de la demanda en la transmisión de voz y datos que no han sido cubiertas en la Parroquia de San Miguel de Nono en la Provincia de Pichincha, una de las razones más importantes para su realización es lograr la aplicación de los conocimientos obtenidos durante mi carrera en el área de comunicaciones para brindar soluciones accesibles a la gente desde el campo de la nueva tecnología, con ello dando razón a la propuesta de diseño sobre integración de Voz y Datos utilizándose, para esta una solución de enlace inalámbrico con tecnología WIMAX.

Se establecerá dos segmentos de red, a través del enlace inalámbrico WIMAX una para la transmisión de datos y otro segmento de red específico para Voz sobre IP, reservándose así por medio del (QoS) el ancho de banda fijo necesarios para el manejo de la Voz, con lo cual no se afectará ni se degradará el tráfico de datos en la red. Esta solución es una moderna tecnología en comunicaciones de voz y datos, con una mayor capacidad en ancho de banda, manejo de líneas y aparatos telefónicos, facilitándose la instalación, mantenimiento y reducción de costos.

Con esto los usuarios no dependerán de ninguna empresa subcontratada, para el mantenimiento e instalación en los servicios de voz y datos, así como se facilitará también la comunicación con teléfonos IP a cualquier otro lugar, reduciéndose así costos en llamadas nacionales como internacionales. Dentro de todo el desarrollo del proyecto se encuentran varios beneficiados, primero, el estudiante que realiza el proyecto de la propuesta, ampliándose así el conocimiento sobre redes inalámbricas y Telefonía IP sobre las diversas áreas de estudio.

Otro beneficiado es la Parroquia San Miguel de Nono en la Provincia de Pichincha, que mediante el diseño del proyecto de transmisión de Voz y Datos a través de una red inalámbrica WIMAX, los usuarios finales tendrán oportunidad acceder a varios servicios que presenta esta novedosa tecnología

1.5.OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de red inalámbrica WIMAX que sea capaz de brindar confiabilidad en la transmisión de voz y datos en la Parroquia de San Miguel de Nono en la Provincia de Pichincha.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.5.2.1. Estudiar los parámetros necesarios a utilizar para el desarrollo de la red inalámbrica WIMAX
- 1.5.2.2. Utilizar las frecuencias de operación en nuestro país para realizar nuestro enlace inalámbrico con la tecnología WIMAX
- 1.5.2.3. Determinar todos los posibles usuarios que se beneficiaran con el diseño de la red inalámbrica WIMAX utilizada para transmitir voz y datos.
- 1.5.2.4. Determinar la capacidad total de la red considerando todos los servicios a ofrecer y los posibles usuarios.
- 1.5.2.5. Realizar el diseño de red inalámbrica WIMAX con un margen de alta seguridad en la transmisión de voz y datos.
- 1.5.2.6. Determinar el área de cobertura WIMAX ofrecida a la Parroquia San Miguel de Nono en la Provincia de Pichincha.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Durante el proceso de investigación y documentación del presente proyecto no encontré aplicaciones similares con tecnología WIMAX en la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica De Ambato sin embargo, existe gran cantidad de formación sobre comunicaciones inalámbricas por que tienen aplicaciones cada vez mayor debido a la creciente demanda de servicios que requieren de confiabilidad en el intercambio de información en una gran variedad de formatos.

2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Para la implementación del presente proyecto es necesario y obligatorio llegar a un acuerdo con el CONATEL que es el organismo encargado de asignar las frecuencias para radio enlaces en nuestro País. Es decir, el sistema utilizará una determinada frecuencia y ancho de banda específico para la comunicación en población San Miguel de Nono de la Provincia de Pichincha.

Es importante conocer las disposiciones legales sobre las Telecomunicaciones y uso de frecuencias para radio enlaces.

REGLAMENTO GENERAL A LA LEY ESPECIAL DE
TELECOMUNICACIONES

La Ley para la Transformación Económica del Ecuador, publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 34 del 13 de marzo del 2000, reformó la Ley Reformativa de la Ley Especial de Telecomunicaciones, consagrando el régimen de libre competencia para la prestación de todos los servicios de telecomunicaciones.

Art. 1.- El presente reglamento tiene como finalidad establecer las normas y generales aplicables a las funciones de planificación, regulación, gestión y control de la prestación de servicios de telecomunicaciones y la operación, instalación y explotación de toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, imágenes, datos y sonidos por cualquier medio; y el uso del espectro radioeléctrico.

Art. 6.- Son servicios finales de telecomunicaciones aquellos que proporcionan la capacidad completa para la comunicación entre usuarios, incluidas las funciones de equipo terminal y que generalmente requieren elementos de conmutación.

Art. 7.- Son servicios portadores aquellos que proporcionan a terceros la capacidad necesaria para la transmisión de signos, señales, datos, imágenes y sonidos entre puntos de terminación de una red definidos, usando uno o más segmentos de una red. Estos servicios pueden ser suministrados a través de redes públicas conmutadas o no conmutadas integradas por medios físicos, ópticos y electromagnéticos.

2.3. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

La comprensión del contenido básicamente se enfoca en dos variables:

Sistema de transmisión de Voz y datos a través de una red inalámbrica, para la Parroquia San Miguel de Nono en la Provincia de Pichincha implementando tecnología WIMAX

2.3.1. Redes de Datos

Es un conjunto de dispositivos físicos "[hardware](#)" y de [programas](#) "[software](#)", mediante el cual podemos comunicar [computadoras](#) para compartir [recursos](#) (discos, [impresoras](#), [programas](#), etc.) así como trabajo. A cada una de las computadoras conectadas a la [red](#) se le denomina un nodo. Se considera que [una red](#) es local si solo alcanza unos pocos kilómetros

2.3.2 Tipos De Redes

Las [redes](#) de información se pueden clasificar según su extensión y su [topología](#). Una red puede empezar siendo pequeña para crecer junto con [la organización](#) o institución. A continuación se presenta los distintos [tipos de redes](#) disponibles:

De acuerdo con la [distribución](#) geográfica tenemos:

- Red de área locales ([LAN](#))
- Red de Campús
- Red de área metropolitana (MAN)
- Red de área extensa (WAN y redes globales)

2.3.3 Redes inalámbricas

Las redes inalámbricas (en inglés *wireless network*) son aquellas que se comunican por un medio de transmisión no guiado (sin cables) mediante ondas electromagnéticas. La transmisión y la recepción se realizan a través de antenas. Tienen ventajas como la rápida instalación de la red sin la necesidad de usar cableado, permiten la movilidad y tienen menos costos de mantenimiento que una red convencional.

Las redes locales inalámbricas más que una sustitución de las LANs convencionales son una extensión de las mismas, ya que permite el

intercambio de información entre los distintos medios en una forma transparente al usuario.

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

Este hecho proporciona al usuario una gran movilidad sin perder conectividad. El atractivo fundamental de este tipo de redes es la facilidad de instalación y el ahorro que supone la supresión del medio de transmisión cableado. Aún así sus prestaciones son menores en lo referente a la velocidad de transmisión que se sitúa entre los 2 y los 10 Mbps frente a los 10 y hasta los 100 Mbps ofrecidos por una red convencional.

Las redes inalámbricas son la alternativa ideal para hacer llegar una red tradicional a lugares donde el cableado no lo permite. En general las WLAN se utilizarán como complemento de las redes fijas.

2.3.4 Tipos de redes inalámbricas

Por lo general, las redes inalámbricas se clasifican en varias categorías, de acuerdo al área geográfica, como se puede apreciar en (Fig.2.1) de acuerdo a la distancia que requiera el usuario se puede aplicar diferentes tecnologías. A la conexión entre un usuario y un tipo de red se denomina (Área de cobertura):

2.3.4.1 Red Inalámbrica WPAN

Una red inalámbrica de área personal (WPAN) incluye redes inalámbricas de corto alcance que abarcan un área de algunas decenas de metros. También se pueden conectar de forma inalámbrica dos ordenadores cercanos.

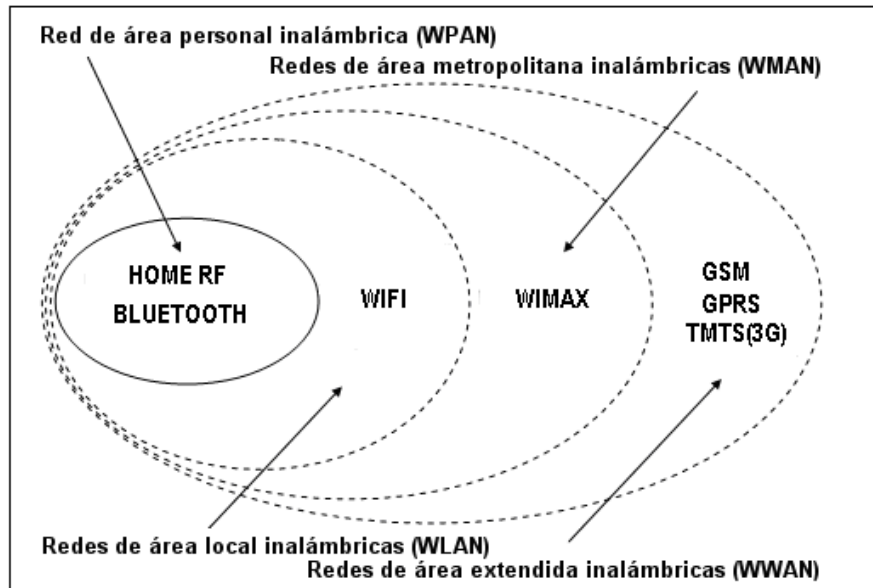


FIGURA 2.1 Tecnologías para redes Inalámbricas

2.3.4.2

Red Inalámbrica WLAN

Una *red de área local inalámbrica (WLAN)* es una red que cubre un área equivalente a la red local de una empresa, con un alcance aproximado de cien metros. Permite que las terminales que se encuentran dentro del área de cobertura puedan conectarse entre sí. Existen varios tipos de tecnologías: una de ellas es Wifi (o IEEE 802.11) ofrece una velocidad máxima de 54 Mbps en una distancia de varios cientos de metros.

2.3.4.3

Red Inalámbrica WMAN

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

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

2.3.4.4 **Red Inalámbrica WWAN**

Las *redes inalámbricas de área extensa (WWAN)* tienen el alcance más amplio de todas las redes inalámbricas. Por esta razón, todos los teléfonos móviles están conectados a una red inalámbrica de área extensa. Las tecnologías principales son:

- [GSM](#) (*Global System for Mobile Communication*)
- [GPRS](#) (*General Packet Radio Service*)
- UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*)

2.3.4.5 **Enlaces Inalámbricos**

Es un sistema de Hardware y Software que extiende una red existente cableada por medio de microondas. Consta generalmente de una antena, cableado coaxial, cable UTP y el dispositivo inalámbrico.

Los enlaces inalámbricos pueden ser enlaces de Punto a Punto o Punto-Multipunto. Dependiendo de su necesidad, podemos instalar de 2 a 100 puntos inalámbricos. Dependiendo de la línea de vista que haya, se pueden lograr distancias considerables.

3.7.5 **Tecnología WIMAX**

3.7.1 **Introducción a WIMAX**

Durante los últimos años se han creado expectativas y realidades en torno al acceso de banda ancha de última generación. El cableado representa

altos costos de instalación que no siempre justifican su tendido hasta áreas rurales o geográficamente inaccesibles. Llevar servicios ADSL a estas áreas no es económicamente efectivo para los operadores de telefonía. El operador de cable tradicional aún se encuentra en el proceso de transición hacia el transporte de datos, y la tecnología celular sólo permite tasas de velocidad limitadas.

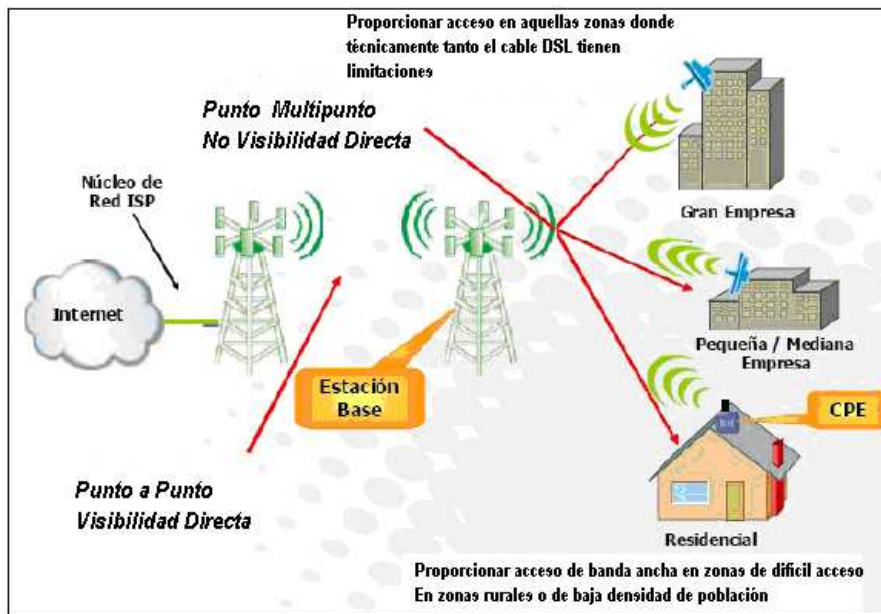


FIGURA 2.2 Red de Comunicaciones WIMAX

Pues bien, todo esto se puede ver enormemente afectado por un nuevo estándar del que se está empezando a hablar, el 802.16x, conocido como WIMAX, que es una especificación para redes metropolitanas inalámbricas (WMAN) de banda ancha como se muestra en la Figura 2.2 esta tecnología es utilizada en redes metropolitanas, que está siendo desarrollado y promovido por el grupo de la industria WIMAX.

El hecho de que WIMAX no sea todavía una tecnología de consumo ha permitido que el estándar se desarrolle conforme a un ciclo bien establecido, lo que es garantía de su estabilidad y de cumplimiento con la especificaciones,

algo parecido a lo que sucedió con GSM, que es garantía de su estabilidad. Y su cobertura es similar

2.3.5.2 Concepto WIMAX

WIMAX es el acrónimo en inglés de (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*), al español es *Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas*. WIMAX es una norma de transmisión por ondas de radio de última generación que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. WIMAX está definido bajo la norma 802.16 MAN, un protocolo para redes de área metropolitana, proporcionando acceso concurrente con varios repetidores de señal superpuestos, ofreciendo total cobertura promedio de 50 Kms de radio y a velocidades de hasta 124 Mbps. Es necesario establecer una pequeña diferenciación en el protocolo, ya que disponemos del estándar 802.16d para terminales fijos y el 802.16e para estaciones en movimiento. Esto marca una distinción en la manera de usar este protocolo, aunque lo ideal es utilizar una combinación de ambos.

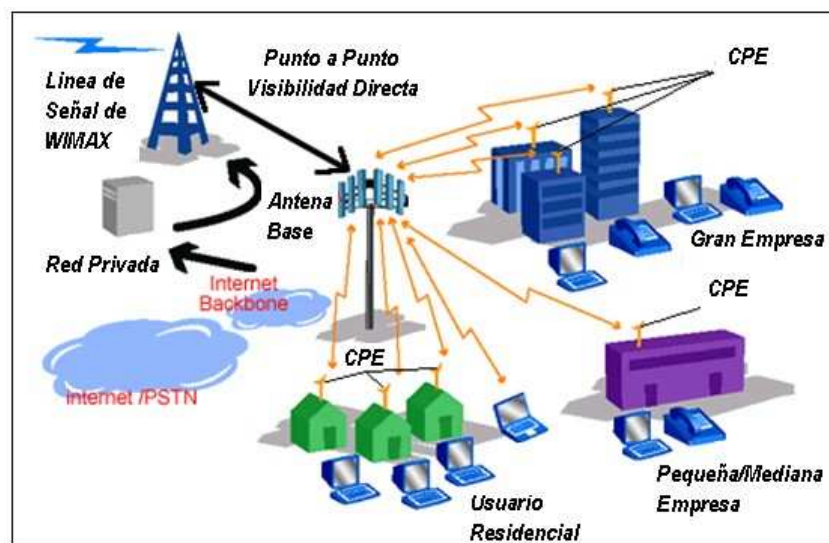


FIGURA 2.3: Escenarios de utilización WIMAX

Esta tecnología no requiere una visión directa o estar en línea recta con las estaciones base. Como se muestra en la figura 2.3 esta novedosa tecnología tiene sin números de beneficios y alcance.

WIMAX supera de manera importante a su protocolo homólogo Wi-Fi, el cual brinda una cobertura radial de solo 100 metros a tasas máxima de transferencia de 54 Mbps. Es importante mencionar que WIMAX es compatible con estándares anteriores, como por ejemplo el generalizado Wi-Fi (IEEE 802.11).

WIMAX está diseñado como una alternativa Wíreless para acceso de banda ancha DSL y cable, y una forma de conectar nodos Wi-Fi en una red de área metropolitana. Por ello, WIMAX podría convertirse pronto en la base para las redes metropolitanas de acceso a Internet, sirviendo de apoyo para facilitar las conexiones en zonas rurales, y utilizándose en el mundo empresarial para implementar las comunicaciones internas.

2.3.5.3 Seguridad WIMAX

Las dudas sobre la seguridad han sido el principal freno tanto para los operadores comerciales como para los usuarios empresariales a la hora de realizar mayores inversiones y acometer proyectos Wi-Fi o de gran envergadura. Esto ha llevado a que el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) y el conjunto de empresas que conforman el WIMAX Forum trabajen en conjunto para la definición de un entorno de seguridad robusto y consolidado que ofrezca plena confianza a los usuarios.

WIMAX aborda la seguridad en base a tres (3) áreas principales:

- **Evitar el uso clandestino de la conexión wireless.**

Esto se logra a través del cifrado, ofreciendo una protección sólida mediante la implementación de los protocolos 3DES de 128 bits, AES de 192 bits y RSA de 1024 bits, estableciendo la autenticación de usuarios y el cifrado de datos.

- **Suministrar servicios sólo a los usuarios finales específicos.**

A través de autenticación, basada en certificados digitales X.509, incluida en la capa de control de acceso a los medios, dando a cada usuario WIMAX receptor su propio certificado, más otro para el fabricante, permitiendo a la estación base autorizar al usuario final.

- **Cumplir con la gestión de acceso seguro.**

El acceso seguro bajo privacidad de conexión es implementada como parte de un subnivel MAC: la capa de privacidad.

2.3.5.4 Estandarización

En marzo de 2003, se ratificó una nueva versión, 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 que soporta múltiples enlaces físicos (PHY) en la figura 2.4 podemos ver los diferentes estándares y tecnología a utilizar de acuerdo a la capacidad de la red

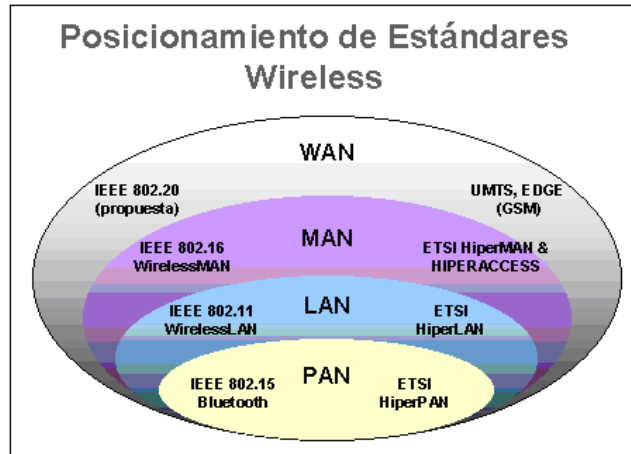


FIGURA 2.4. Estándares de redes inalámbricas

Esto es esencial para que los fabricantes de equipos puedan diferenciar sus productos y ofrecer soluciones adaptadas a diferentes entornos de uso.

2.3.5.5 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. En el siguiente cuadro podemos apreciar las características que presenta WIMAX con respecto a otras tecnologías.

	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 Cuadro de comparación de tecnologías inalámbricas

2.3.5.6 Comparativa de WIMAX frente a otras tecnologías.

La velocidad elevada de transmisión en WIMAX se la consigue gracias a utilizar la modulación OFDM (multiplexación por división de frecuencia ortogonal) con 256 subportadoras, la cual puede ser implementada de diferentes formas, según cada operador, siendo la variante de OFDM empleando un factor diferenciador del servicio ofrecido.

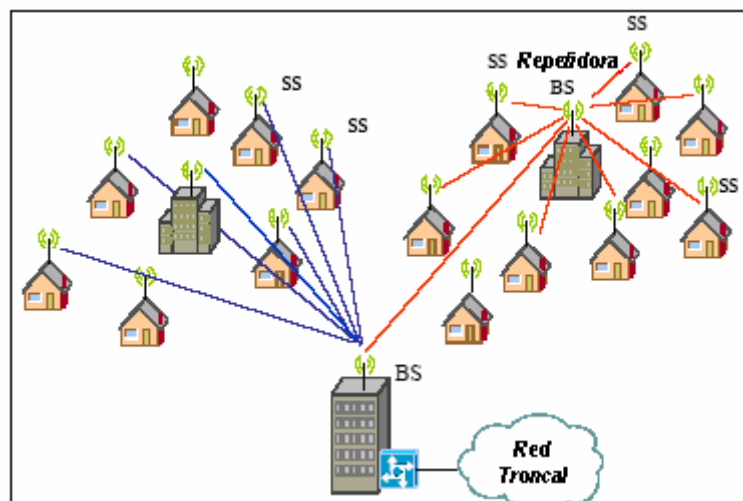


FIGURA 2.5 Configuración punto multipunto en WIMAX

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

Soporta varios cientos de usuarios por canal como se puede ver en la Figura. 2.5 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 802.16a, por lo cual resulta adecuado para voz sobre IP (VoIP), datos y vídeo.

Otra característica de WIMAX es que soporta las llamadas antenas inteligentes (smart antenas), propias de las redes celulares de 3G, lo cual mejora la eficiencia espectral, llegando a conseguir 5 bps/Hz, el doble que 802.11a. Estas antenas inteligentes emiten un haz muy estrecho que se puede ir moviendo, electrónicamente, para enfocar siempre al receptor, con lo que se evitan las interferencias entre canales adyacentes y se consume menos potencia al ser un haz más concentrado.

También, se contempla la posibilidad de formar redes malladas (*mesh networks*) como se puede ver en la Figura 2.6. Para que los distintos usuarios se puedan comunicar entres 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.

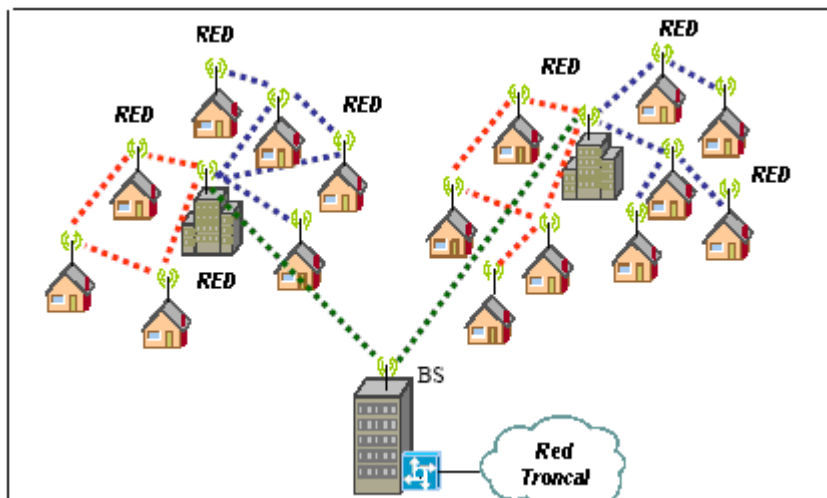


FIGURA 2.6 Configuración tipo malla en WIMAX

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.

Especificaciones Técnicas WIMAX

Entre las principales características técnicas de WIMAX se encuentran:

- Cobertura radial de 50 Kms promedio.
- Transmisión efectiva de 124 Mbps.
- Anchos de canal entre 1,5 y 20 MHz
- Utiliza modulación OFDM (Orthogonal Frequency Division), con 2048 señales portadoras, que permiten altas velocidades de transferencia..
- Incorpora soporte para la tecnología *smart antena*, la cual mejoran la eficiencia espectral y la cobertura.
- Definida para las frecuencias de hasta 11 GHz para conexiones con y sin línea de visión, y entre 10 GHz y 66 GHz para conexiones con línea de visión.
- Incluye mecanismos de modulación adaptativa, mediante los cuales la estación base y el equipo de usuario se conectan utilizando la mejor de las modulaciones posibles, en función de las características del enlace radio.
- Topología punto-multipunto y de malla.
- Bandas licenciadas y de uso libre, dependiendo de la legislación de cada país.
- Aplicaciones para la transmisión de voz, video y datos.
- Excelente desempeño de transmisión, garantizado vía QoS

2.3.5.8 Aplicaciones de WIMAX

Las primeras versiones de WIMAX están pensadas para comunicaciones punto a punto o punto a multipunto, típicas de los radio enlaces por micro ondas. 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 en la Figura 2.7 se muestra un enlace punto a punto y sus componentes principales.

Así, WIMAX 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. WIMAX extiende el alcance de Wi-Fi y provee una seria alternativa o complemento a las redes 3G, según como se mire.

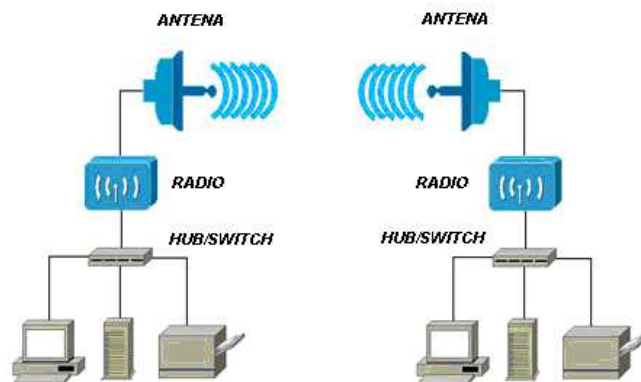


FIGURA 2.7 Conexión punto a punto de una red inalámbrica

Para las empresas, es una alternativa a contemplar, ya que el coste puede ser hasta 10 veces menor que en el caso de emplear un enlace E1 o T1. De momento no se habla de WIMAX 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 lugares. Como se ve en la figura 2.8 WIMAX tiene alcance para todo tipo de usuario.

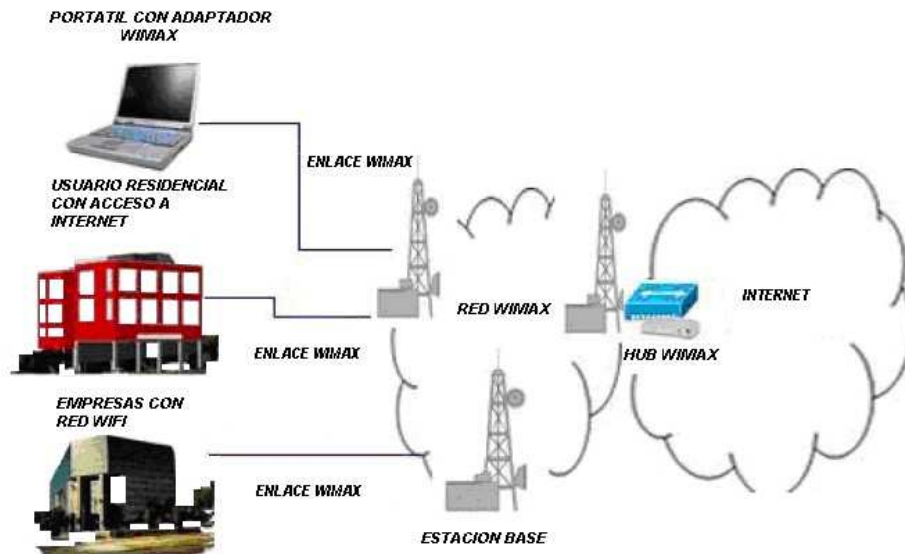


Grafico: 2.8 Aplicaciones de la red WIMAX

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 radio enlaces, dado su gran alcance y alta capacidad, a un costo muy competitivo frente a otras alternativas.

La instalación de estaciones base WIMAX 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

2.3.5.9 La arquitectura de la tecnología WIMAX

La arquitectura de la tecnología WIMAX está constituida por 2 bloques, la estación base y el receptor WIMAX utilizado por los usuarios, como se puede apreciar en la Figura 2.9. Este último generalmente es denominado bajo la sigla CPE (Customer Premise Equipment). Se consideran sólo estos bloques ya que

los estándares 802.16 no especifican alguna tecnología en especial para la conexión con el núcleo de la red, no es parte del sistema WIMAX.

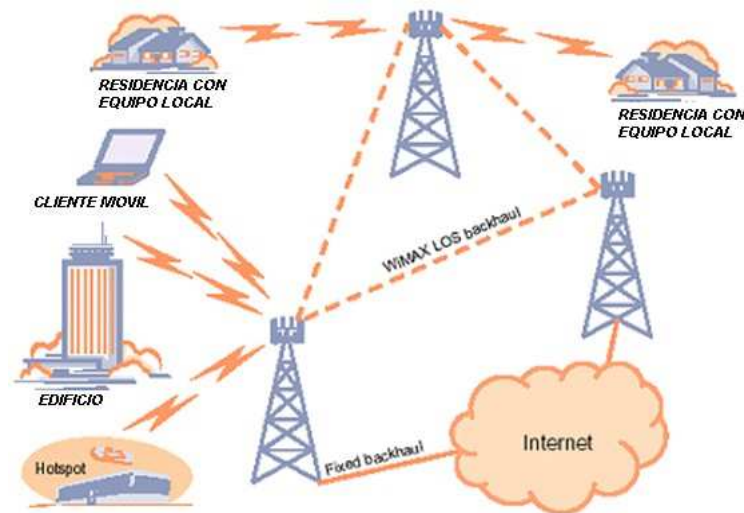


FIGURA 2.9: Arquitectura de red WIMAX

1 BS Estación Base WIMAX.

La estación base WIMAX corresponde a los equipos, que generalmente son ubicados en casetas, con los resguardos de clima y energía necesarios en la mayoría de los equipos de telecomunicaciones.

Una estación base teóricamente puede cubrir hasta 50 kilómetros, pero en la práctica se consideran alrededor de 10 kilómetros. Una estación base también se denomina torre WIMAX. Pero una estación base no necesariamente tiene que residir en una torre, también puede estar localizada en edificios terrazas.

Una estación base (BS) puede conectarse directamente a un proveedor de servicios de Internet (ISP) utilizando una conexión alámbrica de alta velocidad (por ejemplo una línea T3) o también puede conectarse al sistema mediante otra BS o mediante un enlace microondas (Backhaul).

Así como las antenas de las estaciones base de las redes celulares, las antenas WIMAX pueden ser omnidireccionales o direccionales en la Figura 2.10 podemos ver los tipos de antenas que presenta WIMAX.

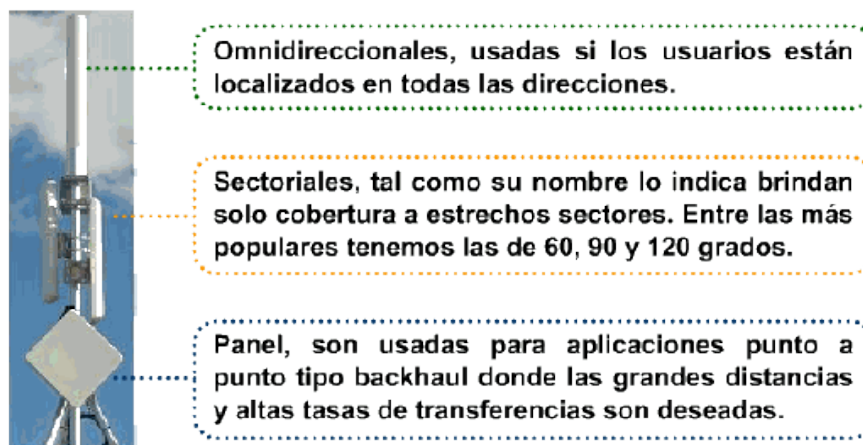


FIGURA 2.10: Antenas de los sistemas WIMAX

3.9.1

CPE WIMAX

El equipo Local del cliente - CPE, consiste en una unidad localizada en cada emplazamiento del usuario; en cada hogar para el caso residencial y en cada oficina para el caso empresarial. Dicha unidad constituye el último segmento de la red WIMAX pues es la que permite todo el proceso de transferencia de información entre el usuario y la estación base - BS.

El CPE de WIMAX es un terminal simple “plug and play”, similar a un módem xDSL, que proporciona la conectividad. Para los clientes situados a varios kilómetros de la estación base WIMAX, se puede utilizar una antena al aire libre para mejorar la calidad de transmisión. Para los clientes que solicitan voz además de servicios de banda ancha, el CPE específico permitirá la conexión del teléfono estándar o de los teléfonos de VoIP.

El CPE, podría ser una pequeña caja con una antena, una tarjeta PCMCIA o PCI, o un módulo USB o incluso un chip integrado a un equipo portátil. Algunos ejemplos según el tipo de servicio en la Figura 2.11



FIGURA 2.11 Tipos de CPE's.

2.3.6. **Telefonía Ip**

3.8.1 **Que es Voz sobre Ip**

VoIP (voz sobre IP esto es, voz entregada empleando el protocolo de Internet) es un termino usado en telefonía IP para un grupo de recursos que hacen posible que la voz viaje a través de Internet empleando su protocolo IP o un protocolo de Internet. En general, esto quiere decir enviar voz en forma digital en paquetes en lugar de enviarla en forma de switchero de circuitos como una compañía telefónica convencional o PSTN. La principal ventaja de este tipo de servicios es que evita los cargos altos de telefonía (principalmente de larga distancia) por las compañías ordinarias.

3.8.2 **Cómo funciona el servicio VoIP?**

El funcionamiento VoIP es diferente del PSTN porque no emplea circuitos dedicados. La información se transmite sobre la red Internet en paquetes de datos y esto es muy eficiente porque la red es empleada solamente cuando esta transportando paquetes de datos. Cuando se emplea una red IP como Internet para transmitir voz, existen diversos factores que pueden influir en la

calidad de la voz, como la velocidad de conexión a Internet, el tráfico del Internet, latencia (el retardo que se genera cuando alguien habla hasta que la otra persona pueda escucharlo).

2.3.6.3 **Ventajas de VoIP sobre la red telefónica convencional o PSTN?**

Una limitación de la PSTN es que la inteligencia reside en las Oficinas Centrales (OC) de las telefónicas o en los conmutadores (o PBX's) de las compañías. La tecnología en esos sistemas es altamente confiable pero los cambios son caros y lentos de realizar. En contraste, con la arquitectura IP que emplea redes de servidores y ruteadores que son rápidamente escalables en potencia, y las frecuentes innovaciones en software ofrece nuevas características y funcionalidad, lo anterior da como resultado que por ejemplo los ruteadores de alta categoría puedan procesar más información a una fracción del costo y tamaño de un switch tradicional de las Oficinas Centrales (OC) de las telefónicas

3.8.4 **¿Qué es un Gateway VoIP?**

El Gateway VoIP permite que las llamadas telefónicas de Internet sean enviadas a la red de telefonía pública o PSTN tomando la voz y convirtiéndola en paquetes que pueden viajar por Internet y viceversa. Esto permite realizar llamadas a cualquier número telefónico desde una PC o desde cualquier dispositivo que este conectado a un Gateway VoIP

3.8.5 **¿Qué significa SIP?**

Protocolo de iniciación de sesión SIP es un estándar de Internet empleado para iniciar sesiones de usuario interactivas como la transmisión de voz o chat.

SIP puede establecer llamadas por Internet o teléfonos IP. Esto hace posible para los usuarios iniciar y recibir llamadas desde cualquier lugar del mundo.

3.8.6

Ventajas y desventajas de Voz sobre Ip

Ventajas

- No paga SLM (sistema de pago monetario) tampoco en llamadas de Larga Distancia sobre IP
- El costo de las llamadas, es menor que en los teléfonos convencionales. Con la introducción de la tecnología de VOIP, la fabricación de llamadas ha llegado a ser fácil y barato. Usted puede fácilmente hacer las llamadas locales, interurbanas, e internacionales usando una conexión neta de banda ancha que sea una conexión neta de alta velocidad.
- La comunicación se lo puede hacer con mas de dos usuarios a la vez. (Es posible entablar videoconferencias con VoIP, así como entablar conversaciones con varias personas en simultáneo).
- Integración sobre su [Intranet](#) de la voz como un [servicio](#) más de su red, tal como otros servicios informáticos.
- Estándares efectivos (H.323, SIP)
- Interoperabilidad de diversos proveedores
- Uso de las redes de datos existentes
- Independencia de tecnologías de [transporte](#) (capa 2), asegurando la [inversión](#).
- Menores [costos](#) que tecnologías alternativas (voz sobre TDM, [ATM](#), [Frame Relay](#))

Desventajas:

- Los retrasos y cortes de información, esto viene dado a las restricciones de las diferentes empresas, ya sea por uso de tecnología comercial (no tan cara), o tiempos límites cuando estas llamadas tiene un costo insignificante.
- VoIP utiliza un protocolo adicional llamado RTP (Real-Time Protocol), para asegurarse que los paquetes sean enviados en tiempo real. (No hay un solo protocolo)

2.4 **HIPÓTESIS**

El desarrollo de un sistema de Red inalámbrica WIMAX para la transmisión de voz y datos permitirá un desarrollo institucional y poblacional en la Parroquia San Miguel de Nono en la Provincia de Pichincha.

SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.5.1 Variable Independiente

La Tecnología WIMAX para la Parroquia de San Miguel de Nono en la Provincia de Pichincha.

2.5.2 Variable Dependiente

Proveer de una Red inalámbrica para la transmisión de Voz y datos.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 ENFOQUE

La presente investigación estuvo enmarcada dentro del paradigma crítico propositivo, la cual fundamento el mejoramiento de los sistemas de comunicación ya instalados o a instalarse en un lugar o varios lugares específicos, tuvo un enfoque cuali-cuantitativo ya que se trabajaba con sentido holístico y participativo considerando una realidad en constante transformación pero al mismo tiempo se dio énfasis a los resultados para orientarnos hacia la comprobación de la hipótesis.

El enfoque es fiable y fragmentario ya que la investigación estuvo basada en la realidad y a un determinado espacio físico de aplicación.

La presente investigación está basada principalmente en el diseño del sistema y a las aplicaciones que se la pueda dar.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto es factible porque se pretende diagnosticar y evaluar la realidad de la población, empresas, instituciones, etc., en donde se requiera la aplicación de transmisión de Voz y Datos , además determinar el alcance del problema, realizar planteamientos para resolverlos en base de investigación bibliográfica para ampliar y profundizar diferentes enfoques, se utilizó un procedimiento metodológico en el cual determine actividades, recursos para la

realización y ejecución y por tanto a la aplicación del proyecto fundamentado en una base teórica.

3.2.1 Investigación Bibliográfica - Documental

El proyecto abarco un nivel exploratorio que permitió ponerse en contacto con el problema, el nivel descriptivo, porque luego de conocer el problema, permitió familiarizarse con él, se consideró la necesidad de reconocer las variables que comprende el problema, se estableció las características de la realidad a investigarse, el grado de relación que existe entre las variables, las causas y consecuencias del problema y se llego a la comprensión de la hipótesis, al análisis, síntesis e interpretación de los resultados.

3.2.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Para el presente estudio se empleó la investigación de campo debido a los acontecimientos y a la recolección de información, es decir al lugar donde se producen los inconvenientes, debido al contacto directo que mantiene el investigador con el área donde se desarrolló el proyecto, la cual permitió establecer las pautas para resolver el problema.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.3.1 Exploratorio Y Descriptivo

El proyecto abarco el nivel exploratorio permitiendo conocer y familiarizarse con el problema; el nivel descriptivo que ayudo a reconocer las variables que comprende el problema, se estableció las características de la realidad a investigarse, el grado de relación que existe entre las variables, las causas y

consecuencias del problema y se llegó a la comprensión de la hipótesis, el nivel explicativo llega al análisis, síntesis e interpretación de la información.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población

El presente proyecto de investigación se realizó en la Parroquia San Miguel de Nono, ubicada de la Provincia de Pichincha a 18 kilómetros hacia el Noroccidente del Cantón Quito aproximadamente a 35 minutos de la ciudad en mención. Tiene una extensión de 208 km. Aproximadamente 23.000 hectáreas. Se encuentra en altitudes comprendida entre 2.727 y 3.800 m.s.n.m. Y esta conformada por las comunidades de Alaspungo, Nonopungo, Pucara, San Francisco de la Merced, San Martín, Guarumos-La Sierra, Alambi, y Yanacocha.

3.4.2 Muestra

Se ejecutó el trabajo con una población integrada por 7 personas, el estudiante egresado encargado de la investigación y las personas quienes ayudaron a la culminación exitosa de la investigación, como la muestra es reducida se trabajo con todo el universo.

3.5 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

3.5.1 Plan De Recolección De Información

Para la investigación de campo y para que la recolección de la información sea eficaz, se realizó una encuesta en la población y en las empresas asentadas en este lugar, con la finalidad de obtener datos referentes al requerimiento de

transmisión de datos y Voz sobre IP. Para esto se elaboro un cuestionario estructurado para obtener la información de primera fuente. Para la investigación bibliográfica se utilizó fichas nemotécnicas y bibliográficas. Este tipo de técnicas nos permitió realizar la investigación con transparencia e imparcialidad en el desarrollo del proyecto.

3.6 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.6.1 Plan que se empleará para procesar la información recogida.

Una vez aplicado los instrumentos y analizada la validez de la información se procedió a la tabulación de los datos los cuales se presentaron en forma gráfica en términos de porcentajes para facilitar la interpretación. Se realizó un análisis integral en bases a juicios críticos desprendidos del marco teórico, objetivos y variables de la investigación. A continuación se estructuró las conclusiones y recomendaciones que permitieron dar solución al problema planteado.

3.6.2 Plan De Análisis E Interpretación De Resultados

Los datos que se obtuvieron de la recolección de información crítica y propositiva permitieron estructurar una propuesta pertinente al tema de investigación, enfocada a la solución del problema.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

SITUACIÓN ACTUAL DE LA PARROQUIA SAN MIGUEL DE NONO EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA Y SOLUCIÓN A SUS REQUERIMIENTOS

4.1 Situación actual de la Parroquia San Miguel de Nono en la Provincia de Pichincha

La Parroquia de San Miguel de Nono esta ubicada de la Provincia de Pichincha a 18 kilómetros hacia el Noroccidente del Cantón Quito aproximadamente a 35 minutos de la ciudad de Quito. Tiene una extensión de 208 km. Se encuentra en altitudes comprendida entre 2.727 y 3.800 m.s.n.m. y esta limitada al Norte por la parroquia Ambuasi y Calacali, al Sur la Parroquia de Lloa, al Este por la Parroquia Ililagua y Parroquia de Cotocollao, Oeste: parte de Mindo y Tandayapa.

La Parroquia nació con la conquista Española, sus primeros habitantes fueron los jesuitas, quienes fueron los que bautizaron como Parroquia San Miguel de Nono, la misma que se constituye como parroquia política en el año 1720.

En la actualidad la Parroquia San Miguel de Nono está conformada por los siguientes barrios:

- Alaspungo (comuna jurídica),
- Alambí (personería jurídica),

- La Sierra (personería jurídica en trámite),
- Yanacocha (personería jurídica),
- Pucará (personería jurídica en trámite),
- Nonopungo (personería jurídica en trámite).

La parroquia san miguel de Nono es básicamente ganadera y agraria donde se encuentra su principal actividad económica por las diferentes condiciones ecológicas que caracterizan los suelos de esta zona, presentando un variado esquema productivo, permitiendo así que varias empresas florícolas se acentúen en esta zona.

El sistema educativo no difiere mucho respecto al resto del país, mantiene problemas de infraestructura, tecnología y docentes, lo que ha determinado que exista una limitante en el desarrollo educativo de la parroquia.

Durante todo este tiempo, la Parroquia San Miguel de Nono ha venido trabajando convencida que la implementación de nuevos servicios con tecnología innovadora permitirá la obtención y aplicación de nuevos conocimientos, herramientas indispensables en el desarrollo de la Parroquia.

4.2. Ubicación geográfica.

La Parroquia San Miguel de Nono se encuentra ubicada de la Provincia de Pichincha a 18 kilómetros hacia el Noroccidente del Cantón Quito, los barrios que conforman esta Parroquia son Alaspungo, Alambí, La Sierra, Yanacocha, Pucará Nonopungo. Tiene un acceso principal desde la ciudad de Quito hacia todos los barrio de la Parroquia. La misma que se encuentra en perfectas condiciones en la Figura 4.1 podemos apreciar la ubicación de la Parroquia San Miguel de Nono con respecto a la ciudad de Quito

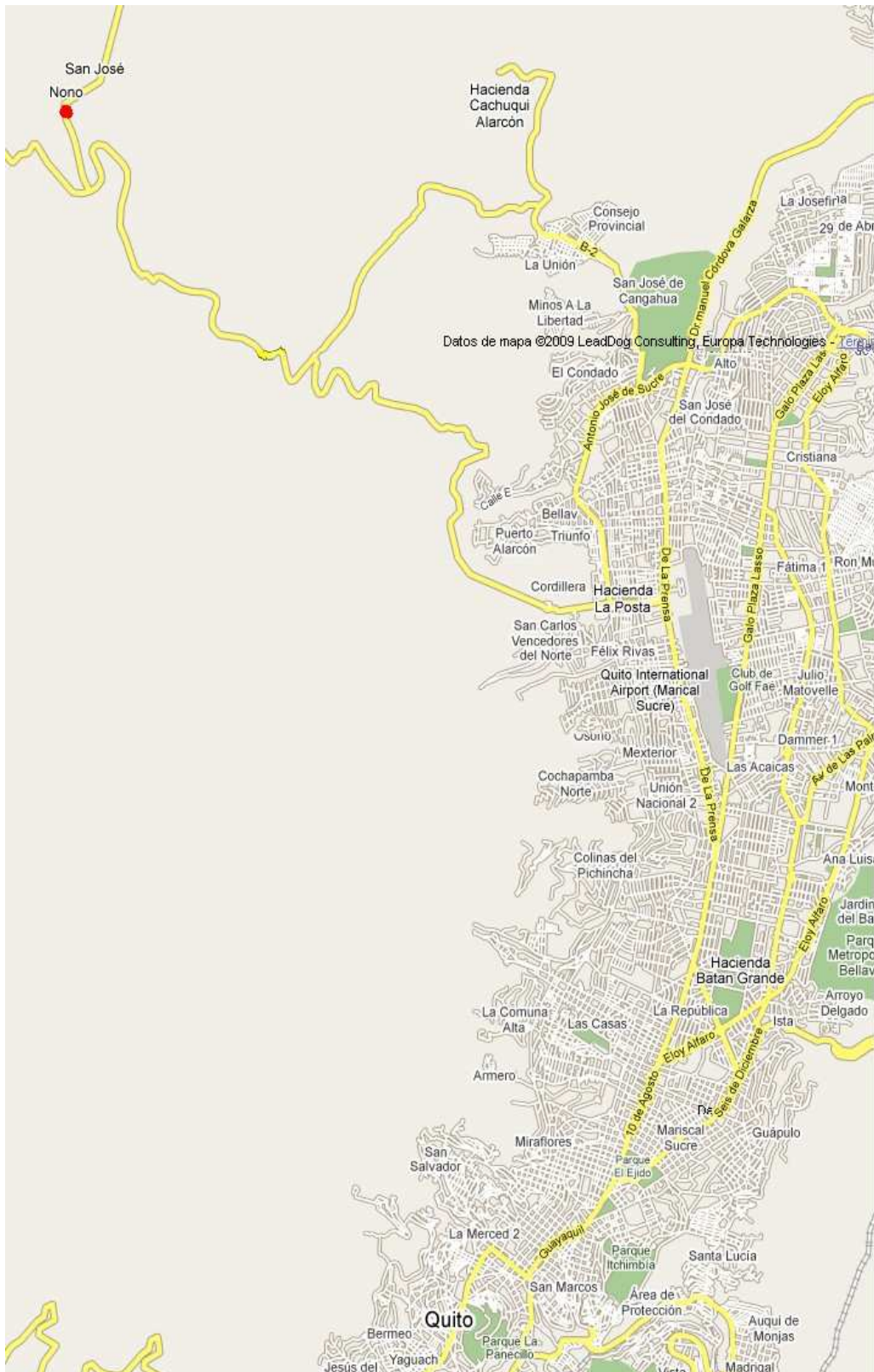


Grafico 4.1 Ubicación de la Parroquia San Miguel De Nono con respecto a la Ciudad de Quito

4.3. Descripción de los Beneficiarios.

Las instituciones públicas y privadas que serán beneficiadas con el diseño de la red inalámbrica WIMAX son; La Ovejera, Hacienda Pérez, Andes Flowers, Del Hierro, Los Sauces, Cedros, Junta Parroquial, Quesería, Moncayo, Rifre Flowers, La Merced 1 . Todos estos beneficiarios se encuentran en la Parroquia San Miguel de Nono. En el Anexo A -1 encontramos el formato de hoja de inspección donde se detalla algunas características de los de los Beneficiarios.

Junta Parroquial de San Miguel de Nono

La Institución en la actualidad no tiene Acceso a Internet.

Infraestructura: Cuenta con 15 computadoras, además funciona una biblioteca, Policía nacional, Registro Civil, La Comisaría

Usuarios: Atienden aproximadamente 300 usuarios al mes de los cuales la mayoría son jóvenes de escuelas y colegios, donde realizan tareas y deberes.

Educación: Se imparten cursos a niños y padres de familia

Empresa Andes Flowers

Empresa dedicada al cultivo de flores, cuenta con servicio de Internet, pero durante horas pico el sistema presenta falencias.

Infraestructura: Cuenta con 20 computadoras, entre el departamento administrativo financiero y ventas, en un futuro próximo piensan adquirir mas computadoras.

Usuarios: La empresa cuenta con de 100 empleados aproximadamente que trabajan en diferentes turnos

Hacienda Moncayo

Empresa dedicada al cultivo de flores, no cuenta con servicio de Internet,

Infraestructura: Cuenta con 10 computadoras, entre el departamento administrativo financiero y ventas,

Usuarios: La empresa cuenta con de 80 empleados aproximadamente que trabajan en diferentes turnos

Rifre Flowers

Empresa dedicada al cultivo de flores, durante un año tenia acceso a Internet pero desde marzo del 2009 no tiene Internet

Infraestructura: Cuenta con 20 computadoras, entre el departamento administrativo financiero y ventas, en un futuro próximo piensan adquirir mas computadoras.

Usuarios: La empresa cuenta con de 40 empleados aproximadamente que trabajan en diferentes turnos,

Del Hierro

Empresa dedicada al cultivo de flores no cuenta con servicio de Internet

Infraestructura: Cuenta con 15 computadoras, entre el departamento administrativo financiero y ventas,

Usuarios: La empresa cuenta con de 50 empleados aproximadamente que trabajan en diferentes turnos,

Escuela La merced

Es una escuela pública que atiende a aproximadamente 100 alumnos.

Actualmente cuentan con 3 computadoras destinadas a actividades administrativas y un salón con 5 computadoras para actividades académicas.

Se tiene planeado la materia de introducción a la computación y en el último ciclo escolar (con una materia sobre Internet). La misma que puede ser aprovechada en el proceso de formación de los estudiantes, capacitación de los profesores y en las actividades administrativas.

Quesería

Hacienda dedicada producción de leche y queso, no cuenta con servicio de Internet

Infraestructura: Cuenta con 10 computadoras, pero piensan automatizar el proceso de producción de quesos con la cual necesitan adquirir mas computadoras

Usuarios: La empresa cuenta con 20 empleados

La Ovejera

Hacienda dedicada a la ganadería y la producción de flores, no cuenta con servicio de Internet

Infraestructura: Cuenta con 20 computadoras, entre el departamento administrativo financiero y ventas.

Usuarios: La empresa cuenta con 60 empleados aproximadamente

Hacienda Pérez, Los Sauces y Cedros

Estas Haciendas están dedicadas a la producción lechera y también al turismo, debido a la gran afluencia del turista piensan ubicar salones de Internet.

Es importante señalar que el servicio de voz y datos en la parroquia San Miguel De Nono, será muy útil para que los niños, jóvenes, maestros, empresarios y empleados, los mismos que podrán investigar, comunicarse a corto y larga distancia, así también podrán realizar tramites, con lo cual se pretende mejorar la calidad de vida de dicha población.

4.4. Antecedentes De Conectividad de la Parroquia San Miguel de Nono

La penetración de la telefonía de red fija, alcanza a un 34.5% de las instituciones y hogares estudiados. De los 130 casos encuestados, 45 de estos no cuentan con telefonía de red fija, siendo más severa esta situación en las localidades de San José y Yanacocha donde este tipo de conectividad tiende a cero.

La telefonía de red fija, mayoritariamente se utiliza para comunicarse dentro de la Parroquia San Miguel de Nono. Es así como el 55 % de los encuestados, declaran realizar un mínimo de 7 de 10 llamadas dentro de la Parroquia, el 36 % de los encuestador declaran realizar un mínimo de 3 a 6 llamadas dentro de la Parroquia en cambio el 9 % declara realizar un mínimo de de 1 a 3 llamadas al interior de la Parroquia San Miguel de Nono. En la figura 4.2 se muestra la estadística de llamaradas dentro y fuera de la Parroquia

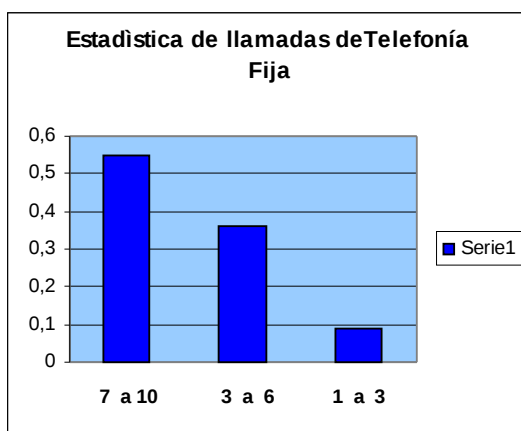


Figura. 4.2 Estadística de Llamadas de Telefonía fija en La Parroquia San Miguel de Nono

Un 72.9 % de las instituciones, cuentan con algún equipo computacional tipo PC pero no dispone del servicio de Internet, un 25 % de los encuestados disponen de Internet como se puede apreciar en la figura 4.3 y el 2.1 % de los encuestados, adquirirán equipos computacional valor que refleja una marcada preocupación de las instituciones por incorporar un sistema de red que les brinde un servicio de Internet eficiente, que les permita comunicarse dentro de la Parroquia San Miguel de Nono y fuera de la misma

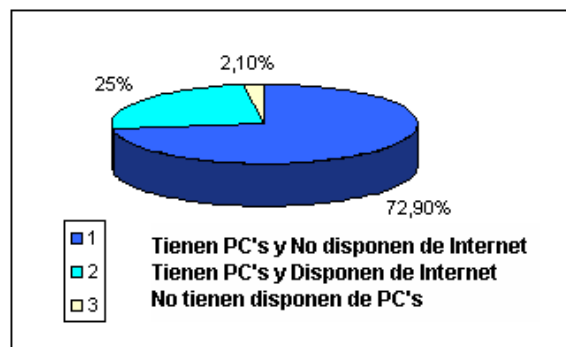


Figura. 4.3 Porcentaje de instituciones que disponen de PC's y servicio de Internet

Un 85.6% de los miembros de las instituciones declaran que requieren de acceso a Internet para varios usos, observándose además el importante rol que juegan las instituciones educativas y los lugares de trabajo en la prestación de este servicio. Además cabe recalcar que ninguna institución cuenta con el servicio de Voz sobre IP, en la figura 4.4 se muestra la estadística de acceso a Internet en la parroquia San Miguel de Nono

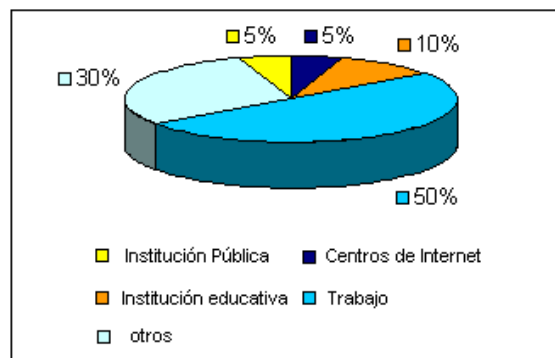


Figura. 4.4 Porcentaje de acceso a Internet a través de diferentes medios

La utilización de Internet se relaciona con el logro de diferentes servicios y la satisfacción de distintas necesidades, en esta perspectiva la encuesta permitió determinar que la búsqueda de información es indicada como el uso preferente tal como se señala en la gráfica siguiente.

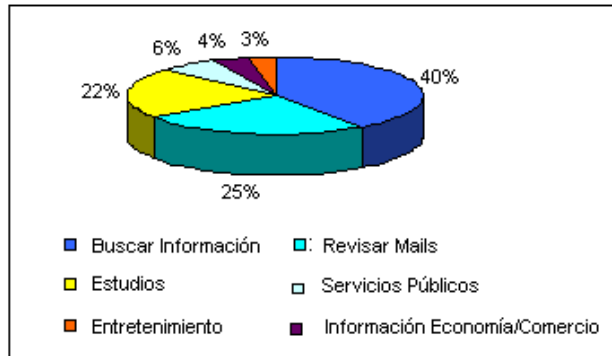


Figura. 4.5 Utilización del Internet

Además es muy importante mencionar que entre los encuestados, la utilización de telefonía IP es nula en la Parroquia San Miguel de Nono.

4.5. Barreras Naturales Que Dificultan La Comunicación A La Zona



Grafico 4.6 Dificultad que presenta la parroquia san miguel de Nono para la comunicación

Por la ubicación geográfica de la Parroquia San Miguel de Nono se presenta dificultades que impiden la comunicación en la parroquia, y con el exterior, por lo que trataremos de encontrar la mejor alternativa para la transmisión de Voz y Datos mediante redes inalámbricas. En la Grafica 4.6 tomada del programa Google Earth podemos observar la ubicación de la parroquia San Miguel de Nono y las Barreras que dificultan la comunicación al exterior

4.6. Necesidades de la Parroquia San Miguel de Nono

La iniciativa de realizar el diseño del presente proyecto es llenar el vacío que grandes compañías de telefonía móvil o fija no cubren. Si bien es cierto brindan el servicio a un amplio segmento de la población, pero están centralizadas, por lo que muy pocas veces brindan su servicio a regiones alejadas y tampoco pueden brindar soluciones específicas. Entonces este inconveniente ofrece una multitud de oportunidades para el desarrollo de soluciones, sobre todo en los mercados rurales pequeños.

La solución que presenta WIMAX es atender las necesidades que presenta la Parroquia San Miguel de Nono en acceso a Internet y comunicación. Así, es probable que la necesidad de una intervención permanente de una red inalámbrica WIMAX para el desarrollo de esta Zona sea ahora más fuerte que antes.

A medida que los teléfonos con conexión a [Internet](#) se vuelvan cada vez más comunes, lo mismo sucederá con la demanda de un [acceso a Internet](#) y otras aplicaciones de la misma. Esto se ha desarrollado con mayor lentitud en la parroquia San Miguel de Nono. Es así como aún se requiere el desarrollo de una infraestructura autónoma para responder a las necesidades de las instituciones públicas y privadas que se encuentran en esta población. Ello garantizará un acceso más extendido, barato y de fácil acceso a la información de interés para la gente que vive en estas regiones.

Por la ubicación Topografía de la Parroquia San Miguel De Nono. Surge entonces la imperiosa necesidad de implementar un sistema de intercomunicación mediante el cual los trámites administrativos, coordinaciones, financieros y más acciones de orden educativo puedan ser realizados con mayor prontitud y efectividad. Además amerita que la información sea manejada en forma integral por todas las dependencias inmersas en el proyecto, sobre todo aquella referente a datos personales de, empleados, estudiantes e información socioeconómica, esto permitiría mayor certeza en la entrega y recepción de información a los usuarios internos o externos.

El análisis anterior evidencia la necesidad de integrar y dinamizar el desarrollo de la Parroquia San Miguel de Nono, por lo que se requiere implementar una red Inalámbrica WIMAX con soporte de Voz-IP y Datos

4.7 Solución a las necesidades de la Parroquia San Miguel de Nono

Las empresas proveedoras de Internet se encontraron con el inconveniente de no poder suplir las carencias infraestructurales que pudiera haber en esta zona rural, no obstante, la evolución de la tecnología inalámbrica y otras, eliminaron la necesidad del cable y contribuirá a paliar dichas carencias. Como se puede apreciar en la figura 4.7, la red inalámbrica WIMAX necesita realizar algunos enlaces punto a punto o también conocidos como saltos de comunicación, para poder llegar a la Parroquia San Miguel de Nono e implementar en dicha red los servicios de voz y datos.

Con la posible implementación de la red inalámbrica WIMAX de Voz y Datos se genera la posibilidad de fuentes de empleo e incluso la aparición de más empresas florícolas o lecheras. Esto es así por la continua necesidad que hoy tenemos de aprender para poder seguir siendo competitivos.

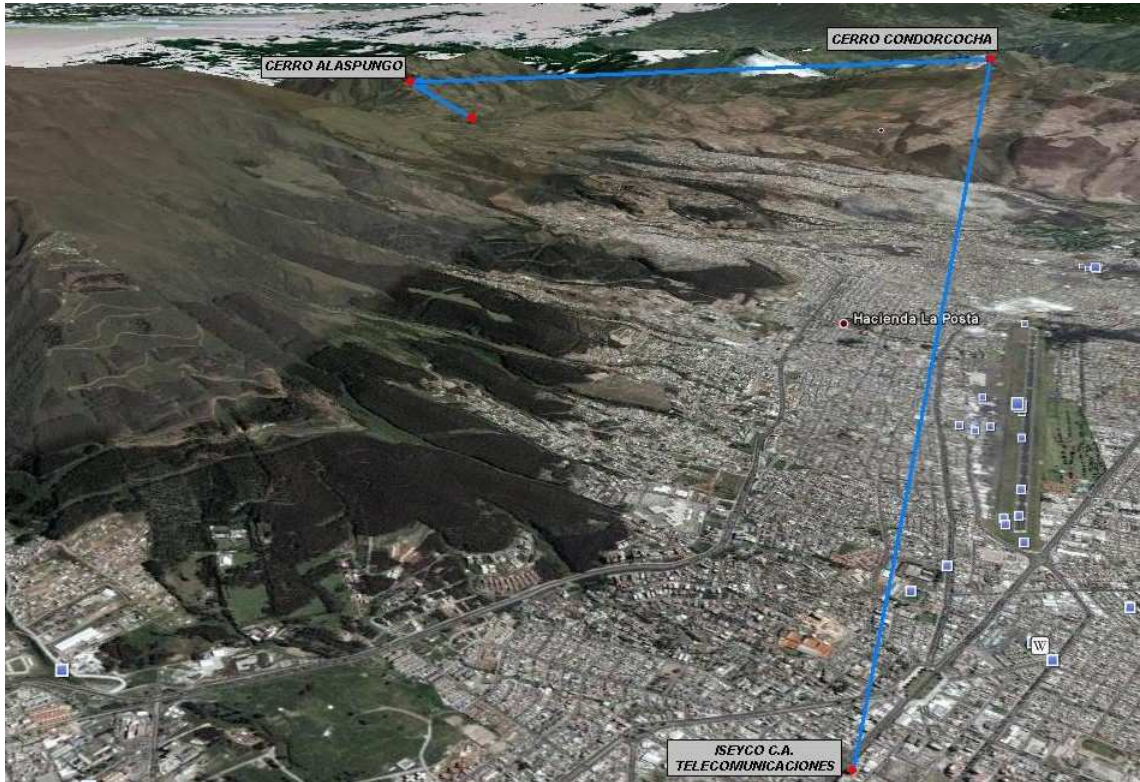


Grafico 4.7 Enlace punto a punto entre Iseyco C.A telecomunicaciones, Cerro Condorcocha, Alaspungoy La Ovejera

4.8 Estudio del Sistema de red inalámbrica WIMAX

El presente proyecto se desarrollo a través de redes MAN inalámbricas las mimas que ofrecen ventajas de conectividad con tecnología WIMAX, para el sistema de red que se ha planteado en la Parroquia San miguel de Nono de la Provincia de Pichincha, como se encuentra representada en la Figura 4.8 sin las limitaciones que puedan presentarse de ubicación o acceso. Existen numerosos escenarios por lo cual este proyecto puede ser de interés, entre los principales citaremos los siguientes:

WIMAX está diseñado para ser un sistema íter operable y transparente entre dispositivos de distintos fabricantes, por lo que un cliente se puede conectar a cualquier red WIMAX independiente del fabricante de su equipo personal. Con esto se reducen los riesgos de implementación

Las aplicaciones de WIMAX pueden satisfacer variadas necesidades de acceso, que no son excluyentes con las tecnologías actuales, por lo que se pueden unir con tecnologías alámbricas para llenar vacíos dentro de la red.

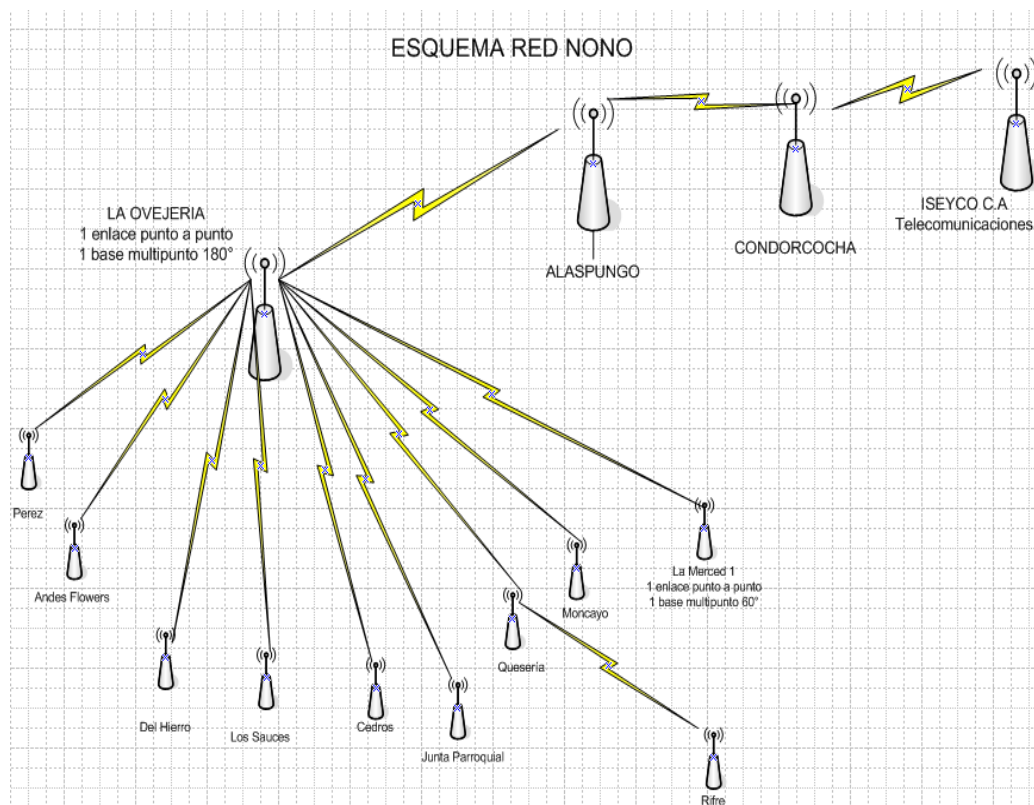


Figura 4.8 Esquema de conexión red WIMAX en la Parroquia San Miguel de Nono

La calidad de servicio que implementa WIMAX es una de las principales ventajas frente a tecnologías similares. Servicios en tiempo real, como telefonía o video, tienen un nivel de calidad garantizada, mientras que aplicaciones que permiten retardo trabajan al mejor esfuerzo posible, con lo que se optimiza la red, y garantiza un servicio de calidad.

Junto con estos 2 puntos se encuentra el mayor ancho de banda, lo que permite transmitir para varios equipos o estaciones conectadas y ejecutando más de un servicio en forma simultánea, como puede ser Telefonía IP, transmisión de video, imágenes, audio, etc.

4.8.1 Infraestructura de red inalámbrica WIMAX

La arquitectura de red a modelar para atender a estos escenarios ya establecidos aparece representada en la figura 4.9. Esta arquitectura se configura en tres niveles jerárquicos: red de acceso, red de distribución y red troncal o backbone. La red de acceso es la encargada de ofrecer el servicio de Voz y Datos a los equipos fijos, establecidos en los beneficiarios, denominados “Nodos C”, siendo los “Nodos B” los equipos de la infraestructura de red que proporcionan la conexión. La red de distribución se encuentra formada por los enlaces existentes entre los nodos B y los equipos del nivel jerárquico superior, designados como “Nodos A”.

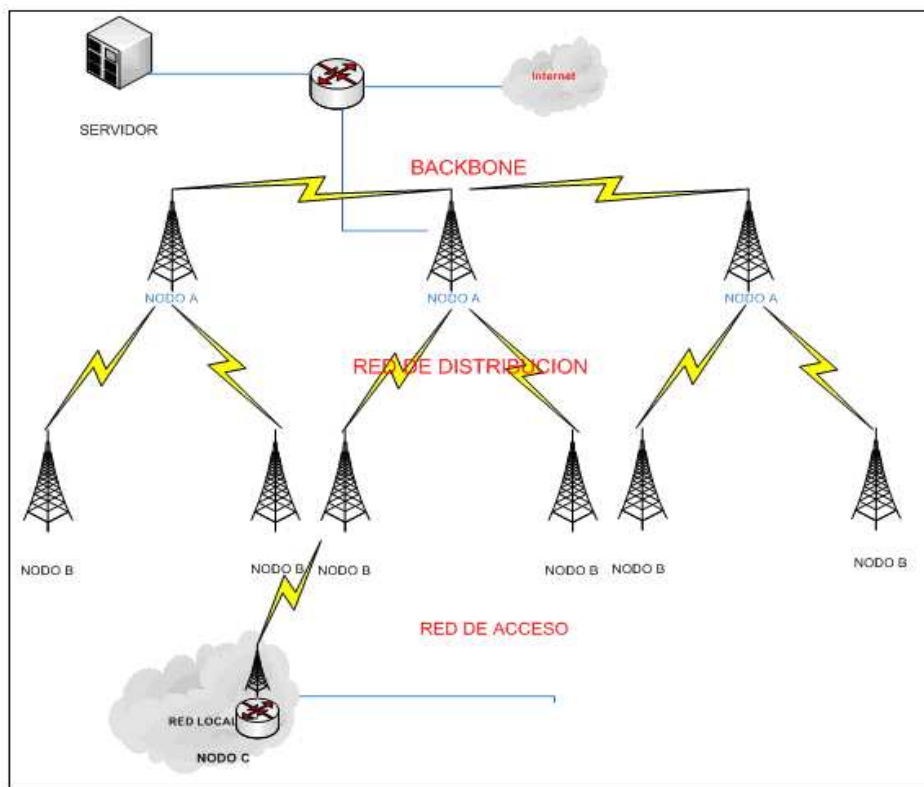


Figura 4.9 Infraestructura de red WIMAX

Por último, el backbone está constituido por las conexiones establecidas entre los nodos A. Cabe mencionar que los nodos C pueden ser tanto equipos finales como equipos intermedios que proporcionen a su vez el acceso a otros

dispositivos a través de tecnologías como Ethernet o Wireless LAN, concentrando de esta forma la complejidad de la tecnología WIMAX y los procedimientos de handoff en un único equipo.

Entrando en un mayor detalle en los elementos que forman la arquitectura de red, los nodos A y B realizan la conmutación de los paquetes a nivel de enlace, es decir, son bridges; mientras que los nodos C son routers o equipos finales de la comunicación.

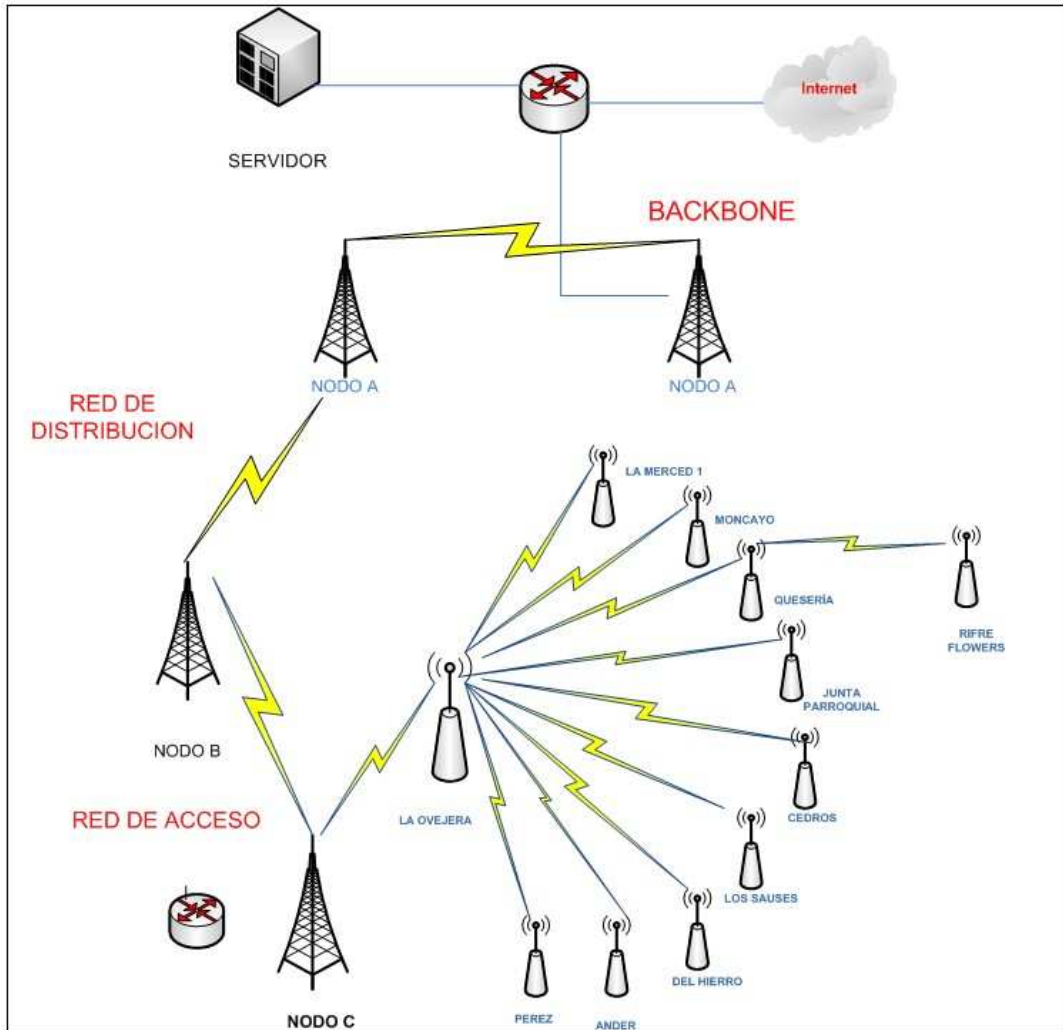
4.8.2 Componentes principales de la red WIMAX

Los principales componentes son las estaciones de base que concentran el tráfico de los usuarios así como los dispositivos CPE instalados en el sitio del usuario final. Las estaciones de base y los CPEs propuestos cumplen con la certificación del Foro WiMAX para operar en la banda de frecuencias de 3.5 GHz, estándar IEEE 802.16 2004 con esquema FDD, canales con anchura de banda de 3.5 MHz, con coberturas tipo NLOS (No Línea de vista) de 8 Km y LOS (línea de vista) de alrededor de 40 Km por celda.

El modo de funcionamiento de la red para la provisión de los servicios se implementa usando VLANs (Redes de área local virtuales), esto es, asignar una Vlan para cada uno de los diferentes servicios ofrecidos. Se escogió este esquema en razón de que por un lado las estaciones de base no disponen de una capacidad grande de enrutamiento y por otro lado, una operación solo en capa 2 (sin vlans) expone a la red más fácilmente a problemas de difusión de paquetes (broadcast) generalizados.

4.8.3 Interconexión de los beneficiarios a la red WIMAX

En la siguiente figura se muestra el esquema de interconexión de los beneficiarios de la Parroquia San Miguel de Nono a la red WIMAX



4.9 Interconexión de los beneficiarios de La Parroquia el Nono

4.8.4 ESTÁNDAR UTILIZADO POR WIMAX

4.8.4.1 Estándar IEEE 802.16 – 2004

La transmisión inalámbrica usa la interfaz del aire, ello conlleva problemas de atenuación y distorsión por múltiples factores, como la vegetación, los edificios, la lluvia. El estándar 802.16 2004 reconoce esto e incluye mecanismos para hacer más robustos los enlaces con línea vista (LOS), línea de vista obstruida o sin línea de vista (NLOS).

El control de acceso al medio (MAC) provee diferentes tipos de QoS (calidad de servicio) dependiendo de las diferentes necesidades. La voz y el video requieren baja latencia, pero tolera una cierta tasa de error. Al contrario con los datos, los cuales no toleran errores, pero la latencia no resulta crítica. El estándar acomoda voz, video y otras transmisiones de datos usando características apropiadas de la capa MAC, ya que es más eficiente que hacerlo en capas superiores.

El estándar soporta la modulación adaptativa, permitiendo así el uso eficiente del ancho de banda, 802.16 soporta ambos sistemas de duplexación, en la frecuencia y en el tiempo (FDD y TDD, respectivamente). FDD (Duplexación por División de Frecuencia) se usa ampliamente en la telefonía celular, este sistema requiere dos canales, uno de transmisión y otro de recepción, con una separación para evitar la interferencia.

TDD (Duplexación por División de Tiempo) proporciona un esquema flexible, donde la transmisión de subida y de bajada es por el mismo canal, ya que, no son simultáneas sino secuenciales. Un sistema TDD puede asignar dinámicamente ancho de banda, de subida y bajada, dependiendo los requisitos del tráfico.

Una de las características más interesantes de la tecnología WIMAX, es la velocidad que posee para la transmisión de datos, ya que puede lograr una velocidad de transmisión de hasta 70 Mbps en un canal que se encuentra operando en el rango de frecuencias de 2 a 11 GHz.

Estas velocidades tan elevadas se consiguen gracias a la utilización de la modulación OFDM (Multiflexación por División de Frecuencia Ortogonal) con 256 subportadoras y OFDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal) con 2048 subportadoras, la cual puede ser implementada según cada operador.

Soporta enlaces punto a punto (Backhauling): alrededor de 20 kilómetros con 70 Mbps que es una distancia considerada en nuestro proyecto y también Enlaces punto multipunto: con enlaces de hasta tres a cinco kilómetros.

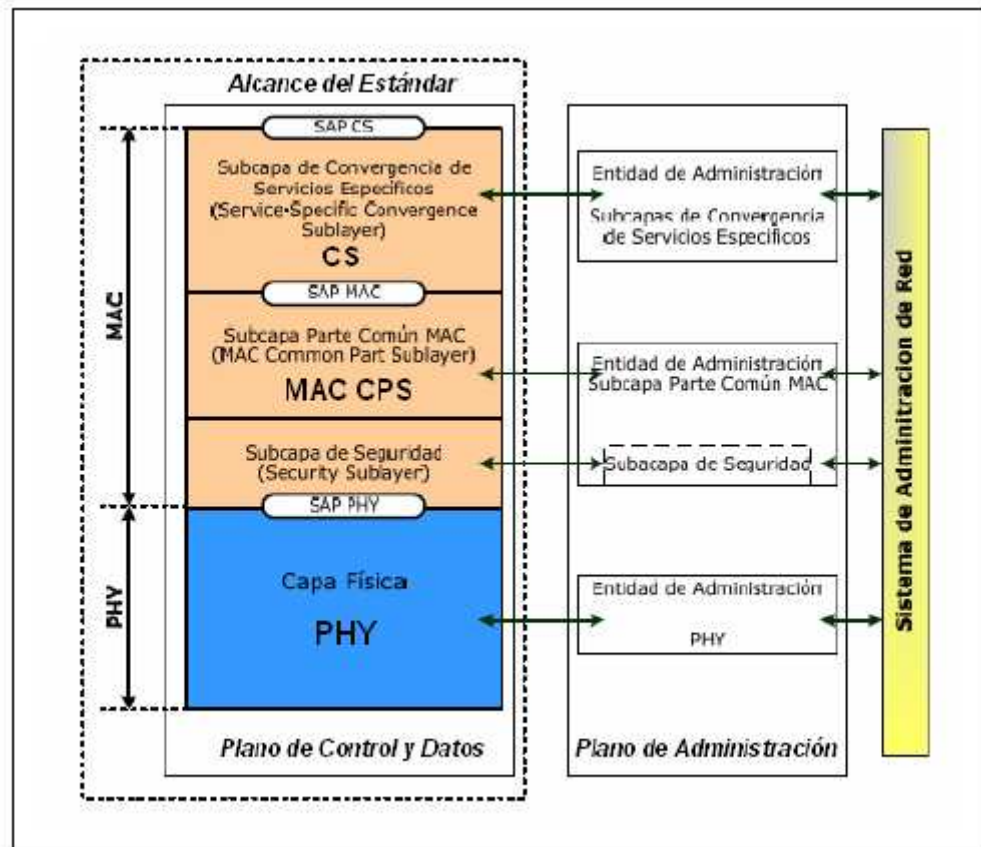


Figura 4.11 Modelo de referencia del estándar IEEE 802.16 2004

Además el estándar IEEE 802.16 - 2004 define las características de las capas PHY & MAC como se puede ver en la figura 4.11.

- Capa PHY: Interfase de radio, frecuencias, FDD, TDD, Frames, Estimación del canal.
- Capa MAC: orientada a conexión, procesamiento de paquetes, calidad de servicio, empaquetamiento, fragmentación, utilización eficiente del medio compartido.

4.8.4.2 Estándar IEEE 802.16 – Phy

El estándar IEEE 802.16-Phy define las tramas, condiciones de modulación y formas de duplexación (TDD/FDD). En PMP las tramas se dividen en la sección de subida y la de Bajada como se ve en la figura 4.12.

En los enlaces, la trama se divide en fragmentos para cada usuario, con accesos por medio de TDM y TDMA, dependiendo de las necesidades de tráfico del usuario.

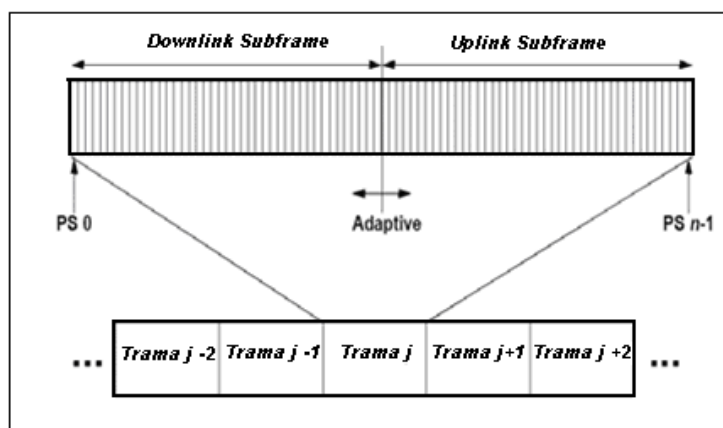


Figura 4.12 Estándar IEEE 802.16 – Phy

En Duplexación por División de Frecuencia FDD, los canales de Subida y Bajada son asignados a diferentes frecuencias. En cambio en Duplexación por División de Tiempo TDD, los canales de subida y bajada son asignados en la misma frecuencia y ocurren en dos intervalos de tiempo diferentes en la misma trama. En la comunicación en ambientes rurales y urbanos con múltiples usuarios, las condiciones del enlace son muy complejas.

4.8.5.3 Estándar 802.16-2004 – MAC

El esquema usual de las aplicaciones WIMAX, es brindar acceso a usuarios con enlaces de alta capacidad, las mismas que requieren prestar servicios de capas inferiores para el correcto funcionamiento del sistema. En nuestro diseño

de red inalámbrica WIMAX se ha definido el modo operación punto multipunto (PMP). En la cual la Estación Base que controla la red estará ubicada en la parroquia San Miguel de Nono específicamente en el beneficiario La Ovejera, donde los demás usuarios se conectan a la Estación Base.

La transmisión desde la Radio Base hacia los beneficiarios se divide en tramas de uplink (enlace o conexión de subida) y downlink (enlace o conexión de bajada) por TDD o FDD. El downlink es dividido para los usuarios. En cambio para el uplink se accede por TDMA/TDM

Las capas superiores requieren un sistema que transporte la información de manera transparente. El modelo OSI agrupa las funciones por capas como se puede ver en la figura 4.13.

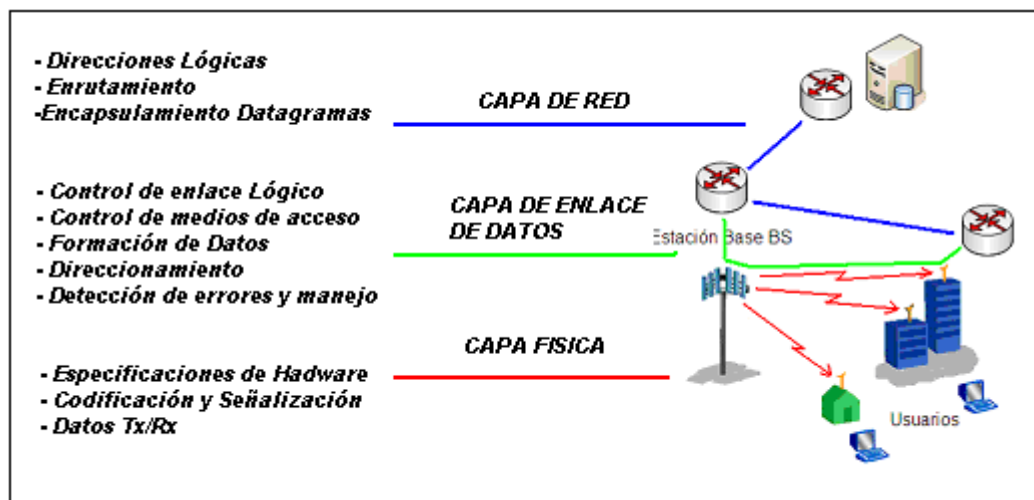


Figura 4.13 Sistema de acceso de usuario PMP por capas

En la transmisión por un medio compartido, es necesario controlar el acceso al medio, repartiéndolo según las necesidades de los usuarios, también debemos encontrar una manera de identificar los terminales y la conexión en un sistema que maneja múltiples usuarios y conexiones. De igual manera puede haber sistemas para detectar la presencia de errores en los datos recibidos. Adicionalmente la Capa de enlace de datos puede haber mecanismos de autenticación y registro de usuarios.

En la radio base que sirve para la conexión de los demás beneficiarios, lógicamente a cada usuario se le asigna colas de transmisión diferente determinando así que cada conexión sea una entidad independiente. Pero físicamente se puede apreciar que comparten un mismo nodo, como se puede apreciar en la figura 4.14

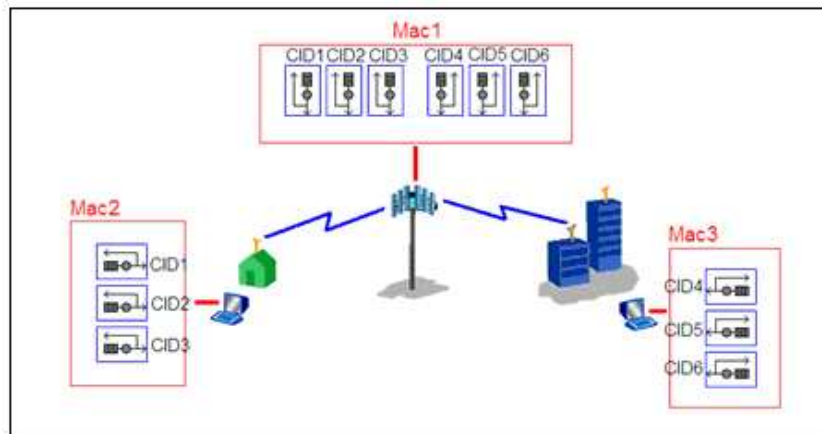


Figura 4.14 Procedimiento de conexión de los usuarios en la radio Base

4.8.4.3 El procedimiento general de operación de la red WIMAX

El procedimiento general de la red WIMAX se detalla a continuación:

1. La estación del beneficiario (Ej. Los Sauces) escucha los datos de la estación base (La Ovejera), encontrando las características de la conexión.
2. La estación del beneficiario (Los Sauces) transmite una "petición de acceso" en la parte de contención apropiada de la trama de uplink.
3. La estación base responde al intento de acceso que puede fallar por colisiones con otras terminales entrando. Se asignan los flujos básico y secundario.

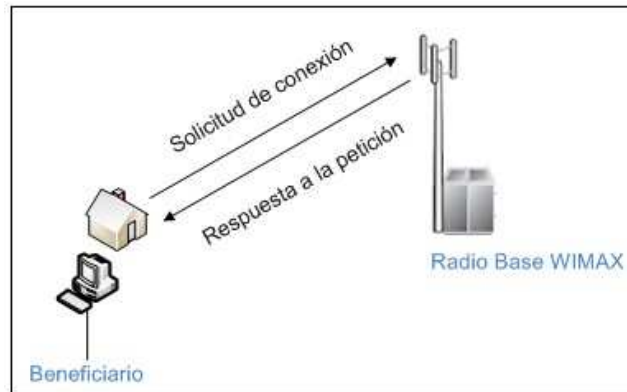


Figura 4.15 Procedimiento general de operación de la red WIMAX

4. La estación del beneficiario se registra y la estación base asigna la conexión secundaria. Posteriormente se realiza el resto de la configuración.
5. El usuario solicita nuevas conexiones de datos en la parte de contención de BW o modificar la asignación de conexiones existentes. Esta petición puede fallar por colisiones.
6. La estación base transmite (Broadcast) cada trama el UL/DLMAP, indicando cuando transmite a las estaciones y cuando pueden ellas transmitir.

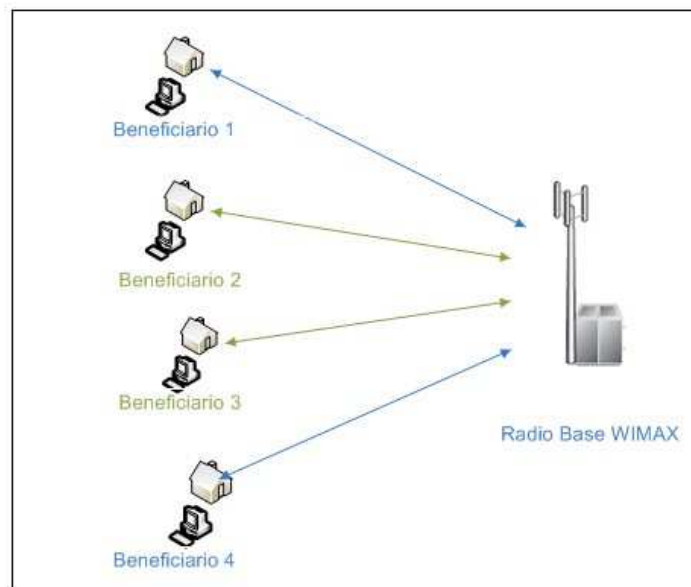


Figura 4.16 Transmisión de la estación Base a cada estación del beneficiario

7. Luego transmite a cada estación y cada estación transmite por turnos (FDD) como se muestra en la figura 4.16

El procedimiento permanece de manera cíclica, haciendo modificaciones a las asignaciones de acuerdo con los requerimientos de los usuarios y la capacidad del flujo de modificar su asignación.

El sistema acepta nuevas conexiones y usuarios de acuerdo con la capacidad del mismo. Cada flujo tiene diferentes parámetros de calidad de servicio.

4.8.4.5 OFDM (Multiplexación por división de frecuencias Ortogonales)

La técnica multiplexación que se utiliza en WIMAX es la tecnología OFDM que permite eliminar la interferencia entre símbolos denominada ISI, y reduce la complejidad de las técnicas adaptativas, lo que se combina con la característica de ortogonalidad de las portadoras. La utilización de las portadoras ortogonales permite por un lado lograr la identificación y el desvanecimiento selectivo y por otro obtener una mayor eficiencia espectral.

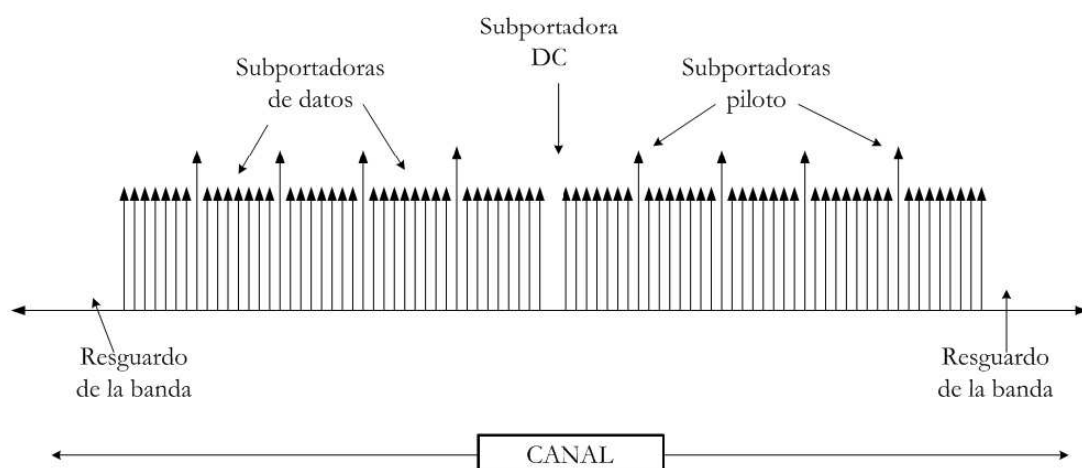


Figura 4.17 Diagrama con las subportadoras de OFDM.

OFDM Cada canal se compone de 128 a 2048 sub-aéreas y pueden ocupar anchos de banda de 1,25 MHz a 20 MHz. Además, cada uno de estos sub-compañías aéreas se puede modular por medio BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-o la modulación QAM, dependiendo de las necesidades físicas de la canal

Lo que se muestra en la Figura 4.17 corresponde a OFDM en el dominio de la frecuencia, en el dominio del tiempo se puede establecer el tiempo de duración de un símbolo OFDM, así como el uso de un prefijo cíclico (CP: *Cyclic Prefix*) que corresponde a la última muestra, T_g , del periodo útil del símbolo (ver Figura 4.18).

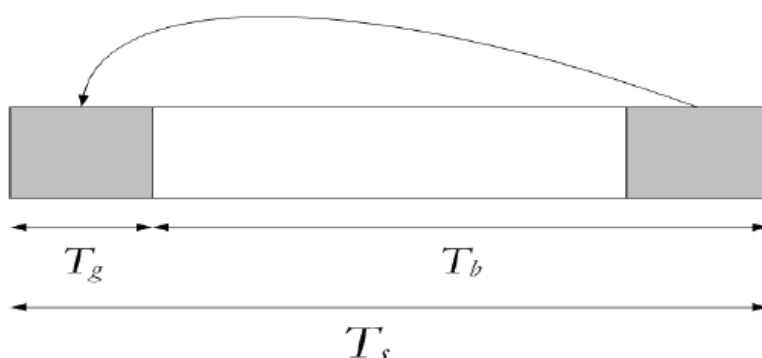


Figura 4.18 Estructura del símbolo OFDM en el dominio del tiempo

Además, WIMAX utiliza cada canal de la subaéreas en tres formas concretas. En primer lugar, los datos subaéreas se utilizan para la transmisión de datos. Segundo. Implementa WIMAX subpiloto de transporte que se utilizan para la estimación del canal y la sincronización. Por último, varios subcarriers designados como sub-null carriers que se utilizan como guardia de bandas. Estos están organizados de acuerdo con al diagrama de la figura 4.17.

El logro de mayores velocidades de transmisión de datos requiere sistemas OFDM para hacer un uso más eficiente del ancho de banda que los sistemas. El número de bits por unidad de hercios se conoce como la eficiencia espectral. Un método para lograr la mayor eficiencia es a través del uso de la modulación de orden superior.

8.5.6 Estructura FDD

Un sistema basado en Duplexación por División de Frecuencia (FDD) requiere dos canales que son separados para minimizar la interferencia, uno para transmisión y otro para recepción. La mayoría de las bandas FDD son asignadas a voz porque la arquitectura bi-direccional de FDD permite manejar la voz con demoras mínimas, FDD está diseñada para tráfico simétrico y no requiere de tiempo de guarda. Sin embargo, FDD tiene componentes adicionales al sistema y esto eleva los costos.

8.5.7 Estructura TDD

Un sistema basado en Duplexación por División de Tiempo (TDD), ofrece un único canal que soporta el tráfico de los enlaces directo e inverso, con un breve intervalo de tiempo usado para separar las transmisiones en cada dirección, esto significa que no puede transmitir y recibir al mismo tiempo. Un sistema TDD puede asignar dinámicamente ancho de banda a la conexión de subida y a la conexión de bajada, según su tráfico. La transferencia asimétrica es apropiada para el tráfico de Internet en el que hay grandes volúmenes de datos en la conexión de bajada o *downlink*.

4.8.4.8 Modulación Adaptativa

Los diferentes órdenes de modulación permiten enviar más bits por símbolo y, por tanto, alcanzar una mayor velocidad de transmisión o throughput y eficiencia espectral. A pesar de ello, utilizar técnicas de modulación como 64-QAM, implica que sea necesaria una mayor relación señal a ruido (SNR) para evitar las interferencias y mantener una tasa de error de bits moderada.

El uso de modulación adaptativa permite que un sistema inalámbrico pueda escoger el orden de modulación en función de las condiciones del canal. Para el caso de WIMAX, a mayor distancia de la estación base menor es el orden de modulación, pasando por las siguientes técnicas: 64QAM, 16QAM, QPSK y BPSK. Así el sistema para trabajar en 64QAM necesita unos 22 dB de relación señal a ruido, para 16QAM son necesarios unos 16 dB y para QPSK 9 dB.

4.8.4.9 CALIDAD DE SERVICIO

La capacidad de voz es extremadamente importante, especialmente en mercados internacionales no cubiertos por servicio. Por esta razón el estándar IEEE 802.16-2004 incluye características de calidad de servicio que permiten servicios incluyendo voz y video que requieren una red de baja latencia.

Las características de garantía requeridas por el controlador de acceso al medio (MAC) del estándar IEEE 802.16-2004, permiten al operador brindar simultáneamente niveles de servicio garantizados para negocios, tanto como niveles de servicio T1, y servicio de alto volumen a hogares, similares a niveles de servicio de cable, todos dentro de la misma área de servicio perteneciente a una estación base. WIMAX soporta cuatro tipos de servicios para el enlace de subida:

Unsolicited Grant Service (UGS)

UGS, soporta servicios que generan una demanda fija de paquetes de tamaño fijo de forma periódica (ej.: VoIP). Permite reducir las tasas de cabeceras, ya que este mecanismo preasigna oportunidades de transmisión a las estaciones. El tamaño de la capacidad de transmisión se negocia en el establecimiento de la conexión y es parte de los acuerdos de servicios. Este tipo de servicios, se utilizará típicamente para proporcionar enlaces E1/T1.

Real-Time Polling Service (rtPS)

Definido para soportar servicios en tiempo real que generen paquetes de diferente tamaño, en forma periódica. (ej.: VoIP, video MPEG, streaming de audio y streaming de video).

Non-Real Time Polling Service (nrtPS)

Soporta servicios que no son de tiempo real y que generan paquetes de longitud variable, pero que necesitan un gran ancho de banda y son más tolerantes a grandes retardos. Este servicio proporciona a las estaciones oportunidades de transmisión de forma aleatoria.

Best Effort Service (BE)

Con este tipo de servicio, no se reserva ancho de banda, ni mucho menos se asigna prioridades. Es por ello que las estaciones entran en contienda para acceder al servicio. Si existen colisiones, éstas se resuelven mediante el algoritmo de backoff. La disponibilidad de estos períodos de contienda está sujeta a la carga de la red y no están garantizados.

Todos estos tipos de servicios soportados por Wi-MAX, requerirán de aumentos o disminuciones en forma dinámica del ancho de banda asignado, exceptuando el UGS el cual tiene una tasa fija de transmisión asignada.

4.8.4.10 Soluciones WIMAX Fijo

El estándar 802.16 -2004 puede entregar soluciones dentro de las que se destaca:

Interconexión de redes (*backhaul*) celulares o Wi-Fi. Actualmente se ocupan en redes celulares líneas dedicadas o enlaces de microondas para su interconexión.

Proporcionar Internet y telefonía a empresas y hogares a través de CPEs exterior o CPEs interiores auto instalables por el usuario (Figura 4.19). Para CPEs interiores (o sin línea vista, NLOS) la solución WIMAX fija es un poco

imitada, debido al tipo de multiplexación OFDM; principalmente enfocado para pymes.

Es comparable en cuanto a capacidad a cable o ADSL. Internet y telefonía a sectores rurales o alejados, debido a su alta capacidad y amplia cobertura es una solución económica para dar acceso a los servicios a los sectores más retirados del país, transformando a WIMAX en una sólida herramienta para disminuir la brecha digital.

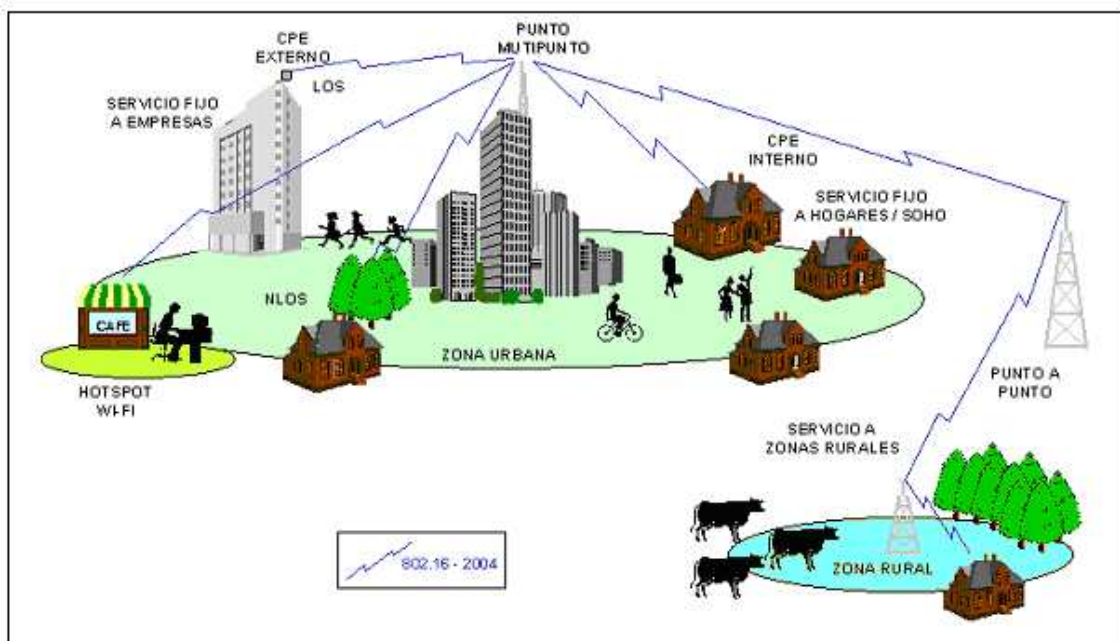


Figura 4.19. Esquema de servicios WIMAX Fijo

4.9 ESTUDIO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN VOZ SOBRE IP A TRAVÉS DE REDES WIMAX

La telefonía sobre IP abre una brecha muy importante dentro del mundo de Internet. Nos permite la posibilidad de comunicarnos dentro de la Parroquia San Miguel de Nono y fuera de la misma, además nos habrá una ventana al desarrollo y a la entrada de nuevos servicios. La razón básica de la

popularidad de VoIP es su costo, que es muy bajo comparando con los servicios de telefonía convencionales.

4.9.1 Como trabaja VoIP

VoIP usa el Protocolo de Internet para la transmisión de voz en forma de paquetes a través de redes IP. El proceso implica la digitalización de voz, el aislamiento de señales no deseadas y luego la compresión de la señal de voz. Después de la compresión la voz es transformado en paquetes para enviar sobre una red de IP, cada paquete necesita una dirección de destino y el número de secuencia y datos para la comprobación de errores. Los protocolos señalados son añadidos en esta etapa para alcanzar estas exigencias con otras exigencias de dirección de llamada. Cuando un paquete de voz llega al destino, en número de secuencia permite a los paquetes ordenarse en un determinado lugar y luego los algoritmos de descompresión son aplicados para recuperar los datos de los paquetes.

4.9.2 Protocolo utilizado en Voz IP

Existen varios protocolos comúnmente usados para VOIP, estos protocolos definen la manera en que por ejemplo los Códecs se conectan entre si y hacia otras redes usando VoIP. Estos también incluyen especificaciones para Códecs de audio. Entre los más conocidos tenemos los siguientes:

- SIP: Protocolo definido por la IETF.
- H.323: Protocolo diseñado por la ITU-T.
- MEGACO: Protocolo conocido como H.248.

4.9.2.1 Protocolo SIP

SIP (Protocolo de Iniciación de Sesión), es un protocolo de señalización definido que permite el establecimiento, la liberación y la modificación de

sesiones multimedia (RFC3261). Este protocolo hereda ciertas funcionalidades de los protocolos “Hyper Text Transport Protocol” o “http”, utilizados para navegar sobre el WEB y “Simple Mail Transport Protocol” o “SMTP”, utilizados para transmitir mensajes electrónicos (e-mails). SIP se apoya sobre un modelo transaccional cliente / servidor como http. El direccionamiento utiliza el concepto “Uniform Resource Locator” o “URL SIP” parecido a una dirección E-mail. Cada participante en una red SIP es entonces alcanzable vía una dirección, por medio de una URL SIP. Por otra parte, los requerimientos SIP, son satisfechos por respuestas identificadas por un código digital. De hecho, la mayor parte de los códigos de respuesta SIP han sido tomados del protocolo http. Un requerimiento SIP esta constituido de “headers” o encabezamientos, al igual que un mando SMTP. Por fin, SIP, al igual de SMPT es un protocolo textual.

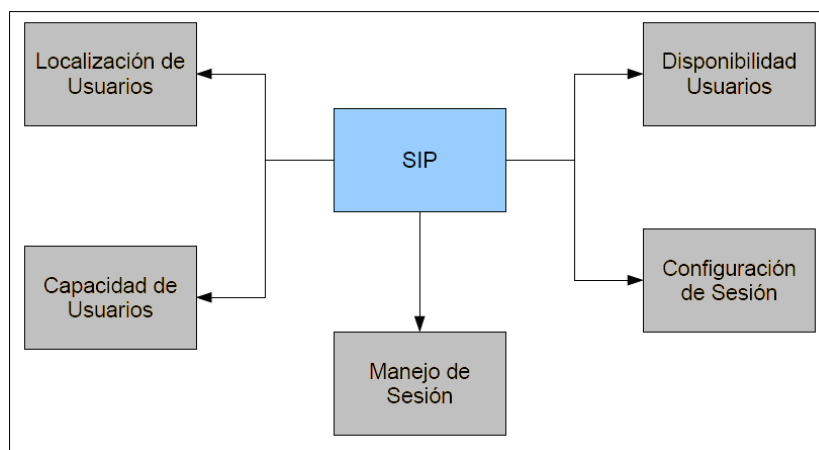


Figura 4.20 Funcionalidad del SIP

SIP ha sido extendido con el fin de soportar numerosos servicios tales como la presencia, de mensajería instantánea (similar al servicio SMS en las redes móviles), la transferencia de llamada, la conferencia, los servicios complementarios de telefonía, etc...

El protocolo SIP es solo un protocolo de señalización. Una vez la sesión establecida, los participantes de la sesión intercambian directamente su tráfico audio / video a través del protocolo “Real-Time Transport Protocol” o RTP. Por

otra parte, SIP no es un protocolo de reservación de recursos, y en consecuencia, no puede asegurar la calidad de servicio. Se trata de un protocolo de control de llamada y no de control del medio. Ver Figura 4.20 funcionalidad del SIP

4.9.2.2 Entidades del SIP

SIP define dos tipos de entidades: los clientes y los servidores. De manera mas precisa, las entidades definidas por SIP son como se muestra en la (figura 4.21):

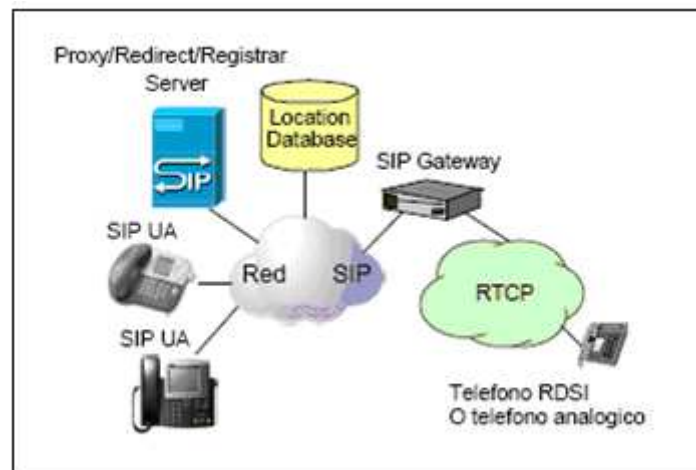


Figura 4.21 Entidades de una red SIP

- El **Servidor Proxy** (Proxy Server): el recibe solicitudes de clientes que el mismo trata o encamina hacia otros servidores después de haber eventualmente, realizado ciertas modificaciones sobre estas solicitudes.
- El **Servidor de Redireccionamiento** (Redirect Server): se trata de un servidor quien acepta solicitudes SIP, traduce la dirección SIP de destino en una o varias direcciones de red y las devuelve al cliente. De manera contraria al Proxy Server, el Redirect Server no encamina las solicitudes SIP. En el caso de la devolución de una llamada, el Proxy Server tiene la capacidad de traducir el numero del destinatario en el mensaje SIP recibido, en un numero de reenvío de llamada y encaminar la llamada a

este nuevo destino, y eso de manera transparente para el cliente de origen; para el mismo servicio, el Redirect Server devuelve el nuevo numero (numero de reenvió) al cliente de origen quien se encarga de establecer una llamada hacia este nuevo destino.

- El **Agente Usuario** (User Agent) o “UA”: se trata de una aplicación sobre un equipo de usuario que emite y recibe solicitudes SIP.
- El **Registrador** (Registrar): se trata de un servidor quien acepta las solicitudes SIP REGISTER. SIP, dispone de la función de registro de los usuarios. El usuario indica por un mensaje REGISTER emitido al Registrar, la dirección donde es localizable (dirección IP). El “Registrar” actualiza entonces una base de dato de localización. El registrador es una función asociada a un Proxy Server o a un Redirect Server. Un mismo usuario puede registrarse sobre distintas UAs SIP, en este caso, la llamada le será entregada sobre el conjunto de estas UAs.

4.9.2.3 Protocolo H 323

El estándar H.323 es una recomendación de la ITU, que proporciona la base para la transmisión de voz, datos y vídeo sobre redes no orientadas a conexión y que no ofrecen un grado de calidad del servicio, como son las basadas en IP, incluida Internet, de manera tal que las aplicaciones y productos conforme a ella puedan interoperar, permitiendo la comunicación entre los usuarios sin necesidad de que éstos se preocupen por la compatibilidad de sus sistemas. El estándar contempla el control de la llamada, gestión de la información y ancho de banda para una comunicación punto a punto y multipunto dentro de la LAN

4.9.2.4 Softswitch

La nueva innovación en la conmutación - Softswitch es mucho menos cara tanto en términos de compra como mantenimiento comparando con los interruptores convencionales usados en redes de PSTN. La interoperabilidad es principalmente la ventaja de filo más grande que el proveedor de servicio sale de la utilización de un Softswitch.

El mismo que es un realce sobre la tecnología de portero existente que apoyó la H 323, ya que la H 323 sólo fue restringida al LAN las actividades y las capacidades del portero fueron restringidas a unas entradas que fueron manejadas por un solo portero . Como las redes cada vez fueron más grandes, había una necesidad de soluciones más eficientes para manejar todos estos servicios, que fueron contestados por el softswitch.

El softswitch coordina el control de llamada, la señalización, y otros rasgos que permiten la fabricación de una llamada a través de redes posibles. Esto proporciona todo el control de llamada esencial y funciones de lógica de servicio, el encaminamiento(envío) de coordenadas de mensajes señalados entre redes, esto también proporciona todas las funciones administrativas como la facturación de la estadística y el suministro de otros servicios de valor añadido a los usuarios. Varios componentes del Softswitch son descritos y mostrado en la Figura 4.22.

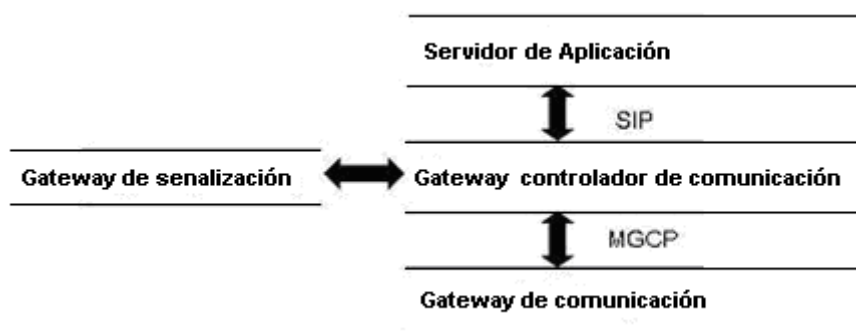


Figura 4.22 Componentes del Softswitch

4.9.2.5 Calidad de voz

Hay muchos métodos para medir la calidad de una llamada de VoIP, pero en general existen dos grandes grupos, de forma intrusiva o con tráfico real.

4.9.2.5.1 Intrusiva: no en tiempo real, equipos en dos extremos

Estos métodos utilizan el envío de una señal conocida a través de la red, la captan en el otro extremo, y la comparan con la señal enviada. Se estudia la degradación de la señal recibida comparada con la original, debido a la dificultad de analizar dos señales, los equipos que utilizan este método tienen una complejidad elevada y no pueden realizar el análisis en tiempo real de la red en todo momento. Los algoritmos más utilizados para esta comparación son:

PSQM, Perceptual Speech Quality Measurement, está diseñado para evitar la naturaleza subjetiva del Mean Opinion Score (MOS) y el proceso que resulta necesario para MOS, esfuerzo y recursos para conseguir reunir un gran número de personas en una habitación y que escuchen innumerables llamadas de VoIP. Las medidas PSQM se realizan transmitiendo una señal conocida, analizándola después del CODEC en el otro extremo, se graba, se compara con la original y, de este modo, se obtiene un valor PSQM. Sin embargo, estas medidas fueron diseñadas para analizar sólo los efectos de la compresión/descompresión de las funciones del CODEC. Es decir, PSQM no tiene capacidad de analizar los efectos causados por el trayecto a través de la red, como pueden ser la pérdida o el jitter de paquete.

PESQ y **PAMS**, fueron diseñados para aumentar el rango que cubría las medidas PSQM, incluir distorsión, filtrado y otras desigualdades del canal. Pero tampoco analizan todos los factores.

4.9.2.5.2 Pasivo: Tiempo real, analizador en un solo extremo

Estos métodos analizan la calidad de la voz de forma pasiva sin interferir en las llamadas existentes, y sin necesidad de señal de referencia.

E-Model (valor R), se proporciona un solo valor llamado R que se deriva de las características de la red, como el retardo y otros valores. Originalmente el E-Model fue ideado para el diseño y la planificación de la red. El éxito de este análisis es el de proporcionar el valor MOS sin tener que utilizar a toda la gente necesaria para el experimento estadístico, y aportar el valor de una forma exacta. El valor de R varía entre 0 (muy poca calidad) a 100 (muy alta calidad). Cualquier valor por encima de 50 es aceptable.

MOS, (Mean Opinion Score) asigna un valor a la calidad de la llamada en toda la red. La medida tiene en cuenta tanto al CODEC como los efectos de la red. Las marcaciones MOS tienen valores desde 1 (mala) a 5 (excelente). El valor de MOS real ha sido determinado en un ejercicio estadístico, un gran número de personas escuchando la misma llamada y valorándola de 1 a 5.

4.9.3 Descripción De Los Parámetros De Radio Enlace

La propagación de ondas electromagnéticas por el espacio libre son conocidas como *propagación de radiofrecuencia* (RF), o simplemente *radio propagación*. Aunque el espacio libre implica al vacío, con frecuencia la propagación por la atmósfera terrestre se llama propagación por el espacio libre, la diferencia principal es que la atmósfera de la Tierra introduce pérdidas de la señal que no se encuentran en el vacío.

4.9.3.1 Atenuación Y Absorción De Ondas

El espacio libre es el vacío, por lo que no hay pérdida de energía al propagarse por el sin embargo, cuando las ondas se propagan por el espacio vacío, se dispersan y resulta una reducción de la densidad de potencia. A esto se le llama *atenuación*, y se presenta tanto en el espacio libre como en la atmósfera terrestre.

Ya que la atmósfera terrestre no es un vacío, contiene partículas que pueden absorber energía electromagnética. A este tipo de reducción de potencia se la llama *pérdida por absorción*, y no se presenta en ondas que viajan fuera de nuestra atmósfera.

4.9.3.2 Propiedades Ópticas De Las Ondas De Radio

En la atmósfera terrestre, la propagación de onda y rayos puede diferir de comportamiento en el espacio libre, debido a efectos ópticos, como *refracción*, *reflexión*, *difracción* e *interferencia*.

La **refracción** electromagnética es la dirección de un rayo al pasar en dirección oblicua de un medio a otro con distinta velocidad de propagación.

La **reflexión** electromagnética se presenta cuando una onda incidente choca con una frontera entre dos medios, y algo o toda la potencia incidente no entra al segundo material; las ondas que no penetran al segundo medio se reflejan.

Se define a la **difracción** como la modulación de la energía dentro de un frente de onda. La difracción es el fenómeno que permite que las ondas luminosas o de radio se propaguen en torno a esquinas.

La **interferencia** de ondas de radio se produce siempre que se combinan dos o más ondas electromagnéticas de tal manera que se degrada el funcionamiento del sistema.

4.9.3.3 Propagación De Las Ondas Electromagnéticas

Las ondas electromagnéticas de radio que viajan dentro de la atmósfera terrestre se llaman *ondas terrestres*, y las comunicaciones entre dos o mas puntos de la Tierra se llaman *radiocomunicaciones terrestres*. Las ondas terrestres se ven influenciadas por la atmósfera y por la Tierra misma.

La curvatura de la Tierra presenta un horizonte en la propagación de las ondas espaciales, que se suele llamar el *horizonte de radio*. A causa de la refracción atmosférica, el horizonte de radio esta mas allá del *horizonte óptico* para la *atmósfera estándar* común.

La Figura 4.23 muestra el efecto de la altura de la antena sobre el horizonte de radio.

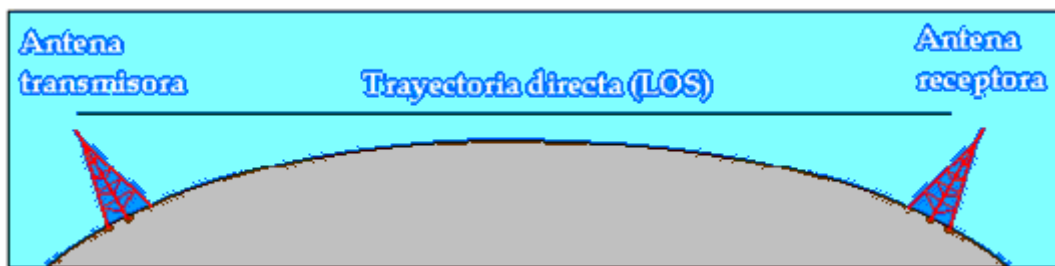


Figura 4.23 Ondas espaciales y horizonte de radio

4.9.3.4 Zonas De Fresnel

En comunicaciones por radio o inalámbricas, la *zona de Fresnel* es una zona de despeje adicional que hay que tener en consideración además de haber una visibilidad directa entre las dos antenas. Esto es debido a que toda la primera zona contribuye a la propagación de la onda.

Este factor deriva de la teoría de ondas electromagnéticas respecto de la expansión de las mismas al viajar en el espacio libre. Esta expansión resulta en reflexiones y cambios de fase al pasar sobre un obstáculo. El resultado es un

aumento o disminución en el nivel de intensidad de señal recibido. Debiendo considerar la curvatura de la Tierra (K), que generalmente puede tomar valores de $K=2/3$ (peor caso) y $K=4/3$ (caso optimo).

Se debe determinar la primera zona de Fresnel, para mantenerla libre de obstrucciones, La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el 20%. Para el caso de radiocomunicaciones depende del valor de K (curvatura de la Tierra) considerando que para un $K=4/3$ la primera zona de Fresnel debe estar despejada al 100% mientras que para un estudio con $K=2/3$ se debe tener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel.

Para establecer las zonas de Fresnel, primero debemos determinar la línea de vista de RF (RF LOS), que en términos simples es una línea recta entre la antena transmisora y la receptora. Ahora la zona que rodea el RF LOS es la zona de Fresnel. La formula general de cálculo de las zonas de Fresnel es:

$$r_{Fn} = 547.723 \sqrt{\frac{nd_1d_2}{fd}} \quad \text{Ecuación 4.1}$$

Donde:

r_{Fn} = Radio de la enésima zona de Fresnel.

d_1 = Distancia desde el transmisor al objeto (Km).

d_2 = Distancia desde el objeto al receptor (Km).

d = Distancia total del enlace (Km).

f = Frecuencia (MHz).

4.9.3.5 Margen de despeje sobre un obstáculo

Cuando el rayo pasa cerca de un obstáculo o es interceptado por este, experimenta una perdida debida a la difracción. Se denomina *despeje* a la

distancia h_{des} entre el rayo y el obstáculo y se lo puede calcular mediante la ecuación 3.2.

$$h_{des} = h_1 + \frac{d1}{d}(h_2 - h_1) - \left(H + \frac{d1d2}{2Ka} \right) (m) \quad \text{Ecuación 4.2}$$

Donde:

h_{des} = Despeje sobre un obstáculo (m).

H = Altura del obstáculo (m).

$h1$ = Altura del punto de transmisión (m).

$h2$ = Altura del punto de recepción (m).

$d1$ = Distancia desde el punto de transmisión al punto de cálculo (Km).

$d2$ = Distancia desde el punto de calculo al punto de recepción (Km).

d = Distancia total del trayecto (Km).

K = Coeficiente del radio efectivo de la Tierra, este valor es igual a 4/3.

a = Radio de la Tierra igual a 6.37 Km.

Los cálculos del margen de despeje se los realiza en el punto mas critico; es decir, donde pueda existir obstrucción (punto de mayor altitud a lo largo de todo el trayecto).

En la práctica, basta con que el margen de despeje sobre el obstáculo (h_{des}) sea mayor al radio de la primera zona de Fresnel ($rF1$) en el mismo punto, con lo cual se asegura que no exista obstrucción. Lo mencionado se puede expresar de la siguiente manera: si $h_{des} > rF1 \rightarrow$ no existe obstrucción.

4.9.3.6 Pérdidas en trayectoria por el espacio libre (A0)

La atenuación por el espacio libre, también denominada pérdida básica de transmisión en el espacio libre (Lbf o A0), se calcula en función de la distancia

y la frecuencia; cuando se trata de un enlace punto a punto, se calcula de la siguiente manera:

$$A_o = 92.4 + 20 \log f + 20 \log d \text{ (dB)} \quad \text{Ecuación 4.3}$$

Donde:

f = Frecuencia (GHz).

d = Distancia (Km).

4.9.3.7 Potencia de Recepción (PRx)

La potencia de recepción o valor del sistema (PRx) se determina como la diferencia entre la potencia del transmisor y las atenuaciones (alimentador, guía de onda o cable coaxial y espacio libre) y las ganancias de antena (en la dirección de máxima directividad), la PRx se puede calcular con la Ecuación.

$$P_{Rx} = P_{Tx} - A_{BTx} - A_{WGTx} + G_{Tx} - A_0 + G_{Rx} - A_{WGRx} - A_{BRx} \text{ (dBm)}$$

Ecuación 4.4

4.9.3.8 Potencia Umbral (PU)

La potencia umbral representa el valor de potencia recibida por el receptor que asegura una tasa de error BER de 10⁻³ y 10⁻⁶. El umbral de recepción generalmente es un dato del equipo.

4.9.3.9 Margen respecto al umbral (MU)

Es el valor obtenido de la diferencia entre la potencia de recepción y la potencia umbral del receptor y se calcula aplicando la Ecuación 3.5.

$$M_U \text{ (dB)} = P_{Rx} \text{ (dBm)} - P_U \text{ (dBm)} \quad \text{Ecuación 3.5}$$

En primera instancia se puede decir que $PR_x > PU$ para que funcione un radio enlace, esta es una condición necesaria pero no suficiente debido a que no garantiza que el valor de MU sea capaz de cubrir el desvanecimiento.

4.9.3.10 Margen de desvanecimiento (FM)

Al propagarse una onda electromagnética por la atmósfera terrestre, la señal puede tener pérdidas intermitentes de intensidad, además de la pérdida normal en la trayectoria. Esas pérdidas se pueden atribuir a diversos fenómenos, que incluyen efectos de corto y largo plazo. Esta variación en la pérdida de la señal se llama *desvanecimiento* y se puede atribuir a perturbaciones meteorológicas como lluvia, nieve, granizo, etc.; a trayectorias múltiples de transmisión y a una superficie terrestre irregular. Para tener en cuenta el desvanecimiento temporal, se agrega una pérdida adicional de transmisión a la pérdida en trayectoria normal. A esta pérdida se le llama *margen de desvanecimiento*.

El margen de desvanecimiento es un factor que se incluye en la ecuación de ganancia del sistema para considerar las características no ideales y menos predecibles de la propagación de las ondas de radio, como por ejemplo la *propagación por trayectorias múltiples* y la *sensibilidad del terreno*. El margen de desvanecimiento también tiene en cuenta los objetivos de confiabilidad del sistema. El margen de desvanecimiento (FM) se puede calcular con la siguiente fórmula.

$$FM = 30 \log d + 10 \log(6ABf) - 10 \log(1 - R) - 70 \quad \text{Ecuación 4.6}$$

<i>Efecto de trayectoria múltiple</i>	<i>Sensibilidad del terreno</i>	<i>Objetivos de confiabilidad</i>	<i>Constante</i>
---	-------------------------------------	---------------------------------------	------------------

Donde:

d = Distancia del trayecto (Km).

f = Frecuencia del enlace (GHz).

R = Confiabilidad en tanto por uno (99.99% = 0.9999 de confiabilidad)

$1 - R$ = Objetivo de confiabilidad para una ruta de 400 Km en un sentido.

A = Factor de rugosidad del terreno.

= 4 sobre agua o sobre un terreno muy liso.

= 1 sobre un terreno promedio con alguna rugosidad.

= $\frac{1}{4}$ sobre un terreno muy rugoso y montañoso.

B = Factor para convertir la peor probabilidad mensual en una anual.

= 1 para pasar una disponibilidad anual a la peor base mensual.

= $\frac{1}{2}$ para áreas calientes y húmedas.

= $\frac{1}{4}$ para áreas continentales promedio.

= $\frac{1}{8}$ para áreas muy secas o montañosas.

El objetivo de calidad se define como la confiabilidad del sistema y es el porcentaje de tiempo que un enlace no se interrumpe por consecuencia del desvanecimiento. Para que el sistema diseñado cumpla el objetivo de calidad, se requiere que cumpla con la siguiente condición:

$$h_{des} > rF,$$

4.10. Características de los equipos de transmisión y VoIP

4.10.1 Equipos WIMAX

De acuerdo al análisis realizado anteriormente los equipos deberán cumplir con los parámetros que se requiere para el diseño propuesto, y obtener el mejor rendimiento en el enlace para cada uno de los beneficiarios. Los equipos seleccionados deberán cumplir con requerimientos mínimos como son: costos, fiabilidad, convergencia, calidad de servicios, y seguridades.

En el presente estudio se ha considerado distancias de 1 Km a 20 Km de los enlaces propuestos y una de las mejores soluciones se ha encontrado en la tecnología WIMAX, que cumple con estas características además es una tecnología que permite aplicaciones en tiempo real, y puede soportar voz, datos, video conferencias, telemedicina, VoIP etc. por su gran ancho de banda.

Los elementos de red que conforman esta novedosa tecnología son:

- Estación base
- CPE
- Antenas

4.10.2 Equipos AIRSPAN

Airspan está enfocado en proporcionar acceso inalámbrico que iguale y supere el desempeño y la funcionalidad de las alternativas de acceso de banda ancha alámbrico con una solución adecuada para los mercados residencial, de la pequeña y mediana empresa (PyME) y con aplicaciones para redes de acceso troncal de banda ancha. Esto significa sistemas de acceso basados en estándares (IEEE, WiMAX) operando con Línea de vista o sin línea de vista y gestión de calidad de servicio (QoS) de extremo a extremo en topologías punto multipunto.

Estación base AIRSPAN

Una estación Base es un transmisor/receptor de radio que sirve como enlace de la red de área local inalámbrica. También puede servir como pasarela entre las redes inalámbrica y fija.



Figura 4.24 Antena sectorial de una radio base AIRSPA

Características de los equipos AIRSPAN

MICRO CELLS BASE STATIONS			
		MicroMAX	HiperMAX-micro
RF Interface	Physical Layer	OFDM (future release supports SOFDMA)	OFDM (SDR software upgradable to SOFDMA)
	Frequency Bands	3.3-3.8GHz, 5.8GHz + subsequent additional WiMax bands	3.3-3.8GHz, 2.3-2.4GHz, 2.5-2.7GHz, 4.9-5.0GHz
	Channel Size	1.75MHz, 3.5MHz, 5 MHz, 10MHz	1.75MHz, 3.5MHz, 5MHz, 10 MHz
	FFT	256 (future release supports 512 and 1024)	256 (SDR software upgradable 512 and 1024)
	Duplex Method	FDD + TDD	FDD + TDD
	Sector Angle	60 + others with external antenna	60, 90, 120, 180, omni
	Modulations Supported	64QAM , 16QAM, QPSK, BPSK	64QAM , 16QAM, QPSK, BPSK
	WiMax Profiles Supported	Fixed WiMax (future release supports Mobile WiMax)	Fixed WiMax (SW upgradeable to Mobile WiMax)
	Nomadic Support	Yes	Yes
	Mobility Support	Future Release supports Mobile WiMax with mobility	With SW upgrade to Mobile WiMax

RF INTERFACE	STANDARDS COMPLIANCE	IEEE 802.16-2004 (FUTURE RELEASE TO SUPPORT 802.16E)	IEEE 802.16E-2005
	Tx Power (see note 1)⁴¹	+28dBm	Up to +40dBm per antenna element
	Rx Sensitivity (see note 2)⁴²	-115dBm (1/16), -103dBm (1/1)	-115dBm (1/16), -103dBm (1/1)
	AAS & Diversity Gains (Downlink / Uplink)	Up to 5dB / 5dB with dual BSRs	Up to 5dB / 5dB
IP Options / Features	Bridging Mode	802.1D self-learning bridge	802.1D self-learning bridge for Fixed WiMax
	IPv	IPv4 + IPv6	IPv4 + IPv6
User / Network Interface Options	User / Network Interface	100bT/1000bT Ethernet	100bT/1000bT Ethernet
Powering & Interconnect	Supply Voltage	-48V DC nominal, 90-265V AC	90-265V AC,
	Indoor / Outdoor Interconnect	CAT5 Ethernet Cable	All Outdoor Solution

Tabla 4.1 Características de Radio Base AIRSPAN

CPE AIRSPAN

CPE Son unidades terminales asociadas a equipamientos de telecomunicaciones, localizadas en el lado del suscriptor y que se encuentran conectadas con el canal de comunicaciones del proveedor o portador de información, sean estos datos, voz o video.

		INDOOR CPE	OUTDOOR CPE	MOBILE USB DEVICE
		EasyST	ProST	16eUSB
RF Interface	Physical Layer	OFDM	OFDM	SOFDMA
	Frequency Bands	3.3-3.8GHz, 4.9-5.0GHz, 2.3-2.4GHz + subsequent additional WiMax bands	3.3-3.8GHz, 5.2-5.8GHz, 4.9-5.0GHz, 2.3-2.4GHz + subsequent additional WiMax bands	2.3-2.4GHz, 2.5-2.7GHz, 3.3-3.7GHz, 4.9-5.4GHz
	Channel Size	1.75MHz, 3.5MHz, 5MHz, 10MHz	1.75MHz, 3.5MHz, 5MHz, 10MHz	3.5/5/7/8.75/10MHz SW configurable
	FFT	256	256	512/1024
	Duplex Method	HFDD + TDD	HFDD + TDD	TDD
	Sector Angle	N/A	N/A	N/A
	Modulations Supported	64QAM, 16QAM, QPSK, BPSK	64QAM, 16QAM, QPSK, BPSK	64QAM, 16QAM, QPSK, BPSK
	WiMax Profiles Supported	Fixed WIMAX	Fixed WIMAX	Mobile WiMax
	Standards Compliance	IEEE 802.16e-2005	IEEE 802.16e-2005	IEEE 802.16e-2005

	TX POWER (SEE NOTE 1)	+24DBM	+23DBM	+20DBM
	Rx Sensitivity (see note 2)	-103dBm	-103dBm	-95dBm
	AAS & Diversity Gains (Downlink / Uplink)	Up to 2dB/2dB	Up to 2dB/2dB	Up to 5dB
User / Network Interface Options	User / Network Interface	10/100bT Ethernet, 802.11g WiFi, POTs with integrated RGW	10/100bT Ethernet, 802.11g WiFi, POTs with integrated RGW, E1, T1	USB
Powering & Interconnect	Supply Voltage	90-264V AC, 6VDC	-48V DC nominal, 90-264V AC	USB
	Indoor / Outdoor Interconnect	All Indoor Solution	CAT5 Ethernet Cable	N/A
Environmenta	Outdoor Equipment	N/A	ETS 300 019-1-4 Class 4.1	N/A
	Indoor Equipment	ETS 300 019-1-3 Class 3.1	ETS 300 019-1-3 Class 3.1	ETS 300 019-1-3 Class 3.1
IP Options / Features	Bridging Mode	802.1D self-learning bridge	802.1D self-learning bridge	802.1D self-learning bridge
	IPv	IPv4 + IPv6	IPv4 + IPv6	IPv4 + IPv6

Tabla: 4.2 Características CPE's Marca AIRSPAN

ANTENAS AIRSPAN

Una antena es un dispositivo capaz de emitir o recibir ondas de radio. El tamaño de las antenas está relacionado con la longitud de onda de la señal de radiofrecuencia transmitida o recibida, debiendo ser, en general, un múltiplo o submúltiplo de esa longitud de onda.



Figura 4.25 Antena Plana WIMAX AIRSPAN

Características técnicas de las antenas

Electrical	Ganancia	29dBi	32 dBi
	Frecuencia	5.150 a 5.850 GHz	5.150 a 5.850 GHz
	Pérdida de Retorno Input (S11)	-14dB	-14dB
	VSWR	1.5:1	1.5:1
	Front /Back ratio	25 dB	38dB
	Max. Potencia de Entrada	100 Watts	100 Watts
	3dB Angulo de Rayo	6°	4°
	Cross pole	-32dB	-34dB
	Lóbulo Lateral	-28dB	-30dB
	Amplitud de Rayo Vertical	11°	6°
	Impedancia	50 ohms	50 ohms
	Conector	Tipo N (Hembra)	Tipo N (Hembra)
	Polarización	Horizontal o Vertical	Horizontal o Vertical
Mecánicas	Dimensiones (diámetro)	25.5" Pulg. (648 mm)	35.4" Pulg. (900 mm)
	Wind loading	125 mph	125 mph
	Peso	11 Lbs. (5 kg)	22 Lbs. (10 kg)
	Diámetro de mástil (OD)	1.5 a 3.0 Pulg. (38 a 76 mm)	1.5 a 3.0 Pulg. (38 a 76 mm)
	Temperatura de Operación	-40 a +70° C	-40 a +70° C

Tabla 4.3 Características de antenas WIMAX AIRSPAN

4.10.3 Teléfono Ip GXP-2000

Características Principales

El teléfono IP Grandstream GXP-2000 es un teléfono de última generación basado en el estándar abierto SIP (*Session Initiation Protocol*). Construido con tecnología innovadora, el teléfono IP de Grandstream ofrece una calidad de audio líder en el Mercado, y completa funcionalidad a un precio ultra bajo.



Figura 4.26 Teléfono Ip GXP-2000

- Soporte de SIP 2.0, TCP/UDP/IP, PPPoE, RTP/RTCP, SRTP by SDES, HTTP, ARP/RARP, ICMP, DNS, DHCP, NTP, TFTP, STUN, etc.
- Soporte de 4 cuentas SIP y hasta 11 canales de llamadas.
- Los puertos Ethernet pueden ser configurados como enrutador NAT.
- Poderoso Procesador Digital de Señales (DSP) para asegurar la mejor calidad de audio, avanzado control ajustable de *jitter*, y estricto control de pérdida de paquetes.
- Soporta los CODECS más populares incluyendo G711 (a-law and u-law), G.723.1 (6.3K), G.726 (32K), G.729A/B, y GSM.
- Soporte de bloqueo o no de Identificador de Llamadas/Nombre, Identificador de llamada para llamada en espera, Retención (*Hold*), Llamada en Espera, Transferencia de Llamadas (con o sin respuesta), Conferencia tripartita, Desvío de Llamada, transmisión de DTMF, Indicador de Mensaje, etc.
- Soporte para QoS en *Layer 2* (802.1Q VLAN, 802.1p) y *Layer 3* QoS (ToS, DiffServ, MPLS).

- Permite sencilla configuración manualmente a través del teclado, a través de la interfase vía Web, o para desarrollos masivos existe la gestión automatizada descargando archivos de configuración cifrados vía http/TFTP
- Soporta personalización de configuración o firmware por nombre a través de prefijos o sufijos en nombre de archivos.
- Soporte de módulo de extensiones para funcionalidad multi-propósito.
- Soporte de descarga de agenda telefónica vía HTTP/TFTP
- Soporte de personalización de pantalla en modo *idle* a través del uso de XML vía http/TFTP.
- Soporte de Mensajería SIP (RFC 3428); con capacidad de almacenar hasta 100 mensajes IM entrantes
- Soporte de SIP PUBLISH (RFC 3903), SIP *Presence package* (RFC 3856, 3863) para uso de 7-MFKs y GXP-2000EXT, y SIP *Dialog package* (RFC 4235)
- Soporta *Power over Ethernet* (PoE) IEEE estándar 802.3af
- Diadema con conector de 2.5mm
- Switch Ethernet de 10/100Mbps Full/Half Duplex con puerto LAN y PC; con detección de polaridad de Ethernet automática con lo cual se evita el uso de cables de red cruzados.

4.10.4 Central IP Grandstream GXE5024

El Grandstream GXE5024 dispositivo IP-PBX es la próxima generación en sistemas de comunicaciones convergentes de las empresas. Se trata de un poderoso todo-en-una voz + fax + video + de comunicación de datos para la solución de pequeñas y medianas empresas. Diseñado desde cero para el apoyo de comunicaciones IP distribuidas, inteligentes de mensajería unificada, integración de aplicaciones avanzadas y populares PBX características, la familia de productos GXE502x también integra óptimamente salida a la PSTN y teléfono para las interfaces de seguridad híbrido necesidades de comunicación

en todas las circunstancias, incluyendo situaciones de pérdida de potencia o de la red.

Ventajas de la PBX IP

El PBX IP GXE5024 es con base en normas SIP y ofrece una solución integrada de comunicaciones de voz unificada, datos, fax y vídeo, para pequeñas y medianas empresas.

1. Integrado de las conferencias puentes que permiten cualquier combinación de IP o llamadas PSTN utilizando cualquier codecs (built-in de transcodificación).
2. Puede manejar recepción de llamadas de 4 líneas telefónicas locales, con facilidad de aumentar con un dispositivo adicional crecer en líneas a las que desee y redireccionar las llamadas entrantes y salientes a las extensiones que desee, aun las remotas.
3. Integrado puentes de conferencia que permiten cualquier combinación de IP o llamadas PSTN utilizando cualquier codecs (built-in de transcodificación).
4. Recuperación si existe fallo de red (Integrado de PoE (802.3af)).
5. Automatizado de detección y provisión de teléfonos IP, teléfonos de video, ATA y otros parámetros para una fácil implementación.
6. Portal personal para la gestión de cada teléfono / llamada establecimiento, saludo personal, nuevos o guardados voz / fax / mensajes de video por cada extensión de usuario.
7. Flexible plan de marcación, enrutamiento de llamada y llamado a la grabación (en espera).
8. Posee QoS para mejor la claridad de voz y vídeo.

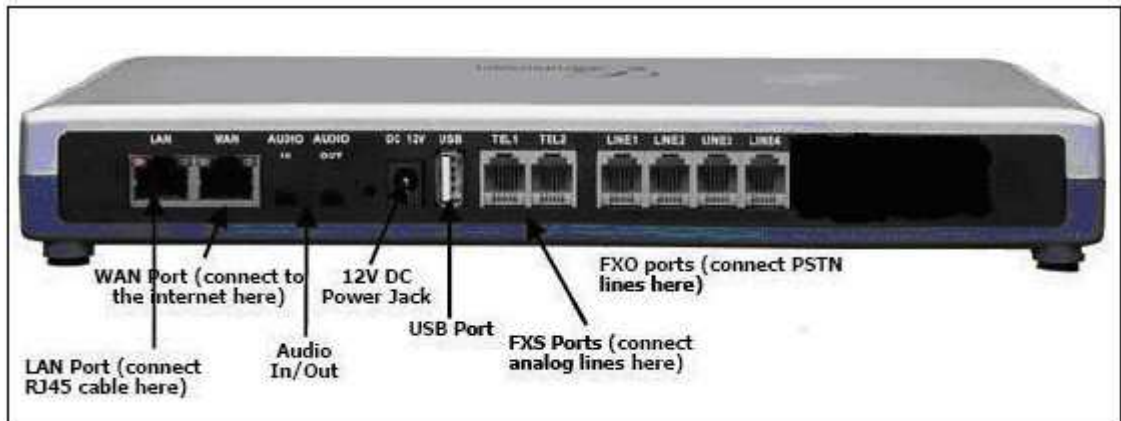


Figura 4. 27. Central IP Grandstream GXE5024

Características de principales de Central IP Grandstream

Características	Descripción
Puertos FXS	2
Puerto Ethernet	1 x WAN, 1 x LAN (10/100Mbps, integrated PoE)
Puerto PSTN Life Line	2 PSTN fail-over life lines
Puertos Periféricos	USB, Audio In, Audio Out
Salas de conferencias	2
Mensaje de almacenamiento unificado	75 horas de voz, fax 5000 páginas, 2 horas de video de correo
Extensiones de registro	100
Códecs de voz	G.711, G.723, G.729 A/B/E, G.726, iLBC, T.38 fax relay
Códecs de vídeo	H.264, H.263/H.263
De comunicación y protocolos de seguridad	TCP/UDP/IP, RTP/RTCP, ICMP, ARP/RARP, DNS, DDNS, DHCP, NTP, TFTP, TELNET, HTTP/HTTPS, PPoE, SIP(RFC3261),STUN, SRTP, TLS/SIP
Universal Power Supply	- Input: 100-240V, 50-60Hz

	- Output: 12 Vdc, 1.25Amp
Configuración y gestión	- HTTP/HTTPS, TELNET, Syslog, TR-69 (pending)
Requerimientos de la PBX IP	- Red LAN instalada.
Switch instalado.	- Conectividad a Internet. - Espacio en el Rack. - Líneas Telefónicas PSTN. - Alimentación AC 110V, conectado a UPS. - 1 Puerto Ethernet de Switch. - 64 Kbps de ancho de banda por extensión para cada llamada
Requerimientos telefónicos IP	- Un Puerto Ethernet RJ-45 por teléfono IP a instalar. - Un punto de conexión a la Alimentación AC 110V, por cada teléfono a instalar. - Distancia máxima de 1,5 m desde el teléfono a la toma eléctrica.

Cuadro 4.4 Características Principales de de la Central IP Grandstream GXE5024

CAPÍTULO 5:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Una vez culminado el estudio y diseño de la red inalámbrica WIMAX, para la parroquia San Miguel de Nono en La Provincia de Pichincha podemos concluir que es posible la implementación del Proyecto, debido a la factibilidad de equipos en el mercado ecuatoriano los mismos que cumplen con los requerimientos y características técnicas establecidas en el diseño de la red,

lo que permitirá brindar el servicio eficiente con buenas características de operación y transmisión

La red Inalámbrica a través de tecnología WIMAX dará facilidad de acceso a Internet y Voz sobre IP en zonas rurales o de difícil penetración para redes cableadas sea por su topografía o por su distancia, presentándose así a WIMAX fijo 802.16 2004 como la mejor alternativa de acceso a datos de alta velocidad.

WIMAX 802.16 2004 ofrece varias ventajas con respecto a otras tecnologías de redes inalámbricas como: el ancho de banda, flexibilidad y escalabilidad del espectro, además WiMAX puede ser complementado con tecnologías inalámbricas de corto alcance como WiFi.

El estándar WiMAX (IEEE 802.16) establece algunos parámetros como: radio de cobertura, velocidad de transmisión de datos, etc. que en el diseño real se ven afectados por parámetros como: perfil del terreno, clima del sector, vegetación, características de equipos, etc. Consecuentemente, estos factores fueron profundamente considerados en el diseño propuesto.

Otro aspecto muy importante a considerar de la tecnología WIMAX como la mejor alternativa, para la implementación de una red inalámbrica de banda ancha es la facilidad y rapidez de implementación, alcance, alta capacidad, modulación adaptativa, soporta calidad de servicio y trabaja con o sin línea de vista.

El estudio de los potenciales usuarios ha permitido contar con una visión clara de cómo están distribuidos geográficamente los potenciales beneficiarios. Además de la capacidad que deberá tener la red inalámbrica para satisfacer las necesidades de todos los usuarios, esto también nos ha servido para planificar y proyectar un crecimiento ordenado y real de la demanda, que es un parámetro muy importante a la hora de diseñar una de la red inalámbrica.

Se pudo realizar un estudio de campo en la Parroquia San Miguel de Nono en la provincia de Pichincha el mismo que ayudo a obtener parámetros importantes para el diseño de la red como: condiciones de la zona, topografía del terreno, acceso vial, infraestructura disponible y ubicación geográfica de los puntos de red. Además, permitió verificar la existencia de línea vista de los diferentes beneficiarios a la radio base La ovejera. Por lo que el diseño de la red no presentaría inconveniente alguno.

Para poder dimensionar correctamente la capacidad que requiere la red para su correcto funcionamiento, es necesario determinar las necesidades a implementarse en determinada zona como: servicio telefónico, Internet, transmisión de datos. Para poder atender una demanda de servicio que esta basada mediante estimaciones y proyección adecuadas.

Al realizar los cálculos respectivos, podemos apreciar que el presente Proyecto, muestra un alto nivel de confiabilidad para la transmisión de Voz y datos, garantizando así un óptimo desempeño del sistema de red Wi-MAX en la Parroquia San Miguel de Nono de la Provincia de Pichincha y cumpliendo con las expectativas planteadas al inicio del Proyecto

En el diseño podemos apreciar que la red Inalámbrica WIMAX requiere de 3 salto de comunicación o enlaces punto a punto para cubrir la necesidad de la Parroquia San Miguel de Nono en la Provincia de Pichincha, la ubicación de estos nodos presentan buenas características para la implementación de la red como: línea de vista entre las estaciones base, facilidad de acceso e instalación, y cobertura total de la zona que se requiere dar el servicio.

El diseño de la red inalámbrica WIMAX se basa en una proyección mediante una encuesta, y la respectiva inspección de los beneficiarios , el cual no necesita de gran tasa de datos, pero a futuro, con el crecimiento de la

población y las instituciones, la demanda de tráfico será mucho mayor. Es por esto que en el diseño se proyectó a cinco años la red.

Para el presente diseño se escogieron antenas sectoriales de 90° y 180 ° las mismas que presentan las mejores características de transmisión para las radio bases Alaspungo y la Ovejera las cuales mismas que dan cobertura a los puntos requeridos, también se escogieron antenas planas para los enlaces Iseyco C:A Telecomunicaciones, Condorcocha, Alaspungo y la Ovejera

En el presente diseño se a utilizado equipos AIRSPAN WIMAX (RED), 3Com (Conectividad), Grandstream (VozIP) y Dell (Servidores), los mismos que presentan características y requerimientos óptimos para el funcionamiento del sistema.

Con la finalidad de ofrecer un servicio de Internet y Voz sobre IP de excelente calidad en la parroquia San Miguel de Nono, se consideró un ancho de banda de 256 Kbps por usuario, este valor se considera aceptable para brindar servicios de Internet banda ancha y Voz sobre IP, logrando satisfacer los requerimientos de la población en general.

La red está diseñada con el criterio del modelo jerárquico de red. Consta de 3 capas que son: capa núcleo (proporcionan la conexión troncal entre la empresa Iseyco C.A telecomunicaciones y la nube de Internet, ésta capa está formada por un router de borde y un firewall), capa distribución (ésta capa segmenta la red en grupos de trabajo, a través de VLANs, Vlan 100 para Voz sobre Ip y Vlan 200 para datos, está constituida por dispositivos de conectividad – switches capa 3) y la capa de acceso (proporciona la red de acceso y las estaciones fijas - WiMAX).

Como conclusión final de este trabajo se debe indicar que queda plenamente justificado todo el análisis desarrollado, tomando en cuenta la necesidad de brindar mejores y más avanzados servicios en la transmisión e Voz y datos a clientes corporativos, residenciales y empresariales. WIMAX se perfila como una solución que se ajusta perfectamente a la realidad de nuestro medio, brindando soluciones con costos relativamente bajos tanto de inversión como para los usuarios finales.

5.2 RECOMENDACIONES

Al momento de diseñar una red inalámbrica se debe considerar todos los parámetros necesarios, con el propósito de brindar un buen servicio y garantizar la disponibilidad de los servicios que ofrece, implementando una adecuada infraestructura que cumpla con los parámetros esperados.

Se recomienda utilizar los equipos apropiados y que cumplan las funciones asignadas en el diseño, evitando adaptaciones, que podrían acarrear perjuicios económicos tanto de la empresa como de los usuarios finales.

El diseño y estudio de una red inalámbrica de proyectarse en beneficio de los clientes, además se sabe que los usuarios requieren de mayor rapidez, mejor atención y precios bajos en los servicios ofrecidos, entonces es necesario que se considere como factor primordial la calidad de servicio que se brinde al usuario final.

Se deberá respetar los valores obtenidos y requerimientos importantes en el diseño, al trabajar con recursos inferiores a los dimensionados en el cálculo, los equipos o canales se saturan, provocando una disminución en la calidad de servicio que se ofrece al usuario.

Se debe considerar equipos de empresas que formen parte del WiMAX Forum, para garantizar la interoperabilidad entre la red y las estaciones fijas, por ésta razón se recomienda la utilización de equipos AIRSPAN que es una empresa que posee certificación del WiMAX Forum, además al tener un representante en el país de la marca, se puede tener un adecuado soporte técnico y facilidad en la compra de repuestos, así como la obtención de garantías de operación de los mismos.

El rendimiento de la red está directamente relacionado a la distancia entre la estación base y el beneficiario, por lo que se recomienda realizar pruebas para determinar el desempeño de la red a diferentes distancias.

Para conseguir una mejor calidad de Tx y Rx en los enlaces se recomienda realizar una alineación de antenas tanto horizontal como vertical, con el propósito de conseguir el mejor rendimiento del enlace

El plan de frecuencias que presentamos en este proyecto es tan solo tentativo. Para la realización de un proyecto con carácter real se debe hacer un análisis de espectro en cada emplazamiento de las radio bases para saber en que banda de frecuencias hay mejor SNR.

Para un correcto diseño y despliegue de un proyecto se recomienda realizar un estudio de campo, ya que existen algunos factores como: climáticos, de terreno, etc. Con la finalidad de obtener la mayor recolección de datos que influyen directamente en los resultados y principalmente en el alcance de la red.

Al momento de realizar el diseño de una red inalámbrica, es muy importante realizar un plan de frecuencias para optimizar el uso del espectro radioeléctrico, ya que es un recurso limitado. Se debe tomar en cuenta que el presente

Proyecto se lo realizó para la banda de 3.5 GHz, la cual ésta se adapta perfectamente al estándar 802.16-2004.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 DISEÑO DE UNA RED INALÁMBRICA WIMAX CON SOPORTE PARA VOZ SOBRE IP Y DATOS

Partiendo de la arquitectura de red considerada en los capítulos anteriores del presente proyecto se procede a dimensionar y diseñar la red, en plataforma de laboratorio y simulación de los nodos que formaran parte de la infraestructura de red WIMAX

El diseño en primer lugar considera establecer la estructura de la red. Una vez estructurada la red es necesario ubicar sitios estratégicos para situar las estaciones base y definir el área de cobertura de cada una.

Otro parámetro muy importante es definir la banda de frecuencia dentro de la cual se va operar, en esta parte es necesario considerar la regulación establecida y vigente para los servicios que se van a prestar a través de la red, así como para la frecuencia escogida, dichas regulaciones han sido elaboradas por el CONATEL.

A continuación se procede a la elección de los equipos que serán empleados en la implementación de la red, es importante considerar equipos que se acoplen de mejor manera a los requerimientos del sistema.

6.1.1 Procedimiento de diseño del Sistema

La red de integración WIMAX debe pasar por las siguientes etapas para cumplir con los objetivos propuestos anteriormente.

- a) Determinar las normas regulatorias involucradas
- b) Especificar la clase de servicio y las características de los usuarios
- c) Dimensionar los anchos de banda de canalización de acuerdo a la cantidad de frecuencias disponibles.
- d) Calcular el peor caso de tráfico en la red
- e) Calcular la proyección futura de la red
- f) Calcular el radio de Cobertura de la radio base
- g) Evaluar el desempeño de la red y verificar si esta por encima de la cobertura deseada

El cumplimiento de todos los parámetros hacen que el sistema esté diseñado para satisfacer las necesidades particulares de cada beneficiario, además las soluciones que se presenten, estén en capacidad de funcionar en las condiciones más exigentes del mundo actual, para cubrir las necesidades de los usuarios.

6.1.2 Plan Estratégico Para El Dimensionamiento Y Despliegue De La Red

El plan estratégico aplicado viene dado por siguiente flujo grama de la figura 6.1 para un correcto despliegue de la red.

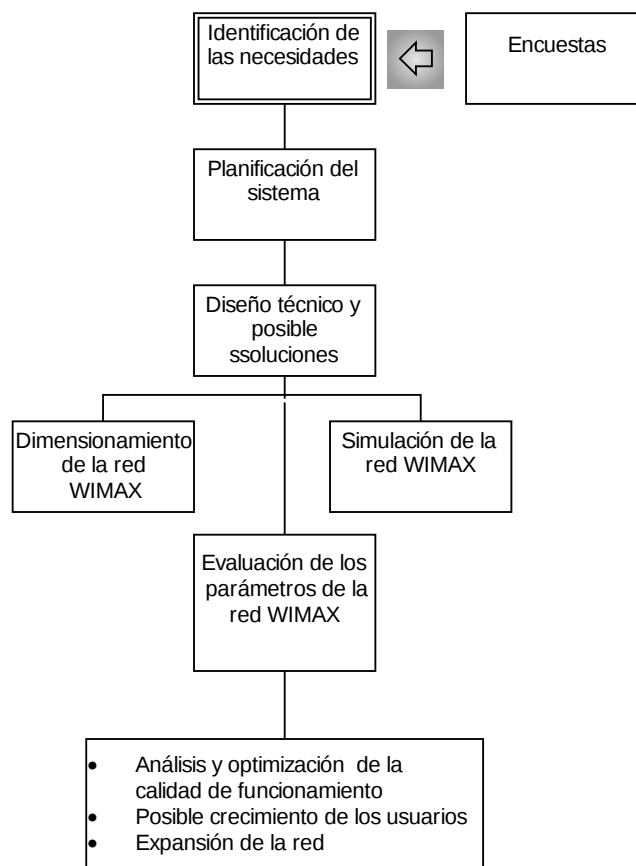


Figura 6.1 Flujo grama del Plan estratégico del diseño de red WIMAX

6.1.3 Normas Regulatorias en Ecuador del uso de frecuencias

Para la asignación de frecuencias y el otorgamiento de títulos para la operación de sistemas que hacen uso de espectro radioeléctrico, la SENATEL emplea la Normativa vigente y el Plan Nacional de Frecuencias (PNF).

En el PNF consta la atribución de bandas de frecuencias para Servicios de radiocomunicaciones específicos, dentro de la banda establecida en la correspondiente nota nacional EQA como se muestra en la tabla 6.1. En el Ecuador se encuentran operando Sistemas de Acceso Fijo Inalámbrico (FWA) en la banda de 3.4-3.7 GHz.

REGION 2	ECUADOR	
Banda MHz	Banda MHz	Notas
3400-3500 FIJO Espacio-Tierra Aficionados Móvil Radiolocalización S5.433 S5.282	3400-3500 FIJO Espacio-Tierra Aficionados Móvil Radiolocalización S5.433 S5.282	EQA.210
3500-3700 FIJO FIJO POR SATELITE MOVIL Aeronáutico Radiolocalización S5.433	3500-3700 FIJO FIJO POR SATELITE MOVIL Aeronáutico Radiolocalización S5.433	EQA.210

Tabla 6.1 Bandas de frecuencia asignadas para acceso fijo inalámbrico

6.1.3.1 EQA.210

Define que la banda 3.400 – 3.500 MHz, esta atribuida a los servicios FIJO, FIJO POR SATÉLITE (espacio- Tierra), también operan Sistemas de Acceso Fijo Inalámbrico (FWA).

En la banda 3.500 – 3.700 MHz, operan Sistemas de Acceso Fijo Inalámbrico (FWA). Con la Nota EQA.210, Ecuador definió la atribución de esta banda a los Sistemas de Acceso Fijo Inalámbrico (FWA), básicamente para aplicaciones inalámbricas de banda ancha para transmisión de voz, datos y video, para lo cual ha realizado una división de la banda en 6 bloques.

Los bloques A – A', B – B' y C – C' se muestran en el Tabla 6.2 Tamaños de canalización, concesionados a tres operadoras a nivel nacional.

BLOQUE	SUB-BLOQUE	BANDA (MHz)	BLOQUE	SUB-BLOQUE	BANDA (MHz)
A	A1	3400-3405	A'	A1'	3500-3505
	A2	3405-3410		A2'	3505-3510
	A3	3410-3415		A3'	3510-3515
	A4	3415-3420		A4'	3515-3520
	A5	3420-3425		A5'	3520-3525
B	B1	3425-3430	B'	B1'	3525-3530
	B2	3430-3435		B2'	3530-3535
	B3	3435-3440		B3'	3535-3540
	B4	3440-3445		B4'	3540-3545
	B5	3445-3450		B5'	3545-3550
C	C1	3450-3455	C'	C1'	3550-3555
	C2	3455-3460		C2'	3555-3560
	C3	3460-3465		C3'	3560-3565
	C4	3465-3470		C4'	3565-3570
	C5	3470-3475		C5'	3570-3575

Tabla 6.2 Tamaños de Canalización

6.1.4 Especificación De La Clase De Servicio

Se describen los principales servicios de:

- Telefonía con soporte IP
- Acceso a Internet.

6.1.4.1 Servicio de Telefonía Local y Larga Distancia Internacional (VoIP).

El servicio de telefonía tanto local como de larga distancia internacional será manejado por el Softswitch que permite y controla el intercambio de flujos de señalización de voz tanto entre dos abonados propios, como entre un abonado propio y un abonado externo

El flujo de llamada entre dos abonados SIP propios se muestra en la figura 6.1 y en la figura 6.2 se muestra el flujo de datos de llamadas internacionales.

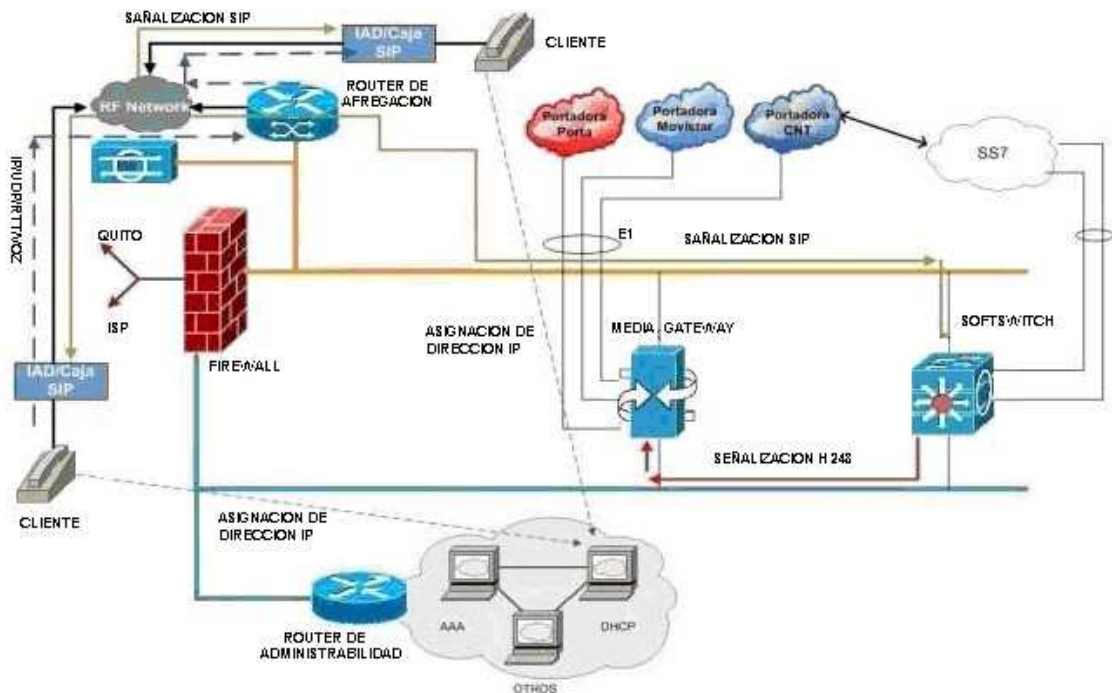


Figura 6.2 Flujo de llamadas entre beneficiarios de la Parroquia San Miguel de Nono

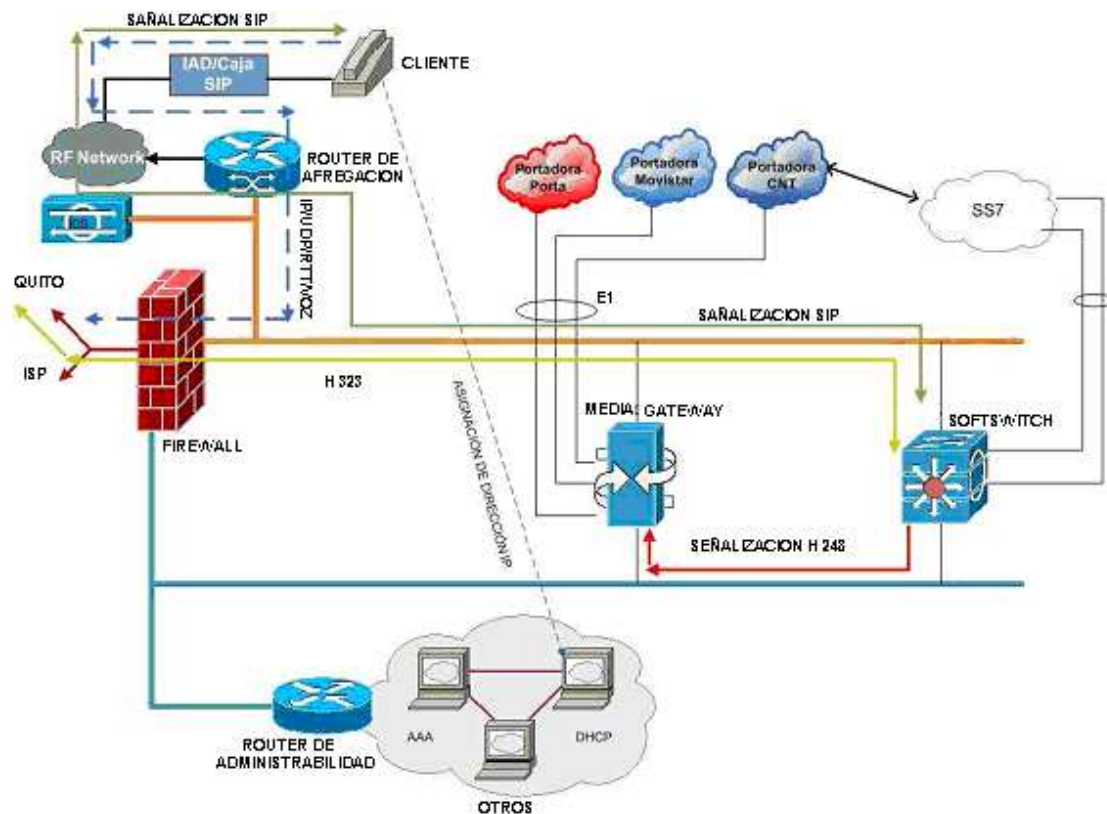


Figura 6.3 Flujo de datos en una llamada internacional

6.1.4.2 Servicio de Acceso a Internet.

Para el servicio de acceso a Internet, el diseño de la red contempla los casos de suscriptor propio y de suscriptor de un ISP tercero.

El acceso a Internet está controlado por parte del operador, en el núcleo de la red, a través de una plataforma de elementos necesarios para el control y gestión de usuarios, administración de direcciones IP, seguridad y contabilidad. Entre estos elementos están el servidor AAA que provee las funciones de Autenticación, Admisión y contabilidad, el servidor QoS (Conocido como QoS Broker) que provee los parámetros de QoS en función del servicio requerido y el servidor DHCP que provee la administración de las direcciones IP.

En la siguiente gráfica se muestra el proceso de autenticación de un cliente.

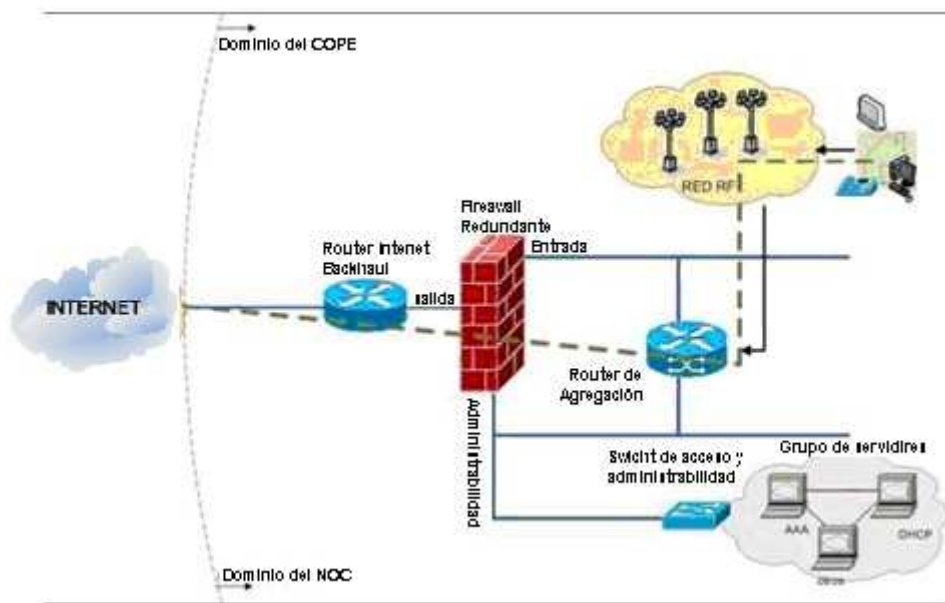


Figura 6.4 Flujo de datos de una conexión típica al servicio de Internet

En la figura 6.5 se muestra el flujo de datos de una conexión típica al servicio de Internet



Figura 6.5 Autenticación del cliente

6.1.5 Características de los Beneficiarios

Nombre del Beneficiario	# de Mquinas Aproximado	Altura sobre el nivel del mar	Coo denadas Geográficas	
			Latitud	Longitud
OVEJERA	20	2774 m	0°02'59.6" S	78°34'32.1" W

JUNTA PARROQUIAL	15	2744 m	0°04'03.4" S	78°34'44.1" W
LA MERCED	25	2904 m	0°05'06.9" S	78°34'19.3" W
HACIENDA PEREZ M	20	2674 m	0°03'31.0" S	78°34'32.1" W
ANDES FLOWERS	25	2685 m	0°03'45.7" S	78°34'14.8" W
DEL HIERRO	15	2738 m	0°03'57.2" S	78°34'38.1" W
LOS SAUCES	12	2745 m	0°03'58.0" S	78°34'32.5" W
CEDROS	23	2722 m	0°04'55.8" S	78°34'44.5" W
QUESERIA	18	2670 m	0°04'09.7" S	78°34'36.2" W
MONCAYO	10	2822 m	0°04'36.0" S	78°34'29.2" W
RIFRE FLOWERS	20	2853 m	0°00'16.3" S	78°32'52.6" W
TOTAL DE USUARIOS	203			

Tabla 6. 3 Parámetros importantes de los usuarios

Tabulando la información recopilada en las inspecciones realizadas, se establecieron parámetros para determinar el número de usuarios a servir, tanto en aplicaciones de datos como de voz. Dichos criterios son; El servicio de telefonía sobre Internet será de uso exclusivo de los departamentos administrativos y financiero de las empresas o instituciones beneficiadas. En la tabla 6.3 se detallan algunos parámetros importantes de los beneficiarios

6.1.6 Capacidad de la red inalámbrica WIMAX

Uno de los parámetros importantes a la hora de dimensionar la red inalámbrica WIMAX es determinar la capacidad que requiere la red para soportar las aplicaciones básicas como correo electrónico, navegación en Internet, acceso a base de datos, transferencia de archivos y otras aplicaciones (impresoras, fax, etc); además, deben integrarse los servicios de voz y datos, brindando calidad de servicio para permitir su correcto funcionamiento, y evitando la saturación

del canal. En base al patrón de uso de las aplicaciones, el número de usuarios simultáneos y la característica de las aplicaciones.

6.1.7 Característica De Las Aplicaciones De Voz Y Datos

En el diseño de la red inalámbrica WIMAX es importante determinar el tipo de aplicaciones que debe soportar la red y la capacidad que éstas necesitan, especialmente las aplicaciones de tiempo real, que son aquellas aplicaciones que requieren que los retardos y la variación del retardo (*jitter*) sean mínimos durante la transmisión.

En Voz sobre IP (VoIP) se refiere al transporte de tráfico de voz sobre el protocolo IP, acepta una pérdida de paquetes menores al 1% y tolera latencias menores a 250 ms, generalmente para una buena calidad de voz se debe asegurar retrasos menores a 40 ms. La capacidad requerida está entre los 20 a 256 Kbps, depende del *codec* de audio que se este utilizando para la transmisión y si hay o no supresión de silencios.

Aplicación	Tipo	Lactancia	Capacidad
Videoconferencia	Tiempo real	Baja	128 a 768 kbps
VoIP	Tiempo real	Baja	20 a 256 kpps
Web	Tiempo no real	Alta	64 a 1.5 Mbps
Correo Electrónico	Tiempo no real	Alta	4 a 20 Kbps
Transferencias de Archivos	Tiempo no real	Alta	10 a 600 Mbps

Tabla 6.4 Características de tráfico

En la tabla 6.4 se indica una comparación de las aplicaciones más comunes, sus características y la capacidad que éstas necesitan.

6.1.8 Dimensionamiento Del Tráfico De La Red

Para una adecuada planificación de la red, es de fundamental importancia analizar el tipo de tráfico que soporta la red con su respectivo crecimiento a futuro, pues de esto dependerá el ancho de banda necesario. En este caso los tipos de tráfico que se transportará a través de la red son:

- Voz y datos a través de Internet.
- Acceso a Internet y correo electrónico.
- Bases de datos y transferencia de archivos.
- Servicios de video sobre IP.
- Otros Servicios (impresión, escáner, servicio de fax).

La transmisión de información no debe admitir pérdidas de tráfico, es decir se demanda un sistema de transferencia seguro y disponibilidad de la red. Con base en estos precedentes, se realiza el dimensionamiento del tráfico que circula por la red.

6.1.9 Dimensionamiento del Ancho de Banda de Datos Por Usuario

Al dimensionar el ancho de banda requerido para acceder a Internet se analiza las aplicaciones requeridas como: Internet, correo electrónico, transmisión de archivos (FTP), es difícil establecer el verdadero ancho de banda que ocuparían, debido a que estas dependen exclusivamente de la calidad y cantidad de información que contiene las páginas. Pero realizaremos una estimación de la capacidad de los servicios que requiere cada usuario como se puede apreciar en la tabla 6.5.

Correo Electrónico

La información que se intercambia por correo electrónico, corresponde principalmente a informes, e información personal, debido a que un documento

de solo texto es de tamaño pequeño, aproximadamente 50 Kbytes; en tanto que, el tamaño de un documento gráfico depende del formato de la imagen que se desea transmitir, teniendo un promedio de 500 Kbytes. Se considera entonces un promedio de 600 Kbytes para un correo electrónico, garantizando así un buen desempeño de la red frente a ésta aplicación. Para el acceso al correo electrónico se estima que un usuario revisa en promedio 6 correos por hora. Así tenemos que el rendimiento que maneja un correo electrónico es:

$$V_{CE} = \frac{600\text{bytes}}{\text{correo}} \times \frac{8\text{bits}}{1\text{byte}} \times \frac{6\text{correos}}{1\text{hora}} \times \frac{1\text{hora}}{3600\text{seg}} = 8\text{Kbps}$$

Acceso a Internet

Para utilizar este servicio, la estimación de ancho de banda necesario será en promedio **RAI = 128 Kbps** por cada usuario.

Bases De Datos

Se estima que esta aplicación requerirá un rendimiento de **RBD = 20 Kbps** por cada usuario

Otros Servicios

Entre estos servicios se cuentan, servicios de impresión, scanner, fax, en los que se tiene estimado un ancho de banda promedio de **ROS = 10 Kbps** por usuario.

En la siguiente tabla tenemos el ancho de banda requerido por cada servicio.

Servicio	Capacidad Típica (kbps)
Internet	128
Correo electrónico	8

Base de Datos	20
Otros	10
Total	166

En la Tabla 6.5 Demanda de Capacidad que requieren los diferentes servicios informáticos por cada usuario.

6.1.10 Dimensionamiento Del Ancho De Banda Para Voz IP Por Usuario

Manejo del tráfico de voz La tendencia actual es la de poder transmitir la mayor cantidad de tráfico integrado como voz o video a un costo y método eficiente; es decir, optimizando ancho de banda, que es un recurso de costo elevado. Con este objetivo se han creado diversos métodos de compresión de voz, lo que permite reducir el ancho de banda necesario. Aunque la percepción de la voz varía entre cada persona, el mercado principal de opinión MOS (Mean Opinión Store) es ampliamente aceptado como medida de la calidad de voz.

El rango de la MOS provee una subjetiva puntuación promedio de la calidad de la voz sobre un alto número de personas que hablan, pronuncian y escuchan.

La Tabla 6.6 muestra los valores de MOS

Marcador MOS	Calidad
4.0 A 5.0	Excelente Calidad
3.0 A 4.0	Mediana calidad de comunicación
< 3	Baja calidad

Tabla 6.6 Medición de la calidad de la Voz (MOS)

Códec a utilizar

Los códecs que soporta VoIP se menciona en el la Tabla 6.7 Por lo tanto, más adelante se describe en detalle el códec se utilizará en el presente diseño.

Codec	Método de Compresión		Capacidad	MOS
G.711	PCM Pulse	Codec Molulation	64 kbps	4.4
G.723.1	CELP	Code Exited Linear Prediction	5.3 kbps	3.98 - 3.5
G.723.1	MP-MPLQ	Law bit rate vocoder for multimedia	6.4 kbps	3.98 - 3.5
G.726	ADPCM	Adaptative differential PCM	32 kbps	4.2
G.728	LD-CELD	Law Delay CELP	16 kbps	4.2
G.729.a	CS-ACELP	Conjugate Structure alebraic CELP	8 kbps	4.2

Tabla 6.7 Características de los Codecs – VoIP

6.1.10.1 UIT G. 729A

Este Códec comprime la señal en períodos de 10 milisegundos. Utiliza un reducido ancho de banda que oscila en los 8 Kbps, brinda una mayor calidad de voz y un ancho de banda relativamente bajo, es el más utilizado en VoIP y con un gran soporte por parte de dispositivos comerciales. Es un Códec parecido a GSM en lo que se refiere a calidad. En la Tabla 6.8 se presentan las características del Códec G.729a.

CODEC	TASA DE BITS	PAYLOAD DE VOZ	PAQUETES POR SEGUNDO	FACTOR DE COMPRESION
G.729 a	8 Kbps	20 bytes	50 (ppp)	8

Tabla 6.8 Características del Códec G729a

En la mayoría de las implementaciones, los paquetes de VoIP tienen una estructura de: el payload, 3 cabeceras (IP72, UDP73, RTP74) y la cabecera de capa enlace. Las muestras de voz son primero encapsuladas en RTP y

luego en UDP antes de ser transmitidas en una trama IP. En la Figura 6.6 se puede observar el formato de un paquete de VoIP.

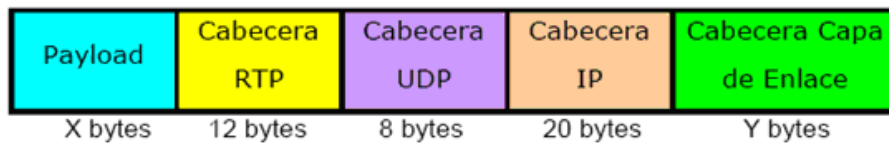


Figura 6.6 Formato de un paquete VoIP

La información se transporta sobre el protocolo de enlace PPP75, el mismo que tiene 7 bytes de cabecera y que se lo puede ver en la Figura 6.7.



Figura 6.7 Formato de trama PPP

La longitud total del paquete de VoIP es de 67 bytes de los cuales 20 bytes son de payload, 40 de las cabeceras (RTP, UDP, IP) y 7 bytes de la cabecera PPP.

6.1.10.2 Cálculo Del Tráfico De Voz

Con la información obtenida se procede a calcular el ancho de banda necesario para cada llamada, aplicando la ecuación 4.1.

$$AB_{actual} = AB_{codec} \times \frac{Longitud_{sobrecarga} + Longitud_{encapsulación}}{Longitud_{sobrecarga}} \quad \text{Ecuación 4.7}$$

Donde:

AB_{actual} = Ancho de banda necesario para cada llamada.

AB_{codec} = Ancho de banda o tasa de bits del Códec.

$Longitud_{sobrecarga}$ = Longitud del payload.

$Longitud_{encapsulación}$ = Cantidad de bytes adicionales al payload debido al transporte del paquete a través de las capas.

Fuente: Folleto de Telemática, Ing. Pablo Hidalgo, EPN.

$$AB_{actual} = 8kbps * \frac{20bytes + 47bytes}{20bytes} = 26.8Kbps$$

Una vez realizado los cálculos obtenemos un valor estimado para el ancho de banda utilizado en VoIP que es de 26.8 kbps aproximadamente

Para calcular la capacidad que se requiere en la transmisión de voz sobre Internet también se puede acudir a la ayuda de un programa online de la pagina <http://www.erlang.com/calculator/eipb/>

En donde pide como datos: el códec de telefonía IP a utilizar que en el caso del presente diseño es el G729A, la duración del paquete que se utilizó de 20 mseg, y el número de caminos de voz a utilizar, tomando en cuenta que aremos el análisis para un usuario.

The image shows a web-based calculator titled "Lines to VoIP Bandwidth Calculator". It has a blue header bar with a close button. Below the header, there are three main sections: "Coding algorithm" with a dropdown menu showing "G.729A (CS-CELP) 8kbps compression"; "Packet duration" with a dropdown menu showing "20 milliseconds (2 samples)"; and two side-by-side sections: "Voice paths" with a radio button for "Unknown" and a text input field containing "1"; and "IP Bandwidth (kbps)" with a radio button for "Unknown" and a text input field containing "24". At the bottom of the form are three buttons: "Calc.", "Results", and "Help".

Figura 6.8 Calculo del trafico de voz a través del programa online

El valor obtenido para el trafico de voz sobre IP, como se puede apreciar el la Figura 6.8 la estimación del ancho de banda necesario es de $A_{Bo} = 24$ Kbps aproximadamente por cada usuario potencial del servicio, obviamente hay que tener en cuenta que la comunicación se establece en dos sentidos, por lo tanto el ancho de banda requerido para que dos usuarios se comuniquen es 48. Kbps. Aproximadamente.

Entonces podemos ver, que el resultado obtenido mediante la ecuación 4.1 y el programa el línea son aproximadamente los mismos de tal manera que el ancho de banda estimado en VozIP por usuario será de 24 kbps a 26.8 kbps

6.1.11 Dimencionamiento Del Ancho De Banda Total De La Red

Con las estimaciones de ancho de banda por aplicación de cada usuario obtenidas anteriormente, procedemos a dimensionar la capacidad total de la red. La tabla 6.9 nos indica la capacidad promedio requeridas por cada servicio a utilizar en la red inalámbrica WIMAX.

SERICIO	CAPACIDAD
Voz sobre Internet (VoIP)	26 kbps
Acceso a Internet	128 kbps
Correo Electrónico	8 kbps
Base de Datos	20 kbps
Otros	15 kbps

Tabla 6.9. Valores de las capacidad promedio requerida por servicio

Existen diferentes tipos de usuarios de acuerdo a la actividad que realizan, estos usuarios emplean una o varias de las aplicaciones ofrecidas por la red; para la determinación del ancho de banda se toma en cuenta esta diversidad.

6.1.12 Número De Usuarios Simultáneos En La Red

Para estimar el número de usuarios simultáneos en primer lugar se debe conocer el número de usuarios que se conectarán a la red; luego se debe estimar un factor de simultaneidad según el tipo de usuarios de la red y finalmente el patrón de uso de las aplicaciones por parte de los usuarios de la red.

Si bien, todos los usuarios utilizaran los recursos de red, no todas las aplicaciones serán usadas al mismo tiempo, ni todos los usuarios harán uso de una aplicación específica a la vez.

Nombre del Beneficiario	# de Usuarios	40 % de usuarios Correo Elc	70 % de usuarios Internet	50 % de usuarios Voz ip	20 % de Usuarios Datos	15 % usuarios Otros
OVEJERA	20	8	14	10	7	3
JUNTA PARROQUIAL	15	6	10.5	7.5	5.25	2.25
LA MERCED	25	10	17.5	12.5	8.75	3.75
HACIENDA PEREZ M	20	8	14	10	7	3
ANDES FLOWERS	25	10	17.5	12.5	8.75	3.75
DEL HIERRO	15	6	10.5	7.5	5.25	2.25
LOS SAUCES	12	4.8	8.4	6	4.2	1.8
CEDROS	23	9.2	16.1	11.5	8.05	3.45
QUESERIA	18	7.2	12.6	9	6.3	2.7
MONCAYO	10	4	7	5	3.5	1.5
RIFRE FLOWERS	20	8	14	10	7	3

TOTAL DE USUARIOS	203	81.2	142.1	101.5	71.05	30.45

Tabla 6.10 Usuarios simultáneos en la red

Por ello, para no sobredimensionar el tráfico de la red, nos basaremos en estimaciones realizadas en cuanto al número de usuarios simultáneos en cada aplicación. Considerando momentos picos, en la tabla 6.10 tenemos el número de usuarios aproximados por cada beneficiario que estaría en la red usando los servicios propuestos anteriormente.

Correo Electrónico: Se estima que en el momento pico un 40%, es decir, 81 usuarios utilizarán simultáneamente esta aplicación. Por lo tanto la capacidad requerida es de 648 Kbps aproximadamente.

Acceso a Internet: Se estima que en el momento pico un 70%, es decir, 142 usuarios utilizarán simultáneamente esta aplicación. Por lo tanto la capacidad requerida es de 18176 Kbps aproximadamente.

Voz por Internet: Se estima que en el momento pico, un 50%; es decir, 102 usuarios utilizarán simultáneamente esta aplicación. Por lo tanto la capacidad requerida es de 2652 Kbps.

Bases de Datos: Se estima que en el momento pico un 35%; es decir, 71 usuarios, utilizarán simultáneamente esta aplicación. Por lo tanto la capacidad requerida es de 1420 Kbps.

Otros Servicios: Se estima que en el momento pico, un 15% es decir, 31 usuarios, utilizarán simultáneamente esta aplicación. Por lo tanto la capacidad requerida es de 465 Kbps.

En la tabla 6.11 se resumen las estimaciones de ancho de banda para las distintas aplicaciones, y se muestra también el ancho de banda total requerido en Kbps.

Aplicaciones	% de Usuarios	Capacidad (kbps) del Servicio	Capacidad Total (kbps) del Servicio
Correo Electrónico	81	8	648
Internet	142	128	18176
Voz Ip	102	26	2652
Datos	71	20	1420
Otros	31	15	465
Total AB			23361

Tabla 6.11 Estimación del ancho de banda total

El tráfico estimado, estadísticamente dio un total de 23361 kbps lo que aproximadamente tenemos un ancho de banda de 24 Mbps de toda la red en un momento pico. Y como se mencionó anteriormente, se trabajará con el estándar 802.16, que utiliza la banda de 3.5 GHz con una capacidad de 50 Mbps a 70 Mbps, De esta manera, al usar los equipos en los enlaces punto a punto hasta llegar a la radio base con velocidades de 50 Mbps a 70 Mbps que supera lo estimado, se está garantizando un correcto desempeño de la red, y de las aplicaciones que sobre esta correrán.

6.1.13 Cálculo Del Peor Caso De Tráfico En La Red

Para calcular el peor tráfico de la red, vamos a considerar que el 80 % de todos usuarios están conectados a la red y utilizan todos los servicios al mismo tiempo. Considerando que el total de usuarios son 203. En la Tabla 6.12 se muestra los valores obtenidos.

Aplicaciones	80% de Usuarios	Capacidad (kbps) del Servicio	Capacidad por Servicio (kbps)

Correo Electrónico	162	8	1296
Internet	162	128	20736
Voz IP	162	26	4212
Datos	162	20	3240
Otros	162	15	2430
Total de la capacidad			31914

Tabla 6.12 Cálculo del peor caso de la Red

La capacidad estimada en el peor tráfico de la red es de 31914 kbps aproximadamente lo que significa que el estándar 182.16 2004 que trabaja a 3.5 Ghz con una capacidad de 50 Mbps a 70 Mbps puede soportar en el peor de los casos.

6.1.14 Estimación de la capacidad futura de la red

Otro factor importante a considerar una vez estimada la capacidad que requiere la red inalámbrica es la estimación de la capacidad futura, con el fin de determinar el crecimiento de la red inalámbrica y de los potenciales usuarios.

La estimación de ancho de banda a futuro es muy importante al momento de realizar el diseño de una red. Con la ecuación 4.2 se puede obtener la demanda final de ancho de banda para un determinado número de años con relación al crecimiento poblacional de la Parroquia San Miguel de Nono, dato que se tomó del documento publicado en la pagina Web www.pichincha.gov.ec por el gobierno Provincial de Pichincha 2009 Titulada "Crecimiento Poblacional de la Parroquias Rurales de la Provincia de Pichincha" donde se considera un factor de crecimiento anual del 3%, con este valor y la proyección de la demanda a 5 años aplicamos la ecuación 4.8.

$$D_f = D_f(1 + f_c)^n$$

Ecuación 4.8

Donde:

D_f = Demanda final de ancho de banda.

D_o = Demanda inicial actual de ancho de banda.

f_c = Factor de crecimiento anual.

n = Numero de anos.

$$D_f = 23361(1 + 0.03)^5$$

$$D_f = 27082Kbps$$

El valor de 27082Kbps representa el ancho de banda total obtenido para la propuesta de red inalámbrica WIMAX, con una proyección a 5 años. Valor que todavía se encuentra por debajo de la capacidad establecida por estándar 802.16 2004

6.1.15 Esquema De Conexión De La Red Inalámbrica Wimax

El esquema de conexión de la red inalámbrica para interconectar los diferentes beneficiarios de la Parroquia San Miguel de Nono con el servidor de la empresa Iseyco C.A telecomunicaciones utilizando tecnología WIMAX, se lo indica en la Figura 6.9

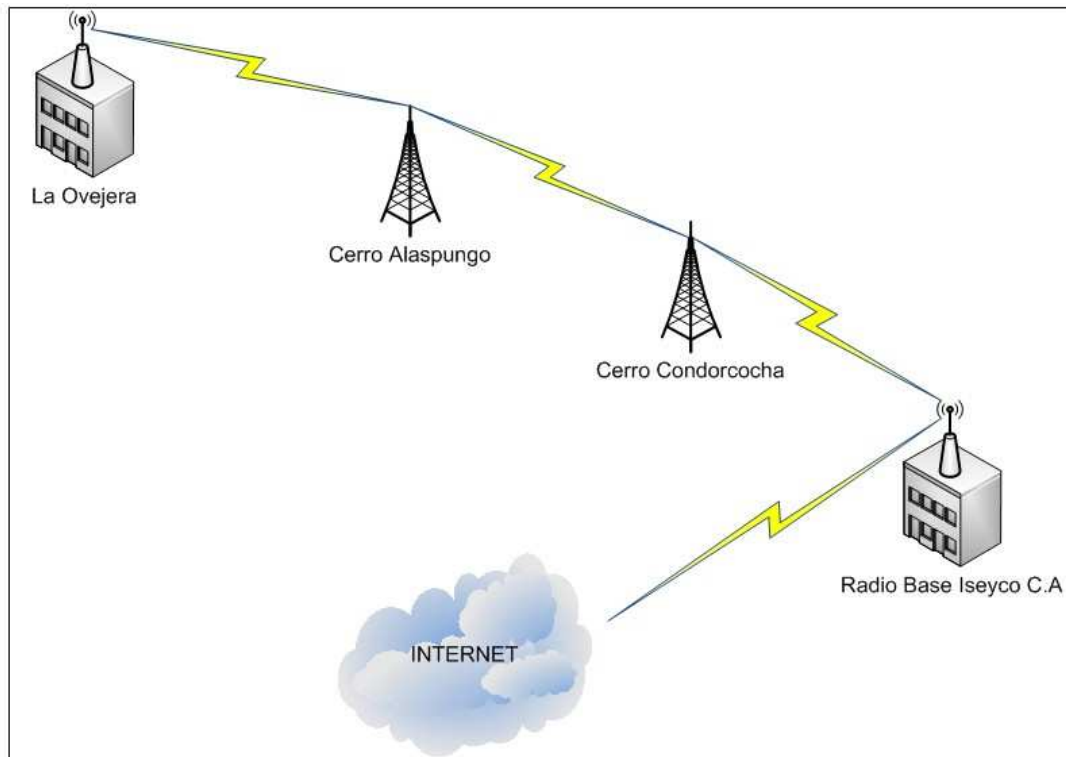


Figura 6.9. Esquema de conexión de la red WIMAX

La señal se difunde desde la Estación Base ubicada en el edificio Inteca donde se encuentra la empresa Iseyco C.A Telecomunicaciones, aquí es donde se encuentra el servidor de Internet y se concentra la información necesaria para realizar la gestión de monitoreo; también se hace importante mencionar que por la topografía de la zona, se realiza dos enlaces adicionales o saltos de comunicación para poder llegar con la señal hacia la parroquia San Miguel de Nono en al Provincia De Pichincha

6.1.16 Ubicación De La Radio Base WIMAX

Para escoger la ubicación geográfica de las radio bases es necesario cumplir con ciertos requisitos:

- Línea de vista con la mayoría de los usuarios potenciales.
- Cubrir la zona en su totalidad.

- Energía Eléctrica
- Facilidad de acceso

Ya que es importante que se cumpla los requisitos antes mencionados, se realizó una inspección para encontrar un lugar adecuado para el emplazamiento de las radio bases dando como resultado su ubicación en los lugares detallados en la tabla 6.13.

Ubicación de la Radio Base	Altura sobre el nivel del mar (m)	Altura de la antena sobre el nivel de la tierra (m)	CORDENADAS GEOGRAFICAS	
			Latitud	Longitud
Base Iseyco C.A	2786	30	0°10'59" S	78°29'15" W
Cerro Condorcocha	3558	20	0° 02'19.1" S	78°30'41" W
Cerro Alaspungo	3200	20	0° 02'51.6" S	78°35'35.2" W
La Ovejera	2774	20	0° 02'59.6" S	78°34'32.1" W

Tabla 6.13 Parámetro de ubicación de las radio Base

Cabe mencionar que la radio base de CONDORCOCHA Y ALASPUNGO son utilizadas para hacer puentes de conexión entre la radio base ubicada en la Ciudad de Quito (Base Iseyco) y la radio base que se ubicará en la Parroquia del Nono en la Provincia de Pichincha (La Ovejera) la misma que cubrirá la gran mayoría de usuarios

También es importante conocer las distancias en línea recta entre las estación base y las estaciones suscriptoras; así, en la Tabla 6.14 se muestran las distancias aproximadas de los enlaces, que se obtuvieron con la ayuda del software Radio Mobile.

ENLACE		DISTANCIA EN KM
BASE ISEYCO C.A	C. CONDORCOCHA	15.14 km
CERRO CONDORCOCHA	CERRO ALASPUNGO	9.14 km
CERRO ALASPUNGO	BASE LA OVEJERA	1.96 km
BASE LA OVEJERA	JUNTA PARROQUIAL	2.0 km
BASE LA OVEJERA	LA MERCED	3.95 km
BASE LA OVEJERA	HACIENDA PEREZ M	0.97 km
BASE LA OVEJERA	ANDES FLOWERS	1.52 km
BASE LA OVEJERA	DEL HIERRO	1.79 km
BASE LA OVEJERA	LOS SAUCES	1.80 km
BASE LA OVEJERA	CEDROS	1.70 km
BASE LA OVEJERA	QUESERIA	2.17 km
BASE LA OVEJERA	MONCAYO	2.97 km
QUESERIA	RIFRE FLOWERS	7.88 km

Tabla 6.14 Distancia en línea recta entre la estación base y los beneficiarios

Los sitios que han sido elegidos para el emplazamiento de las estaciones base están en las siguientes direcciones:

- Edificio INTECA, ubicado en la Av. 10 de Agosto y Villalengua.
- Cerro Condorcocha, ubicada a 10 km al norte de la ciudad de Quito vía Calacali .
- Cerro Alaspungo, ubicada en la Parroquia San Miguel de Nono de la Provincia de Pichincha.
- La ovejera, Ubicada en el barrio San José de la Parroquia San Miguel de Nono

El trayecto que une las estaciones tiene una topografía irregular y se cuenta con línea de vista entre las estaciones. A continuación en las siguientes

Figuras 6.10, 6.11, 6.12, se presentan los gráficos de los perfiles entre estaciones con la ayuda del software Radio Mobile

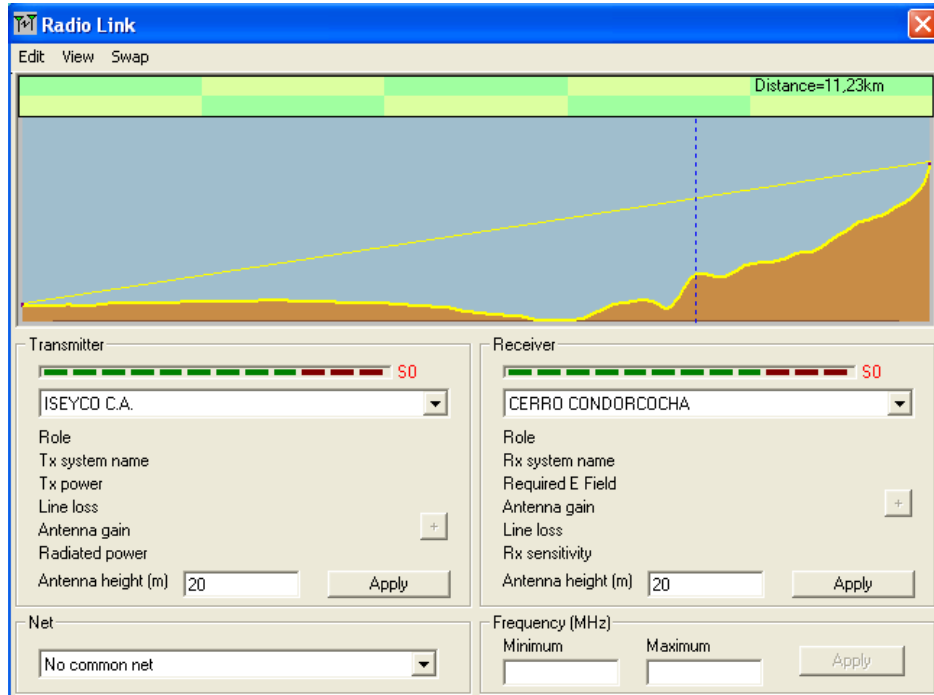


Figura 6.10 Perfil topográfico para el enlace Iseyco C.A-Condorcocha

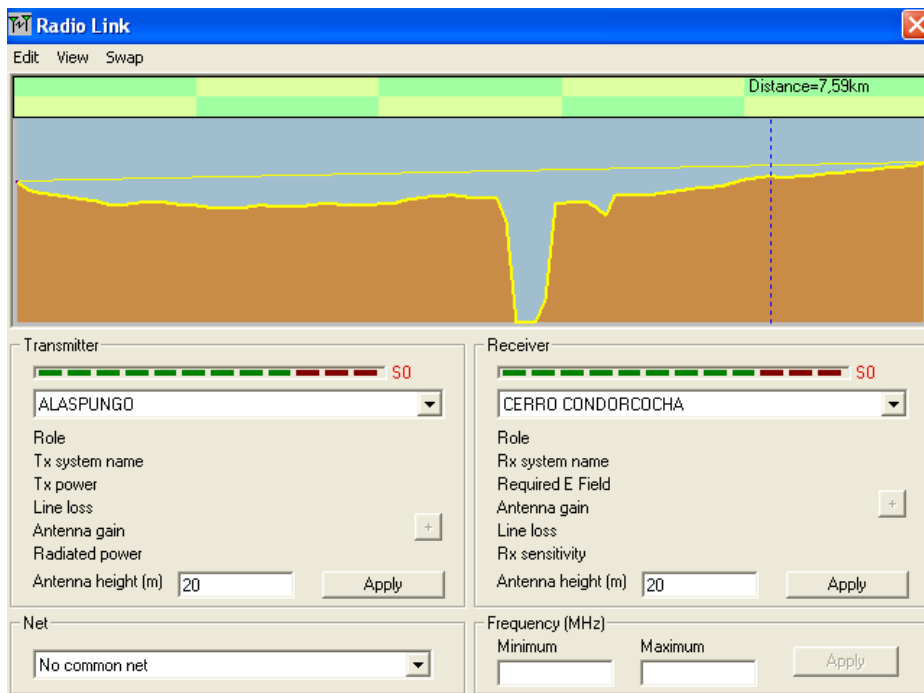


Figura 6.11 Perfil topográfico para el enlace Alaspungo-Condorcocha

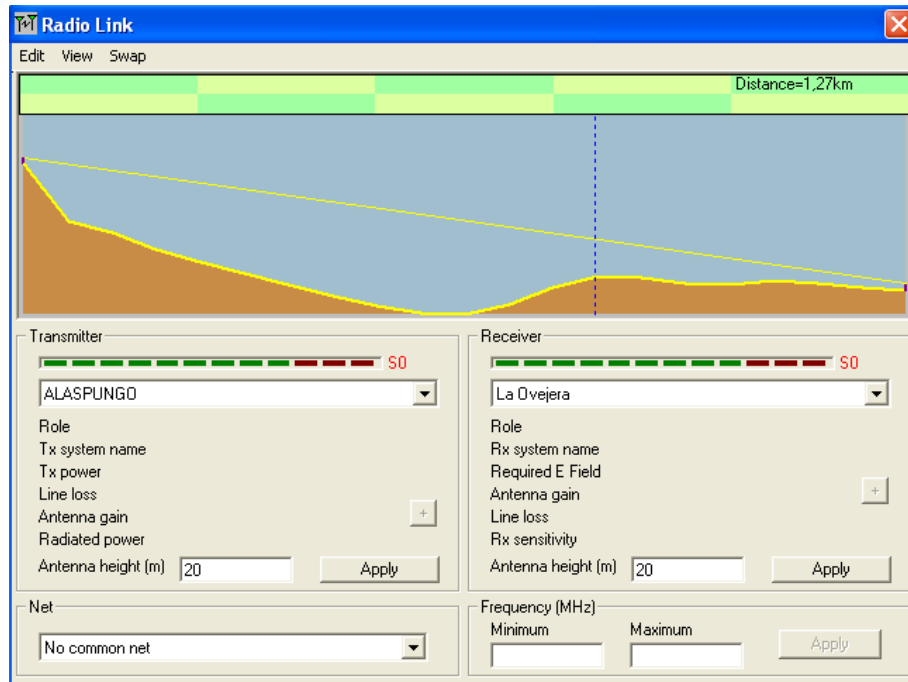


Figura 6.12 Perfil topográfico para el enlace Alaspungo-La Ovejera

6.2 Cálculo De La Primera Zona De Fresnel

Es necesario calcular la primera zona de Fresnel para verificar si existen obstrucciones a lo largo del enlace, para ello se utilizara la Ecuación 3.1 aplicada para la primera zona de Fresnel.

$$r_{fn} = 547.723 \sqrt{\frac{d_1 d_2}{fd}}$$

Enlace radio base Iseyco C.A. y el Cerro Condorcocha,

Para aplicar la formula, se necesita conocer los puntos críticos del radio enlace, que son los puntos de mayor altitud a lo largo del trayecto; así, para el enlace entre la Radio Base Iseyco C.A y el cerro Condorcocha, si se observa la Figura 6.13, se puede apreciar que a 11.23 km del punto de transmisión se encuentra el punto de mayor altura. La frecuencia para el radio enlace WIMAX que se

utilizará es de 3.5 GHz, la misma con la cual trabajan los equipos del estándar 802.16-2004.

A continuación se presentan los datos para calcular el radio de la primera zona de Fresnel.

Datos:

$d_1 = 11.23 \text{ Km.}$

$d_2 = 3.91 \text{ Km.}$

$d = 15.14 \text{ Km.}$

$f = 3.5 \text{ GHz} = 3500 \text{ MHz}$

$$r_{f1} = 547.723 \sqrt{\frac{11.23 * 3.91}{3500 * 15.14}}$$

$$r_{f1} = 15.76 \text{ m}$$

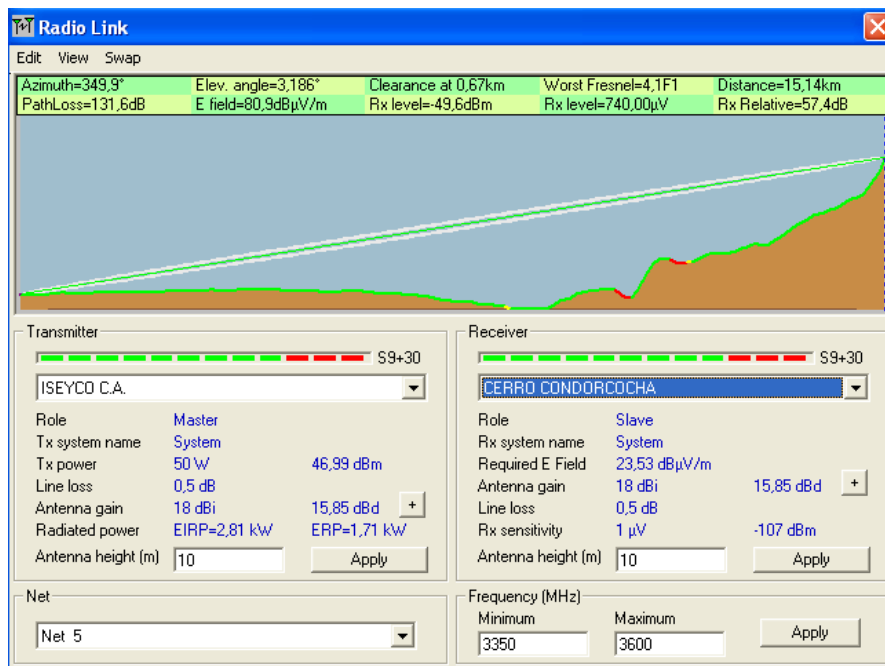


Figura 6.13 Zona de Fresnel del enlace Iseyco C.A y Cerro Condorcocha

Enlace Cerro Condorcocha y el Cerro Alaspungo

Para el enlace entre el Cerro Condorcocha y el cerro Alaspungo, observando la Figura 6.14 se puede apreciar que 7.59 km del punto de transmisión se encuentra el punto de mayor altura. Los datos para el cálculo del radio de la primera zona de Fresnel son los siguientes:

Datos:

d1 = 7.59 Km.

d2 = 1.55 Km.

d = 9.14 Km.

f = 3.5 GHz = 3500 MHz

$$r_{f_2} = 547.723 \sqrt{\frac{7.59 * 1.35}{3500 * 9.14}}$$

$$r_{f_2} = 9.80m$$

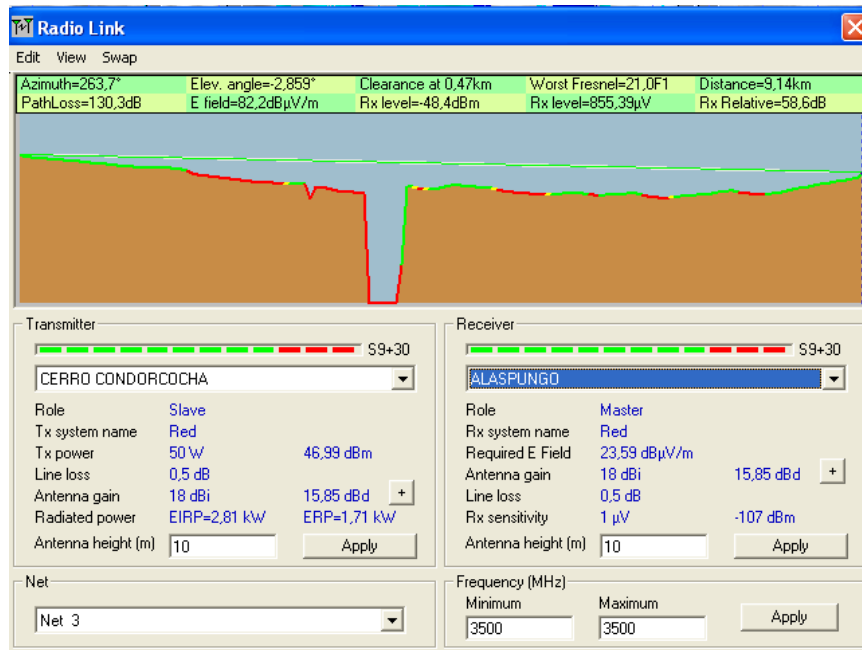


Figura 6.14 Zona de Fresnel del Cerro Condorcocha y Alaspungo

Enlace entre el Cerro Alaspungo y la Ovejera

Para el enlace entre el Cerro Alaspungo y la Ovejera (Beneficiario), observando la Figura 6.15 se puede apreciar que a 1.27 km del punto de transmisión se encuentra el punto de mayor altura. Los datos para el cálculo del radio de la primera zona de Fresnel son los siguientes:

Datos:

$d_1 = 1.27$ Km.

$d_2 = 0.69$ Km.

$d = 1.96$ Km.

$f = 3.5$ GHz = 3500 MHz

$$r_{f3} = 547.723 \sqrt{\frac{1.27 * 0.69}{3500 * 1.96}}$$

$$r_{f3} = 6.2m$$

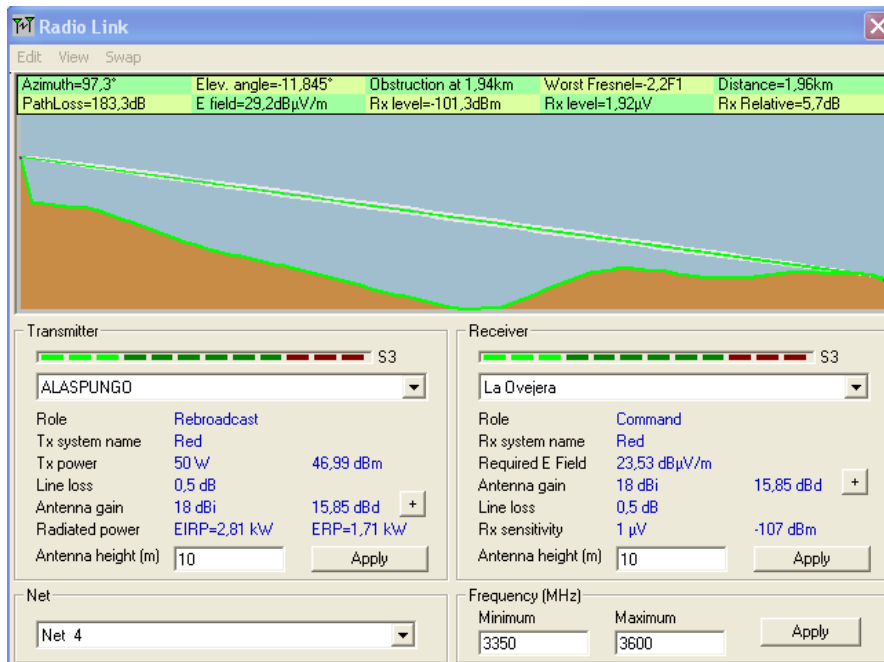


Figura 6.15 Zona de Fresnel del enlace Alaspungo – La Ovejera

6.3 Margen De Despeje Sobre Un Obstáculo

Para asegurar que no existe obstrucción, en la práctica basta con que el margen de despeje sobre el obstáculo (h_{des}), sea mayor al radio de la primera zona de Fresnel en el punto más crítico; es decir, el punto donde puede existir la obstrucción, que es el punto de mayor altitud a lo largo del trayecto.

Enlace Edificio Iseyco C.A. y el Cerro Condorcocha

Con este antecedente, procedemos a calcular el margen de despeje en el punto de mayor altitud para el enlace entre el Edificio Iseyco C.A. y el Cerro Condorcocha, aplicando la Ecuación 4.2 y con los siguientes datos:

$$h_{des} = h_1 + \frac{d_1}{d}(h_2 - h_1) - \left(H + \frac{d_1 d_2}{2Ka} \right) \text{ (m)}$$

H = 2900 m.

$h_1 = 2786$ m.

$h_2 = 3558$ m.

$d_1 = 11.23$ Km.

$d_2 = 3.91$ Km.

$d = 15.14$ Km.

K = 4/3.

a = 6.37 Km.

rF1 = m.

$$h_{des1} = 2786 + \frac{11.23km}{15.14} (3558 - 2786) - \left(2900 + \frac{11.23km * 3.91km}{2 * \frac{4}{3} * 6.37} \right)$$

$$h_{des1} = 456m$$

Con los valores calculados, se puede afirmar que $h_{des1} > rF1$, con lo que se concluye que para el radio enlace entre el Edificio Iseyco C.A y el Cerro de Condorcocha, existe línea de vista, la primera zona de Fresnel esta despejada en su totalidad y no existe obstrucción.

Enlace Cerro Condorcocha y Cerro Alaspungo

Para el enlace entre Cerro Condorcocha y Cerro Alaspungo, el margen de despeje en el punto más crítico se calcula con los siguientes datos:

$$H = 3005\text{m.}$$

$$h_1 = 3558 \text{ m.}$$

$$h_2 = 3200 \text{ m.}$$

$$d_1 = 7.59 \text{ Km.}$$

$$d_2 = 1.55 \text{ Km.}$$

$$d = 9.14 \text{ Km..}$$

$$K = 4/3.$$

$$a = 6.37 \text{ Km.}$$

$$r_{F2} = 9.80 \text{ m.}$$

$$h_{des2} = 3558 + \frac{7.59\text{km}}{9.14\text{km}}(3200 - 3558) - \left(3005 + \frac{7.59\text{km} * 1.55\text{km}}{2 * \frac{4}{3} * 6.37} \right)$$

$$h_{des2} = 255\text{m}$$

También se puede afirmar que $h_{des2} > r_{F2}$, con lo que se concluye que para el radio enlace entre el Cerro Condorcocha y el Cerro Alaspungo, existe línea de vista, la primera zona de Fresnel esta despejada en su totalidad y no existe obstrucción.

Enlace Cerro Alaspungo y la Ovejera

Para el enlace entre el Enlace Cerro Alaspungo y la Ovejera, el margen de despeje en el punto más crítico se calcula con los siguientes datos:

$$H = 2800 \text{ m.}$$

$$h_1 = 3200 \text{ m.}$$

$$h_2 = 2774 \text{ m.}$$

d1 = 1.27 Km.

d2 = 0.69 Km.

d = 1.96 Km.

K = 4/3.

a = 6.37 Km.

rF3 = 6.2 m.

$$h_{des3} = 3200 + \frac{1.27km}{1.96km} (2774 - 3200) - \left(2800 + \frac{1.27km * 0.69km}{2 * \frac{4}{3} * 6.37} \right)$$
$$h_{des3} = 123.96m$$

También se puede afirmar que $h_{des3} > rF3$, con lo que se concluye que para el radio enlace entre el Cerro Alaspungo y la Radio Base la Ovejera, existe línea de vista, la primera zona de Fresnel esta despejada en su totalidad y no existe obstrucción.

Si el enlace se hubiera encontrado obstruido, se debería despejar la zona de Fresnel calculando las alturas necesarias de las antenas, de manera que se garantice el despeje del 60 o 100 % de la primera zona de Fresnel.

Si el trayecto del radio enlace estuviese obstruido, de todas maneras no se tendría problemas en la comunicación, ya que los equipos en estándar 802.16 2004 trabajarán en ambiente NLOS.

6.4 Determinación de los parámetros mínimos requeridos por los equipos.

Para garantizar el desempeño adecuado del enlace, es necesario tener una referencia de los parámetros mínimos que deberían poseer los equipos a

instalarse. Para estimar la potencia de transmisión mínima requerida por el equipo, se utilizará la Ecuación 4.4

$$P_{Rx} = P_{Tx} - A_{BTx} - A_{WGTx} + G_{Tx} - A_0 + G_{Rx} - A_{WGRx} - A_{BRx} \quad (\text{dbm})$$

Las pérdidas por guía de onda y branching en muchos casos no se toman en cuenta ya que las antenas vienen integradas al radio. Para este caso se considerara 2 dB de pérdida, tanto para la guía de onda como para el branching, por ser valores que se presentan comúnmente.

Considerando que la ganancia de las antenas para equipos WIMAX fluctúa entre los 14 dBi a 23 dBi, se tomará como valor referencial 18 dBi para la ganancia de transmisión así como para la de recepción. Para determinar las pérdidas por espacio libre se utiliza la Ecuación 3.3 que toma en cuenta la distancia y frecuencia; así, la zona de cobertura tiene una distancia de 5 Km y la frecuencia de operación es de 3.5 GHz.

$$A_0 = 92.4 + 20 \log f + 20 \log d$$

$$A_0 = 92.4 + 20 \log(3.5) + 20 \log(5)$$

$$A_0 = 115.32 \cdot \text{dB}$$

Para el cálculo de la potencia de recepción se aplicará la Ecuación 3.5. La tecnología WIMAX permite niveles de sensibilidad entre -72 dBm y -103 dBm, por lo tanto se tomará un valor para el umbral de recepción de -80 dBm. El valor de margen de desvanecimiento que se asume es de 10 dB, valor que corresponde al mínimo requerido para un enlace en condiciones normales.

$$P_{Rx} (\text{dBm}) = Mu(\text{dB}) + Pu(\text{dBm})$$

$$P_{Rx} = 10(\text{dB}) - 80(\text{dBm})$$

$$P_{Rx} = -70(\text{dBm})$$

Con los valores ya determinados, se puede calcular la potencia de transmisión mínima requerida por los equipos.

$$P_{Rx} = P_{Tx} - A_{BTx} - A_{WGTx} + G_{Tx} - A_0 + G_{Rx} - A_{WGRx} - A_{BRx}$$

$$P_{Tx} = P_{Rx} + A_{BTx} + A_{WGTx} - G_{Tx} + A_0 - G_{Rx} + A_{WGRx} + A_{BRx}$$

$$P_{Rx} = -70 + 2 + 2 - 18 + 115.326 - 18 + 2 + 2$$

$$P_{Rx} = 17 \cdot (dBm)$$

Se puede concluir que bajo estos parámetros calculados, el sistema trabaja en forma óptima; es decir, los equipos deben cumplir con los requerimientos mínimos determinados anteriormente y que se los presenta en la siguiente tabla:

Parámetro	Valor
Frecuencia De Operación	3,5 GHz
Potencia Mínima de TX	17 dBm
Ganancia de TX	18 dBi
Sensibilidad del receptor	, -80 dBm
Ganancia de Rx	18 dBi

Tabla 6.15 Requerimientos mínimos de los equipos

6.5 Diseño de Las Celdas

Con los cálculos anteriores, se garantiza que los clientes pueden ser atendidos por la estación base que estará ubicado en el beneficiario la Ovejera con los márgenes adecuados, para valores típicos de ganancia de antena, pérdidas y potencia promedio de los equipos.

El siguiente paso de diseño será la cobertura de cada estación base. Esta cobertura estará determinada principalmente por los ángulos de apertura de las

antenas de las estaciones base, la distribución geográfica de los usuarios y la geografía de la zona.

Para las estaciones base se emplean antenas sectoriales con grados de apertura de 30°, 60°, 90°, 120° ó 180°, dependiendo de la zona a ser cubierta y de la densidad de usuarios de la misma.

6.5.1 Área De Cobertura De La Radio Base

Para el diseño de la red utilizaremos un software gratuito llamado Radio Mobile que permite el análisis y simulación del área de cobertura de un sistema de radio frecuencia y traza el perfil de las posibles trayectorias.

Radio Mobile utiliza mapas con elevaciones de terreno en forma digital con los que calcula el área de cobertura, indicando así los niveles de potencia recibida en enlaces de radio, determina los puntos de reflexión de un enlace, y calcula el presupuesto de potencia; además construye automáticamente el perfil de un enlace de radio entre dos puntos conocidos de forma digital, emplea una extensa base de datos de elevaciones para determinar la existencia de línea de vista entre dos puntos.

6.5.2 Diagramas de Cobertura

La radio base ubicada en la Cerro Alaspungo tiene como finalidad dar servicio a dos beneficiarios específicamente como es la Hacienda Rifre Flowers y La ovejera donde se ubicara otra radio Base

Como hemos mencionado anteriormente la operación de la red estará ubicado en un determinado lugar del beneficiario La Ovejera, además desde este lugar se proporcionará el servicio a los usuarios potenciales del sector con el emplazamiento de una estación base, La misma que de acuerdo a su posición geográfica cubrirá una zona específica de la Parroquia San Miguel de Nono donde se encuentran la mayor parte de los posibles usuarios potenciales del sistema.

6.5.3 Área de Cobertura Radiobase Alaspungo

La zona pintada de color Celeste en la figura 6.16 representa el área de cobertura y, según la simbología, el nivel de potencia de la señal emitida por la radiobase. Para el estudio que hemos desarrollado en esta Radio base se puede ubicar una antena de 60 grados debido a las características topográficas de los beneficiarios y del alcance que tendría. Para este caso tenemos un área de cobertura de 20 km aproximadamente

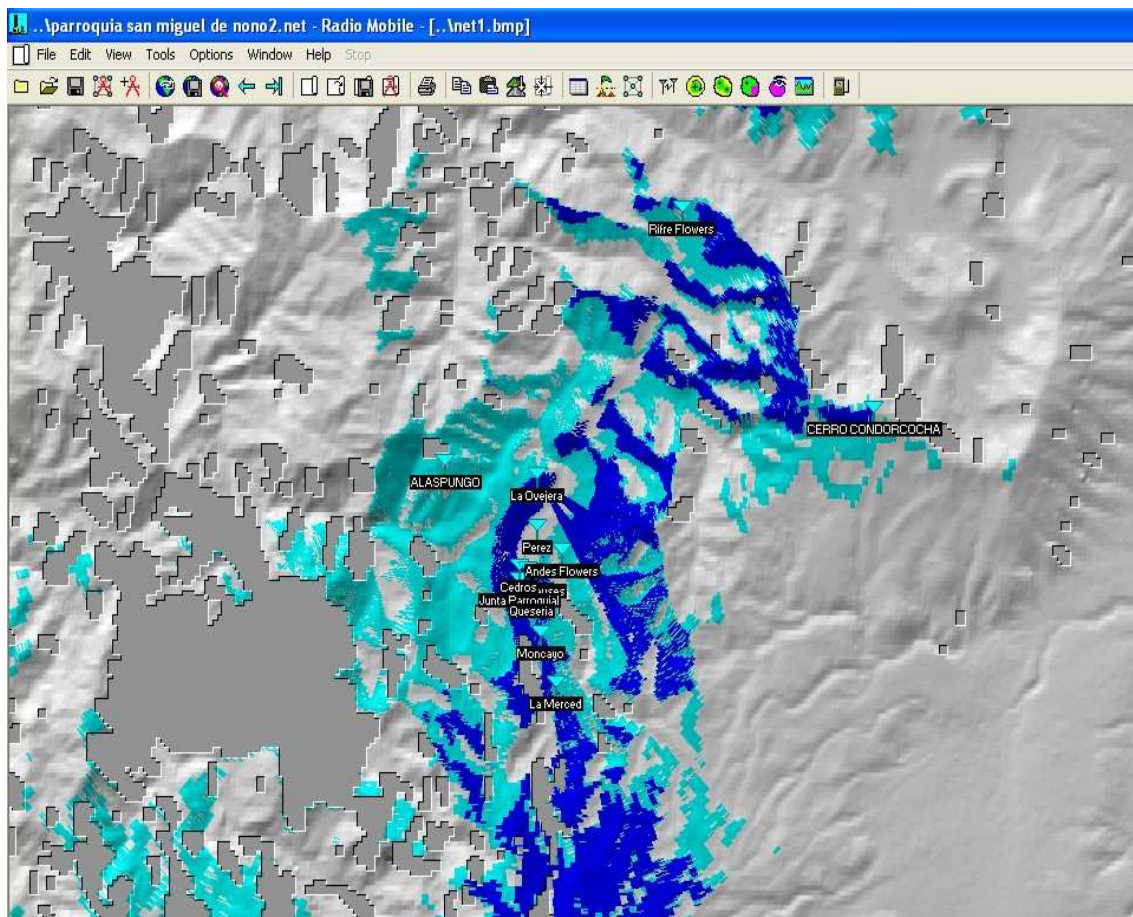


Figura 6.16 Área de cobertura Radio base Alaspungo

6.5.4 Área de Cobertura radio base la Ovejera

La zona pintada de color Azul de la Figura 4.40 representa el área de cobertura y, el nivel de potencia de la señal emitida por la radio base La Ovejera. Debido a la densidad de usuarios de esta zona la estación base se coloca una antena de 180°, de acuerdo a las especificaciones del fabricante los equipos tendrán dos canales de comunicación, uno principal y otro redundante; cada canal podrá dar servicio a 256 usuarios, con la capa física OFDM actual.

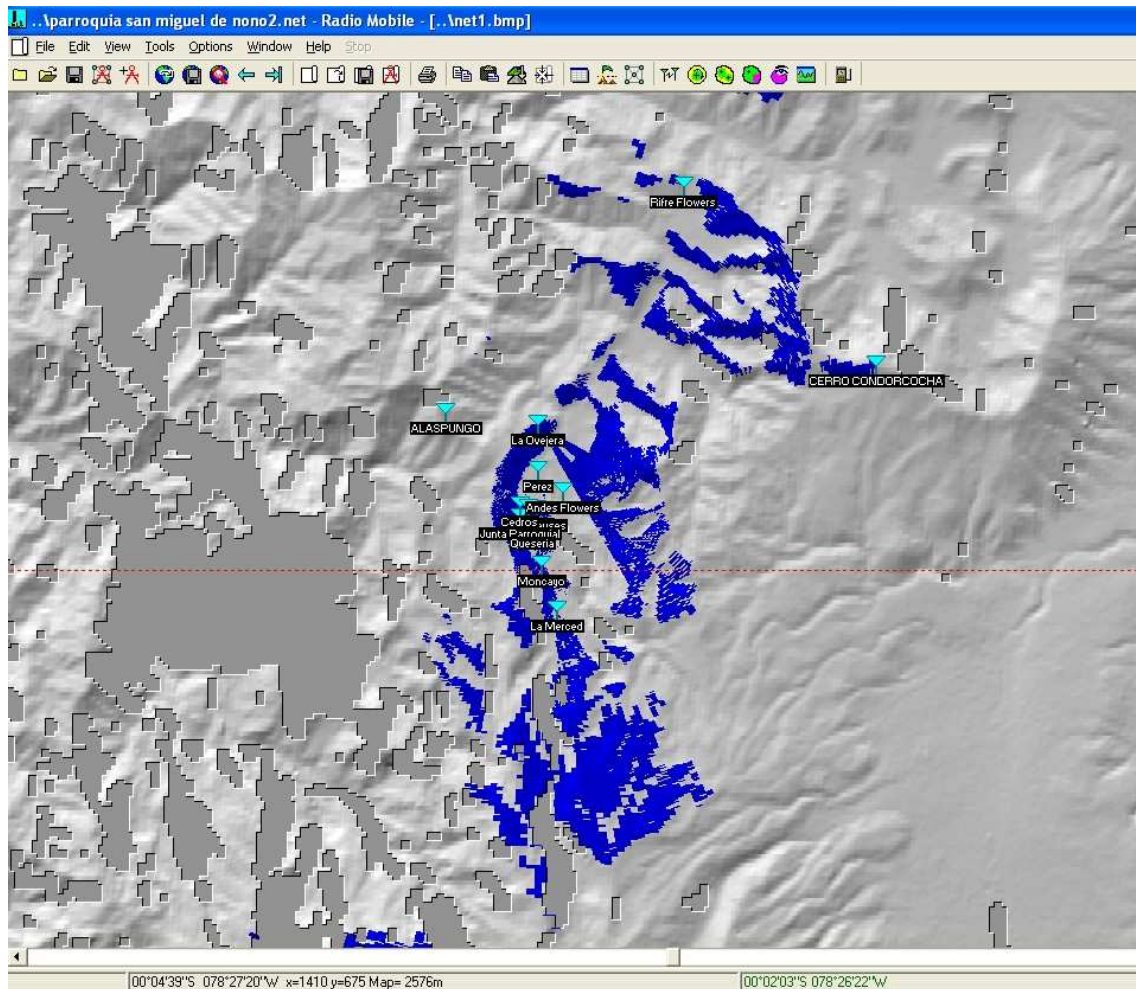


Figura 6.17 Área de cobertura Radio base LA Ovejera

En la Figura 6.17 se representa el diagrama de red simulado donde se tiene enlaces o punto a punto y punto multipunto de la Red De la Parroquia San Miguel de Nono.

Con la simulación realizada podemos verificar que la radio base la Ovejera tiene la facilidad de llegar a todos los beneficiarios demostrando que es el

punto estratégico para la ubicación de la misma, donde no se presentan distancias superiores a 6 km de tal manera que WIMAX es la opción indicada para trabajar en este tipo de escenarios como se muestra en la figura 6.18 del diagrama de red simulada.

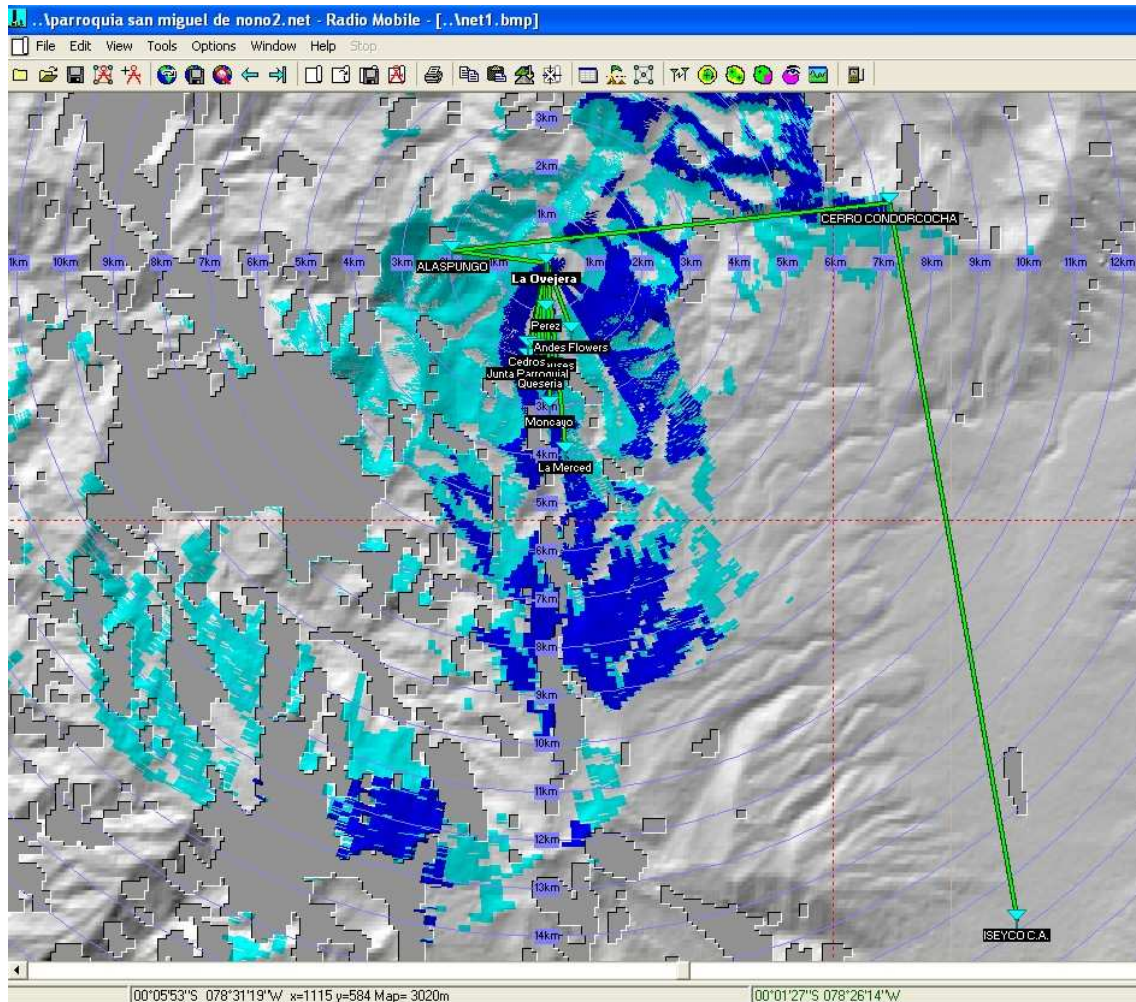


Figura 6.18 Diagrama de red simulado

6.6 Configuración Básica de la Central IP Grandstream 5024 para la Parroquia San Miguel de Nono en la Provincia de Pichincha.

La configuración de la Central IP Grandstream 5024 se la realiza por Browser con la dirección IP que viene de fábrica 192.168.10.1 y se procede de la siguiente manera:

- Realizar la Conexión desde el Puerto LAN de la Central IP Grandstream al computador a utilizar para la configuración
- En el computador se procede a poner una dirección IP similar a la que tiene la central Grandstream (Ej: 192.168.10.10)
- Abrir el explorador de Internet y poner la dirección que tiene la Central IP Grandstream por Default: 192.168.10.1
- Y aparece una pantalla que pide lo siguiente:
 - **Nombre de usuario:** admin
 - **Password :** admin.
- Posteriormente aparece la pantalla de configuración de la Central IP Grandstream ilustrada en la figura 6.19

Una vez Ubicado en el equipo Grandstream, en la parte izquierda de la pantalla se tiene el menú de opciones de configuración de la Central IP Grandstream.

En primer lugar se procede a realizar la configuración del sistema de la central, es decir registrar la dirección IP de la LAN y la WAN. Luego se procede de la siguiente manera:

- Configuración del sistema
- Ajustes de red
- Ingresar los siguientes datos

LAN

- IP: 10.10.11.1
- Mascara: 255.255.255.0
- DHCP : Habilitado

WAN

- IP estática : 10.10.10.99
- Mascara: 255.255.255.0

Es muy importante mencionar porque se habilita el DHCP de la LAN, la razón es, dar direcciones IP automáticamente a los teléfonos que se conectan a la central, la misma que tiene una capacidad de 100 extensiones, en esta misma pantalla se tiene el rango de direcciones IP que puede dar por DHCP la central Grandstream

Grandstream
Innovative IP Voice & Video

GXE5024 IPPBX Administration Interface

Idioma Español

Extensiones de teléfono

Líneas Troncal/Teléfono

Puente de conferencia

Grupo de llamadas

auto-contestadora

Cola de llamadas

Configuración del sistema

Ajustes de Red

Configuración de rutas

Ajustes del sistema

Códigos de funciones

Actualización de firmware

Guardar y restaurar configuración

Configuración de syslog

Guardar y restaurar nivel del sistema

Opciones avanzadas

Extensiones de teléfono

Líneas Troncal/Teléfono

Puente de conferencia

Grupo de llamadas

auto-contestadora

Cola de llamadas

Configuración del sistema

Ajustes de Red

Configuración de rutas

Ajustes del sistema

Códigos de funciones

Actualización de firmware

Guardar y restaurar configuración

Configuración de syslog

Guardar y restaurar nivel del sistema

Opciones avanzadas

Resetear y Reiniciar

Ajustes de Red

Ajustes LAN

IP base de la LAN	<input type="text" value="10"/> <input type="text" value="10"/> <input type="text" value="11"/> <input type="text" value="1"/>	(IP base para el puerto LAN, de fábrica es 192.168.10.1)
Máscara de subred de la LAN	<input type="text" value="255"/> <input type="text" value="255"/> <input type="text" value="255"/> <input type="text" value="0"/>	(De fábrica es 255.255.255.0)
Habilitar DHCP	<input checked="" type="radio"/> Habilitar <input type="radio"/> Deshabilitar	
IP inicial del banco DHCP	<input type="text" value="100"/>	
IP final del banco DHCP	<input type="text" value="199"/>	
Duración del préstamo de la IP por DHCP	<input type="text" value="120"/>	(En unidades de horas, de fábrica es 120 horas o 5 días)

Ajuste WAN

Asignado dinámicamente via DHCP

Usar PPPoE

ID de cuenta PPPoE	<input type="text"/>
Contraseña de cuenta PPPoE	<input type="text"/>
Servidor DNS preferido	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

Configuración estática

Dirección IP	<input type="text" value="10"/> <input type="text" value="10"/> <input type="text" value="10"/> <input type="text" value="99"/>
Máscara de subred	<input type="text" value="255"/> <input type="text" value="255"/> <input type="text" value="255"/> <input type="text" value="0"/>
Router de facto	<input type="text" value="192"/> <input type="text" value="168"/> <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="1"/>
DNS primario	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
DNS secundario	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>

Acceso HTTP(S)/TELNET en el lado WAN	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Sí
Modo de Acceso Web	<input checked="" type="radio"/> HTTP <input type="radio"/> HTTPS
Puerto HTTP	<input type="text" value="80"/>
Puerto HTTPS	<input type="text" value="443"/>
Permitir PING desde el lado WAN	<input checked="" type="radio"/> No <input type="radio"/> Sí
Servidor UPNP Activo	<input checked="" type="radio"/> Habilitar <input type="radio"/> Deshabilitar
PPTP VPN activo	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Sí
IPSEC VPN activo	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Sí
L2TP VPN activo	<input type="radio"/> No <input checked="" type="radio"/> Sí

Figura 6.19 Configuración del sistema de la central IP Grandstream

Los otros Parámetros que presenta la central en esta pantalla, se deja por defecto no tiene mucha importancia por el momento.

6.6.1 Configuración de las extensiones

En el menú que presenta la Central IP Grandstream tiene una opción para configurar las extensiones de teléfono, figura 4.47. Los parámetros importantes que presenta esta pantalla es la longitud de la extensión, con un máximo de 5 dígitos y también el dígito que es común para todas las extensiones que el usuario requiera.

En la presente configuración se utilizó como dígito común el 6.

- Longitud de la extensión : 3
- Dígito común de las extensiones : 6

Como se puede apreciar en la figura 6.20 la central IP Grandstream GXE 5024 asigna automáticamente extensiones para perifoneo, fax y teléfono interno. Las mismas que no deberán ser tomadas en cuenta como extensiones de teléfonos.

Una vez realizada la configuración en cada pantalla de la central IP es importante realizar un reset al equipo, de tal manera que los parámetros ingresados sean grabados de forma permanente en la memoria del equipo

También es muy importante recordarle al usuario que el ingreso a la central Ip para realizar algún tipo de configuración o cambio se lo debe realizar ingresando en el Explorador de internet la nueva dirección Ip de la LAN, para nuestro caso la IP: 10.10.11.1 . Caso contrario se presentara dificultades al ingreso de la misma, el motivo es por que se ingreso una nueva dirección Ip en la Lan que la central toma como nueva ruta de acceso.

Figura 6.20 Ajustes generales en la configuración de las extensiones

Una vez registrado la longitud y el dígito común de las extensiones se procede a ingresar la extensión, nombre del beneficiario, nombre del usuario, contraseña, privilegio que tendrá cada extensión y tiempo de espera de cada llamada antes de ser enviada al correo de voz, como los principales parámetros de configuración en esta pantalla. En la figura 6.21 se puede apreciar el ingreso de los datos en cada parámetro.

El número de extensiones por cada beneficiario está descrito en la tabla 4.10 del cual tomamos referencia para realizar el respectivo registro.

Los parámetros más importantes en este segmento son:

- Nombre del usuario: Operador 1.....10 (Ejemplo)
- Nombre del departamento: Ovejera, Pérez, etc.
- Extensión : 600 a 699
- Contraseña: El mismo de la extensión (Recomendado)
- Permitir correo de Voz Si
- Permitir correo de fax Si
- Reenvió de llamada Si

Grandstream
Innovative IP Voice & Video

GXE5024 IPPBX Administration Interface

Idioma: Español Sal

Configurar extensión

Nombre del usuario	<input type="text" value="Operator 1"/>
Nombre del departamento	<input type="text" value="Ovejera"/>
Extensión	<input type="text" value="600"/> (Lista actual de extensiones para referencia 600)
Privilegio	Regular
Contraseña SIP	<input type="password" value="•••"/>
Permitir correo de voz	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
Aprendiendo nueva información	<input type="radio"/> Sí <input checked="" type="radio"/> No
Timbrados antes de enviar a correo de voz	25 (En segundos)
Permitir correo de fax	<input checked="" type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
Reenviar	<input type="text"/> (eg. info@grandstream.com;support_china@grandstream.com)
Contraseña para recuperar mensajes de Voz/Fax	<input type="text"/> (0-9, no puede ser espacio, *,#)
Reenvío de llamada	<input checked="" type="radio"/> Encendido <input type="radio"/> Apagado
Teléfono de reenvío	<input type="text"/> (Nota: El Reenvío de llamadas también se puede habilitar mediante código función)

Figura 6.21. Ingreso de las extensiones de teléfono a la central IP

Posteriormente continuar ingresando las extensiones a utilizar, los mismos que se van registrando en la pantalla de la central Ip Grandstream hasta completar el número de beneficiarios y extensiones a ocupar para el presente diseño, como se puede observar en la figura 6.22

Grandstream
Innovative IP Voice & Video

GXE5024 IPPBX Administration Interface

<input type="checkbox"/>	679	Operador 4	Queseria		Desconectado	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	680	Operador 5	Queseria		Desconectado	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	681	Operador 6	Queseria		Desconectado	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	682	Operador 7	Queseria		Desconectado	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	683	Operador 9	Queseria		Desconectado	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	685	Operador 1	Moncayo		Desconectado	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	686	Operador 2	Moncayo		Desconectado	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	687	Operador 3	Moncayo		Desconectado	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	688	Operador 4	Moncayo		Desconectado	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	693	Operador 1	Rifre Flowers		Desconectado	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	696	Operador 2	Rifre Flowers		Desconectado	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	697	Operador 3	Rifre Flowers		Desconectado	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	698	Operador 4	Rifre Flowers		Desconectado	Regular	Modificar

Borrar Agregar una extensión Agregar Lote

Índice:60-82, Total:83, Primero

Figura 6.22 Ingreso de todas las extensiones a ocuparse en la red

Ahora en el menú de configuración de la central se procede a en la línea troncal de teléfono, en este segmento, los ajustes de discado de línea y estándar de identificador de llamadas dejaremos por defecto y vamos a configurar el control de línea de llamada.

En este segmento se puede habilitar las cuatro líneas Fxo de la central IP para conectarnos a la PSTN y realizar pruebas de llamadas, también se debe anteponer un prefijo de discado puede ser del 1-9 la misma que tomara la línea Fxo de la troncal externa.

En el parámetro contestadora de llamada entrante se puede habilitar una extensión un grupo de llamadas, esto dependerá del requerimiento del usuario Ver Figura 6.23

The screenshot shows the 'GXE5024 IPPBX Administration Interface' with a sidebar menu on the left and a main configuration area on the right. The sidebar includes options like 'Extensiones de teléfono', 'Líneas Troncal/Teléfono', 'Puente de conferencia', 'Grupo de llamadas', 'auto-contestadora', 'Cola de llamadas', 'Configuración del sistema', 'Opciones avanzadas', 'Resetear y Reiniciar', 'Estado', and 'Reportes'. The main area is titled 'Ajustes del discado de línea' and contains several input fields for parameters such as 'Longitud del dígito DTMF (ms)', 'Volumen del dígito DTMF (dBm)', 'Pausa del discado DTMF (ms)', 'Esperar para el tono de discado (SN)', and 'Demora mínima antes del discado'. Below this is the 'Standard del identificador de llamadas' section with fields for 'Esquema del identificador de llamadas' (set to Bellcore), 'Nivel mínimo del identificador de llamadas FSK (dB)', 'Bits de ocupación de canal del identificador de llamadas FSK', and 'Bits de demarcación del identificador de llamadas FSK'. At the bottom is the 'Control de línea de llamada' section with fields for '1- Línea', 'Prefijo de discado', 'Contestar llamada entrante', 'Extensión', and '601', along with radio buttons for 'Habilitar contraseña' and a dropdown for 'Permitir el uso de otros sistemas pareja'.

FIGURA 6.23 Habilitación de la línea PSTN

En la figura 6.24 se tiene el registro de líneas Fxo activadas que se van a utilizar, por el momento hemos habilitado una línea 1 de la central IP con un prefijo de discado 5 y 10 llamadas simultáneas que pueden ingresar por cada

usuario a la Central IP Grandstream, esto también dependerá de cada de el requerimiento de cada usuario

The screenshot shows the Grandstream GXE5024 IPPBX Administration Interface. On the left is a navigation menu with options like 'Extensiones de teléfono', 'Lineas Troncal/Teléfono', 'Puerto interno de teléfono/fax', 'Troncal SIP', 'Línea troncal PSTN externa', 'Puente de conferencia', 'Grupo de llamadas', 'auto-contestadora', and 'Cola de llamadas'. The main content area is titled 'Línea troncal PSTN externa' and includes a language dropdown set to 'Español'. Below this is a table with the following data:

Nombre	Activo	URL del portal de enlace	Otro UDP	Llamadas simultaneas	Sesiones activas presentes	Prefijo de salida	Estado
lseyco	Habilitar	1	5	10	0	4	Desconectado

There is an 'Agregar' button below the table and a 'Modificar' button next to the 'Estado' column.

Figura 6.24 Registro de las líneas activadas PSTN

Una vez ingresado las extensiones a utilizar para el presente diseño de red IP. Se procede a formar grupos de llamadas de acuerdo a número de beneficiarios que tenemos en la figura 6.25 se muestra la pantalla de configuración de los grupos de llamadas.

La finalidad de realizar los grupos de llamadas es facilitar al usuario un menú de opciones a elegir al momento de comunicarse con la red IP del Nono, el usuario podrá elegir comunicarse con la institución pública o privada que así lo desee. Entonces a continuación se forma los grupos de llamadas de acuerdo al número de extensiones requeridas por cada beneficiario.

Para formar el grupo de llamadas se debe asignar una extensión principal la misma que no debe estar ingresada como extensiones de la central IP caso contrario no aceptara dicha extensión. En la tabla 4.16 se muestra la conformación de cada grupo de llamadas con sus respectivas extensiones, la fila que se encuentra remarcada son las extensiones principales de cada grupo de llamadas.

BENEFICIARIO	EXTENCION	DIRECCION IP	BENEFICIARIO	EXTENCION	DIRECCION IP
La Ovejera	600	10.10.11.100	Del Hierro	649	10.10.11.149
La Ovejera	601	10.10.11.101	Del Hierro	650	10.10.11.150
La Ovejera	602	10.10.11.102	Del Hierro	651	10.10.11.151
La Ovejera	603	10.10.11.103	Del Hierro	652	10.10.11.152
La Ovejera	604	10.10.11.104	Del Hierro	653	10.10.11.153
La Ovejera	605	10.10.11.105	Del Hierro	654	10.10.11.154
La Ovejera	606	10.10.11.106	Del Hierro	655	10.10.11.155
La Ovejera	607	10.10.11.107	Del Hierro	656	10.10.11.156
La Ovejera	608	10.10.11.108	Del Hierro	657	10.10.11.157
La Ovejera	609	10.10.11.109	Los Sauces	658	10.10.11.158
Junta Parroquial	610	10.10.11.110	Los Sauces	659	10.10.11.159
Junta Parroquial	611	10.10.11.111	Los Sauces	660	10.10.11.160
Junta Parroquial	612	10.10.11.112	Los Sauces	661	10.10.11.161
Junta Parroquial	613	10.10.11.113	Los Sauces	662	10.10.11.162
Junta Parroquial	614	10.10.11.114	Los Sauces	663	10.10.11.163
Junta Parroquial	615	10.10.11.115	Los Sauces	664	10.10.11.164
Junta Parroquial	116	10.10.11.117	Cedros	665	10.10.11.165
La Merced	618	10.10.11.118	Cedros	666	10.10.11.166
La Merced	619	10.10.11.119	Cedros	667	10.10.11.167
La Merced	620	10.10.11.120	Cedros	668	10.10.11.168
La Merced	621	10.10.11.121	Cedros	669	10.10.11.169
La Merced	622	10.10.11.122	Cedros	670	10.10.11.170
La Merced	623	10.10.11.123	Cedros	671	10.10.11.171
La Merced	624	10.10.11.124	Cedros	672	10.10.11.172
La Merced	625	10.10.11.125	Cedros	673	10.10.11.173
La Merced	626	10.10.11.126	Queseria	674	10.10.11.174
La Merced	627	10.10.11.127	Queseria	675	10.10.11.175
Peréz	628	10.10.11.128	Queseria	676	10.10.11.176
Peréz	629	10.10.11.129	Queseria	677	10.10.11.177
Peréz	630	10.10.11.130	Queseria	678	10.10.11.178
Peréz	631	10.10.11.131	Queseria	679	10.10.11.179
Peréz	632	10.10.11.132	Queseria	680	10.10.11.180
Peréz	633	10.10.11.133	Queseria	681	10.10.11.181
Peréz	634	10.10.11.134	Queseria	682	10.10.11.182
Peréz	636	10.10.11.136	Moncayo	683	10.10.11.183
Peréz	637	10.10.11.137	Moncayo	684	10.10.11.184
Peréz	638	10.10.11.138	Moncayo	685	10.10.11.185
Andes	639	10.10.11.139	Moncayo	686	10.10.11.186
Andes	640	10.10.11.140	Moncayo	687	10.10.11.187
Andes	641	10.10.11.141	Moncayo	688	10.10.11.188
Andes	642	10.10.11.142	Fifre Flowers	689	10.10.11.189
Andes	643	10.10.11.143	Fifre Flowers	693	10.10.11.193
Andes	644	10.10.11.144	Fifre Flowers	696	10.10.11.196
Andes	645	10.10.11.145	Fifre Flowers	697	10.10.11.197
Andes	646	10.10.11.146	Fifre Flowers	698	10.10.11.198
Andes	647	10.10.11.147	Fifre Flowers	699	10.10.11.199
Andes	648	10.10.11.148			

Tabla 4.20 Extensiones y las direcciones de la central IP

Para conformar los grupos se procede de la siguiente manera:

Grupo 1:

- Extensión principal: 609
- Nombre del grupo: La ovejera
- Modo de timbrado : Serie
- Miembros: 600:608 (Extensiones)

Grupo 2:

- Extensión principal: 616
- Nombre del grupo: Junta Parroquial
- Modo de timbrado : Serie
- Miembros: 610:615 (Extensiones)

De esta manera se conforma los grupos de llamadas, un parámetro que aparece en esta pantalla de configuración es el modo de timbrado, se tiene dos opciones, serie y paralelo, para el presente diseño de red se escoge el modo de timbrado serie, de tal manera que los teléfonos conectados a este grupo se irán timbrando en forma secuencial, el primero en sonar será la extensión principal la misma que por lo general se la ubica en la recepción de cada beneficiario, si no es contestada la llamada por esta extensión comenzará a timbrar las extensiones secundarias en forma secuencial como se lo menciono anteriormente de acuerdo al intervalo de tiempo escogido. Si se diera el caso que no ser contestada la llamada, la central IP da la opción de tono de espera, la misma que puede ser un tono propio del sistema o el usuario podrá cargar el tono que desee.

Otra opción importante de presenta la central Ip Grandstream es la de enviar un mensaje a un correo electrónico a una dirección que el usuario determine en el supuesto caso de no ser contestada una llamada por ninguna extensión de nuestra central.

Grandstream
Innovative IP Voice & Video

GXE5024 IPPBX Administration Interface

Idioma Español

Modificar Grupo de llamadas

Extensión:

Nombre del grupo:

Modo de timbrado: Paralelo Serie

Intervalo de timbrado en paralelo: (0-180s)

Timbrados por miembro en serie:

Intervalo de timbrado en serie: (En segundos)

Sin respuesta reenvío a:

Tono de espera:

Miembros: (ejem.,5100-5102;5200, hasta un máximo de 30 miembros)

Intento inicial del timbrado serial en círculos: Entre los primeros De la lista de miembros del grupo

Correo electrónico para enviar el mensaje: (Si vacío el correo electrónico no será enviado)

Contraseña para recuperar mensajes de Voz/Fax: (0-9, no puede ser espacio,*,#)

Figura 6.25 Configuración del grupo de llamada

En la figura 6.26 se muestra la pantalla donde se registran los grupos de llamadas, con su extensión principal y el rango de sus respectivos miembros

Grandstream
Innovative IP Voice & Video

GXE5024 IPPBX Administration Interface

Idioma Español

Grupo de llamadas

Extensión	Nombre del grupo	Miembros	
609	Grupo Ovejera	600-608	<input type="button" value="Modificar"/>
616	Grupo J.Parroquial	610-615	<input type="button" value="Modificar"/>
627	Grupo La Merced	618-626	<input type="button" value="Modificar"/>
638	Grupo Pérez	628-637	<input type="button" value="Modificar"/>
648	Grupo los Andes	639-647	<input type="button" value="Modificar"/>
657	Grupo Del Hierro	649-656	<input type="button" value="Modificar"/>
664	Grupo los Sauces	658-663	<input type="button" value="Modificar"/>
673	Grupo Los Cedros	665-672	<input type="button" value="Modificar"/>
682	Grupo La Queseria	674-681	<input type="button" value="Modificar"/>
699	Grupo Moncayo : Rifre Flowers	683-688 696-699	<input type="button" value="Modificar"/>

Figura 6.26. Grupo de llamada y número de miembros que la conforma

Entre los beneficios que presenta la central IP Grandstream, presenta al usuario la oportunidad de comunicarse con diferentes grupos de llamadas ubicados en diferentes lugares como es el caso de nuestro proyecto, el usuario podrá acceder a cada grupo de llamada con escoger del menú de opciones un dígito que será presentado por la contestadora automática mediante la selección de un dígito en el menú que presenta, dicha configuración se puede apreciar en la figura 6.27 donde se muestra la pantalla de configuración en la cual se va seleccionando un dígito del menú y asignándole a un determinado grupo de llamadas

Grandstream
Innovative IP Voice & Video

GXE5024 IPPBX Administration Interface

Idioma: Español

Modificar Menú de voz

Nombre del menú de voz: default

<input checked="" type="checkbox"/>	Presionar 0 Para activar	Extensión	600
<input checked="" type="checkbox"/>	Presionar 1 Para activar	Grupo de llamadas	Grupo J.Parroquial
<input checked="" type="checkbox"/>	Presionar 2 Para activar	Grupo de llamadas	Grupo La Merced
<input checked="" type="checkbox"/>	Presionar 3 Para activar	Grupo de llamadas	Grupo Pérez
<input checked="" type="checkbox"/>	Presionar 4 Para activar	Grupo de llamadas	Grupo los Andes
<input checked="" type="checkbox"/>	Presionar 5 Para activar	Grupo de llamadas	Grupo Del Hierro
<input checked="" type="checkbox"/>	Presionar 6 Para activar	Grupo de llamadas	Grupo los Sauces
<input checked="" type="checkbox"/>	Presionar 7 Para activar	Grupo de llamadas	Grupo Los Cedros
<input checked="" type="checkbox"/>	Presionar 8 Para activar	Grupo de llamadas	Grupo La Quesería
<input checked="" type="checkbox"/>	Presionar 9 Para activar	Grupo de llamadas	Grupo Moncayo

Tiempo máximo sin entrada: 30 (Segundo), reproducir advertencia y repetir el correo de voz un máximo de 3 Hora(s)

Fax a: Ningún

Tono de espera: Música del sistema

Subir Archivo.

1. El archivo de sonido debe estar en el formato: 8kHz/16bit/Mono en el formato .wav
2. Se recomienda usar la herramienta de conversión de menús para convertir el archivo wav antes de subirlo a la GXE5000

Archivo de contestadora de voz: Examinar...

Grabar Contestadora. Numero de extensión que desea utilizar:

Extensión: Ningún

Ingresar Vista previa Cancelar

Figura 6.27 Configuración de la contestadora automática

En esta pantalla también se muestra la configuración de la contestadora automática. La misma que se carga por un teléfono IP conectado a la central.

Mediante la opción ingresar procedemos a cargar una contestadora automática donde brinde al usuario en forma correcta y precisa las opciones que tiene para comunicarse con determinado lugar y realizamos la grabación en la central esta puede estar destinada a todas las extensiones o a cada grupo de llamadas.

Esta novedosa tecnología en centrales IP también nos brinda la facilidad de cargar mas de una contestadora automática, como se puede ver en la figura 6.28, la finalidad de esta opción es presentarle al usuario un menú de opciones dentro de un grupo de llamadas que sea exclusiva de este grupo, de tal manera que el usuario podrá acceder a las extensiones secundarias de forma independiente



Figura 6.28 Registro del numero de de contestadoras en la central IP

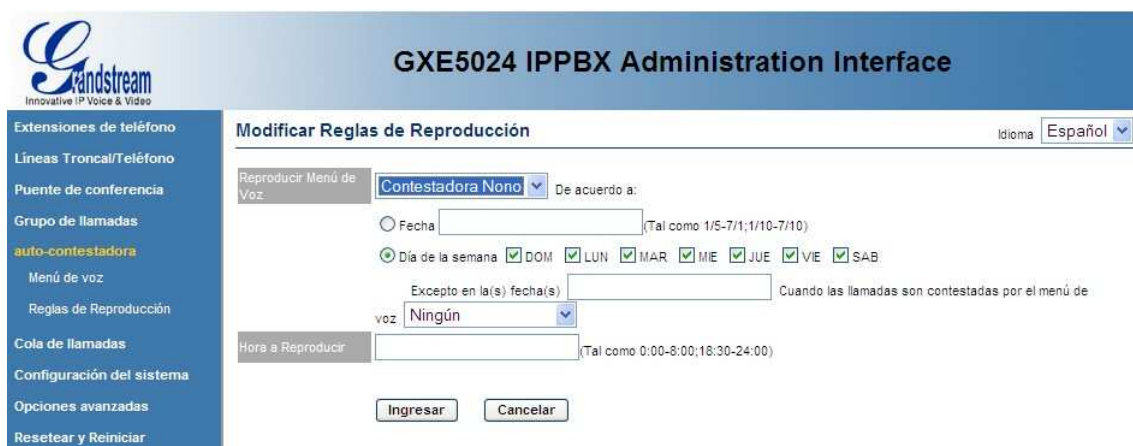


Figura 6.29 Configuración de las reglas de reproducción de la contestadora automática

El la figura 6.29 se muestra la pantalla de configuración de las reglas de reproducción de la contestadora automática la misma que nos presenta las siguientes opciones:

- Fecha de Inicio y final de Funcionamiento de la contestadora automática
- Días de funcionamiento de la contestadora
- Días de excepciones que no funcionara la contestadora
- Horario de funcionamiento de la contestadora

Una vez configurada las reglas de funcionamiento de la contestadora automática aparecerá una pantalla figura 6.30 donde nos confirma las condiciones de funcionamiento de acuerdo a la necesidad de la Parroquia San Miguel de nono o de cada Beneficiario



Figura 6.30. Condiciones de funcionamiento de la contestadora automática

6.6.2 Configuración del teléfono IP Grandstream GXP-2000

La configuración del teléfono IP Grandstream GXP se lo realizará por teclado, entramos al menú de la pantalla presionando la tecla menú, que se observa en la figura 6.31



Figura 6.31 Descripción del teléfono GXP-2000

En la pantalla del teléfono Grandstream GXP-2000 aparecerán las opciones contenidas en el menú de configuración:

Funciones de Menú

- Lista de Llamadas
- Status
- Agenda Telefónica
- Mensaje Texto IM
- Llamada IP a IP
- Preferencia
- **Config**
- Config de Fábrica
- Reiniciar
- Salir

Se procede a escoger la opción config con la tecla Menú que actúa como tecla enter, y aparece un menú de config.

Funciones del menú de config

- Red
- SIP
- Audio
- Actualizar
- Reinicio de Fábrica

seleccionar RED, en la cual se habilita “Obtener dirección IP por DHCP”
Luego seleccionar SIP en la cual se registra los siguientes datos:

Telefono 1

- | | |
|--------------------|------------|
| ▪ SIP proxy | 10.10.11.1 |
| ▪ Out bo and Proxy | 600 |
| ▪ SIP User ID | 600 |
| ▪ SIP ouch | 600 |
| ▪ SIP password | 600 |
| ▪ Puerto del SIP | 5060 |

En la Opción SIP Proxy ingresar la dirección IP: 10.10.11.1 de la LAN registrada en la central IP Grandstream, con la finalidad de registrar al teléfono con la central IP y está pueda asignarle una dirección IP automáticamente por DHCP, el mismo procedimiento se lo realizará con todos los teléfonos que se conecten a la central.

En las demás opciones del SIP registrar la extensión asignada a cada teléfono, por lo general el puerto que utiliza el protocolo SIP es el 5060 que será el mismo para todos los teléfonos IP.

Teléfono 2

- SIP proxy 10.10.11.1
- Out bo and Proxy 601
- SIP User ID 601
- SIP ouch 601
- SIP password 601
- Puerto del SIP 5060

6.6.3 Pruebas de Funcionamiento entre central y teléfonos IP

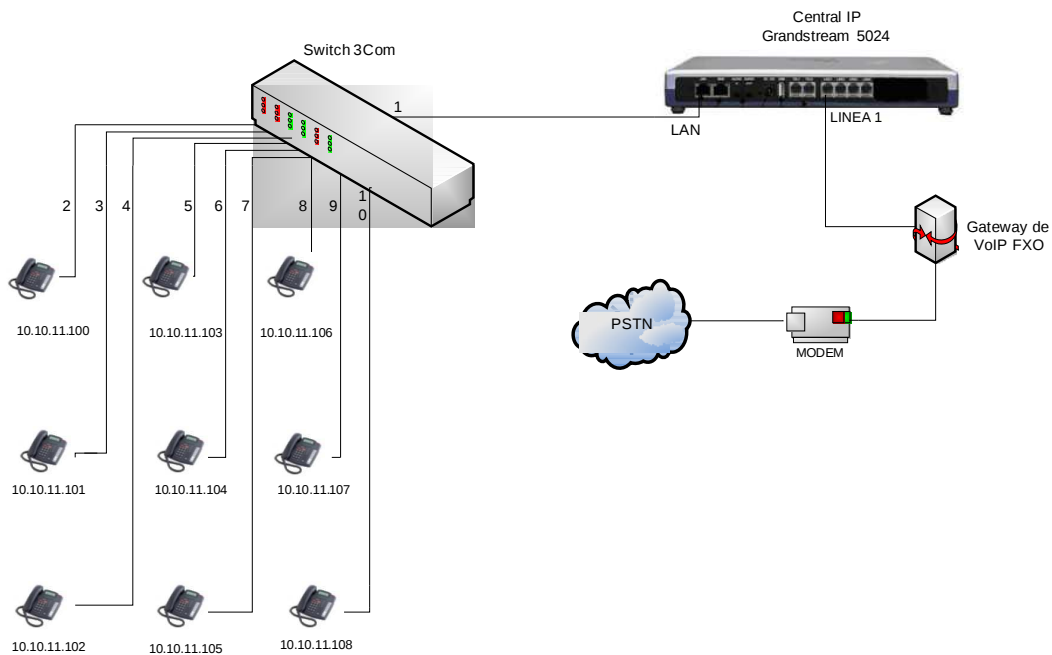


Figura 6.32 Esquema de conexión de la central y teléfonos IP para realizar pruebas de laboratorio.

Una vez concluido con la configuración de las extensiones y los parámetros de funcionamiento en la central y teléfonos IP se procede a las pruebas de conectividad y funcionamiento en Laboratorio. Como se puede observar en la figura 6.32 Conectar a la central IP la línea Fxo, del puerto LAN de la central IP se conecta a un Switch, y a este equipo se conectarán los teléfonos IP mediante el puerto LAN del equipo. La Central IP se encargará de asignar

direcciones IP a los teléfonos IP conectados a la red en formar automática por DHCP.

Una vez conectado los teléfonos IP al switch y de este a la central IP, en la pantalla de configuración de extensiones de la central IP aparecerán como conectados o en línea a la central IP los teléfonos. Como se puede observar en la figura 6.33 se registra la extensión, departamento o grupo de llamadas al que pertenece, el dispositivo que se encuentra conectado y la dirección IP asignada por la central además del estado del dispositivo con la central.

The screenshot shows the 'Directorio de extensiones' (Extension Directory) page in the GXE5024 IPPBX Administration Interface. The interface includes a sidebar with navigation options like 'Extensiónes de teléfono', 'Ajustes generales', and 'Auto-Aprovisionar'. The main content area displays a table of extensions with columns for 'Extensión', 'Nombre', 'Departamento', 'Tipo de dispositivo', 'Dirección IP', 'Estado', and 'Privilegio'. Each row includes a checkbox and a 'Modificar' button.

Todas	Extensión	Nombre	Departamento	Tipo de dispositivo	Dirección IP	Estado	Privilegio	
<input type="checkbox"/>	600	Operador 1	Ovejera	Grandstream GXP2000 1.1.6.16	10.10.11.100	En línea	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	601	Operador 2	Ovejera	Grandstream GXP2000 1.1.6.16	10.10.11.101	En línea	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	602	Operador 3	Ovejera	Grandstream GXP2000 1.1.6.16	10.10.11.102	En línea	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	603	Operador 4	Ovejera	Grandstream GXP2000 1.1.6.16	10.10.11.103	En línea	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	604	Operador 5	Ovejera	Grandstream GXP2000 1.1.6.16	10.10.11.104	En línea	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	605	Operador 6	Ovejera	Grandstream GXP2000 1.1.6.16	10.10.11.105	En línea	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	606	Operador 7	Ovejera	Grandstream GXP2000 1.1.6.16	10.10.11.106	En línea	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	607	Operador 8	Ovejera	Grandstream GXP2000 1.1.6.16	10.10.11.109	En línea	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	608	Operador 9	Ovejera	Grandstream GXP2000 1.1.6.16	10.10.11.108	En línea	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	610	Operador 1	Junta Parroquial	Grandstream GXP2000 1.1.6.16	10.10.11.111	En línea	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	611	Operador 2	Junta Parroquial	Grandstream GXP2000 1.1.6.16	10.10.11.110	En línea	Regular	Modificar
<input type="checkbox"/>	612	Operador 3	Junta Parroquial	Grandstream GXP2000 1.1.6.16	10.10.11.113	En línea	Regular	Modificar

Figura 6.33 Registro de Teléfonos IP conectados a la central IP

Siguiendo con las pruebas de conectividad y funcionamiento, se procede a realizar llamadas entre las extensiones existentes en la central, las mismas que se registran en la central como se puede apreciar en la figura 6.34.

En la siguiente figura también se puede apreciar el registro de llamadas realizadas a otras extensiones, así como las llamadas realizadas a números

convencionales de la ciudad de Quito, Ambato y Latacunga para verificar su funcionamiento.

Grandstream Innovative IP Voice & Video		GXE5024 IPPBX Administration Interface			
Extensión de teléfono		Registros CDR			
Líneas Troncal/Teléfono		Llamante	Llamada	Empezar	Fin
Puente de conferencia		59032851894	600	VE NOV 13 09:37:18 2009	VE NOV 13 09:37:51 2009
Grupo de llamadas		601	59032581894	VE NOV 13 09:36:39 2009	VE NOV 13 09:36:49 2009
auto-contestadora		600	59032810913	VE NOV 13 09:33:27 2009	VE NOV 13 09:33:41 2009
Cola de llamadas		600	592277866	VE NOV 13 09:31:16 2009	VE NOV 13 09:31:18 2009
Configuración del sistema		600	5205	VE NOV 13 09:30:31 2009	VE NOV 13 09:30:41 2009
Opciones avanzadas		600	601	VE NOV 13 09:29:32 2009	VE NOV 13 09:29:32 2009
Resetear y Reiniciar		600	601	VE NOV 13 09:29:06 2009	VE NOV 13 09:29:16 2009
Estado		600	5204	VE NOV 13 09:28:40 2009	VE NOV 13 09:28:45 2009
Reportes		600	610	VE NOV 13 09:20:36 2009	VE NOV 13 09:20:36 2009
Estadísticas del sistema		600	2205	VE NOV 13 09:19:05 2009	VE NOV 13 09:19:15 2009
Estadísticas de llamadas		600	2104	VE NOV 13 09:18:23 2009	VE NOV 13 09:18:23 2009
Registros de llamadas		601	604	VE NOV 13 09:16:05 2009	VE NOV 13 09:16:31 2009
Descargar Registros		601	2104	VE NOV 13 09:15:14 2009	VE NOV 13 09:15:24 2009
Descargar syslog		603	601	VE NOV 13 09:14:50 2009	VE NOV 13 09:14:55 2009
		600	601	VE NOV 13 09:11:04 2009	VE NOV 13 09:11:04 2009

Figura 6.34 Registro de llamadas Realizadas y recibidas

Los números o extensiones registradas como llamadas se puede apreciar que se antepone el número 5, el mismo que fue configurado como prefijo de discado y toma la línea Fxo para realizar llamadas externas.

Siguiendo con algunos beneficios que presenta la central IP Grandstream, esta registra todas las acciones que se realiza con la central y presenta estadísticamente la utilización de la central como se puede ver en las figura 6.35 estadísticas del sistema y figura 6.36 Duración total de llamas realizadas

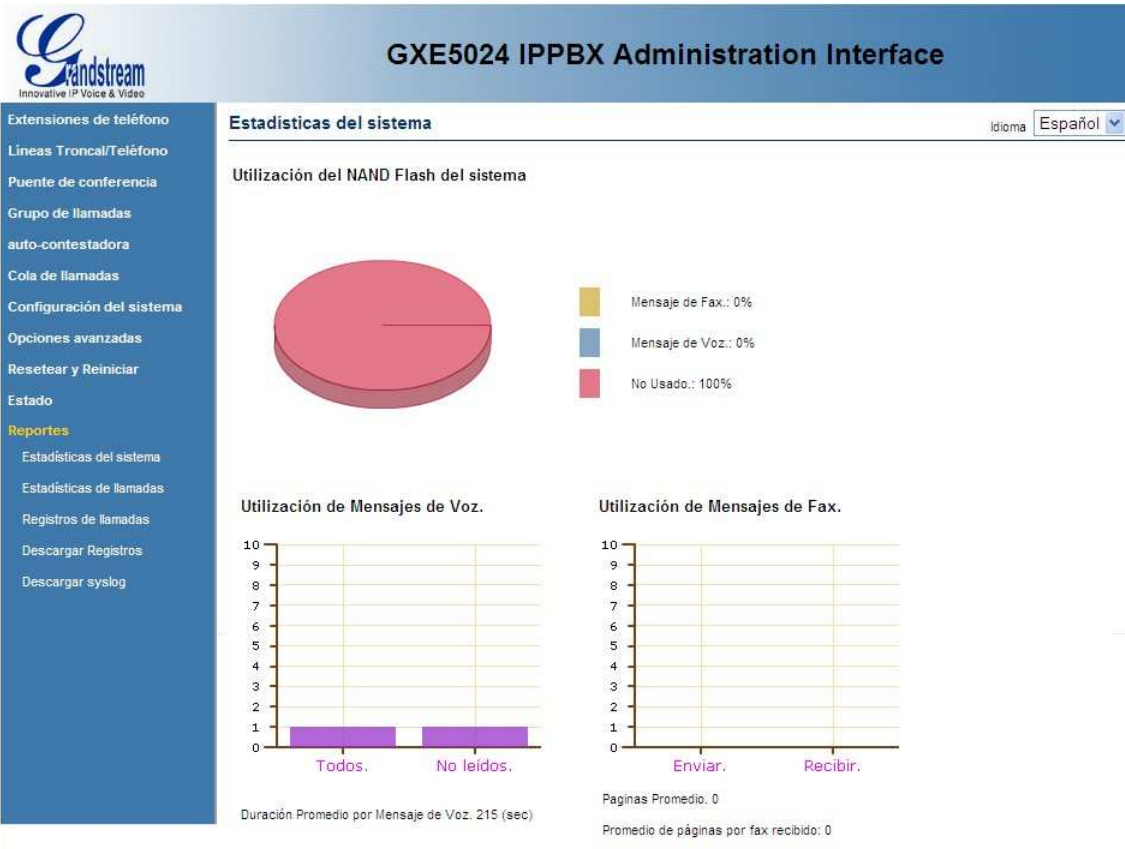


Figura 6.35 Estadísticas del sistema

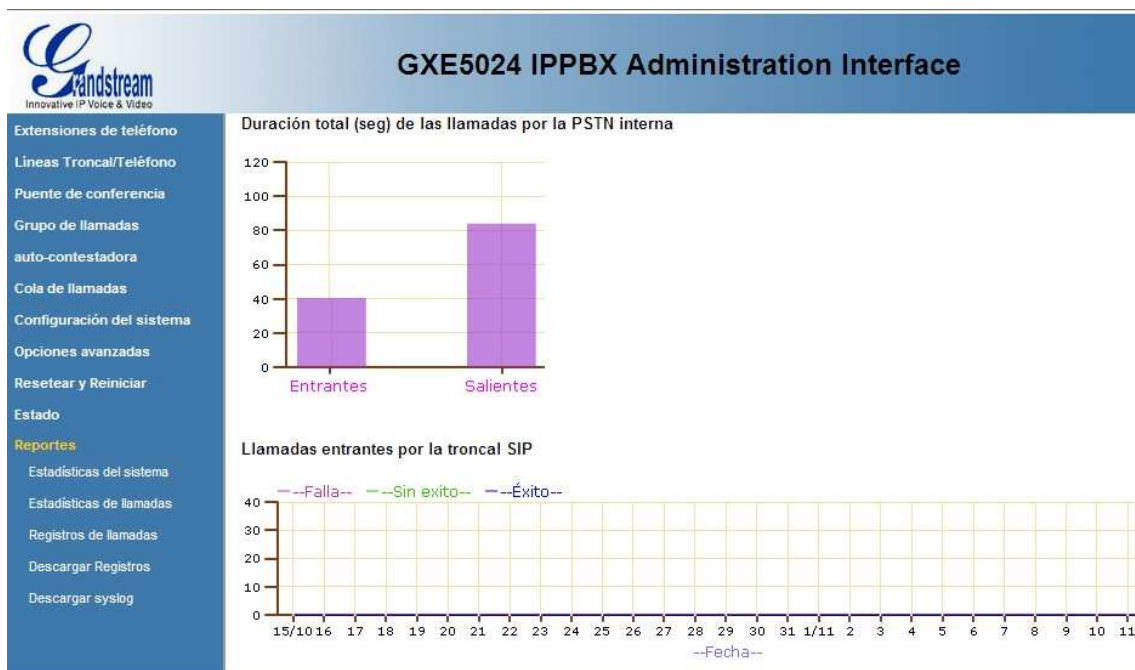


Figura 6.36 Duración de llamadas realizadas y recibidas

La siguiente Figura sirve para comprender la red de VoIP que funcionará en la Parroquia San Miguel de Nono de la Provincia de Pichincha

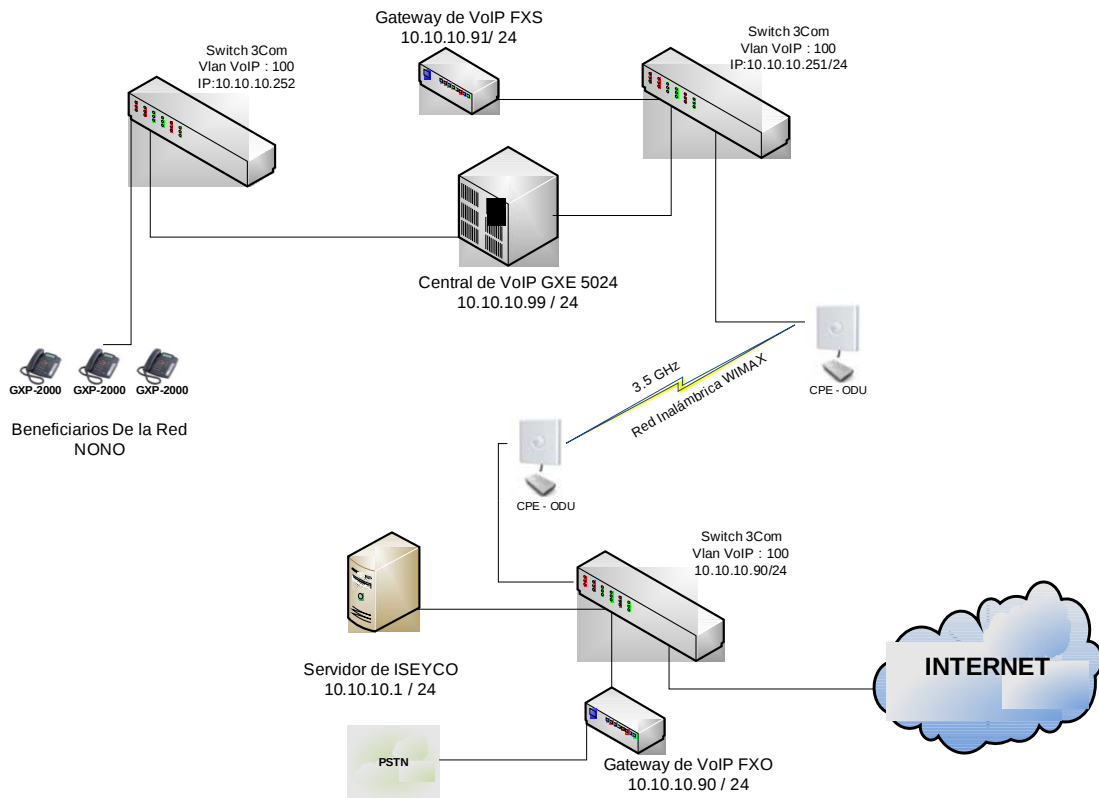


Figura 6.37 Estructura de red de VoIP

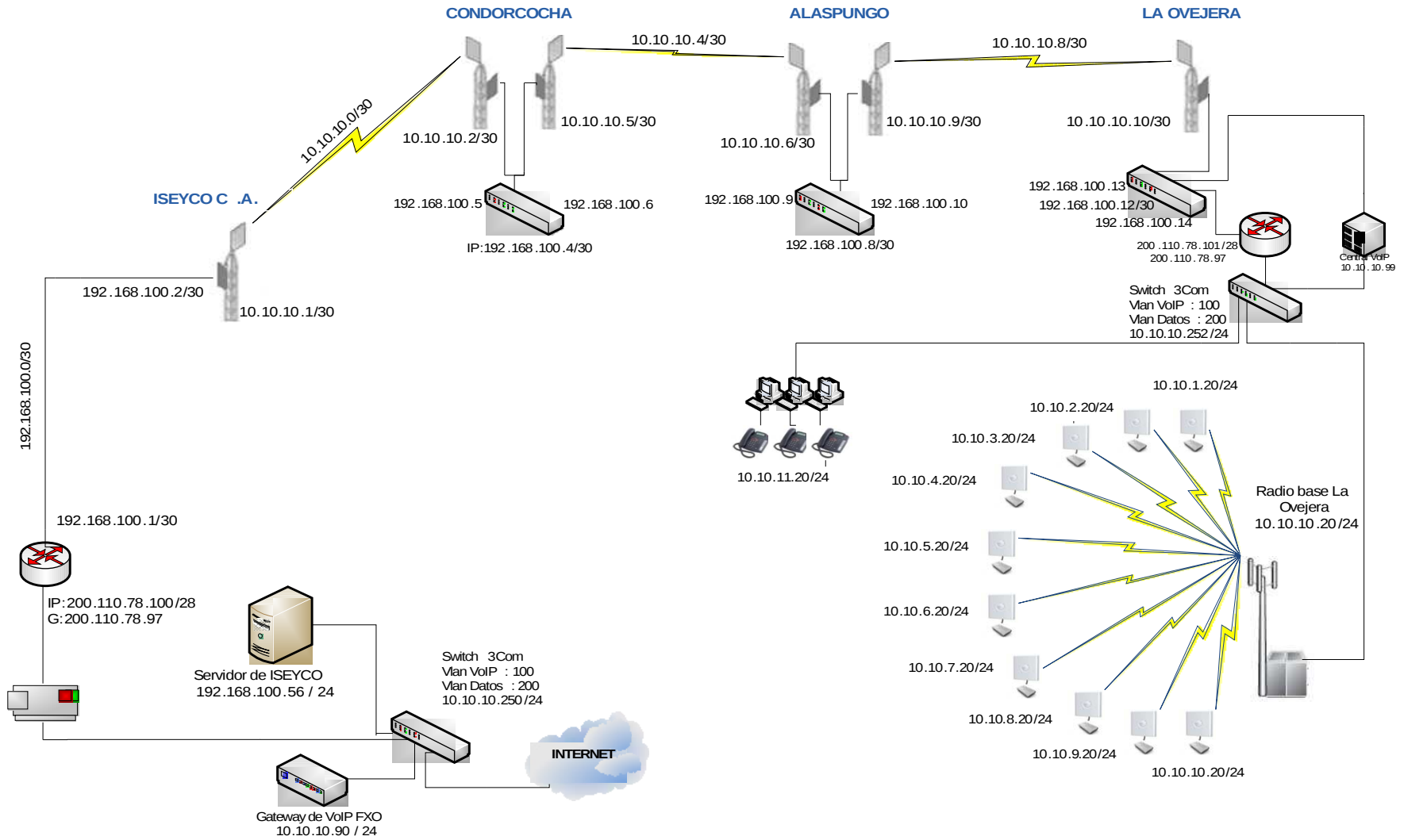
6.7 Direccionamiento IP.

La dirección IP es un número lógico único que se asigna a un dispositivo o interfaz de red. Este número de 32 bits es dividido en 4 grupos de 8 bits, que ayudan a especificar los bits que son para direcciones de red y para direcciones de hosts. Cada grupo de ocho bits, también denominados octetos, se convierte en su equivalente decimal.

La red de la parroquia San Miguel de Nono trabaja con la dirección IP privada 10.10.10.0, la cual es dividida en subredes para cada una de las LAN en los distintos beneficiarios así, a continuación se presenta el direccionamiento IP asignada a cada Beneficiario ver Figura 6.38

Figura 6.38 Direccionamiento IP de la red WIMAX en la Parroquia San Miguel de Nono

DIRECCIONAMIENTO IP DE LA RED SAN MIGUEL DE NONO



6.8 Estimación de Costos

El éxito de un diseño no está determinado únicamente por su factibilidad técnica. Sino también debe ser rentable económicamente para los beneficiarios.

Por ello resulta muy complejo establecer un método exacto para realizar un presupuesto, de tal manera que optaremos por una aproximación más basada en un presupuesto referencial que permita tomar la mejor decisión en base al costo/beneficio de la implementación de la infraestructura inalámbrica WIMAX

6.9 Relación Costo-Beneficio

Dentro de la relación Costo-Beneficio el parámetro más importante en la implementación de la red Inalámbrica es la factibilidad en la instalación de los equipos. Los costos de instalación son menores si se considera equipos AIRSPAN WIMAX y equipos GRANDSTREAM IP, Además ya existe infraestructura (Torres) en los puntos donde se ubicaran las Radio Bases, razón por la cual la propuesta toma ventaja considerando el uso de la infraestructura existente.

Equipo	Descripción	Número de equipos Requeridos	Precio Unitario	Sub Total
MricroMAX	BSR (Estación Base)	3	3078.00	10,200.00
	BSR (Direccional)	5	400.00	2,000.00
	BSR (Omnidireccional)	2	340.00	680.00
Prosa	CPEs AS.MAX	10	523.00	5,230.00
Switch 3Com	Switch 3Com 3300 Super Stack	6	1050.00	6,300.00
Central IP	Grandstream GXE5024	1	800.00	800.00
Teléfonos IP	Teléfono Ip GXP-2000	95	150.00	14,250.00
Mástil	de 5 m Para cada beneficiario	10	100.00	1,000.00
TOTAL				40,460.00

Tabla 4.17 Presupuesto referencial

6.10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARBALLAR José WIFI como construir una red inalámbrica 2ª edición. Editorial Ra-Ma.
- MOLINA F.J “Instalación y mantenimiento de servicios de redes locales”. Editorial Ra-Ma.
- DERFLER Frank “Redes Lan y Wan”. Editorial Plentice Hall.
- RAYA L. “Redes locales”. 3ª edición. Editorial Ra-Ma.
- TOMASI WAYNE, Sistemas de Comunicaciones Electronicas, Prentice Hall, 1996.
- IEEE Std 802.16–2004, IEEE Standard for Local and Metropolitan Area
- Networks: Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access
- Systems, Págs. 17-18.
- Manual de Usuario GXE502x “User Manual 2/26/2008””
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. Redes Públicas Convergentes de Nueva Generación. 2005.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones. Voz y Telefonía sobre IP. 2005.

6.11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE INTERNET

- www.wimaxforum.org Información de estándar WIMAX
- www.monografias.com Información Redes
- www.recursosVoip.com Información VOIP
- www.3com.com Información VOIP
- <http://www.sanog.org/resources/> Parámetros de WIMAX Pdf
- <http://profesores.usfq.edu.ec/viniocioc> Diseño de Redes Wimax. USFQ.
- <http://wndw.net/> Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo.

- http://radiomobile.pe1mew.nl/?Calculations:Propagation_calculation:Radio_coverage_probability
Cálculos de área de coberturas
- <http://clusterfie.epn.edu.ec/ibernal/> Bernal Iván. (2008).
Revisión de conceptos básicos de antenas y propagación EPN.
- <http://www.conatel.gov.ec> CONATEL. (2008). Servicios de
Redes Privadas.
- www.ignis.es. IGNIS. Redes Malladas.
- http://www.unitecnologica.edu.co/ieee_utb/IJET/Planeacion_redes_Wimax_2007.pdf Sierra J. (2007). Estandar IEEE
802.16, Planeación y Diseño de Redes Wimax.Universidad Pontificia
Bolivariana.
- <http://www.intel.com/netcomms/technologies/wimax/> OREALI,
ALBERTO (2006), WIMAX Tecnología (Documento en línea)
(Disponible)
- http://www.wimaxforum.org/news/downloads/Can_WiMAX_Address_Your_Applications_final.pdf WiMAX05] WiMAX Forum : "Can WiMAX
Address your Applications?"

Anexos

Anexo A- 1

Graficas de las Zonas de Fresnel con la ayuda del software Radio Mobile entre los enlaces de la radio base La Ovejera y los diferentes beneficiarios Ubicados en la Parroquia San Miguel de Nono

Figura A – 1 Enlace La Ovejera - Andes Flowers

Figura A – 2 Enlace La Ovejera - Hacienda Pérez

Figura A – 3 Enlace La Ovejera - Del Hierro

Figura A – 4 Enlace La Ovejera - Los Sauces

Figura A – 5 Enlace La Ovejera - Cedros

Figura A – 6 Enlace La Ovejera - Junta Parroquial

Figura A – 7 Enlace La Ovejera - La Quesería

Figura A – 8 Enlace La Ovejera - Moncayo

Figura A – 9 Enlace La Ovejera - La Merced

Figura A – 10 Enlace La Ovejera - Rifre Flowers

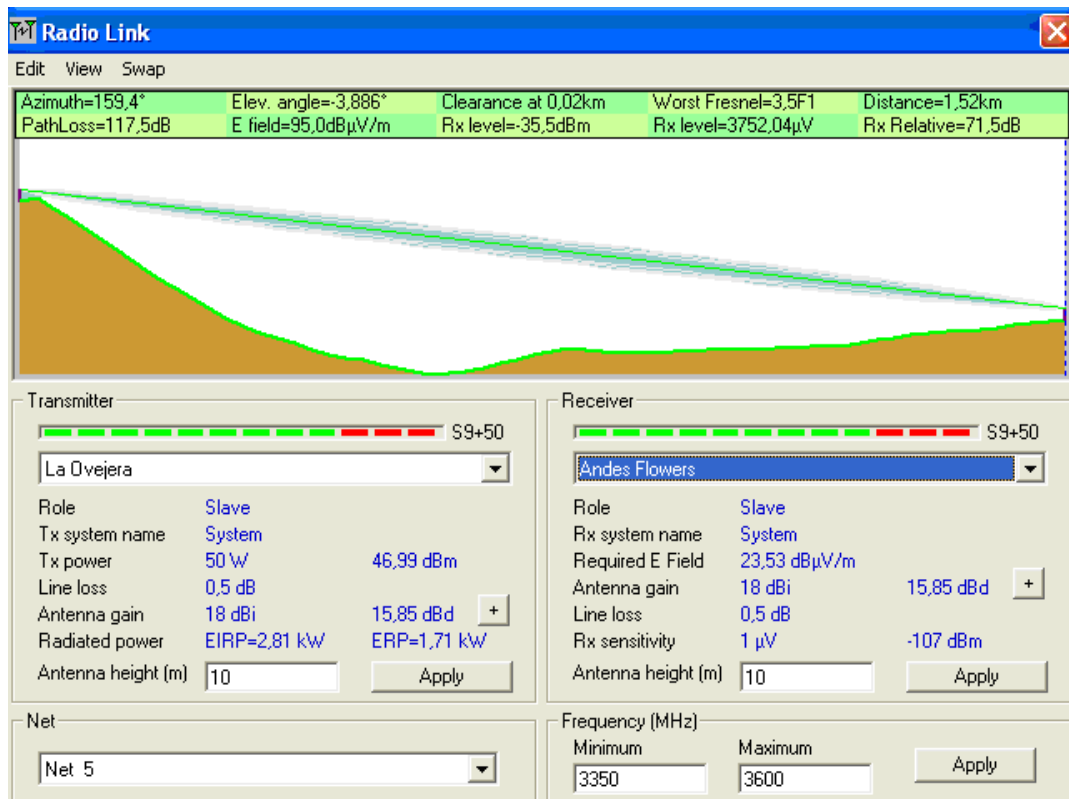


Figura A – 1 Enlace La Ovejera - Andes Flowers

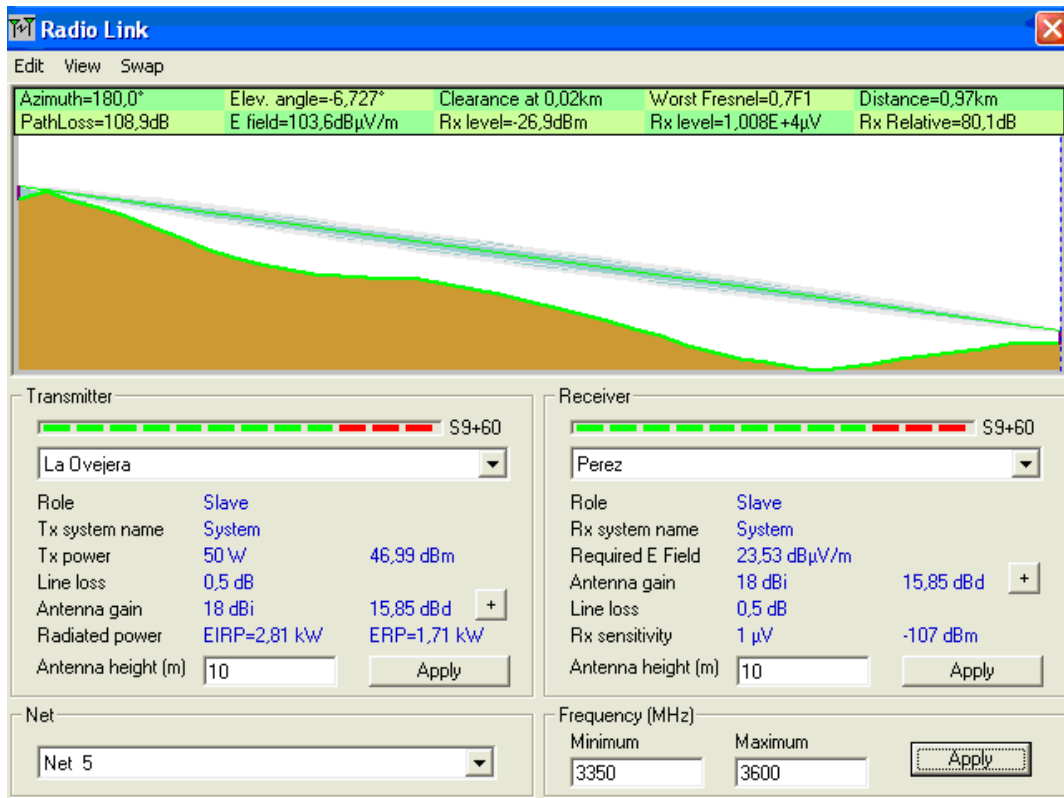


Figura A – 2 Enlace La Ovejera - Hacienda Pérez

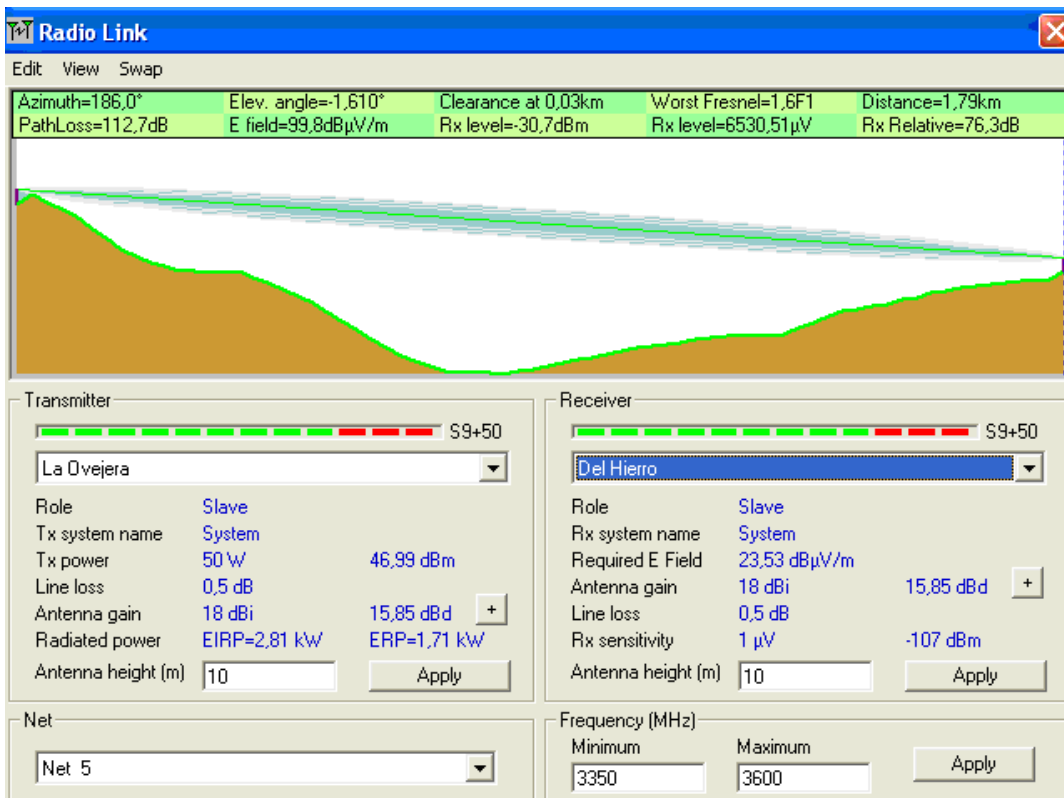


Figura A – 3 Enlace La Ovejera - Del Hierro

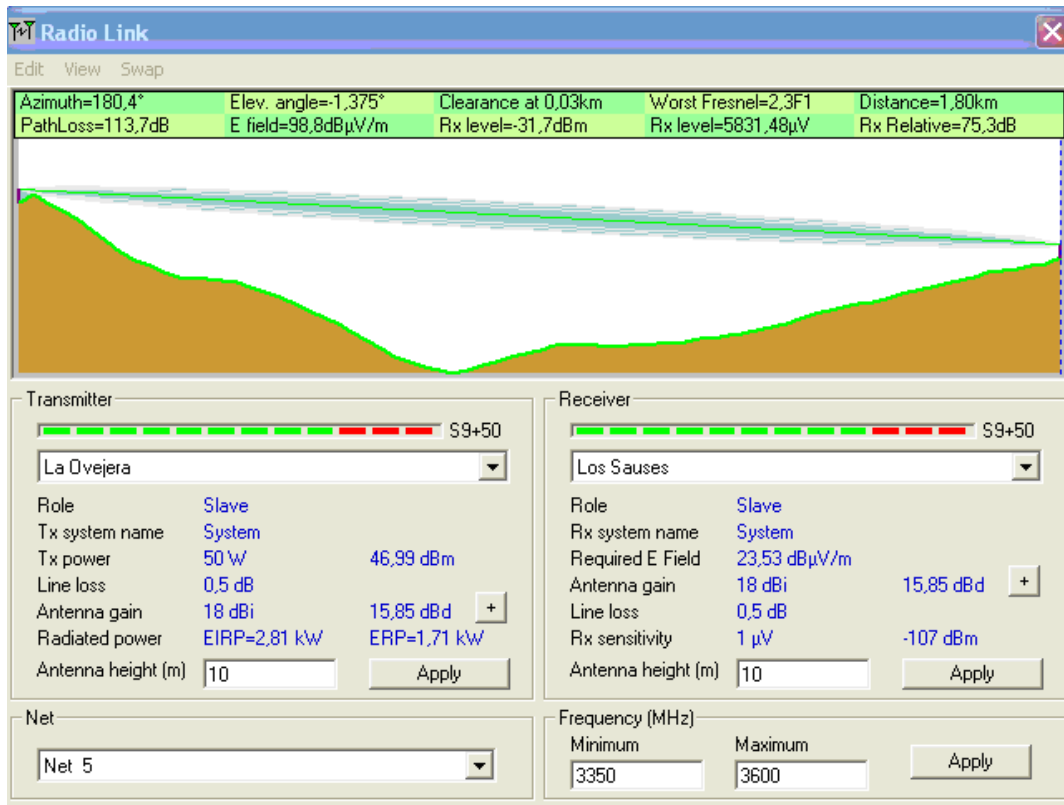


Figura A – 4 Enlace La Ovejera - Los Sauces

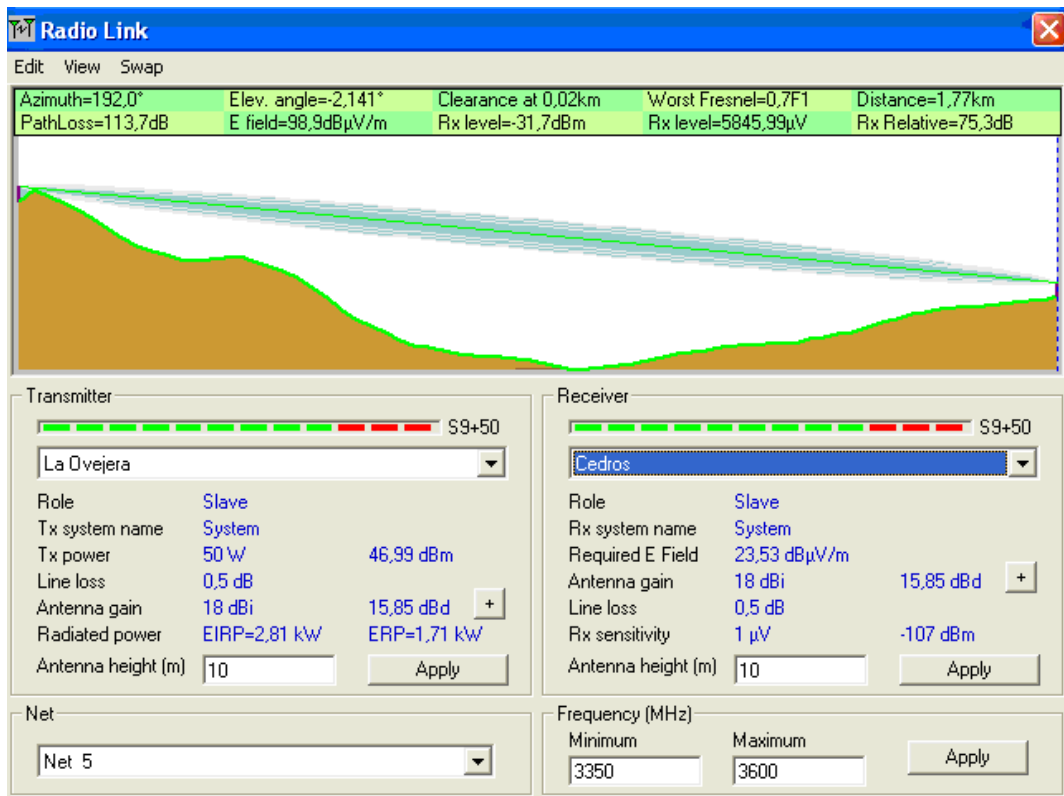


Figura A – 5 Enlace La Ovejera - Cedros

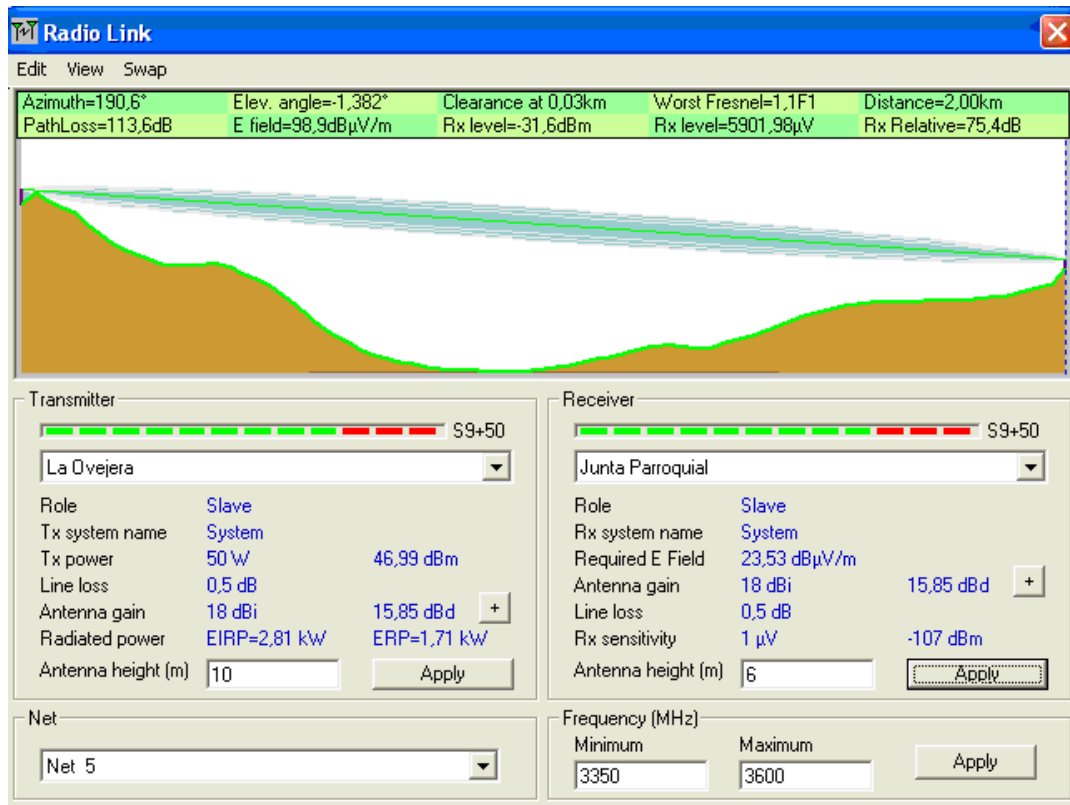


Figura A – 6 Enlace La Ovejera - Junta Parroquial

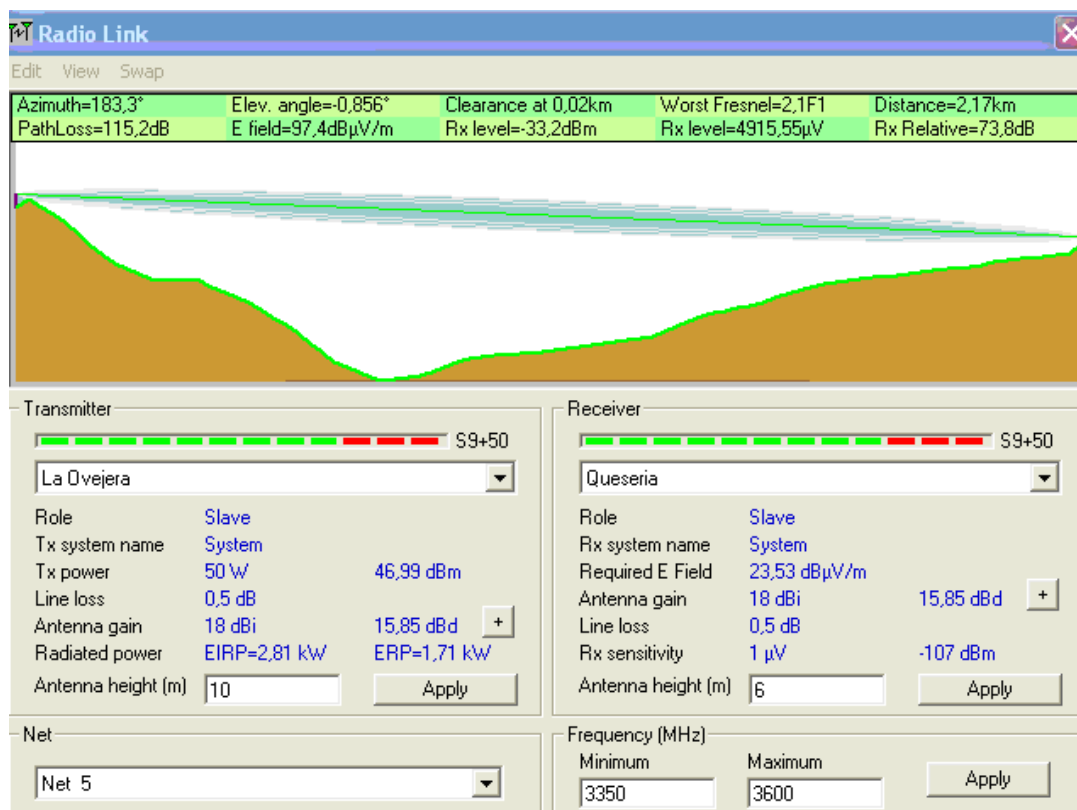


Figura A – 7 Enlace La Ovejera - La Quisería

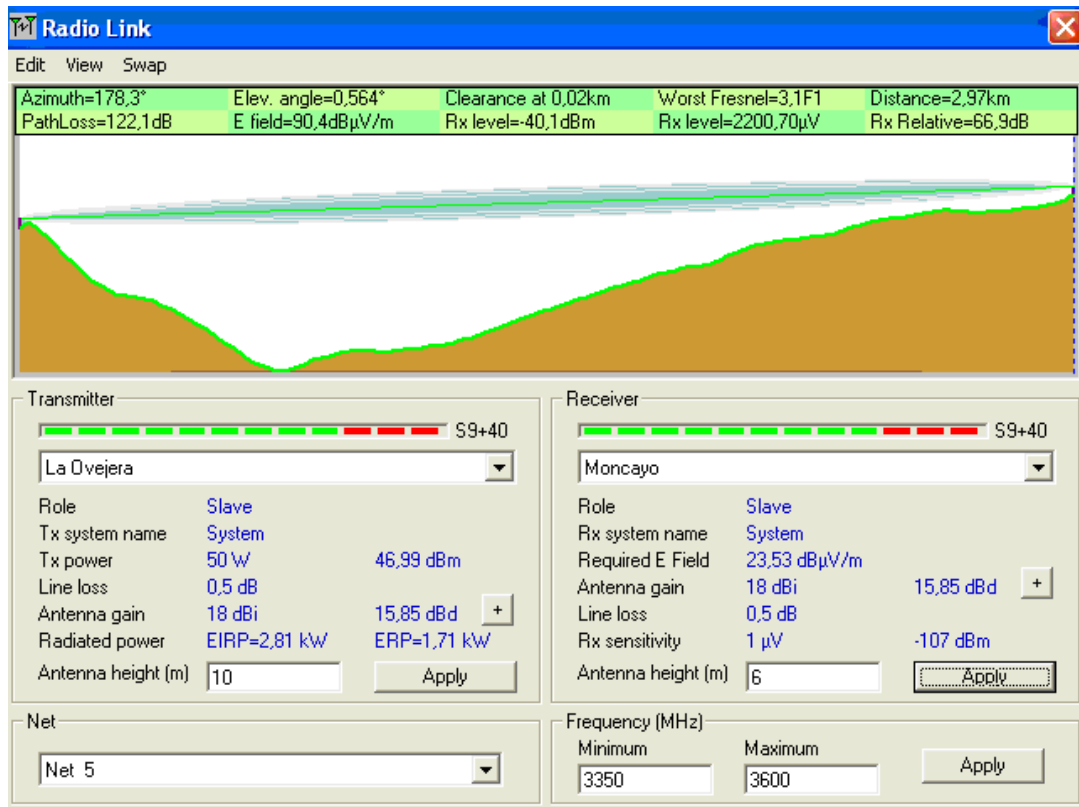


Figura A – 8 Enlace La Ovejera - Moncayo

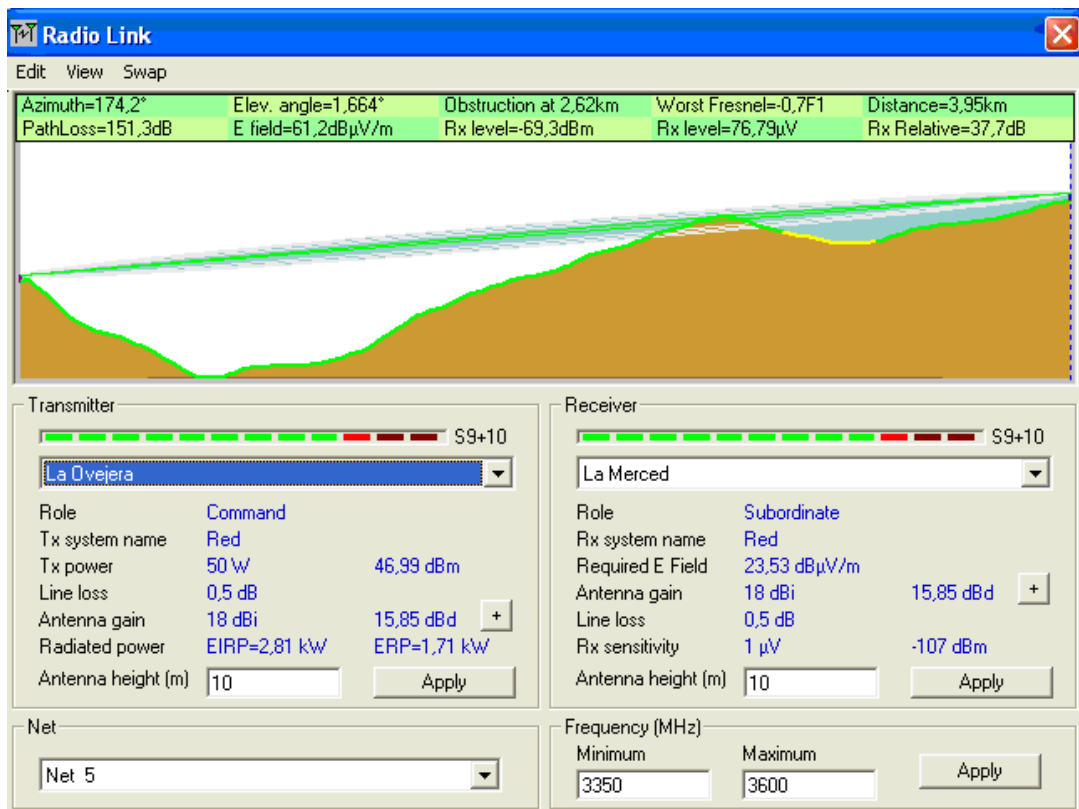


Figura A – 9 Enlace La Ovejera - La Merced

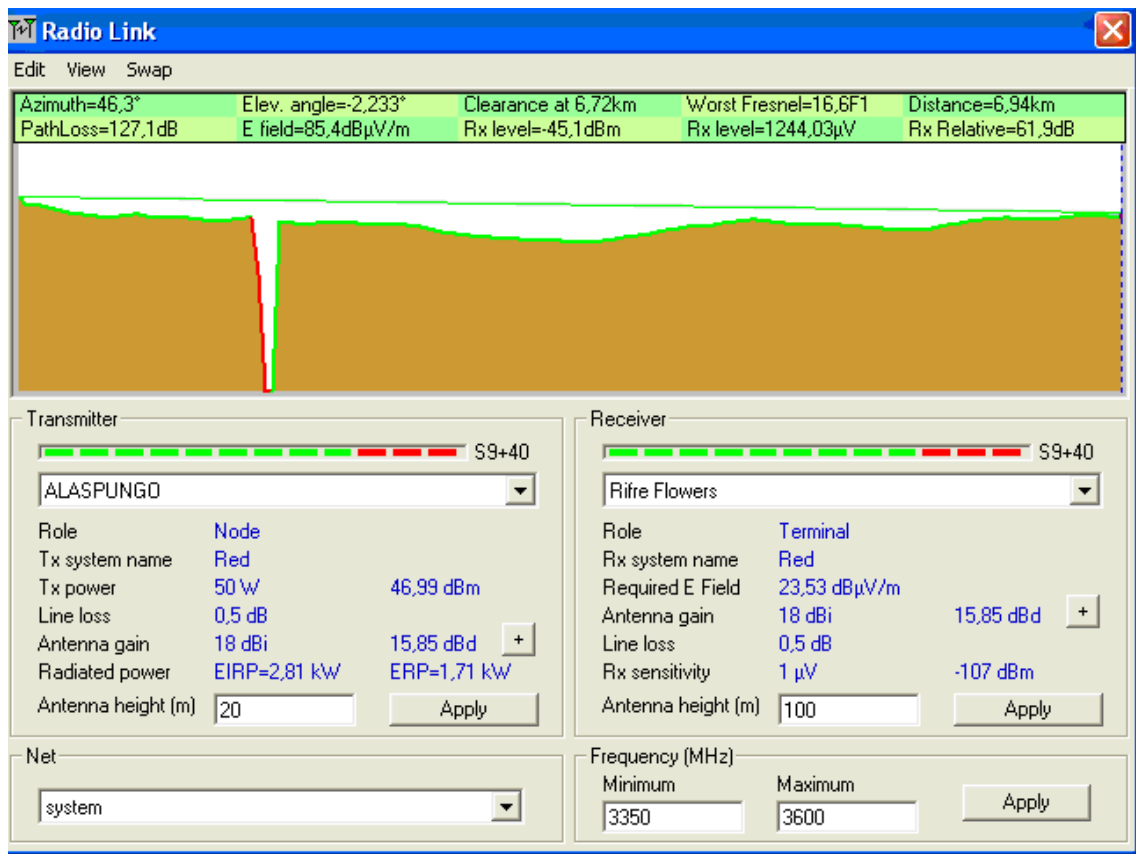


Figura A – 10 Enlace La Ovejera - Rífre Flowers

Anexo A-2

Encuesta Realizada a La población de la Parroquia San Miguel de Nono

Encuesta Para determinar el margen de necesidades tecnológicas en la Parroquia San Miguel de Nono de la Provincia de Pichincha

1. Posee Usted servicio telefónico fijo (Convencional)

Si

No.....

2. Frecuencia con la que usted utiliza el servicio telefónico fijo para comunicarse dentro de la Parroquia

7 a 10 llamadas

3 a 6 llamadas

1 a 3 llamadas

3. Cuenta con algún tipo de equipo computacional (Pc o lapton)
No

4. La empresa en la que usted trabaja dispone de suficiente computadores para abastecer las necesidades requeridas en horas de trabajo

Si

No.....

5. La institución o empresa en la que usted trabaja dispone acceso a Internet

Si

No.....

6. Con que frecuencia tienen acceso a Internet a la semana

1 vez a la semana

2 a 3 veces a la semana

4 a 5 veces a la semana

• Todos los días de la semana

7. Cuantas horas al día usted accede al servicio de Internet

- 1 Hora al día
- 2 a 3 horas al día
- 4 a 5 horas al día
- La jornada completa de trabajo diaria

8. Cuando necesita utilizar el acceso a Internet a que lugar acude

- Institución Pública
- Centros de Internet
- Institución educativa
- Trabajo
- Otros

9. ¿Cuándo utiliza el servicio de Internet con que fines lo hace?

- Buscar Información
- Revisar Mails
- Entretenimientos
- Servicios Públicos
- Información economía/comercio
- Estudios

10. Si usted dispone de Internet que tan eficiente es:

- Muy Bueno
- Bueno
- Presenta dificultades a la hora de navegar
- Malo