ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

DISEÑO DE UNA RED DE TELEFONÍA QUE OPERA CON SISTEMAS DE ACCESO FIJO INALÁMBRICO PARA EL CANTÓN LATACUNGA

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

TANNIA TERESA CASTILLO ALBERCA
NUBIA LORENA PAZMIÑO VARGAS

DIRECTOR: ING. MARIO CEVALLOS

Quito, Abril 2004

DECLARACIÓN

Nosotras, Tannia Teresa Castillo Alberca, Nubia Lorena Pazmiño Vargas, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Srta. Tannia Teresa Castillo Alberca

Srta. Nubia Lorena Pazmiño Vargas

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por las señoritas Tannia Teresa Castillo Alberca y Nubia Lorena Pazmiño Vargas, bajo mi supervisión.

Ing. Mario Cevallos

DIRECTOR DE PROYECTO

RECONOCIMIENTOS

Un reconocimiento especial para cada persona que con su colaboración hicieron posible la realización de este proyecto.

Al Ing. Mario Cevallos por su acertada dirección y apoyo en la realización del presente proyecto de titulación, muchas gracias.

Al Ing. Milton Ludeña por su apoyo y confianza, muchas gracias.

Un agradecimiento a los Ingenieros miembros del tribunal, por sus acertadas indicaciones en el desarrollo del presente trabajo.

Al personal de Andinatel S.A. sucursal Cotopaxi por la apertura, colaboración y comprensión las cuales han sido de mucha ayuda y estamos eternamente agradecidas.

A todas esas personas que no dudaron en ayudarnos en la realización del presente proyecto, no tenemos palabras para expresar el agradecimiento que sentimos por el tiempo invertido en el mismo, muchas gracias.

AGRADECIMIENTO

A Dios quien me ha dado la fuerza para superar todos los momentos de adversidad, el ser del cual me siento enamorada y feliz de haber llegado a conocer.

A mis padres por la confianza, el amor, los consejos y el apoyo brindado durante todos los años de mi vida.

A mi hermano por ser mi amigo en quien puedo confiar.

A las personas maravillosas que he conocido, con quienes he compartido todos estos años, por ser verdaderos amigos, muchas gracias.

A la Sra. Inés Sánchez por haberme brindado la amistad y apoyarme en los momentos difíciles, al igual que la Sra. Lilian de Cruz, mil gracias.

A mi compañero de siempre, gracias.

Nubia.

DEDICATORIA

A mi padre Julio, quien con sabiduría ha sabido encaminarme en la vida para ser alguien mejor.

A mi madre Nubia, quien con sus sabios consejos y acertadas palabras me ha llenado de optimismo para enfrentar los obstáculos en la vida.

Gracias a la confianza que me han brindado hoy un sueño se hace realidad, los amo.

A mi hermano Julio, quien me ha demostrado que con esfuerzo y entusiasmo todo se puede lograr.

A ti Alex por todo el apoyo y el amor que me has brindado, por estar ahí cuando te he necesitado, por ser quien ha compartido conmigo momentos de alegría y tristeza.

Nubia.

AGRADECIMIENTOS

Gracias Jehová, Dios, por proporcionarme el aliento de vida, y por dirigirme en cada paso que doy en este mundo.

Gracias, a mis padres Agustín y Matilde por sus consejos y su apoyo para que pueda llegar a ser alguien en esta vida.

Gracias, hermanito (Iván), por tu apoyo y comprensión.

Gracias, a la institución que me abrió las puertas para estudiar, a los profesores que me impartieron su conocimiento y al Ing. Mario Cevallos por su acertada dirección en este proyecto.

Gracias, a todos mis amigos que desde el inicio me brindaron su amistad y compañerismo incondicional.

Tannia

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1 1

1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA TELEFONÍA FIJA ALÁMBRICA EN EL CANTÓN LATACUNGA 1

1.1 PROVINCIA DE COTOPAXI Y CANTÓN LATACUNGA 1

1.1.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI 1

1.1.2 RELIEVE E HIDROGRAFÍA 2

1.1.3 CLIMA 3

1.1.4 DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA 3

1.1.5 POBREZA E INDIGENCIA 6

1.1.6 DESARROLLO URBANO 8

1.1.7 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA 10

1.2 COBERTURA TELEFÓNICA 11

1.2.1 SITUACIÓN TELEFÓNICA EN LAS PARROQUIAS RURALES DEL CANTÓN LATACUNGA 12

1.2.1.1 Parroquia San Lorenzo de Tanicuchi 12

1.2.1.2 Parroquia Poaló 14

1.2.1.3 Parroquia San Juan de Pastocalle 16

1.2.1.4 Parroquia José Guangobajo 18

1.2.1.5 Parroquia Aláquez 20

1.2.1.6 Parroquia Guaytacama 22

1.2.1.7 Parroquia Toacaso 23

1.2.1.8 Parroquia Mulaló 25

1.2.1.9 Parroquia Once de Noviembre 26

1.2.1.10 Parroquia Belisario Quevedo 28

1.2.2 PARROQUIAS URBANAS 29

1.3 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN 31

1.3.1 CENTRALES TELEFÓNICAS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI 31

1.3.1.1 Centrales Telefónicas del Cantón Latacunga 33

1.3.1.1.1 Centrales de la Zona Urbana 33

1.3.1.1.2 Centrales de la Zona Rural 34

1.3.2 INTERCONEXIÓN DE LAS CENTRALES TELEFÓNICAS 34

1.3.2.1 Interconexión de las Centrales Telefónicas en Cotopaxi 38

1.3.3 ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS 41
1.3.3.1 Establecimiento de una Llamada Local 41
1.3.3.2 Establecimiento de una Llamada Regional 42
1.3.3.3 Establecimiento de una Llamada Nacional, Internacional o Celular 46
1.4 SISTEMA DE MULTIACCESO DIGITAL SMD 30/1.5 VERSIÓN: UCI+URB+UABS 47
1.4.1 SISTEMA DE MULTIACCESO DIGITAL SMD – 30/1.5 EN COTOPAXI 50
REFERENCIA 52
REFERENCIA DE GRÁFICOS 53

CAPÍTULO 2 54
2 TELEFONÍA FIJA INALÁMBRICA 54
2.1 GENERALIDADES 54
2.2 REQUERIMIENTOS PARA LOS SERVICIOS WLL 55
2.2.1 PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO 57
2.2.2 PAÍSES DESARROLLADOS 58
2.3 DEFINICIÓN Y ASPECTOS GENERALES DE WLL 59
2.3.1 ¿PORQUÉ EL BUCLE LOCAL INALÁMBRICO? 59
2.3.2 ESCENARIOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA WLL 60
2.3.3 VENTAJAS DE LOS SISTEMAS INALÁMBRICOS 64
2.4 MODELO DE REFERENCIA WLL Y PRINCIPALES COMPONENTES E INTERFACES DEL SISTEMA 65
2.5 RADIO COMUNICACIÓN FULL DÚPLEX Y MÉTODOS DE DUPLEXACIÓN 68
2.6 TÉCNICAS DE ACCESO MÚLTIPLE 71
2.6.1 FDMA 71
2.6.2 TDMA 72
2.6.3 CDMA 73
2.7 MODO DE PROPAGACIÓN DE LA ONDA DE RADIO 74
2.7.1 CARACTERÍSTICAS DE PROPAGACIÓN 74
2.7.1.1 Pérdidas en el Espacio Libre 75
2.7.1.2 Desvanecimiento Multitrayectoria y Zona de Fresnel 76
2.7.1.3 Disponibilidad y Margen de Desvanecimiento para un Enlace de Radio 77
2.8 COBERTURA DE RADIO Y PLANEAMIENTO DE FRECUENCIA PARA SISTEMAS WLL 79
2.8.1 SECTORIZACIÓN DE CELDAS Y PLANIFICACIÓN DE REUTILIZACIÓN DE FRECUENCIAS PARA SISTEMAS WLL 81
2.9 SERVICIOS Y CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES PARA WLL 84
2.9.1 CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO 85

2.9.2 CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES 85
2.10 CONFIGURACIÓN DE SISTEMAS WLL 86
2.10.1 ESCENARIOS DE ESTUDIO 87
2.11 TECNOLOGÍAS DE LOS SISTEMAS WLL 91
2.11.1 CELULAR ANÁLÓGICO 93
2.11.2 CELULAR DIGITAL 93
2.11.3 PCS 94
2.11.4 DECT 97
2.11.5 SISTEMAS PROPIETARIOS 98
2.11.5.1 Sistemas Propietarios de Banda Angosta WLL 98
2.11.5.2 Sistemas Propietarios de Banda Ancha WLL 98
2.12 APLICACIONES 101
REFERENCIA 101
REFERENCIA DE GRÁFICOS 102

CAPÍTULO 3 103
3 DISEÑO DE LA RED DE TELEFONÍA QUE OPERA CON SISTEMAS DE ACCESO FIJO INALÁMBRICO 103
3.1 GENERALIDADES 103
3.1.1 ESTUDIOS DE ESTANDARIZACIÓN SOBRE SISTEMAS DE ACCESO FIJO INALÁMBRICO 103
3.1.2 BANDAS Y ASIGNACIÒN DE LICENCIAS DE WLL EN ECUADOR 105
3.1.3 LEYES APLICABLES A LOS SISTEMAS DE ACCESO FIJO INALÁMBRICO 107
3.2 TECNOLOGÍAS DE IMPLEMENTACIÓN 116
3.2.1 LUCENT AIRLOOP 117
3.2.2 HNS ALREACH BROADBAND 118
3.2.3 NORTEL NETWORKS 118
3.2.4 AIRSPAN DSC 119
3.3 REDES AIRSPAN 120
3.3.1 VENTAJAS DE LAS REDES DE AIRSPAN 120
3.3.2 ESPECIFICACIONES DE LOS SISTEMAS AS4000/AS4020. 121
3.3.2.1 Beneficios comerciales de los Sistemas AS4000/AS4020 122
3.3.2.2 Ventajas Técnicas de los Sistemas AS4000/AS4020 123
3.3.2.3 Entrega de una Amplia Gama de Servicios 124
3.3.3 SISTEMA AS4020 124
3.3.3.1 Arquitectura del Sistema AS4020 126
3.3.3.1.1 Concentrador De Acceso 126

3.3.3.1.2 Central Terminal 127
3.3.3.1.3 Terminales de Suscriptor en el Sitio del Cliente 128
3.3.3.2 Características Principales del Sistema AS4020. 130
3.3.3.3 Interfaz de Radio AS4020 131
3.3.3.4 100BASET y E1/T1 Backhaul 131
3.3.3.5 Aplicaciones del Sistema AS4020 131
3.3.4 ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA 132
3.3.4.1 Características Principales del Netspan AS8200 134
3.4 DISEÑO DE RADIO PARA SISTEMAS WLL 134
3.4.1 VISITA DE INSPECCIÓN PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE LA ESTACION BASE 137
3.4.2 BANDA DE FRECUENCIA DISPONIBLE 138
3.4.3 CÁLCULOS DE RADIOENLACE 139
3.4.4 PLANIFICACIÓN DE FRECUENCIAS 159
3.4.5 SECTORIZACIÓN DE LA CELDA 160
3.5 ASPECTOS GENERALES DEL DISEÑO DE LA RED 162
3.5.1 DEMANDA TELEFÓNICA 163
3.5.2 DENSIDAD TELEFÓNICA 164
3.5.3 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD REQUERIDA PARA PROPORCIONAR SERVICIO DE VOZ 167
3.5.3.1 Cálculo del tráfico de voz 167
3.5.4 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD REQUERIDA PARA PROPORCIONAR SERVICIO DE INTERNET. 170
3.5.5 ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE EQUIPOS PARA SATISFACER LOS REQUERIMIENTOS DE CAPACIDAD. 172
3.5.5.1 Interconexión de la red 174
REFERENCIA 178
REFERENCIA DE GRÁFICOS 182

CAPÍTULO 4 184
COSTOS DE INVERSIÓN DEL PROYECTO 184
4.1 GENERALIDADES 184
4.1.1 ASPECTOS DE INVERSIÓN PARA DESPLEGAR UN SISTEMA WLL 184
4.1.1.1 Cargos de interconexión 185
4.1.1.2 Unidades remotas. 185
4.1.1.3 Cargos de conexión. 185
4.1.1.4 Costos de red 185

4.1.1.4.1 Costos de la Estación Base. 186
4.1.1.4.2 Interconexión de la Estación Base 186
4.1.1.4.3 Estación base controladora y sus costos de interconexión. 186
4.1.1.4.4 Costo del conmutador. 186
4.1.1.4.5 Costos de operación, mantenimiento, administración y marketing. 187
4.2 COSTOS DE LA RED DE TELEFONÍA FIJA INALÁMBRICA PARA EL CANTÓN LATACUNGA. 188
4.2.1 COSTOS DE EQUIPOS 188
4.2.2 COSTOS DE INFRAESTRUCTURA 189
4.2.3 COSTOS DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA 190
4.3 EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO. 191
4.3.1 FLUJO DE FONDOS 193
REFERENCIA 202

ANEXO A A-1
TARIFAS Y NORMAS DE APLICACIÓN PARA LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES PRESTADOS POR ANDINATEL S.A. A-1

ANEXO B B-1
2.1 SISTEMAS PROPIETARIOS DE BANDA ANGOSTA B-1
2.1.1 HNS E-TDMA B-1
2.1.2 NORTEL PROXIMITY I / PROXIMITY II B-1
2.1.3 QUALCOMM QCTEL B-2
2.1.4 LUCENT AIRLOOP B-3
2.1.5 DSC AIRSPAN B-4
2.1.6 TADIRAN MULTIGAIN B-4
2.2 SISTEMAS PROPIETARIOS DE BANDA ANCHA B-5
2.2.1 HNS AIREACH BANDA ANCHA B-5
2.2.2 MOTOROLA SPECTRAPOINT B-6
2.2.3 NORTEL REUNION B-7
2.2.4 ALCATEL EVOLIUM B-9

ANEXO C C-1
3.1 INTERFAZ V5.2 PARA INTERCONEXIÓN C-1
3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS C-4
3.2.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL AS4020 ..... C-4
3.2.2 AS 4020 ACCESS CONCENTRATOR C-7

3.2.3 AS 4020 CENTRAL TERMINAL C-7
3.2.4 AS 4020 ANTENNA SYSTEMS C-9
3.2.5 AS 4020 NETSPAN (EMS) C-10
3.2.6 HOST NETWORK PSTN VOICE SWITCH C-10
3.2.7 HOST IP ROUTER C-10
3.2.8 AS 4020 SUBSCRIBER TERMINAL (ST) C-10
3.3 TABLAS DE LOS VALORES DE ERLANG C-24
3.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO DE RADIO C-30
3.5 DS-CDMA (Direct-Sequence-Code Division Multiple Access) C-30
3.6 SWITCH CISCO WS-1924 ..... C-34
3.7 ROUTER CISCO 2600 ..... C-36
3.8 ANTENAS C-37
3.9 GRÁFICO DE CÁLCULO PARA EL PARÁMETRO b C-41

ANEXO D D-1
4.1 REQUISITOS PARA LA AUTORIZACIÓN DEL USO DE FRECUENCIAS SERVICIO FIJO Y MÓVIL TERRESTRE D-1

CONCLUSIONES 203
RECOMENDACIONES 204

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Superficie por Cantones. 1
Tabla 1.2: Parroquias, Comunidades y Población por Cantones. 4
Tabla 1.3: Población de las Parroquias Urbanas y Rurales del Cantón Latacunga. 4
Tabla 1.4: Número de Comunas y Familias del Cantón Latacunga por Parroquias. 6
Tabla 1.5: Pobreza e Indigencia por Cantones en Cotopaxi. 8
Tabla 1.6: Principales Indicadores Sociales por Parroquias en el Cantón Latacunga. 8
Tabla 1.7: Porcentaje de Población Urbana y Rural por Cantones y Periodos Censales. 10
Tabla 1.8: Población Económicamente Activa en Cotopaxi. 11
Tabla 1.9: Demanda Satisfecha e Insatisfecha de las Parroquias del Cantón Latacunga. 12
Tabla 1.10: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia San Lorenzo de Tanicuchi 14
Tabla 1.11: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia Poaló. 15
Tabla 1.12: Situación Telefónica de los Barrios que conforman la Parroquia San Juan de Pastocalle 18
Tabla 1.13: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia José Guangobajo. 20
Tabla 1.14: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia Aláquez 21
Tabla 1.15: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia Guaytacama. 22
Tabla 1.16: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia Toacaso. 24
Tabla 1.17: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia Mulaló 26
Tabla 1.18: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia Once de Noviembre. 27
Tabla 1.19: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia Belisario Quevedo. 29
Tabla 1.20: Centrales Telefónicas de la Provincia de Cotopaxi 31
Tabla 1.21 Equipos de Conmutación de las Centrales Telefónicas de la Provincia de Cotopaxi ... 32
Tabla 1.22: Grupos Electrógenos para las Centrales Telefónicas de la Provincia de Cotopaxi. ... 32
Tabla 1.23: Bancos de Baterías de las Centrales Telefónicas de la Provincia de Cotopaxi. 33
Tabla 1.24: Sistema de Multiacceso Digital SMD 30/1.5 Ambato 1 51
Tabla 1.25: Sistema de Multiacceso Digital SMD 30/1.5 Ambato 2 51
Tabla 1.26: Sistema de Multiacceso Digital SMD 30/1.5 Ambato 3 52

Tabla 2.1: Servicios Requeridos por el Tipo de Cliente 56
Tabla 2.2: Frecuencias Usadas o Estandarizadas para WLL 92

Tabla 2.3: Estándares propuestos para PCS. *97*

Tabla 3.1: Cuadro de Atribuciones de Banda de Frecuencia. *105*
Tabla 3.2: Bloques de frecuencias que integraron la subasta *106*
Tabla 3.3: Bandas 3.425 a 3.500 MHz. y 3.525 a 3.600 MHz. *106*
Tabla 3.4: Terminales del Suscriptor de las Redes Airspan *130*
Tabla 3.5: Valores de a y b para determinar la confiabilidad. *142*
Tabla 3.6: Datos del perfil topográfico de la parroquia San Buenaventura *143*
Tabla 3.7: Datos del perfil topográfico de la parroquia Belisario Quevedo. *145*
Tabla 3.8: Datos del perfil topográfico de la parroquia Aláquez. *146*
Tabla 3.9: Datos del perfil topográfico de la parroquia Guaytacama. *147*
Tabla 3.10: Datos del perfil topográfico de la parroquia San Lorenzo de Tanicuchi. *148*
Tabla 3.11: Datos del perfil topográfico de la parroquia Poaló. *149*
Tabla 3.12: Datos del perfil topográfico de la parroquia 11 de Noviembre *151*
Tabla 3.13: Datos del perfil topográfico de la parroquia Toacaso. *152*
Tabla 3.14: Datos del perfil topográfico de la parroquia Mulaló. *153*
Tabla 3.15: Datos del perfil topográfico de la parroquia San Juan de Pastocalle *156*
Tabla 3.16: Datos del perfil topográfico de la parroquia José Guangobajo. *157*
Tabla 3.17 Canales de frecuencia. *160*
Tabla 3.18: Demanda Telefónica de las parroquias del Cantón Latacunga. *164*
Tabla 3.19: Número de abonados por sector. *164*
Tabla 3.20: Densidad telefónica en las parroquias rurales *166*
Tabla 3. 21: Densidad telefónica en las parroquias urbanas. *166*
Tabla 3.22: Estimación de la Capacidad del Sistema. *171*
Tabla 3.23 Tipo y Polarización de las antenas de la Estación Base *173*
Tabla 3. 24: Características técnicas del enlace Putzalagua-Latacunga. *175*
Tabla 3. 25: Datos del perfil topográfico del trayecto Putzalagua-Latacunga. *176*

Tabla 4.1: Ejemplo de Distribución de posibles costos en un sistema WLL. *184*
Tabla 4.2: Ejemplo de Distribución de posibles ingresos en un sistema WLL. *184*
Tabla 4.3: Costos de Equipos del Sistema *188*
Tabla 4.4: Costos de Equipos para el Backbone de Microondas *189*
Tabla 4.5: Costos de Infraestructura. *189*
Tabla 4.6: Pagos mensuales por arrendamiento *190*
Tabla 4.7: Instalación y Puesta en Marcha del Backbone de Microonda. *191*
Tabla 4.8: Instalación y Puesta en Marcha del Sistema AS4020. ..... *191*

Tabla 4.9: Remuneración para el personal del Sistema de Telefonía Fija Inalámbrica para el cantón Latacunga. *194*
Tabla 4.10: Costos de salarios durante el tiempo de vida útil del proyecto. *195*
Tabla 4.11: Pagos anuales de gastos de operación. *195*
Tabla 4.12: Parámetros de referencia por periodo *198*
Tabla 4.13: Ingresos caso A. *198*
Tabla 4.14: Ingresos caso B. *199*
Tabla 4.15: Flujo de Caja caso A *200*
Tabla 4.16: Flujo de Caja caso B *201*

ÍNDICE DE FIGURAS

Mapa 1.1: División Política de Cotopaxi. 5
Figura 1.1 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia 14
Figura 1.2 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia Poaló. 16
Figura 1.3 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia San Juan de Pastocalle. 18
Figura 1.4 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia José Guangobajo 19
Figura 1.5 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia 21
Figura 1.6 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia Guaytacama. 23
Figura 1.7 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia 24
Figura 1.8 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia 25
Figura 1.9 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia Once de Noviembre 27
Figura 1.10 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia Belisario Quevedo 29
Figura 1.11 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de las Parroquias Urbanas 30
Figura 1.12 Troncales Intercentrales 35
Figura 1.13 Enlaces Establecidos entre Centrales 35
Figura 1.14 Configuración en Malla 36
Figura 1.15 Configuración en Estrella. 36
Figura 1.16 Configuración en Estrella Doble 37
Figura 1.17 Conexión entre Centrales LAT1, LAT2 y TDA1. 38
Figura 1.18 Conexión entre Centrales Tipo Siemens 39
Figura 1.19 Enlaces STM-1 de la Central Siemens de Salcedo. 40
Figura 1.20 Interconexión de las Centrales Tadiran y TDA1 40
Figura 1.21 Establecimiento de una Llamada Local Perteneciente a la Misma Central 41
Figura 1.22 Interconexión de las Centrales LAT 1 y LAT 2 en el Establecimiento de una Llamada Local. 41
Figura 1.23 Establecimiento de una Llamada Intercantonal entre Centrales Siemens. 43
Figura 1.24 Establecimiento de una Llamada Regional entre las Centrales Tadiran y Siemens. 44
Figura 1.25 Establecimiento de una Llamada Regional entre Centrales LAT 1, LAT 2 o Tadiran y una Central Ubicada al Norte de la Provincia de Cotopaxi. 45
Figura 1.26 Establecimiento de una Llamada Regional entre Centrales LAT 1, LAT 2 o Tadiran y una Central Ubicada al Sur de la Provincia de Cotopaxi 46

Figura 1.27 Establecimiento de una Llamada Internacional. 47

Figura 2.1 Representación de un Sistema WLL Introducido en una Red PSTN. 60
Figura 2.2 Modelo de Referencia General para un Sistema WLL. 66
Figura 2.3 Componentes e Interfaces para un sistema WLL. 68
Figura 2.4 Comunicación Full Duplex para Sistemas de Radio Punto a Multipunto. 69
Figura 2.5 Principios de Operación Duplex de División de Frecuencia y División de Tiempo. 69
Figura 2.6 Principio de operación de sistemas FDMA/FDD. 72
Figura 2.7 Principio de operación de sistemas TDMA/FDD 72
Figura 2.8 Principio de operación de sistemas CDMA/FDD. 73
Figura 2.9 Pérdida de Señal Multitrayectoria debido a la Reflexión en un Obstáculo. 76
Figura 2.10 Concepto de Zonas de Fresnel en Comunicaciones de Radio. 77
Figura 2.11 Arreglo de Celdas Comúnmente Usadas para Planeamiento de Cobertura de Radio. 79
Figura 2.12 Requerimientos de Cobertura de Radio para Sistemas Móvil Celular Versus WLL. .. 80
Figura 2.13 Uso de Antenas Sectorizadas en Estaciones Base WLL. 81
Figura 2.14 Modelo de Reutilización de Dos Frecuencias con Cuatro Sectores en la Estación Base. 83
Figura 2.15 Modelo de Reutilización de Cuatro Frecuencias con Cuatro Sectores para Antenas en la Estación Base. 84
Figura 2.16 Configuración del Bucle Local Inalámbrico. 87
Figura 2.17 Configuración Convencional. 88
Figura 2.18 Configuración de la Estación Base con un Arreglo de Antenas Adoptivo. 89
Figura 2.19 Estaciones de Abonado que Emplean Antenas Omnidireccionales. 90
Figura 2.20 Configuración Propuesta: Arreglos de Antenas en Estaciones de Usuario. 91

Figura 3.1 Estructura ITU y grupos de estudio implicados en estudios vinculados con WLL 104
Figura 3.2 Bandas de frecuencia para WLL 107
Figura 3.3 Arquitectura de la Red Airspan. 120
Figura 3.4 AS4000/AS4020 ofrece servicios totales en todas las bandas de frecuencia. 121
Figura 3.5 Servicios de Telecomunicaciones que ofrecen las Redes Airspan. 122
Figura 3.6 Concentrador de Acceso 127
Figura 3.7 Central Terminal. 128
Figura 3.8 Equipo fácilmente instalable del suscriptor. 129
Figura 3.9 Administración de las Redes Airspan. 133

Figura 3.10 Modelo de predicción de cobertura de Hata – Okumura. *136*
Figura 3.11 Modelo geométrico para graficar el perfil topográfico y la zona de Fresnel. *140*
Figura 3.12 Perfil topográfico de la parroquia San Buenaventura. *144*
Figura 3.13 Perfil topográfico de la parroquia Belisario Quevedo *145*
Figura 3.14 Perfil topográfico de la parroquia Aláquez. *146*
Figura 3.15 Perfil topográfico de la parroquia Guaytacama. *147*
Figura 3.16 Perfil topográfico de la parroquia San Lorenzo de Tanicuchi *148*
Figura 3.17 Perfil topográfico de la parroquia Poaló. *149*
Figura 3.18 Perfil topográfico de la parroquia 11 de Noviembre. *150*
Figura 3.19 Perfil topográfico de la parroquia Toacaso. *151*
Figura 3.20 Perfil topográfico de la parroquia Mulaló. *152*
Figura 3.21 Perfil topográfico de la parroquia San Juan de Pastocalle. *155*
Figura 3.22 Perfil topográfico de la parroquia José Guangobajo. *156*
Figura 3.23 Canalización de frecuencias *160*
Figura 3.24 Método de duplexación FDD. *160*
Figura 3.25 Sectorización de celda. *161*
Figura 3.26 Densidad telefónica de las parroquias urbanas y rurales del cantón Latacunga. *167*
Figura 3.27 Canales de voz PCM y ADPCM. *169*
Figura 3.28 Perfil topográfico del trayecto Putzalagua Latacunga. *175*
Figura 3.29 Diagrama de la Red de telefonía fija inalámbrica para el cantón Latacunga *177*

INTRODUCCIÓN

El servicio telefónico es un servicio básico, el cual debe ser suministrado a cada una de las viviendas que se encuentran en el país sin importar su ubicación geográfica y condición socioeconómica de acuerdo a la Ley Especial de Telecomunicaciones.

En el presente proyecto se da a conocer la situación real de cada una de las parroquias rurales y urbanas del cantón Latacunga. Las parroquias urbanas, pese a ser la zona más abastecida con el servicio telefónico, presenta un número considerable de demanda insatisfecha especialmente en el sector urbano marginal. Por motivo del plan de expansión de la empresa ANDINATEL S.A. sucursal Cotopaxi, no se considerará la mayor parte de la zona urbana en el presente trabajo.

Las parroquias rurales no se hallan abastecidas significativamente debido a las limitaciones económicas y geográficas que presentan. La limitación económica se debe a que el servicio telefónico en las parroquias rurales no es rentable, por ser un servicio subsidiado por el estado. La limitación geográfica se debe a que la ubicación de las viviendas es dispersa. Por estos motivos las operadoras que brindan el servicio telefónico invierten muy poco en estas zonas.

Este proyecto brinda una solución a las parroquias del cantón Latacunga, mediante la realización del diseño de una red de telefonía fija inalámbrica que opera con sistemas de acceso fijo inalámbrico (WLL). La red cubrirá las zonas menos abastecidas y coexistirá con la vigente red de telefonía fija alámbrica.

El presente trabajo se estructura en cuatro capítulos claramente definidos:

En el *primer capítulo* se realiza un estudio de la situación actual de la telefonía fija alámbrica del cantón, que abarca la cobertura telefónica en base a la información proporcionada por las juntas parroquiales, dando a conocer los barrios que

poseen, así como los que no tienen servicio telefónico; también se describe el sistema de transmisión de la red que opera en Latacunga, así como el tipo de centrales telefónicas que posee ANDINATEL S.A. con el número de abonados suscritos.

El *segundo capítulo* muestra una revisión general de los sistemas de acceso fijo inalámbrico, contemplando arquitecturas, tecnologías y ventajas.

En el *tercer capítulo* se procede a diseñar la red considerando la reglamentación existente y la tecnología que más se ajusta a las necesidades de las zonas. El dimensionamiento de la red se realiza en base a estudios de demanda, tráfico, propagación y visita técnica para determinar la ubicación de la estación base.

El *cuarto capítulo* contiene el costo de inversión de la red que incluye los costos de equipos, infraestructura, mano de obra y puesta en marcha.

Finalmente se describe las conclusiones finales así como las recomendaciones en torno al trabajo realizado.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA TELEFONÍA FIJA ALÁMBRICA EN EL CANTÓN LATACUNGA

1.1 PROVINCIA DE COTOPAXI Y CANTÓN LATACUNGA [i]

1.1.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

El territorio de la provincia de Cotopaxi se ubica en el sector centro norte del Callejón Interandino, ocupa la Hoya Central Oriental de Patate. Se extiende desde los 78° y 23' en la parte oriental hasta los 79° y 20' en el sector occidental con respecto al meridiano de Greenwich; en sus extremos desde 0°, 20° hasta 1°, 12' de Latitud Sur.

La extensión total de la provincia de Cotopaxi es de 5956 km² con una densidad poblacional de 52 habitantes por km². Las superficies de los cantones son:

CANTONES	SUPERFICIE EN km²
Latacunga	1,506
La Maná	663
Pangua	721
Pujilí	1,308
Salcedo	433
Saquisilí	150
Sigchos	1,175
TOTAL PROVINCIA	5,956

Fuente: INFOPLAN
Elaboración: Equipo Técnico del PPDC

Tabla 1.1: Superficie por Cantones.

Los límites de la provincia son:

NORTE: Cerro Rumiñahui, hasta las faldas del norte de los Ilinizas; continúa desde los orígenes del río Sarapullo aguas abajo hasta la confluencia con el río Toachi y San Pablo en Alluriquín, donde limita con la Provincia de Pichincha.

[i] Esta notación se utilizará para indicar la fuente de información, que se ubica al final del capítulo.

OESTE: Desde la zona de Alluriquín hasta las nacientes del río Toachi, desde ahí, hasta el río Quindigua aguas abajo hasta la confluencia con el río Manguila; desde ahí hasta la confluencia de los ríos Calope y Guapara hasta el Sillagua que es el límite entre las provincias de Pichincha y Los Ríos.

SUR: Desde la confluencia de los ríos Calabí y Sillagua hasta la confluencia con el río Las Juntas y Piñanatu; continúa hasta el Cerro Milín; cruza los cerros Cóndor Amina hasta la Quebrada Sánchez; de ahí hasta el río Yanayacu en la zona de Guapante, que limita con las provincias de Bolívar y Tungurahua.

ESTE: Río Yanayacu, hasta el norte por los cerros Verde Pifo, Danta Sirina hasta las confluencias de Tollín y río Tambío; tras las faldas del volcán Cotopaxi, hasta el Cerro Rumiñahui que limita con la Provincia de Napo.

1.1.2 RELIEVE E HIDROGRAFÍA

La geografía de Cotopaxi es muy irregular; desde los 150 msnm (metros sobre el nivel del mar), hasta los 5790 msnm en la cima del volcán Cotopaxi.

En la cordillera nororiental se destaca el majestuoso volcán Cotopaxi; al noroccidente se encuentra el nevado de los Ilinizas con 5130 msnm. Del Cotopaxi nacen varios ríos que forman el Cutuchi, río que cruza la provincia.

En la parte oriental se localiza el sistema lacustre de El Tinte, Salado, Verde Cocha, Yupac Cocha, Limpiopungo, Anteojos.

En la cordillera Oriental y Occidental hay extensos páramos de donde nacen fuentes de agua que abastecen a las poblaciones.

Al occidente se ubica el volcán Quilotoa, en cuyo cráter se halla la laguna del mismo nombre y más al extremo se localizan los cantones La Maná y Pangua con montañas llenas de bosques primarios y ríos importantes como el Angamarca,

Chuquiragua, Calope, San Pablo y otros, que toman dirección hacia el Océano Pacífico. Al noroccidente nacen pequeños ríos que alimentan el Toachi.

Al sur se destaca la laguna de Yambo y las estribaciones del Cerro Saguatoa y Casaguala y ríos como el Yanayacu, y el Nagsiche.

1.1.3 CLIMA

Existen climas muy diversos, desde el cálido húmedo en la zona costera hasta el gélido en las cumbres del volcán Cotopaxi. La temperatura media es 13°C.

La temporada de invierno en la costa inicia en el mes de febrero y termina en mayo. En la sierra la temporada invernal no es definida, pero hay marcada presencia de lluvias de noviembre a enero. La época de fuertes vientos en la Sierra corresponde a los meses de junio, julio y agosto.

1.1.4 DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVA

La provincia de Cotopaxi tiene 7 cantones con 45 parroquias, de las cuales 33 son rurales y 12 urbanas.

Las parroquias están conformadas por comunidades, barrios o recintos (dependiendo si están en la costa, en las ciudades o en una jurisdicción indígena), que en total suman 861, de los cuales 358 (42%) funcionan con reconocimiento jurídico. En las comunidades también existen sectores, que con el tiempo pueden llegar a constituirse en nuevas comunas.

A partir del año 2000, las jurisdicciones de las parroquias rurales son representadas por las Juntas Parroquiales designadas por elección popular. En varias parroquias se plantean dificultades de pertenencia en el ámbito legal y socioeconómico. En este sentido, es necesario un reordenamiento territorial, en el marco de la descentralización y las facultades legales de la Constitución Política del Estado. La población urbana también plantea una reforma a la Ley de Juntas Parroquiales que incorpore a las parroquias urbanas.

CANTONES	PARROQUIAS	COMUNAS/ RECINTOS	POBLACIÓN 2001	POBLACIÓN ESTIMADA AL 2004*
Latacunga	15	282	143,979	274,514
La Maná	4	78	32,115	61,231
Pangua	4	87	19,877	37,898
Pujilí	7	164	60,728	115,785
Salcedo	7	164	51,304	97,817
Saquisilí	4	61	20,815	39,686
Sigchos	5	79	20,722	39,509
TOTAL	46	915	349,540	66,644

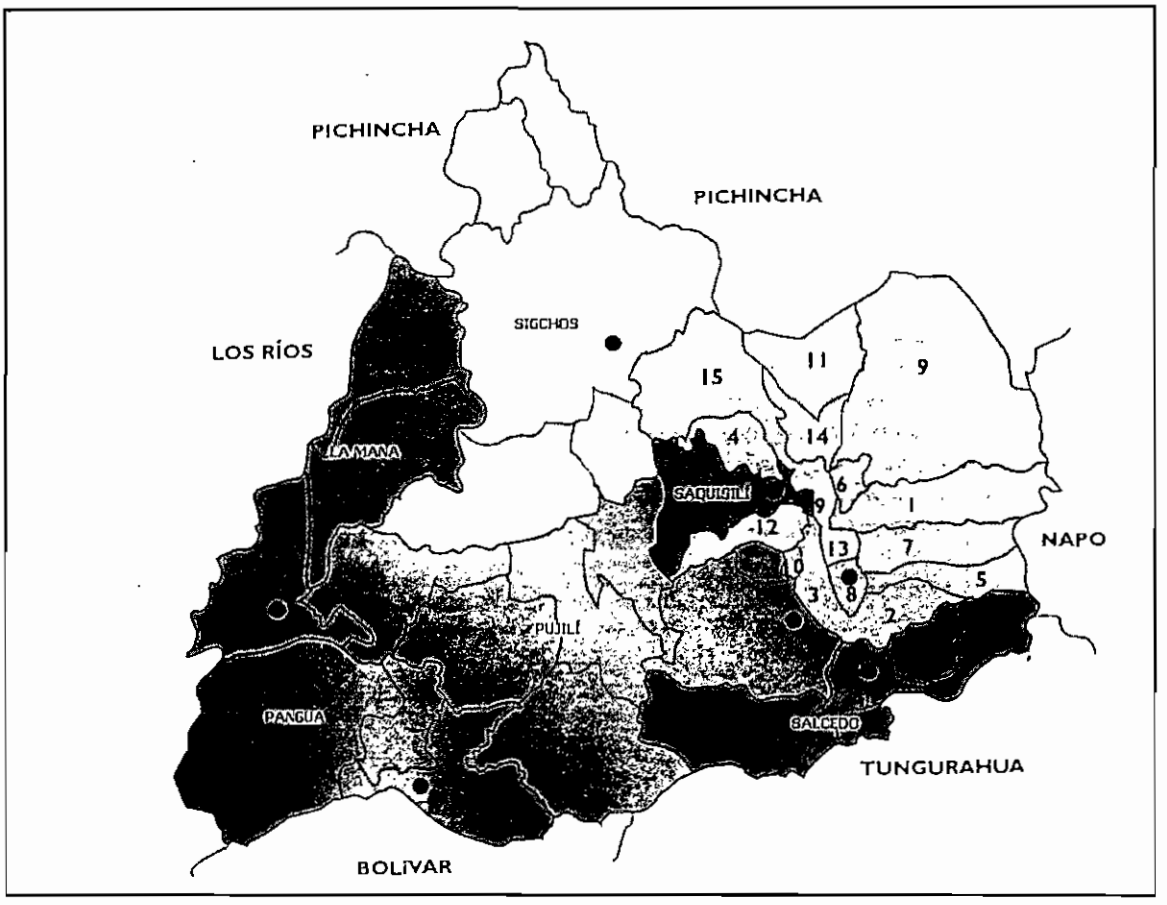
* Se estima la población al 2003 con un porcentaje de 2.3% de crecimiento anual
Fuente: Talleres participativos 2001, SISSE 2.0
Elaboración: Equipo Técnico del PPDC

Tabla 1.2: Parroquias, Comunidades y Población por Cantones.

PARROQUIAS URBANAS		
PARROQUIAS	POBLACIÓN	POBLACIÓN ESTIMADA AL 2004*
Eloy Alfaro (San Felipe)	80,964	229,818
Ignacio Flores (Parque Flores)		
Juan Montalvo		
La Matriz		
San Buenaventura		
PARROQUIAS RURALES		
PARROQUIAS	POBLACIÓN	POBLACIÓN ESTIMADA AL 2004*
Aláquez	4,895	4,953
Belisario Quevedo	5,581	5,648
Guaytacama	7,475	7,565
José Guangobajo	2,708	2,740
Mulaló	7,360	7,448
11 de Noviembre	1,801	1,822
Poaló	5,283	5,346
San Juan de Pastocalle	9,933	10,052
Tanicuchi	11,009	11,141
Toacaso	6,970	7,053

* Porcentaje de crecimiento anual del 4.2 y 0.4% para las parroquias urbanas y rurales respectivamente.
Fuente: INFOPLAN, 2000; INEC, 2001
Elaboración: Equipo Técnico del PPDC

Tabla 1.3: Población de las Parroquias Urbanas y Rurales del Cantón Latacunga.



LEYENDA

CANTÓN LATACUNGA			
CÓDIGO	PARROQUIA	CÓDIGO	PARROQUIA
1	Aláquez	9	Mulaló
2	Belisario Quevedo	10	Once de Noviembre
3	Eloy Alfaro*	11	Pastocalle
4	Guaytacama	12	Poaló
5	Ignacio Flores*	13	San Buenaventura*
6	José Guangobajo	14	Tanicuchi
7	Juan Montalvo*	15	Toacaso
8	Matriz Latacunga*		

Fuente: INFOPLAN, 2000
Elaboración: Equipo Técnico del PPDC
* Parroquias Urbanas

Mapa 1.1: División Política de Cotopaxi. [1]

PARROQUIAS	COMUNAS	FAMILIAS
Eloy Alfaro (San Felipe)*	20	4,423
Ignacio Flores (Parque Flores)*	20	1,537
Juan Montalvo*	20	2,296
La Matriz* [ii]	0	0
San Buenaventura*	12	995
Aláquez	26	1,045
Belisario Quevedo	23	1,118
Guaytacama	14	1,530
José Guangobajo	10	330
Mulaló	21	1,620
11 de Noviembre	10	679
Poaló	20	1747
San Juan de Pastocalle	25	1,353
Tanicuchi	21	1,973
Toacaso	40	4,243
TOTAL	282	24,889

* Parroquias Urbanas

[ii] En la parroquia La Matriz el número de comunas y familias indígenas es cero porque constituye la urbe de la ciudad Latacunga

Fuente: Talleres participativos – 2001

Elaboración: Equipo Técnico del PPDC

Tabla 1.4: Número de Comunas y Familias del Cantón Latacunga por Parroquias.

1.1.5 POBREZA E INDIGENCIA

La consecuencia más importante de la crisis económica y del debilitamiento del Estado iniciada en la década de 1980 ha sido la generalización de la pobreza y la indigencia. Según el INFOPLAN, el 80% de la población total de la provincia de Cotopaxi es pobre[1]. Del 80% de población empobrecida, el 42% son indigentes.[2]

El índice de Necesidades Básicas Insatisfechas del total de la población en la provincia de Cotopaxi es del 55%. En el área rural el problema afecta al 60% de la población, mientras que en las zonas urbanas al 35% de la población urbana de la provincia. La característica común de los grupos pobres es la falta de acceso a

[1] Se define como "pobres" a aquellas personas que pertenecen a hogares cuyo consumo per cápita, en un periodo determinado, es inferior al valor de la línea de pobreza. La línea de pobreza es el equivalente monetario del costo de una canasta básica de bienes y servicios por persona por período de tiempo (generalmente, quincena o mes). SIISE Versión 2.0.

[2] Se define como "indigentes"a aquellas personas que pertenecen a hogares cuyo consumo per cápita, en un periodo determinado, es inferior a la línea de indigencia o extrema pobreza. La línea de indigencia es el equivalente monetario del costo de una canasta de alimentos que permita satisfacer los requerimientos nutricionales del hogar. SIISE Versión 2.0.

servicios básicos, educación, salud, infraestructura social e instrumentos de trabajo.

La incidencia de la pobreza en Cotopaxi se encuentra muy por encima de la media nacional (58%) y comparte los primeros lugares después de las provincias de Bolívar y Loja. A nivel cantonal, Sigchos es el tercer cantón más pobre del país, seguido por La Maná (décimo cuarto lugar) y por Pangua (vigésimo puesto).

En el sector urbano de Cotopaxi la incidencia de la pobreza es del 64% y el 26% de indigencia, mientras que en área rural alcanza el 71% y 27% respectivamente.

La mayor incidencia de pobreza e indigencia afecta a la población indígena, especialmente a las comunidades localizadas en zonas con condiciones geográficas desfavorables, como lo demuestran los datos parroquiales. Las parroquias de la provincia que superan el 95% de población empobrecida son: Guanjage (Pujilí) con el 97%; Zumbahua (Pujilí) con el 96%; Canchagua (Saquisilí) con el 95%; Chugchilán (Sigchos) con el 96% e Isinliví (Sigchos) con el 95% que son además las parroquias en donde casi la totalidad de la población es indígena.

Entre los grupos empobrecidos destacan los campesinos/as sin tierra, los niños, las mujeres, en particular las que son cabeza de familia, así como la población indígena. En las zonas rurales de la provincia donde habita la mayoría de la población indígena se estima que un 86% de la niñez en general es pobre y que un 93% de los niños y adolescentes indígenas de la sierra vive en condiciones de pobreza.

CANTONES	% POBREZA	% INDIGENCIA
Latacunga	77	35
La Maná	86	47
Pangua	85	48
Pujilí	83	51
Salcedo	80	37
Saquisilí	76	40
Sigchos	90	60

CANTONES	% POBREZA	% INDIGENCIA
Cotopaxi	80	42
País	61	21

Fuente: INFOPLAN 2000
Elaboración: Equipo Técnico del PPDC

Tabla 1.5: Pobreza e Indigencia por Cantones en Cotopaxi.

PARROQUIAS	ÍNDICE DE DESARROLLO SOCIAL (%)	ÍNDICE DE NECESIDADES BÁSICAS INSATISFECHAS (%)	INCIDENCIA DE LA POBREZA (%)	INCIDENCIA DE LA INDIGENCIA (%)
Toacaso	42.10	57.90	86.56	46.00
Pastocalle	42.30	57.70	86.47	47.94
Poaló	42.40	57.60	85.87	43.42
José Guangobajo	46.20	53.80	84.57	41.61
Mulaló	43.70	56.30	83.38	45.66
Aláquez	45.40	54.60	83.19	35.35
Belisario Quevedo	42.70	57.30	82.21	46.26
Tanicuchi	46.50	53.50	80.46	38.40
11 de Noviembre	46.60	53.40	78.90	32.78
Guaytacama	48.80	51.20	74.08	33.54
PARROQUIAS URBANAS	56.20	43.80	71.71	30.33
TOTAL CANTÓN	51.16	48.80	76.50	35.30
COTOPAXI	45.50	54.50	82.90	43.60
PAÍS	57.50	42.60	60.60	21.50

Fuente: INFOPLAN 2000 – SISSE 2.0, 2000
Elaboración: Equipo Técnico del PPDC

Tabla 1.6: Principales Indicadores Sociales por Parroquias en el Cantón Latacunga.

1.1.6 DESARROLLO URBANO

Se entiende el desarrollo urbano como una forma diferente de organización del espacio, un nuevo tipo de relaciones entre las personas, las familias que viven y que comparten un espacio mucho más concentrado; un proceso de construcción de identidades individuales y colectivas.

La base económica de la provincia de Cotopaxi se sustenta en la actividad agropecuaria, por lo que la dinámica socioeconómica de las ciudades depende en gran medida de los modos y sistemas de producción rural. Sin embargo, las ciudades son también proveedoras de insumos y servicios hacia las poblaciones rurales, por lo que existen relaciones socioeconómicas interdependientes entre ambos sectores.

Uno de los problemas para el desarrollo urbano en la provincia es que los recursos generados en Cotopaxi son invertidos fuera de la provincia, por lo que es indispensable generar políticas públicas que permitan dinamizar la economía provincial y favorecer las inversiones.

El mal estado de la red vial ha traído como consecuencia el alejamiento de ciudades como el Corazón (cantón Pangua) y Sigchos ubicadas al extremo de la provincia. Mientras que la red vial de primer y segundo orden concentrada en la zona de la sierra central de Cotopaxi ha favorecido el crecimiento urbano de Latacunga, Salcedo, Pujilí y Saquisilí. La Maná no ha quedado fuera de este proceso de crecimiento gracias a la vía que la enlaza con la provincia de Los Ríos.

En el Ecuador se observa un acelerado proceso de urbanización y concentración de la población especialmente en las grandes urbes como Quito y Guayaquil. A pesar de que Cotopaxi es una de las provincias que aportan más a esta concentración de población, las cabeceras cantonales de la provincia no escapan de los procesos de concentración de población.

Según los datos del VI Censo de Población y Vivienda, la población de Cotopaxi es de 349540 habitantes de los cuales el 26.77% corresponde al sector urbano y el 73.23% al sector rural. La población urbana de la provincia se encuentra por debajo de la media nacional (60%). Al comparar los datos entre los períodos censales, se observa que de 1982 al 2001 la población urbana pasó del 15% al 26.77%, mientras que la población rural bajó del 85% al 73.23%.[2]

Entre 1990 y 2000, la población urbana se incrementaría de 70 mil a 108 mil habitantes con un crecimiento del 54% y un ritmo de crecimiento del 4.2% promedio anual. El área rural aumentaría su población en apenas 4 por mil. (CEPAR, Cotopaxi, 1993).

El hecho de que la tasa de crecimiento de la población urbana sea aproximadamente cinco veces mayor que la población rural, está indicando una importante transferencia de la población, especialmente emigrante, entre estas dos áreas que favorece a las cabeceras cantónales.

Las ciudades van a seguir recibiendo emigrantes desplazados por la carencia de los puestos de trabajo, por la pérdida de la capacidad productiva de la tierra y por la ausencia de soluciones a problemas de tenencia de la tierra. En este marco, se detecta que Latacunga y La Maná son urbes con mayor concurrencia de emigrantes.

CANTONES	1982		1990		2001 (Preliminar del VI Censo)	
	RURAL	URBANA	RURAL	URBANA	RURAL	URBANA
Latacunga	77	23	66	34	54	46
La Maná	-	-	63	37	50	50
Pangua	93	7	93	7	73	27
Pujilí	95	5	88	12	75	25
Salcedo	86	14	83	17	80	20
Saquisilí	80	20	71	29	69	31
Sigchos	-	-	56	44	94	6
Cotopaxi	85	15	45	12	66	34

Fuente INEC, Censos de Población y Vivienda, 1982, 1990 y Preliminares del 2001
Elaboración: Equipo Técnico del PPDC

Tabla 1.7: Porcentaje de Población Urbana y Rural por Cantones y Periodos Censales.

1.1.7 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

El 39% de la población de Cotopaxi es población económicamente activa, es decir "población de 10 y más años que trabaja, tiene un empleo o se encuentra buscando activamente trabajo" (INFOPLAN). De la PEA total solamente el 27% trabaja en relación de dependencia.

La mayor parte de la población económicamente activa de la provincia se ocupa en actividades agrícolas (51%) y solamente el 11% de estos trabajadores son asalariados. Los trabajadores no asalariados del sector terciario de la economía (servicios) ocupan el segundo lugar dentro de la PEA de Cotopaxi con el 15% y la manufactura ocupa el tercer lugar con el 10% de la PEA, de los cuales el 3% tiene relación de dependencia.

La PEA de la provincia tienen un promedio de 5 años de escolaridad, en la ciudad es de 9 años y en el área rural de 4 años, lo que da cuenta de las diferencias de acceso a la educación entre las dos áreas.

INDICADORES	COTOPAXI
Población Económicamente Activa %	39
Participación Femenina en la PEA (%)	33
Asalariados en la PEA (%)	27
Trabajadores Agrícolas en la PEA (%)	51
Trabajadores Asalariados Agrícolas en la PEA (%)	11
Trabajadores Manufactureros en la PEA (%)	10
Asalariados Manufactureros en la PEA (%)	3
Trabajadores Públicos en la PEA (%)	9
Trabajadores no Asalariados del Sector Terciario en PEA(%)	15
Promedio de Años de Escolaridad de la PEA	5

Fuente: INFOPLAN
Elaboración: Equipo Técnico del PPDC

Tabla 1.8: Población Económicamente Activa en Cotopaxi.

1.2 COBERTURA TELEFÓNICA

Las restricciones para el tamaño del área atendida por una central dependerá evidentemente en muy buena medida de la densidad y de la distribución de los abonados.[9]

Como consecuencia un gran porcentaje de la población no puede tener el servicio telefónico en su hogar. En la Tabla 1.9 se detalla la demanda satisfecha e

insatisfecha de cada una de las parroquias urbanas y rurales que conforman el Cantón Latacunga.

PARROQUIAS DEL CANTÓN LATACUNGA		
PARROQUIAS URBANAS	**DEMANDA SATISFECHA**	**DEMANDA INSATISFECHA**
Eloy Alfaro (San Felipe)	500abonados	1500 abonados
Ignacio Flores (Parque Flores)	900 abonados	1200 abonados
Juan Montalvo (San Sebastián)	1400 abonados	1200 abonados
La Matriz	2400 abonados	1000 abonados
San Buenaventura	100 abonados	600 abonados
PARROQUIAS RURALES	**DEMANDA SATISFECHA**	**DEMANDA INSATISFECHA**
Aláquez	100 abonados	600 abonados
Belisario Quevedo	150 abonados	600 abonados
Guaytacama	350 abonados	1000 abonados
José Guangobajo	100 abonados	300 abonados
Mulaló	600 abonados	600 abonados
11 de Noviembre	150 abonados	200 abonados
Poaló	100 abonados	500 abonados
San Juan de Pastocalle	500 abonados	300 abonados
Tanicuchi	500 abonados	300 abonados
Toacaso	400 abonados	500 abonados

Fuente: Sistema Open Flexis de ANDINATEL S.A. sucursal Cotopaxi
Elaborado por: Departamento de Planificación y Fiscalización de ANDINATEL S.A. sucursal Cotopaxi.

Tabla 1.9: Demanda Satisfecha e Insatisfecha de las Parroquias del Cantón Latacunga.

1.2.1 SITUACIÓN TELEFÓNICA EN LAS PARROQUIAS RURALES DEL CANTÓN LATACUNGA

1.2.1.1 Parroquia San Lorenzo de Tanicuchi

La Parroquia San Lorenzo de Tanicuchi posee dos centrales telefónicas. La central TADIRAN de Lasso y la central SIEMENS de Tanicuchi. Estas dos centrales tratan de abastecer la demanda telefónica de la parroquia y proporcionan servicio telefónico a otras parroquias como Aláquez, José Guangobajo, Mulaló y Pastocalle.[3]

La parroquia Tanicuchi tiene un total de 11,009 habitantes de los cuales 937 habitantes se encuentran en la cabecera parroquial y 10,072 habitantes en el resto de la parroquia.

La parroquia Tanicuchi esta conformada por un total de 2,539 viviendas, de las cuales 245 corresponden a la cabecera parroquial y 2,294 conforman el resto de la parroquia.

Un total de 478 viviendas poseen servicio telefónico de las cuales 158 se encuentran en la cabecera parroquial y 320 en el resto de la parroquia. Por lo que 2,061 viviendas no disponen de servicio telefónico, 87 corresponden a la cabecera parroquial y 1,974 se encuentran sin servicio telefónico en el resto de la parroquia.[2]

BARRIO	SERVICIO TELEFÓNICO	OBSERVACIONES	CENTRAL QUE ABASTECERÍA LA DEMANDA
San José	NO		TANICUCHI
San Pedro	NO		TANICUCHI
Chilcapamba Sur	NO		TANICUCHI
Chilcapamba Centro	SI	Parcialmente abastecido	TANICUCHI
El Calvario	SI	Parcialmente abastecido	TANICUCHI
Santa Clara	NO		TANICUCHI
San Andrés	NO		TANICUCHI
Goteras Yánez	SI	Parcialmente abastecido	TANICUCHI
Llactayo	SI	Parcialmente abastecido	TANICUCHI
Cajón de Veracruz	SI	Parcialmente abastecido	TANICUCHI
Tanicuchi Centro	SI	Totalmente abastecido	TANICUCHI
Pucara	NO		TOACASO
Samilpamba	NO		TOACASO
San Antonio de Luzón	NO		PASTOCALLE
San Vicente de Tashimag	NO		PASTOCALLE
Goteras 5 de Junio	SI	Parcialmente abastecido	LASSO Y TANICUCHI

BARRIO	SERVICIO TELEFÓNICO	OBSERVACIONES	CENTRAL QUE ABASTECERÍA LA DEMANDA
Santa Ana Centro	SI	Parcialmente abastecido	LASSO
Santa Ana Alto	SI	Parcialmente abastecido	LASSO
Rioblanco Bajo	SI	Parcialmente abastecido	LASSO
Rioblanco Alto	SI	Parcialmente abastecido	LASSO
Lasso Centro	SI	Totalmente Abastecido	LASSO

Fuente: Junta Parroquial de San Lorenzo de Tanicuchi

Tabla 1.10: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia San Lorenzo de Tanicuchi.

Figura 1.1 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia Tanicuchi. [2]

1.2.1.2 Parroquia Poaló

Poaló es una parroquia rural que tiene gran demanda telefónica insatisfecha. No tiene una central telefónica, por lo que los 71 números telefónicos que posee son proporcionados por la central SIEMENS del cantón Saquisilí.[3]

Poaló está conformada por 309 habitantes en la cabecera parroquial y 4,974 habitantes en el resto de la parroquia dando un total de 5,283 habitantes. Posee un total de 1,218 viviendas, de las cuales 89 corresponden a la cabecera parroquial y 1,129 se encuentran en el resto de la parroquia.

En esta parroquia 71 viviendas disponen de servicio telefónico, 19 corresponden a la cabecera parroquial y 52 al resto de la parroquia. 1,147 viviendas no tienen servicio telefónico, de las cuales 70 corresponden a la cabecera parroquial y 1,077 al resto de la parroquia.[2]

BARRIO	SERVICIO TELEFÓNICO	OBSERVACIONES
San Rafael	NO	
Luz de América	NO	
Las Parcelas	SI	Parcialmente abastecido
Mariscal Sucre	NO	
Escalera Loma	NO	
San Vicente	SI	Parcialmente abastecido
Chantilin Chico	NO	
COMUNAS INDÍGENAS		
Márquez de Maenza	NO	
Pilligsillí	SI	Parcialmente abastecido
Bellavista	NO	
Maca Chico	NO	
Comunidades de Maca Grande		
Maca Leigualadera	NO	
Maca Centro	NO	
Maca Tugma Guayrapungo	NO	
Maca Chuquiraloma	NO	
Maca Milinpungo	NO	
Maca Ucshaloma	NO	
Maca Atapulo	NO	
Maca Achi Vaquería	NO	

Fuente: Junta Parroquial de Poaló

Tabla 1.11: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia Poaló.

La parroquia Poaló tiene un gran número de comunas indígenas, las cuales no necesitan una línea telefónica para cada vivienda, pero si una para toda la

comuna. Por lo general, en este sector, los indígenas poseen teléfonos celulares para comunicarse.

Actualmente las comunas indígenas no disponen de ninguna línea telefónica. La comuna Márquez de Maenza disponía de una línea telefónica, pero por excederse en la realización de llamadas internacionales perdieron el servicio telefónico por falta de pago.[4]

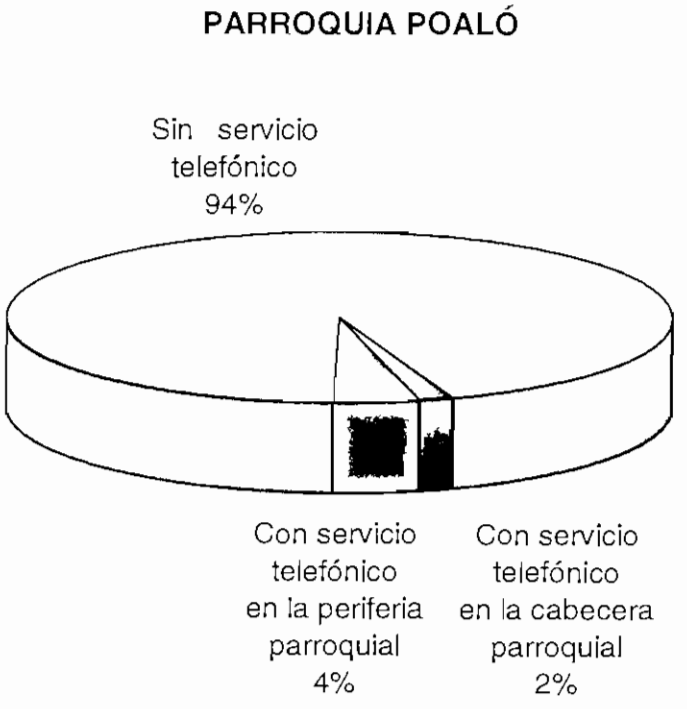


Figura 1.2 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia Poaló. [2]

1.2.1.3 Parroquia San Juan de Pastocalle

El servicio telefónico de la parroquia San Juan de Pastocalle proviene de la Central TADIRAN de Lasso y de la Central telefónica del cantón Mejía de Pichincha que presta servicio telefónico a los barrios Romerillos, Chasqui y Libertad. Actualmente en la parroquia se encuentra la edificación de una central telefónica, pero no se halla en funcionamiento por la falta de un generador.[3]

La parroquia San Juan de Pastocalle tiene un total de 9,933 habitantes de los cuales 1,157 se encuentran en la cabecera parroquial y 8,776 en el resto de la parroquia.

San Juan de Pastocalle posee en total 2,201 viviendas de las cuales 288 corresponden a la cabecera parroquial y 1,913 se encuentran en el resto de la parroquia.

En toda la parroquia existen 351 viviendas que disponen de servicio telefónico, 124 en la cabecera parroquial y 227 en el resto de la parroquia. Un total de 1,850 viviendas no poseen servicio telefónico, 164 corresponden a la cabecera parroquial y 1,686 se encuentran ubicadas en el resto de la parroquia.[2]

BARRIO	SERVICIO TELEFÓNICO	OBSERVACIONES
San José de Yanayacu	SI	Parcialmente abastecido
Tandacato	SI	Parcialmente abastecido
San Antonio de Tandacato	SI	Parcialmente abastecido
Milagro	SI	Parcialmente abastecido
El Rosario	SI	Parcialmente abastecido
Calvache	SI	Parcialmente abastecido
Pucará	SI	Parcialmente abastecido
Pastocalle Centro	SI	Parcialmente abastecido
Matango	NO	
Pastocalle Viejo	NO	
Ortuño	SI	Parcialmente abastecido
Pasto Alto	SI	Parcialmente abastecido
San Pedro de Tenería	NO	
San Bartolomé	NO	
Guapuló	NO	
Boliche	SI	Parcialmente abastecido
San Luis Diacupungo	NO	
Quilche Salas	SI	Parcialmente abastecido
Quilche Miño	SI	Parcialmente abastecido
Miño San Antonio	SI	Parcialmente abastecido
El Progreso	SI	Parcialmente abastecido
Santa Rita	NO	
Chasqui	SI	La Central del Cantón Mejía de Pichincha presta servicio telefónico a este sector.
Romerillos	SI	La Central del Cantón Mejía de Pichincha presta servicio telefónico a este sector.
Curiquingue	NO	

BARRIO	SERVICIO TELEFÓNICO	OBSERVACIONES
La Libertad	SI	La Central del Cantón Mejía de Pichincha presta servicio telefónico a este sector.
Campamento	NO	
Luz y Vida	NO	
Buena Vista	NO	
Santa Rosa	SI	Parcialmente abastecido

Fuente: Junta Parroquial de San Juan de Pastocalle

Tabla 1.12: Situación Telefónica de los Barrios que conforman la Parroquia San Juan de Pastocalle.

PARROQUIA SAN JUAN DE PASTOCALLE

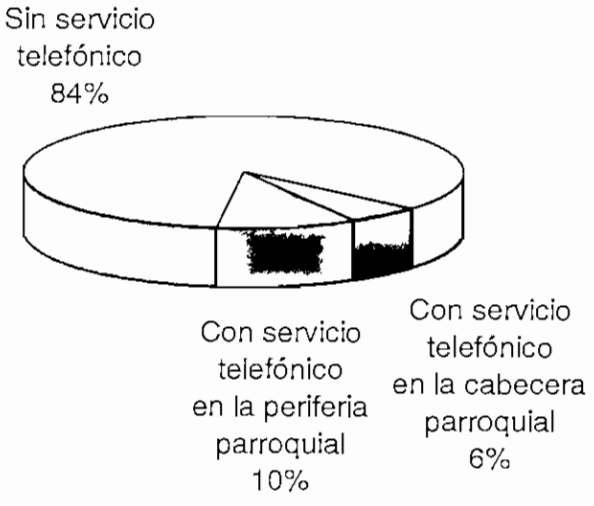


Figura 1.3 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia San Juan de Pastocalle. [2]

1.2.1.4 Parroquia José Guangobajo

La Parroquia José Guangobajo no posee central telefónica por lo que recibe servicio telefónico de la Central TADIRAN de Lasso y de la Central SIEMENS de Tanicuchi.[3]

La parroquia está conformada por 2,708 habitantes, de los cuales 222 corresponden a la cabecera parroquial y 2,486 al resto de la parroquia.

Existen 550 viviendas en la parroquia de José Guangobajo, 55 corresponden a la cabecera parroquial y 495 al resto de la parroquia.

93 viviendas poseen servicio telefónico, de las cuales 26 se encuentran ubicadas en la cabecera cantonal y 67 corresponden al resto de la parroquia. 457 viviendas no disponen de servicio telefónico, de las cuales 29 están ubicadas en la cabecera cantonal y 428 en el resto de la parroquia.[2]

PARROQUIA JOSÉ GUANGOBAJO

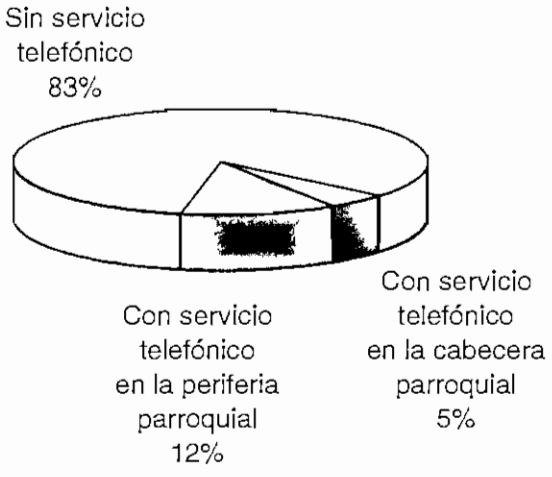


Figura 1.4 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia José Guangobajo. [2]

BARRIO	SERVICIO TELEFÓNICO	OBSERVACIONES
Centro	SI	Parcialmente abastecido
Concepción	SI	Parcialmente abastecido
Mirador	NO	
San Francisco	NO	
La Libertad	SI	Parcialmente abastecido
Quisinche Bajo	SI	Parcialmente abastecido
Sector		
Las Parcelas	SI	Parcialmente abastecido

BARRIO	SERVICIO TELEFÓNICO	OBSERVACIONES
Sector		
Ojo de Agua	NO	
Cuatro Esquinas	NO	

Fuente: Junta Parroquial de José Guangobajo

Tabla 1.13: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia José Guangobajo.

1.2.1.5 Parroquia Aláquez

La Parroquia Aláquez no posee central telefónica, por lo tanto, el servicio telefónico lo recibe de la central TADIRAN de Lasso.[3]

La parroquia está conformada por 4,895 habitantes, de los cuales 324 corresponden a la cabecera parroquial y 4,571 al resto de la parroquia.

Aláquez posee 1,182 viviendas, 80 corresponden a la cabecera parroquial y 1,102 al resto de la parroquia.

57 viviendas poseen servicio telefónico, de las cuales 5 se encuentran ubicadas en la cabecera cantonal y 52 corresponden al resto de la parroquia. 1,125 viviendas no disponen de servicio telefónico, de las cuales 75 se encuentran ubicadas en la cabecera cantonal y 1050 en el resto de la parroquia. [2]

BARRIO	SERVICIO TELEFÓNICO	OBSERVACIONES
Verde Cocha	NO	
Cuchitingue	NO	
Chitan	NO	
El Tejar	NO	
San Marcos	NO	
El Banco San Isidro	SI	Parcialmente abastecido
San Antonio	NO	
Pilatan	NO	
Vargas Suárez	NO	
Colayapamba	NO	
Jerusalén	NO	
El Centro	SI	Parcialmente abastecido

BARRIO	SERVICIO TELEFÓNICO	OBSERVACIONES
Cusillí	NO	
Chaguana	NO	
El Calvario	SI	Parcialmente abastecido
Achupallas	NO	
Isimbo	NO	
El Puente de Bellavista	SI	Parcialmente abastecido
Laigua de Vargas	NO	
Laigua de Maldonado	NO	
Tandaliví	NO	
Colayo Jurídico	NO	
Pillig	NO	
Chillos	NO	
Langualó Chico	NO	

Fuente: Junta Parroquial de Aláquez

Tabla 1.14: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia Aláquez

De acuerdo a la información proporcionada por la junta parroquial de Aláquez se tienen únicamente tres líneas telefónicas en el centro de la parroquia. Esta parroquia disponía de cabinas telefónicas en el barrio de El Centro, pero en la actualidad no se encuentran en funcionamiento.[5]

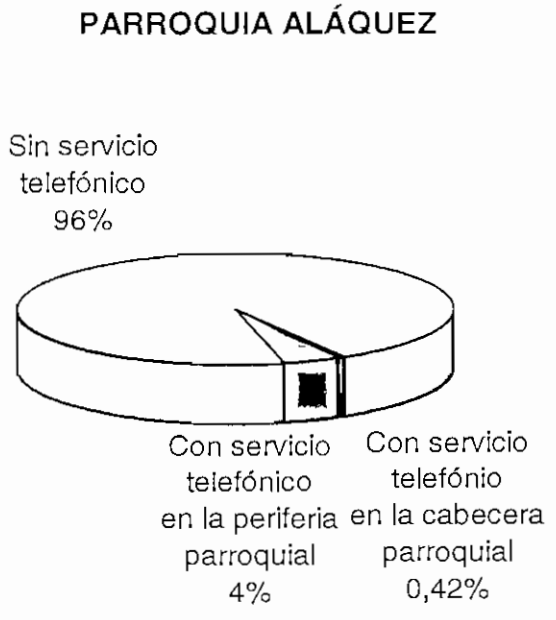


Figura 1.5 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia Aláquez. [2]

1.2.1.6 Parroquia Guaytacama

La Parroquia Guaytacama posee una central telefónica tipo SIEMENS. La parroquia recibe servicio telefónico de la central que se encuentra en dicha parroquia y de la central SIEMENS de Saquisilí.[3]

Está conformada por un total de 7,475 habitantes de los cuales 1,022 corresponden a la cabecera parroquial y 6,453 al resto de la parroquia.

Existen 1,575 viviendas, de las cuales 239 se encuentran en la cabecera parroquial y 1,336 corresponden al resto de la parroquia.
En la parroquia 150 viviendas poseen servicio telefónico de las cuales 60 viviendas corresponden a la cabecera parroquial y 90 viviendas se encuentran en el resto de la parroquia. Un total de 1,425 viviendas carecen de servicio telefónico en dicha parroquia, de las cuales 179 corresponden a la cabecera parroquial y 1,246 se encuentran en el resto de la parroquia.[2]

BARRIO	SERVICIO TELEFÓNICO	OBSERVACIONES
Santa Inés	SI	Parcialmente abastecido
San Sebastián	SI	Parcialmente abastecido
La Ilbertad	SI	Parcialmente abastecido
Pilacoto	SI	Parcialmente abastecido
Cuicuno	NO	
Narváez	NO	
La Floresta	SI	Parcialmente abastecido
El Calvario	NO	
Pupana Norte	NO	
Pupana Sur	NO	
Santa Ana	SI	Parcialmente abastecido
Cevallos	NO	
Yanashpa	NO	
Centro Parroquial	SI	Casi Totalmente Abastecido

Fuente: Junta Parroquial de Guaytacama

Tabla 1.15: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia Guaytacama.

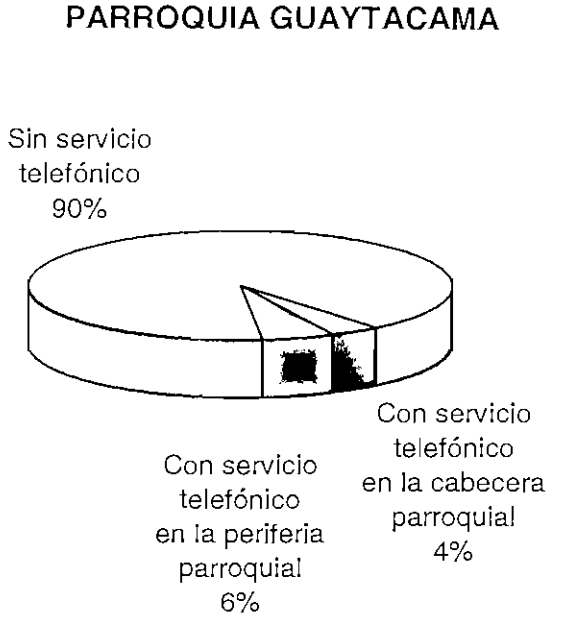


Figura 1.6 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia Guaytacama. [2]

1.2.1.7 Parroquia Toacaso

La Parroquia Toacaso posee una central telefónica tipo SIEMENS, la cual brinda servicio telefónico a cinco de los once barrios que conforman dicha parroquia.[3]

La parroquia está conformada por un total de 6,970 habitantes de los cuales 1,182 se encuentran en la cabecera parroquial y 5,788 corresponden al resto de la parroquia.

1,433 viviendas se encuentran en dicha parroquia de las cuales 271 viviendas pertenecen a la cabecera parroquial y 1,162 al resto de la parroquia.

En esta parroquia 97 viviendas poseen servicio telefónico, 69 se encuentran localizadas en la cabecera parroquial y 28 corresponden al resto de la parroquia. 1,336 viviendas no disponen de servicio telefónico, 202 se encuentran ubicadas en la cabecera parroquial y 1,134 en el resto de la parroquia.[2]

BARRIO	SERVICIO TELEFÓNICO	OBSERVACIONES
Pilacumbi	SI	Parcialmente abastecido
Yugsiche Alto	SI	Parcialmente abastecido
Yugsiche Bajo	NO	
Loma de Monjas	NO	
El Calvario	SI	Parcialmente abastecido
La Libertad	SI	Parcialmente abastecido
Pinche Grande	NO	
Pinche Chico	NO	
Chilla Buena Esperanza	NO	
Samana	NO	
Cuicuno Chico	NO	
Centro	SI	Parcialmente abastecido

Fuente: Junta Parroquial de Toacaso

Tabla 1.16: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia Toacaso.

Aparte de los barrios citados en la tabla, esta parroquia consta de 28 comunidades indígenas las cuales no poseen servicio telefónico alguno.[6]

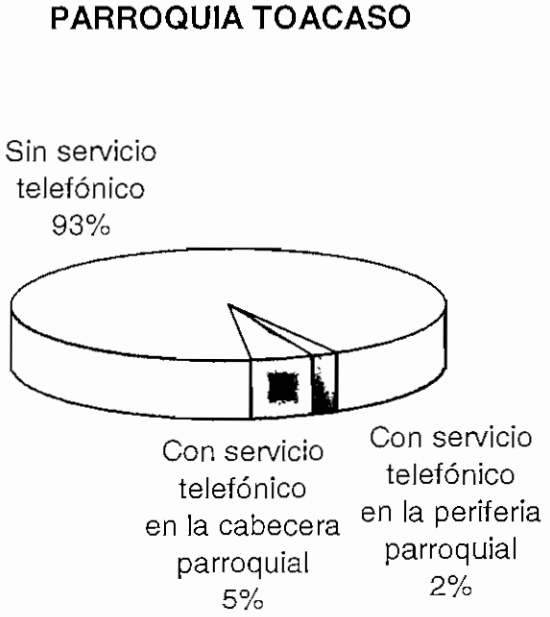


Figura 1.7 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia Toacaso. [2]

1.2.1.8 Parroquia Mulaló

En la parroquia Mulaló se encuentra ubicada una central telefónica tipo SIEMENS, la cual proporciona servicio telefónico a varios barrios de la parroquia. La central tipo SIEMENS de Tanicuchi brinda servicio telefónico al barrio de Mancheno en esta parroquia. [3]

En Mulaló existen 7,360 habitantes de los cuales 669 pertenecen a la cabecera parroquial y 6,691 se encuentran en el resto de la parroquia.

La parroquia está conformada por un total de 1,622 viviendas, de las cuales 169 se encuentran en la cabecera parroquial y 1,453 corresponden al resto de la parroquia.

270 viviendas poseen servicio telefónico en la parroquia, 113 se encuentran ubicadas en la cabecera parroquial y 157 en el resto de la parroquia. 1,352 viviendas no poseen servicio telefónico, 56 corresponden a la cabecera parroquial y 1,296 al resto de la parroquia. [2]

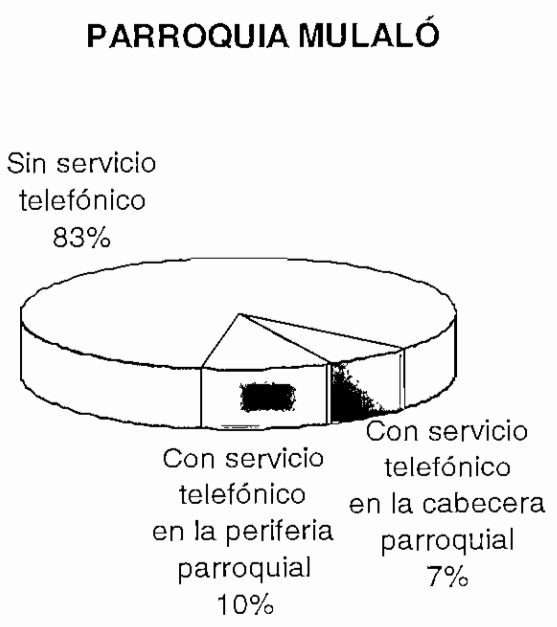


Figura 1.8 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia Mulaló. [2]

BARRIO	SERVICIO TELEFÓNICO	OBSERVACIONES
Choropinto	NO	
El Caspi	NO	
San Agustín de Casho	NO	
Mancheno	SI	Parcialmente abastecido
San Antonio Limache	NO	
Rumipamba de San Isidro	SI	Parcialmente abastecido
Rumipamba de Villacís	SI	Parcialmente abastecido
Rumipamba de Espinosas	SI	Parcialmente abastecido
San Francisco de Espinosas	NO	
El Rosal	SI	Parcialmente abastecido
Quisinche Alto	SI	Parcialmente abastecido
José Guango Alto	SI	Parcialmente abastecido
La Libertad	NO	
Langualó Grande	NO	
Ashingoa	NO	
Chinchil de Villamarín	NO	
Chinchil de Robayos	NO	
San Atilin	NO	
Macaló Chico	NO	
Macaló Grande	NO	
Ticatilin	NO	
San Ramón	NO	
Tronpucho	NO	
El Centro	SI	Parcialmente abastecido

Fuente: Junta Parroquial de Mulaló

Tabla 1.17: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia Mulaló

1.2.1.9 Parroquia Once de Noviembre

La Parroquia Once de Noviembre no posee central telefónica por lo cual el servicio telefónico en esta parroquia es proporcionada por la central tipo SIEMENS de La Victoria (Cantón Pujilí) y la central tipo SIEMENS de Saquisilí.[3]

Esta parroquia se encuentra conformada por un total de 1,801 habitantes, de los cuales 125 se encuentran en la cabecera parroquial y 1,676 corresponden al resto de la parroquia.

En la parroquia existen un total de 497 viviendas, de las cuales 35 pertenecen a la cabecera parroquial y 462 se encuentran ubicadas en el resto de la parroquia.

35 viviendas poseen servicio telefónico en esta parroquia, 13 corresponden a la cabecera parroquial y 22 al resto de la parroquia. 462 viviendas carecen de servicio telefónico, de las cuales 22 se encuentran en la cabecera parroquial y 440 al resto de la parroquia. [2]

BARRIO	SERVICIO TELEFÓNICO	OBSERVACIONES
Centro	SI	Parcialmente Abastecido
La Libertad	NO	
Las Parcelas	NO	
San Gerardo	NO	
San Alfonso	NO	
Plaza Arenas	SI	Parcialmente Abastecido
Cristo Rey	SI	Parcialmente Abastecido
San Pedro	SI	Parcialmente Abastecido

Fuente: Junta Parroquial de Once de Noviembre

Tabla 1.18: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia Once de Noviembre.

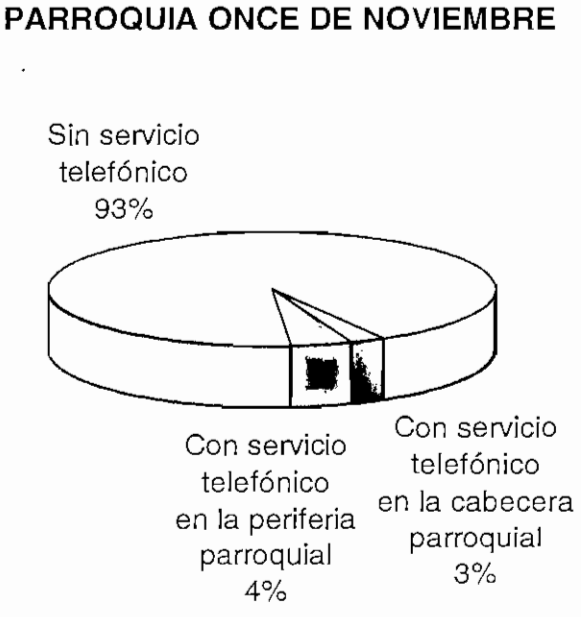


Figura 1.9 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia Once de Noviembre. [2]

1.2.1.10 Parroquia Belisario Quevedo

La parroquia Belisario Quevedo no posee central telefónica. El servicio telefónico que recibe esta parroquia proviene de la central telefónica de Latacunga LAT 1 tipo ERICSSON y de la central telefónica tipo SIEMENS de Salcedo. [3]

La parroquia está conformada por 5,581 habitantes, de los cuales 328 corresponden a la cabecera parroquial, y 5,253 al resto de la parroquia.

Un total de 1,267 viviendas conforman la parroquia, 85 se encuentran ubicadas en la cabecera parroquial y 1,182 corresponden al resto de la parroquia.

92 viviendas poseen servicio telefónico en la parroquia, de las cuales 6 tienen servicio telefónico en la cabecera parroquial y 86 en el resto de la parroquia. Un total de 1,175 viviendas carecen de servicio telefónico en la parroquia, de los cuales 79 se encuentran en la cabecera parroquial y 1,096 corresponden al resto de la parroquia.[2]

BARRIO	SERVICIO TELEFÓNICO	OBSERVACIONES
Illuchi	SI	Parcialmente abastecido
La Cangagua	NO	
Forastero	NO	
San Miguel Pamba	NO	
Santa Rosa	SI	Parcialmente abastecido
San Antonio	NO	
La Merced	NO	
Chaupi	NO	
Potrerillos	NO	
Miravalle	NO	
Chavespamba	NO	
San Luis	NO	
Pulaguango	NO	
Manzanapamba	NO	
Tunducama	NO	
Galpón Loma	NO	
Pishipamba	NO	
San Francisco	NO	

BARRIO	SERVICIO TELEFÓNICO	OBSERVACIONES
El Centro	SI	Parcialmente abastecido

Fuente: Junta Parroquial de Belisario Quevedo

Tabla 1.19: Situación Telefónica de los Barrios que Conforman la Parroquia Belisario Quevedo.

Figura 1.10 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de la Parroquia Belisario Quevedo. [2]

1.2.2 PARROQUIAS URBANAS

El total de población de las cinco parroquias urbanas del cantón Latacunga es de 80,964 habitantes, de los cuales 29,265 están ubicados en la periferia de las parroquias urbanas.

En las parroquias urbanas existe un total de 19,471 viviendas, de estas 6,528 se encuentran localizadas en la periferia.

El servicio telefónico es proporcionado por las centrales telefónicas LAT1 y LAT2 que se encuentran localizadas en el centro de la ciudad de Latacunga. Según datos del VI censo de Población y Vivienda, 8159 viviendas disponen del servicio telefónico de los cuales 608 corresponden a la periferia. 11,312 viviendas no disponen del servicio, 5290 de estas corresponden a la periferia.[2]

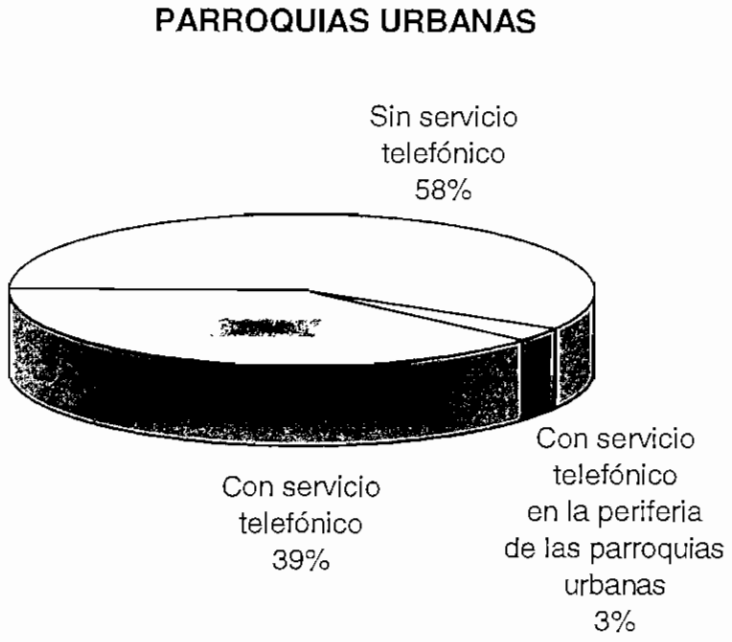


Figura 1.11 Porcentajes de Servicio Telefónico en las Viviendas de las Parroquias Urbanas. [2]

De todas las parroquias urbanas, la parroquia San Buenaventura es la que posee gran demanda insatisfecha. ANDINATEL S.A. ha tendido su red primaria vía aérea proporcionando únicamente 100 pares telefónicos a esta zona. Actualmente no se ha establecido un plan de desarrollo para esta parroquia, por lo que ésta se considerará en el diseño de la red.[7]

En las otras cuatro parroquias urbanas se encuentra un gran número de demanda satisfecha en comparación al resto de parroquias que conforman el cantón, por lo cual no se considerará en el diseño de la red (ver anexo A, mapa 1.2).

1.3 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN

1.3.1 CENTRALES TELEFÓNICAS DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI [3]

La Provincia de Cotopaxi posee 17 centrales telefónicas digitales. A continuación se detallan los tipos de centrales existentes en la Provincia de Cotopaxi.

PROVINCIA	LOCALIDAD	CENTRAL	SERIE	N° ABONADOS
COTOPAXI	LATACUNGA	LAT 1	2800000-2809999	
			2660000-2661027	11028
COTOPAXI	LATACUNGA	LAT 2	2810000-2815028	15029
COTOPAXI	LASSO	LASSO	2718000-2718741	
			2719000-2719999	1742
COTOPAXI	LA MANA	LA MANA	2687000-2689640	2641
COTOPAXI	TANICUCHI	TANICUCHI	2701000-2701383	384
COTOPAXI	EL CORAZON	EL CORAZON	2684000-2684559	560
COTOPAXI	PUJILÍ	PUJILÍ	2723000-2724775	1776
COTOPAXI	SALCEDO	SALCEDO	2726000-2730223	4224
COTOPAXI	SAQUISILÍ	SAQUISILÍ	2721000-2722439	1440
COTOPAXI	SIGCHOS	SIGCHOS	2714000-2714335	336
COTOPAXI	TOACASO	TOACASO	2716000-2716335	336
COTOPAXI	MULALO	MULALO	2710000-2710449	450
COTOPAXI	LA VICTORIA	LA VICTORIA	2682000-2682207	208
COTOPAXI	GUAYTACAMA	GUAYTACAMA	2690000-2690207	208
COTOPAXI	MORASPUNGO	MORASPUNGO	2680000-2680399	340
COTOPAXI	MULLIQUINDIL	MULLIQUINDIL	2705000-2705399	340
COTOPAXI	PASTOCALLE	PASTOCALLE	2721000-2712399	340

Fuente: Departamento de Conmutación de ANDINATEL S.A. sucursal Cotopaxi

Tabla 1.20: Centrales Telefónicas de la Provincia de Cotopaxi

CENTRAL	TIPO	VERSIÓN	DIRECCIÓN
LAT 1	ERICSSON	APZ 212	
LAT 2	NEC	61 E	Belisario Quevedo y Gral. Maldonado
LASSO	TADIRAN	V6	Frente al Estadio de Lasso S/N
LA MANA	TADIRAN	V5	Pichincha 106 y Calabí
TANICUCHI	SIEMENS	SH400	Alberto Enríquez Gallo
EL CORAZON	SIEMENS	URA	Abdón Calderón S/N
PUJILÍ	SIEMENS	URA	Simón Bolívar y Alquilino Cajas
SALCEDO	SIEMENS	URA	Ana Paredes y 24 de Mayo
SAQUISILÍ	SIEMENS	URA	Imbabura y 24 de Mayo
SIGCHOS	SIEMENS	SH400	Iliniza y Plaza 22 de Septiembre
TOACASO	SIEMENS	SH400	Pichincha y Manabí
MULALO	SIEMENS	URA	27 de Febrero y Bolívar
LA VICTORIA	SIEMENS	SH700	Barrio La Victoria sector Pujilí
GUAYTACAMA	SIEMENS	SH700	Calle Principal entrada a Guaytacama

CENTRAL	TIPO	VERSIÓN	DIRECCIÓN
MORASPUNGO	SIEMENS	SH400	1ro. De Julio y Wenceslao Beltrán
MULLIQUINDIL	SAMSUNG	SDX-RB	Calle Principal frente al Parque
PASTOCALLE	SAMSUNG	SDX-RB	Calle 24 de Mayo y Simón Bolívar

Fuente: Departamento de Conmutación de ANDINATEL S.A. sucursal Cotopaxi

Tabla 1.21 Equipos de Conmutación de las Centrales Telefónicas de la Provincia de Cotopaxi

CENTRAL	GENERADOR	CAPACIDAD	RECTIFICADOR	CAPACIDAD	CANTIDAD
LAT 1	Caterpillar	75 KVA	Emerson 48V/1600W		3
LAT 2	Deutz	74 KVA	NEC 50V/100A		3
LASSO	Lister Peeter	13.5 KVA	ELTEK 48V/30A		2
LA MANA	John Deere	30 KVA	ELTEK 48V/30A		2
TANICUCHI	Lister Peeter	9 KVA	Siemens GR60 48V/30A	1,9 KVA	2
EL CORAZON	Lister Peeter	13.5 KVA	Siemens GR60 48V/30A	1,9 KVA	2
PUJILÍ	John Deere	30 KVA	Siemens GR60 48V/30A	1,9 KVA	2
SALCEDO	Tradewins	50 KVA	Siemens GR60 48V/30A	1,9 KVA	2
SAQUISILÍ	John Deere	30 KVA	Siemens GR60 48V/30A	1,9 KVA	2
SIGCHOS	Lister Peeter	9 KVA	Siemens GR60 48V/30A	1,9 KVA	2
TOACASO	Lister Peeter	9 KVA	Siemens GR60 48V/30A	1,9 KVA	2
MULALO	Lister Peeter	8.1 KVA	Siemens GR60 48V/30A	1,9 KVA	2
LA VICTORIA	Lister Peeter	9 KVA	Siemens GR60 48V/30A	1,9 KVA	2
GUAYTACAMA	Lister Peeter	9 KVA	Siemens GR60 48V/30A	1,9 KVA	2
MORASPUNGO	Lister Peeter	9 KVA	Siemens GR60 48V/30A	1,9 KVA	2
MULLIQUINDIL	No Existe		HSP-48R 48V/25A		2
PASTOCALLE	No Existe		HSP-48R 48V/25A		2

Fuente: Departamento de Conmutación de ANDINATEL S.A. sucursal Cotopaxi

Tabla 1.22: Grupos Electrógenos para las Centrales Telefónicas de la Provincia de Cotopaxi.

CENTRAL	BANCO DE BATERÍAS	CAPACIDAD	AIRE ACONDICIONADO
LAT 1	4X24 CELDAS	175 Ah	SI
LAT 2	2X24 CELDAS	1000 Ah	SI
LASSO	2X16 CELDAS	160 Ah	NO
LA MANA	2X16 CELDAS	200 Ah	SI
TANICUCHI	1X24 CELDAS	100 Ah	NO
EL CORAZON	2X24 CELDAS	200 Ah	NO
PUJILÍ	2X24 CELDAS	200 Ah	NO
SALCEDO	2X24 CELDAS	200 Ah	SI
SAQUISILÍ	2X24 CELDAS	200 Ah	NO
SIGCHOS	1X6 CELDAS	100 Ah	NO
TOACASO	1X6 CELDAS	100 Ah	NO
MULALO	2X24 CELDAS	200 Ah	NO
LA VICTORIA	1X6 CELDAS	100 Ah	NO
GUAYTACAMA	1X6 CELDAS	100 Ah	NO
MORASPUNGO	1X6 CELDAS	100 Ah	SI
MULLIQUINDIL	1X24 CELDAS	600 Ah	SI
PASTOCALLE	1X24 CELDAS	600 Ah	SI

Fuente: Departamento de Conmutación de ANDINATEL S.A. sucursal Cotopaxi

Tabla 1.23: Bancos de Baterías de las Centrales Telefónicas de la Provincia de Cotopaxi.

1.3.1.1 Centrales Telefónicas del Cantón Latacunga

El cantón Latacunga posee 8 centrales telefónicas que prestan servicio a las parroquias urbanas y rurales de acuerdo a su ubicación. La red cableada se extiende hasta un radio de 7 Km con respecto a cada central, verificando que se cumpla la especificación técnica de que desde la central al abonado se tenga una impedancia de 1200Ω.

1.3.1.1.1 Centrales de la Zona Urbana

En las edificaciones de ANDINATEL S.A. ubicada en la parroquia la Matriz, se encuentran instaladas dos centrales:

- ERICSSON versión APZ212 de fabricación Sueca y ;
- NEAX versión 61 E de fabricación Japonesa.

Dichas centrales están destinadas a prestar servicio telefónico a las parroquias urbanas del cantón.

1.3.1.1.2 Centrales de la Zona Rural

En la zona rural del cantón Latacunga se encuentran instaladas las siguientes centrales:

- TADIRAN versión V6 ubicada en la localidad LASSO perteneciente a la parroquia rural Tanicuchi.
- SIEMENS versión SH400 ubicada en la parroquia rural Tanicuchi.
- SIEMENS versión SH400 ubicada en la parroquia rural Toacaso.
- SIEMENS versión URA ubicada en la parroquia rural Mulaló.
- SIEMENS versión SH700 ubicada en la parroquia rural Guaytacama.
- SAMSUNG versión SDX-RB ubicada en la parroquia San Juan de Pastocalle. Actualmente esta central no presta servicio alguno a los moradores de dicha parroquia, únicamente se encuentra la edificación pero no se la habilita por falta de generador.

1.3.2 INTERCONEXIÓN DE LAS CENTRALES TELEFÓNICAS

No se podrán conectar simultáneamente a una central local todos los abonados, debieno colocar en una misma red más de una central, en el caso de un número de abonados importante y una gran zona geográfica. Las centrales deberán interconectarse.

Las troncales intercentrales son enlaces establecidos entre centrales, dimensionados en un número mucho menor que los abonados conectados a cada una de ellas, puesto que no todos los abonados entre las dos centrales desearán comunicarse simultáneamente. El número de troncales intercentrales se determinará con estudios de tráfico para no congestionar al sistema.

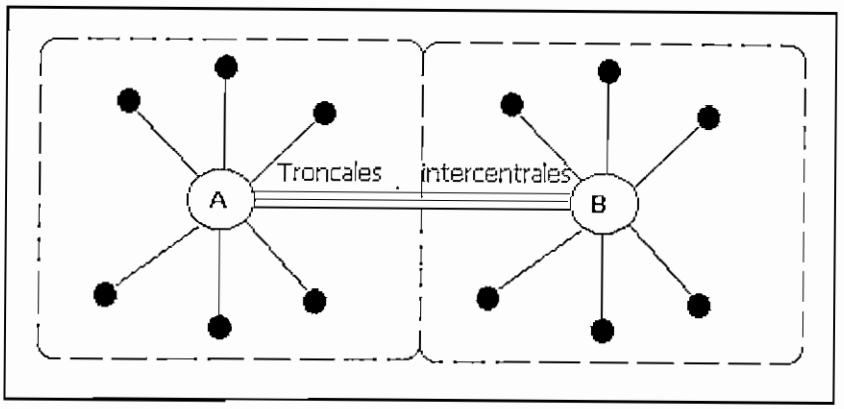


Figura 1.12 Troncales Intercentrales. [3]

En una red se pueden tener decenas de centrales, presentándose el problema de su interconexión. Cada central tiene una región determinada en el país y se las debe interconectar para tener un servicio universal. [8]

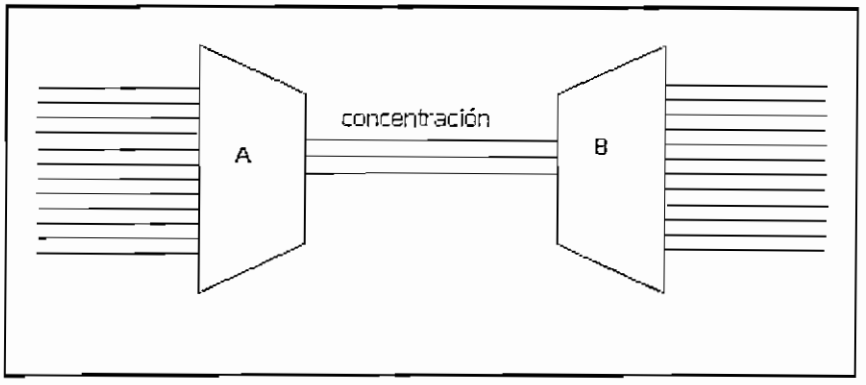


Figura 1.13 Enlaces Establecidos entre Centrales. [3]

Se tienen tres métodos de conexión en telefonía convencional:

1. *Conexión en Malla:* Es aquella en que cada central está conectada con cada una de las demás mediante troncales (o enlaces) como se ilustra en la Figura 1.14. Para *n* centrales, el número de grupos de troncales es:

$$\frac{n(n-1)}{2} \tag{1.1}$$

Sirve únicamente para una red pequeña.[8]

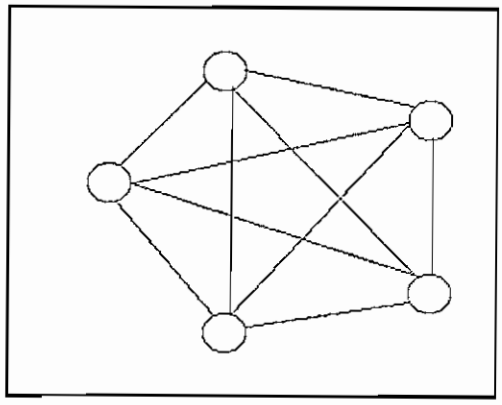


Figura 1.14 Configuración en Malla.[3]

2. *Configuración en estrella:* Se utiliza una central llamada *central tándem* de tal forma que todas las centrales de la red queden interconectadas a través de la misma. En la figura 1.15 se encuentra un ejemplo de esta conexión en estrella.[9]

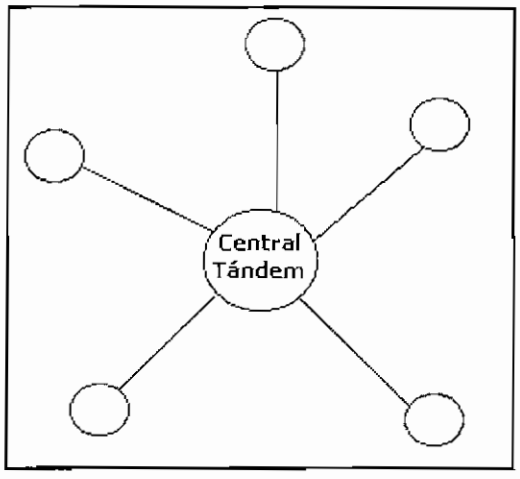


Figura 1.15 Configuración en Estrella. [3]

3. *Configuración en estrella doble o de más alta jerarquía:* Es aquella en la que varios grupos de redes en estrella se interconectan vía centrales tándem de más alto orden, como se ve en la Figura 1.16. [9]

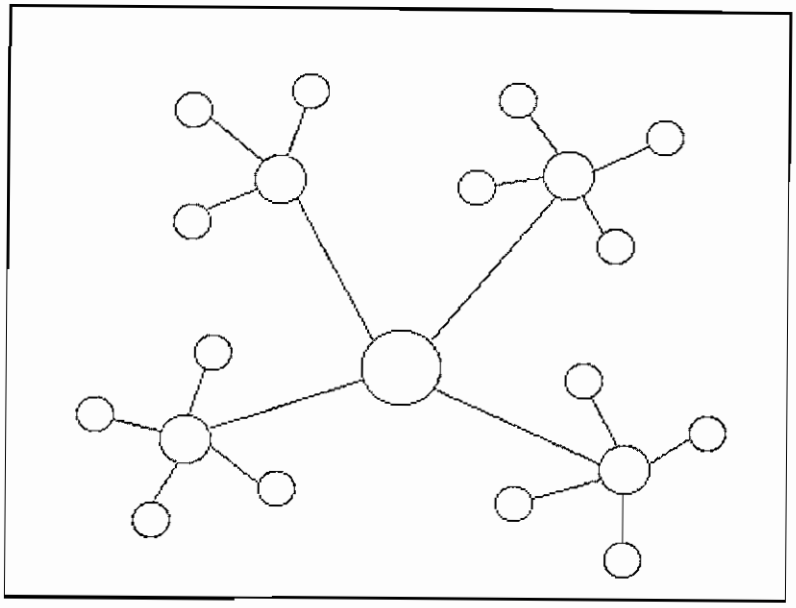


Figura 1.16 Configuración en Estrella Doble. [4]

Como regla general, se puede decir que las conexiones en malla se utilizan cuando existen niveles de tráfico comparativamente altos entre las centrales, como sucede en las redes metropolitanas. Por otro lado, se utilizará una red en estrella con niveles de tráfico relativamente bajos.

En la práctica, la mayoría de las redes son combinaciones entre malla y estrella. Por ejemplo, se pueden tener centrales suburbanas conectadas a la central cercana más importante del área metropolitana. De esta manera, dicha central atiende abonados del área y se puede conectar en forma de malla a otras centrales grandes en el área metropolitana. Otro ejemplo es la central de larga-distancia en la ciudad, que se constituye en una central tándem con relación a la red nacional de larga distancia, mientras que las centrales principales en la ciudad se pueden conectar a ella en forma de malla.

Esta manera de interconectar centrales da origen a las redes jerárquicas de telecomunicaciones, que se desarrollaron para poder ordenar o sistematizar la aplicación de conceptos anteriores. Se ha desarrollado una red sistemática que reduce las salidas (y entradas) de los grupos de troncales de un conmutador a

una cantidad razonable, lo que permite el manejo de altas intensidades de tráfico en ciertas rutas en donde sea necesario. [9]

1.3.2.1 Interconexión de las Centrales Telefónicas en Cotopaxi [3]

Las centrales telefónicas ERICSSON (LAT 1) y NEAX (LAT 2), se encuentran interconectadas entre sí mediante una conexión directa; dichas centrales también se encuentran interconectadas a la central de tránsito digital Ambato ALCATEL (TDA 1), vía radio y vía fibra óptica (Ver Figura 1.17).

La central LAT 1, está interconectada a la central TDA 1, mediante un enlace PDH de 7 E1s, de los cuales 3 E1s son vía radio y 4 E1s vía fibra óptica.

La central LAT 2, se encuentra interconectada a la central TDA 1, mediante un enlace PDH de 8 E1s, de los cuales 4 E1s son vía radio y 4 E1s vía fibra óptica.

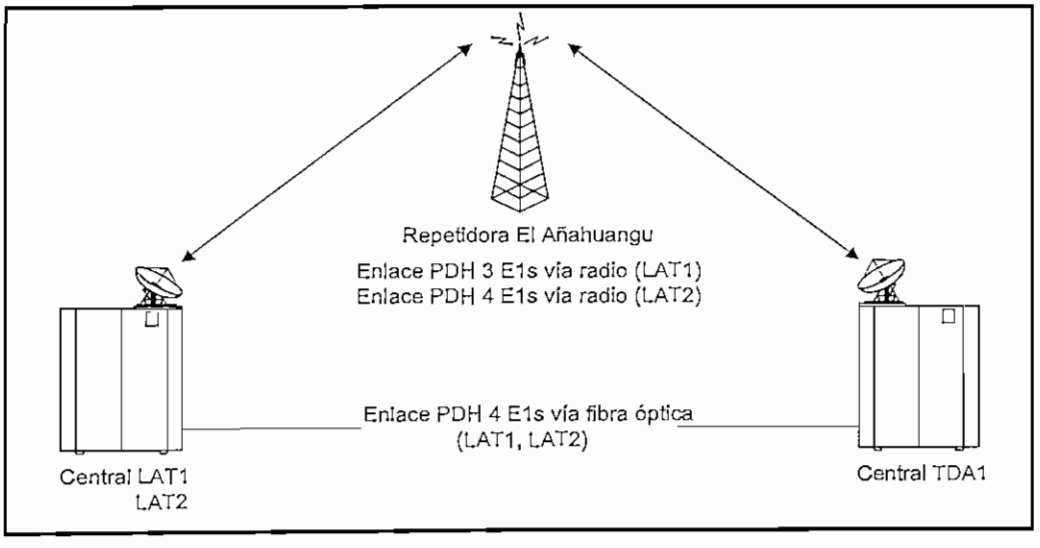


Figura 1.17 Conexión entre Centrales LAT1, LAT2 y TDA1. [5]

Las centrales SIEMENS de la zona rural ubicadas en las localidades: Tanicuchi, Toacaso, Mulaló y Guaytacama, se conectan mediante enlaces vía microonda a la repetidora de El Añahuangu y de allí a la central SIEMENS de Salcedo mediante un enlace STM1.

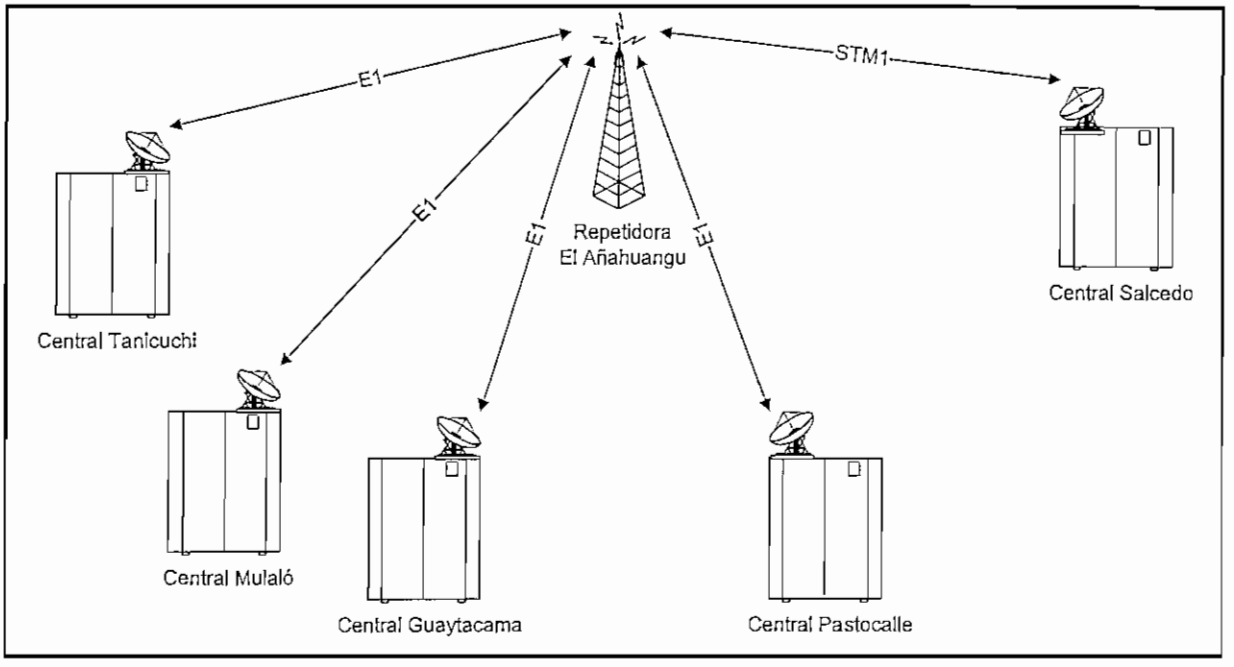


Figura 1.18 Conexión entre Centrales Tipo Siemens.[5]

La central SIEMENS de Salcedo está interconectada mediante 3 enlaces STM1 (Figura 1.19):

- Un enlace STM1 entre Salcedo y la repetidora de El Añahuangu
- Un enlace STM1 entre Salcedo y Ambato
- Un enlace STM1 entre Salcedo y La Mira

La central TADIRAN ubicada en Lasso se interconecta vía microonda a la repetidora del Añahuangu y de allí vía microonda a la central TDA1 (Figura 1.20).

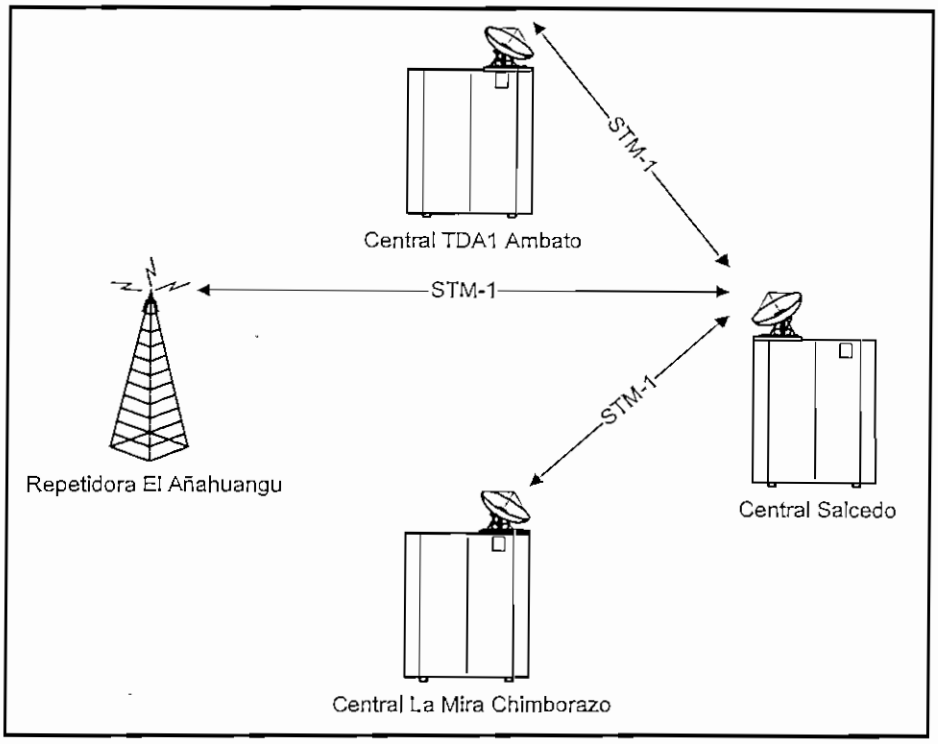


Figura 1.19 Enlaces STM-1 de la Central Siemens de Salcedo.[5]

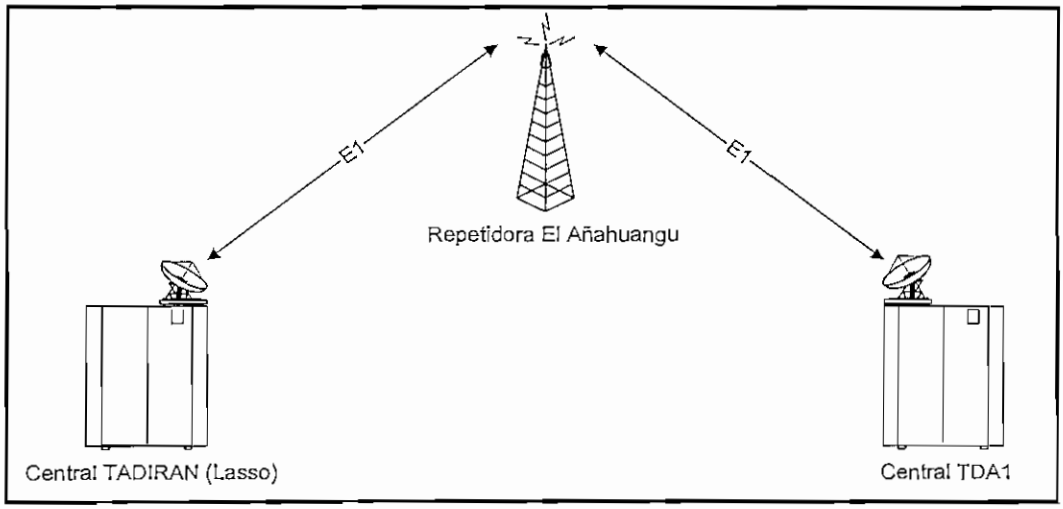


Figura 1.20 Interconexión de las Centrales Tadiran y TDA1. [5]

1.3.3 ESTABLECIMIENTO DE LLAMADAS [3]

1.3.3.1 Establecimiento de una Llamada Local

Cuando se realiza una llamada telefónica local entre dos abonados ubicados en la zona urbana de Latacunga, pueden presentarse las siguientes situaciones:

1. El abonado A y el Abonado B se encuentran conectados a la misma central LAT 1 o LAT 2, la conexión se realiza mediante conmutación temporal, cuando dichos abonados se encuentran conectados al mismo armario en la central; en cambio si los abonados pertenecen a diferentes armarios la conexión se realiza mediante conmutación espacial-temporal-espacial.

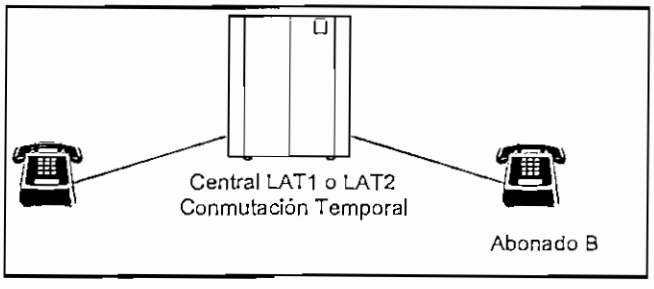


Figura 1.21 Establecimiento de una Llamada Local Perteneciente a la Misma Central (LAT 1 o LAT 2). [5]

2. El abonado A se encuentra en la central LAT 1 y el abonado B se encuentra en la central LAT 2, entonces la interconexión se realiza directamente entre las dos centrales, mediante conmutación espacial-temporal-espacial.

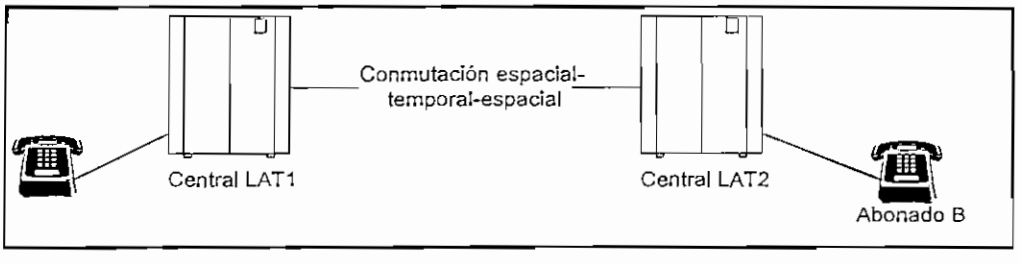


Figura 1.22 Interconexión de las Centrales LAT 1 y LAT 2 en el Establecimiento de una Llamada Local. [5]

1.3.3.2 Establecimiento de una Llamada Regional

Si un abonado en la zona urbana, cuyo número telefónico corresponde a la central LAT 1 o LAT 2, quiere comunicarse con un abonado que pertenece a una central ubicada en la zona rural de Latacunga, se presentan las siguientes situaciones:

a) La central ubicada en la zona rural es de tipo TADIRAN. La central LAT 1 o LAT2 se conecta vía Microonda a la central TDA 1, la cual se enlaza vía microonda a la repetidora de El Añahuangu, y finalmente dicha repetidora se enlaza a la correspondiente central TADIRAN vía microonda.

b) La central ubicada en la zona rural es de tipo SIEMENS. La central LAT 1 o LAT2 se conecta vía Microonda a la central TDA 1, la cual se enlaza vía microonda mediante un enlace STM-1 a la central SIEMENS de Salcedo. La central de Salcedo se enlaza por medio de un enlace STM-1 a la repetidora de El Añahuangu y la señal viaja desde la repetidora a la respectiva central SIEMENS.

Para una llamada desde la zona rural a la zona urbana se da el proceso contrario de acuerdo al tipo de central local. En el caso de una llamada intercantonal en la provincia de Cotopaxi, partiendo desde la zona urbana de Latacunga se produce lo antes mencionado de acuerdo al tipo de central del cantón o viceversa cuando la llamada parte de un cantón de la Provincia de Cotopaxi a Latacunga.

Para una llamada intercantonal de la Provincia de Cotopaxi, sin tomar en cuenta las centrales LAT 1 y LAT 2:

a) Si la central a la que pertenecen el abonado A y B son de tipo SIEMENS. La central correspondiente al abonado A se conecta a la repetidora de El Añahuangu y viaja la señal vía microonda hasta la central de tránsito de

Salcedo, donde la señal es enrutada a la correspondiente central SIEMENS del abonado B, viajando dicha señal desde la central de Salcedo hasta la repetidora de El Añahuangu y de ahí a la respectiva central SIEMENS.

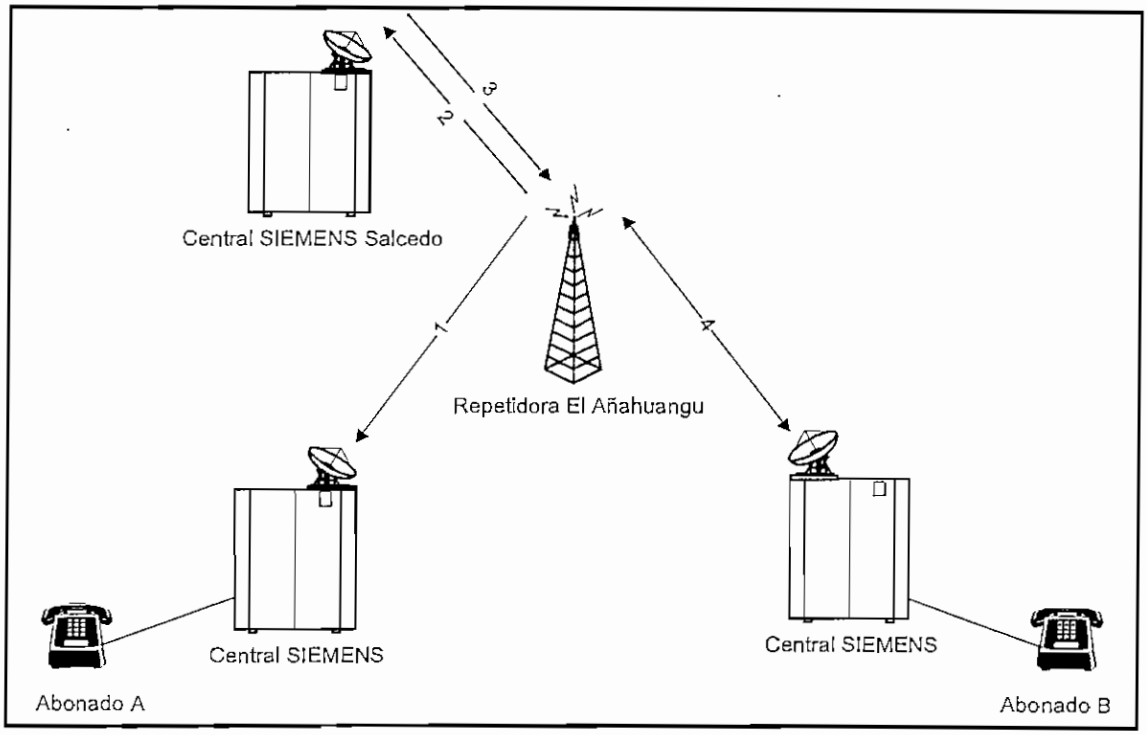


Figura 1.23 Establecimiento de una Llamada Intercantonal entre Centrales Siemens. [5]

b) Si el abonado A corresponde a una central de tipo TADIRAN y el abonado B a una SIEMENS, la central TADIRAN se enlaza a la repetidora de El Añahuangu, y desde dicha repetidora la señal viaja hasta la central TDA 1, la cual se enlaza a la central de tránsito SIEMENS de Salcedo, dicha central se enlaza mediante un STM 1 a la repetidora de El Añahuangu, enlazándose finalmente a la respectiva central SIEMENS del abonado B. Si la llamada se produce desde la central SIEMENS a la central TADIRAN se produce lo contrario.

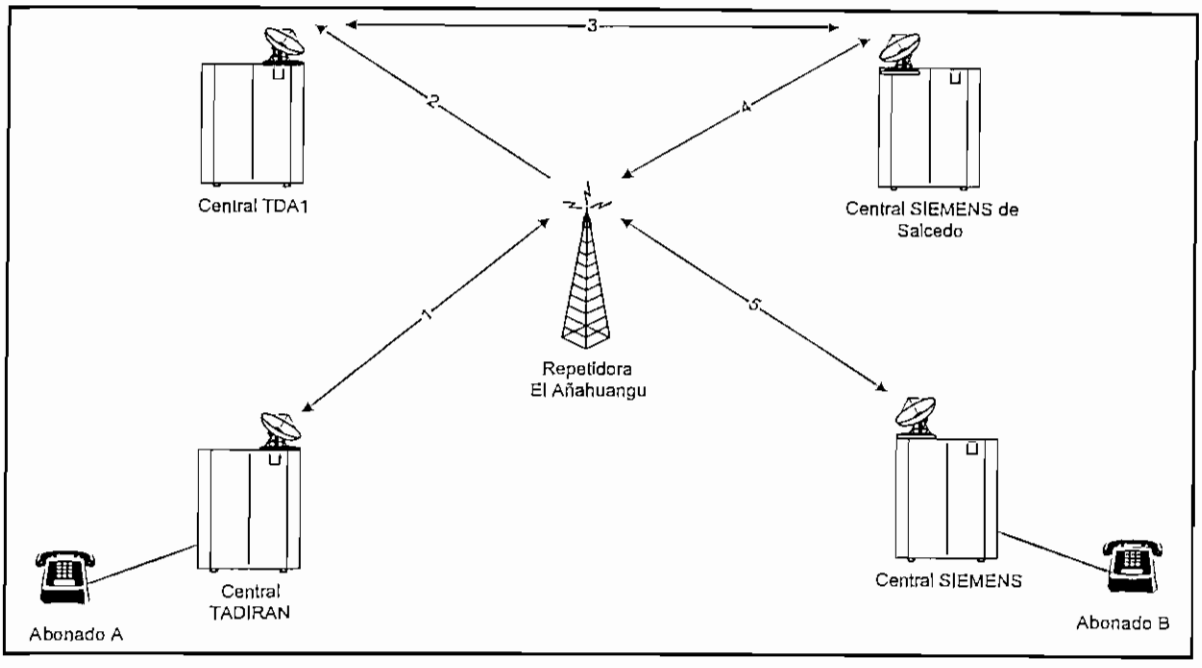


Figura 1.24 Establecimiento de una Llamada Regional entre las Centrales Tadiran y Siemens. [5]

Si un abonado de la zona urbana, perteneciente a la central LAT 1 o LAT 2 o un abonado de la zona rural que pertenece a la central TADIRAN desea realizar una llamada a la ciudad de Quito o hacía alguna ciudad correspondiente a otra provincia situada al norte de la Provincia de Cotopaxi, la central LAT 1, LAT 2 o TADIRAN se enlaza a la central TDA 1 y dicha central se conecta a la central tránsito digital de Quito (TDQ 2 ERICSSON), mediante fibra óptica o por vía microonda pasando por la repetidora de El Añahuangu. En la central TDQ 2 se verifica si el número corresponde a la ciudad de Quito, conectándose a la respectiva central de tránsito digital en Quito o se conmuta a la central de la provincia a la cual pertenece el abonado final.

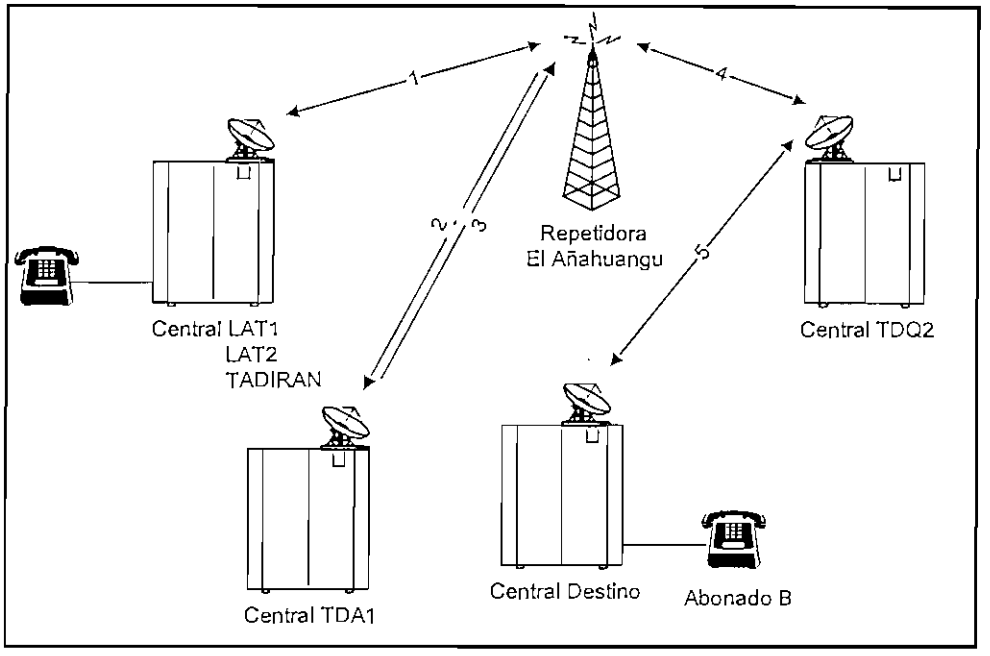


Figura 1.25 Establecimiento de una Llamada Regional entre Centrales LAT 1, LAT 2 o Tadiran y una Central Ubicada al Norte de la Provincia de Cotopaxi. [5]

Para el caso de un abonado del cantón de Latacunga cuya central es de tipo SIEMENS, se produce un enlace a la central de tránsito de Salcedo y de ahí la señal se enlaza a la central TDA1, produciéndose a continuación lo mencionado en el párrafo anterior.

Si un abonado A perteneciente a la provincia de Cotopaxi desea comunicarse con un abonado ubicado al Sur de la provincia de Cotopaxi:

a) Si el abonado A pertenece a la central LAT 1, LAT 2 o TADIRAN, la central se enlaza vía microonda a la repetidora de El Añahuangu. La repetidora se enlaza vía microonda a la central TDA 1 en Ambato, dicha central TDA 1 verifica el número telefónico del abonado final para enlazar a la respectiva central en la que se encuentra el abonado B.

b) Si el abonado A pertenece a una central tipo SIEMENS, dicha central se enlaza con la repetidora de El Añahuangu. La repetidora se enlaza vía microonda a la central SIEMENS de Salcedo y esta a la central TDA 1 en

Ambato, donde se verifica el número telefónico para enlazarse con la central de destino a la que pertenece el abonado B.

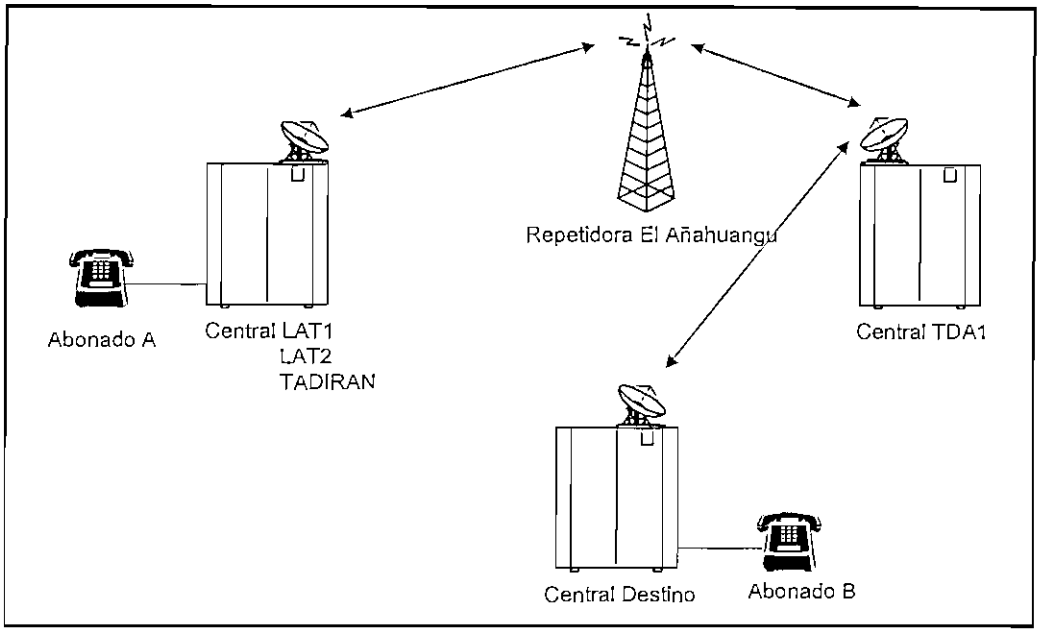


Figura 1.26 Establecimiento de una Llamada Regional entre Centrales LAT 1, LAT 2 o Tadiran y una Central Ubicada al Sur de la Provincia de Cotopaxi. [5]

1.3.3.3 Establecimiento de una Llamada Nacional, Internacional o Celular

Si un abonado A perteneciente a la Provincia de Cotopaxi desea realizar una llamada nacional, internacional o celular, desde su terminal telefónico, la central a la cual pertenece dicho abonado A se enlaza con la central TDA 1 en el caso de LAT 1, LAT 2, TADIRAN y SAMSUNG, o a la central SIEMENS de Salcedo pasando la señal por la repetidora de El Añahuangu y luego a la central TDA 1 en el caso de que la central ubicada en la provincia de Cotopaxi sea de tipo SIEMENS.

La central TDA 1 se enlaza a la central TDQ 2 en Quito, donde se verifica la numeración correspondiente a los primeros dígitos (por ejm: 00, 04, 07, 09). Una vez verificada la numeración se enlaza a la central de tránsito digital internacional TDI, dicha central se enlaza mediante fibra óptica o un enlace satelital a la central de tránsito internacional de correspondiente país al cual pertenece el abonado final, en el caso de una llamada internacional.

Si se trata de una llamada nacional, la central TDI se interconecta con la central de Pacifictel o Etapa mediante un enlace de fibra óptica o vía microonda.

En el caso de una llamada a un telefóno celular, la central TDI se conecta a la central UTS 2, la cual se enlaza al correspondiente teléfono celular.

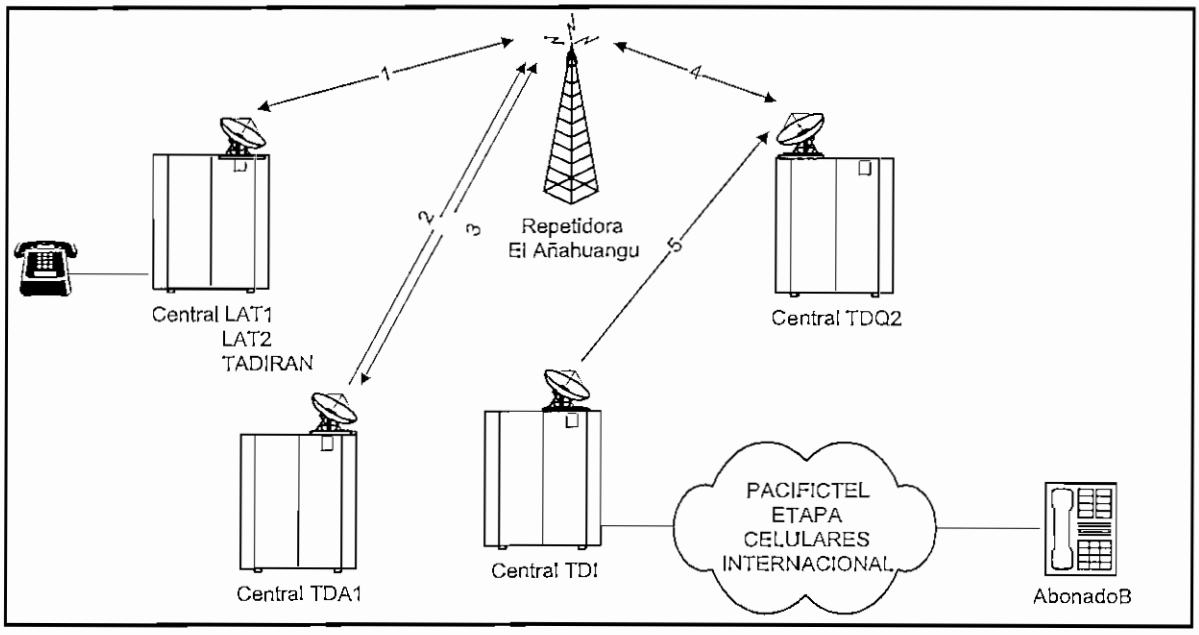


Figura 1.27 Establecimiento de una Llamada Internacional.[5]

1.4 SISTEMA DE MULTIACCESO DIGITAL SMD 30/1.5 VERSIÓN: UCI+URB+UABS [10]

El SMD 30/1.5 utiliza la banda de frecuencia de 1.5 GHz. Es un sistema de comunicación digital por radio, de tipo punto a multipunto, que emplea la técnica de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA PCM).

Su ámbito de aplicación es el suministro de servicio de telefonía y/o datos, desde una central telefónica, hacia pequeñas concentraciones de abonados distantes, distribuidos sobre grandes áreas rurales o suburbanas.

El Sistema tiene una capacidad de 30 canales telefónicos simultáneos de 64 kbps, utilizando otros dos intervalos de canal de 64 kbps para la señalización, la supervisión y el control (configuración E1).

Puede dar servicio, en su dimensionamiento típico, a 256 abonados, por lo que es un sistema de concentración. No obstante, su conveniencia técnica y económica parte desde un número muy inferior de abonados.

El Sistema SMD 30/1.5 se encuentra conformado por:

Unidad concentradora e Interfaz (UCI): Existe una sola por sistema. En esta unidad se efectúa el control del sistema, asignación de canales de radio del sistema, supervisión y mantenimiento, conversión de señalización, multiplexación y demultiplexación, así como la interfaz con la central de conmutación.

Unidad Radio Base (URB-1.5): Su función consiste en proporcionar enlace radioeléctrico con las Unidades de Abonado (UABs) y las Unidades Repetidoras (UARs) del sistema. También posee la capacidad de permitir la operación y mantenimiento completo del sistema desde un terminal conectado mediante un módem a ella.

Unidad de abonados (UAB-1.5): La Unidad de Abonado UAB, es un equipo terminal que se encarga de la concentración de sus abonados (hasta 64) a los 30 canales radio que son compartidos por el sistema.

Mediante diálogo con la UCI y bajo su supervisión, se realizan las funciones locales de establecimiento y supervisión de las comunicaciones.

Unidad repetidora (URA-1.5): Efectúa una función repetidora regenerativa, aumentando la cobertura radioeléctrica del sistema. Puede tener un máximo de 64 abonados propios. Realiza una traslación de frecuencias radioeléctricas. Se comporta como una UAB en su comunicación con la URB (transmisión TDMA y recepción TDM), y como si fuera una URB en la comunicación con otras unidades

de abonados o repetidoras de su radio de cobertura (transmisión TDM y recepción TDMA).

Una instalación del sistema SMD se compone de un cierto número de UABs y URAs conectadas vía radio con la UCI, compartiendo los 30 canales de radio disponibles del sistema.

El sistema SMD está dotado de amplias posibilidades de servicio, que le hace especialmente adecuado para aplicaciones de telefonía rural. Entre ellas se pueden destacar:

- *Servicio telefónico*
  - Posibilidad de conectar aparatos de abonado con marcación decádica o multifrecuencia.
  - Permite la instalación de teléfonos monederos.
  - En caso de congestión del sistema se pone una llamada entrante en cola de espera hasta la liberación de un canal o bien el cese de la petición de llamada.
  - El sistema incluye el servicio de llamada maliciosa.
  - Opcionalmente se puede limitar la duración máxima de la llamada.
  - El sistema admite abonados privilegiados con canal asignado permanentemente.
  - Posibilidad de llamada local. Permite interconectar localmente una llamada entre dos abonados pertenecientes a una misma UAB o URA, sin ocupar canales salvo en la fase de establecimiento de la llamada. Cada UAB o URA permite simultáneamente hasta 12 llamadas locales.

Servicio de transmisión de datos

- El sistema SMD admite como opción la prestación de transmisión de datos a 64 kbps de acuerdo con la norma G. 703.
- Permite el establecimiento de enlaces de datos permanentes hasta un máximo de 30.

- Es compatible con el servicio telefónico de modo que puede coexistir con el en cualquier instalación.

- *Servicio télex*
  - Este servicio es una opción en el sistema SMD.
  - Permite la transmisión de datos télex a una velocidad de 50 baudios, por lo que es posible la conexión de módems.

En sentido punto a multipunto, el enlace es de tipo continuo, utilizándose lógicamente una frecuencia única por cada URB o URA.

La conexión en sentido UAB hacia URB (Multipunto a punto) se realiza mediante la técnica de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA), que cuenta con la ventaja de utilizar una sola frecuencia para todas las UABs dependientes de una URA o URB. Dado el hecho de que dos unidades de abonado no pueden transmitir simultáneamente por usar la misma frecuencia, ésta se comparte en el tiempo, para todas las unidades terminales.

1.4.1 SISTEMA DE MULTIACCESO DIGITAL SMD – 30/1.5 EN COTOPAXI [3]

En ANDINATEL S.A. sucursal Cotopaxi existen tres sistemas de acceso digital SMD 30/1.5 denominadas AMBATO 1, AMBATO 2 y AMBATO 3, respectivamente. Los números telefónicos asignados a estos sistemas pertenecen a la central de Ambato.

Las unidades concentradoras e interfaz UCIs AMBATO 1, AMBATO 2 y AMBATO 3, se encuentran ubicadas en ANDINATEL S.A. sucursal Cotopaxi, y cada una de estas maneja varias unidades de abonados UAB.

EL sistema AMBATO 1 posee 9 unidades de abonados UABs y ninguna estación repetidora URA o URB.

Al sistema AMBATO 2 se conectan 12 unidades de abonados UABs y 22 estaciones repetidoras.

AMBATO 3 tiene 5 unidades de abonado UABs y ninguna estación repetidora.
A continuación se detalla cada uno de los sistemas:

UAB	NOMBRE	REPETIDORA	RETARDO (μs)
1	Mulalillo	0	578
2	Brigada Patria	0	771
3	Salache	0	729
4	J. Holguin	0	593
5	Aláquez	0	822
6	11 de noviembre	0	691
7	Añahuangubajo	0	783
8	Patain	0	633
9	Cusubamba	0	520

Fuente: Departamento de Conmutación de ANDINATEL S.A. sucursal Cotopaxi

Tabla 1.24: Sistema de Multiacceso Digital SMD 30/1.5 Ambato 1.

Con un total de 240 abonados.

UAB	NOMBRE	REPETIDORA	RETARDO (μs)	NÚMERO DE ABONADOS
1	R. Achayandi	0	1492	8
2	Canjalo	0	1801	16
3	Insilivi	0	1833	24
4	Guantualo	0	1793	16
5	Chughilan	0	1721	24
6	La Pampas	0	1324	24
7	Zumbahua	1	943	24
8	Saraucsha	1	976	5
9	R. Pucara	1	776	12
10	El Tingo	9	236	48
11	Macuchi	9	268	32
12	Pilalo	1	872	32

Fuente: Departamento de Conmutación de ANDINATEL S.A. sucursal Cotopaxi

Tabla 1.25: Sistema de Multiacceso Digital SMD 30/1.5 Ambato 2.

UAB	NOMBRE	REPETIDORA	RETARDO (μs)	NÚMERO DE ABONADOS
1	Moraspungo	0	456	16
2	Pinllopata	0	806	48
3	Facundo Vela	0	678	40
4	Simiatug	0	614	40
5	Angamarca	0	929	44

Fuente: Departamento de Conmutación de ANDINATEL S.A. sucursal Cotopaxi

Tabla 1.26: Sistema de Multiacceso Digital SMD 30/1.5 Ambato 3

REFERENCIA

[1] Plan Participativo de Desarrollo de Cotopaxi. Honorable Consejo Provincial de Cotopaxi, 2001, págs: 24-34, 102-106,112-130.

[2] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, VI Censo de Población y Vivienda, 2001.

[3] Departamento de Conmutación de ANDINATEL S.A. sucursal Cotopaxi, 2004.

[4] Junta Parroquial de Poaló, 2004.

[5] Junta Parroquial de Aláquez, 2004.

[6] Junta Parroquial de Toacaso, 2004.

[7] Departamento de Planificación y Fiscalización de ANDINATEL S.A. sucursal Cotopaxi, 2004.

[8] Hidalgo Pablo, "Telefonía 1" Escuela Politécnica Nacional, 1986, págs: 20-30.

[9] Roger L. Freeman "Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones "Editorial Limusa. México 1991, pág: 59.

[10]Manual del Sistema de Multiacceso digital SMD– 30/1.5. Vol 1/1, CD 953.920494t, Edición 02. Abril 1995.

REFERENCIA DE GRÁFICOS

[1] Plan Participativo de Desarrollo de Cotopaxi. Honorable Consejo Provincial de Cotopaxi, 2001, pág: 30.

[2] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, VI Censo de Población y Vivienda, 2001.

[3] Hidalgo Pablo, "Telefonía 1" Escuela Politécnica Nacional, 1986, págs. 20-30

[4] Roger L. Freeman "Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones "Editorial Limusa. México 1991, pág: 59.

[5] Departamento de Conmutación de ANDINATEL S.A. sucursal Cotopaxi, 2004.

TELEFONÍA FIJA INALÁMBRICA

2.1 GENERALIDADES [1]

En las redes telefónicas, el circuito entre el equipo del abonado (teléfono) y la oficina central de conmutación local se llama "bucle del abonado" o "bucle local". Tradicionalmente, el alambre de cobre se ha usado como medio para el bucle local que transporta voz y servicios de datos en la banda de voz.[1] Desde 1980, la demanda de los servicios de comunicaciones ha aumentado explosivamente. En países en vías de desarrollo se ha incrementado la necesidad por el servicio telefónico básico, es decir, el servicio telefónico tradicional (POTS, *Plain Old Telephone Service*); por otro lado, en países industrializados, la demanda por servicios de alta velocidad de datos y multimedia en casa y/o en la oficina ha aumentado continuamente. Estas exigencias han sido una motivación para la innovación del bucle local.

De acuerdo al drástico crecimiento de Internet, acceder desde la casa (u oficina) ha llegado a ser un estilo de vida usual. Es más, disfrutar de los servicios de multimedia en el hogar no será extraño en un futuro cercano. Estos servicios requieren sistemas de bucle local de banda ancha.

Un desarrollo importante es el bucle local inalámbrico (*Wireless Local Loop*), que adopta la transmisión radioeléctrica de comunicación. WLL se llama a menudo bucle local de radio (RLL, *Radio Local Loop*) o acceso fijo inalámbrico (FWA, *Fixed Wireless Access*). Los servicios WLL son también llamados "servicios celulares fijos".

WLL es un tipo de sistema radioeléctrico. La mayoría de sistemas WLL se desarrollan según las normas (o sus variantes) para los sistemas móviles. En términos de técnicas de acceso múltiple, estos han adoptado el acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA, *Frequency Division Multiple Access*), acceso múltiple por división de tiempo (TDMA, *Time Division Multiple Access*), acceso

[1] Banda de voz 300 a 3400 Hz.

múltiple por división de código (CDMA, *Code Division Multiple Access*), o sus híbridos.

Los sistemas WLL están siendo implantados en sitios donde aún no existe acceso a las redes públicas fijas. Los países como China, India, Brasil, Rusia, Indonesia y Venezuela tienen la mirada puesta en la tecnología WLL, como una manera eficiente de desplegar servicios a millones de suscriptores, evitando los costos de trazar rutas de cable físico.

También es altamente beneficioso para los operadores que entran en mercados competitivos, ya que dichas compañías pueden llegar a los usuarios sin tener que tender cableado como los operadores tradicionales.

Los costos de despliegue y mantenimiento de la tecnología inalámbrica, son relativamente bajos. Esas ventajas hacen de WLL una solución de alta competencia.

2.2 REQUERIMIENTOS PARA LOS SERVICIOS WLL [1]

Los servicios ofrecidos dependen de las exigencias del cliente. Estos impactarán a su vez al ancho de banda exigido para entregar el servicio y a la tecnología de apoyo.

Un resumen de servicios los servicios disponibles para diversos tipos de clientes se muestran en la Tabla 2.1 En todos los casos, los sistemas WLL tienen que ser competitivos en provisión de servicios a proveedores alternativos; estos tienen que satisfacer los requisitos señalados a continuación, que varían con respecto al área de servicio, el grupo de potenciales clientes y el tipo de servicios ofrecidos:

Calidad de comunicaciones: Puesto que un sistema WLL sirve como una línea de acceso para proporcionar servicios de telefonía fija, éste debería proveer el mismo nivel de calidad de los sistemas de telefonía convencionales, con respecto

a: calidad de voz, grado de servicio (GOS, *Grade of Service*), retardo de conexión y retardo de voz.

CLIENTE / SERVICIO	TELEFONÍA BÁSICA	INTERNET DATOS / FAX	BRA* ISDN	n x 64/56 KBPS	n x E1/T1 PRA ISDN	LAN ATM	MPEG2
Negocios muy grandes	■	■	■	■	■	■	■
Negocios grandes	■	■	■	■	■	■	■
Negocios medios	■	■	■	■	▾	▾	■
Negocios pequeños	■	■	■	■			
SOHO	■	■	■	■			
Alto uso residencial	■	■	■	▾			■
Medio uso residencial	■	■	■				▾
Bajo uso residencial	■	▾					

■: significa uso completo
▾: significa uso parcial
* BRA (*Basic Rate Access)*
Fuente: Stavroulakis Peter, Wireless Local Loop, Theory and Applications, Wiley, 2001, Chapter 1, page: 7.

Tabla 2.1: Servicios Requeridos por el Tipo de Cliente.

Transmisión Segura: WLL debe ser seguro, para brindar la suficiente confianza al abonado de que su conversación permanecerá confidencial. El sistema debería también incluir autenticación para impedir un uso fraudulento.

Fácil Adaptación de Ambiente: El sistema debería ser capaz de operar en una celda pequeña o grande para servir densas áreas urbanas o rurales.

Ausencia de Interferencia con otros Sistemas Inalámbricos: Un sistema WLL no debe ocasionar ninguna interferencia con la operación de sistemas existentes, tales como comunicaciones de microonda.

Alta Capacidad y Gran Cobertura: El alcance máximo del sistema y la capacidad de la estación base debería ser grande para hacer que el 'costo por abonado' sea lo más bajo posible y minimice el costo de entrada para un operador.

Una primera evaluación de estos requerimientos muestra que desde la perspectiva del abonado, la calidad de servicio y la disponibilidad de ancho de banda así como también la confidencialidad son de gran importancia. Desde la perspectiva de los operadores, los requerimientos de alta prioridad de sistemas WLL son la alta capacidad y gran cobertura. Técnicamente, es un gran desafío satisfacerlos poniendo en contradicción los requerimientos de más bajo costo de despliegue de un sistema WLL y utilización eficiente del espectro. Ya que la calidad de voz, cobertura, y capacidad están compitiendo entre sí, se puede primero determinar un nivel aceptable de calidad de voz, y entonces escoger una tecnología WLL que pueda proveer alta capacidad y gran cobertura.

2.2.1 PAÍSES EN VÍAS DE DESARROLLO

En muchos países en vías de desarrollo, la infraestructura para el servicio telefónico básico es todavía insuficiente. A pesar de la gran población existente en estas áreas, no se ha alcanzado totalmente a la población, incluso con el servicio básico de telefonía. Para estas áreas pueden resumirse los requisitos de servicios WLL en los siguientes:

- En términos de cobertura de servicio, una amplia área debe cubrirse dentro de un período relativamente corto.

- Sobre todo, para las regiones con densa población, un sistema de alta capacidad es indispensable. La capacidad es el número disponible de canales de voz para un ancho de banda dado.

- La cuota del servicio por abonado debe ser baja para ofrecer un servicio universal. Para esto, se necesita un sistema de alta capacidad y bajos costos de implementación y funcionamiento del sistema.

  El sistema debe implementarse rápidamente para que los servicios puedan lanzarse al mercado rápidamente.

2.2.2 PAÍSES DESARROLLADOS

En los países desarrollados, los servicios requeridos no contienen únicamente a los servicios de telefonía tradicional, sino también a otros servicios avanzados. Es usual que más de un proveedor de bucle local y los proveedores de servicios móviles celulares coexistan en estas áreas de servicio.

WLL proporciona un medio para establecer sistemas de bucle local, sin poner cables subterráneos bajo ciudades con calles y edificios. Por eso, se considera a WLL como uno de los que se acerca a ser el segundo proveedor de bucle local. Desafortunadamente desde la segunda perspectiva de los proveedores, hay uno o más proveedores existentes (es decir los primeros proveedores) quienes han instalado y están operando redes alámbricas. Para satisfacer el aumento y extensión de los servicios requeridos por los usuarios para una alta velocidad de voz, datos y servicios de multimedia, los primeros proveedores intentan evolucionar sus redes continuamente (por ejemplo, usando tecnología de xDSL). Los segundos proveedores, que entran al mercado en esta situación, deben ofrecer servicios que compitan en términos de calidad de servicio, velocidad de datos de canal, servicios suplementarios, etc., es decir, los servicios WLL del segundo proveedor deben ser superiores o por lo menos, comparables con los servicios de los primeros operadores, en calidad y velocidad de datos. WLL debe proporcionar una buena calidad de voz y por lo menos una velocidad media de datos correspondiente a la red digital de servicios integrados (ISDN) a la velocidad básica de interconexión (BRI, 2B + D a 144 kbps); además, para dar una motivación a los abonados para emigrar al nuevo proveedor, la cuota de servicio del segundo proveedor debería ser más baja que la de los primeros operadores.

Incluso para los primeros proveedores de servicios de conmutación locales que tienen redes alámbricas, WLL puede ser una alternativa útil para la expansión de su red. La mayoría de los países impone la obligación de servicio universal (USO, *Universal Service Obligation*) en los primeros operadores. En este caso, WLL puede ser considerado como un medio suplementario a la red alámbrica, para

cubrir áreas con población esparcida, como por ejemplo, las islas. El primer requisito de servicio para esta aplicación de WLL es la compatibilidad y la transparencia a la red alámbrica existente.

2.3 DEFINICIÓN Y ASPECTOS GENERALES DE WLL [1]

2.3.1 ¿PORQUÉ EL BUCLE LOCAL INALÁMBRICO?

La red telefónica pública conmutada (PSTN, *Public-Switched Telephone Network*) está compuesta de terminales y centrales de conmutación (central telefónica). Los terminales de abonado son conectados a través de varias centrales por medio de enlaces variados. Usualmente el enlace final (entre la central local y el usuario) es implementado con alambre de cobre. Este último enlace es conocido como bucle local. En cambio, un sistema WLL usa tecnología de radio para acceso desde un terminal de usuario hasta la central local, como se muestra en la Figura 2.1; por esta razón a veces es conocido como *Radio Local Loop* (RLL). También WLL es conocido como Acceso Fijo Inalámbrico o Acceso Fijo de Radio (FRA), porque el terminal de usuario es fijo.

Pero ¿cuándo y porqué emergió WLL? El antecedente histórico de WLL es el establecimiento del mismo a principios de 1950, cuando enlaces terrestres de microonda fueron desarrollados para proveer acceso telefónico a usuarios en áreas rurales. Durante las siguientes cuatro décadas, diferentes equipos, sistemas y tecnologías fueron investigados para conseguir una solución rentable y la idea de implementar un bucle local inalámbrico comenzó a funcionar. Sin embargo, no fue sino hasta la reunificación de Alemania, donde se estableció el concepto de WLL. La necesidad de una rápida y económica solución tecnológica, junto a la tendencia del mundo alámbrico de competencia en el mercado de telecomunicaciones, incrementó el desarrollo de sistemas WLL.

Por lo tanto, la introducción de una nueva tecnología en el bucle local se puede justificar por dos razones básicas:

1. Una nueva tecnología puede sustituir viejos componentes de una red existente mejorando la proporción de costo de funcionamiento.
2. La tecnología puede permitir nuevos servicios y aplicaciones al ser implementada, ofreciendo ventajas competitivas para operadores de red.

Los dos argumentos son aplicables para acceso de radio.

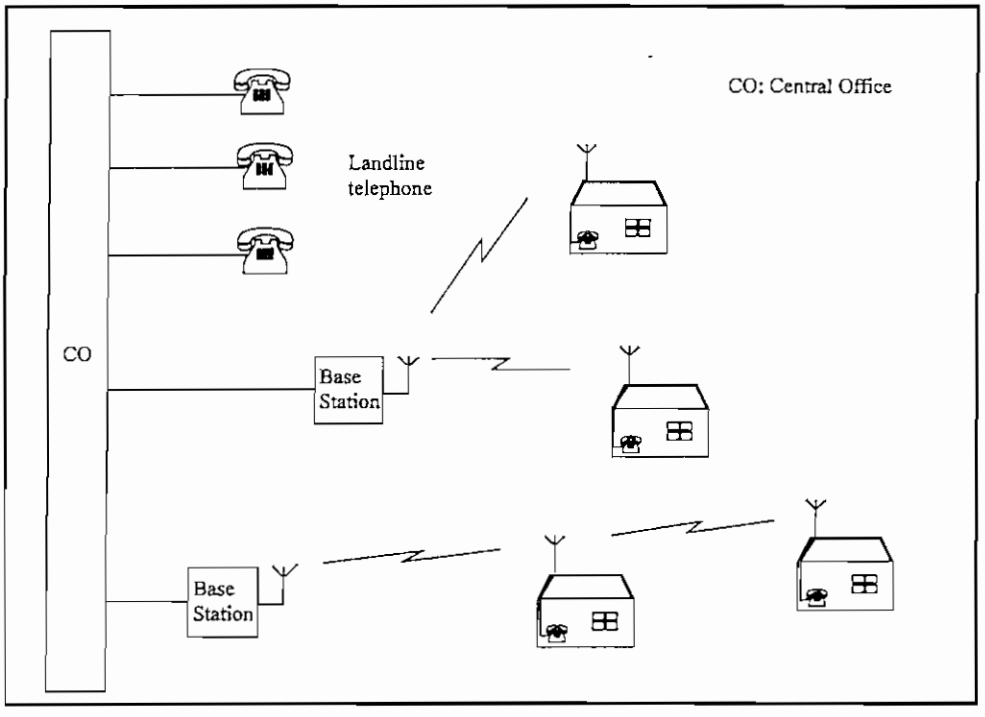


Figura 2.1 Representación de un Sistema WLL Introducido en una Red PSTN. [1]

Poco trabajo regulatorio se ha realizado para estandarizar a WLL. En realidad, WLL es llamado de "primera generación", y de esta manera, no existen estándares definidos alrededor del mundo.

2.3.2 ESCENARIOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA WLL

Diversos escenarios pueden ser aplicados para el desarrollo de WLL, con un radio de acción de áreas urbanas de alta densidad, hasta los suburbios y áreas rurales.

- *Operador Existente – Sirviendo una Nueva Área.* El uso de sistemas WLL

en estas situaciones permite la adquisición de estructura telefónica para cubrir la demanda de nuevos servicios y suscriptores.

- *Operador Existente – Área Rural.* En áreas rurales muchos suscriptores se agrupan típicamente en pequeñas villas a distancias superiores a 30 Km de la central local.

- *Operador Existente – Capacidad de Expansión.* Nuevas demandas de servicios son comunes en áreas subdesarrolladas, urbanas o rurales en países en vías de desarrollo.

- *Nuevo Operador.* El objetivo principal en este caso es suministrar servicios rápidamente y al más bajo costo posible. Este escenario esta llegando a ser muy importante para países desarrollados.

Las ventajas de usar sistemas WLL están llegando a ser conocidas por un gran número de proveedores de servicios. Las ventajas son particularmente valiosas en áreas donde la demanda de servicios está incrementándose, y la desregulación de la industria telefónica está introduciendo competencia en el mercado.

La tecnología inalámbrica ofrece numerosas ventajas sobre el bucle local de cobre, las cuales están siendo verificadas en pruebas de campo y sistemas desplegados alrededor del mundo. Las ventajas básicas de la aplicación de sistemas WLL se resumen a continuación:

- Evita una muy costosa inversión en la edificación de la infraestructura de la telefonía fija.
- Para nuevos operadores y operadores existentes, la naturaleza modular de WLL incrementa la rapidez de desarrollo que es la clave de atracción del sistema; además, generalmente, trae consigo un retorno de inversión mucho mas rápido que la línea alámbrica desarrollada, porque puede ser desplegada rápidamente. WLL también permite la inversión en pequeños

incrementos, rastreando la demanda y retornando la inversión.

- Bajo costo incremental para usuarios añadidos a la estación base.
- La edificación de la red de telefonía WLL requiere menor tiempo que la edificación de la red de telefonía fija alámbrica.
- Interconexión con la red PSTN para una simple estabilización.
- La futura expansión es más simple
- Los costos de mantenimiento de la red son más bajos.
- El sistema WLL debería permitir encriptación de la interfaz de radio y ser capaz de prevenir posibles fraudes.
- La tecnología moderna de WLL comparte algunos aspectos de la arquitectura común de sistemas móviles – tecnología celular, sectorización, frecuencia re - utilizable, etc.

Los operadores ya están al tanto que una tecnología exitosa WLL debe satisfacer estándares en las siguientes áreas:

- Llamadas perdidas
- Interferencia debido a diafonía (*crosstalk*)
- Privacidad
- Tasa de Bloqueo
- Calidad de Voz
- Altos grados de compatibilidad y transparencia de funcionamiento, operación, edificación y administración de la red como un servicio de telefonía fija.
- Coexistencia Electromagnética.

Un sistema WLL puede suministrar los siguientes servicios generales:

- *Voz:* El sistema puede suministrar conmutación total. La calidad de voz puede ser del grado telefónico o mejor, y puede no tener retardos. El sistema debe también suministrar todas las características típicas de llamada al cliente como las esperadas en la entrega de servicios de

telecomunicaciones basada en cableado.

- *Velocidad Baja de Datos:* El sistema puede ser capaz de proveer datos a una velocidad por encima de 9.6 kbps. El sistema puede manejar todos los protocolos de datos necesarios de una manera transparente. Una velocidad baja de datos puede ser suministrada por un circuito estándar de voz desde el establecimiento del usuario, como si no hubieran requerimientos especiales.

- *Velocidad Media de Datos:* La red puede ser capaz de manejar velocidad media de datos, alcanzando una velocidad sobre los 64 kbps. La velocidad media de datos puede ser suministrada por circuitos estándar de voz desde el establecimiento de usuario, como si no existieran requerimientos especiales. La interconexión para 64 kbps puede también ser compatible con ISDN (*Integrated Service Digital Network*).

- *Velocidad Alta de Datos:* Velocidades de datos de 2 Mbps pueden también ser suministradas sobre una base dedicada.

- *Video:* La red puede ser capaz de proveer al usuario un acceso para servicios de video analógico y digital. También puede permitir la provisión de servicios de video interactivo.

Por otro lado, las desventajas de los sistemas WLL se mencionan a continuación:

- En países en vías de desarrollo, donde existe un mercado potencial para WLL y donde continuas provisiones de potencia pueden no ser tan seguras, en las estaciones base. Los equipos de los usuarios necesitan suministrar potencia localmente y en el caso de potencia fallida, el servicio para un usuario o un grupo de usuarios se pierde.

- Equipos instalados obsoletos. Debido al rápido desarrollo en esta área, el proveedor del servicio debe invertir un considerable costo para

reemplazarlos.

Las ventajas anteriores y las debilidades de los sistemas WLL dependen principalmente de la tecnología de interfaz de radio para el sistema WLL y de la solución del problema de coexistencia con sistemas de radio existentes.

2.3.3 VENTAJAS DE LOS SISTEMAS INALÁMBRICOS

Desde el punto de vista de proveedores y abonados, WLL tiene algunas ventajas:

Rápido despliegue: Los sistemas WLL pueden ser instalados en semanas o meses, en comparación a los meses o años necesitados para desplegar un sistema alámbrico de cobre. El rápido desarrollo puede permitir una pronta entrada de ingresos, y la reducción del tiempo de retorno de la inversión realizada en el despliegue. Incluso con los más altos costos por abonado que puede ser asociado con el terminal WLL y el equipo de la estación base, la rápida velocidad de instalación puede permitir un retorno más alto de inversión. El rápido despliegue también puede producir una ventaja con respeto a otros servicios, puede acelerar el paso del crecimiento económico regional y puede proveer un progreso sustancial en la instalación de la infraestructura necesitada.

Bajos costos de construcción: El despliegue de la tecnología WLL involucra considerablemente una construcción menos pesada que la realización de capas de las líneas de cobre. Los costos más bajos pueden ser compensados por los costos del equipo adicional asociado a la tecnología WLL, pero especialmente en las áreas urbanas puede ser de considerable importancia evitar los problemas que ocasiona el despliegue de las líneas de cobre.

Bajos costos de operación y mantenimiento: Los costos de operación y mantenimiento son bajos, y el tiempo promedio de mantenimiento por abonado por año es de 3 a 4 veces más corto que el de sus competidores alámbricos.

Bajos costos de extensión de la red: Una vez que la infraestructura WLL (la red de las estaciones base y la interfaz a la red telefónica) es desplegada, la instalación para cada abonado nuevo se hace a bajo costo. Los sistemas WLL están diseñados para ser modulares y escalables y pueden permitir un rápido despliegue de red ante mayor demanda.

Alta provisión de servicios de banda ancha: Usando avanzadas tecnologías digitales de radio, WLL puede proveer una variedad de servicios de datos y de multimedia, así como también de voz.

Alta capacidad del sistema: Además de los sistemas de radio, WLL disfruta de los méritos de los sistemas fijos: usando antenas direccionales de alta ganancia la interferencia decrece, se permite el incremento del número de sectores en una celda, y se incrementa la capacidad del sistema.

2.4 MODELO DE REFERENCIA WLL Y PRINCIPALES COMPONENTES E INTERFACES DEL SISTEMA [1, 2]

El modelo de referencia WLL, es independiente de la tecnología aplicada. Fue definido por el ETSI (ETSI ETR 139) como muestra la Figura 2.2. En términos generales, ETSI propone un sistema WLL que consista de los siguientes elementos e interfaces:

LE (local exchange): Puede representar un tipo diferente de función en una red fija dependiendo de los requerimientos del operador WLL y puede incluir una PSTN, un enrutador de la red de datos, o un nodo de línea arrendada.

BSC (Controlador de estaciones bases): Las funciones de esta entidad son controlar las estaciones base e interfaces para la unidad de administración de la red, y proveer la conexión entre el sistema WLL y la red fija.

BS (Estación Base): Una o más estaciones base pueden ser conectadas al controlador. Cada una de ellas recibe y transmite información y señalización desde/hacia el terminal del cliente; requieren también un monitoreo de trayectoria de radio.

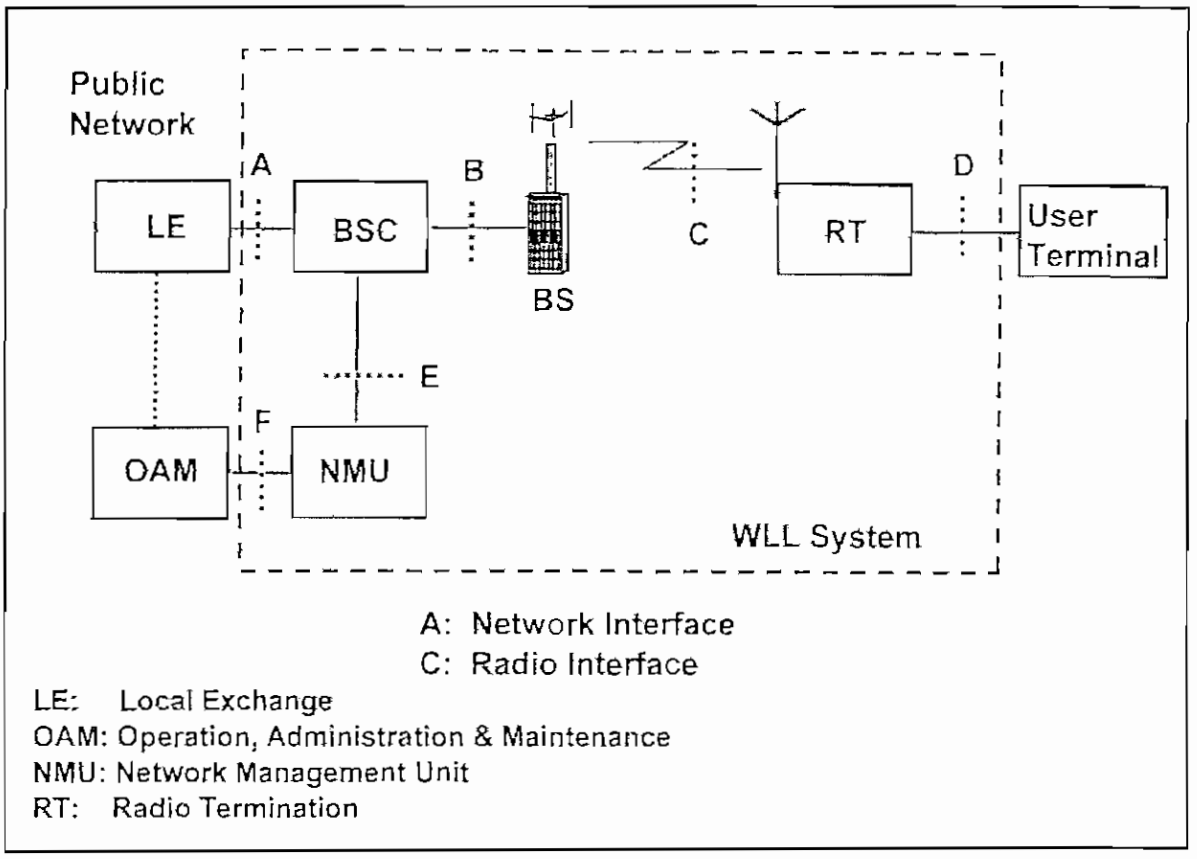


Figura 2.2 Modelo de Referencia General para un Sistema WLL. [2]

RT (Terminal de Radio): El terminal de radio tiene la capacidad de acceder a la interfaz aire; además debe ser capaz de soportar estándares ISDN, PSTN o simular líneas arrendadas terminales a través de terminales de radio.

NMU (Unidad de administración de red): Este elemento maneja la configuración de datos, clientes, sistemas y parámetros de radio.

Terminal del Cliente: Es el equipo de abonado que proporciona puertos de voz, datos o ambos, de acuerdo a los requerimientos del usuario.

Las interfaces A y C representan la interfaz de red e interfaz de radio, respectivamente, y son generalmente el principal foco de análisis y decisión para el planeamiento y desarrollo de un sistema WLL. Las interfaces B, D, E y F son comúnmente implementadas por el equipo manufacturado/suministrado por los fabricantes, que cuentan con protocolos propietarios.

Interfaz A: Esta interfaz conecta la red de acceso WLL a la red pública fija. La información transmitida por la interfaz A se vincula a los servicios ofrecidos a los usuarios WLL.

Interfaz B: Conecta una o mas BS a la BSC; lleva información vinculada al funcionamiento de llamadas, administración de recursos de radio, mensajes OAM.

Interfaz de Radio C: Esta interfaz lleva la misma información que la interfaz B. Adicionalmente, puede ser usada para llevar mensajes de control hasta el terminal de radio.

Interfaz terminal del suscriptor D: Esta interfaz lleva información vinculada a los servicios de acceso al usuario o una aplicación.

Interfaz E: Interfaz entre BSC y NMU.

Interfaz F: Lleva información vinculada a la configuración, funcionamiento y administración del sistema WLL.

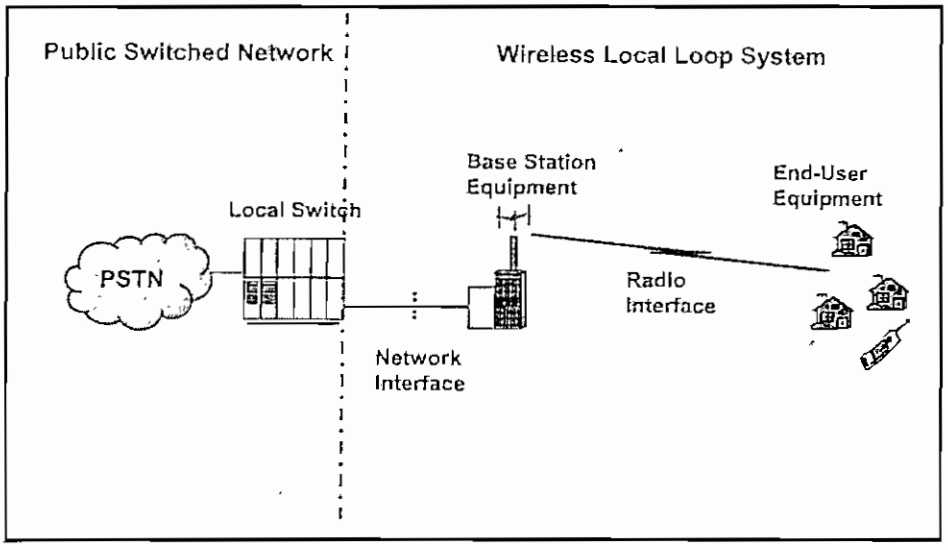


Figura 2.3 Componentes e Interfaces para un sistema WLL. [2]

El esquema de la figura 2.3 contempla un sistema WLL simplificado, en el cual se muestran los principales componentes e interfaces. Los sistemas de radio WLL en los terminales de usuario o en la estación base tienen parámetros comunes. Sin embargo, parámetros como: niveles de potencia transmitida, tipo de antena, elevación de la antena y requerimientos de interfaz (para PSTN) son diferentes en la estación base. Las estaciones base también soportan funciones adicionales en términos de control de llamadas y administración del recurso de radio.

2.5 RADIO COMUNICACIÓN FULL DÚPLEX Y MÉTODOS DE DUPLEXACIÓN. [2]

La comunicación full dúplex se requiere para soportar una comunicación simultánea en ambas direcciones entre abonados. Como muestra la Figura 2.4, se requiere de un transmisor y un receptor en cada uno de los dos terminales del enlace de comunicación (en el establecimiento del suscriptor y la estación base).

Existen dos métodos básicos para realizar la comunicación full duplex: FDD (*Frequency División Duplex*) y TDD (*Time División Duplex*). El principio de operación está ilustrado en la Figura 2.5.

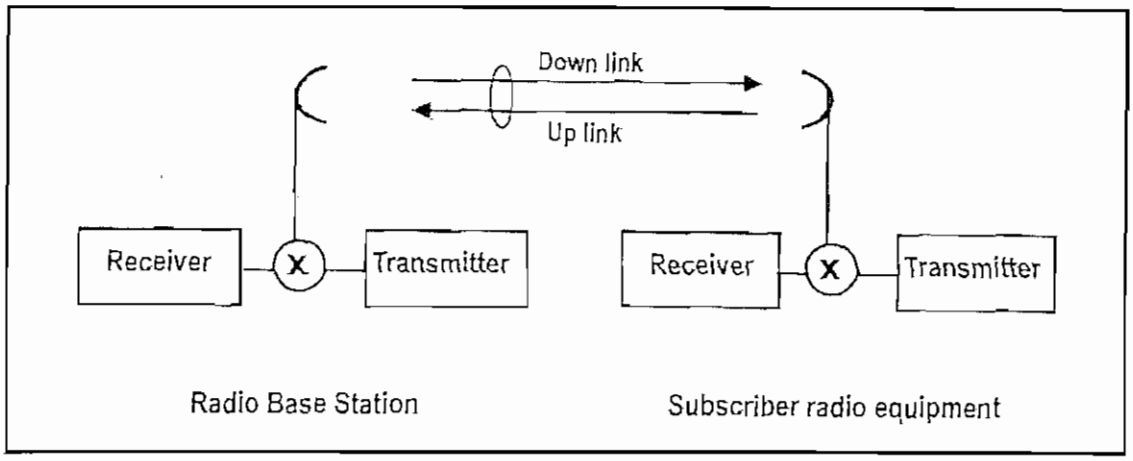


Figura 2.4 Comunicación Full Duplex para Sistemas de Radio Punto a Multipunto. [2]

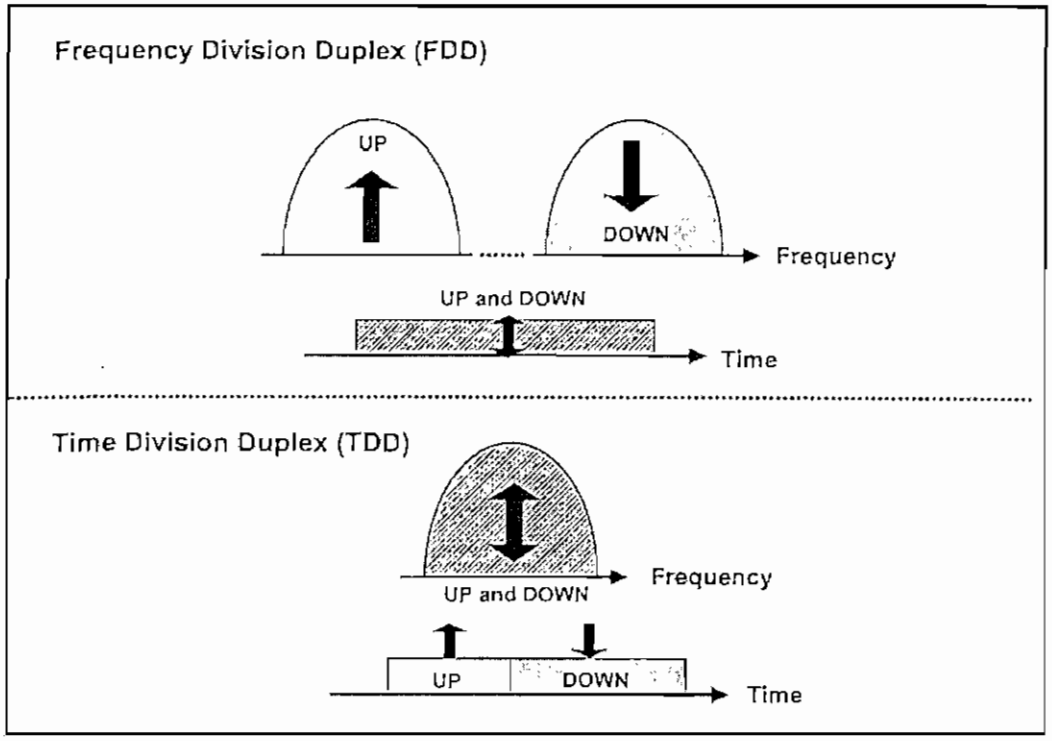


Figura 2.5 Principios de Operación Duplex de División de Frecuencia y División de Tiempo. [2]

En el caso de operación de FDD las señales *uplink* y *downlink* se separan en frecuencia, y dos bloques diferentes de frecuencia se asignan para este propósito. En el campo del tiempo, las señales *uplink* y *downlink* atraviesan el enlace de radio al mismo tiempo. La operación de FDD se caracteriza por las siguientes propiedades:

- Adecuado para largas distancias, por ejemplo celdas usadas en sistemas celulares o WLL.
- Adecuado para aplicaciones de alta potencia.
- No requiere tramas de sincronización en el dominio del tiempo.
- Requiere dos bloques distintos de frecuencia con adecuada separación (banda de protección).

En el caso de operación TDD, las señales *uplink* y *downlink* se separan en tiempo, por asignación de distintos períodos de tiempo (slots) para señales *uplink* y *downlink.*

Un único bloque de frecuencias se utiliza en la operación de TDD. La operación de TDD tiene las siguientes propiedades:

- Adecuado para aplicaciones de baja potencia, por ejemplo, sistemas de telecomunicaciones sin hilos (*cordless).*
- Adecuado para operación asimétrica donde diferentes anchos de banda (time slots) pueden ser asignados para las direcciones de *uplink* y *downlink.*
- Requiere sincronización de trama para una adecuada operación.
- Requiere un único bloque del espectro de frecuencia.

Las dos bandas de radiofrecuencia asignado por FDD o la banda única de radiofrecuencia asignada para TDD son generalmente divididas en un número de unidades más pequeñas y generalmente iguales, referidas como *canales de radio.*

Cada canal de radio se especifica por la frecuencia central, y el ancho de banda asignado. Los canales consecutivos se separan para fijar bandas de protección y minimizar solapamientos.

En el caso de FDD, el espectro disponible tiene dos componentes (los cuales pueden o no ser contiguos) y el espectro asignado se denomina espectro parejo.

El segmento más bajo (más baja asignación de frecuencias) es generalmente usado para transmisiones *uplink* (terminal a estación base), y el segmento más alto (más alta asignación de frecuencias) es usado para transmisiones *downlink* (estación base a terminal).

2.6 TÉCNICAS DE ACCESO MÚLTIPLE [1]

Tradicionalmente las técnicas acceso múltiple son: FDMA, TDMA y CDMA.

En el contexto de los sistemas WLL, los operadores han adoptado diferentes técnicas de acceso múltiple, desde el analógico FDMA hasta los digitales TDMA y CDMA. Estos sistemas WLL se basan en estándares celulares o inalámbricos, aplicados al mecanismo de acceso múltiple para el estándar escogido. De otra manera, los operadores ofrecen servicios WLL basados en tecnologías propietarias; sus técnicas de acceso pueden ser seleccionadas de acuerdo a sus propias consideraciones.

2.6.1 FDMA

Uno de los principales problemas de un sistema inalámbrico es como usar el espectro disponible para proporcionar un servicio determinado. La técnica FDMA divide en un cierto número de bandas de frecuencia, el espectro disponible. En general, estas bandas de frecuencia representan los canales de tráfico y en algunos casos canales de control.

Esta técnica necesita la instalación de filtros RF excelentes para evitar la sobreposición entre canales adyacentes. Debido a que los filtros no son perfectos, se utilizan bandas de protección y los canales adyacentes se asignan en sitios no adyacentes para reducir los efectos de la interferencia.

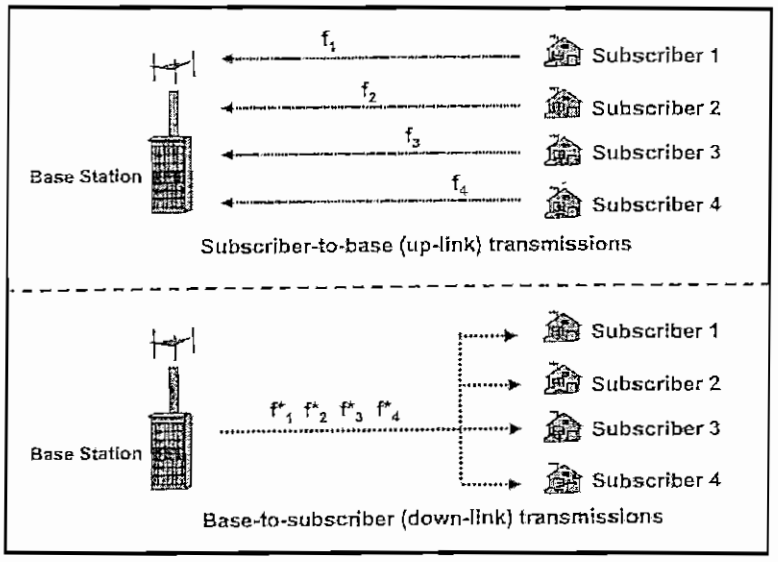


Figura 2.6 Principio de operación de sistemas FDMA/FDD. [2]

2.6.2 TDMA

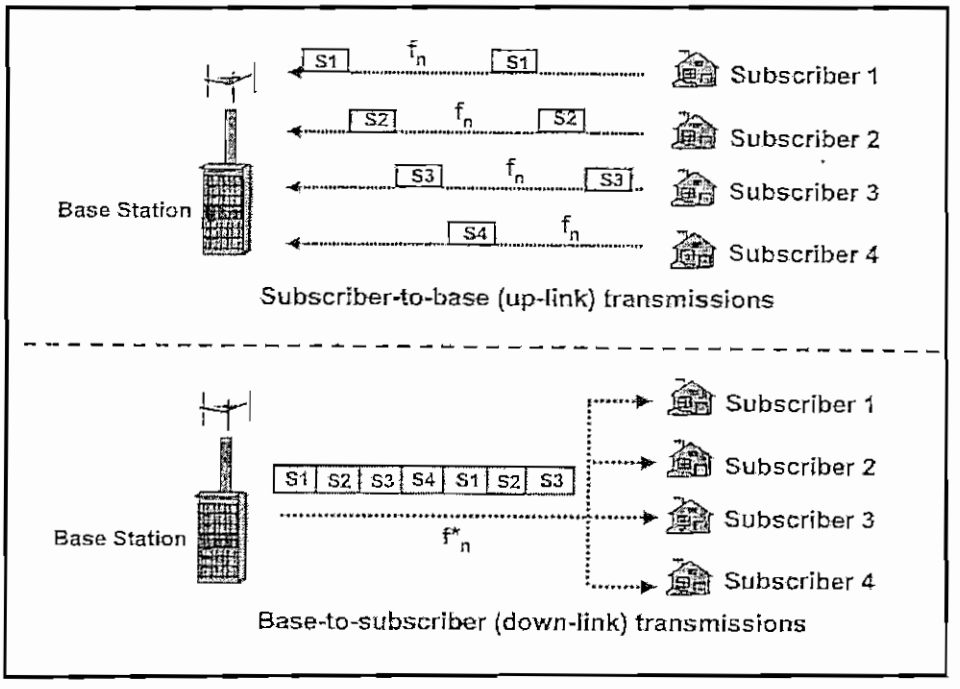


Figura 2.7 Principio de operación de sistemas TDMA/FDD. [2]

El avance de la tecnología permite la posibilidad de usar el espectro de radio de una manera diferente. Por lo tanto, en lugar de asignar a cada usuario una posición del espectro disponible durante toda la llamada, el tiempo es dividido en

slots, donde a un usuario se le asigna un slot de tiempo para tener acceso a la estación central. En la forma básica de TDMA, el usuario puede usar el espectro asignado por completo, pero solamente en el correspondiente slot de tiempo. Consecuentemente, la sincronización es vital para esta tecnología, de lo contrario puede producirse una colisión entre usuarios.

2.6.3 CDMA

En esta técnica de acceso múltiple, los usuarios pueden acceder al canal de radio a lo largo de toda la banda de frecuencia disponible y durante todo el tiempo (ver figura 2.8). Cada usuario tiene un código único con el cual es identificado. Las secuencias especiales o códigos desplegados tienen ciertas propiedades, como la de ofrecer al receptor la posibilidad de distinguir a un usuario particular en un ambiente de múltiples usuarios. Una gran limitación en los sistemas CDMA es que la potencia de los usuarios debe controlarse para evitar el llamado problema de extremo cercano-lejano.

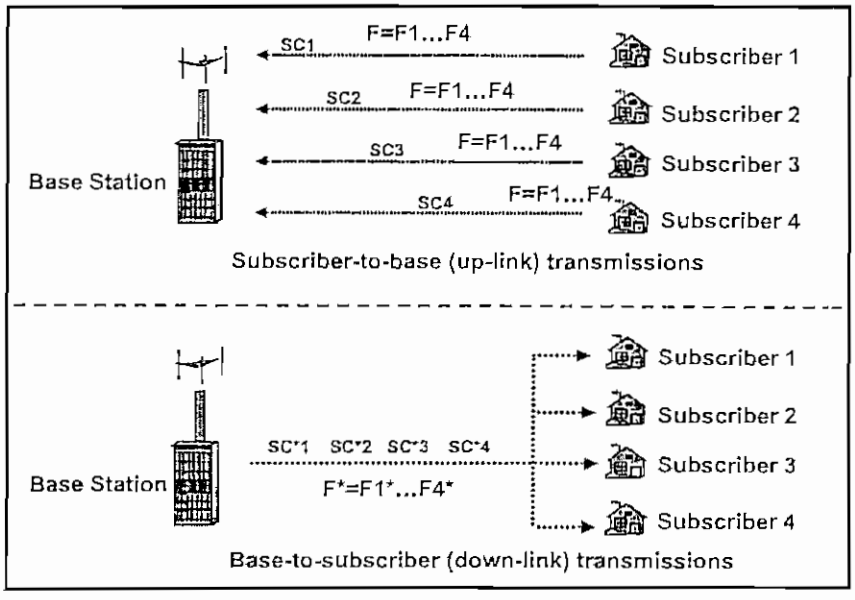


Figura 2.8 Principio de operación de sistemas CDMA/FDD. [2]

2.7 MODO DE PROPAGACIÓN DE LA ONDA DE RADIO [2]

Las características de propagación de las ondas de radio son altamente dependientes de la banda de frecuencia en uso, así como de la topografía y terreno sobre el cual las ondas de radio viajan. Dependiendo de la frecuencia de operación, las características de propagación pueden también ser afectadas por condiciones climáticas como lluvia y nieve.

Muchos de los sistemas WLL usan frecuencias por encima de 1 GHz y son por tanto generalmente restringidos a operación con línea de vista (LOS, *line-of-sight*). Los sistemas con LOS están generalmente limitados a aplicaciones de cortas distancias por el abultamiento impuesto por la curvatura de la superficie de la tierra. Dependiendo de la formación del terreno y altura de la antena, el máximo rango puede variar desde 15 a 50 Km. Para maximizar los niveles de la señal recibida en sistemas WLL, operando en un modo LOS, es necesario que la antena del terminal de usuario esté en LOS con la entena de la estación base.

Aunque la línea de vista es el camino primario de transmisión de la señal para sistemas que operan por encima de 1 GHz, otros fenómenos tales como difracción de la onda superficial y dispersión troposférica también contribuyen para la señal recibida. Sin embargo, estas contribuciones a la señal recibida pueden generar una degradación de la señal que varía con la banda de frecuencia operacional. [1]

2.7.1 CARACTERÍSTICAS DE PROPAGACIÓN [2]

Las características de propagación dependen de la frecuencia de operación y del medio ambiente donde el sistema está trabajando (por ejemplo, fijo o móvil), principalmente.

Por ejemplo, a través de la realización de un reconocimiento de la pérdida por trayectoria, se planean enlaces fijos (sistema de microonda terrestre). Con una cuidadosa elección de la altura de la antena se garantiza la trayectoria de radio sobre obstáculos dejando despejada la primera zona de Fresnel. Otro aspecto importante es el fenómeno de desvanecimiento multitrayectoria causado por

replicas debido a retardo de la señal transmitida; este fenómeno podría introducir cierta degradación en el funcionamiento del sistema.

Una adecuada elección de los lugares geográficos debe ser considerada para evitar profundos desvanecimientos por largos períodos de tiempo.

En sistemas móviles, el tamaño de una celda varía de acuerdo al medio ambiente de propagación y densidad de tráfico. Macroceldas son típicamente usadas para áreas grandes con baja densidad de tráfico. Las celdas pequeñas o medianas son más apropiadas para áreas con moderada o alta densidad de tráfico.

La antena del abonado en sistemas WLL es típicamente fija y localizada sobre el techo de la vivienda u oficina, en el sitio de suscriptor.

2.7.1.1 Pérdidas en el Espacio Libre [1]

La pérdida en el espacio libre da origen a la atenuación de la señal. La pérdida en el espacio libre ocurre entre antenas de transmisión y recepción y está dado por:

$$L_o = 10 \log \left(\frac{\lambda}{4 \pi d} \right)^2 \qquad (2.1)$$

Donde:

λ = Longitud de onda en metros

d = Separación entre las antenas de transmisión y recepción en metros.

Alternativamente, la ecuación 2.1 puede ser expresada en dB en función de la distancia y la frecuencia.

$$L_o = 32.4 + 20 \log d + 20 \log f_M \qquad (2.2)$$

Donde:

d = Separación de las antenas en km.

f_M = Frecuencia en MHz

2.7.1.2 Desvanecimiento Multitrayectoria y Zona de Fresnel [2]

En sistemas WLL, que dependen generalmente de operación con LOS, el principal causante de la pérdida de señal es el desvanecimiento multitrayectoria. El desvanecimiento multitrayectoria es causado cuando la señal original se combina en el receptor con una señal reflejada desde un obstáculo en el camino para cancelar parte de la señal LOS original. Este fenómeno está ilustrado en la figura 2.9.

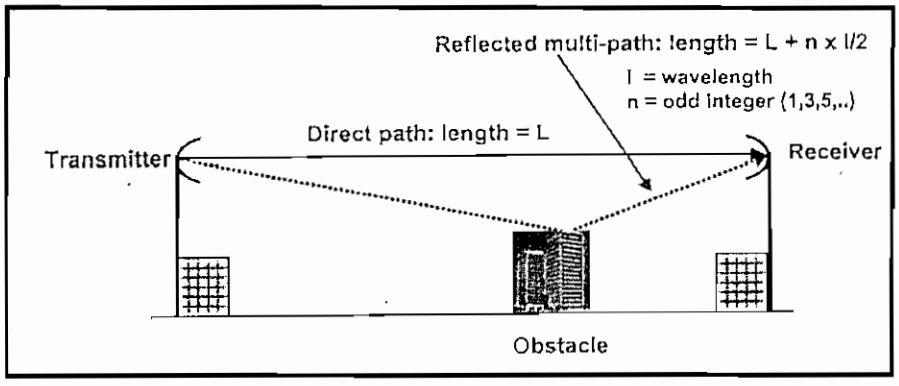


Figura 2.9 Pérdida de Señal Multitrayectoria debido a la Reflexión en un Obstáculo.[2]

Como muestra la figura 2.9, si una obstrucción causa una reflexión que produce una trayectoria alternativa para la señal reflejada, la cual tiene una fase diferente que la trayectoria directa, entonces las dos señales pueden llegar al destino en fases opuestas. Esto produce interferencia causando una atenuación significativa o desvanecimiento de la señal original de trayectoria directa con un reducido nivel de la señal adquirido en el receptor. Este tipo de desvanecimiento es conocido como desvanecimiento multitrayectoria.

En la planeación para sistemas WLL, el camino más simple para evitar el desvanecimiento multitrayectoria es la utilización del concepto de las zonas de Fresnel. Uno de los criterios para evitar este fenómeno es el despeje de la primera zona de Fresnel mostrada en la figura 2.10.

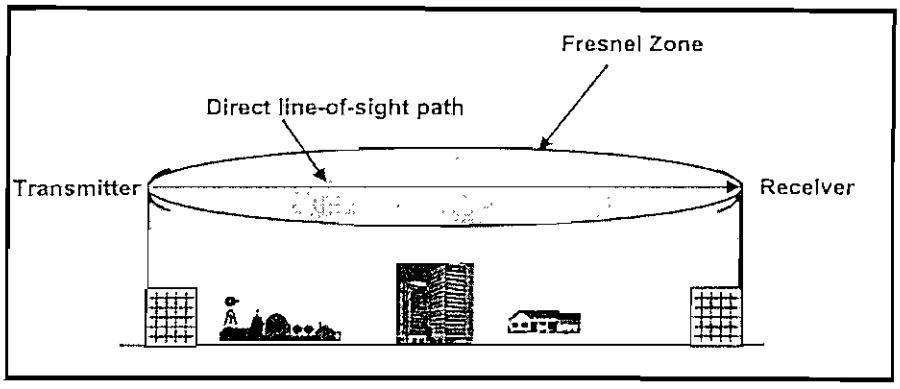


Figura 2.10 Concepto de Zonas de Fresnel en Comunicaciones de Radio.[2]

Como se ilustra en la figura 2.10 la primera zona de Fresnel (generalmente referida únicamente como zona de Fresnel) es una estructura elíptica en tres dimensiones con volumen circundante a la trayectoria directa de radio LOS. La primera zona de Fresnel corresponde al volumen de un elipsoide. El diámetro de la zona de Fresnel depende de la longitud del enlace y de la frecuencia de la portadora a ser transmitida sobre el enlace.

La zona de Fresnel debería mantenerse sin ningún obstáculo, tal que las reflexiones destructivas de radio debidas a objetos al interior de la zona de Fresnel no lleven a serios desvanecimientos multitrayectoria y resulten en pérdida de la señal.

El desvanecimiento multitrayectoria puede también ser causado por trayectorias alternativas de transmisión de diferentes longitudes, causadas por refracciones dentro de la atmósfera de la tierra, así como por reflexiones debidas a largas extensiones de agua.

2.7.1.3 Disponibilidad y Margen de Desvanecimiento para un Enlace de Radio [2]

En un sistema de telecomunicaciones alámbrico, se garantiza al usuario final la disponibilidad de una conexión y la calidad de la misma, mientras dura la comunicación. Sin embargo, en un sistema de radio existen factores tangibles e intangibles que afectan la recepción de la señal. Los factores tangibles incluyen la potencia de salida del transmisor y la sensibilidad del receptor. Los factores intangibles son los efectos de las condiciones de propagación de radio en la señal

recibida. Estos efectos de propagación pueden incluir atenuación de la señal y desvanecimiento de la señal.

Conforme a estas condiciones no es fácil especificar la confiabilidad del enlace de comunicación suministrado para el usuario final. El único camino para enfrentar este problema es ajustar la calidad del servicio disponible, generalmente en términos de *bit error rate* (BER) de la señal digital observada en el receptor. El BER observado a través del enlace de radio varía con el tiempo debido al cambio de las condiciones de propagación. Para valorar la confiabilidad del enlace de radio, es necesario no solamente situar un umbral para el BER, sino también prestar atención cuan a menudo, y por cuanto tiempo este umbral es infringido.

Por lo tanto, la disponibilidad del enlace de radio es generalmente especificada como el porcentaje de tiempo que el BER permanece sobre un valor de umbral dado. Por ejemplo, la *disponibilidad* del enlace de radio puede ser especificada como 99.99% para un BER de 10^{-6}.

El *rango* de un sistema de radio es medido en kilómetros y es utilizado para proveer una estimación de la cobertura suministrada por el mismo. El *rango* de un sistema de radio se especifica para máxima potencia de transmisión, mínimo umbral del nivel de la señal recibida (RSL, *Received Signal Level*), y una disponibilidad dada (para un BER específico).

El sistema de radio es diseñado de tal manera que el nivel de la señal recibida esté totalmente sobre el umbral de RSL, para que el sistema opere con pocos errores. El enlace presupuestado es definido con la máxima pérdida admisible de la señal por encima de la pérdida del espacio libre para el enlace de radio. La diferencia entre la potencia recibida en el receptor y la sensibilidad del receptor se llama *margen de desvanecimiento,* y representa la pérdida extra del nivel de la señal que puede ser tolerable antes que el sistema sea considerado inasequible.

2.8 COBERTURA DE RADIO Y PLANEAMIENTO DE FRECUENCIA PARA SISTEMAS WLL [2]

Un área geográfica extensa, para ser servida por un sistema celular, se divide en celdas con diámetros de 2 km a 50 km, a cada una de las cuales se le asigna un número de canales de radio frecuencia. Los transmisores en cada celda adyacente operan sobre diferentes frecuencias para evitar interferencias. Sin embargo, la potencia de transmisión y la altura de la antena en cada celda son relativamente bajas, así que las celdas que están lo suficientemente alejadas pueden reutilizar el mismo conjunto de frecuencias sin riesgo de causar interferencia co-canal. El mismo principio de una red hexagonal y reutilización de frecuencias es desarrollado para la planificación de sistemas WLL para suministrar cobertura de radio a los suscriptores.

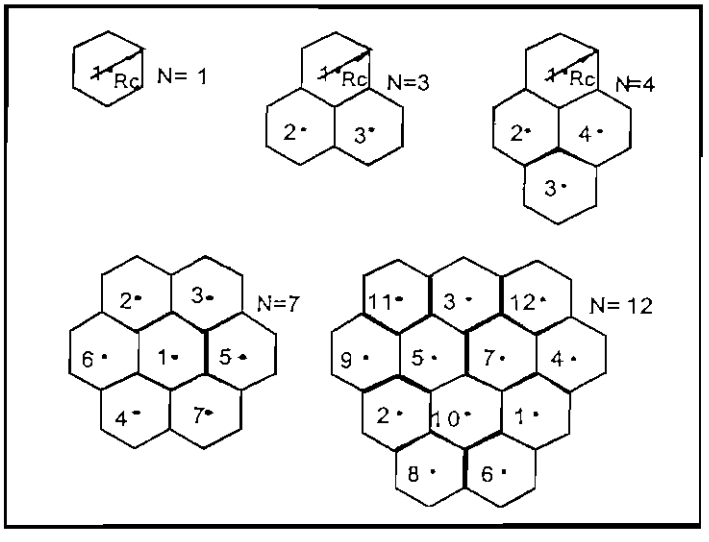


Figura 2.11 Arreglo de Celdas Comúnmente Usadas para Planeamiento de Cobertura de Radio. [2]

Como la demanda de servicios está en crecimiento, celdas adicionales pueden ser añadidas, y sí la demanda de tráfico crece en un área dada, las celdas pueden ser divididas para alojar el tráfico adicional. Para un determinado planeamiento de radio, el área potencial de cobertura se divide en celdas en un modo regular. Típicamente los arreglos de celdas usados en el planeamiento de

radio en WLL se muestran en la figura 2.11, y son comúnmente usadas las dimensiones de arreglos de N= 1, 3, 4, 7, y 12.

La planificación de la cobertura de radio para sistemas WLL es diferente a la de sistemas móviles celulares en términos de donde y cuando se necesita cobertura. Como ilustra la figura 2.12, la cobertura para sistemas móviles celulares necesita ser suministrada sobre el área geográfica de servicio donde los suscriptores esperan viajar y usar el servicio. Por ejemplo, la cobertura es requerida durante todo el tiempo principalmente con facilidades de transportación.

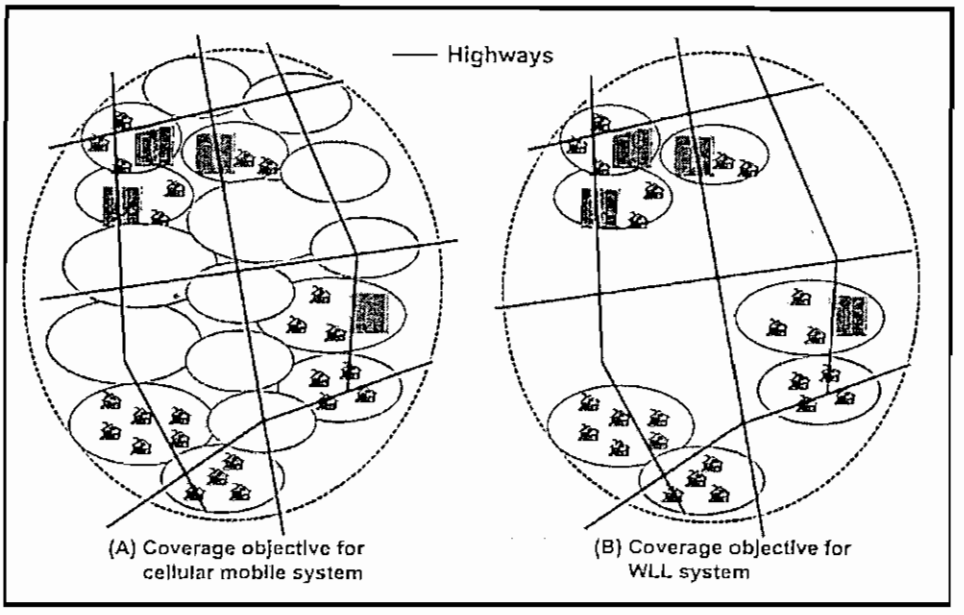


Figura 2.12 Requerimientos de Cobertura de Radio para Sistemas Móvil Celular Versus WLL. [2]

Para sistemas WLL (con movilidad limitada), la cobertura de radio es requerida únicamente en áreas específicas donde los suscriptores residen, y la infraestructura para suministrar la cobertura puede ser gradualmente realizada conforme los suscriptores WLL crezcan en volumen. Más allá, el requerimiento para suministrar cobertura continua sobre áreas grandes de cobertura pueden ser menos predominantes en redes WLL que en redes móviles celulares. Para sistemas WLL, las siguientes dos condiciones de cobertura se encuentran generalmente:

- Amplia cobertura de multiceldas continuas, lo que implica una gran reutilización de frecuencias dentro del área de cobertura. Esta condición puede ser representativa para una alta capacidad de la red en medio ambientes urbanos o metropolitanos, donde un gran número de celdas pequeñas se instalan.

- Cobertura selectiva localizada, con una única, o un pequeño número de celdas, los cuales brindan cobertura para pequeñas islas tales como población central (pueblo, ciudad) con áreas limitadas o sin servicio entre estas islas.

2.8.1 SECTORIZACIÓN DE CELDAS Y PLANIFICACIÓN DE REUTILIZACIÓN DE FRECUENCIAS PARA SISTEMAS WLL.[2]

Maximizar la capacidad de la estación base (para satisfacer toda la demanda de ancho de banda de las estaciones remotas de suscriptores) en un sistema WLL es un problema que frecuentemente es encontrado por los diseñadores de estos sistemas. Más adelante el diseñador del sistema necesita direccionar el rango y cobertura del sistema, que puede ser afectado por obstáculos no evitables en muchos de los enlaces.

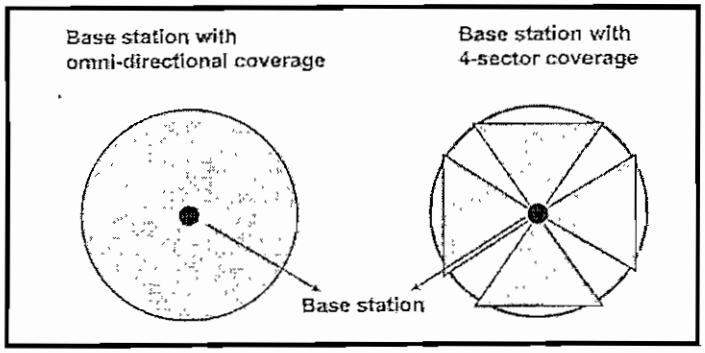


Figura 2.13 Uso de Antenas Sectorizadas en Estaciones Base WLL. [2]

Como muestra la figura 2.13 aunque se pueden utilizar antenas omnidireccionales en la estación base, actualmente en sistemas WLL es más común utilizar antenas directivas porque suministran los siguientes beneficios:

- Las mismas frecuencias pueden ser reutilizadas en diferentes sectores permitiendo un incremento total en la capacidad del sistema (especialmente en sistemas basados en CDMA).
- Las antenas directivas suministran una mayor ganancia, lo cual proporciona un mayor rango o mejor disponibilidad.

El número de sectores desarrollados en el sitio de la estación base pueden ser 2, 3, 4 o más sectores dependiendo de la necesidad predominante para cobertura y rango. Sin embargo, el costo de la estación base se incrementa con el número de sectores debido al número de antenas direccionales requeridas y el incremento de la complejidad del sistema transceptor. Cada sector se asigna con su propio grupo de canales de frecuencia, basado en la reutilización de frecuencias diseñado para la máxima eficiencia espectral. En un sistema WLL, con un gran número de estaciones base, se puede utilizar un modelo de reutilización de dos frecuencias con cuatro sectores en cada estación base. La principal consideración para escoger un plan de reutilización de frecuencias, donde se despliegan antenas sectorizadas, es minimizar la interferencia entre sectores adyacentes dentro de la misma estación base y/o la interferencia entre sectores desde estaciones base cercanas.

Un sistema con cuatro sectores en las estaciones base y una reutilización de frecuencia de dos está ilustrado en la figura 2.14. Toda asignación de frecuencias para los sistemas WLL pueden ser reutilizadas al menos una en cada celda, los canales de frecuencia disponibles se dividen en dos grupos (1 y 2), cada grupo es utilizado en sectores que son diagonales con el otro grupo en la estación base. El mismo conjunto de canales de frecuencia pueden ser usados por estaciones base adyacentes, resultando una reutilización de frecuencia de factor 2.

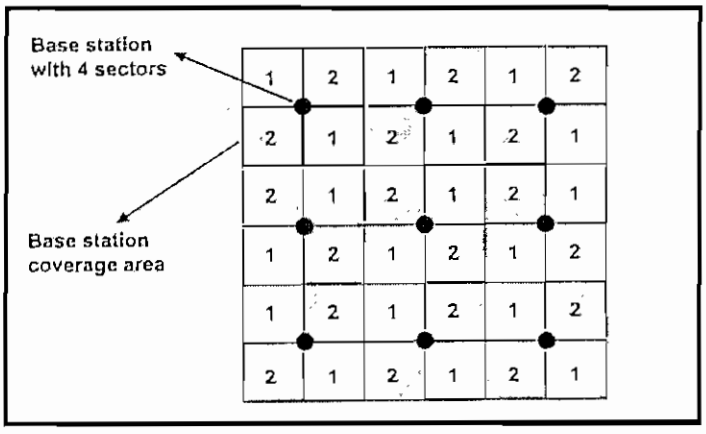


Figura 2.14 Modelo de Reutilización de Dos Frecuencias con Cuatro Sectores en la Estación Base. [2]

El uso de este plan de frecuencias con reutilización de factor dos, conduce a una potencial interferencia entre canales adyacentes a lo largo de sectores contiguos, principalmente causado por el inevitable solapamiento en el espectro de canales adyacentes y la naturaleza no ideal de diseños prácticos de antenas. Los siguientes pasos se toman para mitigar el problema de interferencia por canal adyacente:

- El grupo de frecuencias asignado para sectores adyacentes es generalmente escalonado.
- El esquema de reutilización de frecuencias se invierte apropiadamente en las estaciones base adyacentes. Por ejemplo, los grupos de frecuencia asignados a los cuatro sectores de la estación base en las hileras uno y dos de la Figura 2.15 están invertidos y de forma similar entre estaciones base en las hileras dos y tres.
- Si es posible, hay que redireccionar la antena de suscriptor remoto a una estación base alternativa (en lugar que la estación base regular), para lugares de suscriptor remotos que experimentan interferencia de canal adyacente.

- Usar antenas con buen haz de cobertura y características de supresión de lóbulos secundarios en lugares de suscriptores remotos.

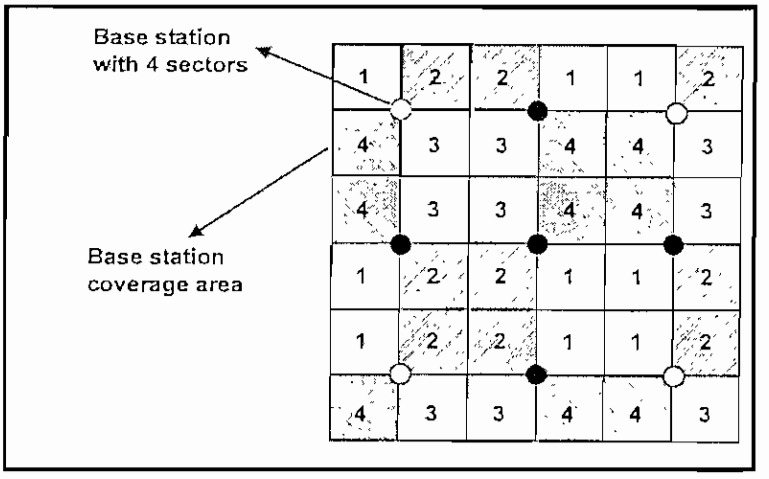


Figura 2.15 Modelo de Reutilización de Cuatro Frecuencias con Cuatro Sectores para Antenas en la Estación Base. [2]

Si un número suficiente de canales de radio están disponibles para satisfacer la demanda de tráfico, se puede idear un plan de reutilización de cuatro frecuencias en una estación base de cuatro sectores en lugar de un plan de dos frecuencias. Tal plan se ilustra en la figura 2.15, el mismo que generalmente suministra mejores características de reducción de interferencia. Este plan garantiza máxima separación entre frecuencias usadas en los sectores adyacentes en una estación base de cuatro sectores.

2.9 SERVICIOS Y CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES PARA WLL [1]

Los servicios y características de operación atribuidos a los sistemas WLL están dados de acuerdo a sus características particulares, los cuales, en parte, están vinculadas al tipo de servicio que se quiere suministrar.

2.9.1 CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO

- *Requerimientos de tráfico.* Típicamente los valores de tráfico son de 70 mE (mili Erlang) para líneas residenciales y 150 mE para líneas comerciales.

- *Retardo de Acceso a la Red.* Este retardo corresponde a la prolongación de tiempo a través de circuitos de radio en el bucle local. A pesar de la ausencia de un valor máximo establecido para este retardo en WLL, un retardo tan pequeño como sea posible es recomendado para proveer un aceptable servicio de voz.

- *Grado de Servicio (GoS).* Esta cifra representa la probabilidad de bloqueo de un sistema. El valor recomendado para WLL es 10^{-2}.

- *Pérdida de llamadas.* Por debajo de la carga de tráfico pesado (incluso excediendo la capacidad diseñada), el establecimiento de llamadas no debería perderse ni bloquearse en la red, es decir, debería estar en concordancia con el GoS especificado.

- *Seguridad de Servicio y Autenticación.* Como en un sistema de radio, WLL debería considerar la implementación de algún mecanismo, para garantizar una comunicación segura, e identificar al usuario dentro de la red. .

- *Servicios de Transferencia de Información.* El cálculo de funcionamiento en los enlaces de comunicaciones deberían ser mantenidos a nivel de una red convencional alámbrica, con un BER 10^{-3} para voz, y un BER 10^{-6} para datos.

2.9.2 CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES

- *Eficiencia de la Frecuencia.* Debido a las limitaciones en el espectro disponible, varias consideraciones deberían ser tomadas en cuenta a fin de tener un uso eficiente del ancho de banda asignado. Estás incluyen formatos correctos de modulación, acceso múltiple y asignación de canales.

- *Rango de Radio.* Los sistemas WLL deberían ser capaces de proveer servicios a diferentes tipos de usuarios (urbanos, suburbanos y áreas rurales). Consecuentemente, se esperan diferentes alcances de cobertura, los cuales, en cambio, pueden restringirse a través del uso de equipamiento. La operación del repetidor debería ser considerado como un mecanismo para extender la cobertura en áreas populares, o en caso de bajo alcance de equipamiento.

- *Características del terminal de radio:* ETSI establece ciertas técnicas para el terminal de radio, en el sitio de un cliente. Como parámetros importantes, la potencia de distribución tiene un valor destacado, las antenas externa e interna, y la capacidad de revisar algunos parámetros generales del sistema (calidad del enlace, estado de batería, etc.). La potencia suministrada es muy importante en WLL porque el operador no puede proveerla desde la estación base, como en la red cableada.

- *Seguridad de enlaces de Radio y Compatibilidad Electromagnética (EMC):* Todo equipo de servicio debería obedecer a los estándares internacionales de nivel máximo permisible de exposición a campos electromagnéticos. Con respecto a las consideraciones EMC, los sistemas WLL deberían encontrarse con el nivel de protección establecido en orden, para evitar interferir o ser interferido por otro sistema trabajando de la misma manera, con equipamiento eléctrico y electrónico.

2.10 CONFIGURACIÓN DE SISTEMAS WLL [1]

Los servicios WLL pueden ser clasificados dentro de las siguientes dos categorías:

- *Sistemas de Banda Angosta.* Los sistemas de Banda Angosta son típicamente usados como una alternativa para el servicio básico de telefonía. Muchos de los sistemas WLL instalados pertenecen a esta categoría. Este tipo de sistemas provee servicio de voz con soporte

limitado para comunicación de datos. La velocidad media de datos para este servicio se limita usualmente a decenas de kbps. El sistema se basa principalmente en la tecnología celular/PCS existente con conmutación de circuitos.

- *Sistema de Banda Ancha.* Los sistemas de banda ancha son pretendidos para provisión de servicios interactivos de alta velocidad. Los sistemas de banda ancha son capaces de soportar varios servicios tales como: voz, acceso a Internet de alta velocidad y video por demanda. La velocidad de datos requerida para estos servicios puede ser de varias decenas de Gbps. La asignación de recursos de radio puede ser dinámica. El ancho de banda de la red se anticipa para conmutación de paquetes con QoS (calidad de servicio) garantizado.

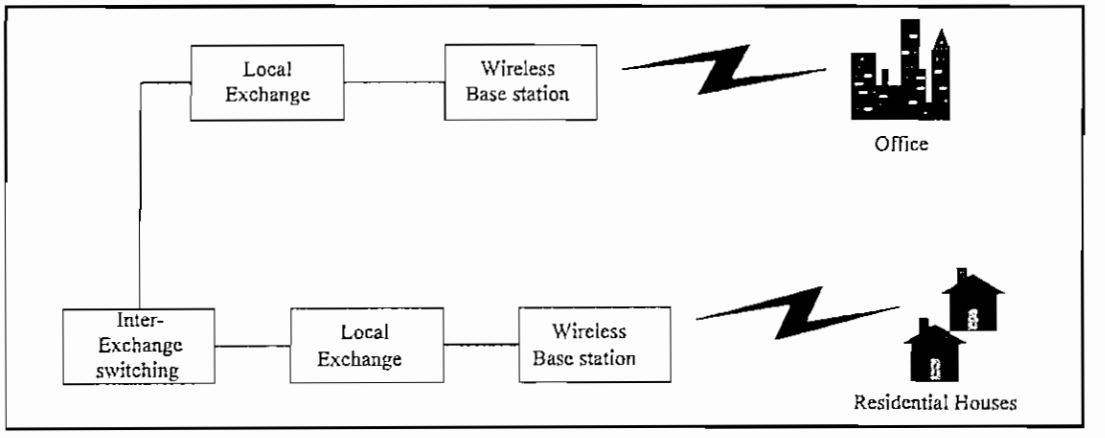


Figura 2.16 Configuración del Bucle Local Inalámbrico. [1]

Para proveer tales servicios, una configuración típica de sistemas WLL, que consiste de estaciones base inalámbricas, la unidad de suscriptor y la red de *backbone* conmutada se muestra en la figura 2.16. Las estaciones base se interconectan a través de una red de conmutación por línea alámbrica, o enlaces de microonda.

2.10.1 ESCENARIOS DE ESTUDIO

Caso (I) Configuración Convencional. Esta configuración básica (ampliamente utilizada por operadores WLL) usa el carácter fijo de las estaciones de usuario, a

través del uso de antenas direccionales guiadas en relación a una cierta estación base.

La tradicional antena direccional de 120° o la antena omnidireccional se usa en las estaciones base. Aunque las antenas direccionales en estaciones de cliente mejoran el enlace disponible, no se encuentra el mecanismo a través del cual otra celda alrededor del usuario pueda suministrar servicio al mismo, como ocurre en sistemas móviles, donde las estaciones móviles usan antenas omnidireccionales.

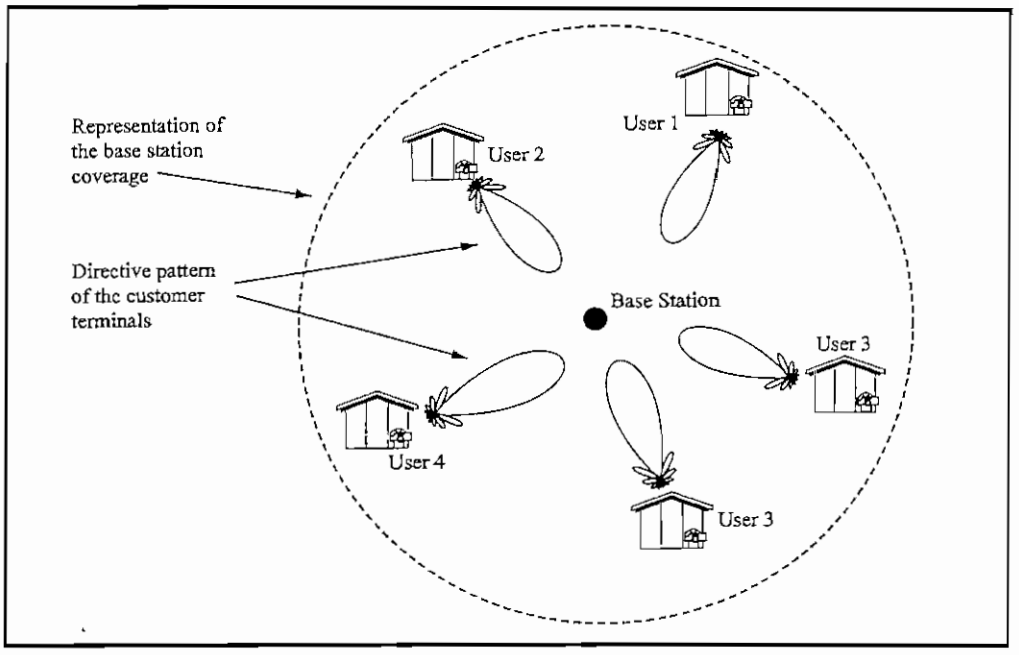


Figura 2.17 Configuración Convencional. [1]

Caso (2) Arreglo de Antenas en Configuraciones de Estación Base. En la misma forma que la configuración anterior, las estaciones del cliente usan antenas direccionales, pero ahora la estación base tiene un arreglo de antenas adaptivo. La provisión de un arreglo de antenas adaptivo en estaciones base está siendo ampliamente considerada como un mecanismo para reducir la interferencia co-canal en el planeamiento del sistema celular clásico. Sin embargo, el desarrollo de antenas direccionales en estaciones de usuario limita la selección de estaciones base para usuarios. En la figura 2.18 se muestra una posible configuración, cuando el usuario 5 prueba acceder a la estación base 1 (a la cual está previamente asignado dicho usuario), y la estación base tiene todos sus

canales ocupados, entonces la llamada es bloqueada a pesar de que las estaciones base 2 o 3 puedan conectarse con dicho suscriptor.

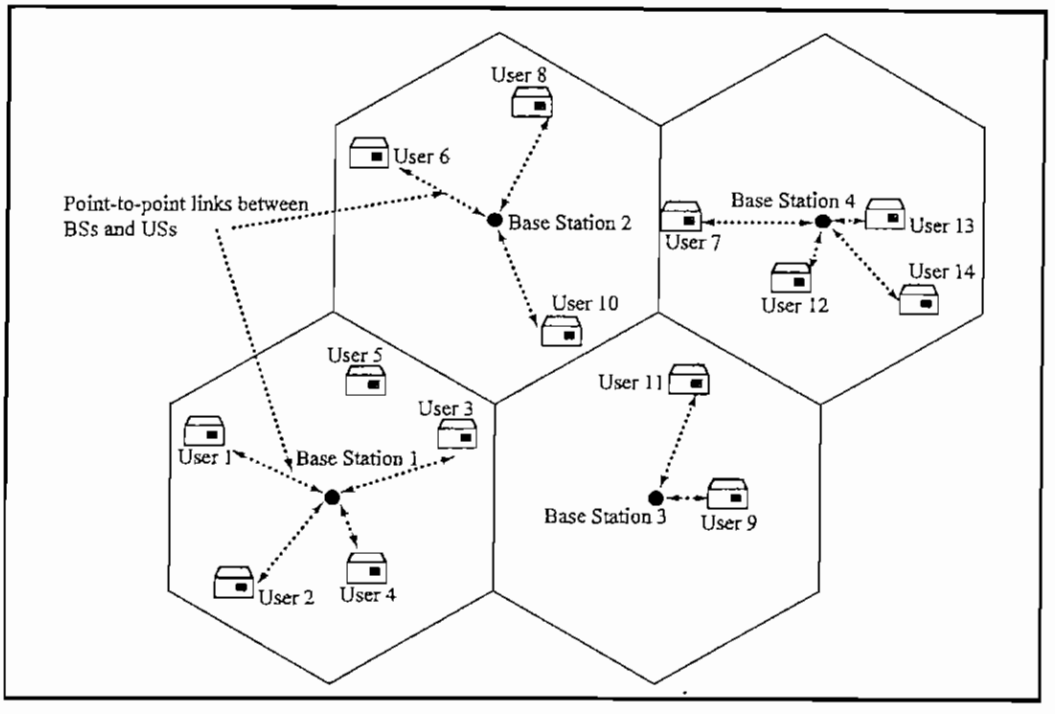


Figura 2.18 Configuración de la Estación Base con un Arreglo de Antenas Adoptivo. [1]

Caso (3) Antenas Omnidireccionales en el Establecimiento de un Usuario. Este plan considera que la estación base tiene un arreglo de antenas adaptivo como el caso (2), pero una antena omnidireccional se instala en una estación de abonado. Esta configuración ofrece al usuario la posibilidad de escoger entre varias estaciones base, tal que, si una estación base ha alcanzado su máxima capacidad, un usuario puede ser servido a través de las estaciones base vecinas.

Lo anterior se ilustra en la figura 2.19, donde el usuario 5 podría ser atendido ahora por la estación base 2. Esta es la configuración usada a través de sistemas inalámbricos como DECT (aunque usualmente las estaciones base DECT utilizan antenas tradicionales), cuyo estándar está siendo considerado por sistemas WLL.

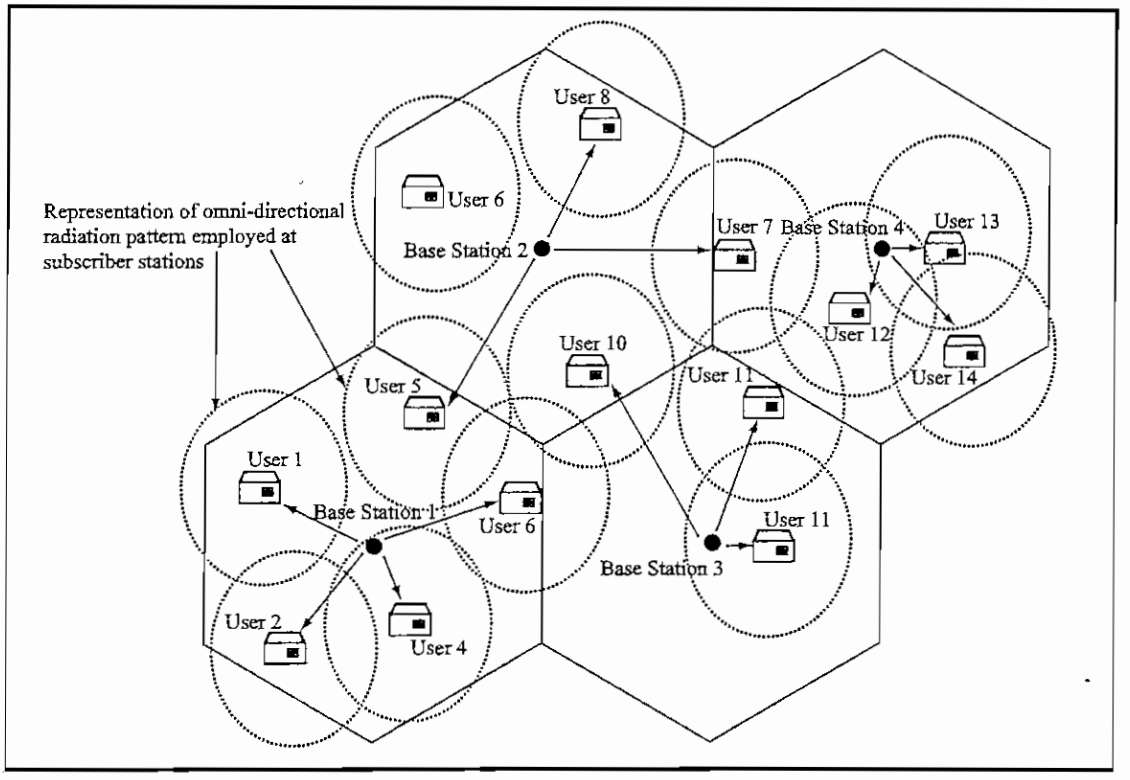


Figura 2.19 Estaciones de Abonado que Emplean Antenas Omnidireccionales. [1]

Caso (4) Arreglo de Antenas en Estaciones de Usuario. Un arreglo de antenas adaptivo en estaciones base se asume en esta configuración, pero ahora también se propone la utilización de un arreglo de antenas en estaciones de cliente. Esta configuración da flexibilidad a la estación de usuario para escoger al aspirante a estación base, las cuales son capaces de atender solicitudes bajo cierto criterio. Se propone que la estación de usuario examine y encuentre una estación base correcta. Una vez que una determinada estación base confirma a la estación del usuario la disponibilidad de un recurso para esa llamada, un enlace punto a punto se forma entre las estaciones (ver figura 2.20). Una ventaja es el incremento de la cobertura obtenida por medio de la alta ganancia de haces angostos en ambos enlaces.

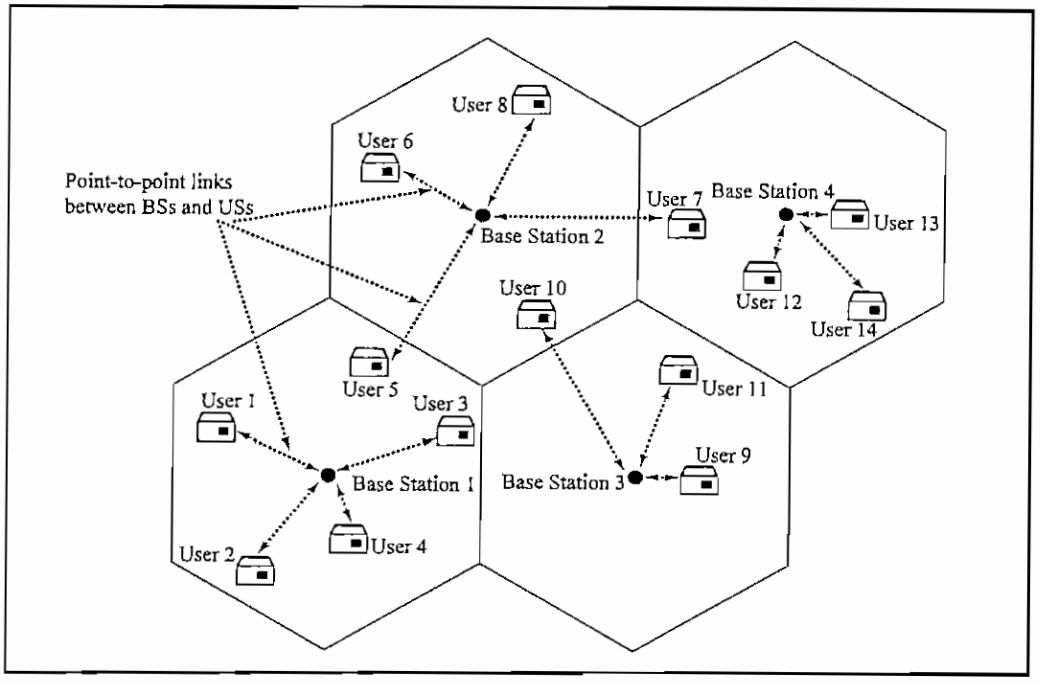


Figura 2.20 Configuración Propuesta: Arreglos de Antenas en Estaciones de Usuario. [1]

2.11 TECNOLOGÍAS DE LOS SISTEMAS WLL [1]

Los sistemas de WLL originales usaron normas de las tecnologías celulares e inalámbricas para ganar acceso al medio. Éstos funcionan a frecuencias bajas, que se han congestionado y resultan costosas, por lo que los operadores móviles son capaces de pagar tarifas altas. Sin embargo, en estos días, los sistemas WLL también utilizan otros sistemas propietarios de banda angosta o banda ancha en bandas de frecuencia que han sido proporcionadas por la UIT a nivel mundial. En general, las bandas de frecuencia que se han usado o se han regularizado para WLL, se describe en la tabla 2.2.

La revolución de WLL está comenzando. Los proveedores WLL y operadores están congregándose en mercados emergentes, usando cualquier tecnología inalámbrica disponible.

Puesto que WLL no tiene estándares definidos, los fabricantes se enfrentan con una variedad de opciones de acceso fijo, móvil y tecnologías digitales

inalámbricas. Últimamente, la tecnología apropiada depende de una serie de consideraciones de aplicación, tales como: dimensiones, densidad poblacional en el área geográfica servida (rural vs. urbana) y el servicio que necesita el suscriptor (Residencial vs. Comercial; POTS vs. Acceso de datos). En realidad, existen muy buenas razones de porqué diferentes tecnologías inalámbricas sirven mejor que otras.

FRECUENCIA	USO
400-500 MHz	Aplicaciones rurales principalmente con Sistemas Análogo Celular
800-1000 MHz	Radio celular digital en la mayoría de países
1.5 GHz	Típicamente para enlaces fijos y satelitales
1.7-2 GHz	Bandas celulares y sin cables en la mayoría de países
2.4 GHz	Típicamente para equipos industriales, científicos y médicos.
3.4-3.6 GHz	Estandarizado para WLL alrededor del mundo.
10 GHz	Recientemente estandarizada para WLL en algunos países.
28 GHz y 40 GHz	Para Sistemas de distribución de microonda alrededor del mundo.

Fuente: Stavroulakis Peter, Wireless Local Loop, Theory and Applications, Wiley, 2001, Chapter 1, page: 14.

Tabla 2.2: Frecuencias Usadas o Estandarizadas para WLL

El desafío de fabricantes WLL es identificar la tecnología inalámbrica óptima para sus necesidades de aplicación y reducción de costos por suscriptor, distribuyendo soluciones integradas al mercado. WLL se implementa en cinco categorías de tecnología inalámbrica. Ellas son:

- Celular Digital
- Celular Analógico
- Servicios de comunicaciones personales (PCS, *Personal Communication System).*
- DECT (*Digital Enhanced Cordless Telecomunication*)
- Implementaciones propietarias.

Cada una de estas tecnologías tienen una combinación de fortalezas y debilidades para aplicaciones WLL.

2.11.1 CELULAR ANÁLÓGICO

Debido a la amplia disponibilidad de servicios, resultado de la alta versatilidad de mercados, se encuentra el significado para usar sistemas celular analógicos para WLL. Existen 3 tipos de sistemas celular analógicos: AMPS (*Advanced Mobile Pone System*), NMT (*Nordic Mobile Telephone*), y TACS (*Total Access Communications System*). AMPS tiene muy poco mercado en USA, TACS y NMT desaparecieron totalmente.

Como plataforma, el sistema celular analógico tiene algunas limitaciones en cuestiones de capacidad y funcionalidad. Dado que los sistemas celulares analógicos proporcionan la mejor infraestructura para servir zonas de baja a media densidad de tráfico, se pronostico que los mismos contarían con el 19% de suscriptores a nivel mundial en el año 2001.

Considerando la coexistencia, la elección de estos sistemas para WLL es una mala solución; ya que son fuente de interferencia en el presente sistema de radio.

2.11.2 CELULAR DIGITAL

Estos sistemas han tenido un rápido crecimiento y reemplazan casi totalmente a los sistemas celulares analógicos. En el mundo, el estándar digital celular GSM (*Global System for Mobile Communications*), solución híbrida de TDMA, FDMA y CDMA; domina el mercado con el 60% de suscriptores.

Los sistemas celulares digitales juegan un papel importante en la provisión de WLL. Los sistemas análogo celular y digital celular tienen el beneficio de alta disponibilidad; además, soportan mas clientes que el servicio analógico.

GSM actualmente domina el mercado móvil celular, pero existe poca probabilidad de usar GSM como una plataforma WLL; GSM, en Europa, cedió el puesto como tecnología considerada para WLL a DECT.

CDMA parece ser el estándar mejor preparado para aplicaciones WLL. CDMA utiliza una técnica de modulación de espectro expandido (SS, *Spread Spectrum)* en el cual se utiliza un amplio rango de frecuencia para la transmisión, y la baja potencia de la señal del usuario se expande a través de amplias bandas de frecuencia. Eso ofrece alta capacidad, relativamente alta calidad de voz y alto nivel de privacidad.

2.11.3 PCS

PCS (*Personal Communication System*) es una filosofía de comunicación que debe ser personal, debe tener las características individuales de cada usuario, una comunicación móvil, en todo lugar, en todo momento, de referencia con un mismo número, y todo a través de un mismo equipo.[3]

Existen diversas definiciones de PCS provenientes de distintas entidades u organizaciones nacionales e internacionales.

- La Comisión Federal de las Comunicaciones *(Federal Communications Comission*, FCC), que es el organismo regulador de las telecomunicaciones en Estados Unidos, define PCS como "un sistema por el cual cada usuario puede intercambiar información con alguien a cualquier hora, en cualquier lugar, a través de algún tipo de dispositivo y usando un único número.

- La Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (*Telecommunications Industry Association*, TIA), lo define como " un conjunto de capacidades que permite algunas combinaciones de servicios de movilidad terminal y movilidad personal".

  El Instituto Nacional Americano de Estándares (American National Standards Institute, ANSI), por su parte, define PCS como un conjunto de capacidades que permiten alguna combinación de movilidad terminal, movilidad personal y manejo del perfil del servicio. De forma análoga el mismo concepto para lo que en síntesis está siendo desarrollado como "sistemas inalámbricos de tercera

generación", es definido en Europa como UMTS (Universal Mobile Telecommunications System).

Las características de los Sistemas PCS son:

- Movilidad personal y movilidad de terminal: Ofrecer servicios de comunicación sin importar la localización del usuario. Para esto los sistemas deben tener interfaces de conexión con redes actuales como PSTN, la red RDSI, redes de telefonía celular y los sistemas móviles basados en satélites y otras redes.
- Servicios multimedia de calidad: Ofrecen una amplia gama de servicios multimedia con buena calidad de voz, altas velocidades de datos, vídeo y el equivalente de aquellos servicios en la red RDSI.
- Servicio de Roaming global y automático: No hay limitación a una red.
- Único número: Este único número que identifica al usuario servirá de base a la movilidad personal.
- Alta capacidad: Técnicas avanzadas que permitan tener sistemas de alta capacidad.
- Handset universal: Un único y pequeño terminal manual o handset para acceder a los servicios disponibles.
- Seguridad: Mejorar aspectos de autenticación y privacidad, usando mecanismos de encriptación.

De acuerdo con la banda de operación y la cantidad de espectro asignado a cada licencia de operación, los PCS se clasifican en dos grupos:

- PCS Banda Estrecha, que operan en la banda de 900 MHz y utilizan 50 kHz por licencia.
- PCS Banda Ancha, que operan en la banda de 1900 MHz y son asignados 30 MHz por licencia.

El PCS Banda estrecha incluye todos los servicios basados en texto, es decir, todos los tipos de *paging* convencional (buscapersonas), los cuales representan la mensajería en tiempo no real. Sin embargo, los PCS Banda estrecha pueden ser utilizados para proveer nuevos servicios tales como mensajes de voz y reconocimiento bidireccional, así como también para el desarrollo de sistemas avanzados de *paging*.

Los servicios PCS Banda Ancha incluyen telefonía digital celular y telefonía básica inalámbrica, es decir, servicios de comunicación en tiempo real. Pueden ser usados en el desarrollo de servicios telefónicos inalámbricos más avanzados que permiten ubicar al suscriptor en cualquier sitio dado. Su utilidad es proveer una variedad de servicios móviles incluyendo una familia entera de nuevos dispositivos de comunicación, entre ellos teléfonos portátiles muy pequeños, livianos y multifunción, facsímiles portátiles y dispositivos con capacidades bidireccionales de datos. Adicionalmente, los PCS Banda Ancha tienen la capacidad de interacción con otras redes telefónicas, así como también con asistentes digitales personales, permitiendo a los suscriptores enviar y recibir datos y/o mensajes de video en forma inalámbrica.

En 1993 se constituyó un Comité Técnico Conjunto (*Joint Technical Committee*, JTC) para llegar a un acuerdo sobre 17 propuestas para la estandarización de los PCS en Estados Unidos. El Comité estaba conformado por la Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (*Telecommunications Industry Association*, TIA), en representación de los fabricantes, y por el comité T1 de la Alianza para Soluciones de la Industria de las Telecomunicaciones (*Alliance for Telecommunications Industry Solutions*, ATIS), en representación de los proveedores de servicios. Después de un tiempo de deliberaciones, surgieron siete estándares, los cuales están fundamentados en diferentes tecnologías. Los estándares resultantes se presentan en la siguiente tabla.[4]

Estándar	CDMA Híbrido	IS-95 A	PACS	D-AMPS	PCS 1900	PWT	W-CDMA
Tecnología en la que está basado	Nueva propuesta	IS-95 CDMA	WACS-PHS	IS-136A	GSM	DECT	Versión Banda ancha de IS-95

Fuente: http://www.control-systems.net/jdvelez/estudiantes/pcs/pcs.htm Telefonía PCS, 2004.

Tabla 2.3: Estándares propuestos para PCS.

2.11.4 DECT

La tecnología DECT (*Digital Enhanced Cordless Telecommunications*) fue originalmente desarrollada para suministrar acceso inalámbrico dentro de una residencia o negocio, entre una estación base y el terminal de usuario. DECT se considera WLL cuando un operador de red pública suministra servicios inalámbricos a través de esta tecnología.

La tecnología inalámbrica tiene ventajas en términos de escalabilidad y funcionalidad. En comparación con tecnologías móviles celulares, DECT es capaz de transportar altos niveles de tráfico, suministrar mejor calidad de voz, y puede transmitir datos a alta velocidad. La arquitectura de microcelda de DECT permite desarrollarse en pequeños incrementos con reducida necesidad de capital inicial. DECT originalmente soportaba pequeñas celdas (radio de 100 a 150 m) con movilidad a la velocidad del peatón. Para usar DECT en aplicaciones de WLL, uno de los problemas más importantes fue extender la cobertura máxima de la parte fija. Una solución es usar antenas direccionales para que el diámetro máximo de una celda pueda extenderse a varios kilómetros. Para aplicaciones rurales, se usa repetidoras, a expensas de la capacidad, pudiendo extenderse la cobertura.

La unidad básica de canal en DECT es un slot de tiempo por trama TDMA, que opera a 32 kbps. Si la velocidad de transmisión es más alta que 32 kbps se requiere usar múltiples slots de tiempo por trama. Por otra parte, si la velocidad de transmisión solicitada es más baja que 32 kbps, varios FSUs (*Fixed Subscriber Unit*) pueden compartir un canal de 32 kbps por saltos de slots de tiempo. DECT

ofrece una tasa de calidad digital de voz y transparencia del módem de la banda de voz a través de un codificador ADPCM (ITU-T G.726) de 32kbps o un PCM (ITU-T G.711) a 64kbps del servicio de portador.
DECT se diseña principalmente para apoyar movilidad a la rapidez del peatón. Hasta una velocidad máxima de 40 kph.

2.11.5 SISTEMAS PROPIETARIOS

Los sistemas propietarios WLL abarcan una variedad de tecnologías y de configuraciones. Estos sistemas se consideran propietarios porque no están disponibles en redes inalámbricas públicas y son modificados según los requisitos particulares de una aplicación específica. Generalmente no proporcionan movilidad.

2.11.5.1 Sistemas Propietarios de Banda Angosta WLL

El número de competidores en el bucle local y la capacidad de servicio, influye probablemente en su introducción, y por tanto en la capacidad y requisitos de la solución tecnológica. Entre los varios sistemas WLL que ya están siendo utilizados en varios mercados, perfilan los sistemas propietarios TDMA: E - TDMA de HNS y Proximity I/II de Nortel: los sistemas propietarios CDMA: QCTel de Qualcomm, Airloop de Lucent y Airspan de DSC, y finalmente el sistema de Multi-ganancia FH-CDMA/TDMA de Tadiran (ver anexo B, 2.1).

2.11.5.2 Sistemas Propietarios de Banda Ancha WLL

Varios sistemas se han propuesto y llevado a cabo usando las técnicas de WLL para entregar televisión *broadcast*. Estos sistemas ofrecen ventajas sobre la emisión normal televisiva ya que pueden proporcionar muchos más canales y pueden ofrecer ventajas sobre los otros sistemas WLL discutidos aquí en su habilidad para entregar servicios de banda ancha. La distribución de microonda tiende a transmitirse a frecuencias muy altas, como 40 GHz, donde significativamente existe más ancho de banda disponible; de esta manera pueden

ofrecerse servicios de mayor ancho de banda. Sin embargo, tales frecuencias altas producen distancias de propagación más cortas y el equipo es más costoso. Además, a esas frecuencias el desvanecimiento por lluvia puede ser un problema significativo en algunas regiones, haciendo la recepción inestable.

Los primeros sistemas de distribución de microonda fueron implementados en los Estados Unidos, y se llaman *Sistemas de distribución Multipunto Multicanal* (MMDS). Los sistemas operan a 2.15 GHz y 2.682 GHz, suministrando un máximo de 33 canales de televisión analógica, con un ancho de banda de 500 MHz. Estos eran completamente sistemas *broadcast*, y en modo simplex total (sin *uplink*). Sin embargo, comparando la televisión por cable y los sistemas satélitales que brindan de 30 a 60 y de 150 a 200 canales de video respectivamente, los operadores de MMDS tenían que acudir a las técnicas de compresión digital para ser competitivos. Muchos de tales sistemas todavía están en existencia entre 2.5 y 3 GHz, pero con la introducción de DVB (*Digital Broadcasting*), estos pasarán de moda.

Después de MMDS, se introdujeron sistemas de distribución digitales que operan a 29 GHz en los Estados Unidos y los países del Pacífico Asiático. Los sistemas, conocidos como *Sistemas de Distribución Local Multipunto* (LMDS), pueden proporcionar muchos más canales con una mejor calidad, pero el rango de distancia es más bajo. Es considerado como un candidato fuerte para la próxima generación de servicios de banda ancha WLL (B-WLL)[1]. El espectro para LMDS difiere de un país a otro pero normalmente está en la banda de los 20 - 30 GHz. Las aplicaciones de LMDS incluyen una variedad de servicios, como: POTS, ISDN, ISDN de banda ancha (B-ISDN), distribución programada de televisión, videoconferencia, VoD *(Video on Demand), teleshopping*, y acceso a Internet. LMDS puede ofrecer servicios inalámbricos bidireccionales.

Las principales desventajas de MMDS y LMDS son la interferencia co-canal de otras celdas y las limitaciones en la cobertura (40 km para MMDS y 8 km para LMDS). Las señales de radio milimétricas no penetran árboles, así que se requieren caminos de propagación con línea de vista. Este requisito puede hacer

difícil la colocación de la antena en la casa del abonado. Sin embargo, a pesar de las localizaciones fijas del transmisor y receptor, la influencia del movimiento de tráfico y follaje, incluso en una situación con línea de vista, crea un ambiente de desvanecimiento, que es mucho más hostil que para los sistemas móviles celulares convencionales, a 2 GHz.

Otro problema serio en servicios multimedia inalámbricos es el tráfico asimétrico entre el enlace de subida y el enlace de bajada, por ejemplo, el acceso a Internet o la informática remota. En estas aplicaciones, se transmiten peticiones cortas en el enlace de subida, y regresan archivos relativamente grandes en el enlace de bajada; en estos casos, si ambos enlaces tienen el mismo ancho de banda, la capacidad del sistema puede limitarse en el enlace de bajada. Esto, a su vez, resulta en pérdida del ancho de banda del enlace de subida y, finalmente, ineficacia del espectro utilizado. Para cubrir con el desequilibrio de tráfico, el espectro asignado para LMDS es asimétrico entre el enlace de subida y el enlace de bajada. Puesto que LMDS es un sistema FDD, el ancho de banda del enlace de bajada debe ser apropiadamente más grande que el enlace de subida. Otra solución para esto es usar un dúplex de división de tiempo (TDD) entre los dos enlaces. Así, los sistemas CDMA/TDD tienen los méritos de CDMA (en capacidad) y las ventajas de TDD (flexibilidad en la asignación de recursos).

Iniciativas similares en Estados Unidos y Europa tienen en la mira a un sistema que opera a 40 GHz, Sistema de Distribución de Video Microonda (MVDS, *Microwave Video Distribution System*). A principios del proceso de desarrollo de MVDS, este puso de manifiesto que podría competir con el cableado y maximizar los ingresos, pero esto se exigiría un enlace de retorno del abonado hacia el proveedor. Eso permite voz y concesión de datos limitado, por ejemplo, selección de películas de vídeo. Sistemas capaces de proporcionar semejante enlace están ahora en una fase de ensayo. El enlace de retorno puede proporcionar alrededor de 20 kbps de datos.

Los sistemas MVDS todavía están en fases primarias de desarrollo, así que es difícil de proporcionar cantidades significantivas de información en productos

[1] LMDS está siendo estandarizado por IEEE bajo el estándar 802.16.

particulares. Puede verse que en términos de provisión de telefonía, MVDS es inferior a otros sistemas WLL. Sin embargo, cuando la telefonía se ve como un servicio ofrecido en la distribución de video, parece más atractivo. Es demasiado temprano decir si la economía de MVDS permitirá al componente de telefonía ser lo suficientemente barato para que los usuarios acepten sus limitaciones relativas. Sin embargo, para muchos usuarios, la telefonía es un servicio crítico en el cual no se comprometerán para obtener algo de ahorro. Así, por lo menos durante los próximos años, es improbable que los sistemas de distribución microonda proporcionen un servicio WLL aceptable. En cambio, ellos proveen una alternativa inalámbrica al operador de cable (ver anexo B, 2.2).

2.12 APLICACIONES

Las aplicaciones de WLL incluyen una variedad de servicios como POTS, distribución de programas de televisión, video conferencia, circuitos dedicados, video sobre demanda (VOD), *teleshopping*, y acceso a Internet.

Con transmisión de datos a alta velocidad se puede proveer servicios de ISDN inalámbrico.

REFERENCIA

[1] Stavroulakis Peter, Wireless Local Loops, Theory and Applications Editorial Wiley, New York, 2001, Chapter: 1, 2, 3, 9, pages: 3-8, 36-37, 40-41,57-63, 70-75, 194-198.

[2] Pandya Raj, Introduction to WLL: Application and Deployment for Fixed and Broadband Services, IEEE Series on Digital & Mobile Communication, 2004, chapters: 1, 4, 5, pages: 18-21, 83-85, 95-96, 95-96, 104-115.

[3] www.ahciet.net/tecnologia/inalambricos/inalam05.pdf, Los servicios de comunicación personales y el sistema Globalstar, Ricardo Martinezgarza. *Globalstar México,* 2004.

[4] http://www.control-systems.net/jdvelez/estudiantes/pcs/pcs.htm Telefonía PCS, 2004.

REFERENCIA DE GRÁFICOS

[1] Stavroulakis Peter, Wireless Local Loop, Theory and Applications, Wiley, 2001, Chapter: 2, 3 pages: 37, 58, 72-74

[2] Pandya Raj, Introduction to WLL: Application and Deployment for Fixed and Broadband Services, IEEE Series on Digital & Mobile Communication, 2004, chapter 1, 2, 4, pages: 23, 24, 26, 18, 19, 84, 85, 96, 106, 107, 110-114.

DISEÑO DE LA RED DE TELEFONÍA QUE OPERA CON SISTEMAS DE ACCESO FIJO INALÁMBRICO

3.1 GENERALIDADES

Del análisis de la situación actual de la telefonía fija alámbrica realizado en el capítulo 1, se concluye que las zonas donde se realizará el diseño son las diez parroquias rurales que conforman el cantón Latacunga y la parroquia urbana de San Buenaventura, debido a que estas zonas se encuentran poco abastecidas de servicio telefónico.

En el presente capítulo se realizará el diseño de la red considerando la banda de frecuencia en la que puede operar el sistema en el país y las leyes que rigen los servicios que puede brindar el sistema, la selección de la tecnología que más se ajuste a las necesidades de las zonas, y los parámetros técnicos de la red.

3.1.1 ESTUDIOS DE ESTANDARIZACIÓN SOBRE SISTEMAS DE ACCESO FIJO INALÁMBRICO [1]

La estandarización de varios aspectos de los sistemas de acceso fijo inalámbrico es llevada a cabo por organizaciones internacionales (SDO, *Standards Development Organizations*) como la ITU (*International Telecommunications Union*) y ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*). El alcance de estos estudios incluye la identificación del espectro adecuado de frecuencia, métodos eficientes para compartir el espectro entre diferentes servicios inalámbricos, y especificación de subsistemas de radio para la eficiente utilización del mismo.

ITU es una de las Agencias Especializadas de las Naciones Unidas con el mandato de facilitar el desarrollo y la implementación de servicios de telecomunicaciones en el mundo entero. Como muestra la Figura 3.1 las actividades de la ITU están divididas dentro de tres amplios sectores con amplias

áreas de actividades asignadas para grupos de estudio (SG, *Study Group*) en cada sector.

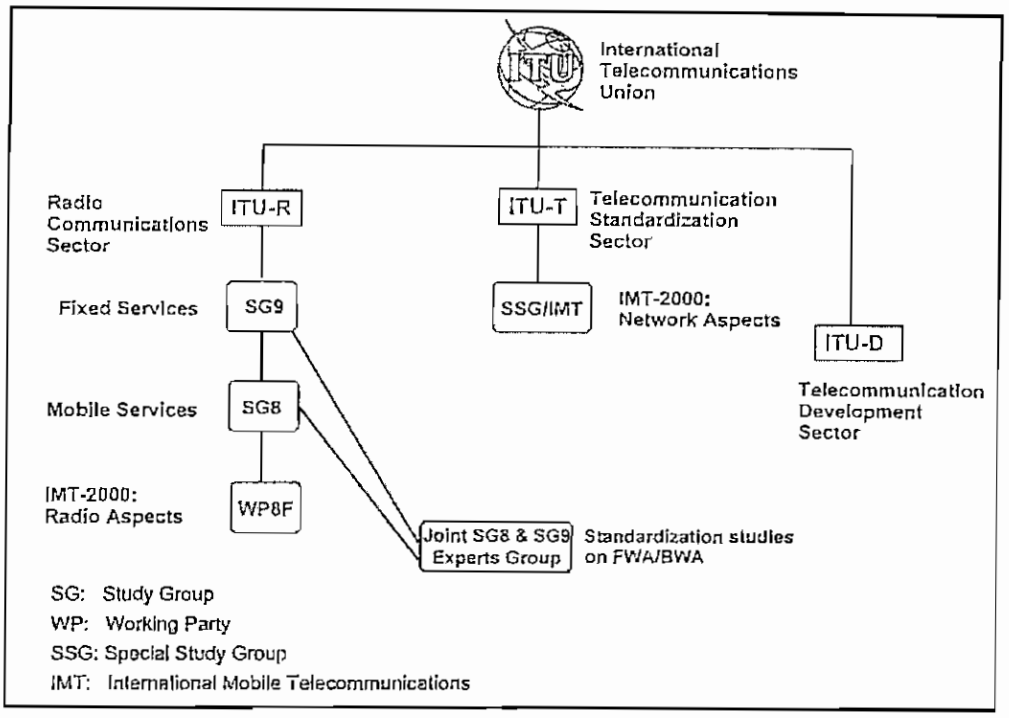


Figura 3.1 Estructura ITU y grupos de estudio implicados en estudios vinculados con WLL.[1]

Los tres sectores de la ITU son:

- **ITU-R:** Realiza la estandarización relacionada con regulación y administración del espectro de radio frecuencia y orbitas satelitales.
- **ITU-T:** Ajusta los estándares de telecomunicaciones para facilitar la interconexión de las redes de telecomunicaciones en todo el mundo, y la entrega de servicios de telecomunicaciones.
- **ITU-D:** Suministra asistencia técnica y promueve la cooperación internacional para el mejoramiento de la infraestructura de telecomunicaciones en países desarrollados, y en vías de desarrollo.

3.1.2 BANDAS Y ASIGNACIÒN DE LICENCIAS DE WLL EN ECUADOR

En Ecuador la banda de frecuencia atribuida a los sistemas de acceso fijo inalámbrico es: 3.4-3.7 GHz (Tabla 3.1).

Banda	CONATEL ECUADOR	Notas
3 400 – 3 500 MHz	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Aficionados Móvil Radiolocalización S5.433 S5.282	EQA. 210
3 500 – 3 700 MHz	FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización S5.433	EQA. 210

Fuente: Plan Nacional de Frecuencias, Secretaria Nacional de Telecomunicaciones, Septiembre 2000.

Tabla 3.1: Cuadro de Atribuciones de Banda de Frecuencia.

EQA.210 En la banda 3.400 – 3.500 MHz, atribuida a los servicios FIJO, FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra), operan Sistemas de Acceso Fijo Inalámbrico (FWA).

En la banda 3.500 – 3.700 MHz, atribuida a los servicios FIJO, FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) y MÓVIL salvo móvil aeronáutico, operan Sistemas de Acceso Fijo Inalámbrico (FWA) también llamado WLL.[2]

Con el fin de ampliar el mercado de empresas prestadoras de servicios de telecomunicaciones, el CONATEL convocó a un proceso de subasta pública para otorgar en concesión el Servicio Final de Telefonía Fija Local, Servicio de Telefonía Pública a través de su propia infraestructura y Servicio Portador. El proceso de subasta incluyó el otorgamiento del permiso para prestar Servicios de Valor Agregado, y la concesión de tres bloques de frecuencias para operar sistemas de acceso fijo inalámbrico (WLL) en las bandas de 3.4 - 3.5 GHz y 3.5 - 3.6 GHz (cada sub-banda comprende dos bloques de 25 MHz con un total de 50 MHz), en todo el territorio de la República del Ecuador (Tabla 3.2).

El 24 de julio de 2002[3] se subastaron dos de las tres licencias WLL (*Wireless Local Loop*) nacionales, en venta adjudicada a firmas locales. Las compañías que adquirieron las licencias fueron: el mayor operador de televisión por cable del país -Consorcio TVCable- , que pagó por la banda B-B´ la cantidad de USD 3'160.950 y Ecuador Telecom -unidad de Sakon Holding que se le adjudicó la banda C-C´ en la cantidad de US 2'059.999. La licencia de la banda D no recibió ninguna oferta [4] (Tabla 3.3).

Con el ingreso de las operadoras, los usuarios tendrán más opciones, especialmente si aplican su tecnología en las zonas urbano marginales y rurales del país; "Algo que Pacifictel y Andinatel también concesionarias de este servicio, no han sabido explotar".[5] [1]

Concurso	Área de Concesión	Bloques	Servicios
WLL	Nivel Nacional	Tres bloques en las bandas de 3.425 a 3.5 GHz y de 3.525 a 3.6 (cada banda comprende dos subbandas de 25 MHz con un total de 50 MHz)	Servicio Final de Telefonía Fija Local, Servicio de Telefonía Pública, Servicio Portador y Servicio de Valor Agregado

Fuente: Anexo 3 Bases para la subasta de WLL en Ecuador.

Tabla 3.2: Bloques de frecuencias que integraron la subasta.[6]

BLOQUE	Rx/Tx	BLOQUE	Tx/Rx	Compañías que tienen la licencia
B	3.425 a 3.450	B´	3.525 a 3550	Consorcio TVCable
C	3.450 a 3.475	C´	3.550 a 3.575	Ecuador Telecom.
D	3.475 a 3.500	D´	3.575 a 3.600	No recibió ninguna oferta.

Fuente: Anexo 3 Bases para la subasta de WLL en Ecuador.

Tabla 3.3: Bandas 3.425 a 3.500 MHz. y 3.525 a 3.600 MHz.

[1] Citado en el discurso de concesión por parte del Presidente del CONATEL Ing. José Pileggi, año 2002.

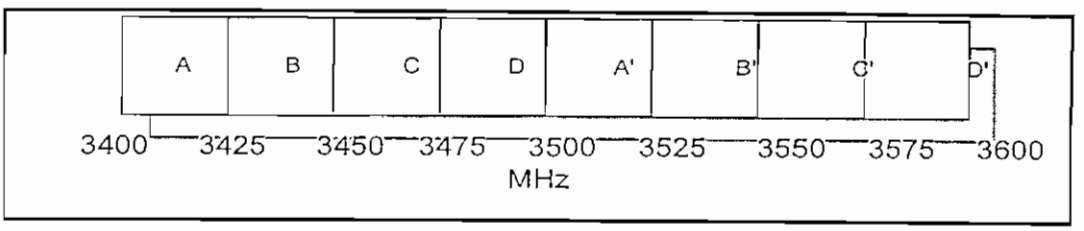


Figura 3.2 Bandas de frecuencia para WLL

3.1.3 LEYES APLICABLES A LOS SISTEMAS DE ACCESO FIJO INALÁMBRICO

En nuestro país no se establece aún un reglamento específico para la regulación de sistemas de acceso fijo inalámbrico, sin embargo, "el proceso de subasta de las licencias de WLL se rigió por la Ley Especial de Telecomunicaciones y su Reglamento General, asimismo, sus disposiciones complementarias, suplementarias, reglamentarias y modificatorias tanto de estas normas como de lo que corresponda a las mencionadas a continuación: las presentes Bases; el Reglamento para Otorgar Concesiones de los Servicios de Telecomunicaciones; el Reglamento de Servicios Portadores; el Reglamento de Telefonía Pública; el Plan Nacional de Frecuencias; otras normas que regulan los Servicios de Telecomunicaciones; entre ellas los Tratados Internacionales que versan sobre telecomunicaciones que son de observancia obligatoria en el Ecuador; la Ley de Compañías; el Código de Comercio; el Código Civil y las demás Leyes Aplicables a la subasta, según sean modificadas, derogadas, sustituidas o interpretadas en el futuro". [7]

La red de telefonía fija inalámbrica que opera con sistemas de acceso fijo inalámbrico para el cantón Latacunga prestará servicios finales de telefonía fija e Internet, por tal motivo es necesario considerar los siguientes reglamentos y leyes antes de realizar el diseño.

- *Ley especial de Telecomunicaciones* [8]: El artículo 1 menciona que la ley tiene por "objeto normar en el territorio nacional la instalación, operación,

utilización y desarrollo de toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, imágenes, sonidos e información de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos y otros sistemas electromagnéticos."

Respecto a la naturaleza del servicio el artículo 6 dice que: "las telecomunicaciones constituyen un servicio de necesidad, utilidad, seguridad pública y son de atribución privativa y de responsabilidad del Estado."

El capítulo IV, artículo 25, hace mención de que "todas las personas naturales o jurídicas, ecuatorianas o extranjeras, tienen derecho a utilizar los servicios públicos de telecomunicaciones condicionado a las normas establecidas en los reglamentos y al pago de las tasas y tarifas respectivas. " Además, "las empresas legalmente autorizadas establecerán los mecanismos necesarios para garantizar el ejercicio de los derechos de los usuarios.

La ley especial de telecomunicaciones se encarga de normar a nivel nacional asuntos relacionados con la transmisión de información por sistemas electromagnéticos, además contempla el derecho que tienen los habitantes de acceder al servicio básico de telecomunicaciones, el cual constituye una necesidad que es responsabilidad del estado, por lo tanto la red telefónica que opera con sistemas de acceso fijo inalámbrico para el cantón Latacunga debe ser legalmente autorizada para prestar servicios de telecomunicaciones, considerando los derechos de los suscriptores.

- *Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada* [9]: El artículo 22 define al Servicio Universal como "la obligación de extender el acceso de un conjunto definido de servicios de telecomunicaciones aprobados por el CONATEL a todos los habitantes del territorio nacional, sin perjuicio de su condición económica, social o su localización geográfica, a precio asequible y con la calidad debida". Este concepto también se

define en el reglamento del fondo para el desarrollo de telecomunicaciones en áreas rurales y urbano- marginales.
"La implantación de los proyectos del servicio universal en áreas rurales y urbano-marginales, que no hayan sido contemplados en los planes de expansión de los prestadores de servicios aprobados por el CONATEL ni en los títulos habilitantes, será financiada con recursos provenientes del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano Marginales FODETEL."

El artículo 27 menciona que "para la planificación, ejecución u operación de los proyectos a ser financiados con los recursos del FODETEL, la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones previa autorización del CONATEL, podrá contratar, mediante procedimientos públicos competitivos, basados en el menor subsidio explícito u otros parámetros de selección, en áreas específicas con cualquier persona natural o jurídica debidamente calificada."

La telefonía es un servicio universal que debe ser provisto a la población sin discriminación alguna, por ello es importante que se establezcan mecanismos de ayuda, como el FODETEL, para que en parte financien proyectos que beneficien a la sociedad, aunque estos no sean rentables.

- ***Reglamento del fondo para el desarrollo de las telecomunicaciones en áreas rurales y urbano marginales*** [10]. Según el artículo 1 "El reglamento norma la administración, financiamiento, operación y fiscalización del Fondo para el desarrollo de las telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano marginales, en adelante FODETEL."

El artículo 2 menciona que el contrato de financiamiento "es el convenio administrativo mediante el cual se otorga financiamiento para infraestructura de programas y proyectos del FODETEL. Cuando así se establezca en las bases o disposiciones pertinentes, el contrato de financiamiento podrá incluir estipulaciones respecto de la operación, mantenimiento y subsidios directos a los usuarios."

Del Fondo para el desarrollo de las telecomunicaciones, FODETEL, el artículo 3 menciona que es un "fondo para el desarrollo de las telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano-marginales, contará con recursos económicos cuyo destino exclusivo será el desarrollo de los servicios de telecomunicaciones para la prestación del servicio universal."

De los programas y proyectos financiados por el FODETEL, el artículo 21 dice que "los programas se establecerán sobre la base de estudios de la mejor relación costo/beneficio económico. Adicionalmente, se tomarán en cuenta los siguientes parámetros de prioridad;

a) provisión de servicios en áreas no servidas;
b) Incremento del servicio en áreas con menor índice de penetración;
c) Atención a las áreas de educación, salud, producción y medio ambiente;
d) Atención a las zonas fronterizas;

Estos programas podrán ser implementados mediante la instalación, entre otros, de cabinas públicas, telecentros comunitarios polivalentes, centros de atención y terminales domiciliarias."

El proyecto a efectuarse en el cantón Latacunga está enfocado para prestar servicio de telefonía e Internet en las zonas donde no se brinda o es deficiente, según la información recopilada en el capítulo 1; las zonas con mayor necesidad son todas las parroquias rurales y la parroquia urbana de San Buenaventura, zonas que no han sido contempladas en los planes de expansión de los prestadores de servicios de la localidad, por tal razón es necesario considerar en el proyecto el reglamento del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano Marginales; con la posibilidad de que pueda ser financiado por el FODETEL.

- *Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones.*[11] Según el artículo 3 de este reglamento "la concesión es la delegación del Estado para la instalación , prestación y explotación de los servicios finales y portadores de telecomunicaciones y la asignación de uso de frecuencias de espectro radioeléctrico correspondiente, mediante la suscripción de un contrato autorizado por el CONATEL y celebrado por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, con una persona natural o jurídica domiciliada en el Ecuador y que tenga capacidad legal, técnica y financiera.

  Las concesiones para la prestación de servicios de telecomunicaciones se otorgarán a solicitud de parte, mediante:

  1. Adjudicación directa
  2. Proceso público competitivo de ofertas; y o
  3. Proceso de subasta pública de frecuencias.

  Los contratos de concesión tendrán una duración máxima de quince (15) años."

  En el capítulo VIII del servicio universal y del fondo de desarrollo de las telecomunicaciones, el artículo 47 menciona que "se constituye el Fondo para el desarrollo de las telecomunicaciones en áreas rurales y urbano marginales, FODETEL. Para la conformación de este Fondo, todos los prestadores de servicios de telecomunicaciones, aportarán una contribución anual sobre sus ingresos. Esta contribución, se fija en el uno por ciento (1%) de los ingresos totales facturados y percibidos por los prestadores de servicios de telecomunicaciones del año inmediato anterior. La recaudación se realizará en forma trimestral y su liquidación se efectuará al final del ejercicio económico. Esta contribución podrá ser revisada por el CONATEL, cada cinco años, sobre la base de los programas que deban ejecutarse.

  El establecimiento, administración, financiamiento, operación y supervisión del Fondo para el desarrollo de las telecomunicaciones en las áreas rurales

y urbano-marginales se realizará a través del reglamento del Fondo para el Desarrollo de las telecomunicaciones en áreas rurales y urbano-marginales (FODETEL) aprobado por el CONATEL.

El otorgamiento de títulos habilitantes para la prestación de servicios de telecomunicaciones considerados como Servicio Universal, se ejecutará de acuerdo a lo establecido en el reglamento del FODETEL"

El proyecto está dirigido para que sea implementado por ANDINATEL S.A., empresa que ya tiene la concesión para explotar los servicios finales de telecomunicación, por lo tanto no se contempla los gastos que demandan la obtención de una concesión, cabe recalcar que el 1% que aportan anualmente las operadoras sirve para financiar los proyectos auspiciados por el FODETEL .

- ***Reglamento de Radiocomunicaciones.***[13] El artículo 2 de este reglamento define el servicio de radiocomunicación como "el servicio que implica la transmisión, emisión o la recepción de ondas radioeléctricas para fines específicos de telecomunicación. Los diferentes servicios de radiocomunicación se definen en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT."

El artículo 4 menciona que "todo servicio de radiocomunicación debe tener la autorización correspondiente de la SNT. El control y monitoreo del espectro y de los sistemas y servicios de radiocomunicación lo realizará la SUPTEL", además, en el artículo 5 establece la libre y leal competencia entre los concesionarios o usuarios de los servicios de radiocomunicación.

De los sistemas de radiocomunicación el artículo 6 los clasifica en "Sistemas privados y Sistemas de explotación. Los sistemas privados "son aquellos que están destinados para uso exclusivo del usuario. Se consideran también sistemas privados los sistemas de radiocomunicación para ayuda a la comunidad. Se prohíbe expresamente alquilar el sistema a

terceras personas" (artículo 7). Los sistemas de explotación "son aquellos que están destinados a dar servicio al público en régimen de libre competencia. Estos sistemas bajo ningún punto de vista serán tratados como sistemas de radiocomunicación para ayuda a la comunidad" (artículo 8).

El artículo 9 menciona que "las concesiones de los servicios de radiocomunicación que operan bajo sistemas de explotación, se regirán conforme a lo establecido en el Reglamento de Concesiones de los Servicios de Telecomunicaciones".

La duración del contrato de autorización de uso de frecuencias para los Sistemas de Radiocomunicación tendrá una duración de cinco años. (Artículo 15)

Los sistemas que no requieren autorización son "los usuarios del espectro radioeléctrico que operen equipos de radiocomunicaciones con potencias menores a 100 mW sin antenas directivas y que no correspondan a sistemas de última milla y los que operen al interior de locales, edificios y en general áreas privadas con potencias menores a 300 mW sin antenas exteriores, en cualquier tecnología, no requieren autorización del CONATEL" (Artículo 23).

De la instalación y operación el artículo 27 menciona que "los sistemas de radiocomunicación serán instalados y puestos en operación dentro del plazo establecido en las normas técnicas de cada uno de los servicios, prorrogable por el mismo periodo y por una sola vez, previa solicitud del concesionario o usuario". Además, "el concesionario o usuario será el único responsable por las interferencias perjudiciales o por daños que puedan causar sus instalaciones a otros sistemas de radiocomunicación o a terceros, por lo cual está obligado a solucionarlos a su costo y en el tiempo que determine la SUPTEL una vez que los haya comprobado."

De la identificación de las estaciones el artículo 40 dice que "todas las estaciones de un sistema de radiocomunicación deben tener una identificación otorgada por SNT. La identificación visual contendrá información que indica el servicio, el periodo de validez y otros datos que la SNT considere pertinente. La identificación operativa se implementa mediante indicativos o distintivos de llamada que son códigos alfanuméricos mediante los cuales el usuario de la estación tiene la obligación de identificarse con propósitos de control mediante codificación digital propia del equipo."

La red diseñada utiliza un sistema de radiocomunicación destinada a dar servicio a la comunidad que opera con equipos de radiocomunicaciones con potencias superiores a 300mW, por lo cual requiere una autorización del CONATEL para usar el espectro radioeléctrico.

- ***Reglamento de interconexión*** [14]: El artículo 5 establece la libertad de contratación que permite la interconexión con otra red pública de telecomunicación, este menciona: "Los prestadores de servicios de telecomunicaciones a través de redes públicas de telecomunicaciones, podrán convenir libremente precios, términos y condiciones de interconexión. Los acuerdos no contendrán condiciones técnicas o económicas que impidan, demoren o dificulten la interconexión. La interconexión podrá hacerse en cualquier punto de la red donde sea técnica y económicamente factible, salvaguardando la calidad del servicio".

  El artículo 7 menciona que "la interconexión se deberá desarrollar bajo el concepto de desagregación de elementos. El pago por la provisión de dichos elementos se establecerá de conformidad con el criterio de costos establecido en este Reglamento. Se consideran elementos para la interconexión, entre otros, los siguientes:

  a) Puntos de origen y terminación de comunicaciones locales;
  b) Conmutación;

c) Señalización;
d) Transmisión entre centrales;
e) Los sistemas de apoyo operacional para facilitar, gestionar y mantener la interconexión;
f) Servicios de asistencia a los abonados, tales como: emergencia, información, directorio, operadora y servicios de red inteligente;
g) Acceso a elementos auxiliares y a elementos que sean usados por ambas partes al mismo tiempo, siempre y cuando sea factible y económicamente viable, tales como derechos de vía, ductos, postes, torres, energía e instalaciones físicas en general y otros;
h) La facturación y recaudación, así como toda aquella información necesaria para poder facturar y cobrar a los usuarios;
i) Disponibilidad de espacio co-ubicación para la ubicación de equipos."

Respecto a la determinación de cargos de interconexión el artículo 9 menciona: "Los cargos por interconexión y manejo del tráfico que perciba la operadora de una red, deberán estar determinados en base a los requerimientos técnicos de los enlaces de interconexión que se establezcan entre las redes a interconectar, tales como: cantidad, capacidad y velocidad, así como los cargos por el uso de las instalaciones y equipos involucrados en la interconexión. Las partes negociarán los cargos de interconexión sobre la base de los costos de operación, mantenimiento y reposición de las inversiones involucradas y una retribución al capital. A los fines de interconexión, las partes involucradas deberán considerar clases de servicio, horarios, y el impacto de los mecanismos de ajuste tarifario descritos en los contratos de concesión. No existirán descuentos por volumen en interconexión.

La metodología para determinación de los cargos de interconexión y sus formas de pago serán libremente negociadas entre las partes atendiendo los principios señalados del Reglamento."

La red telefónica que opera con sistemas de acceso fijo inalámbrico se diseño para que coexista con la red de telefonía fija alámbrica de ANDINATEL S.A., por lo cual los cargos de interconexión a la oficina central de conmutación local no se consideran.

3.2 TECNOLOGÍAS DE IMPLEMENTACIÓN

WLL (*Wireless Local Loop*) puede utilizar varias tecnologías para la implementación de sus redes.

- Celular analógico
    - AMPS (*Advanced Mobile Phone System*),
- Celular digital
    - GSM WLL
    - CDMA
- Sistema de comunicación personal (PCS, *Personal Communication System).*
- DECT (*Digital Enhanced Cordless Telecomunication*)
- Sistemas de banda ancha
    - 802.11
    - MMDS
    - LMDS
    - MVDS
    - 802.16 (WiMax)
- Sistemas propietarios de Banda Angosta:
    - HNS E-TDMA
    - Nortel Proximity I / Proximity II
    - Qualcomm QCTel
    - Lucent Airloop
    - Airspan
    - Tadiran Multigain
- Sistemas propietarios de Banda Ancha
    - HNS AlReach Broanband

- Motorola SpectraPoint
- Nortel Reunion
- Alcatel Evolium

De los sistemas enunciados los que más se ajustan a los requerimientos de diseño, por razones de frecuencia de operación (3.4 –3.7 GHz), son:

- Lucent Airloop
- HNS AIReach Broadband
- Nortel Reunion
- Airspan

3.2.1 LUCENT AIRLOOP

El sistema Lucent Airloop puede ser instalado donde el proveedor lo necesite con un costo efectivo de servicios extendidos, ofreciendo transmisión de voz digital (PCM de 64 kbps), acceso a Internet con velocidades ISDN (64, 128 o 144 kbps), fax y servicio de datos.

El sistema Lucent Airloop es un sistema de bucle inalámbrico con espectro expandido (*spread spectrum*) que suministra las mismas características de voz y datos básicas como en de redes de bucle local alámbrico, pero con una fracción de intervalos y costos de la telefonía alámbrica para hogares y negocios.[15]

La posibilidad de rápido despliegue del sistema Airloop capacita al operador para dar servicio a los suscriptores casi inmediatamente, sin gastar tiempo en el tendido del cable si la infraestructura cableada no ha sido implementada. [16]

Las características técnicas más relevantes se encuentran en el Anexo B, 2.1.4. La razón por la cual no se realizará el diseño con está tecnología es por falta de información acerca de los equipos, así como también deficiente información de sistemas punto a punto y punto a multipunto.

3.2.2 HNS ALREACH BROADBAND

HNS es una tecnología diseñada para la siguiente generación de comunicaciones de alta velocidad, incluyendo video, datos, voz, multimedia y servicios de Internet.

AlReach Broadband asigna el ancho de banda en demanda, así como la voz y la concentración de datos por medio de la administración dinámica del ancho de banda que hace a las soluciones inalámbricas muy competitivas económicamente. [17]

HNS es una tecnología europea, de la cual no se tiene suficiente información en cuanto a equipos y parámetros técnicos, por lo cual resulta muy complicado aplicarlo en el diseño de la red.

3.2.3 NORTEL NETWORKS

Las redes inalámbricas se desarrollan sobre una serie de tecnologías inalámbricas diferentes, cada una de las cuales tiene rutas claras de evolución a las redes de próxima generación, para alinearse con las demandas y requisitos de operadores y suscriptores en todo el planeta.

La evolución a redes inalámbricas 3G aporta a los suscriptores tecnologías integradas ópticas, inalámbricas y de Internet para acceso "*always on*" a contenido multimedios y servicios mediante el uso de dispositivos inalámbricos portátiles personales.[18]

Entre estas capacidades avanzadas se incluyen:

- Conectividad inalámbrica siempre activa
- Voz y datos multimedios de alta velocidad
- Roaming global avanzado
- Servicios de acuerdo a la ubicación

Dentro de la gama de productos que ofrece Nortel Networks para la instalación de redes inalámbricas CDMA, se encontró que la mayoría de equipos disponibles operan dentro del rango de frecuencias de 1800 -1900 MHz y de los equipos que operan en el rango de 3.4 – 3.7 GHz no se encuentra información disponible para analizar si las características del equipo, que se necesita para el diseño de la red de telefonía fija inalámbrica, se ajustan a las necesidades.

3.2.4 AIRSPAN DSC

Es considerado como el primer sistema WLL comercialmente disponible. Airspan (ingeniado por la Corporación de Comunicaciones Airspan anteriormente DSC) es una tecnología en espectro expandido desarrollada para suministrar el servicio en áreas rurales en 2 GHz. El espaciamiento de la portadora es 3.5 MHz.

Airspan provee servicio de voz usando 64 kbps PCM, pero más recientemente un codificador de voz ADPCM en 32 kbps viene siendo adoptado. La máxima potencia de transmisión de las estaciones base es de 33 dBm, además utiliza un método de radio comunicación full-dúplex FDD (*frequency división duplex*). [19]

El diseño de la red de telefonía fija inalámbrica para el cantón Latacunga se realizará con esta tecnología, debido a que presenta una variedad de ventajas requeridas, las cuales se analizarán más adelante, además se tiene suficiente información acerca de los equipos que ofrece, maneja una versatilidad de bandas de frecuencia, dentro de las cuales se encuentra la banda disponible para el despliegue de la red WLL en nuestro país (3,4 - 3,7 GHz). El diseño de la red se realizará con el sistema punto a multipunto AS4020 (Airspan System 4020), debido a que permite suministrar servicios de voz y datos a los suscriptores, acoplándose a los requerimientos en el diseño de la red.

3.3 REDES AIRSPAN

3.3.1 VENTAJAS DE LAS REDES DE AIRSPAN [20, 21, 22]

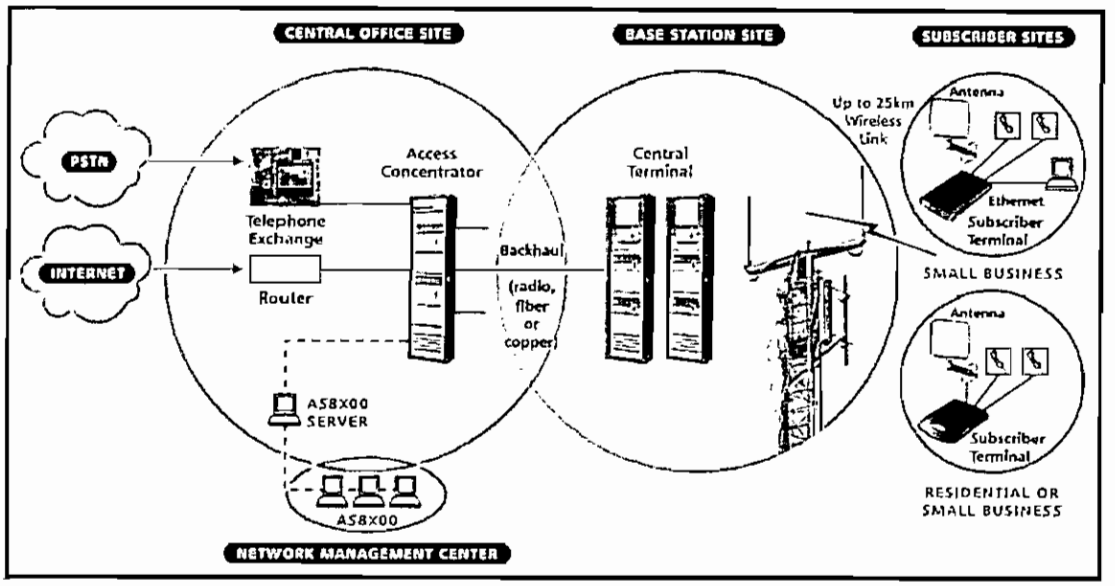


Figura 3.3 Arquitectura de la Red Airspan. [2]

- Los terminales del suscriptor de las redes Airspan se caracterizan por:
  - Unidades enchufables simples.
  - Modular.
  - Flexible para desplegar muchas clases de servicio.
  - Fácil instalación.
- VoIP.
- Capacidad VPN IEEE 802.1q.
- Mayor cobertura.
- Simple Instalación.
- Adaptable a bandas de frecuencia mundiales.
- Despliega la gama más amplia de frecuencias:
  900 MHz-1,8-1,9; 2,0-2,3; 2,3-2,5; 3,4-3,6; 3,6 y 3,8 GHz.
- La tecnología permite transmitir simultáneamente a múltiples suscriptores.
- Corrección de error FEC (*Forward Error Correction*).
- Calidad de servicio mejorada.

- Costos más bajos de integración de voz y datos, servicios IP de la siguiente generación.
- Seguridad intrínseca DS-CDMA (*Direct Sequense - Code División Múltiple Access*).
- Fácil y rentable instalación del terminal de suscriptor.
- Mercado creciente de penetración.
- Servicios confiables de datos de alta calidad.

3.3.2 ESPECIFICACIONES DE LOS SISTEMAS AS4000/AS4020.[23]

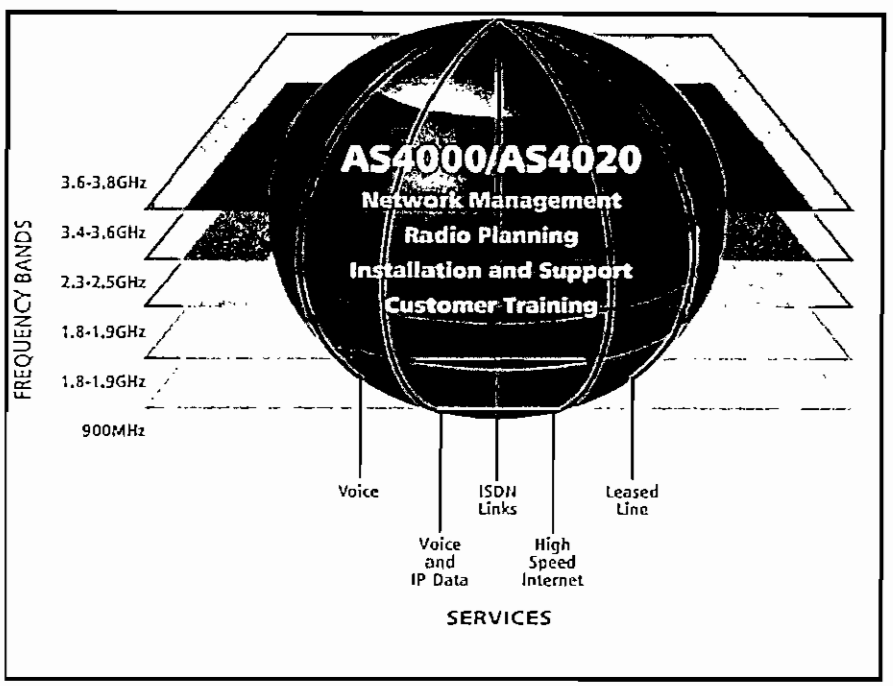


Figura 3.4 AS4000/AS4020 ofrece servicios totales en todas las bandas de frecuencia. [3]

AS4000/AS4020 es una plataforma sin hilos para DSL (*Digital Suscriber Line*), lo que forma parte de las redes Airspan, que entrega una amplia gama de servicios de telecomunicaciones punto a multipunto, utilizando la tecnología de interfaz aéreo DS-CDMA de alta calidad. Esto incluye soluciones IP para la conectividad de Internet, paquetes de alta velocidad, línea arrendada de datos, mejor servicio de telefónico y servicios suplementarios ISDN (*Integrated Services Digital Network*).

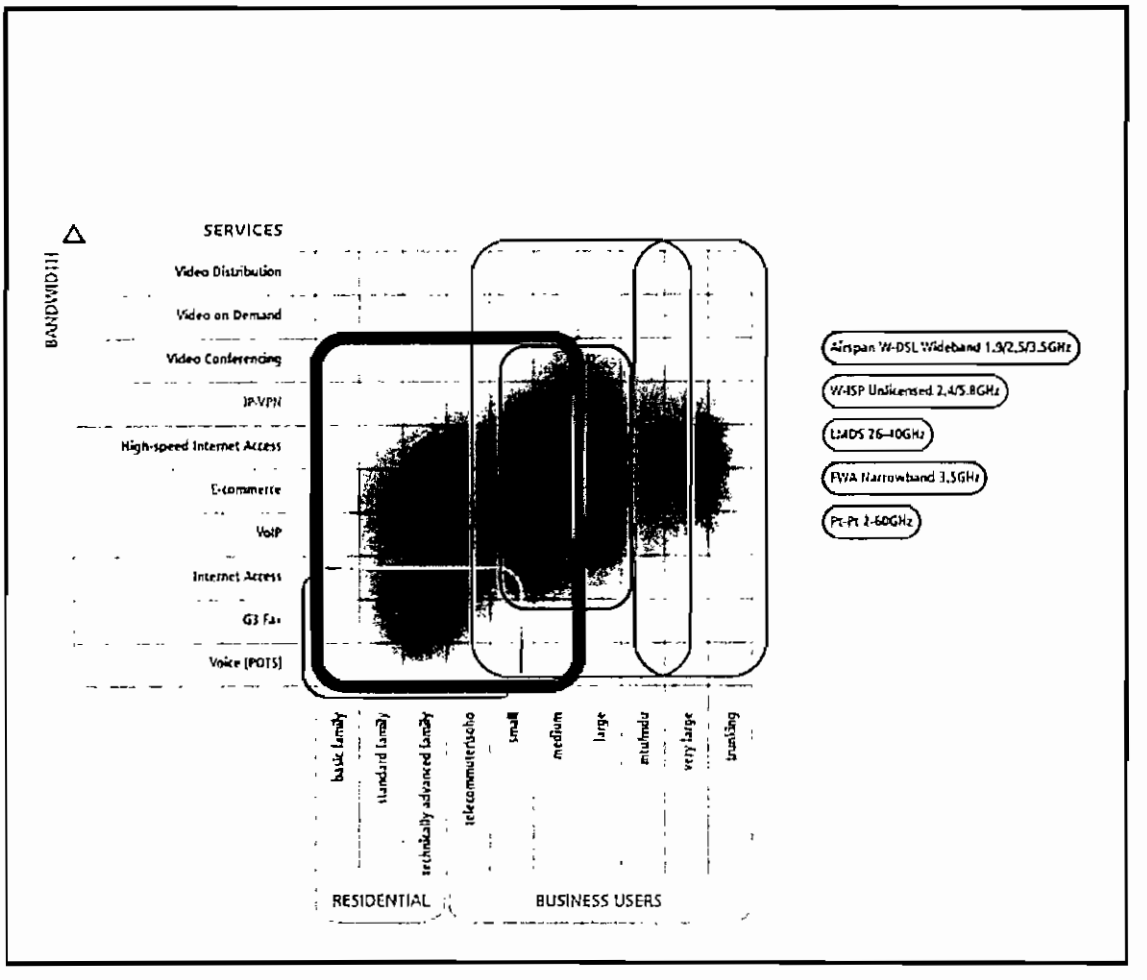


Figura 3.5 Servicios de Telecomunicaciones que ofrecen las Redes Airspan. [4]

AS4000/AS4020 proporciona conexiones sin hilos DSL en una amplia gama de ambientes, con despliegue en zonas urbanas y rurales cubiertas con densa vegetación. La gama de radio de las redes de Airspan es una de las mejores de la industria con bandas de frecuencia a partir de 900 MHz hasta 4,0 GHz y un radio de acoplamiento de hasta 50 km al sitio del suscriptor. Esto permite a los operadores ofrecer una gama de servicios superiores a: SME (*Small to Medium Enterprise*), SOHO (*Small Office/Home Office*) y a los mercados residenciales donde el cobre es inadecuado, no se encuentra disponible, o es costoso.

3.3.2.1 Beneficios comerciales de los Sistemas AS4000/AS4020 [24]

- *Rápido despliegue.*- La red completa se puede desplegar en semanas, con nuevos clientes ligados a la red en horas.

- *Arquitectura extensible con mínimo gasto inicial.*- Se puede comenzar con una arquitectura pequeña y se puede agregar estaciones según se necesite.
- *Inversión Asegurada.*- El hardware se despliega fácilmente en áreas alejadas de las redes basadas en cobre, convirtiéndose en una muy buena alternativa.
- *Reduce el costo de lazos largos o difíciles.*- Se puede utilizar conjuntamente con la red de cobre existente, alcanzando a clientes donde serian demasiado costosos los medios físicos o se retrasaría su implementación.

3.3.2.2 Ventajas Técnicas de los Sistemas AS4000/AS4020.[25]

- *Alta velocidad.*- La tecnología de redes Airspan puede entregar servicios de hasta 4,6 Mbps siendo más que suficiente para la extensa mayoría de negocios y usos residenciales.
- *Tecnología optimizada.*- La tecnología de redes de Airspan se optimiza para el acceso fijo, para datos y voz.
- *Uso eficiente del espectro.*- La tecnología DS-CDMA, asegura el uso óptimo de frecuencias. Son realizables altos niveles de reutilización de frecuencia.
- *Seguridad de la interfaz de radio.*- La seguridad se deriva de la utilización del DS-CDMA; sin embargo las redes Airspan han puesto un número de características adicionales de seguridad en ejecución.
- *La opción más amplia de frecuencias.*- AS4000/AS4020 está disponible en bandas entre 900 MHz y 4 GHz.
- La tecnología de CDMA proporciona aumentos significativos de la capacidad sobre FDMA y TDMA, la eficiencia espectral que usa CDMA es mayor que para TDMA y FDMA.
- La tecnología CDMA permite un rendimiento de procesamiento más alto para el paquete.

3.3.2.3 Entrega de una Amplia Gama de Servicios

El crecimiento del comercio y de la necesidad de proveer acceso rápido de Internet a las SME, SOHO y a los mercados residenciales, está conduciendo a los operadores de red a los servicios IP. El PacketDrive de las redes Airspan resuelve esta necesidad ofreciendo Ethernet junto con telefonía de voz, permitiendo usos tales como acceso casero a Internet y VPN a usuarios. Con una velocidad de 512 Kbps, las páginas se pueden descargar en menos de un segundo, y los videos pueden verse en tiempo real.

Con el PacketDrive, el proveedor de servicio puede ofrecer a los usuarios una amplia gama en multimedia; transferencias directas, el establecimiento de redes privadas virtuales y multi capacidad de servicios dentro de una sola red.

PacketDrive es una parte integral del sistema AS4000/AS4020 y funciona junto a otros servicios tales como POTS, fax, módems de banda de voz e ISDN. El sistema es totalmente flexible en la construcción y puede ampliarse para resolver necesidades crecientes de hasta 6000 suscriptores por celda.

3.3.3 SISTEMA AS4020

AS4020 es una evolución del mundo Airspan renombrado plataforma de acceso fijo inalámbrico multi-servicio AS4000. AS4020 está optimizado para entregar servicio de Internet de alta velocidad y servicio de voz. AS4020 es una plataforma DSL inalámbrica capaz de proporcionar servicios de voz equivalentes a la línea alámbrica y datos IP.

AS4020 está diseñado para ILECs (*Incumbent Local Exchange Carrier*) y CLECs (*Competitive Local Exchange Carrier*) o ISPs (*Internet Service Provider*). Cada terminal de suscriptor simultáneamente soporta alta calidad de voz con conexiones de conmutación de circuitos y un servicio "equivalente a DSL", alcanzando velocidades de hasta 2.3 Mbps. Los ILECs están comprometidos para DSL alámbrico, y pueden utilizar DSL inalámbrico para expandir el mercado

alcanzando un costo efectivo. Los CLECs pueden usar DSL inalámbrico para complementar el DSL ofrecido, extendiendo su base dentro de SMEs y mercados SOHOs.

AS4020 tiene un sofisticado interfaz de radio CDMA distribuido, con una gran cobertura, y exacta operación con línea de vista en frecuencias superiores a 3.5GHz con un enlace asequible (usando el estándar de equipamiento del suscriptor) con una práctica instalación, rápida y garantizada.

La plataforma de red Airspan AS4020 se basa en paquetes de datos IP y un sistema de alta calidad de voz, por lo que es capaz de distribuir servicios inalámbricos DSL de alta velocidad. AS4020 presenta inteligencia para la adaptación en tiempo real del formato de modulación (QPSK, 16 QAM y 64 QAM) y régimen de corrección de errores FEC. Esto ofrece el mejor servicio para suscriptores individuales sobre una base *packet-by-packet*, y simultáneamente maximiza la utilización del espectro disponible.

AS4020 brinda una velocidad máxima efectiva de datos a 8.5 Mbps por canal de radio frecuencia.

IEEE 802.1q VLAN (*Virtual Local Area Network*) se implementa para seguridad de datos.

Alta calidad, bajo retardo (<5 ms) y transparencia de voz, con *jitter* cero, soportando servicios de línea alámbrica con calidad digital.

La transmisión a/desde cada terminal de suscriptor (ST) se optimiza automáticamente para garantizar que el más alto nivel de modulación sea usado para maximizar la capacidad del canal de RF y la velocidad efectiva de información para cada ST.

Una configuración flexible permite al sistema AS4020 ser desplegado únicamente para voz, datos, o sistemas de voz y datos.

Un Concentrador de Acceso suministra la interfaz de voz para conmutación a la PSTN, soportando protocolos de acceso de red. La operación de voz se asigna dinámicamente para la capacidad del canal de RF y para maximizar la eficiencia.

La operación de voz se realiza mediante conmutación de circuitos para total transparencia y mayor calidad.

Un puerto Ethernet en el sistema AS4020 suministra la conexión para el *backbone* IP, soportando el protocolo IPv4 (Protocolo Internet versión 4).

La operación de interfaz aéreo en ambos enlaces, *uplink* y *downlink,* está totalmente basada en paquetes de tráfico IP, suministrando máximo uso de la capacidad debido a la rápida conmutación de paquetes. [28]

3.3.3.1 Arquitectura del Sistema AS4020

3.3.3.1.1 Concentrador De Acceso

El concentrador de acceso (AC) es un componente común en redes AS4000 y AS4020. El concentrador de acceso suministra la interfaz de mediación de la estación base a la PSTN.

Cada estante AC soporta hasta 24 equipos de RF. Cada estante AC puede soportar 6 interfaces V5.2 totalmente reforzado (de 230 Erlangs), (ver anexo C, 3.1).

El AC es también responsable de la codificación de voz ADPCM a 32 kbps. [29]

El concentrador de acceso es una unidad escalable, modular que reside normalmente en una sede o una localización central, y es la interfaz a la conmutación de la red.

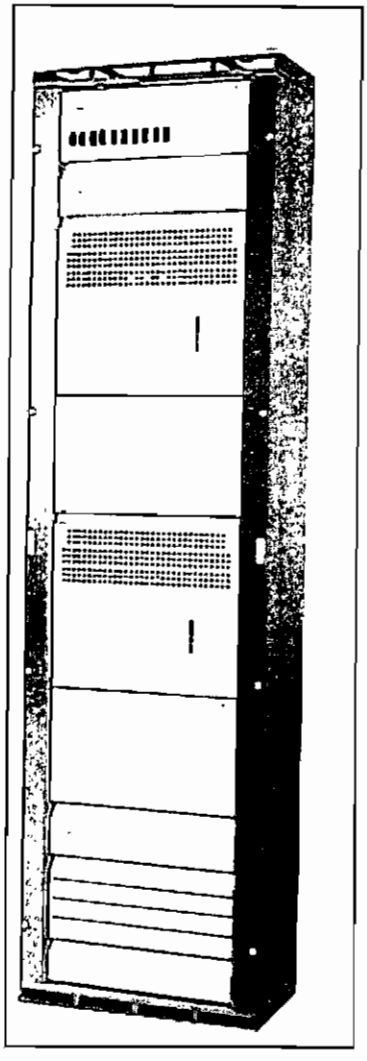


Figura 3.6 Concentrador de Acceso.[5]

Las interfaces del AC pueden ser V5.1 y V5.2. T1 y E1 se apoyan para el tráfico de conmutación de circuitos; las conexiones de Ethernet 100 BaseT apoyan los servicios orientados a paquetes.

El concentrador de acceso es la interfaz primaria para el NMS (*Network Management System*). Cada concentrador de acceso puede manejar centrales terminales múltiples. [30]

3.3.3.1.2 Central Terminal

La central Terminal es una estación modular y escalable fijada en el corazón de cada red AS4000/AS4020, y proporciona el acceso de radio a las localizaciones de los usuarios finales (los sitios de cliente).

Es una plataforma multi-servicio que recibe servicios de paquete, líneas arrendadas digitales, telefonía e ISDN.

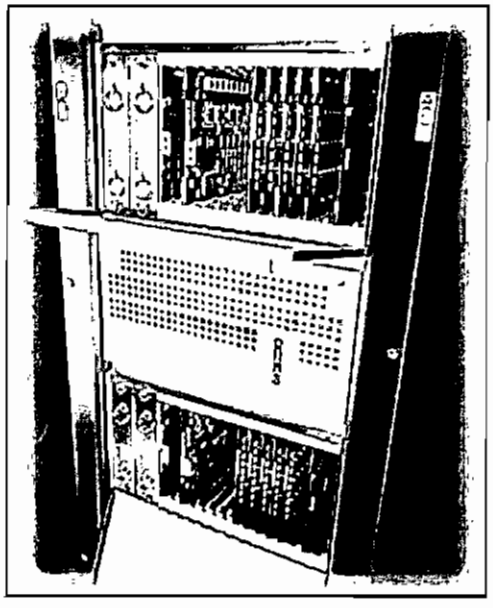


Figura 3.7 Central Terminal. [6]

La CT está conectada con el resto de la red vía un concentrador de acceso con acoplamientos T1 o E1 sobre cualquier medio conveniente.

Una celda puede apoyar hasta 12 canales de RF con una reutilización de la frecuencia N=1 a N=3.

Hasta 6000 suscriptores pueden ser provistos en un sitio de celda (ver anexo C, 3.10.3). [31]

3.3.3.1.3 Terminales de Suscriptor en el Sitio del Cliente

AS4020 soporta una gama de terminales de usuario, solamente voz, solamente Ethernet o ambos servicios (Ethernet y voz). Cada terminal puede también ser

equipado con un punto de acceso integral WiFi (802.11). La base para todos los terminales de usuario es el P1V4 (ver anexo C,3.2.8). [32]

Características del terminal de suscriptor P1V4 [33]

- Hasta 4 líneas de voz.
- Ethernet 10 Base T.
- Voz a 32 kbps ADPCM o 64 kbps PCM.

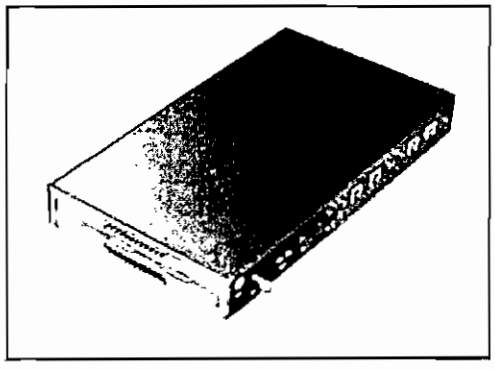


Figura 3.8 Equipo fácilmente instalable del suscriptor. [7]

Letra de la serie	Terminal Del Suscriptor	Construcción	Función
P	P1	Unidad Residencial del Suscriptor	Ethernet 10BaseT
	P1V2	Unidad Residencial del Suscriptor	Dos líneas de voz a 64 o 32 kbps y un puerto Ethernet 10BaseT
R	R1	Unidad Residencial del Suscriptor	Una línea de voz de 64 kbps PCM o 32 kbps ADPCM
	R2	Unidad Residencial del Suscriptor	Dos líneas de voz de 64 kbps PCM o 32 kbps ADPCM
N	N2	Unidad Modular	Dos líneas de voz de 64 kbps PCM o 32 kbps ADPCM
	N4	Unidad Modular	Cuatro líneas de Voz a 32 kbps ADPCM
B	B1	Unidad Modular	2B+D ISDN
L	L128	Unidad Modular	Una línea de datos 128 kbps
L	L2x64	Unidad Modular	Dos líneas de datos 64 kbps

Letra de la serie	Terminal Del Suscriptor	Construcción	Función
M	M8	Unidad modular en recinto modular	Ocho líneas de Voz de 32 Kbps ADPCM
	M8/64	Unidad modular en recinto modular	Ocho líneas de voz de 64 kbps PCM o 32 kbps ADPCM
	M16	Unidad modular en recinto modular	Dieciséis líneas de voz de 32 kbps ADPCM

Fuente: http://www.airspan.com/products/customer.htm

Tabla 3.4: Terminales del Suscriptor de las Redes Airspan.

3.3.3.2 Características Principales del Sistema AS4020.[34]

- Completa transparencia de conmutación de circuitos de voz (32 kbps ADPCM y 64 kbps PCM).
- Hasta 40 Erlangs por canal de RF.
- Hasta 170 Mbps por estación base.
- Operación con línea de vista.
- Disponible en 1.9, 2.2, 3.5-3.7 GHz.
- Alta calidad de voz con conmutación de circuitos.
- Tasa de adaptación inteligente para optimizar la eficiencia del espectro.
- Diseño compacto e integrado.
- Soporte transparente para servicios CLASS de voz.
- Red Privada Virtual usando IEEE 802.1q.
- Rango total para clases de QoS: MIR / CIR.
- Arquitectura modular con opciones flexibles de instalación, y total compatibilidad con sistemas y arquitectura AS4000.
- Fácil expansión.
- Soporta un amplio rango de Terminales de Suscriptor.

3.3.3.3 Interfaz de Radio AS4020

En el centro de Airspan está la interfaz de radio Airspan DS-CDMA, optimizada para aplicaciones de ancho de banda fijo. La interfaz RF de AS4020 es totalmente dinámica, que continuamente optimiza la capacidad y el rendimiento del BER, utiliza el orden más alto de modulación siempre que sea posible.

AS4020 también incluye un soporte nativo para circuitos conmutados de voz 32 kbps ADPCM, (*Adaptive Differential Pulse Code Modulation*) o 64 kbps PCM (*Pulse Code Modulation),* T1/E1 para la presentación a la conmutación de host como V5.2. AS4020 puede simultáneamente soportar aplicaciones de voz y datos en el mismo canal RF. [35]

3.3.3.4 100BASET y E1/T1 Backhaul

AS4020 tiene conexiones IP y E1/T1 *backhaul.* Los enlaces E1/T1 se requieren solamente cuando la conmutación de circuitos de voz es instalada. Cada equipo de radio AS4020 tiene dos puertos Ethernet RJ-45 separados para tráfico y administración.

Los enlaces E1/T1 se determinan sobre el concentrador de acceso que está usualmente colocado con el host de telefonía conmutado.[36]

3.3.3.5 Aplicaciones del Sistema AS4020[37]

- *Alta Calidad de Voz*
  Los Terminales de Suscriptor (STs) que soportan voz están disponibles con diferente número de líneas de voz. Las líneas individuales pueden ser suministradas a clientes de áreas residenciales y comerciales, admite conmutación en la PSTN suministrando clases de servicios para proveerlos a los clientes. Multi-líneas unidas se utilizan para suministrar múltiples líneas de voz para negocios, o para proveer servicios de telefonía a un

número determinado de hogares, además reduce el costo del sistema por hogar.

- *Paquete (IP)*

  El AS4020 suministra paquetes del STs a velocidades hasta los 2.3 Mbps en el enlace *downlink* y 1.5 Mbps en el enlace *uplink*. AS4020 permite CIR y MIR para la configuración por ST, admitiendo diferentes clases de servicio para ser comercializados a varios tipos de suscriptores.

  El más popular paquete de aplicación es el servicio de alta velocidad de acceso a internet, permitiendo a los clientes la experiencia de un servicio superior.

- *Combinación de Voz y Acceso a Internet*

  Los STs están disponibles para suministrar simultáneamente servicios de voz e Internet para maximizar el servicio entregado al cliente. Ambos servicios operan independientemente de tal manera que el acceso a Internet de alta velocidad a 2.3 Mbps opera simultáneamente con voz en la red de telefonía tradicional a 64 Kbps.

- *Red Privada Virtual*

  Los terminales de suscriptor pueden ser agrupados lógicamente dentro de una Red Privada Virtual para permitir comunicación entre STs en el ámbito comercial.

  IEEE 802.1q permite soportar VPN para ser extendida fuera del AS4020 con sistemas de terceros, por ejemplo a través de una red enrutada.

3.3.4 ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA

AS4020 es administrado por Netspan AS8200, el cual soporta una arquitectura cliente/servidor. El servidor Netspan corre sobre una plataforma PC, haciendo uso de una base de datos SQL para almacenar la configuración. El acceso al servidor

Netspan se lo realiza desde Microsoft Internet Explorer usando la interfaz Web del servidor Netspan (ver anexo C, 3.2.5).

Netspan suministra configuración y diagnóstico de acceso a todos los componentes de la red AS4020, apropiada para cada terminal de suscriptor individual.

Los sistemas AS4000/AS4020 son administrados por Netspan AS8200, usando un protocolo basado en IP para conexión sobre la red.

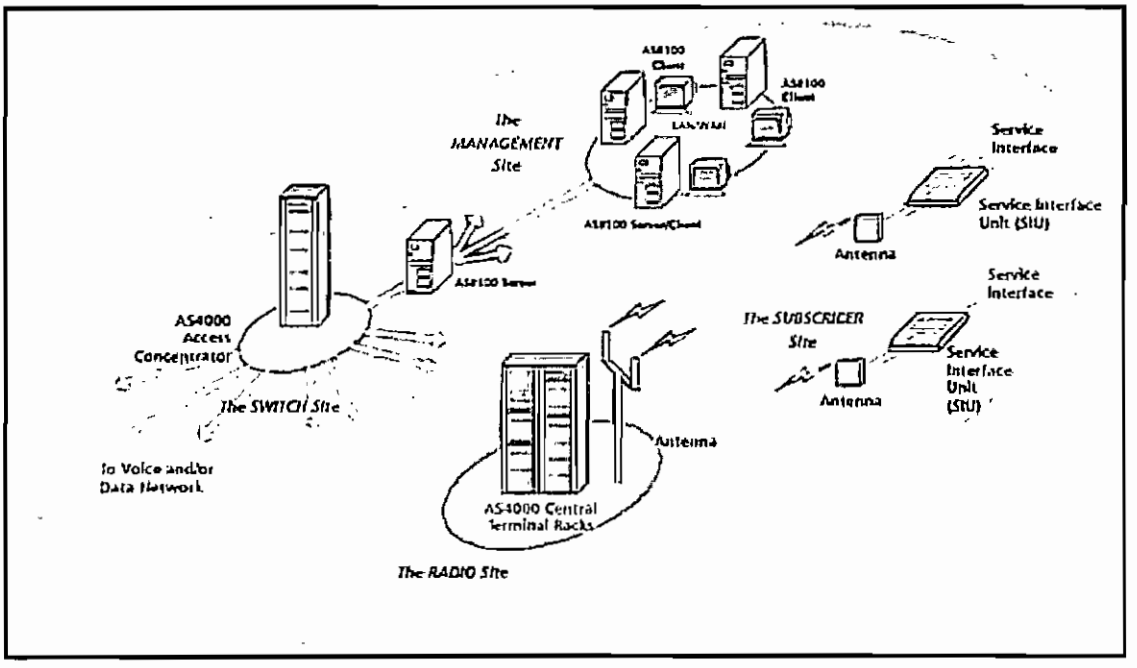


Figura 3.9 Administración de las Redes Airspan. [8]

Netspan corre sobre una PC Windows 2000 equipada con un software servidor SQL. El servidor se conecta al AS4020 usando un interfaz Ethernet.

La configuración de AS4020 se proporciona a través del sistema de administración como son alarmas, funcionamiento y estadísticas.

AS8200 Netspan tiene la capacidad de administrar simultáneamente múltiples sistemas AS4020.

Los sistemas de alarma son enviados y confirmados por el sistema de administración.

El sistema de administración permite la visibilidad de todas las alarmas, y suministra navegación y soporte para identificar la causa de la alarma.

Las estadísticas y estados del sistema AS4020 son todos solicitados por el sistema de administración en un intervalo programable. El sistema de administración presenta el dato en cualquier tabla, o de forma gráfica. [38]

3.3.4.1 Características Principales del Netspan AS8200 [22]

- Administración múltiple para sistemas AS4000/AS4020.
- Configuración del sistema desde Netspan.
- Administración y reporte de alarmas.
- Funcionamiento de colección de estadísticas y demostración.

3.4 DISEÑO DE RADIO PARA SISTEMAS WLL

En el diseño de un sistema WLL se debe considerar el modelo de referencia y sus principales componentes e interfaces, con el propósito de tomar en cuenta los elementos que conforman la red WLL. La red de acceso de radio para sistemas WLL, la fiabilidad y calidad de conexión entre el equipo del usuario final y la central local (LE, *Local Exchange*) depende de las condiciones predominantes de propagación de radio a lo largo de la trayectoria.

La planificación y diseño de la red de acceso de radio para sistemas WLL es diferente y más compleja que la red de distribución para línea alámbrica. Aspectos como cobertura de radio, rango de radio, reutilización de frecuencia, y pérdidas en la trayectoria de radio necesitan ser señalados, los cuales requieren los siguientes cuidados:

a) El tipo y orientación de las antenas de la estación base y el terminal de usuario
b) El sitio óptimo y potencia de salida de información del transmisor de la estación base y el nivel de sensibilidad del receptor en los sitios de los usuarios finales.

La planificación del sistema de radio y el diseño de un sistema WLL requiere algunos conocimientos relacionados con:

- Modo de propagación de la onda de radio para la banda de frecuencia desplegada.
- Potenciales causas de pérdida de la señal sobre la trayectoria de radio.
- Planificación de frecuencia y reutilización de frecuencia.
- Factores que afectan la capacidad y rango del sistema WLL.
- Técnicas de expansión de capacidad y cobertura.

Un número de modelos de propagación permite predecir la pérdida de trayecto sobre terreno irregular; los métodos varían enormemente en sus aproximaciones, complejidad y exactitud. La mayoría de estos modelos son basados en una interpretación sistemática de datos medidos obtenidos de un área en servicio.

El modelo Okumura es uno de los más usados para predicciones de señal en áreas urbanas. Este modelo es aplicable para frecuencias en el rango de 150 MHz a 1920 MHz y distancias de 1 km a 100 km.

Okumura desarrolló un grupo de curvas dando atenuaciones promedio relacionadas a espacio libre. El modelo de Okumura esta totalmente basado en datos de medición y no provee ninguna explicación analítica. Esta considerado entre los más simples y mejores en términos de exactitud con respecto a las predicciones de cobertura.

El modelo de Hata es similar al de Okumura y es válido desde 150 MHz a 1500 MHz. Hata presenta una formulación empírica de los gráficos de pérdida de enlace proveídos para pérdidas de propagación en un área urbana como una fórmula estándar y provee correcciones de la ecuación en otras situaciones.

Se requieren solamente cuatro parámetros, el tiempo del cómputo es muy corto. Ésta es una ventaja de este modelo. Sin embargo, el modelo descuida el perfil del terreno entre el transmisor y el receptor, es decir no se consideran las colinas u otros obstáculos entre el transmisor y el receptor. Pues Hata y Okumura asumierón que el transmisor sería situado normalmente en las colinas, también no consideran los fenómenos como la reflexión y la sombra.[41]

Los cuatro parámetros con sus límites son:

- Frecuencia f (150... 1500 megaciclos)
- Distancia entre el transmisor y el receptor d (1... 20 kilómetros)
- Altura de la antena del transmisor h_{TX} (30... 200 m)
- Altura de la antena del receptor h_{RX} (1... 10 m)

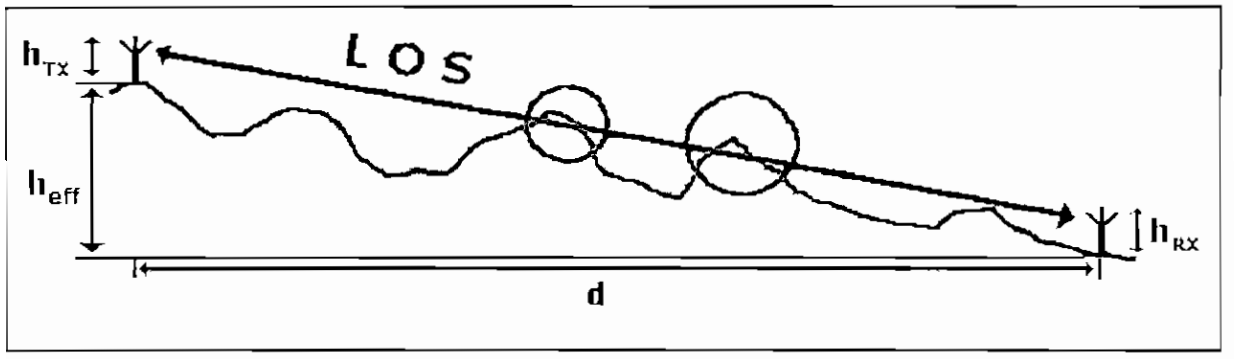


Figura 3.10 Modelo de predicción de cobertura de Hata – Okumura.

Como la altura del transmisor y del receptor se mide concerniente a la tierra, se considera una altura de antena eficaz h_{eff} que se agrega a la altura de la antena del transmisor (véase la figura 3.10). Esto también mejora la exactitud de la predicción.

Las ecuaciones siguientes demuestran el cómputo de la pérdida de trayectoria a con el modelo de Hata-Okumura.

Ecuación 3.1:

$$a = 69.55 + 26.16 \cdot \lg\left(\frac{f}{MHz}\right) - 13.82 \cdot \lg\left(\frac{h_{eff}}{m}\right) - \frac{c(h_r)}{db} + \left(44.9 - 6.55 \cdot \lg\left(\frac{h_{eff}}{m}\right)\right) \cdot \lg\left(\frac{d}{km}\right)$$

Además a la pérdida básica, hay los términos de la corrección que caracterizan diversos ambientes:

$$c(h_r) = \left(1.1 \cdot \lg\left(\frac{f}{MHz}\right) - 0.7\right) \cdot \frac{h_r}{m} - \left(1.56 \cdot \lg\left(\frac{f}{MHz}\right) - 0.8\right) \quad \text{para áreas suburbanas} \quad (3.2)$$

$$c(h_r) = 8.29 \cdot \left(\lg\left(1.54 \cdot \frac{h_r}{m}\right)\right)^2 - 1.1 \quad \text{para áreas urbanas con f < 200 MHz} \quad (3.3)$$

$$c(h_r) = 3.2 \cdot \left(\lg\left(11.75 \cdot \frac{h_r}{m}\right)\right)^2 - 4.97 \quad \text{para áreas urbanas con f < 400 MHz} \quad (3.4)$$

Son necesarias algunas modificaciones a las ecuaciones para el ambiente rural o abierto, que se considera en las siguientes fórmulas:

$$a_{rural} = \frac{a}{dB} - 2 \cdot \left(\lg\left(\frac{f/28}{MHz}\right)\right)^2 - 5.4 \quad (3.5)$$

$$a_{open} = \frac{a}{dB} - 4.78 \cdot \left(\lg\left(\frac{f}{MHz}\right)\right)^2 + 18.33 \cdot \lg\left(\frac{f}{MHz}\right) - 40.94 \quad (3.6)$$

3.4.1 VISITA DE INSPECCIÓN PARA DETERMINAR LA UBICACIÓN DE LA ESTACION BASE.

Con el objetivo de determinar la cobertura telefónica existente en las parroquias del cantón, se realizó una visita a cada una de las juntas parroquiales, mediante la cual se pudo conocer el número y nombre de los barrios que conforman cada parroquia con el objetivo de determinar de forma aproximada la población en cada una de los sectores de la celda a diseñar.

De acuerdo a la información obtenida en la empresa Andinatel S.A. sucursal Cotopaxi, se determinó que el servicio telefónico es poco abastecido en todas las parroquias rurales y en la parroquia urbana de San Buenaventura (capítulo 1).

Además, se consideró en la visita a cada parroquia el posible sitio de ubicación de la estación base, siendo éste el cerro Putzalagua (cuya altura es de 3512m) por la existencia de línea de vista con cada una de las parroquias rurales y la parroquia urbana, lo cual será comprobado mediante el perfil topográfico existente entre el Putzalagua y la respectiva parroquia, además del cálculo de la confiabilidad de cada radio enlace.

Adicionalmente se determinó que la cobertura se podría expandir hacia las restantes parroquias urbanas del cantón Latacunga y hacia el cantón Salcedo, debido a la cercanía de estas zonas con el Putzalagua.

3.4.2 BANDA DE FRECUENCIA DISPONIBLE

En el Ecuador se tiene disponible la banda de frecuencia de 3.4 a 3.7 GHz para servicios WLL, tomando en cuenta que la banda D-D´ no ha sido subastada, se tendrá como base para el diseño de la red de telefonía que opera con sistemas de acceso fijo inalámbrico para las parroquias menos abastecidas con servicio telefónico en el cantón Latacunga.

Para la realización del presente diseño se ha tomado en consideración, el dar una alternativa a la empresa Andinatel S.A sucursal Cotopaxi para llegar a las poblaciones que están poco abastecidas o no disponen del servicio básico de telefonía. El motivo de esta decisión parte de:

- A la empresa Andinatel S.A. le corresponde una banda de frecuencia para operar con sistemas de acceso fijo inalámbrico en el país.[2]

- Si en el presente diseño se trabajara como operadora independiente, el proyecto no tendría razón de ser, ya que no se daría ninguna alternativa para que pueda ser puesto en práctica, por motivo de que los costos de concesión de frecuencias son sumamente altos y de acuerdo al área a cubrir el cual corresponde a un solo cantón, el proyecto no sería rentable.

[2] Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, Dirección del Espectro de WLL en el país.

- Para conseguir el subsidio por parte del FODETEL se necesita ser parte de una operadora que tenga concesionada las bandas de frecuencia para operar con este sistema en el Ecuador.

- La empresa Andinatel S.A. de Latacunga, necesita una alternativa inalámbrica para llegar a las poblaciones alejadas y dispersas que existen en el cantón, puesto que la colocación de una infraestructura alámbrica resultaría más costosa que una infraestructura inalámbrica.

3.4.3 CÁLCULOS DE RADIOENLACE

Debido a que los sistemas WLL principalmente dependen de la operación de línea de vista, el principal suministro de pérdida de señal es el desvanecimiento multitrayectoria, por cuanto, en la fase de planificación del sistema principalmente se debe garantizar el servicio a los suscriptores, considerando que la trayectoria entre la estación base y la unidad de antenas suscriptoras sea clara y no existan potenciales obstáculos al interior de la primera zona de Fresnel.

Como justificación de la existencia de línea de vista entre cada una de las parroquias y el Putzalagua, se determinará con el perfil topográfico la existencia de línea de vista, el margen de desvanecimiento y la disponibilidad para un enlace de radio.

Para determinar la zona de Fresnel en cada uno de los trayectos de las parroquias rurales y la parroquia urbana de San Buenaventura, se ha tomado los datos de alturas y distancias de una carta topográfica de escala 1:50000. Según los datos tomados se tiene que la población más alejada de la estación base, colocada en el cerro Putzalagua, es la parroquia San Juan de Pastocalle a una distancia de 30.95 km.

Los gráficos del perfil topográfico se han desarrollado utilizando una escala lineal, para lo cual se ha realizado correcciones de abultamiento de la tierra. El valor de corrección de abultamiento de la tierra (hab(x)), se calcula con la ecuación:

$$\text{hab}(x) = \frac{x*(d-x)*10^3}{2*k*a} \tag{3.7}$$

Donde;

x = Distancia desde la estación base al punto a ser corregido.

d = Distancia entre la estación base y el suscriptor.

K = 4/3 para una atmósfera estándar.

a = Radio de la tierra = 6370 km.

El valor de altura corregida H(x) es:

$$H(x) = h(x) + hab(x)$$
$$H(x) = h(x) + \frac{x*(d-x)*10^3}{2*k*a} \tag{3.8}$$

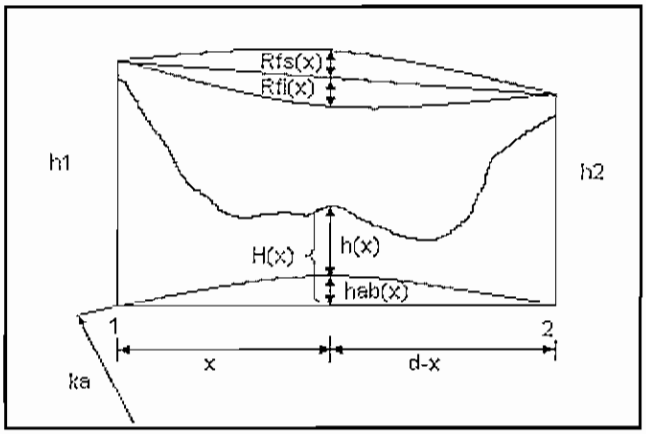


Figura 3.11 Modelo geométrico para graficar el perfil topográfico y la zona de Fresnel.

La zona de Fresnel superior e inferior a la línea de vista esta dada por:

$$Rfs(x) = h1 + \frac{(h2-h1)*x}{d} + \sqrt{\frac{\lambda*x(d-x)*10^3}{d}}$$
$$Rfi(x) = h1 + \frac{(h2-h1)*x}{d} - \sqrt{\frac{\lambda*x(d-x)*10^3}{d}} \tag{3.9}$$

Una vez trazados los perfiles topográficos y la primera zona de Fresnel, se debe determinar el nivel de campo o potencia recibida de la señal proveniente del transmisor con la finalidad de comprobar que este nivel no supere al máximo nivel admisible de entrada del receptor.

El nivel de potencia recibida se puede calcular mediante:

$$P_{rx} = P_{tx} + G_{tx} + G_{rx} - L_o - L_{fa} - L_{fb} - L_{otras} \quad (3.10)$$

P_{rx}: Potencia de Recepción
P_{tx}: Potencia de Transmisión
G_{tx}: Ganancia de la antena de transmisión
G_{rx}: Ganancia de la antena de recepción
L_o: Atenuación por espacio libre
L_f: Atenuaciones en los alimentadores (*feeders*)
L_{otras}: Otras atenuaciones
La Atenuación en el espacio libre (L_o) viene dada por la siguiente ecuación:

$$L_o = [32.4 + 20\log f\,(MHz) + 20\log d(km)] \quad (3.11)$$

Las otras atenuaciones (L_{otras}), son aquellas que se producen debido a difracción, factores climáticos (lluvia, granizo, nieve y niebla), etc.

La atenuación por factores climáticos causa absorción y dispersión del haz radioeléctrico y suele ser despreciable a frecuencias inferiores a 5 GHz, pero puede alcanzar valores considerables a frecuencias superiores.

Otro parámetro a considerar en el radio enlace, es el margen de desvanecimiento (MD), que esta dado por:

$$MD = Prx - S \quad (3.12)$$

Donde:

S: Sensibilidad del equipo receptor.

Prx: Potencia de Recepción

Una vez determinado el margen de desvanecimiento, se calcula la confiabilidad del enlace (C) como el porcentaje de tiempo durante el cual la señal que llega al receptor se mantiene sobre los límites mínimos aceptables para que la señal sea inteligible. Según el algoritmo de Barnett & Vigants, la ecuación de confiabilidad es:

$$C = [1 - 0.61*10^{-6}*a*b*f(GHz)*(d(km))^{3}*10^{-MD/10}]*100 \qquad (3.13)$$

Donde a y b pueden variar de acuerdo a tipo de terreno o zona climática (véase Tabla 3.5).

Valor de a		Valor de b	
4	Terreno plano	0.5	Costa
1	Terreno promedio	0.25	Intermedio
0.25	Terreno montañoso	0.125	Montañoso

Tabla 3.5: Valores de a y b para determinar la confiabilidad.

En los cálculos de radioenlace se toman las siguientes consideraciones:

- La frecuencia de operación utilizada es de 3.5 GHz.
- Se considera que la antena del suscriptor será instalada en las terrazas o tejados de los domicilios del abonado, es decir a una altura de 3 m (considerando una casa de una planta, que es común en las zonas rurales).
  Las antenas de la estación base se colocan en una torre de 30m de altura.
  Las ganancias de las antenas de la estación base son de 18 dBi (sector 30°), 16 dBi (sector 90°) y del suscriptor 18 dBi, la sensibilidad del equipo del suscriptor es de -103 dBm (Ver Anexo C, 3.2.1).
  Dado que los perfiles topográficos realizados para cada una de las parroquias, presentan línea de vista con visibilidad directa y sin obstáculos en la primera zona de Fresnel, para determinar el nivel de campo de la señal recibida se considerará únicamente las atenuaciones en el espacio *libre* y las

atenuaciones en los alimentadores (en el lado de la estación base 2 dB y en el lado del suscriptor 1.5 dB).

- La máxima potencia de la estación base es de 33 dBm.
- Para el cálculo de la confiabilidad se utilizará los valores promedios de 1 para a y de 0.25 para b para el cantón Latacunga.

Debido a la diferencia de alturas entre la antena de la estación base y las del abonado, en el presente diseño también se calcula el ángulo de inclinación mecánica de las antenas (*Downtilt*) de la estación base, para radiar la energía mediante el lóbulo principal de la antena de una forma directiva y así cubrir un área más específica, evitando de esta manera en parte que la energía se irradie más allá de una determinada zona, atenuando así la señal sobre el horizonte.

Para calcular el *downtilt* en un determinado sector, se considera la altura del terreno medio (ħm), calculado como el promedio de las diferentes alturas tomadas en el perfil del sector.

El cálculo realizado es aproximado ya que se ha considerado un terreno promedio.

En base a estos parámetros se obtiene los siguientes resultados:

d (km)	h (m)	h'(m)
0	3512	3512,00
0,2	3481	3481,13
0,3	3400	3400,19
0,9	3200	3200,54
1,25	3000	3000,72
2,35	2906	2907,21
4,2	2800	2801,70
5,8	2904	2905,81
8,15	2907	2908,41
11,1	2830	2830,00

Tabla 3.6: Datos del perfil topográfico de la parroquia San Buenaventura.

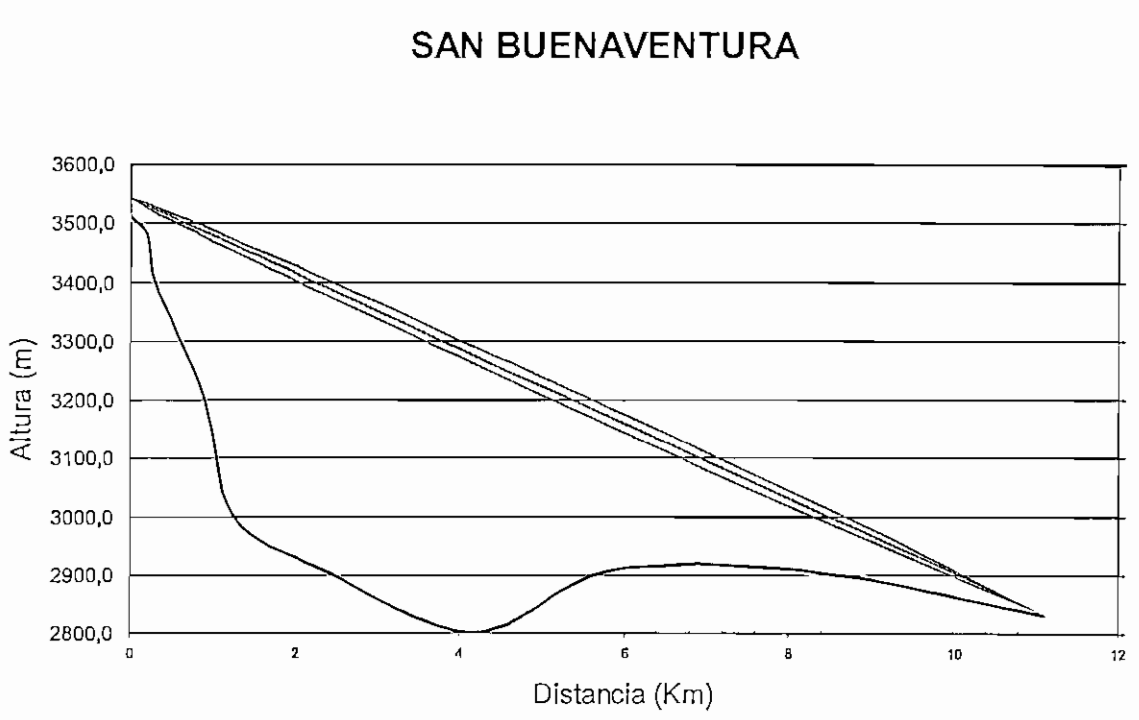


Figura 3.12 Perfil topográfico de la parroquia San Buenaventura.

L_o = [32.4 + 20log f(MHz) +20log d(km)]

L_o = [32.4 + 20log (3500) +20log (11.1)]

L_o =124.19dB

$P_{rx} = P_{tx} + G_{tx} - L_{fa} + G_{rx} - L_{fb} - L_o$

P_{rx} = 33+18-2+18-1.5-124.19

P_{rx} =-58.69 dBm

MD = Prx – S

MD = -58.69+103

MD = 44.31dB

$C = [1 - 0.61*10^{-6}*a*b*f\,(GHz)*(d\,(km))^{3}*10^{-MD/10}]*100$

$C = [1 - 0.61*10^{-6}*0.25*1*(3.5)*(11.1)^{3}*10^{-44.31/10}]*100$

C mejor que 99.999%

hm = 2869.2 m

$$\text{Downtilt} = \tan^{-1}\left(\frac{3542 - 2869.2}{11100}\right)$$

Downtilt = 3.31°

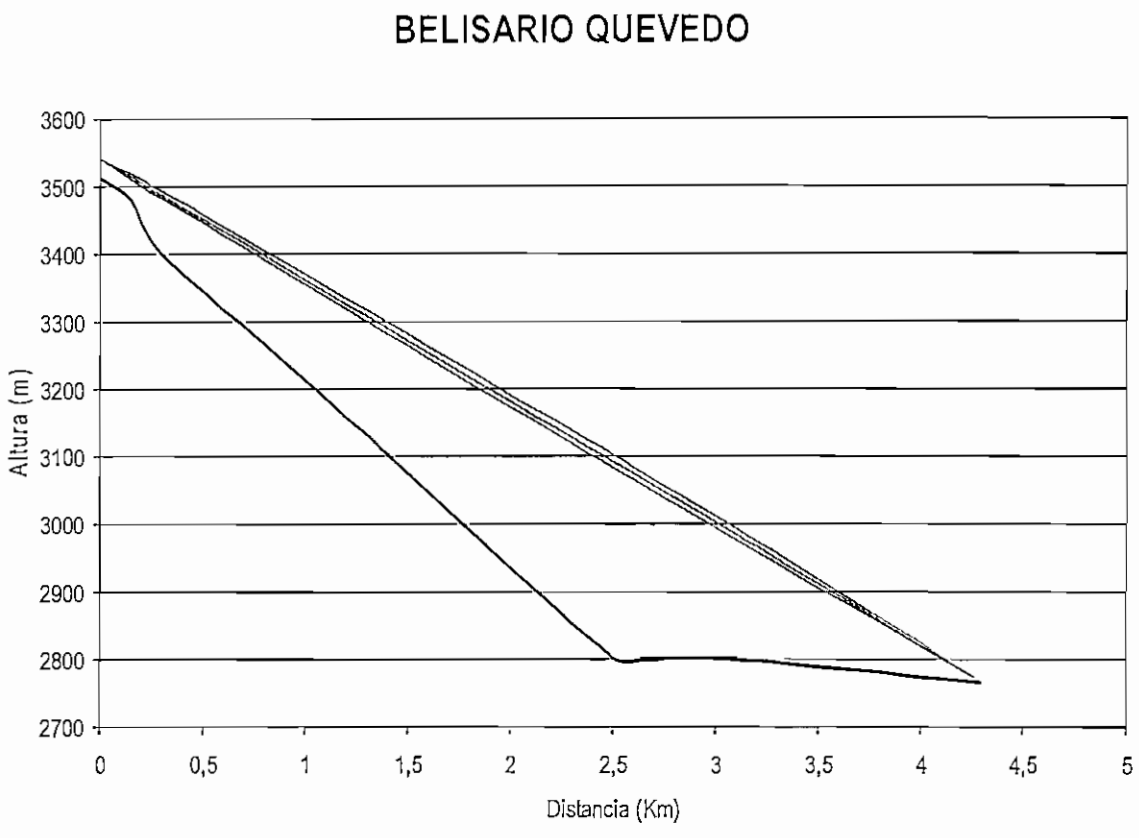


Figura 3.13 Perfil topográfico de la parroquia Belisario Quevedo.

d (km)	h (m)	h'(m)
0	3512	3512,00
0,15	3481	3481,04
0,3	3400	3400,07
1,05	3200	3200,20
2,5	2802	2802,26
2,65	2800	2800,26
3,1	2800	2800,22
4,3	2765	2765,00

Tabla 3.7: Datos del perfil topográfico de la parroquia Belisario Quevedo.

L_o =115.95 dB

P_{rx} =-52.45dBm

MD =50.55dB

C mejor que 99.999%

Downtilt = 9.62°

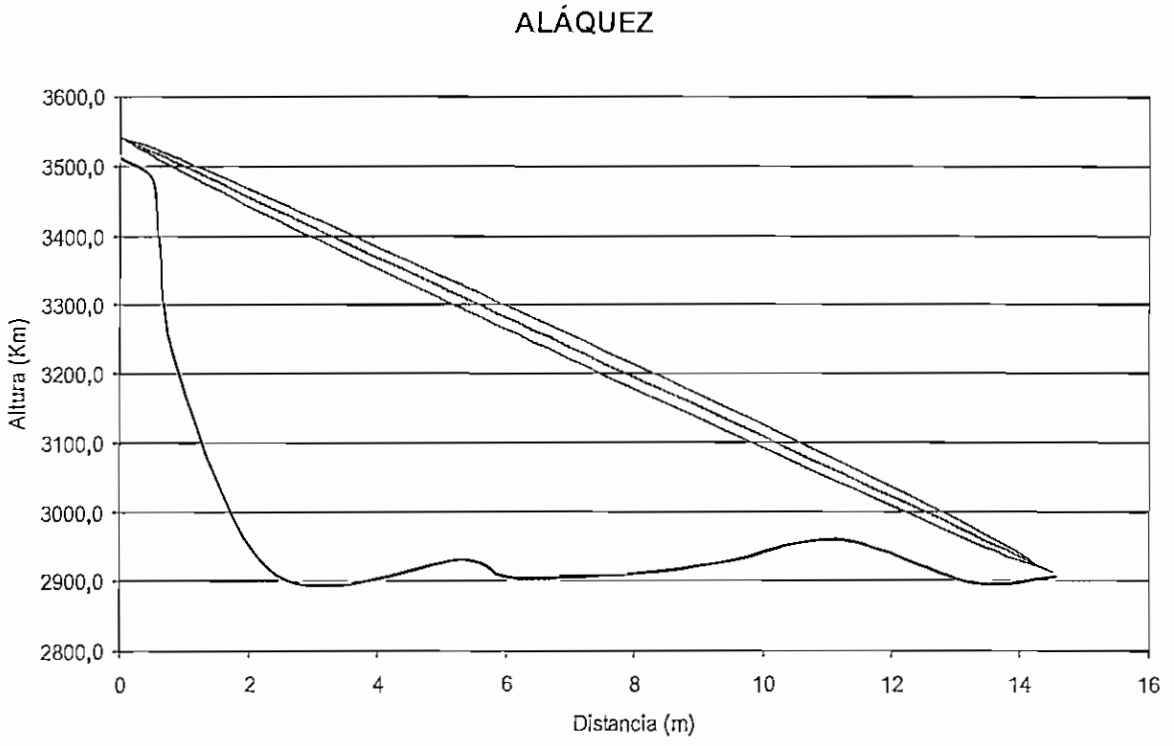


Figura 3.14 Perfil topográfico de la parroquia Aláquez.

d (km)	h (m)	h'(m)
0	3512	3512,00
0,15	3481	3481,19
0,3	3400	3400,37
0,9	3200	3201,07
2,6	2906	2908,84
6,2	2904	2909,45
11	2836	2842,57
15,85	2873	2877,94
19,75	2962	2963,63
21,15	3020	3020,00

Tabla 3.8: Datos del perfil topográfico de la parroquia Aláquez.

L_o = 129.78dB

P_{rx} =-64.28dBm

MD = 38.72dB

C mejor que 99.999%

Downtilt = 1,40°

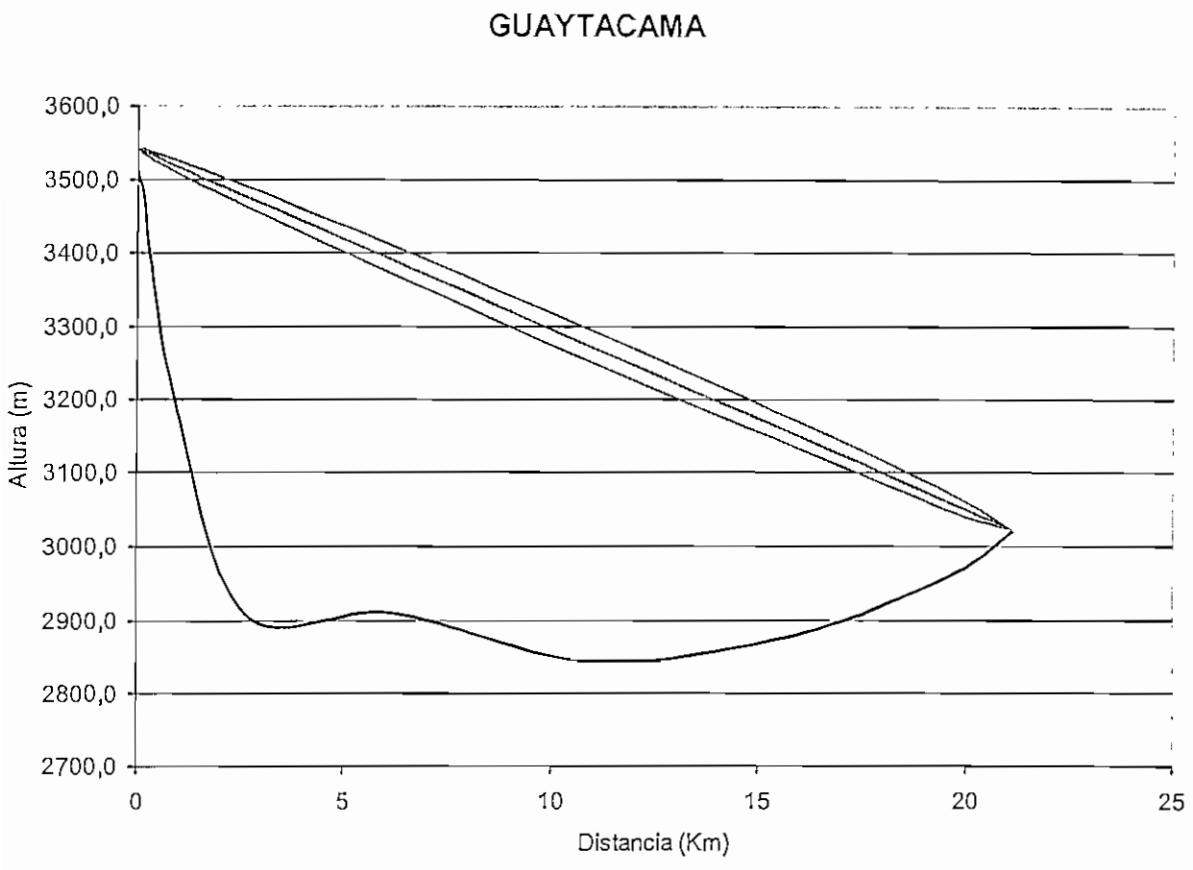


Figura 3.15 Perfil topográfico de la parroquia Guaytacama.

d (km)	h (m)	h'(m)
0	3512	3512,00
0,5	3481	3481,41
0,6	3400	3400,49
0,9	3200	3200,72
2,45	2906	2907,75
5,4	2928	2930,91
6	2904	2907,03
8	2907	2910,09
9,5	2926	2928,83
11,2	2957	2959,22
13,275	2895	2896,01
14,575	2907	2907,00

Tabla 3.9: Datos del perfil topográfico de la parroquia Guaytacama.

L_o = 126.55dB

P_{rx} = -61.05dBm

MD = 41.95dB

C mejor que 99.999%

Downtilt = 2,39°

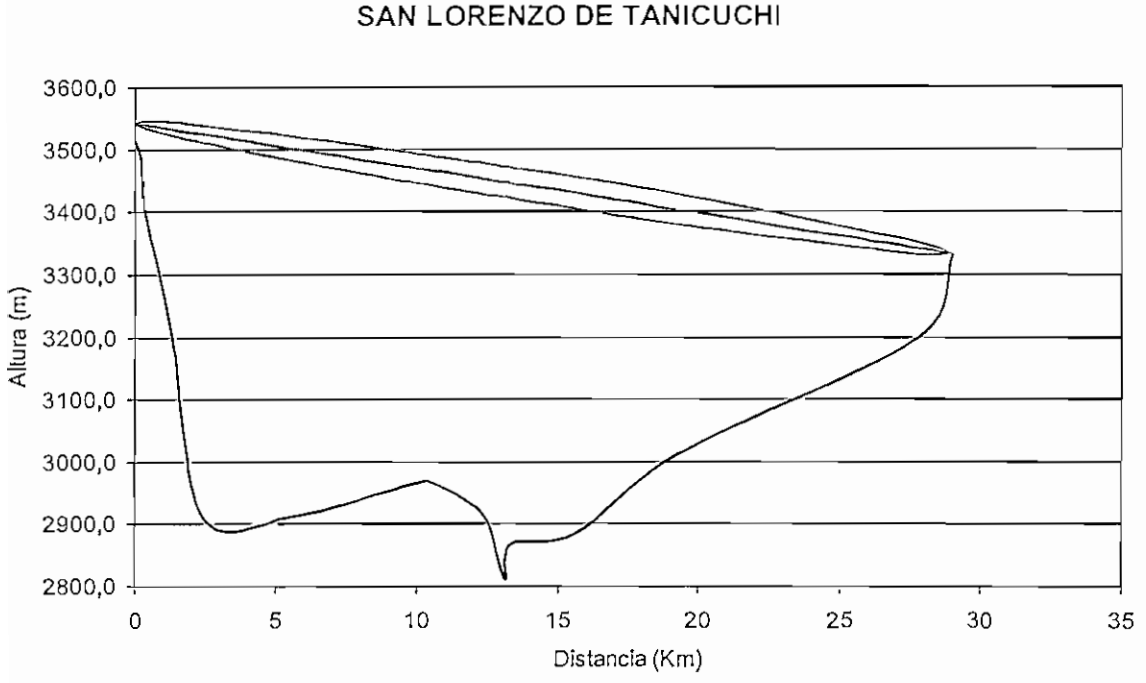


Figura 3.16 Perfil topográfico de la parroquia San Lorenzo de Tanicuchi.

d (km)	h (m)	h'(m)
0	3512	3512,00
0,2	3481	3481,34
0,35	3400	3400,59
1,3	3200	3202,12
2,4	2906	2909,75
5,6	2904	2911,71
9,9	2953	2964,12
10,5	2957	2968,42
12,35	2904	2916,09
13,1	2800	2812,25
13,35	2856	2868,28
15,65	2872	2884,28
19,25	3000	3011,04
27,85	3200	3201,88
29	3330	3330,00

Tabla 3.10: Datos del perfil topográfico de la parroquia San Lorenzo de Tanicuchi.

L_o = 132.53dB

P_{rx} =-67.03dBm

MD =35.97dB

C mejor que 99.999%

Downtilt = 0,48°

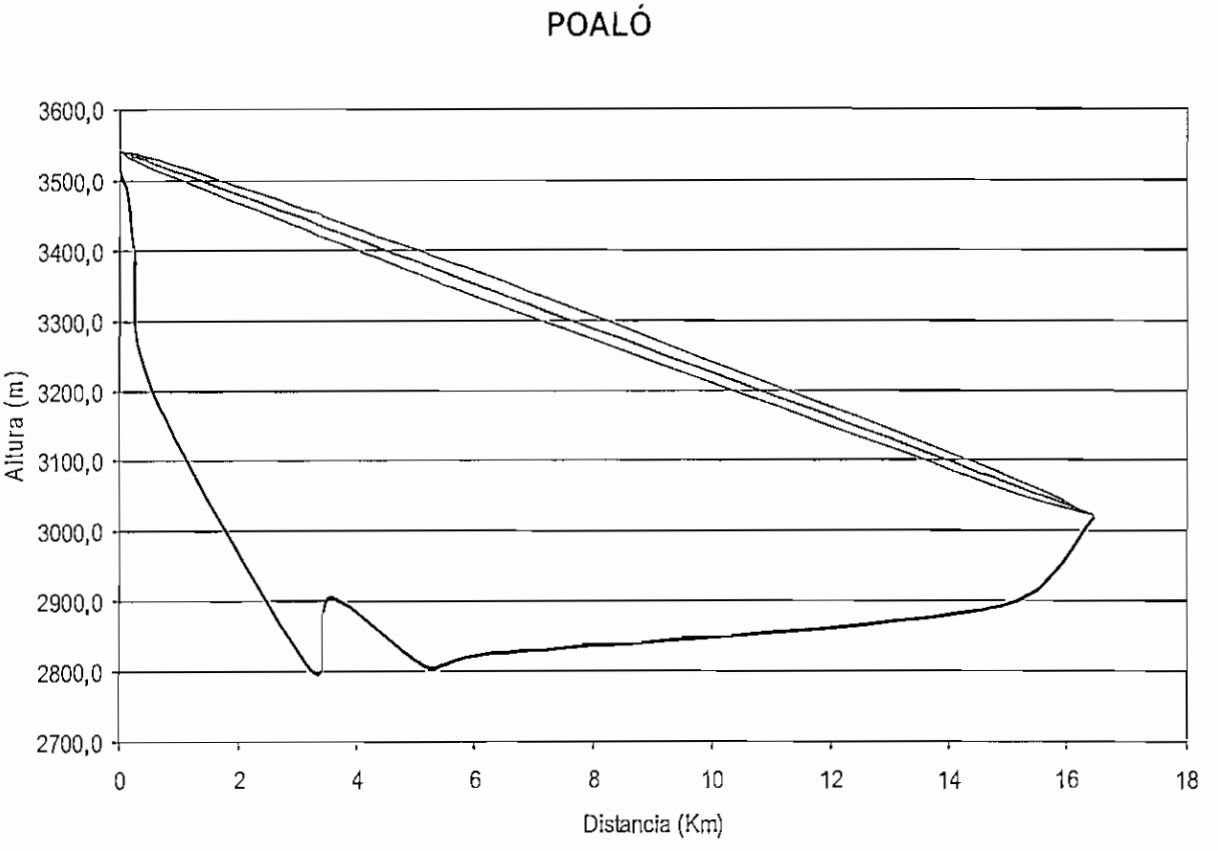


Figura 3.17 Perfil topográfico de la parroquia Poaló.

d (km)	h (m)	h'(m)
0	3512	3512,00
0,125	3481	3481,12
0,25	3400	3400,24
0,55	3200	3200,51
3,25	2800	2802,52
3,55	2901	2903,69
5,225	2800	2803,45
6,15	2821	2824,72
14,875	2891	2892,38
16,45	3018	3018,00

Tabla 3.11: Datos del perfil topográfico de la parroquia Poaló.

L_o =127.6dB

P_{rx} =-62.1dBm

MD = 40.9dB

C mejor que 99.999%

Downtilt = 1,93°

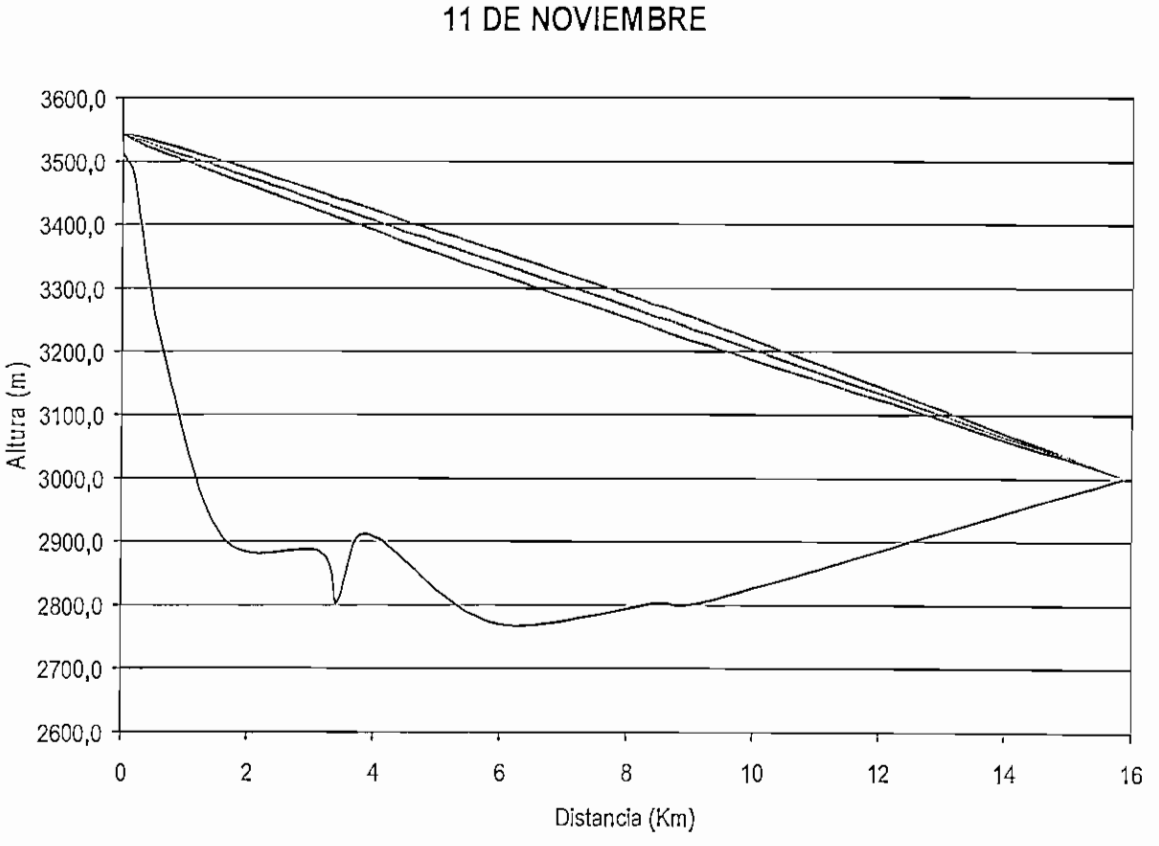


Figura 3.18 Perfil topográfico de la parroquia 11 de Noviembre.

d (km)	h (m)	h'(m)
0	3512	3512,00
0,175	3481	3481,16
0,3	3400	3400,27
0,65	3200	3200,58
1,6	2906	2907,34
3,15	2881	2883,35
3,425	2800	2802,50
3,725	2901	2903,66
4,1	2901	2903,83
4,35	2881	2883,94
5,975	2767	2770,47
8,5	2800	2803,67

d (km)	h (m)	h'(m)
9,175	2800	2803,60
15,85	3000	3000,00

Tabla 3.12: Datos del perfil topográfico de la parroquia 11 de Noviembre.

L_o =127.28dB

P_{rx} =-61.78dBm

MD = 41.22dB

C mejor que 99.999%

Downtilt = 1,93 °

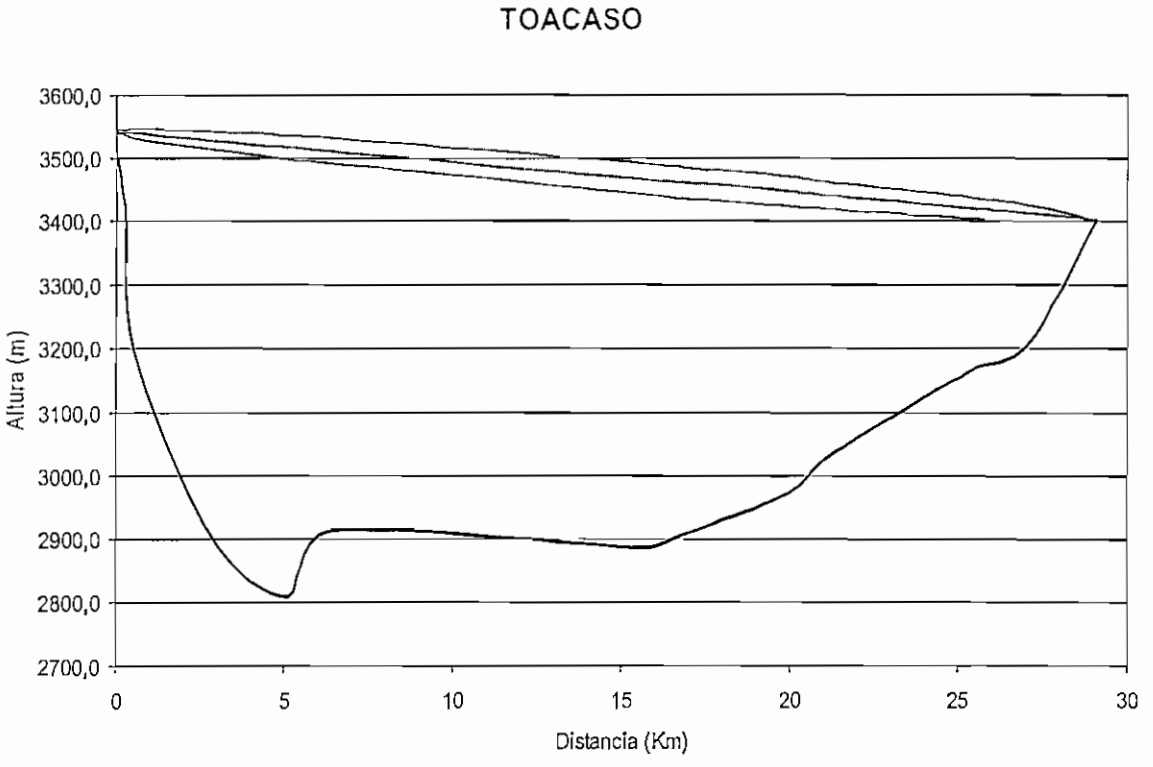


Figura 3.19 Perfil topográfico de la parroquia Toacaso.

d (km)	h (m)	h'(m)
0	3512	3512,00
0,125	3481	3481,21
0,275	3400	3400,47
0,5	3200	3200,84
2,75	2906	2910,26
5,1	2800	2807,20
6,4	2904	2912,54

d (km)	h (m)	h'(m)
15,65	2873	2885,38
16,8	2892	2904,15
20	2962	2972,70
21,175	3020	3029,87
25,3	3155	3160,65
27,075	3200	3203,22
29,1	3400	3400,00

Tabla 3.13: Datos del perfil topográfico de la parroquia Toacaso.

L_o =132.56dB

P_{rx} =-67.06dB

MD = 35.94dB

C mejor que 99.999%

Downtilt = 0,41°

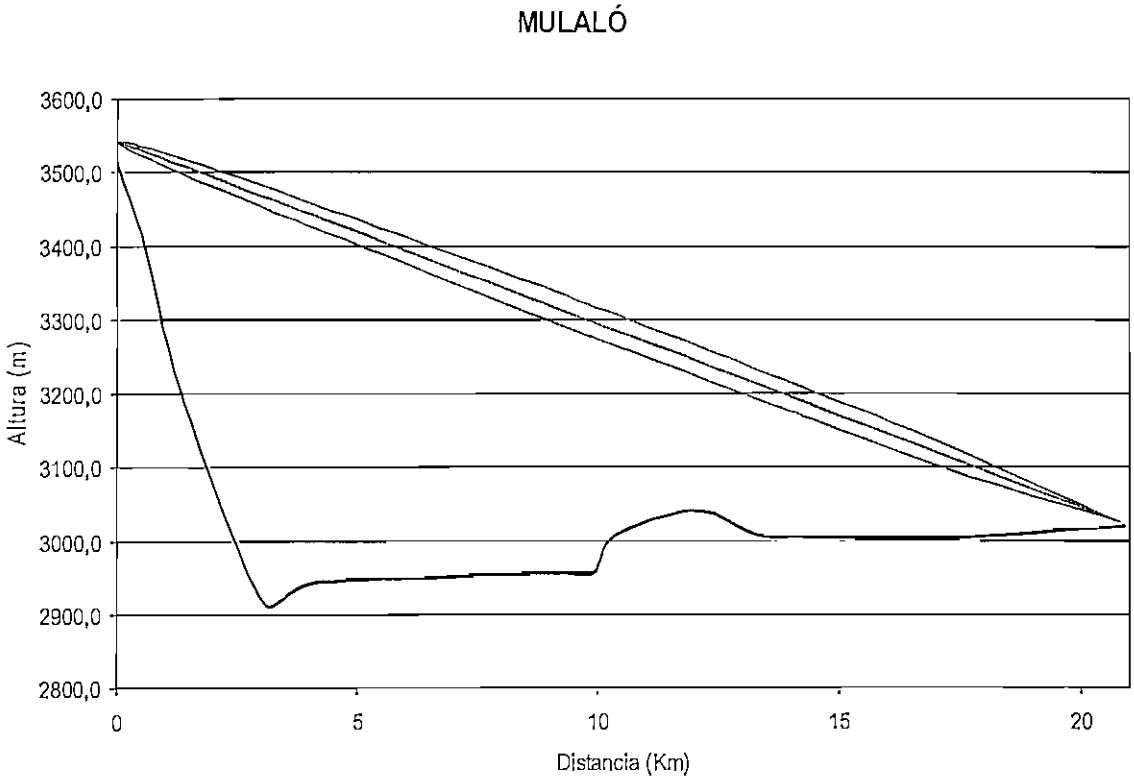


Figura 3.20 Perfil topográfico de la parroquia Mulaló.

d (km)	h (m)	h'(m)
0	3512	3512,00
0,15	3481	3481,18

d (km)	h (m)	h'(m)
1,325	3200	3201,53
3,05	2914	2917,20
4,05	2939	2943,01
9,05	2949	2955,31
9,9	2949	2955,40
10,35	3000	3006,42
12,05	3035	3041,27
13,35	3000	3005,93
14,45	3000	3005,48
17,35	3000	3003,62
20,9	3020	3020,00

Tabla 3.14: Datos del perfil topográfico de la parroquia Mulaló.

En el perfil topográfico se observa un posible punto de reflexión, por lo cual se realizan los cálculos para determinarlo.

Para la distancia (ds) de 12.05 km la altura (hs) es 3035 m. Tomando como referencia que el punto de reflexión se encuentra a una distancia menor de 12.05 km, se asume:

$h_r = 3000$ m

$d_{r1} = 10.35$ km

$h_{10} = h_1 - h_r$

$h_{10} = 3542 - 3000 = 542$ m

$h_{s0} = h_s - h_r$

$h_{s0} = 3035 - 3000 = 35$ m

$$c = \frac{h_{10} - h_{s0}}{h_{10} + h_{s0}}$$

$$c = \frac{542 - 35}{542 + 35} = 0.8786$$

$$m = \frac{1}{2} * \frac{1}{2ka(h_{10} + h_{s0})}$$

$$m = \frac{1}{2} * \frac{1}{2 * \frac{4}{3} * 6370 * 10^3 * (542 + 35)} = 0.0074$$

Con los valores de m y c, del gráfico del anexo C, 3.9 se tiene:

b = 0.87

$$d_{r1} = \frac{d_s}{2}(1+b) = \frac{12.05}{2}(1+0.87)$$

$$d_{r1} = 11.266 \text{ km}$$

λ = 300 / 3500 = 0.0857 m

El d_{r1} calculado se acerca al valor asumido, por lo tanto es aceptable para los siguientes cálculos.

$$rf = \sqrt{\frac{\lambda * d_{r1} * d_{resto}}{d_t}}$$

$$rf = \sqrt{\frac{0.0958 * 11.266 * 9.634 * 10^3}{20.9}} = 21.096 \text{ m}$$

$$\psi = \text{atan}\left(\frac{h_{10}}{d_{r1}}\right) = \text{atan}\left(\frac{542}{11.266 * 10^3}\right)$$

$$\psi = 2.754$$

$$\frac{\lambda}{16 * sen\psi} = \frac{\lambda}{16 * sen2.754} = 0.1115$$

$$TL = \frac{Pr}{sen\psi}$$

$$TL = \frac{21.096}{sen2.754} = 439.06 \text{ m}$$

Determinación del tipo de suelo (liso o rugoso)

Punto de reflexión + TL = 11266 + 439.06 = 11705.06 m

Punto de reflexión - TL 11266 - 439.06 =10826.94 m

$$H_m = \frac{h_{máx} + h_{mín}}{2} = \frac{35}{2} = 17.5 \text{ m}$$

$$H_m > 0.1115$$

Entonces el terreno es rugoso.

Debido a que la señal reflejada no afecta a la señal en el receptor, se considera únicamente las pérdidas en el espacio libre.

L_o =129.68dB

P_{rx} =-64.18dBm

MD = 38.82dB

C mejor que 99.999%

Downtilt = 1,37°

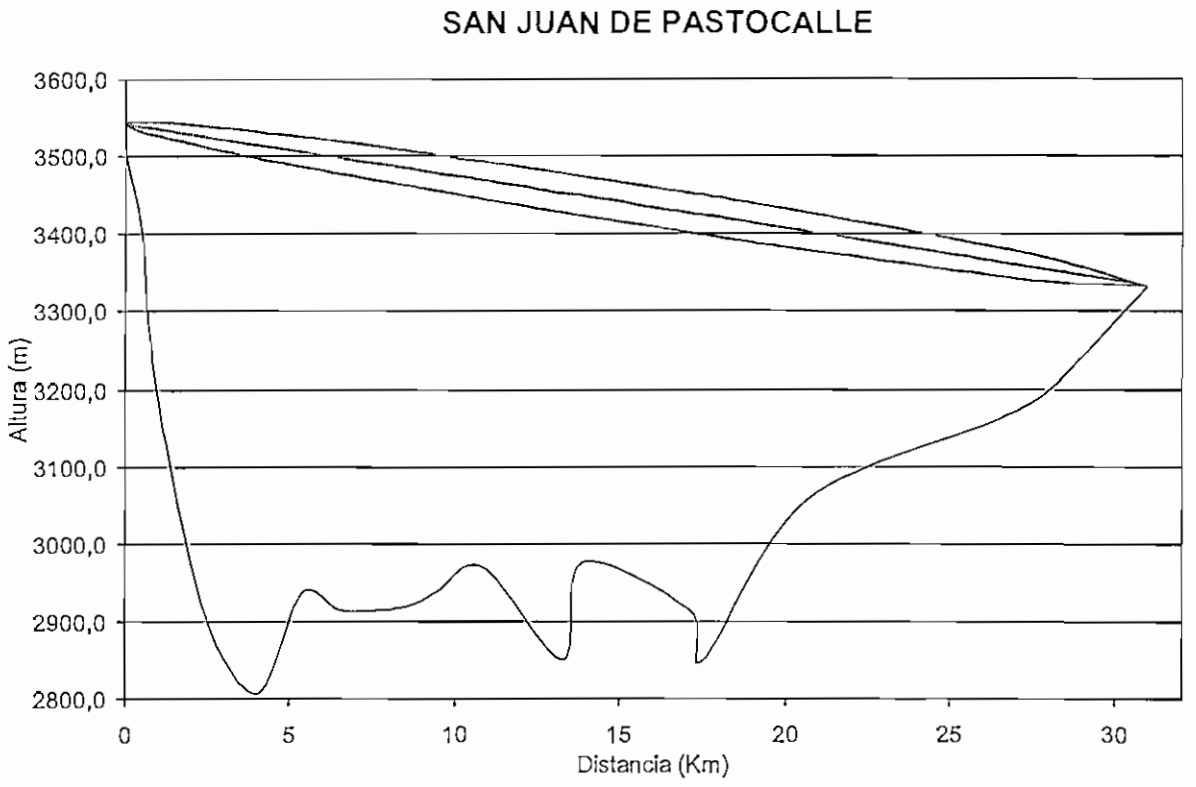


Figura 3.21 Perfil topográfico de la parroquia San Juan de Pastocalle.

d (km)	h (m)	h'(m)
0	3512	3512,00
0,125	3481	3481,23
0,5	3400	3400,90
0,925	3200	3201,63
2,4	2906	2910,03
4,05	2800	2806,41
5,4	2928	2936,11
6,625	2904	2913,48
8,45	2907	2918,18
9,45	2926	2937,95
10,85	2957	2969,82
13,3	2836	2849,80
13,9	2962	2975,94
17,15	2900	2913,92

d (km)	h (m)	h'(m)
17,55	2836	2849,83
20,65	3044	3056,51
26,5	3155	3161,93
28,2	3200	3204,56
30,95	3330	3330,00

Tabla 3.15: Datos del perfil topográfico de la parroquia San Juan de Pastocalle.

L_o =133.09dB

P_{rx} =-67.59dBm

MD = 35.41dB

C mejor que 99.999%

Downtilt = 0,45°

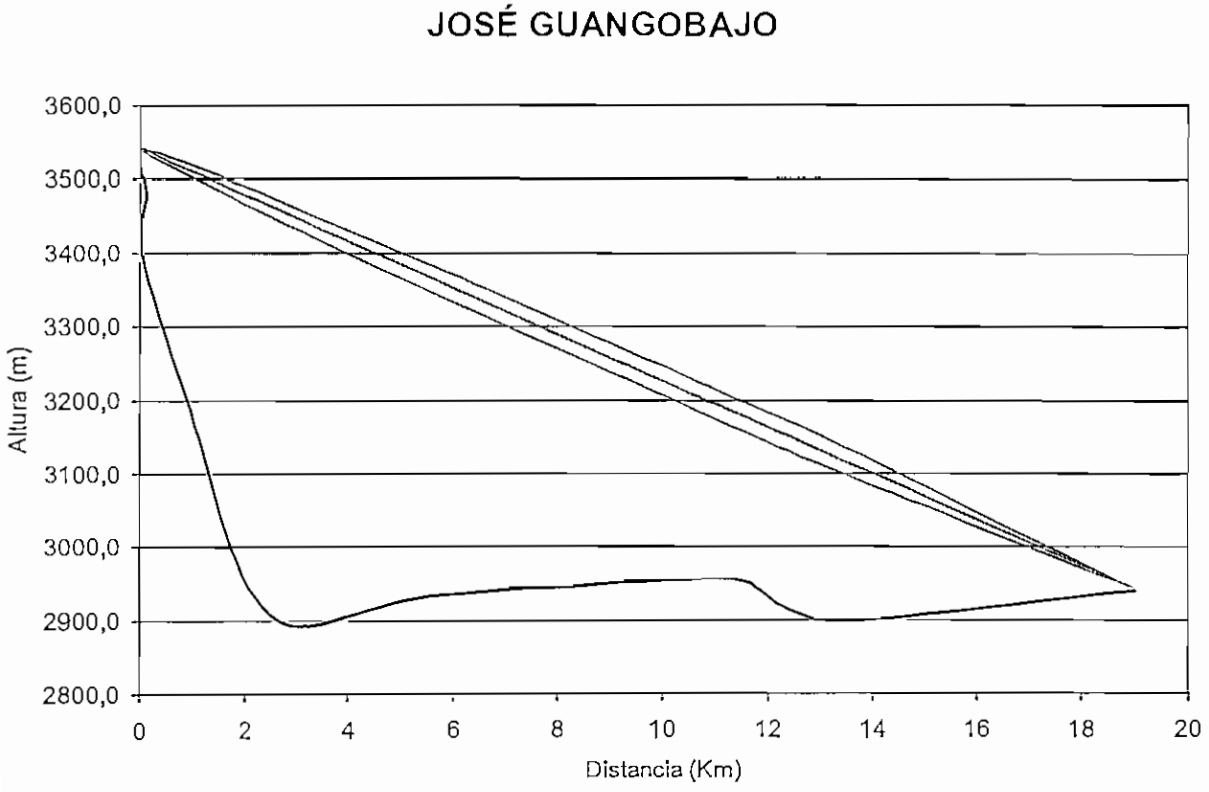


Figura 3.22 Perfil topográfico de la parroquia José Guangobajo.

d (km)	h (m)	h'(m)
0	3512	3512,00
0,125	3481	3481,14

d (km)	h (m)	h'(m)
0,06	3400	3400,07
0,9	3200	3200,96
2,5	2906	2908,43
5,575	2928	2932,40
10,3	2949	2954,27
11,55	2949	2954,06
13,2	2895	2899,50
19	2940	2940,00

Tabla 3.16: Datos del perfil topográfico de la parroquia José Guangobajo.

Según el perfil topográfico de la parroquia (Figura 3.22), un posible punto de reflexión podría ubicarse en el área, por lo que se realizará los cálculos para determinarlo.

Para la distancia (ds) de 11.55 km la altura (hs) es 2949 m. Se asume el punto de reflexión en:

$h_r = 2947$ m

$d_{r1} = 10$ km

$h_{10} = h_1 - h_r$

$h_{10} = 3542 - 2947 = 595$ m

$h_{s0} = h_5 - h_r$

$h_{s0} = 2949 - 2947 = 2$ m

$$c = \frac{h_{10} - h_{s0}}{h_{10} + h_{s0}}$$

$$c = \frac{595 - 2}{595 + 2} = 0.993$$

$$m = \frac{1}{2} * \frac{1}{2ka(h_{10} + h_{s0})}$$

$$m = \frac{1}{2} * \frac{1}{2 * \frac{4}{3} * 6370 * 10^3 * (595 + 2)} = 0.0065$$

Con los valores de m y c, del gráfico del anexo C, 3.9 se tiene:

b = 0.99

$$d_{r1} = \frac{d_s}{2}(1+b) = \frac{11.55}{2}(1+0.99)$$

$$d_{r1} = 11.49 \text{ km}$$

El d_{r1} calculado se acerca al valor asumido, por lo tanto es aceptable para los siguientes cálculos.

λ = 300 / 3500 = 0.0857 m

$$rf = \sqrt{\frac{\lambda * d_{r1} * d_{resto}}{d_1}}$$

$$rf = \sqrt{\frac{0.0857 * 11.49 * 7.51 * 10^3}{19}} = 19.728 \text{ m}$$

$$\psi = \text{atan}\left(\frac{h_{10}}{d_{r1}}\right) = \text{atan}\left(\frac{612}{11.49 * 10^3}\right)$$

$$\psi = 3.048°$$

$$\frac{\lambda}{16 * sen\psi} = \frac{0.0857}{16 * sen3.048} = 0.1$$

$$TL = \frac{Pr}{sen\psi}$$

$$TL = \frac{19.728}{sen3.048} = 371.027 \text{ m}$$

Determinación del tipo de suelo (liso o rugoso)

Punto de reflexión + TL = 11490 + 371.027 = 11861.027 m

Punto de reflexión - TL 11490 - 371.027 =11118.973 m

$$H_m = \frac{h_{máx} + h_{mín}}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ m}$$

$$H_m > 0.1115$$

Por tanto el terreno es rugoso.

Debido a que la señal reflejada no afecta a la señal en el receptor, se considera únicamente las pérdidas en el espacio libre.

L_o =128.86dB
P_{rx} =-63.35 dBm
MD = 39.64dB
C mejor que 99.999%
Downtilt = 1,78°

3.4.4 PLANIFICACIÓN DE FRECUENCIAS

El sistema operará en la banda de frecuencia de 3.5 Ghz, la banda comprende dos sub-bandas de 25 Mhz con un total de 50 Mhz.

Según las especificación técnicas del AS4020 en el transporte punto – multipunto se exige un canal de RF de ancho de banda de 3/3.5 Mhz. Además la estación base puede funcionar con un máximo de 12 canales de RF (ver anexo C, 3.2.1). Sin embargo el número de canales de RF disponibles dependerá del ancho de banda asignado y del ancho de banda por canal de radio frecuencia.

De esta manera, el número total de canales de RF, esta dado por:

$$\text{Número total de canales de RF} = \frac{\text{Total de Ancho de banda asignado}}{\text{Ancho de banda por canal de RF}} \qquad (3.14)$$

$$\text{Número total de canales de RF} = \frac{25\text{MHz}}{3.5}$$

$$\text{Número total de canales de RF} = 7$$

Entonces cada celda (antena omnidireccional) o sector de celda (antenas direccionales) puede soportar hasta 7 canales de RF por cada sub-banda de 25 MHz.

Entre cada canal de RF se tiene una separación de 83.33 kHz (Figura 3.23).

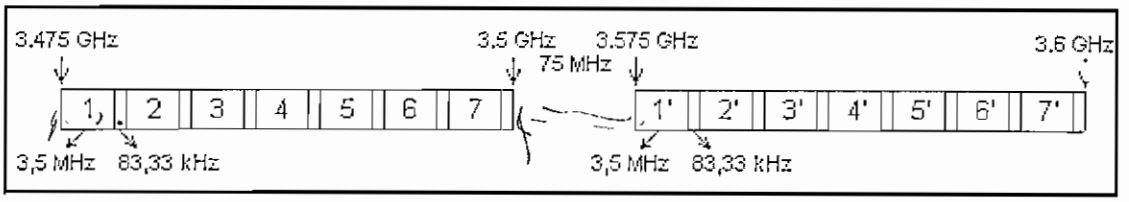


Figura 3.23 Canalización de frecuencias.

El método de duplexación empleado en Airspan es FDD (*Frequency Division Duplex*), por lo que dentro de cada canal de RF se tiene un ancho de banda para *uplink* (terminal de suscriptor a estación base) y un ancho de banda para *downlink* (estación base a terminal de suscriptor) (Figura 3.24).

Nº CANAL	D (SUB-BANDA DE 3475 A 3500 MHZ)	D' (SUB-BANDA DE 3575 A 3600 MHZ)
1	3475-3478.5	3575-3578.5
2	3478.58-3482.08	3578.58-3582.08
3	3482.16-3485.66	3582.16-3585.66
4	3485.75-3489.25	3585.75-3589.25
5	3489.33-3492.83	3589.33-3592.83
6	3492.91-3496.41	3592.91-3596.41
7	3496.5-3500	3596.5-3600

Tabla 3.17 Canales de frecuencia.

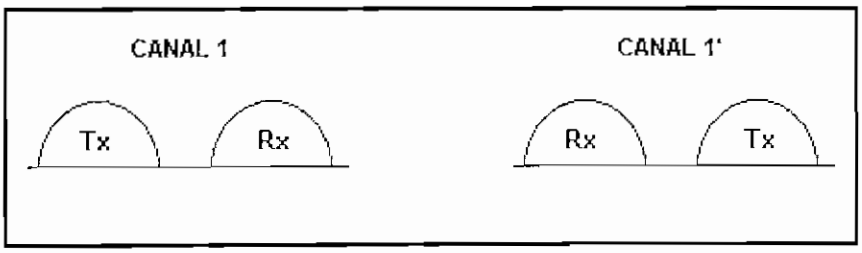


Figura 3.24 Método de duplexación FDD.

3.4.5 SECTORIZACIÓN DE LA CELDA

Debido a que cada canal de RF puede tener un ancho de banda de 3,5 MHz (ver anexo C, 3.2.1), y considerando que se dispone en el Ecuador de un ancho de

banda total de 25 MHz, se puede tener un máximo de 7 canales de radiofrecuencia. Cada equipo de RF puede soportar 480 usuarios teniendo un máximo de 3360 usuarios por sector de celda; pero, los requerimientos de servicio telefónico sobrepasa ese valor máximo de usuarios, por lo que se aplica la utilización de sectorización de celdas y planificación de reutilización de frecuencias para sistemas WLL.

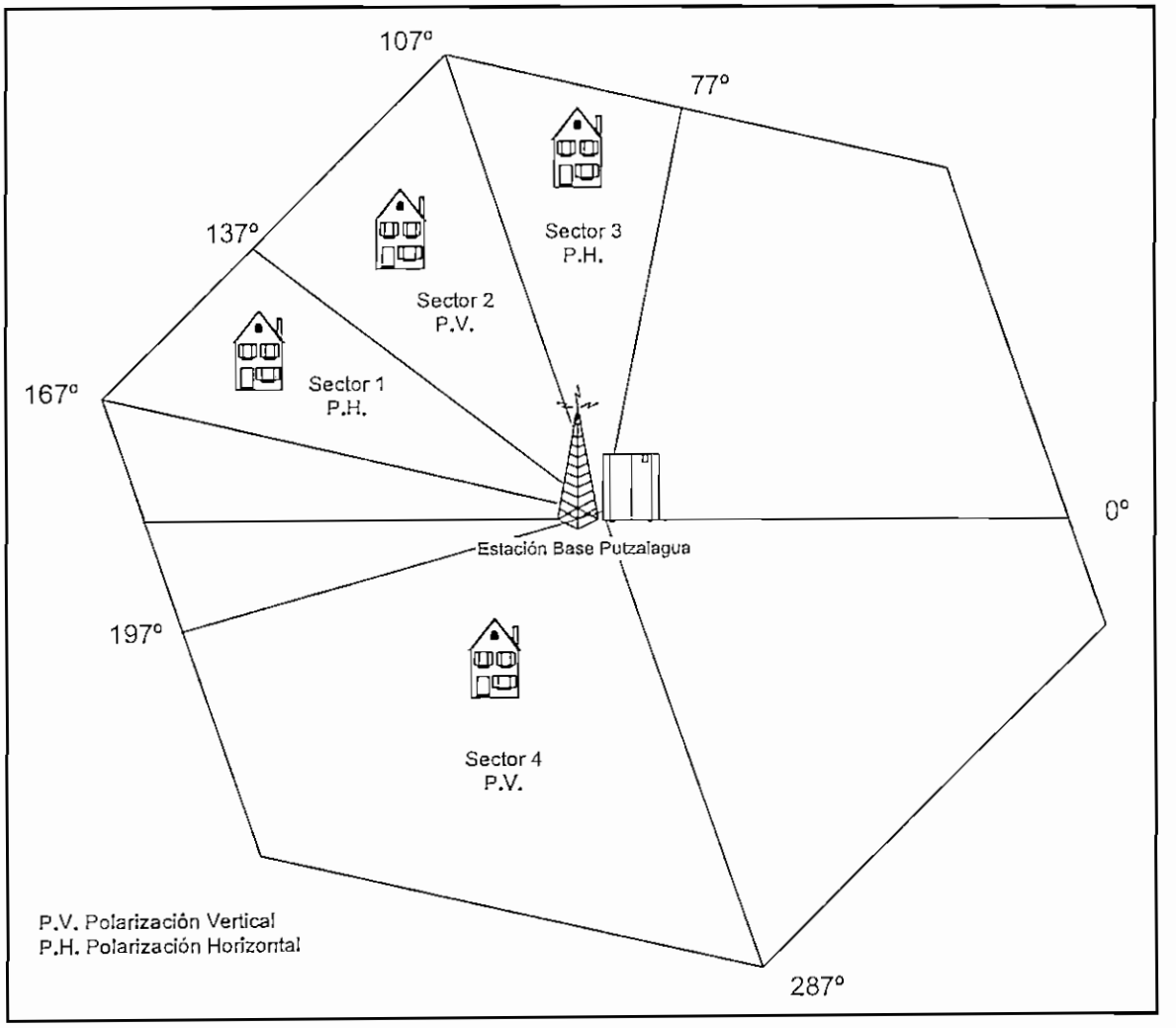


Figura 3.25 Sectorización de celda.

De acuerdo a los requerimientos del diseño (áreas a ser servidas) se tienen un total de cuatro sectores en la celda (tres sectores de 30° y un sector de 90°), los 180° restantes no se utilizan en la celda por motivo de no encontrarse población del cantón Latacunga. Los cuatro sectores son:

Sector 1: Lo conforman las parroquias rurales de Poaló y 11 de Noviembre, ocupando una sección de celda de 30°. El sector 1 utiliza antenas directivas de 30° con polarización horizontal.

Sector 2: En este sector se encuentran las parroquias de San Buenaventura, Guaytacama, Tanicuchi, Toacaso, también se encuentran parroquias compartidas con el sector 3, como son: las tres cuartas partes de la totalidad de la población total de Pastocalle, las tres cuartas partes de la población de Aláquez y la tercera parte de la población de José Guangobajo. Esto es una percepción aproximada a la realidad. Ocupando un sector de celda de 30°. La polarización de las antenas directivas de 30° es vertical.

Sector 3: Se encuentra formado por la parroquia de Mulaló y las restantes proporciones de población del sector 2, en un sector de 30° en la celda. Las antenas directivas de 30° emplean polarización horizontal.

Sector 4: Este sector lo conforma la parroquia de Belisario Quevedo. Las antenas directivas de 90° emplean polarización vertical.

3.5 ASPECTOS GENERALES DEL DISEÑO DE LA RED

En general los habitantes de las diez parroquias rurales del cantón Latacunga y la parroquia de San Buenaventura requieren del servicio básico de telefonía. Sin embargo se debe considerar que en los sectores rurales se hallan grandes plantaciones florícolas que requieren de servicios de Internet. Además una parte de los pobladores de las localidades requieren del servicio de Internet de bajo costo en su hogar o en escuelas, colegios y centros de atención médica.

Por lo tanto considerando que la red en general debe proporcionar los servicios de voz e Internet, se realizará el cálculo de la demanda telefónica y de Internet para dimensionar la red.

3.5.1 DEMANDA TELEFÓNICA

Para dimensionar la red, es necesario determinar la demanda telefónica, es decir, el número total de líneas telefónicas que un sector de población dado este dispuesto a adquirir.

Para el cálculo se utilizará la siguiente ecuación:

$$D_f = D_o (1 + b)^n \qquad (3.15)^3$$

D_f: Demanda final
D_o: Demanda inicial
b: incremento anual
n: Número de años del proyecto

Considerando el crecimiento poblacional de la zona en la que se va instalar la red y el desarrollo, considerados con detalle en el capítulo 1, se ha visto conveniente seleccionar un porcentaje del incremente anual, b = 0.4 % para las áreas rurales y de 4.2% para las parroquias urbanas. La demanda final se calculará en 10 años.

En la tabla 3.18 se muestran los datos de la demanda inicial y la demanda final proyectada en 10 años.

PARROQUIAS URBANAS	DEMANDA SATISFECHA	DEMANDA INSATISFECHA (inicial) D_O	DEMANDA FINAL D_F
Eloy Alfaro	500	1500	2263
Ignacio Flores	900	1200	1811
Juan Montalvo	1400	1200	1811
La Matriz	2400	1000	1509
San Buenaventura	100	600	905
	SUBTOTAL	**5500**	**8299**

[3] Departamento de Planificación y Fiscalización de ANDINATEL S.A Sucursal Cotopaxi.

PARROQUIAS RURALES	DEMANDA SATISFECHA	DEMANDA INSATISFECHA (inicial) D_O	DEMANDA FINAL D_F
Aláquez	100	600	625
Belisario Quevedo	150	600	625
Guaytacama	350	1000	1041
José Guangobajo	100	300	312
Mulaló	600	600	625
11 de Noviembre	150	200	208
Poaló	100	500	520
San Juan de Pastocalle	500	300	312
Tanicuchi	500	300	312
Toacaso	400	500	520
	SUBTOTAL	4900	5100
	TOTAL	10400	10400

Tabla 3.18: Demanda Telefónica de las parroquias del Cantón Latacunga.

Según lo calculado se tiene que la demanda en 10 años en las 10 parroquias rurales del cantón Latacunga será de 5100 abonados y en la parroquia urbana de San Buenaventura será de 905 abonados. En total la red será dimensionada para que preste servicios a un total de 6005 abonados.

De acuerdo a la demanda telefónica proyectada a 10 años se tiene el siguiente número de abonados por sector de celda:

SECTOR DE CELDA	NÚMERO DE ABONADOS POR SECTOR
1	728
2	3585
3	1067
4	625

Tabla 3.19: Número de abonados por sector.

3.5.2 DENSIDAD TELEFÓNICA

Para calcular la densidad telefónica para una año "n" se considera una "tendencia geométrica", éste método también se adapta a las condiciones de crecimiento

actual de los circuitos telefónico a corto plazo. La ecuación obtenida en base a éste método es la siguiente:

$$d_f=d_o*(1+r)^{N-2004} \quad (3.16)$$

Siendo:

d_f: densidad telefónica en el año n

d_o: densidad telefónica inicial del año 2004

r: tasa de crecimiento anual de la densidad telefónica

N: año

La densidad telefónica en el año 2004 para las parroquias rurales del cantón Latacunga, es:

$$d_0 = \frac{\text{Demanda satisfecha año 2004}}{\text{Población año 2004}} * 100$$

$$d_0 = \frac{2950}{63768} * 100 = 4.63\%$$

En las parroquias urbanas la densidad telefónica es:

$$d_0 = \frac{5300}{229818} * 100 = 2.31\%$$

La densidad telefónica de indigencia es del 6%, por lo tanto, para el calculo de la tasa de crecimiento anual de la densidad telefónica (r) en las parroquias urbanas y rurales del cantón Latacunga, se estima una densidad telefónica del 8% para el año 2014; valor que supera a la densidad telefónica de indigencia.

Partiendo de la ecuación 3.16, se tiene que la tasa en las parroquias rurales es del 0.056 y en las urbanas de 0.13.

AÑO	DENSIDAD (%)	POBLACIÓN	ABONADOS TELEFÓNICOS
2004	4,63	63768	2950
2005	4,89	64023	3131

AÑO	DENSIDAD (%)	POBLACIÓN	ABONADOS TELEFÓNICOS
2006	5,16	64279	3317
2007	5,45	64536	3517
2008	5,75	64794	3726
2009	6,08	65054	3955
2010	6,42	65314	4193
2011	6,77	65575	4439
2012	7,15	65837	4707
2013	7,56	66101	4997
2014	8	66365	5309

Tabla 3.20: Densidad telefónica en las parroquias rurales.

AÑO	DENSIDAD	POBLACIÓN	ABONADOS TELEFÓNICOS
2004	2,31	229818	5300
2005	2,61	326342	8518
2006	2,94	463405	13624
2007	3,33	658035	21913
2008	3,77	934410	35227
2009	4,25	1326862	56392
2010	4,8	1884144	90439
2011	5,43	2675485	145279
2012	6,14	3799188	233270
2013	6,9	5394847	372244
2014	8	7660683	612855

Tabla 3. 21: Densidad telefónica en las parroquias urbanas.

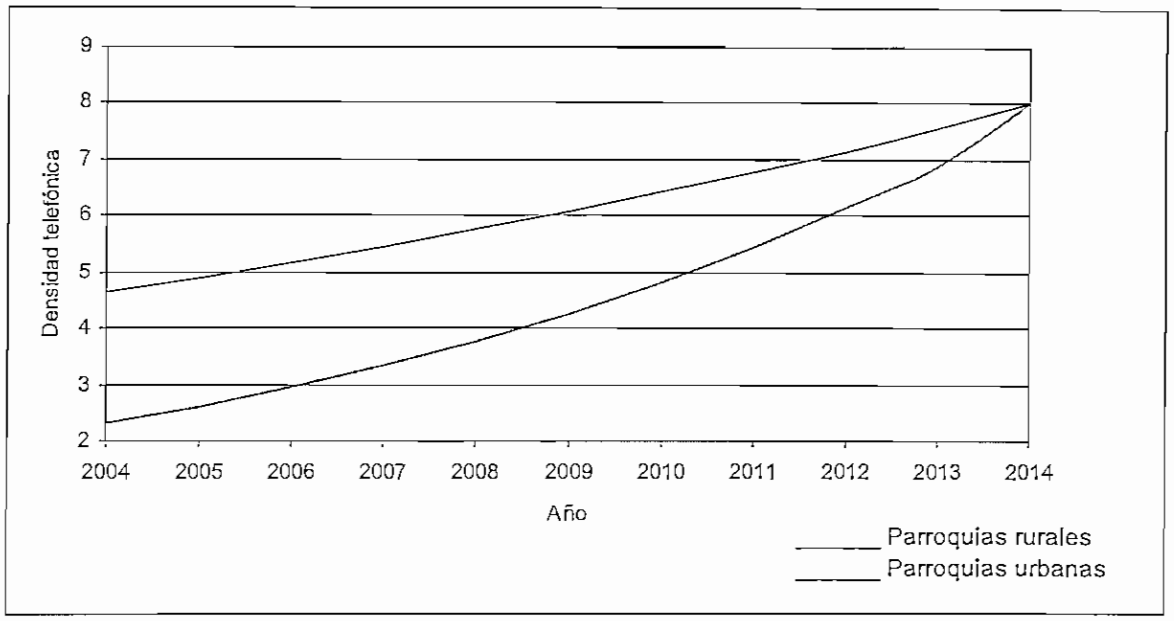


Figura 3.26 Densidad telefónica de las parroquias urbanas y rurales del cantón Latacunga.

3.5.3 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD REQUERIDA PARA PROPORCIONAR SERVICIO DE VOZ.

En el diseño de una red de telecomunicaciones es de vital importancia el cálculo del uso del sistema para dimensionar el equipo a utilizar. Por tal motivo se debe considerar la intensidad de tráfico, es decir, la cantidad de ocupaciones que en promedio existen simultáneamente durante un periodo de tiempo dado.

3.5.3.1 Cálculo del tráfico de voz

El tráfico de un grupo de órganos se calcula sumando los tiempos de todas las ocupaciones habidas en el grupo. [39]

$$A = \frac{1}{T}\sum_{i=1}^{n} t_i \qquad (3.17)^4$$

Donde,

A = Tráfico total

[4] Carrión Robalino Hugo, Ingeniería de Tráfico de Telecomunicaciones, Octubre 2002, pág: 13

t_i = Tiempo de duración de la llamada

T = Periodo de observación

n = Número total de ocupaciones en el grupo de canales

Si se obtiene el tiempo promedio de las ocupaciones, la fórmula para encontrar el tráfico se reduce a:

$$A = \frac{1}{T}(n * t_m) \qquad (3.18)\ ^4$$

Donde,

t_m = Tiempo promedio de ocupación.

Debido a que el tráfico es producido por abonados que originan llamadas según sus necesidades, se producen grandes variaciones durante el transcurso de un día y en los diferentes días de la semana. La producción de tráfico por los abonados está íntimamente relacionada con los horarios de trabajo y la intensidad comercial e industrial del sector servido, por lo que se da al tráfico un carácter periódico cuando se consideran periodos largos.

Como las redes se dimensionan siempre de manera que se pueda cursar el tráfico incluso en las horas de mayor aglomeración sin dificultad y a la satisfacción de los abonados, o sea, con la calidad de tráfico prescrita, para todas las tareas de planeamiento y dimensionamiento se toma como referencia el tráfico telefónico en la hora cargada de un día hábil normal de la temporada de mayor tráfico.

Según datos proporcionados por ANDINATEL S.A en áreas urbanas el tráfico es de aproximadamente 100 Erlangs por mil abonados, dando un tráfico de 0.1 Erlangs por abonado, mientras que en las zonas rurales es de 50 Erlangs por mil abonados, es decir 0.05 Erlangs por abonado.

Pero, por el motivo de que la parroquia urbana de San Buenaventura se encuentra situada en la zona nor-oeste con respecto al cerro Putzalagua, cerca

de parroquias rurales como 11 de Noviembre, Poaló y Aláquez, se dará el servicio telefónico y de Internet en el mismo sector de la celda, por lo que para evitar errores se tomará un tráfico promedio de 0.07 Erlangs por abonado para calcular el tráfico de voz requerido por canal de radiofrecuencia.

De acuerdo a las especificaciones técnicas, en cada central telefónica (ver anexo C, 3.2.3) cada equipo de radio puede soportar hasta 480 usuarios por lo que, considerando que el tráfico promedio por abonado es de 0.07 Erlangs, el tráfico de voz que se tendría por canal de radiofrecuencia sería de:

480 abonados x 0.07 Erlangs = 33.6 Erlangs

Con el valor de tráfico en Erlangs y el valor de bloqueo admisible en una red telefónica de 1%, en la tabla de Erlang B (ver anexo C, 3.3) se tienen 45 canales de voz.

Considerando que 1 E1 es igual a 30 canales de voz PCM con una velocidad de 64 kbps, para 45 canales de voz no se puede dar servicio a 480 usuarios por canal de RF, teniendo que volver a considerar otro nivel de tráfico con menor número de usuarios; pero, con el propósito de canalizar 480 usuarios (1 E1) por equipo de RF, se utilizarán 45 canales de voz ADPCM con una velocidad de 32 kbps.

45 canales de voz x 32 kbps = 1.440 Mbps para ADPCM

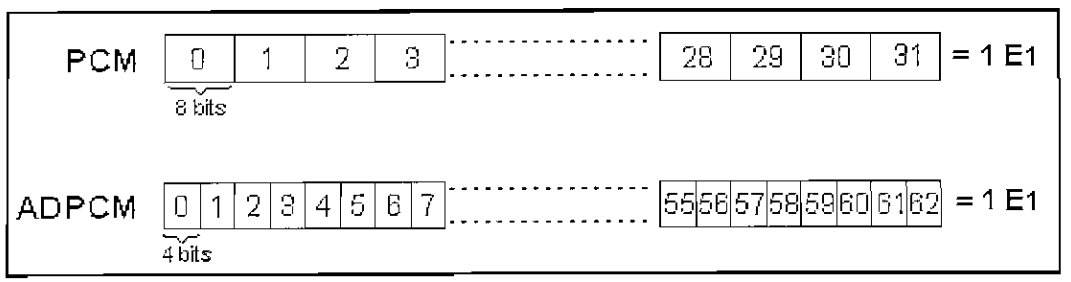


Figura 3.27 Canales de voz PCM y ADPCM.

3.5.4 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD REQUERIDA PARA PROPORCIONAR SERVICIO DE INTERNET.

En el cálculo de capacidad requerida para prestar el servicio de Internet, se estima que el 30% de demanda insatisfecha de las 10 parroquias rurales y urbana de San Buenaventura, requerirán además el servicio de Internet. De este modo se tiene que 1801 suscriptores necesitarán del servicio de voz e Internet.

Considerando que el 30% de la totalidad de los usuarios por equipo de radiofrecuencia recibirían servicio de Internet, 144 abonados tendrían servicio de voz e Internet y 336 tendrían servicio únicamente de voz.

Para garantizar que en la mejor condición los usuarios tengan un servicio de 64 kbps, se tiene que la capacidad requerida por equipo de RF para proporcionar el servicio de Internet es:

$$\frac{144}{10} \text{ x } 64 \text{ kbps} = 921.6 \text{ kbps}$$

Considerando que la capacidad promedio es 4.2 Mbps por canal de RF, se tendría 4,2 Mbps x 0.8 de *troughput* debido a que cada trama posee encabezado teniendo disponible 3.36 Mbps por canal de RF. Con una velocidad de 1.440 Mbps de voz y 921.6 kbps de Internet, la capacidad total requerida por canal de RF es 2.3616 Mbps lo cual no sobrepasa la capacidad promedio disponible.

Para dimensionar los equipos, se toma en consideración la capacidad requerida para el servicio de Internet. Estimando que uno de cada diez abonados están utilizando la red para acceder al servicio de Internet, y que la velocidad a la hora pico es de 8 kbps, se tiene:

$$\text{Capacidad} = \frac{\text{Número total de abonados de internet}}{10} * 8 \text{ kbps} \qquad (3.19)$$

$$\text{Capacidad} = \frac{1801}{10} * 8 = 1440 \text{ kbps}$$

Entonces, se requiere contratar una capacidad de Internet de 1.44 Mbps (1 E1).

SECTOR	NUMERO DE ABONADOS POR SECTOR	ABONADOS POR RF	TRAFICO (Erlangs)	NÚMERO DE CANALES	PCM (slot 8 bits)	ADPCM (slot 8 bits)	CAPACIDAD DE VOZ ADPCM (kbps)	NÚMERO DE USUARIOS DE INTERNET	CAPACIDAD REQUERIDA INTERNET (kbps)	CAPACIDAD TOTAL REQUERIDA (Mbps)
		480	33,6	45	45	23	1440	144	921.6	2.361
1	728	248	17.36	27	27	14	864	75	480	1.344
		480	33,6	45	45	23	1440	144	921.6	2.361
		480	33,6	45	45	23	1440	144	921.6	2.361
		480	33,6	45	45	23	1440	144	921.6	2.361
		480	33,6	45	45	23	1440	144	921.6	2.361
		480	33,6	45	45	23	1440	144	921.6	2.361
		480	33,6	45	45	23	1440	144	921.6	2.361
2	3360	480	33,6	45	45	23	1440	144	921.6	2.361
		480	33,6	45	45	23	1440	144	921.6	2.361
		480	33,6	45	45	23	1440	144	921.6	2.361
3	1067	107	7.49	14	14	7	448	32	204.8	0.652
		480	33,6	45	45	23	1440	144	921.6	2.361
4	625	145	10.15	18	18	9	576	44	281.6	0.857
TOTAL		5780						1735		

Tabla 3.22: Estimación de la Capacidad del Sistema.

3.5.5 ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE EQUIPOS PARA SATISFACER LOS REQUERIMIENTOS DE CAPACIDAD.

Con la visita realizada a cada una de las parroquias de la ciudad de Latacunga, se comprobó la existencia de línea de vista con el cerro Putzalagua, el cual tiene una altitud de 3512 metros sobre el nivel del mar y se encuentra ubicado al sur este de la ciudad (ver anexo C, mapa 3.1). Además considerando que la parroquia mas alejada con respecto al Putzalagua es San Juan de Pastocalle con 30.95 km de distancia y de acuerdo a las características técnicas del sistema AS4020, el cual presenta una cobertura máxima de 50 km en áreas rurales (ver anexo C, 3.2.1), se determinó que para el diseño se requiere de una estación base ubicada en el Putzalagua para abastecer a todas las parroquias rurales y la parroquia urbana de San Buenaventura, con la finalidad de cumplir con el alcance propuesto.

Además, se puede presentar como una alternativa, el dar servicio de voz y datos a las cuatro parroquias urbanas de Latacunga y al cantón Salcedo, con la estación base utilizada en el proyecto.

Con el propósito de incrementar la capacidad del sistema AS4020 se utilizará sectorización de celdas y planificación de reutilización de frecuencias para sistemas WLL. En la estación base utilizada en Latacunga se utilizará el modelo de reutilización de frecuencia de factor 1 y cuatro sectores (tres de 30° y uno de 90°), los cuales se encuentran dentro de 180° en la celda, siendo dichos sectores los necesarios para cubrir las parroquias para las cuales se realizará el diseño. El sistema AS4020 soporta un factor de reutilización de frecuencia de N=1 a N=3, y debido a que se emplea el interfaz de radio DS-CDMA (ver anexo C, 3.5) se puede utilizar el mismo rango de frecuencia y canales en cada sector.

Tomando en consideración la demanda de tráfico calculada para un período de 10 años, se tiene un total de 6005 abonados, de los cuales se podrá proporcionar servicio telefónico a 5780 suscriptores, porque por sector de celda se puede tener un máximo de 3360 suscriptores y en el sector 2 se tiene un total de 3585 lo que

resulta que aproximadamente el 6.2 % de posibles suscriptores no podrán ser atendidos en 10 años.

Como cada rack puede soportar 4 equipos de RF con 480 usuarios por canal, se necesita un total de 14 equipos de RF, lo cual da un total de 6720 usuarios que pudieran ser asignados a la red en un período de 10 años.

En la estación base, se necesitan 14 antenas (12 antenas de un haz de 30° y 2 de 90°) para cubrir los cuatro sectores de la celda.

	CANALES DE RF	TIPO DE ANTENA	POLARIZACIÓN
Sector 1	2	Directiva 30°	Horizontal
Sector 2	7	Directiva 30°	Vertical
Sector 3	3	Directiva 30°	Horizontal
Sector 4	2	Directiva 90°	Vertical

Tabla 3.23 Tipo y Polarización de las antenas de la Estación Base.

Considerando que cada rack tiene 4 equipos de RF, se necesitaría un total de cuatro centrales terminales en la estación base. De acuerdo a las especificaciones de Airspan cada celda puede estar formada por 24 equipos de RF (6 centrales terminales) (ver anexo C, 3.2.3), por lo que con cuatro centrales terminales se tendría un total de 16 equipos de RF; pero, en el proyecto se considerarán 14 equipos de RF.

De acuerdo a la concesión de WLL se considera un ancho de banda de 25 MHz en el país y tomando en cuenta que el ancho de cada canal de radio frecuencia en el sistema Airspan es de 3.5MHz, teniendo, por tanto un máximo de 7 canales de radiofrecuencia por estación base en nuestro país.

Cada central terminal soporta un tráfico de voz de hasta 40 Erlangs por canal de RF, de acuerdo al máximo tráfico de voz calculado por canal de RF (480 usuarios) se tiene 33.6 Erlangs, por lo que cada canal de RF puede soportar el tráfico de voz generado por 480 usuarios.

El concentrador de acceso (AC) puede soportar 24 equipos de RF con un solo Rack (ver anexo C, 3.2.2), por lo que se utilizará un solo AC para proporcionar servicio de voz y datos a los suscriptores de Latacunga.

El equipo de radio tiene dos puertos Ethernet RJ45 separados, uno para servicio de Internet y el otro para la administración de la red, por lo que se utilizará un switch donde se conecten los terminales correspondientes a la administración de la red y para proporcionar el servicio de Internet otro switch (ver anexo C, 3.6) de capa 2 (capa de enlace de datos) donde se conmuten las tramas Ethernet provenientes de cada equipo de radio. También se requiere de un enrutador (ver anexo C, 3.7) para que administre las direcciones IP y controle los puertos es decir se encargue del enrutamiento de los paquetes entre redes, las cuales se conectarán al servidor de Internet. [40]

El diagrama de la red de telefonía se muestra en la Figura 3.29.

3.5.5.1 Interconexión de la red.

La interconexión entre el sistema y la PSTN se la realiza utilizando el interfaz V5.2 mediante 6 E1s, en cambio el administrador de la red (ubicado en Latacunga) y el proveedor de Internet se enlazan al sistema AS4020 mediante un E1. Físicamente esta interconexión se la realiza mediante un backbone de microondas de 8 E1s de capacidad (ver anexo C, 3.4).

Según el cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias, de 14.5 – 15.4 GHz operan enlaces para sistemas de transmisión de datos[5] por lo tanto el enlace de microondas entre el Putzalagua, (sitio donde se encuentra ubicada la Estación Base y el concentrador de Acceso) y Latacunga (lugar donde se localiza la PSTN,

[5] Notas nacionales relacionadas al cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias. **EQA.155** En las bandas 917 – 922 MHz y 941- 946 MHz, 925 - 928 MHz y 951 – 954 MHz, 934 – 935 MHz y 955 – 956 MHz, 1.400 – 1.452 MHz, 1.492 – 1.525 MHz, 3.700 – 4.200 MHz, 5.925 – 6.700 MHz, 6.892 – 7.075 MHz, 7.075 – 8.500 MHz, 14,5 – 15,4 GHz, 17,8 – 18,8 GHz, 21,2 – 24 GHz, operan enlaces para sistemas de transmisión de datos.

el proveedor de Internet y el Administrador de la red) se lo realizará en esta banda.

El Backbone de Microondas de 8 E1s de capacidad requiere un ancho de banda de 14 MHz para enlazarse.

Los resultados del enlace son los siguientes:

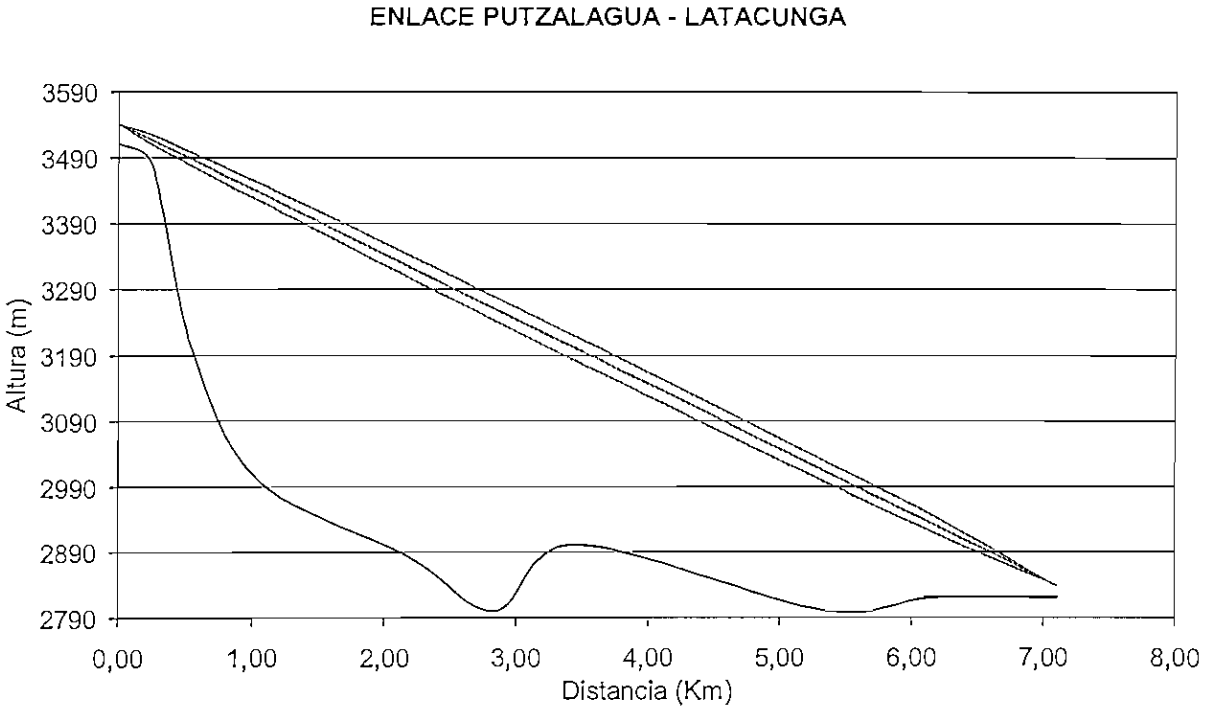


Figura 3.28 Perfil topográfico del trayecto Putzalagua Latacunga.

	PUTZALAGUA	LATACUNGA
Altura de la antena (m)	30	18
Ganancia de la Antena (dBi)	36.5	36.5
Pérdidas del alimentador (dB)	2	2
Potencia de transmisión (dBm)	22	
Sensibilidad del receptor (dBm)		-98
Frecuencia (GHz)	15	
d (km)	7,1	

Tabla 3. 24: Características técnicas del enlace Putzalagua-Latacunga.

d (km)	h (m)	h'(m)
0,00	3512	3512,00
0,25	3481	3481,10
0,55	3200	3200,21
1,05	3000	3000,37
2,20	2881	2881,63
2,85	2800	2800,71
3,45	2900	2900,74
5,35	2800	2800,55
6,15	2821	2821,34
7,10	2821	2821,00

Tabla 3. 25: Datos del perfil topográfico del trayecto Putzalagua-Latacunga.

L_o =132.95dB

P_{rx} =-41.95dBm

MD = 56.05dB

C mejor que 99.999%

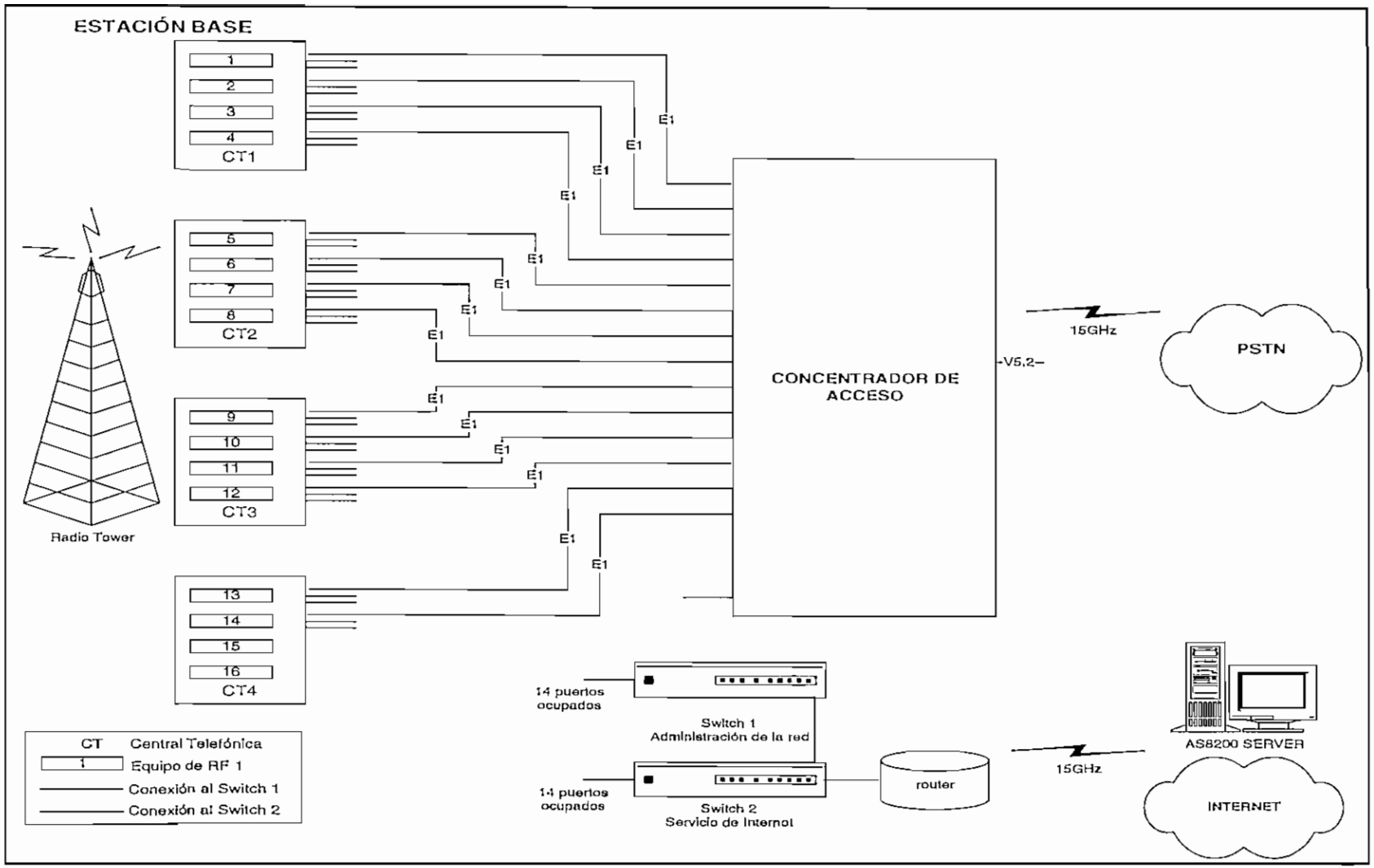


Figura 3.29 Diagrama de la Red de telefonía fija inalámbrica para el cantón Latacunga.

REFERENCIA

[1] Pandya Raj, Introduction to WLL: Application and Deployment for Fixed and Broadband Services, IEEE Series on Digital & Mobile Communication, 2004, chapters: 1 pages: 12,13.

[2] Plan Nacional de Frecuencias. Dirección General De Radiocomunicaciones Septiembre 2002

[3] http://www.elcomercio.com "Dos empresas mandarán en la telefonía sin cables" Martes, 27 de Agosto del 2002 Guayaquil.

[4] http://www.elcomercio.com "Telefonía: dos firmas controlan el área inalámbrica" Jueves, 25 de Julio del 2002 Quito.

[5] http://www.elcomercio.com "Dos empresas mandarán en la telefonía sin cables" Presidente del Conatel, José Pileggi. Martes, 27 de Agosto del 2002 Guayaquil.

[6] Anexo 3 Bases para la subasta de WLL en Ecuador.

[7] Bases de la Subasta de WLL. "Leyes aplicables al concurso" Capítulo 1. pàg. 13.

[8] Ley especial de telecomunicaciones. Reforma Ley 200-4 13 Registro Oficial Nº S-34. 13-Marzo-2000.

[9] Reglamento general a la Ley especial de telecomunicaciones Reformada. Decreto Ejecutivo Nº 1790. Registro oficial Nº 404. 4-Septiembre-2001.

[10] Reglamento del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Areas Rurales y Urbano Marginales. Resolución N° 394-18-CONATEL-2000 Reformada mediante resolución 588-22-CONATEL-2000.

[11] Reglamento para otorgar concesiones de los servicios de telecomunicaciones Resolución 469-19-CONATEL-2001. Registro Oficial N° 480-24-12-2001

[12] Reglamento para la prestación de servicios portadores. Resolución 388-14-CONATEL-2001. Registro Oficial S34 de 13 de marzo 2000

[13] Reglamento de Radiocomunicaciones. Resolución N° 556-21-CONATEL-2000. Registro Oficial N° 215-00-11-30

[14] Reglamento de Interconexión. Resolución 470-19-CONATEL- 2001 R.O. No. 481- 26-12-2001.

[15] http://www.lucent.com/press/0498/980401.nsa.html Lucent technologies succesfully completes wireless local loop trials in Brazil, Lucent technologies, 1 Abril 1998

[16] http://www.bell-labs.com/news/1997/september/11/2.html PCS'97: Lucent Technologies solutions for wireless local access, Lucent Technologies, 2002

[17] Stavroulakis Peter, Wireless Local Loops. Theory and Applications, Wiley, 2001, Chapter 1, págs: 24, 25.

[18] http://ww.nortelnetworks.com/corporate/techology/wireless/index-sp.html Redes Inalámbricas, Nortel Networks, 2004.

[19] Stavroulakis Peter, Wireless Local Loops. Theory and Applications, Wiley, 2001, Chapter 3, pág. 69.

[20] http://www.airspan.com/about/ipservices.htm Airspan Networks, Solutions for Current and Next Generation IP Services. Airspan, 2004

[21]http://www.airspan.com/about/coverage.htm Airspan Networks, Reliable Network Coverage, Airspan, 2004.

[22] http://www.airspan.com/about/voicedata.htm Simultaneous Delivery of Voice and Data, Airspan Networks, 2004.

[23]http://www.airspan.com/products/model.htm Airspan Networks, AS4000/AS4020 System Model and Specifications, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004

[24]http://www.airspan.com/products/model.htm Airspan Networks, AS4000/AS4020 Business Benefits, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004

[25]http://www.airspan.com/products/model.htm Airspan Networks, AS4000/AS4020 Technical Benefits, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004

[26]http://www.airspan.com/products/whycdma.htm Airspan Networks, Why CDMA?, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004

[27] http://www.airspan.com/NewProducts/AS4020/AS4020_OV.htm AS4020 - High Speed Internet Access and Carrier Class Voice, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004

[28]http://www.airspan.com/press/epress/Brochures/AS4020.pdf Broadband Wireless Voice and IP System, Overview, Airspan, 2004.

[29] http://www.airspan.com/NewProducts/AS4020/AS4020_AC.htm AS4020 – High Speed Internet Access and Carrier Class Voice, Access Concentrator, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004.

[30] http://www.airspan.com/press/epress/Brochures/AS4020.pdf AS4020 Technical Specification, Airspan, 2004.

[31] http://www.airspan.com/products/basestation.htm Airspan Networks, The Base Station Site, Airspan, 2004.

[32] http://www.airspan.com/NewProducts/AS4020/AS4020_ST.htm AS4020 – High Speed Internet Access and Carrier Class Voice, Subscriber Terminal, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004.

[33] http://www.airspan.com/products/customer.htm Airspan Networks, Subscriber Terminals at the Customer Site, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004.

[34] http://www.airspan.com/NewProducts/AS4020/AS4020_OV.htm AS4020 - High Speed Internet Access and Carrier Class Voice, Key Features, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004.

[35] http://www.airspan.com/NewProducts/AS4020/AS4020_RF.htm AS4020 – High Speed Internet Access and Carrier Class Voice, AS4020 Radio Interface, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004.

[36] http://www.airspan.com/NewProducts/AS4020/AS4020_Back.htm AS4020–High Speed Internet Access and Carrier Class Voice, 100 BaseT and E1/T1 Backhaul, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004.

[37] http://www.airspan.com/press/epress/Brochures/AS4020.pdf Broadband Wireless Voice and IP System, Applications, Airspan, 2004.

[38] http://www.airspan.com/products/customer.htm Airspan Networks, Subscriber Terminals at the Customer Site, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004.

[39] CARRION Robalino Hugo, Ingeniería de Tráfico de Telecomunicaciones, Octubre 2002.

[40] http://www.noticias3d.com/articulos/200206/hubswitch/1.asp. "Hub vs Switch". Alex Canalda. Noticias 3D.com

[41] http://www.awe-communications.com/Propagation/hata_oku/hatoku.htm, Propagation Model of Hata-Okumura, 2004.

REFERENCIA DE GRÁFICOS

[1] Pandya Raj, Introduction to WLL: Application and Deployment for Fixed and Broadband Services, IEEE Series on Digital & Mobile Communication, 2004, chapters: 1 pages: 12.

[2] http://www.airspan.com/products/pddiagram.htm, Airspan Networks, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004.

[3] http://www.airspan.com/products/modl.htm Airspan Networks, Airspan Networks Access Systems, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004.

[4] http://www.airspan.com/about/wdslchart.htm Airspan Networks, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004.

[5] http://www.airspan.com/products/centraloffice.htm Airspan Networks, The Central Office, Airspan, 2004.

[6] http://www.airspan.com/products/basestation.htm Airspan Networks, The Base Station Site, Airspan, 2004.

[7] http://www.airspan.com/products/customer.htm Airspan Networks, Subscriber Terminals at the Customer Site, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004.

[8] http://www.airspan.com/products/networkman.htm Airspan Networks, Maging the Airspan Networks, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004.

COSTOS DE INVERSIÓN DEL PROYECTO

4.1 GENERALIDADES

4.1.1 ASPECTOS DE INVERSIÓN PARA DESPLEGAR UN SISTEMA WLL [1]

El cálculo total de los costos no es simple. La preparación del caso de inversión es generalmente considerada como un arte en lugar de una ciencia exacta. Se consideran varias opciones, en términos de la arquitectura de la red, tecnología seleccionada, y costos relacionados, un número de iteraciones se requiere antes de que el plan de inversión pueda ser finalizado.

Las tablas 4.1 y 4.2 ilustran varios aspectos de costos y sus posibles ingresos que pueden ser considerados en un proyecto WLL y también sus aportaciones relativas al costo total.

ASPECTOS DE COSTOS	PORCENTAJE DEL TOTAL (%)
Cargos de interconexión	45
Red	22
Staff	11
Unidades Remotas	9
Operación	7
Administración	3
Marketing	3

Tabla 4.1: Ejemplo de Distribución de posibles costos en un sistema WLL.

ASPECTOS DE INGRESOS	PORCENTAJE DEL TOTAL (%)
Cobros de llamadas	68
Cobros de interconexión	24
Cobros de conexión	8

Tabla 4.2: Ejemplo de Distribución de posibles ingresos en un sistema WLL.

4.1.1.1 Cargos de interconexión.

En el ambiente actual, la mayoría de los operadores de WLL están prefiriendo ser operadores independientes. Bajo esta situación, las llamadas del Sistema WLL terminan o transitan a través de la red local PSTN, lo que estará sujeto a cargos de interconexión. Recíprocamente, las llamadas que terminan o transitan por la red WLL derivarán ingresos de inversión de interconexión.

4.1.1.2 Unidades remotas.

Las unidades del suscriptor remoto en el sistema WLL preferentemente serán provistas por el operador en base a un arrendamiento, y el operador contraerá los costos para adquirir, instalar y mantener estas unidades. El ingreso de las unidades arrendadas estará reflejado en el pago mensual del cliente.

4.1.1.3 Cargos de conexión.

Este es el cargo de conexión inicial que cubre la labor (y probablemente) material para la provisión inicial del servicio al suscriptor.

4.1.1.4 Costos de red

Los principales componentes del costo de la red comprende el capital y los costos de instalación asociados con:

- Estaciones Base
- Interconexión de la estación base (*backhaul*)
- Controladores de la estación Base
- Interconexión del controlador de la Estación base
- Costos de conmutadores
- Operación, mantenimiento, y costos del sistema de facturación.

4.1.1.4.1 Costos de la Estación Base.

Este incluye el costo de a) hardware cotizado por el fabricante, b) los costos de instalación que comprende el costo de adquirir o arrendar el sitio, el costo de levantar la torre, y conexión de fuentes de energía, y c) planificación de gastos generales asociados con cada estación base.

4.1.1.4.2 Interconexión de la Estación Base.

Este es el costo para conectar la estación base a la PSTN. El costo dependerá de la tecnología empleada en la interconexión (por ejemplo: línea arrendada, microonda). Para las líneas arrendadas se aplicará el costo de la conexión más los cargos mensuales. Para microonda, será el costo del capital total del enlace de microonda y el costo de instalación.

4.1.1.4.3 Estación base controladora y sus costos de interconexión.

Algunos sistemas WLL instalan BSCs a las que se conectan un número de estaciones base. En este caso, se incluyen el costo de la BSCs, la instalación y la interconexión (similar a la interconexión de la BS).

4.1.1.4.4 Costo del conmutador.

Dependiendo de la arquitectura adoptada por el Sistema WLL, el sistema puede o no instalan un conmutador. En un sistema pequeño, la BS y/o la BSC pueden estar directamente conectada al conmutador de la PSTN.

En este caso el operador WLL necesitará pagar los cargos de terminación del conmutador (y también los cargos de interconexión para llamadas intra-sistema). Un sistema WLL que sirve a un amplio número de suscriptores con una significativa comunidad de interés debería instalar su propio conmutador. En este caso se incluyen costos de: hardware, edificio, sitio, suministro de energía y otros costos de seguridad.

4.1.1.4.5 Costos de operación, mantenimiento, administración y marketing.

Los costos de operación, mantenimiento, administración y marketing pueden incluir los siguientes aspectos:

- Costo de arriendo del sitio
- Costo de mantenimiento
- Costo del espectro de radio
- Costos de manejo del suscriptor
- Costos de administración general
- Marketing, subasta, y costos de retención del cliente.

Costo de arriendo del sitio: puede variar drásticamente de acuerdo a la localización (centro de la ciudad versus rural).

Costo de mantenimiento: generalmente varía con la tecnología seleccionada para el sistema WLL. Una cifra de referencia de la industria celular que es generalmente usada en sistemas WLL está en el rango de 1 – 2.5 % del costo total del capital.

Costo del espectro de radio: estos dependen del país. En algunos países el espectro es arrendado, mientras que en otros éste es subastado.

Costos de administración de los suscriptores: está asociado con el envío de las facturas de pago a los suscriptores y problemas de manejo de las facturas.

Costos de administración general: incluye salarios, costo del edificio, facturas de agua, energía, costo del flete del vehículo. Una estimación aproximada está alrededor del 1% de los ingresos totales.

Marketing: son un componente esencial en un ambiente competitivo y están generalmente estimados en menos del 1% de los ingresos totales.

4.2 COSTOS DE LA RED DE TELEFONÍA FIJA INALÁMBRICA PARA EL CANTÓN LATACUNGA.

Según los objetivos propuestos, en esta parte se evaluarán los costos de equipos, costos de infraestructura, costos de instalación y puesta en marcha.[2]

4.2.1 COSTOS DE EQUIPOS

En esta sección se toma en cuenta los equipos requeridos en el diseño de la red, los cuales se presentan a continuación:

EQUIPOS	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Concentrador de Acceso	1	7,000.00	7,000.00
Central Terminal	4	15,000.00	60,000.00
Antenas en la BS tipo panel (30° y 90°)	14	250.00	3,500.00
Administrador de la Red Netspan 8200	1	5,000.00	5,000.00
Switch	2	120.00	240.00
Router	1	1,603.37	1,603.37
Servidor SQL	1	10,000.00	10,000.00
Unidades de abonado	5,500	800.00	4'400,000.00
TOTAL			4'487,343.37 [3]

Tabla 4.3: Costos de Equipos del Sistema.

[2] El nombre de la empresa de Telecomunicaciones que suministró el valor de los costos de infraestructura, instalación y puesta en marcha se mantiene reservado.

[3] En los costos está incluido el IVA.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Backbone Estación Base a PSTN	2	7,440.50	14,881.00
	Radio PDH			
2	Antena de Backbone	2	1,018.50	2,037.00
	Diámetro: 4ft			
	Ganancia: 36.5 dBi			
TOTAL				16,918.00
Total + IVA (12%)				18,948.16

Tabla 4.4: Costos de Equipos para el Backbone de Microondas.

4.2.2 COSTOS DE INFRAESTRUCTURA

Los costos de infraestructura constituyen la inversión en torres, puesta a tierra, alojamiento de los equipos y accesorios adicionales del sistema. También incluye el costo por el arrendamiento del lugar de ubicación de la estación base, y el cargo de utilización de frecuencias usadas en el backbone de microondas.

Los documentos requeridos para la utilización del espectro de 15 GHz, se incluyen en el anexo C, 4.1.

DESCRIPCIÓN	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Caseta: -Aire acondicionado -Generador	1	12,000.00	12,000.00
Torre 30m	1	14,970.00	14,970.00
Accesorios adicionales			
Sistema de Tierra y pararrayos	1	480.00	480.00
Sistema de tierra de equipos	1	410.00	410.00
Soporte de antenas panel de radio base con inclinación	14	110.00	1,540.00
Documentación y Accesorios para Operación y Mantenimiento		7,030.00	7,030.00
TOTAL + IVA (12%)			36,430.00

Tabla 4.5: Costos de Infraestructura.

DESCRIPCIÓN	COSTO (MENSUAL)
Arrendamiento del sitio de la Estación Base (10 m^2)	150.00
Pago mensual del espectro de 15 GHz.	200.00
TOTAL	350.00

Tabla 4.6: Pagos mensuales por arrendamiento.

El lugar en donde se ubicará la estación base y el concentrador de acceso es propiedad del Señor Rafael Cajiao, en dicha propiedad se arrendará un terreno de 10 m^2, donde se construirá una caseta para ubicar los equipos.

No se considera costos de interconexión de la red con la PSTN porque la red está diseñada para ser parte de ANDINATEL S.A. De la misma manera el proveedor encargado de prestar el servicio de INTERNET es ANDINANET que forma parte de ANDINATEL S.A.

4.2.3 COSTOS DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

Los costos de instalación y puesta en marcha abarcan el precio de instalación de los diferentes equipos y las pruebas que se deberán realizar para entrega parcial y definitiva del sistema.

En la instalación y puesta en marcha del sistema se incluye el costo del personal y el valor de la movilización que se requiere para realizar la instalación de los equipos y las pruebas del sistema.

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	Materiales de instalación			
1	Mounting Pole	4	141.18	564.72
2	Cable de IF (30m)	4	324.24	1,296.96
3	Conectores Macho	8	13.16	105.28
4	Ground kit para cable IF	4	38.82	155.28
5	Kit de accesorios de instalación	2	23.53	47.06
Precio local (No incluye IVA)				**2,169.30**
	Instalación y Puesta en Funcionamiento			
1	Enlaces (8x2). Antena 1.2m.	1	1,852.94	1,852.94
Precio local (No incluye IVA)				**1,852.94**
TOTAL				**4,022.24**
Total + IVA (12%)				**4,504.9**
TOTAL INSTALACIÓN REFERENCIAL (Mano de obra y Materiales): 4,504.9				

Tabla 4.7: Instalación y Puesta en Marcha del Backbone de Microonda.

DESCRIPCIÓN	COSTO
Capacitación	1,500.00
Instalación y Puesta en operación.	130,982.00
TOTAL	**132,482.5**

Tabla 4.8: Instalación y Puesta en Marcha del Sistema AS4020.

4.3 EVALUACIÓN FINANCIERA DEL PROYECTO.[2]

La evaluación financiera de los proyectos se basa en la identificación de ingresos y gastos operativos y de inversión y análisis de indicadores. Permite conocer el déficit o superávit de recursos que se puede presentar durante la vida útil del proyecto y, además, permite comparar las diferentes alternativas para la realización de proyectos permitiendo clasificar las opciones, dependiendo de su rentabilidad.

La evaluación se puede llevar a cabo teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- *Costo – beneficio:* esta técnica permite la cuantificación en cifras de los beneficios y costo, además permite la valoración de diferentes alternativas a partir de los indicadores tanto financieros como económicos. Este criterio se utiliza generalmente en los proyectos cuyos beneficios se identifican física y monetariamente y sus resultados son altamente confiables.

- *Costo – eficiencia:* cuantifica los costos del proyecto y valora los beneficios. Esta técnica es usualmente utilizada para proyectos en los cuales no es fácil estima y cuantificar en cifras los beneficios de un proyecto. Se utilizan indicadores e índices que permiten, de alguna manera, inferir y comparar los posibles beneficios de cada alternativa. Este criterio es utilizado en especial en los proyectos sociales.

Para realizar la evaluación de proyectos que utilicen el criterio costo – beneficio existen indicadores que nos ayudan a escoger entre las alternativas más rentables. Entre estos están:

Valor Actual Neto (VAN), representa el valor de los ingresos y egresos de cada período a valores presentes descontados a una tasa determinada (tasa de descuento). Lo que se muestra es la suma de ingresos menos egresos (Flujo de fondos neto de cada período) y su traslado a valores del año base. Para estimar este indicador, se lo realiza a través de la aplicación de la siguiente formula:

$$VAN = FFN(inicial) + \frac{FFN_1}{(1+TD)^1} + \frac{FFN_2}{(1+TD)^2} + \frac{FFN_3}{(1+TD)^3} + \ldots\ldots\ldots + \frac{FFN_n}{(1+TD)^n} \qquad (4.1)$$

VAN: Valor Actual Neto
FFN: Flujo de Fondos Neto
TD: Tasa de Descuento
n: Período de vida útil del proyecto

Se identifica el VAN para cada alternativa posible y aquella cuyo valor actual neto sea mayor será la que mayor rentabilidad a una tasa de descuento represente y por tanto será la mejor opción.

Tasa interna de retorno (TIR), expresa el rendimiento de la inversión. Este indicador representa una tasa de descuento en la que se genera un flujo de ingresos y egresos a través del tiempo.

La TIR es la tasa de descuento intertemporal a la cual los ingresos cubren los costos del proyecto y hace que el Valor Actual Neto sea igual a cero.

$$\sum_{t=0}^{T} FFN_t /(1+TD)^t = 0 \qquad (4.2)$$

Para despejar esta tasa se utiliza el método de tanteo hasta llegar a la tasa que hace que el VAN sea igual a 0 y esta es la TIR.

4.3.1 FLUJO DE FONDOS

El flujo de fondos presenta la información de costos e ingresos que se generarán en un proyecto en un periodo establecido (el registro se hace periodo por periodo).

La depreciación es el costo de un bien mueble o inmueble distribuido a lo largo de su vida útil. La depreciación no tiene efectos en el flujo de fondos, pues, no es un egreso real sino que calcula la pérdida de valor de un bien a través del tiempo. Sin embargo, se tiene en cuenta en el flujo de fondos ya que afecta la base gravable de impuestos. Al final del flujo de fondos se adiciona con el fin de obtener el cálculo real del movimiento de efectivo durante el periodo en mención.

Para la operación de la red se necesita el siguiente personal:

- Un gerente

Año	Remuneración Anual (USD)	Viáticos (USD)	Salario anual (USD)
2004	156240,00	15624,00	171864,00
2005	171864,00	17186,40	189050,40
2006	189050,40	18905,04	207955,44
2007	207955,44	20795,54	228750,98
2008	228750,98	22875,10	251626,08
2009	251626,08	25162,61	276788,69
2010	276788,69	27678,87	304467,56
2011	304467,56	30446,76	334914,32
2012	334914,32	33491,43	368405,75
2013	368405,75	36840,57	405246,32
2014	405246,32	40524,63	445770,95

Tabla 4.10: Costos de salarios durante el tiempo de vida útil del proyecto.

En la tabla 4.10 se muestra los pagos anuales por concepto de vehículos, oficina y equipos de prueba, calculados mediante una tabla de amortización por crédito. La tasa de interés utilizada es la tasa de mercado para proyectos sociales del 12%. El costo de arriendo del terreno y frecuencias es un valor mensual el cual ha sido convertido en anualidades.

DESCRIPCIÓN	VALOR DE LA INVERSIÓN (USD)	PAGOS ANUALES (USD)	NÚMERO DE AÑOS
Vehículos	50,000.00	16,461.72	4
Muebles	10,000.00	2,432.26	6
Arriendo de terreno	150.00	1,800.00	1
Arriendo de frecuencias	200.00	2,400.00	1
Equipo de prueba	50,000.00	13,870.49	5

Tabla 4.11: Pagos anuales de gastos de operación.

Finalmente para la obtención del Flujo de Fondos Neto se considera:

- Debido a la flexibilidad de inversión que presenta el sistema, se ha previsto invertir en el año 0 un valor que cubra el costo de equipos, infraestructura y puesta en marcha, para dar servicio a 3601 abonados, con el fin de que

empiecen a generar ingresos. En los siguientes años se invierte de acuerdo al número de abonados que se incrementen a la red, considerando la densidad telefónica en cada año.

- En los ingresos que generé la red se consideran dos opciones:

a) En los ingresos se considera el precio de la suscripción del servicio telefónico y una tarifa básica mensual, asumiendo que el 11% de los abonados instalados en la red en el primer año de funcionamiento corresponden a la zona urbana (categoría B, residencial), el 89% restante forma parte de las zonas rurales (categoría A, popular) y el 5% de usuarios de Internet.

b) Se asume el mismo porcentaje de abonados de categoría A, B e Internet del ítem anterior, adicionalmente, se considera que el número de minutos ocupados por los usuarios de la red son el 85% del total de minutos calculados con la ecuación (4.5)

La relación utilizada en cualquiera de los dos casos para el ingreso proveniente del servicio de voz es:

Ingresos = (# minutos * precio por minuto) + (Precio inscripción de línea * # líneas nuevas) + (# de abonados * pensión básica anual) (4.3)

Donde:

Pensión básica anual = pensión básica mensual * 12 (4.4)

de minutos anuales = # de abonados anuales* tráfico por abonado *365 *24 *60 (4.5)

Tráfico por abonado = 0.07 Erlangs.

El valor de inscripción por línea para el área urbana es 60 USD, y la pensión básica mensual es de 6.20 dólares/mes. Para el área rural el precio de

inscripción por línea es 30 USD y la pensión básica mensual es de 0.93 dólares/mes.

Se estima un costo promedio por minuto de 0.0763 y 0.09 para los usuarios del área rural y urbana respectivamente.

Para los usuarios de Internet el plan tarifario propuesto por ANDINANET es **Agil10** de 10.08 USD por 10 horas al mes.

Los diez años de duración del proyecto son considerados a partir año 1.

El proyecto se realizará con financiamiento del total del capital invertido en el año 0.

El flujo de caja y el VAN para los dos casos propuestos se resume en las tablas 4.14 y 4.15.

De los valores obtenidos en el Flujo de Fondos Neto, la propuesta A resulta ser la más rentable porque el VAN es mayor al de la propuesta B.

PARÁMETROS DE REFERENCIA / AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Porcentaje abonados a instalar (%)	62,30	3,22	3,48	3,60	3,60	4,12	4,26	4,64	5,02	5,40	0,00
Número de abonados a instalar	3601	186	201	208	208	238	246	268	290	312	0
Número de abonados a instalar B	396	20	22	23	23	26	27	29	32	34	0
Número de abonados a instalar A	3205	166	179	185	185	212	219	239	258	278	0

Tabla 4.12: Parámetros de referencia por periodo.

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Número de abonados por años	0	3601	3787	3988	4196	4426	4664	4910	5178	5468	5780
Abonados de voz por años											
Categoría A	0	3205	3370	3549	3734	3939	4151	4370	4608	4867	5144
Categoría B	0	396	417	439	462	487	513	540	570	601	636
Abonados de Internet años	0	180	189	199	210	221	233	246	259	273	289
Numero de minutos A	0	117914312,9	124004860,6	130586581,4	137397516,5	144928838,9	152722120,3	160777360,8	169552988,6	179049003,8	189265406,4
Numero de minutos B	0	14573679,1	15326443,4	16139914,6	16981715,5	17912553,1	18875767,7	19871359,2	20955987,4	22129652,2	23392353,6
Ingreso categoría A	0	815816,287	761808,39	802379,284	844135,546	890101,668	938467,611	987844,977	1041992,9	1100537,59	1163479,03
Ingreso categoría B	0	388431,804	384728,6071	405182,427	426292,321	449583,906	473883,633	498848,302	526133,261	555646,112	587386,853
Ingreso Internet	0	1814,904	1908,648	2009,952	2114,784	2230,704	2350,656	2474,64	2609,712	2755,872	2913,12
Total Ingresos	0	1206062,99	1148445,645	1209571,66	1272542,65	1341916,28	1414701,9	1489167,92	1570735,87	1658939,57	1753779

Tabla 4.13: Ingresos caso A.

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Número de abonados por años	0	3601,0	3787,0	3988,0	4196,0	4426,0	4664,0	4910,0	5178,0	5468,0	5780,0
Abonados de voz por años											
Categoría A	0	3205	3370	3549	3734	3939	4151	4370	4608	4867	5144
Categoría B	0	396	417	439	462	487	513	540	570	601	636
Abonados de Internet años	0	180	189	199	210	221	233	246	259	273	289
Numero de minutos A	0	100227166	105404131,5	110998594	116787889	123189513	129813802	136660757	144120040	152191653	160875595
Numero de minutos B	0	12387627,3	13027476,92	13718927,4	14434458,2	15225670,2	16044402,5	16890655,3	17812589,3	18810204,3	19883500,6
Ingreso categoría A	0	713230,835	653924,1614	688768,958	724599,707	764013,578	805599,367	847968,673	894481,801	944764,952	998818,126
Ingreso categoría B	0	338152,611	355618,9773	374493,922	394026,202	415624,397	437973,834	461074,512	486241,105	513473,612	542772,033
Ingreso Internet	0	1814,90	1908,65	2009,95	2114,78	2230,70	2350,66	2474,64	2609,71	2755,87	2913,12
Total Ingresos	0	1053198,35	1011451,787	1065272,83	1120740,69	1181868,68	1245923,86	1311517,83	1383332,62	1460994,44	1544503,28

Tabla 4.14: Ingresos caso B.

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		1206062,99	1148445,645	1209571,66	1272542,65	1341916,28	1414701,9	1489167,92	1570735,87	1658939,57	1753779
Costos de operación											
Salario del personal	0	171864	189050,4	207955,44	228750,98	251626,08	276788,69	304467,56	334914,32	368405,75	405246,32
Arriendo de terreno	0	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Arriendo de frecuencias	0	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400
Vehículos	0	15501,24	15501,24	15501,24	15501,24	0	0	0	0	0	0
Muebles	0	2242,51	2242,51	2242,51	2242,51	2242,51	2242,51	0	0	0	0
Equipos de prueba	0	12921,4	12921,4	12921,4	12921,4	12921,4	0	0	0	0	0
Total costos de operación	0	206729,15	223915,55	242820,59	263616,13	270989,99	283231,2	308667,56	339114,32	372605,75	409446,32
Depreciación											
Depreciación de equipos de estación base y concentrador de acceso	0	14272,153	14272,153	14272,153	14272,153	14272,153	14272,153	14272,153	14272,153	14272,153	14272,153
Depreciación de vehículos	0	10000	10000	10000	10000	10000	0	0	0	0	0
Depreciación de muebles	0	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Depreciación equipos de prueba	0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000

Total Depreciación	0	30272,153	30272,153	30272,153	30272,153	30272,153	20272,153	20272,153	20272,153	20272,153	20272,153
Pago de interés por los créditos recibidos	0	373267,73	351997,38	328174,59	301493,06	271609,75	238140,44	200654,82	158670,92	111648,96	58984,35
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO A LA RENTA	0	595793,962	542260,5622	608304,329	677161,308	769044,385	873058,107	959573,385	1052678,48	1154412,71	1265076,18
Impuesto a la renta (25%)	0	148948,49	135565,1405	152076,082	169290,327	192261,096	218264,527	239893,346	263169,62	288603,177	316269,045
UTILIDAD NETA	0	446845,471	406695,4216	456228,247	507870,981	576783,288	654793,58	719680,039	789508,861	865809,53	948807,134
Depreciación	0	30272,153	30272,153	30272,153	30272,153	30272,153	20272,153	20272,153	20272,153	20272,153	20272,153
Inversión											
Infraestructura y Equipos	3023521,53	148800	160800	166400	166400	190400	196800	214400	232000	249600	0
Puesta en marcha	87042,87275	4263,27768	4607,090398	4767,53633	4767,53633	5455,16176	5638,52855	6142,7872	6647,04585	7151,3045	0
Total de inversión	3110564,403	153063,278	165407,0904	171167,536	171167,536	195855,162	202438,529	220542,787	238647,046	256751,304	0
Crédito recibido	3110564,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pago de capital	0	177252,91	198523,26	222346,05	249027,58	278910,89	312380,2	349865,82	391849,72	438871,68	491536,29
FLUJO DE FONDOS NETO	0	146801,437	73037,22423	92986,8137	117948,018	132289,39	160247,005	169543,585	179284,248	190458,698	477542,997
VALOR ACTUAL NETO	858232,6751										
TASA INTERNA DE RETORNO TIR (%)											

Tabla 4.15: Flujo de Caja caso A.

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	0	1053198,35	1011451,787	1065272,83	1120740,69	1181868,68	1245923,86	1311517,83	1383332,62	1460994,44	1544503,28
Costos de operación											
Salario del personal	0	171864	189050,4	207955,44	228750,98	251626,08	276788,69	304467,56	334914,32	368405,75	405246,32
Arriendo de terreno	0	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
Arriendo de frecuencias	0	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400
Vehículos	0	15501,24	15501,24	15501,24	15501,24	0	0	0	0	0	0
Muebles	0	2242,51	2242,51	2242,51	2242,51	2242,51	2242,51	0	0	0	0
Equipos de prueba	0	12921,4	12921,4	12921,4	12921,4	12921,4	0	0	0	0	0
Total costos de operación	0	206729,15	223915,55	242820,59	263616,13	270989,99	283231,2	308667,56	339114,32	372605,75	409446,32
Depreciación											

Depreciación de equipos de estación base y concentrador de acceso	0	14272,153	14272,153	14272,153	14272,153	14272,153	14272,153	14272,153	14272,153	14272,153	14272,153
Depreciación de vehículos	0	10000	10000	10000	10000	10000	0	0	0	0	0
Depreciación de muebles	0	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Depreciación equipos de prueba	0	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Total Depeciación	0	30272,153	30272,153	30272,153	30272,153	30272,153	20272,153	20272,153	20272,153	20272,153	20272,153
Pago de interés por los créditos recibidos	0	120000,00	113161,90	105503,22	96925,51	87318,47	76558,59	64507,52	51010,33	35893,47	18962,58
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO A LA RENTA	0	696197,05	644102,18	686676,87	729926,90	793288,07	865861,91	918070,59	972935,82	1032223,06	1095822,23
Impuesto a la renta (25%)	0	174049,262	161025,5459	171669,217	182481,725	198322,017	216465,478	229517,648	243233,954	258055,766	273955,556
UTILIDAD NETA	0	522147,79	483076,64	515007,65	547445,18	594966,05	649396,44	688552,94	729701,86	774167,30	821866,67
Depreciación	0	30272,153	30272,153	30272,153	30272,153	30272,153	20272,153	20272,153	20272,153	20272,153	20272,153
Inversión											
Infraestructura y Equipos	3023521,53	148800	160800	166400	166400	190400	196800	214400	232000	249600	0
Puesta en marcha	87042,87275	4263,27768	4607,090398	4767,53633	4767,53633	5455,16176	5638,52855	6142,7872	6647,04585	7151,3045	0
Total de inversión	3110564,403	153063,278	165407,0904	171167,536	171167,536	195855,162	202438,529	220542,787	238647,046	256751,304	0
Crédito recibido	1000000,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pago de capital	0	56984,16	63822,26	71480,94	80058,65	89665,69	100425,57	112476,64	125973,83	141090,69	158021,58
FLUJO DE FONDOS NETO	-2110564,40	399356,66	347941,70	374112,27	406549,79	429383,04	467230,06	488282,31	511326,97	537688,15	842138,82
VALOR ACTUAL NETO	420825,6646										
TASA INTERNA DE RETORNO TIR (%)	16%										

Tabla 4.16: Flujo de Caja caso B.

REFERENCIA

[1] Raj Pandya, Introduction to WLL: Aplication and Deployment for Fixe and Broadband Services, IEEE Series on Digital & Mobile Communication, 2004, chapter 6, págs: 139 - 143.

[2] Maldonado Granados Luis, Maldonado Rey Diana, Gestión de Proyectos Educativos en la Sociedad de la Información, Colección Aula Abierta, 2001, capítulo 10, págs: 118 -120, 125-126, 144-145.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El estudio de la situación actual de la telefonía fija alámbrica, realizado con la información de las juntas parroquiales y de la empresa Andinatel S.A. sucursal Cotopaxi, permitió conocer en forma real la cobertura del servicio y la demanda existente, complementariamente se ha determinado el número de barrios que poseen servicio telefónico y los que no, concluyendo que el presente diseño abarcaría las diez parroquias rurales y la parroquia urbana de San Buenaventura, las cuales tienen déficit del servicio telefónico.

- Tradicionalmente existe deficiencia de servicios de telecomunicaciones en áreas rurales y urbano marginales, debido a que las operadoras no invierten en estas áreas por considerarlas no rentables, por lo cual el FODETEL se crea para compensar la deficiencia en los servicios brindando un incentivo a las operadoras para que invierta en las áreas marginadas social y económicamente.

- El despliegue del bucle local inalámbrico WLL constituye una alternativa para la expansión de las redes de los operadores de bucle local fijo alámbrico existentes, debido a que en lugares de alta densidad poblacional el despliegue de una red alámbrica significaría la apertura de calles y veredas, además en las zonas rurales los abonados se encuentran a kilómetros de la central local y en forma esparcida.

- En el sistema diseñado no se considera la movilidad del usuario, por tal motivo la antena del equipo del suscriptor es directiva en la red de telefonía fija inalámbrica, a diferencia de las antenas omnidireccionales en el equipo del suscriptor en un sistema de telefonía móvil inalámbrico.

- Debido a que en las zonas rurales de la Región Sierra la población de habitantes es dispersa, resulta una inversión sumamente costosa para las redes cableadas recorrer varios kilómetros para alcanzar una o pocas

viviendas, resultando más conveniente la utilización de redes inalámbricas porque puede brindar una mayor área de cobertura con menor costo.

- Con la finalidad de incrementar la capacidad de la estación base, en el diseño se utilizó el método de sectorización de la celda, debido a que el máximo número de canales de RF que se puede tener por estación base es de 7, con lo cual se tendría un máximo de 3360 abonados por celda, pero sectorizando la estación base se puede tener hasta 7 portadoras por sector de celda, además por la utilización del interfaz de radio DS-CDMA se permite utilizar los mismos canales de radio frecuencia en sectores de celda adyacentes. De esta manera en el diseño se ha podido incrementar el número de suscriptores en la celda.

- De acuerdo al Reglamento a la Ley Reformada de Telecomunicaciones se define al servicio telefónico como un servicio universal al cual todos tenemos derecho sin importar la situación social o geográfica de cada habitante; pero, en las parroquias rurales la inversión es considerada como crítica, ya que las poblaciones rurales en general presentan un alto índice de pobreza, por lo que proporcionar a estas zonas servicio de voz y datos no es rentable en la mayor parte de los casos, además que acceder a un servicio telefónico a los habitantes les representa la exoneración del cobro del bono de la pobreza.

RECOMENDACIONES

- Para el diseño es mas conveniente ubicar el concentrador de acceso en el cerro Putzalagua en lugar del sitio de la PSTN, con la finalidad de disminuir los requerimientos de radio, puesto que el interfaz entre la PSTN y el concentrador de acceso tiene una capacidad máxima de 6 E1s, en cambio entre las centrales telefónicas y el concentrador de acceso se puede tener máximo 24 E1s, siendo más conveniente un enlace de 6 E1s que 24 E1s, por cuestiones de costos.

Teniendo en cuenta que la estación base ubicada en el Putzalagua cubre también las zonas urbanas del cantón, con la red diseñada se podría dar servicio a las otras parroquias urbanas de Latacunga, para lo cual se toma en cuenta que dichas parroquias se encuentran ubicadas en el sector 1 de la celda y que cada sector de celda tiene un máximo de 7 canales de RF, por lo que se tiene 5 canales de RF disponibles para incrementar la red con la misma estación base, posibilitando que 2632 abonados puedan introducirse en la red, para esto se tendría que instalar 5 equipos de RF adicionales en el sitio de la estación base, con el incremento de un rack ya que 2 de los equipos corresponderían al rack 4.

De acuerdo a las especificaciones del sistema en el cual se puede tener un máximo de 6 racks por estación base y considerando que el Putzalagua brinda cobertura al cantón Salcedo, la red puede además expandirse con 2735 suscritores a dicho cantón, a cambio de 5 equipos de RF adicionales con el incremento de 1 rack.

Cabe resaltar que con este incremento la estación base se encontraría trabajando en su total capacidad.

TARIFAS Y NORMAS DE APLICACIÓN PARA LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES PRESTADOS POR ANDINATEL S.A.

ACTUALIZADO A: 1° DE SEPTIEMBRE DE 2002

VICEPRESIDENCIA DE NEGOCIOS Y REGULACIÓN INTERCONEXIÓN Y REGULACIÓN.

1.1 GENERALIDADES Y NORMAS DE APLICACIÓN

Las tarifas contenidas en el presente documento se aplicarán sin excepción, y de acuerdo al art. 26 de la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada:

"PROHIBICIONES DE CONCEDER EXONERACIONES.- Prohíbase conceder exoneraciones del pago de tasas y tarifas por el uso de los servicios públicos de telecomunicaciones o por el otorgamiento de concesiones o autorizaciones.

En los presupuestos de cada uno de los organismos y entidades del sector público, constarán obligatoriamente partidas destinadas al pago de los servicios de telecomunicaciones."[1]

Tendrán idéntica aplicación para todos los clientes y usuarios de los servicios que presta ANDINATEL S.A. Los conceptos y términos que se utilizan en este documento están definidos en el Reglamento de Clientes de Telefonía Fija de ANDINATEL S.A.

Toda la infraestructura, accesorios y equipos terminales de los servicios de telecomunicaciones abiertos a la correspondencia pública prestados por ANDINATEL S.A, son de propiedad, exceptuándose los equipos terminales adquiridos por el usuario. El uso de estos servicios se sujetará a lo dispuesto en el Reglamento de Clientes de Telefonía Fija correspondiente.

---

[1] Ley 184 No. 184 Especial de Telecomunicaciones
(L 94. Registro Oficial No. 770/30 de agosto de 1995).

El pago de los derechos de inscripción está establecido para el momento en que se suscribe el contrato de prestación de servicios, conforme a los términos y condiciones del mismo.

1.2 SERVICIO TELEFÓNICO

1.2.1 CATEGORÍAS PARA EL SERVICIO TELEFÓNICO

Las categorías para el servicio telefónico a las que se refiere el presente documento se definen de la siguiente manera:

1.2.1.1 Categoría A:

Serán de categoría "A", Categoría Popular, los servicios proporcionados a clientes residenciales cuando su consumo semestral sea inferior a 3000 minutos de uso local (o su equivalente en otros tipos de uso) y se ubiquen en alguno o algunos de los siguientes grupos:

a) *MARGINAL:* Clientes ubicados en las áreas urbanas que habiten zonas censales con promedio de pobreza del 60% o más, de conformidad con "La Geografía de la Pobreza en el Ecuador" editado por la Secretaría Técnica del Frente Social.
b) *RURAL:* Clientes conectados centrales o unidades remotas con menos de 1000 clientes que se hallen en centros urbanos de menos de 17000 habitantes.
c) *ORIENTALES:* Clientes ubicados en la región amazónica.
d) *GALÁPAGOS:* Clientes ubicados en la provincia de Galápagos.
e) *FRONTERIZOS:* Clientes ubicados en cantones fronterizos del Ecuador.

1.2.1.2 Categoría B:

Serán de categoría "B", los servicios telefónicos de unidades habitacionales residenciales unifamiliares o multifamiliares que tengan hasta tres líneas por unidad habitacional, las entidades del sector público, dependencias de las

Fuerzas Armadas, Administración Seccional (municipios, consejos provinciales), instituciones universitarias y educacionales públicas e instituciones religiosas.

Los clientes serán reclasificados semestralmente y pasarán de la categoría "A" a la "B", o viceversa, de acuerdo con su nivel de consumo semestral.

1.2.1.3 Categoría C:

Serán de categoría "C", los servicios telefónicos que no pertenecen ni a la categoría "A" ni a la "B".

1.2.2 CLASIFICACION DE LAS LLAMADAS

1.2.2.1 Llamadas Locales

Se consideran llamadas locales las que tienen lugar dentro de una misma ciudad. En el caso de Latacunga se considera que el área local incluye las centrales telefónicas de LAT1 y LAT2.

1.2.2.2 Llamadas de Larga Distancia Regional

Se define como REGIONES a las áreas geográficas correspondientes al área de concesión inicial de las empresas: ANDINATEL S.A, PACIFICTEL S.A, y ETAPA. Llamada de larga distancia regional es la que tiene lugar dentro de una misma región.

1.2.2.3 Llamadas de Larga Distancia Nacional

Llamada de larga distancia nacional es la que tiene lugar entre dos regiones.

1.2.2.4 Llamadas de Larga Distancia Internacional

Llamada de larga distancia internacional es la que se origina en el Ecuador y termina en otro país o viceversa en el caso de cobro revertido.

1.3 INSTALACIONES DEL SERVICIO TELEFÓNICO

1.3.1 INSTALACIONES PERMANENTES DEL SERVICIO TELEFÓNICO

1.3.1.1 Derecho de Inscripción Básico (DIB)

a) Instalaciones principales dentro de una Zona Básica Urbana (ZBU)

Los valores que se indican a continuación no incluyen el costo del aparato telefónico, cuyo valor estará determinado por ANDINATEL S.A, en el caso de que el usuario lo adquiera a la Empresa.

Categoría A:	30,00 dólares
Categoría B:	60,00 dólares
Categoría C:	60,00 dólares

Estos valores incluyen el código secreto de acceso privado o el bloqueo iniciales al servicio de larga distancia internacional, en las centrales en las que técnicamente sea factible.

Los clientes con centrales PBX pagarán el derecho de inscripción de acuerdo a su categoría por cada una de las líneas.

Los clientes cuyas líneas telefónicas se conectan a terminales públicos autorizados por ANDINATEL S.A, pagarán el derecho de inscripción de acuerdo la categoría C y deberán suscribir un Contrato de Prestación de Servicios de Telefonía Fija específico con ANDINATEL S.A.

Cualquier otro tipo de instalación no contemplada estará sujeta a presupuesto especial.

b) Instalaciones principales en la Zona Periférica Urbana (ZPU) y en la Zona Rural (ZR).

Pagarán el valor de inscripción de la categoría correspondiente, según el numeral 1.3.1.1 literal a) más un adicional calculado con presupuesto especial, en el que se incluyen materiales y mano de obra.

c) Instalaciones principales para clientes remotos

El derecho de inscripción de los clientes que reciben servicio desde una central que técnicamente no les corresponde (clientes remotos), es el derecho de inscripción básico perteneciente a su categoría. Adicionalmente y de acuerdo a su situación geográfica pagarán el presupuesto especial que sea aplicable.

1.3.1.1.1 Pensión Básica Mensual (PBM)

Las pensiones básicas son las siguientes:

Categoría A (popular):

Con derecho a 200 minutos de uso local libres,
O su equivalente en otro tipo de uso: 0.93 dólares/mes

Categoría B:

Con derecho a 150 minutos de uso local libres,
O su equivalente en otro tipo de uso: 6.20 dólares/mes

Categoría C: 12.00 dólares/mes

Los clientes con teléfonos remotos pagarán por concepto de pensión mensual la que corresponda a su categoría. Adicionalmente deberán pagar los costos del mantenimiento de sus líneas cuando esta se realice y de acuerdo a la factura que le será presentada en cada caso. La pensión básica mensual de cualquier instalación aquí no contemplada, será fijada por ANDINATEL S.A, a través de presupuesto especial.

1.3.1.1.2 Traslados

a) Traslados de instalaciones principales dentro de la misma Zona Básica Urbana desde las otras zonas a la Zona Básica Urbana.

Por cada línea telefónica con aparato principal, el cliente pagará la cantidad de 6,52 dólares por cada ocasión.

Para los otros casos de traslados requeridos por el cliente, se cobrará esta tarifa más el presupuesto especial cuando sea técnicamente factible.

b) Traslados de instalaciones principales de ciudad a ciudad en una misma provincia.

Estos traslados se realizarán siempre que técnicamente sea posible. El cliente deberá pagar el valor del traslado de acuerdo al literal a).

1.3.1.1.3 Servicios Adicionales

Los siguientes servicios adicionales se ofrecerán por solicitud expresa del cliente y deberá pagar las siguientes tarifas.

a) Cambio de número por cada ocasión: U.S. 2,16 dólares
b) Número telefónico reservado
sin cambio de número: U.S. 1,44 dólares/ mes o fracción

c) Suspensión temporal del servicio: U.S. 1,44 dólares/ mes o fracción

c) Bloqueo de larga distancia nacional: U.S. 1.44 dólares/ vez
d) Bloqueo de larga distancia internacional: U.S. 1,44 dólares/ vez
e) Cambios de categoría, nombre o de razón social:

De producirse un cambio de categoría de un nivel inferior a otro superior, ANDINATEL S.A, cobrará la diferencia correspondiente a los derechos de inscripción vigentes entre las categorías. En caso de cambio de nombre o razón social el cliente pagará U.S, 7,24 dólares por cada ocasión.

1.3.1.1.4 Servicios Suplementarios

Los servicios suplementarios se darán a todos los clientes que lo soliciten, siempre y cuando exista disponibilidad técnica.

Para estos servicios las tarifas son:

- Identificador de llamadas: U.S. 14,99 dólares por aparato[2]
- Marcación abreviada: U.S. 0,48 dólares/mes
- Transferencia de llamadas: U.S. 0,48 dólares/mes
- Línea conmutada directa: U.S. 0,48 dólares/mes
- Llamadas en espera: U.S. 0,48 dólares/mes
- Cambio de código para DDI: U.S. 0,48 dólares cada vez
- Facturación detallada: U.S. 0,5 Categoría A y B dólares/vez
  U.S. 0,7 Categoría C dólares/vez
- Detección del número llamante: U.S. 1,448 dólares/ semana
- Servicio Clip U.S. 0,72 dólares/ mes
- Servicio Centres por cada línea U.S. 2,40 dólares/ mes
- No perturbar U.S. 0,48 dólares/ mes
- Rellamado automático en caso de número ocupado: U.S. 0,48 dólares/ mes
- Rellamado de último número llamante: U.S. 0,48 dólares/ mes

1.4 TARIFAS DE USO DE CONFERENCIAS TELEFÓNICAS

Se establecen las siguientes tarifas para uso del servicio telefónico local, regional, nacional e internacional.

[2] Programa de venta del Paquete incluye IVA con 3 meses del servicio CLIP gratis. Este valor es facturado en tres cuotas sin intereses.

1.4.1 TARIFAS DE USO DE CONFERENCIAS TELEFÓNICAS AUTOMÁTICAS

Los valores de las conferencias automáticas de uso local, larga distancia regional y larga distancia nacional, son los que constan en la siguiente tabla:

TARIFAS PARA EL SERVICIO TELEFÓNICO AUTOMÁTICO
(Para todos los clientes)

CATEGORÍA	* LOCAL (U.S. DÓLARES POR MINUTO)	REGIONAL (U.S. DÓLARES POR MINUTO)	NACIONAL (U.S. DÓLARES POR MINUTO)	A REDES CELULARES (U.S. DÓLARES POR MINUTO)
A	0,0023	0,006	0,0093	0,29
B	0,01	0,02	0,04	0.29
C	0,024	0,056	0,112	0,29

Nota *: Las tarifas por Uso Local se aplicarán de la siguiente manera:
Categoría A (popular): incluye 200 minutos locales libres a su equivalente en otro tipo de tráfico.
Categoría B: incluye 150 minutos locales libres a su equivalente en otro tipo de tráfico.

1.4.2 TARIFAS DE USO DE CONFERENCIAS TELEFÓNICAS POR OPERADORA

De existir los acuerdos y las facilidades correspondientes, se podrán tramitar conferencias de cobro revertido (Collect), ya sea entre clientes de ANDINATEL S.A., como con las otras operadoras nacionales.

Los valores de las conferencias a través de operadoras: Locales, Regionales, Nacionales y hacia redes celulares, son los que constan en la siguiente tabla:

Modo de Operación: Teléfono a teléfono y cobro revertido

CATEGORÍA	* LOCAL (U.S. DÓLARES POR MINUTO)	REGIONAL (U.S. DÓLARES POR MINUTO)	NACIONAL (U.S. DÓLARES POR MINUTO)	A REDES CELULARES (U.S. DÓLARES POR MINUTO)
A,B,C	0,031	0,073	0,146	0,377

a) Tarifas Básicas

Las tarifas para el servicio telefónico internacional en las modalidades de discado directo y semiautomático, son las que constan en la siguiente tabla:

TARIFAS PARA EL SERVICIO TELEFÓNICO INTERNACIONAL Horario Normal

De Lunes a Sábado desde las 2:00 a 21:59 Horas

GRUPO N.-	REGIÓN	TARIFA (U.S. dólares por minuto)		
		Servicio Automático	Tarjeta Prepago	Servicio Semiautomático
1	Comunidad Andina	0,42	0,42	0,546
2	Norteamérica (*)	0,42	0,42	0,546
3	Cuba	0,80	0,80	1,04
4	Resto de América	0,52	0,52	0,676
5	Europa	0,52	0,52	0,676
6	Resto del mundo	0,65	0,65	0,845
7	Móvil Marítimo	6,8	6,8	8,84

*Incluido: Estados Unidos (Alaska, Hawai, Puerto Rico, e Islas Vírgenes Americanas), Cánada y México.

TARIFAS PARA EL SERVICIO TELEFÓNICO INTERNACIONAL Horario Normal

De Lunes a Sábado desde las 22:00 a 1:59 Horas y Domingos todo el día

GRUPO N.-	REGIÓN	TARIFA (U.S. dólares por minuto)		
		Servicio Automático	Tarjeta Prepago	Servicio Semiautomático
1	Comunidad Andina	0,357	0,42	0,464
2	Norteamérica (*)	0,357	0,42	0,464
3	Cuba	0,680	0,80	0,884
4	Resto de América	0,442	0,52	0,574
6	Resto del mundo	0,552	0,65	0,718
7	Móvil Marítimo	5,780	6,8	7,814

*Incluido: Estados Unidos (Alaska, Hawai, Puerto Rico, e Islas Vírgenes Americanas), Cánada y México.

TARIFAS PARA EL SERVICIO TELEFÓNICO INTERNACIONAL DESDE CABINAS PÚBLICAS DE ANDINATEL Y LOCUTORIOS

Todo el Día - Semana

GRUPO N.-	PAÍS	TARIFA (U.S. dólares por minuto)
1	USA*, Canadá, Perú, Colombia	0,30
2	España, Italia, Francia, Reino Unido, Alemania, Argentina, Brasil, Chile.	0,36
3	México, Venezuela, Bolivia	0,546
4	Cuba	1,04
5	Resto de América	0,676
6	Europa	0,676
7	Resto del mundo	0,845
8	Móvil Marítimo	8,84
9	Fronterizo Tulcán -- Ipiales	0,052
10	Fronterizo - Fronterizo	0,104

(*) Incluido: Alaska, Hawai, Puerto Rico, e Islas Vírgenes Americanas.

1.4.3 TARIFAS DE SERVICIO TELEFÓNICO PÚBLICO (CATEGORÍA D)

En esta categoría se incluyen las llamadas locales, regionales, nacionales y a celulares, realizadas desde cabinas de ANDINATEL, locutorios y con tarjetas de prepago.

Llamada Local	U.S. 0,10 dólares/ minuto
Llamada Regional	U.S. 0,135 dólares/ minuto
Llamada Nacional	U.S. 0,20 dólares/ minuto
Llamada a Celular	U.S. 0,33 dólares/ minuto

1.5 RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS BÁSICOS (RDSI)

Para el caso del RDSI Básico las tarifas son:

Derecho de inscripción: U.S. 150 dólares por cada conexión 2B + D

Pensión Básica Mensual: U.S. 15 dólares/ mes

Para el caso de RDSI Primario las tarifas son:

Derecho de inscripción: U.S. 2250 dólares por cada conexión 2B + D
Pensión Básica Mensual: U.S. 225 dólares/ mes

Tarifas por consumo: Las mismas que para el servicio telefónico automático dependiendo de la categoría del abonado y por cada canal B.

Para el caso de arrendamiento de Equipos terminales de ISDN las tarifas aprobadas mensuales de arrendamiento son las siguientes:

Item	Valor Mensual
Teléfono Digital RDSI	$. 35,00
Video Teléfono	$. 295,00

En caso de venta de los equipos terminales (teléfono Digital RDSI y video teléfono) se incluye el pago de contado y venta a plazos hasta 1 año, descontándose mensualmente.

ITEM	PRECIO CONTADO	CONTRATO 1 AÑO (Valor mensual)
Teléfono Digital RDSI	$. 1.150,00	$. 90,00
Video Teléfono	$. 9.700,00	$. 760,00

En relación al equipo NTU (Modems) se mantiene bajo propiedad de ANDINATEL por lo que en el contrato de servicio el usuario asume la obligación de pago en caso de daño o pérdida.

1.6 SERVICIOS DE CORREO DE VOZ

Estos servicios serán suministrados siempre que las condiciones técnicas lo permitan, exista capacidad disponible y se perfeccione el compromiso de prestación del servicio. Cuando los servicios de correo de voz se presenten no asociadas a otros servicios de telecomunicaciones, las tarifas serán las siguientes:

Teléfono Virtual	U.S. 2,00 dólares/mes
Casillero de voz	U.S. 0,80 dólares/mes
Casillero de Fax	U.S. 2,00 dólares/mes
Fax nunca ocupado	U.S. 2,00 dólares/mes
Reemplazo temporal	Sin costo

1.7 SERVICIOS DE RED INTELIGENTE

Las particularidades y disponibilidad de cada uno de los servicios indicados a continuación pueden obtenerse en las dependencias de atención al cliente, de ANDINATEL S.A.

Las tarifas son las siguientes:

1.7.1 SERVICIO: LIBRE LLAMADA (ADVANCED FREEPHONE SERVICE-AFS)

Descripción del Servicio: El usuario del servicio establece una comunicación gratuita desde cualquier teléfono y es el cliente el que paga la llamada.
El AFS es generalmente utilizado por las empresas comerciales para dar información, realizar promociones de productos, tomar pedidos, etc. Pueden también ser utilizado por los agentes comerciales que desean comunicarse telefónicamente con su empresa de manera gratuita desde el teléfono de un cliente.

NUMERO DE ACCESO:	1-800

SERVICIO	INSCRIPCIÓN (U.S.$)	PENSIÓN MENSUAL (U.S.$)	NÚMERO DE LÍNEAS ASOCIADAS
Servicio con acceso Regional	Sin costo	30,00	A acordar con el Cliente
Servicio con acceso Nacional	150,00	50,00	A acordar con el Cliente

FACILIDADES ADICIONALES			
Servicio con acceso Regional		Sin costo	
Servicio con acceso Nacional		Sin costo	

CONSUMO	Para tráfico Local, Regional, Nacional y Celular se aplicarán las tarifas correspondientes a la categoría C. Para el tráfico internacional, en el caso de que el cliente sea de Andinatel se aplicarán las tarifas de tráfico **Servicio Automático Horario Normal (1800)**

NOTA: En el caso del 1800, las llamadas por facturar se tasan en función de la localidad origen hacia la localidad destino del cliente 1800.

1.7.2 SERVICIO: NÚMERO DE ACCESO UNIVERSAL (UNIVERSAL ACCESS NUMBER – UAN)

Descripción del Servicio: El servicio UAN asigna un número único al cliente del servicio y permite establecer y manejar de modo automático llamadas con encaminamiento flexible.

El UAN es generalmente utilizado por empresas comerciales para ofrecer a los usuarios un número único para todas sus agencias, independientemente del área geográfica, por ejemplo: los bancos, entregas de alimentos a domicilios, etc.

En función de la fecha, de la hora, y de la localización geográfica del usuario del servicio que realiza la llamada, ésta es enrutada automáticamente hacia un número definido por el cliente al servicio.

NUMERO DE ACCESO:	1-700

SERVICIO	INSCRIPCIÓN (U.S.$)	PENSION MENSUAL (U.S.$)	NUMERO DE LINEAS ASOCIADAS
Servicio con acceso Regional	Sin costo	30,00	A acordar con el Cliente
Servicio con acceso Nacional	150,00	50,00	A acordar con el Cliente

FACILIDADES ADICIONALES			
Servicio con acceso Regional		Sin costo	
Servicio con acceso Nacional		Sin costo	

CONSUMO	Para llamadas desde un usuario al cliente del servicio UAN, se aplicarán al usuario de origen, las tarifas del servicio telefónico local, regional, nacional y celular correspondiente a su categoría, y al cliente del servicio UAN (cliente de destino), una tarifa máxima correspondiente a la categoría C. Para llamadas desde un cliente del servicio UAN, hacía un usuario cualquiera, se aplicarán las tarifas correspondientes a la categoría C.

1.7.3 SERVICIO: NÚMERO PERSONAL UNIVERSAL (UPN)

Descripción del Servicio: El servicio UPN es un servicio de movilidad que da acceso a servicios de Telecomunicaciones en base a un número UPN único asignado al cliente, al servicio. Todas las llamadas dirigidas al número UPN del cliente al servicio son encaminadas al teléfono donde se ha reportado por última vez el cliente. Además, el cliente al servicio puede también establecer llamadas desde cualquier terminal, siendo la llamada facturada a su cuenta.

NUMERO DE ACCESO:	1-702

SERVICIO	INSCRIPCIÓN (U.S.$)	PENSIÓN MENSUAL (U.S.$)	OBSERVACIONES
Servicio con acceso Regional	Sin costo	10,00	Por cada número
Servicio con acceso Nacional			Por cada número

FACILIDADES			
Control Zona de Origen		Sin costo	
Modificación Código de Acceso		Sin costo	

CONSUMO	Para llamadas desde un usuario al cliente del servicio se aplicarán al usuario de origen las tarifas del servicio telefónico local, regional, nacional y celular correspondiente a su categoría, y al cliente del servicio (cliente de destino), una tarifa máxima correspondiente a la categoría C. Para llamadas desde un cliente del servicio hacía un usuario cualquiera, se aplicarán las tarifas correspondientes a la categoría C.

1.7.4 SERVICIO: TELEVOTO (VOP)

Descripción del Servicio: Este servicio es utilizado para el sondeo telefónico de opinión o votar por teléfono. Ej: El caso de votación para la elección de una película a ser proyectada por algún canal de televisión. El servicio VOP permite a un cliente al servicio conocer la cantidad de llamadas asignadas a un número de tele votación durante determinados períodos de tiempo. Las llamadas son registradas y contadas. El llamador recibe un anuncio que le confirma el éxito de la llamada o que le señala condiciones de ocupación.

NUMERO DE ACCESO:	1-705

SERVICIO	INSCRIPCIÓN (U.S.$)	PENSION MENSUAL (U.S.$)	OBSERVACIONES
Servicio con acceso Regional	Sin cargo	10,00	Por cada día o fracción
Servicio con acceso Nacional	Sin cargo	20,00	Por cada día o fracción

FACILIDADES			
Grabaciones personalizadas (cada 14 seg.)		Sin costo	
Filtro de llamadas		Sin costo	
Estadísticas		Sin costo	

CONSUMO	Se aplicarán las tarifas del servicio telefónico local, regional, nacional y celular correspondiente a la categoría B e internacional.

1.8 SERVICIO FACSÍMIL

1.8.1 SERVICIO TELEFAX

Los valores que se indican a continuación no incluyen la entrega al usuario por parte de ANDINATEL S.A. del equipo terminal facsímil, el mismo que será adquirido por el usuario del servicio, responsabilizándose el mismo del

mantenimiento así como la adquisición del material necesario para el envío y recepción de documentos.

a) Derechos de inscripción

Igual valor que se aplica para el servicio telefónico.

b) Pensión básica mensual

Igual valor que se aplica para el servicio telefónico.

c) Tarifas por tráfico

Se aplicará las tarifas vigentes del servicio telefónico según sea local, nacional o internacional.

1.9 CIRCUITOS DE TIPO TELEFÓNICO PERMANENTES.

1.9.1 CIRCUITOS DE TIPO TELEFÓNICO PERMANENTES LOCALES, PROVINCIALES Y NACIONALES.

a) Derechos de inscripción

Se cobrará un derecho de inscripción por cada extremo entendiéndose como tal al extremo que se encuentra en el local del cliente. En consecuencia un circuito local completo se compone de dos extremos. Las tarifas son las siguientes:

TIPO DE ENLACE	LOCAL	PROVINCIAL	REGIONAL	NACIONAL
TARIFA (U.S dólares)	250.00	250.00	400.00	500.00

A estos valores deberán sumarse los costos de acometida de los circuitos locales en el que se incluirá el costo de los materiales y mano de obra

adicionales que se requieran para llegar al local del cliente desde el punto de distribución mas cercano que disponga ANDINATEL S.A.

b) Pensión Mensual

Para cada circuito local, que incluye los dos extremos, ubicados cada uno dentro del área de una central, el cliente deberá pagar las tarifas mensuales que se indican a continuación:

TIPO DE ENLACE	LOCAL	PROVINCIAL	REGIONAL	NACIONAL
TARIFA (U.S dólares)	76.00	180.00	360.00	440.00

c) Derechos de traslado

Por el traslado de cada extremo el cliente deberá pagar las siguientes tarifas:

TIPO DE ENLACE	LOCAL	PROVINCIAL	REGIONAL	NACIONAL
TARIFA (U.S dólares)	31.20	31.20	62.40	62.40

A estos valores deberán sumarse los otros de acometida de los circuitos locales en el que se incluirá el costro de los materiales y mano de obra adicionales que se requieran para llegar al local del cliente desde el punto de distribución más cercano que disponga ANDINATEL S.A.

ANDINATEL S.A. no presta el servicio de circuitos de tipo telefónico permanentes internacionales por que su tecnología no lo permite. Sólo suministra circuitos digitales.

1.10 CIRCUITO DE TIPO TELEFÓNICO TEMPORALES

1.10.1 CIRCUITOS DE TIPO TELEGRÁFICO

Los circuitos de tipo telegráfico se mantendrán vigentes, sólo para aquellos que actualmente se encuentran en servicio. Por razones tecnológicas, ANDINATEL S.A se reserva el derecho de no suministrar este servicio a nuevos clientes.

ANDINATEL S.A suministra únicamente el servicio de tipo telegráfico permanentes locales, regionales y nacionales. Las tarifas aplicadas son iguales a

las de los circuitos de tipo telefónico permanentes locales, regionales y nacionales. Estas tarifas serán aplicables para velocidades de 50 y 75 baudios. Velocidades superiores no se encuentran disponibles.

1.11 CIRCUITOS PARA TRANSMISIÓN DE DATOS

1.11.1 CIRCUITOS PERMANENTES PARA TRANSMISIÓN DE DATOS

a) Derechos de inscripción

Se cobrará un derecho de inscripción por la totalidad del circuito, es decir por los dos extremos. Para el cado de los circuitos internacionales esta tarifa corresponde únicamente al extremo ubicado en territorio ecuatoriano; el costo del extremo lejano estará sujeto a las tarifas que se apliquen en el país donde termine dicho extremo. Este derecho de inscripción es independiente de la velocidad del circuito contratado. A los valores indicados a continuación deberá añadirse el costo de la acometida que incluirá el costo de los materiales y mano de obra necesario para llegar al local del cliente desde el punto de distribución más cercano que disponga ANDINATEL S.A.

TIPO DE ENLACE	LOCAL	REGIONAL	NACIONAL	INTERNACIONAL
TARIFA (U.S. dólares)	250.00	400.00	500.00	1500.00

En los circuitos regionales, nacionales e internacionales están incluidos los circuitos locales.

b) Pensión mensual

i. Circuitos Nacionales

La pensión mensual para el enlace completo, siempre que ANDINATEL S.A disponga de la factibilidad técnica de proveerlo, tendrá los siguientes valores:

TIPO DE ENLACE	LOCAL	PROVINCIAL	REGIONAL	NACIONAL
VELOCIDAD (kbps)	Tarifa U.S dólares/mes			
9.6	76.00	180.00	310.00	410.00
19.2	92.00	216.00	372.00	492.00
32	120.00	288.00	496.00	656.00
64	147.60	360.00	620.00	820.00
128	235.00	576.00	992.00	1312.00
256	440.00	1080.00	1860.00	2460.00
384	592.00	1440.00	2480.00	3280.00
512	739.00	1800.00	3100.00	4100.00
768	810.00	1872.00	3224.00	4264.00
1024	888.00	2160.00	3720.00	4920.00
2048	1600.00	3900.00	6380.00	8440.00

ii. Circuitos Internacionales

Los valores a continuación, se refieren solamente al extremo ecuatoriano.

VELOCIDAD	TARIFAS ½ CIRCUITO SATELITAL				
	Tarifa Base	A partir del 1 año	A partir del 2 año	A partir del 3 año	A partir del 5 año
64	1810	1620	1551	1448	1361
128	2625	2349	2249	2099	1974
192	3439	3078	2947	2750	2586
256	4254	3807	3645	3402	3199
384	5611	5023	4809	4487	4220
512	6787	6075	5833	5458	5124
768	9231	8263	7911	7383	6942
1024	12148	10897	10481	9809	9225
1536	15114	13528	12998	12157	11263
2048	17762	15824	15176	14146	12992

VELOCIDAD	½ CIRCUITO FIBRA OPTICA				
	Tarifa Base	A partir del 1 año	A partir del 2 año	A partir del 3 año	A partir del 5 año
64	1880	1661	1590	1484	1395
128	2704	2408	2305	2151	2023
192	3528	3155	3021	2819	2651
256	4401	3903	3736	8487	8279
384	5774	5148	4929	4600	4325
512	6963	6227	5979	5594	5253
768	9485	8470	8109	7567	7116
1024	12485	11169	10743	10054	9456
1536	15533	13866	13323	12461	11544
2048	18210	16220	15556	14499	13317

Esta modalidad corresponde al arrendamiento de circuitos utilizando la infraestructura de la red pública de ANDINATEL S.A. Estos servicios son par uso privado y sus usuarios no podrán conectarse en ninguno de los extremo a redes públicas de telecomunicaciones.

Las presentes tarifas están sujetas a regulaciones y acuerdos suscritos entre las Administraciones de Telecomunicaciones, por lo que los derechos de instalación, y las pensiones mensuales antes indicados, solamente se refieren al tramo correspondiente a ANDINATEL S.A. Los costos adicionales de los países correspondientes, y de los eventuales puntos de tránsito serán tarifados en forma separada de acuerdo a las regulaciones propias de cada país.

Están incluidos los circuitos de datos nacionales y locales en el Ecuador.

c) Derechos de traslado

Por el traslado de cada extremo desde su ubicación inicial a otro punto ubicado dentro de la misma zona local, el cliente pagará los valores abajo indicados, más los costos de acometida que incluirán el costo de los materiales y mano de obra necesarios para llegar al local del cliente desde el punto de distribución más cercano que disponga ANDINATEL S.A.

TIPO DE ENLACE	LOCAL	PROVINCIAL	REGIONAL	NACIONAL
TARIFA U.S. dólares	31.20	62.20	62.40	62.40

Condiciones para velocidades no indicadas

Para los circuitos internacionales, y para velocidades de hasta 19.2 Kbps se aplicará una tarifas equivalente al 60% de la tarifa de un circuito de 64 Kbps. Para velocidades superiores y que sean diferentes a las indicadas arriba, se aplicarán las tarifas de la velocidad inmediatamente superior.

Para el caso de aquellos circuitos en los que el operador de la red suministra únicamente el medio de transmisión, con un ancho de banda garantizado de 4 Khz y sin ninguna adecuación adicional que eventualmente pueda necesitar el enlace para transmisión de datos y que por razones tecnológicas ANDINATEL S.A. restringe al máximo su suministro, las tarifas a aplicarse serán las de los circuitos de 9.6 Kbps de velocidad. Los Derechos de Inscripción se aplicarán solo a casos muy especiales y las tarifas de Pensión Mensual y Traslados se mantendrán vigentes mientras exista usuario de este tipo de servicio.

1.12 CIRCUITOS PERMANENTES FRAME RELAY

a) Derechos de inscripción

Se cobrará un derecho de inscripción por la totalidad del circuito, es decir por los dos extremo. Este derecho de inscripción es independiente de la velocidad del circuito contratado. A los valores indicados a continuación, deberá añadirse el costo de la acometida que incluirá el costo de los materiales y mano de obra necesarios para llegar al local del cliente desde el punto de distribución más cercano que disponga ANDINATEL S.A. Las tarifas son las siguientes:

TIPO DE ENLACE	LOCAL	PROVINCIAL	REGIONAL	NACIONAL
TARIFA U.S. dólares	250.00	250.00	400.00	500.00

En los circuitos provinciales, regionales y nacionales están incluidos los circuitos locales.

TARIFAS PARA EL CIRCUITO COMPLETO PARA INTERNET VÍA FIBRA ÓPTICA.

Los valores para el circuito completo de transmisión de datos para Internet vía fibra óptica son los siguientes:

VELOCIDAD	½ CIRCUITO FIBRA ÓPTICA				
	Tarifa Base	A partir del 1 año	A partir del 2 año	A partir del 3 año	A partir del 5 año
64	2008	1788	1717	1611	1523
128	2959	2663	2560	2406	2278
192	3910	3537	3403	3201	3033
256	4910	4412	4245	3996	3788
384	6538	5912	5692	5363	5089
512	7982	7245	6997	6613	6271
768	11012	9997	9636	9094	8643
1024	14521	13206	12780	12091	11493
1536	18588	16921	16378	15512	14599
2048	22283	20293	19629	18572	17390

b) Pensión Mensual

Por cada circuito, para diferentes velocidades, y siempre que para las mismas ANDINATEL S.A. disponga de factibilidad técnica de proveerlas, las tarifas mensuales serán las siguientes:

VELOCIDAD (KBPS)		TARIFA U.S. DÓLARES/MES			
MBR	CIR	LOCAL	PROVINCIAL	REGIONAL	NACIONAL
1024	768	950.00	1995.00	2800.00	4275.00
768	512	800.00	1680.00	2360.00	3600.00
512	384	600.00	1260.00	1770.00	2700.00
384	256	450.00	945.00	1330.00	2025.00
256	128	250.00	525.00	740.00	1125.00
128	64	140.00	294.00	410.00	630.00
128	32	126.00	264.60	365.00	555.00
64	32	118.00	247.00	340.00	520.00
64	19.2	112.00	235.20	325.00	495.00
64	9.6	103.60	217.56	300.00	456.00
32	19.2	103.60	217.56	300.00	456.00
32	9.6	94.00	197.40	270.00	410.00
19.2	9.6	76.00	159.60	220.00	335.00
Circuitos Virtuales		15.60	45.00	45.00	70.00

A los valores antes indicados deberá añadirse el valor del arrendamiento de los equipos de última milla necesarios para el funcionamiento del circuito privado.

1.13 TARIFAS DE SERVICIOS ADSL Y SDSL DE TRANSMISIÓN DE DATOS LOCAL

Las tarifas que se presentan a continuación están relacionadas con la inscripción y la pensión fija mensual.

Las tarifas de Inscripción propuestas son las siguientes:

TARIFAS DE INSCRIPCIÓN	
CONCEPTO	VALOR
PRECIO DE INSCRIPCIÓN ADSL	200.00
PRECIO DE INSCRIPCIÓN SDSL	250.00

Los valores relacionados con la pensión mensual propuesta para los servicios ADSL y SDSL se dividen en circuitos completos para transmisión de datos y circuitos para uso exclusivo de Internet. Dentro de las tarifas asociadas con el servicio SDSL, se ha procedido a, dividir la tarifa por servicio de transmisión de datos y una componente adicional asociada con el equipo terminal usado. Los valores propuestos son los siguientes:

TARIFAS SDSL CIRCUITO COMPLETO					
VELOCIDAD	Precio Servicio	Equipo		Total	
		XAVI	CISCO 827	SABIH	CISCO
64	123.8	23.0	32.0	146.8	155.8
128	204.0	23.0	32.0	227.0	236.0
192	315.0	23.0	32.0	338.0	347.0
256	401.0	23.0	32.0	424.0	433.0
384	556.0	23.0	32.0	579.0	588.0
512	694.0	23.0	32.0	717.0	726.0
768	768.0	23.0	32.0	791.0	800.0
1024	843.0	23.0	32.0	866.0	875.0
1536	1283.0	23.0		1306.0	
2048	1568.0	23.0		1591.0	

A continuación se presentan los valores propuestos asociados con el servicio SDSL destinado para el uso de Internet:

TARIFAS SDSL CIRCUITO COMPLETO					
VELOCIDAD	Precio Servicio	Equipo		Total	
		XAVI	CISCO 827	SABIH	CISCO
64	62	10	20	72	82
128	105	10	20	115	125
192	167	10	20	177	187
256	218	10	20	228	238
384	317	10	20	327	337
512	412	10	20	422	432
768	486	10	20	496	506
1024	560	10	20	570	580
1536	918	10		928	
2048	1180	10		1190	

Las siguientes tarifas están relacionadas con el servicio ADSL, tanto como circuito completo, así como para uso exclusivo de Internet.

TARIFAS SERVICIO ADSL CIR COM			
VELOCIDAD		Tarifa	
BAJADA	SUBIDA	Normal (XAVI)	Gold (CISCO 827)
64	16	130.0	137.0
128	32	176.0	185.0
192	48	244.0	257.0
256	64	304.0	319.0
256	128	347.0	364.0
384	96	443.0	465.0
512	128	587.0	616.0
512	256	603.0	632.0
768	192	654.0	684.0
1024	256	697.0	726.0
1024	512	731.0	761.0
1536	384	894.0	928.0
1536	768	952.0	986.0
2048	512	991.0	1025.0
2048	1024	1069.0	1103.0

TARIFAS SERV ADSL CIR COM			
VELOCIDAD		Tarifa	
BAJADA	SUBIDA	Normal (XAVI)	Gold (CISCO 827)
64	16	60.0	68.0
128	32	97.0	102.0
192	48	137.0	144.0
256	64	173.0	181.0
256	128	200.0	209.0
384	96	259.0	271.0
512	128	352.0	367.0
512	256	369.0	383.0
768	192	410.0	425.0
1024	256	452.0	468.0

TARIFAS SERV ADSL CIR COM			
VELOCIDAD		Tarifa	
BAJADA	SUBIDA	Normal (XAVI)	Gold (CISCO 827)
1024	512	486.0	502.0
1536	384	614.0	632.0
1536	768	673.0	690.0
2048	512	712.0	729.0
2048	1024	790.0	807.0

2.1 SISTEMAS PROPIETARIOS DE BANDA ANGOSTA[1]

2.1.1 HNS E-TDMA

E-TDMA es una extensión de la norma celular TDMA IS-136 que proporciona soporte para WLL con capacidad aumentada y mejor trabajo de la red mientras mantiene una gran área de cobertura. E-TDMA ofrece una opción de plataformas de unidad de abonado que incluyen unidades de abonados únicas (SSU, *Single Subscriber Units*) y las unidades de abonado múltiples (MSU, *Múltiple Subscriber Units*) capaz de soportar a 96 líneas, dependiendo de la carga de tráfico del abonado. Las unidades de abonado único soportan una alta capacidad de voz digital, fax, y transparencia de datos usando una interfaz RJ-11, y permite la conexión de un terminal múltiple como extensiones simples en una unidad de acceso única o por el número del directorio. Tales unidades son apropiadas para localidades con una densidad poblacional baja tales como: residencias y negocios pequeños. Las unidades de abonado múltiple proporcionan acceso al sistema de WLL en áreas de alta densidad poblacional como hoteles y edificios de apartamentos. Se asigna un MSU y recursos de radio en base a *call-by-call*, por esa razón se reduce el hardware requerido.

La estación base de E - TDMA proporciona un canal de control mejorado para asignar dinámicamente canales y slots de tiempo a los portavoces activos. Un codificador de voz de 5 kbps también se usa para doblar la capacidad por encima de IS-136. E-TDMA apoya una amplia variedad de cambios de señalización. Los tonos y la línea de cambios de señalización son programables por software, y en varios casos pueden ser fijados los parámetros del sistema. Las fortalezas principales de los sistemas WLL de base celular sobre los sistemas WLL PCS de bajo rango son: la cobertura, la velocidad de despliegue, y la eficiencia del espectro. La desventaja fundamental es el rango limitado de ancho de banda del usuario disponible.

2.1.2 NORTEL PROXIMITY I / PROXIMITY II

Nortel desarrolla sistemas WLL de banda angosta bajo el nombre de Proximity que no es basado en tecnologías inalámbricas o celulares. Proximity I es un

sistema propietario de TDMA desarrollado junto con Ionica, operador de WLL en el Reino Unido, uno de los primeros operadores en el mundo en desplegar un sistema propietario de WLL. Proximity I ofrece una gama amplia de servicios, incluyendo voz a 64 kbps, enlaces de datos y una capacidad de segunda-línea. Las unidades de abonado se unen a las estaciones base por medio de un interfaz aéreo, y las estaciones base se conectan entonces directamente a un conmutador de la PSTN.

Proximity II es una versión actualizada que se ajusta más flexiblemente para satisfacer los requerimientos individuales de cada operador en una ciudad pequeña que requiere sistemas para unos mil clientes y hasta sistemas nacionales grandes con capacidades de hasta un millón de clientes. Proximity II también proporciona servicio de BRA ISDN habilitando el acceso a Internet de alta velocidad a 128 kbps. Su estación base compacta tiene una capacidad de 2000 líneas y puede localizarse a 40 km de los usuarios. El usuario establece como premisas que el equipo soporte una o dos líneas para terminales PSTN o ISDN. Su Sistema Principal es compatible con la red pública conmutada a través de la señalización V5.2.

Ambas versiones del sistema usan canales TDMA de un ancho de banda de 3072 kHz en un tamaño de cluster de 3, y el formato de modulación *quadrature phase shift keying* (QPSK) Hasta unas 54 portadoras de TDMA pueden ser acomodadas en la banda asignada de 3.4-3.6GHz usando división de frecuencia doble (FDD) en 50 o 100 MHz con un máximo de 18 canales en cualquier estación base. DCA (*Dynamic Chanel Allocation*) no es proporcionada, pero es relativamente fácil reconfigurar la asignación de frecuencia del centro de operación y mantenimiento.

2.1.3 QUALCOMM QCTEL

El Sistema CDMA WLL QCTel de Qualcomm es un Acceso Fijo Inalámbrico WLL. El sistema QCTel puede soportar 24000 abonados. La tecnología QCTel soporta 8 kbps en voz y una velocidad de transmisión de datos superior a los 7.2 kbps. QCTel soporta movilidad limitada, y la unidad del abonado puede ser

un microteléfono portátil. El microteléfono se comunica con el transreceptor de la estación base usando la interfaz aérea IS-95 (CDMA / FDD a las bandas de frecuencia de 800 MHz, 900 MHz, y 1.8-2.2 GHz). El microteléfono puede soportar múltiples líneas. La potencia de transmisión es de 2 W (con control de potencia).

La estación del transreceptor base (BTS) se comunica con el microteléfono usando la interfaz aérea IS-95. La máxima potencia de transmisión es de 50 W. El rango de la celda es de 25 Km. La capacidad es superior a 45 canales de voz. Más de 20 BTSs por área pueden colocarse con el controlador de la estación base (BSC) en la oficina central. O 30 BTSs por área pueden conectarse a un BSC usando la tecnología de TI/EI (superior a tres áreas). El BSC es colocado con una oficina central que se conecta al conmutador de la PSTN que usa líneas de múltiplexaje digital TI, EI, T3, o E3. El control de la llamada es hecha por señalización R2, y la señalización OMC (*Operations and Maintenance Center)* es hecha por SS7 o X.25.

2.1.4 LUCENT AIRLOOP

La tecnología Airloop de Lucent es otro sistema propietario basado en CDMA desarrollado para una línea amplia de clientes. Opera principalmente en la banda de los 3.4 GHz que usa canales anchos de 5 MHz, cada uno soporta 115 canales de 16 kbps. Para apoyar 32 kbps ADPCM, se usan dos canales simultáneamente. La propagación del código es a 4096 kbps; así, para una velocidad de transmisión de 16 kbps, se usa un factor de propagación de 256. El sistema emplea una red de estaciones base (RBSs) para cubrir las áreas de servicio deseadas. Los principales bloques funcionales de la red son los siguientes:

- *Oficina central (CO):* contiene un conmutador digital y un routing que facilita la conexión de la red de radio a ISDN y a Internet.

- *Acceso central y Unidad de Transcodificación* (CATU, *Central Access and Transcoding Unit):* controla la asignación de recursos de radio y asegura que la asignación sea apropiada al servicio a proporcionarse,

por ejemplo, 64 kbps digital, 32 kbps de voz, ISDN. También proporciona transcodificación entre varias tasas de codificación de voz y conmutación a 64 kbps PCM.

- *Unidad del Transreceptor central (CTU):* proporciona la interfaz aérea de CDMA. Transfiere ISDN y *los* servicios de telefonía tradicional señalando transparentemente la información entre la interfaz aérea y el CATU.

- *Unidad de Interfaz de red (NIU):* conecta los abonados a la red de radio a través de dos bloques funcionales: el *socket del teléfono inteligente* (ITS, *intelligent telephone socket*) y la unidad transreceptora del abonado (STRU, *subscriber transceiver unit*).

    - El ITS proporciona un punto de conexión al equipo terminal del abonado, por ejemplo, PABX, teléfono, o LAN.

    - El STRU se localiza fuera de la construcción de los abonados y consiste en una antena integrada y un transreceptor de radio. El STRU proporciona una interfaz entre el ITS y la interfaz aérea de CDMA. El STRU se conecta al ITS por el estándar telefónico de cuatro cables o una red cableada de datos.

2.1.5 DSC AIRSPAN

El sistema Airspan de DSC proporciona canales de voz de 64 kbps y soporta servicios ISDN más arriba de los 144 kbps. DSC exige un tamaño del cluster entre 1 y 3, dependiendo del ambiente. La voz actualmente se proporciona usando 64 kbps PCM y ADPCM a 32 kbps.

Los canales de radio son de 3.5 MHz de ancho.

2.1.6 TADIRAN MULTIGAIN

Tadiran comercializa su sistema propietario como FH-CDMA/TDMA. En el sistema Tadiran, los usuarios transmiten en un slot TDMA dado. Sin embargo, la frecuencia real en la que ellos transmiten los cambios de ráfaga a ráfaga,

donde una ráfaga dura 2 ms (hay 500 saltos / s,). En una celda dada, dos usuarios no transmiten al mismo tiempo en la misma frecuencia. Sin embargo, los usuarios pueden transmitir en la misma frecuencia en la celda adyacente. Empleando diferentes saltos de frecuencia en las celdas adyacentes, si una colisión ocurre esta sólo será para una sola ráfaga. La corrección de errores y el entrelazado largo pueden superar el efecto semejante a una colisión. El sistema tiene las ventajas de simplicidad del sistema TDMA acoplado con algunas 'partes de interferencia' propiedades que hacen a CDMA espectralmente eficiente.

El sistema usa un codificador de voz de 32 kbps. Emplea TDD en el que se transmiten el enlace de subida y el enlace de bajada en la misma frecuencia pero en momentos diferentes. Cada canal de 1 x 1 MHz soporta ocho canales de voz. Así, se tienen en cuenta 16 canales de voz de 2 x 1 MHz que puede soportar antes del efecto racimo, y asumiendo un tamaño de racimo de 2, alrededor de 8 canales de voz /celda /2 x 1 MHz.

2.2 SISTEMAS PROPIETARIOS DE BANDA ANCHA

2.2.1 HNS AIREACH BANDA ANCHA

La Banda ancha de AIReach constituye una plataforma poderosa por ofrecer soluciones inalámbricas de "última-milla" con calidad de fibra que abarcan voz, video, datos, multimedia, y servicios de Internet. Pretende servir a cualquier tipo de cliente, comercial individual o un conjunto complejo de oficinas/residencial de multi-ocupantes. La familia de productos de Banda ancha AIReach consiste en dos series de productos. Uno está idealmente preparado para áreas semi-urbanas o superficiales hasta áreas urbanas medias y el otro está preparado para áreas medias hasta áreas de alta-densidad urbana. Ambos dirigen pequeños o medianos tamaños de clientes comerciales y *unidades multi-residenciales* (MDUs, *Multiple Dwelling Unit*) que operan a cualquier banda de frecuencia ITU / ETSI: 3.5 GHz, 10.5 GHz, y 24-26 GHz o en las bandas de frecuencia entre 24-42 GHz. La máxima velocidad

de transmisión lograda por la portadora es de 4 Mbps y 45 Mbps respectivamente.

El sistema AlReach de Banda ancha puede empezar con un hub completamente escalabe. Este usa el formato de modulación 64-QAM que logra una de las más altas eficiencias espectrales disponibles.

AlReach de Banda ancha asigna el ancho de banda sobre demanda así como la voz y la concentración de datos por medio de la administración dinámica del ancho de banda que hace a las soluciones inalámbricas muy competitivas económicamente. Los terminales al aire libre ocupan menos espacio en la azotea proporcionando mejores opciones de instalación. Se diseñan pequeños terminales internos de fácil acceso frontal en todo el cableado para ajustar los espacios y los ambientes desordenados en los armarios de telecomunicaciones.

2.2.2 MOTOROLA SPECTRAPOINT

SpectraPoint tiene una fuerte posición ventajosa en la dirección de facilitar la integración multiplataforma vía IP y ATM, ha estado trabajando con Cisco Inc.

En los últimos años han integrado router switches y otros componentes IP en el sistema de acceso LMDS. SpectraPoint ya integra su serie de productos con software, que soporta cambios dinámicos en la modulación, niveles bajos de ruido sensible de Bits por Hertz, niveles de alta capacidad tales como cambios en las condiciones climáticas o variación de clientes.

La interfaz aérea de las plataformas de SpectraPoint ya soporta formatos de modulación QPSK (*Quadrature phase shift keying*) y 8, 16 y 32 QAM (*quadraure amplitude modulation*) así como también Viterbi y Reed Solomon como métodos de Corrección de Error Delanteros. La reutilización de frecuencias se refuerza a través de la diversidad de polarización (horizontal o vertical). El espacio del canal es de 40 MHz que permite una velocidad de downstream de 45 Mbps y una velocidad upstream de 2 a 10 Mbps. El

promedio de potencia transmitida es 1 W para la estación base y 100 mW para la unidad de abonado.

Una de las innovaciones que trae Spectrapoint a productos inalámbricos fijos LMDS es la habilidad de transportar todo en ATM mientras usa el acceso múltiple por división de tiempo para alterar dinámicamente la cantidad de ancho de banda consignada a cualquier necesidad del usuario. De esta manera, todos los usuarios en un solo canal RF LMDS, ahora soportan velocidades superiores a 45 Mbps y máximo de 155 Mbps, y pueden pagar por los servicios sobre los básicos necesitados, permitiendo a los proveedores del servicio asignar un ancho de banda más eficiente.

2.2.3 NORTEL REUNION

Nortel Reunion es también otro sistema punto multipunto (PMP, *Point to Multipoint*) atribuido como *acceso inalámbrico de banda ancha* (BWA). Es similar en diseño al celular o a los sistemas de bucle local inalámbrico de banda ancha, pero ofrece ancho de banda y rangos de conexión de 64 Kbps hasta 155 Mbps ofreciendo gran flexibilidad en el servicio de mercados de acceso local. La arquitectura Quad-4 única de Reunion se aprovecha del potencial de cuatro tecnologías de acceso para producir excepcionalmente redes flexibles y eficaces así como proveer consistencia y congruencia con las redes alambradas. La ventaja de Quad-4 es que puede ajustar y optimizar el despliegue de la red. Quad-4 hace posible todas las conexiones FDMA, TDMA, ATM, y conexiones IP de una sola plataforma.

- FDMA provee eficiencia en la entrega de altos volúmenes de datos.
- El gran espectro de TDMA y la eficiencia del costo está preparada para un bajo ancho de banda, voz esporádica y necesidades de datos.
- ATM es una solución excelente para las aplicaciones de multimedia y requisitos de alta Calidad de Servicio.

- IP es la tecnología de opción de bajo costo para el equipo del cliente y aplicaciones de usuario final que ayudan a penetrar el mercado de SOHO.

Reunion ofrece transferencia de datos a una alta velocidad de transmisión, Interconexión de LAN/WAN, acceso a Internet/Intranet, Telefonía, Voz sobre IP, Servicios de video corporativo, casa bancaria, Educación a distancia, Telemedicina, Video conferencia, VPN, comercio electrónico, web TV, Juego Interactivo, video clasificado por niveles. Reunion puede desplegarse para manejar paquetes de servicios multimedia o soluciones de servicio únicas.

La arquitectura de red de Reunion consiste en los siguientes tres elementos mayores:

- La Estación de Base de Reunión, consiste del Equipo de Nodos de la Red (NNE, *Network Node Equipment*) y el Transceiver de la Estación Base (BTR), facilita el multiplexaje, planificación, modulación, y la transmisión del contenido de multimedia y del mercado de acceso. Este equipo que opera en una variedad de downstream y frecuencias de upstream entre 2 GHz y 42 GHz, ofrece alta capacidad.

- Los elementos del sistema de administración de Reunion facilita el funcionamiento, administración, mantenimiento, y aprovisionamiento de la red.

- Un rentable CPE (*Customer Premises Equipment)* integrado satisface las necesidades del pequeño y mediano tamaño de clientes, proporcionando más arriba de cuatro E1/T1 y circuitos 10 Base-T que utilizan las tecnologías de acceso TDMA o FDMA. Un CPE modular, extensible que se acomoda a necesidades futuras, se usa para servir sitios como edificios con un número pequeño o medio de arrendatarios así como a más clientes concentrados en un ancho de banda.

2.2.4 ALCATEL EVOLIUM

Las Soluciones Alcatel LMDS proporcionan banda ancha con conexiones de última milla a los miles de abonados de un solo hub. Proporciona una infraestructura local inalámbrica, usando enlaces de radio con línea de vista sobre distancias mayores a 5 km, maneja completamente comunicaciones bidireccionales para más de 4000 usuarios terminales, entregando verdadera capacidad de banda ancha, a una velocidad de transmisión mayor a 8 Mbps a través de una amplia variedad de servicios de comunicaciones de banda ancha y estrecha.

Alcatel LMDS utiliza co-polarización o polarización cruzada, soluciones de radio de una sola portadora o multi-portadoras para conseguir la mejor salida del espectro asignado. Soporta una Tasa de Celda Garantizada (capacidad disponible en todo momento) y una Tasa de celda Pico (capacidad máxima disponible siempre que exista capacidad adicional) por un cliente base.

La interfaz aérea hace uso de una patente trama TDMA, que perfecciona cualquier mezcla de circuitos y paquetes de aplicaciones de datos, con asignación de ancho de banda dinámica en tiempo real. Entre sus ventajas, están una confiabilidad como la de la fibra, disponibilidad del 99.995%, un BER de 10^{-14}, encriptación sobre los sistemas aéreos y sistemas en línea actualizados con nuevas características de transferencia de software de bajo peso en la banda.

Alcatel LMDS opera en las bandas de frecuencia entre los 10 y 43 GHz. Los servicios incluyen:

- Circuitos conmutados de voz , datos o la mezcla de voz y datos ;
- Arquitectura distribuida o centralizada;
- Línea contratada virtual (T1/E1 o N x 64 Kbps);
- IP / Ethernet / ATM / Frame relay;

- Ancho de banda por demanda;

Los tres componentes: Estación Base, estación terminal del cliente y la red de administración constituyen una red con arquitectura en estrella que puede configurarse y reconfigurarse para reunir los requisitos de la red de acceso actual y futura.

Estación Base: Cada estación base consiste de una Estación de Radio Base (RBS, *Radio Base Station*) y una Estación Base Digital (DBS, *Digital Base Station*) y sirve al mismo tiempo a un hub para 4,000 Terminaciones de Red, maneja transparentemente una variedad casi infinita de servicios de voz y datos a una alta velocidad. La estación base se conecta al conmutador y a las plataformas de routing a través de cualquier estándar de enlace de transmisión de alta capacidad.

Estación terminal: Cada Cliente de la Estación Terminal consiste de una pequeña antena transistorizada (26 cm de diámetro) puesta al aire libre (Terminación de Radio) y una unidad de interfaz simple (Terminación de la Red). La estación terminal se conecta a la estación base por un enlace de radio con línea de vista.

Administrador de Servicios y Red: La administración de los servicios de Red está altamente integrada por una solución de arquitectura abierta para manejar multi-tecnologías, redes de multiservicio en una sola plataforma.

REFERENCIA

[1] Stavroulakis Peter, Wireless Local Loops, Theory and Applications Editorial Wiley, New York, 2001, Chapter: 1, pages: 19-27.

3.1 INTERFAZ V5.2 PARA INTERCONEXIÓN [1]

El interfaz V5.2 es diseñado para distribuir servicios de telecomunicaciones soportados por el LE (local exchange) para servir a suscritores WLL por una BSC. El servicio suministrado es garantizado del servicio del LE para ser distribuido en un flexible, eficiente, y transparente modo. Una lista de funciones que son típicamente soportadas por el LE a través del interfaz V5.2 incluye

- Procesamiento de llamadas
- Registro de llamadas y facturación
- Administración del plan de numeración
- Servicios suplementarios
- Supervisión contestada
- Administración y asignación del slot de tiempo.

El acceso de la red de radio o el BSC es solamente responsable para tales funciones como llamada entregada e iniciación de llamada desde suscritores, asignación y administración de recursos de radio, administración de terminales de usuario finales, ordenamiento de suscritores, y autenticación de suscritores.

Los mas modernos conmutadores locales digitales son equipados para soportar el interfaz V5.2. Otras veces, si el conmutador local no esta equipado para soportar el interfaz V5.2, una a veces llamada unidad de Interfaz de red (NIU, *Network Interface Unit*) puede necesitar ser insertado entre la estación base WLL y el conmutador de la PSTN. Entonces la NIU se comunica con la estación base usando el protocolo V5.2, y se comunica con el conmutador de la PSTN usando el tipo de señalización soportado por ese (por ejemplo SS7). Algunas de las ventajas de usar el interfaz V5.2 en aplicaciones WLL son las siguientes:

Equivalente Nivel de Servicio: V5.2 permite transparente entrega de funciones PSTN o LE y servicios tales como facturación, planes de numeración, y

servicios suplementarios por el conmutador (tales como llamada progresiva, llamada en espera, tres caminos convocados, etc.).

Flexibilidad para Línea de Expansión: V5.2 puede soportar diferentes tipos de planes incluyendo PBXs y unidades de conmutación remota, de tal manera que el servicio suministrado tiene la opción expandir servicios usando múltiples planes de acceso.

Opción de Múltiples Vendedores: El interfaz abierto V5.2 provee muchas opciones en vendedores (y tecnologías) para el sistema WLL, por eso permite un incremento de opciones en el potencial servicio portafolio para competición en precios.

Eficiencia de Línea Principal: Puesto que V5.2 es un interfaz de línea principal, permite asignación de slots de tiempo y repartido entre suscritores sobre llamadas básicas. Esto aproxima a un costo más efectivo en términos de enlaces de interconexión y más fiable y robusto en términos de enlaces fracasados.

Mínima Funcionalidad de la (RAN, Radio Access Network) Red de Acceso de Radio: V5.2 permite un claro particionamiento de funciones entre el LE y el RAN, de acuerdo a las necesidades de la RAN para soportar solamente funciones de entrega de llamadas requeridas por el acceso de radio. Esto guía a un simple diseño para el equipo de RAN y asociados costos de reducción.

La figura 3.1 ilustra la conectividad V5.2 con un activo standby común de control de señal utilizando el protocolo V5.2. Cada ruta V5.2 consiste de 16 enlaces E1 (enlace E1= 2.048 Mb/s) cada uno soporta 32 slots de tiempo. El slot de tiempo 0, por especificación E1, es usado para sincronización y alarmas. Los primeros dos enlaces E1 contienen un común control de enlace, uno esta activo y el otro esta en stanby, cada uno consiste de un slot de tiempo E1 (slot de tiempo 16). Los restantes slots de tiempo y enlaces E1 son usados para asignación dinámica de canales de voz. Un total de 494 líneas de voz son disponibles (16 E1s x 31 slots de tiempo menos 2 canales de control). V5.2 agrega concentración, el cual asigna un slot de tiempo para cada usuario.

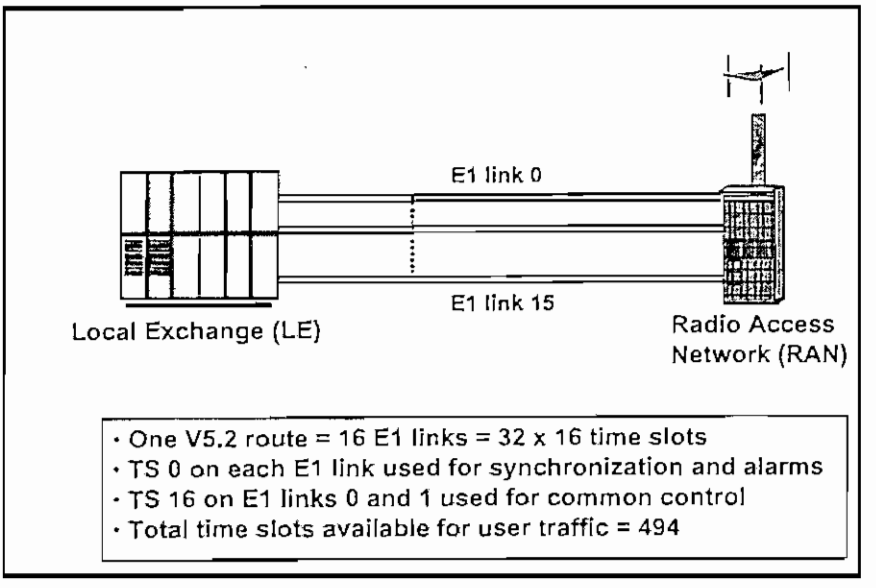


Figura 3.1 Arquitectura de Ruteo para el Interfaz Digital V5.2.

Por lo tanto, en la operación V5.2, conexiones de 16 E1 están juntas para formar un único grupo que suministra una ruta con 494 potenciales conexiones. El equipo de la estación base es disponible para soportar por encima de cuatro rutas V5, para un total de 64 intervalos E1.

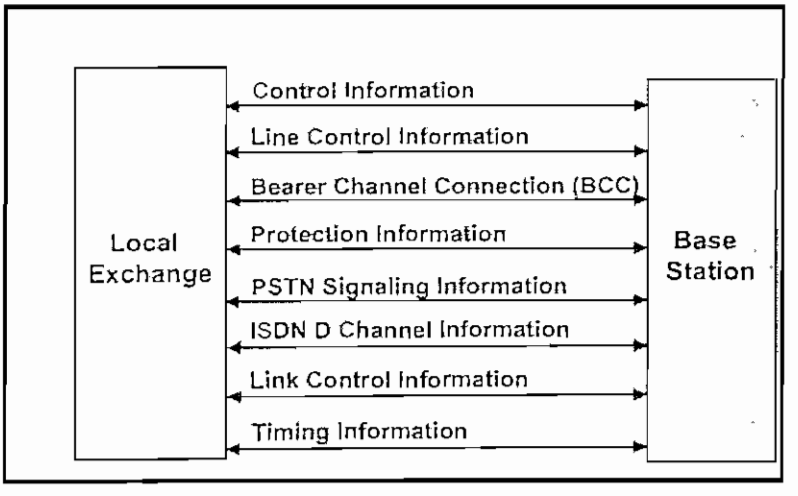


Figura 3.2 Funciones de Protocolo para el Interfaz Digital V5.2.

El interfaz V5.2 suministra el sistema con mayor control operacional y funcional eficiencia. V5.2 soporta mas suscritores por enlace E1y por lo tanto puede ser implementado en un menor costo. V5.2 también suministra un incremento de la

tolerancia del error el cual resulta en un global mejoramiento de calidad y fiabilidad para el cliente.

Las funciones del protocolo para el interfaz V5.2 están mostradas en la figura 3.2. El protocolo del canal de control portador (BCC, *Bearer Channel Control)* es usado para asignar canales portadores por debajo del local exchange (LE). Un protocolo de control de enlace es definido el cual soporta las funciones de administración del enlace de 2.048 Mbps del interfaz V5.2 la protección del protocolo soporta conmutación de control lógico de canal. El protocolo de control de administración de información vinculada para el operacional estado de soportar puertos de usuario. (Por ejemplo, PSTN, ISDN, circuitos arrendados, etc.). Los protocolos PSTN e ISDN transfieren información sobre análogos e ISDN estados de línea, respectivamente, sobre el interfaz para el LE que supervisa la llamada.

SS7 (SEÑALIZACIÓN DEL SISTEMA 7)

Es el interfaz red a red NNI (*network-to-network interfaz)* es un protocolo desplegado en las mas modernas redes digitales. Muchos sistemas utilizan SS7 basado en interfaces entre BSC y MSC (generalmente conocido como el interfaz A). Muchos sistemas WLL basado en estándares celulares (por ejemplo GSM) el cual soporta SS7 para conexiones backhaul a la PSTN.

3.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.2.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL AS4020 [2]

Tecnología de Radio

Interfaz de radio	Secuencia directa CDMA
Área servida *(típicamente a 3.5 GHz*	Urbana: 2 - 5 Km Suburbana: 5 –10 Km Rural: 15 –50 Km (depende del enlace presupuestado y del ambiente obstruido)

Frecuencia	Rango *de* 900 MHz a 4 GHz de acuerdo con la ITU-R y CEPT planificado para Sistemas de Acceso Fijo y FCC PCS y bandas MDS.
Diseño	Frecuencia celular de re-uso, rango de N=1 a N=3
Modulación RF	Throughput del enlace de bajada (por 3.0//3.5 MHz canal RF) 1.8Mbps 5.7Mbps 8.5Mbps Modulación dinámica (QPSK, 16 QAM y 64 QAM) *Nota:* AS4020 dinámicamente modifica los enlaces individuales del abonado al máximo throughput.
Enlace presupuestado	157 dB (Estándar CPE), 163 dB (Alta ganancia CPE)
Sensibilidad de RX	-103 dBm @ 10^{-7} BER (todos los códigos activados)
Corrección de errores hacia adelante (FEC)	Dinámicamente depende del la calidad del enlace (r=1/2 o r=3/4)
VER	Típicamente 10^{-7} o mejor
Ganancia de la antena (BS):	+10.5 dBi para omnidireccionales, +18 dBi para (30° sector)
Ganancia de la antena (CPE)	13.5 dBi, 17.5 dBi y 24 dBi
Estándares	CFR47 (FCC), EN301 055, EN301 124 (ETSI TM4)
Número de terminales de abonado	480 máx. por canal

Red

Modo IP	802.1d self-learning bridging. Ipv 6 listo
VoIP	soportado
QoS	CIR, MIR, 802.1p, prioridad por ToS por Abonado sobre NMS (Network Management System) control
Servicios	VLAN, 802.1p, Grupos de usuarios cerrados.
Latencia	<20ms

Características de voz

Codificador	64k,32k voz codificada V92/90 módem y soporta fax
Señalización	V5.2/5.1, CAS y interfaces de conmutación GR-303

Servicios	Transparente servicio de CLASS incluye CLI, soporta telefonía pública (12/16 KHz)
Latencia	<1ms (64k PCM),<5 ms (32k ADPCM)

Administración

AS8200	El sistema de administración de AS4020 simplifica el manejo de suministros, administración de alarmas, monitorea el rendimiento, y localiza fallas. AS8200 utiliza un browser base para clientes y servidores SLQ para administrar hasta 500.000 líneas.

Especificaciones eléctricas y mecánicas

Estación Base	
Rack	4RFs -- 1450 mm (H) x 600 mm (W) x 300 mm (D) – Acceso frontal.
Interfaz de red	10/100 BaseT, 4xE1/T1 para transporte atrasado.
Interfaz de mantenimiento	RS232 O 10/100BaseT
Interfaz de administración	10/100BaseT
Voltaje	-48V DC nominal (-24V a -60DC)
Potencia de consumo	600 watts (4RF estación base)

Terminales de abonado

Series	**Tipo**	**Descripción**	**Función**
V	V1	Solamente voz	Una línea de voz 64 kbps PCM o 32 kbps ADPCM
	V2	Solamente voz	Dos líneas de voz 64 kbps PCM o 32 kbps ADPCM
	V4	Solamente voz	Cuatro líneas de voz 64 kbps PCM o 32 kbps ADPCM

Series	Tipo	Descripción	Función
P	P2V2	Voz y datos	Voz y datos: m1x10BaseT, 2 líneas telefónicas.
	P1V4	Voz y datos	Voz y datos: m1x10BaseT, 4 líneas telefónicas.
	W1	Terminal Wi-Fi	1 x 802.11b AP, 1x10BaseT, 2 líneas telefónicas.

Ambiente

Temperatura	-5°C a +45°C (interior) –40°C a+60°C (exterior)
Humedad	95% @ 40°C (interior)

Estándares

EMC	EN 55022 clase B

3.2.2 AS 4020 ACCESS CONCENTRATOR [3]

- Terminals voice traffic from CTs
- Supports up to 24 RFs per AC Rack
- 1440 Erlangs per AC Rack
- Transcoders 32 K ADPCM voice to 64 k PCM
- Redundant Architecture
- Supports CAS, V5.1, GR.303 and V5.2 interfaces

3.2.3 AS 4020 CENTRAL TERMINAL [4]

- Voice and High Speed Data Services
- Full Duplex IP 8.6/5.6 Mbit/s per RF
- Or 40 Erlangs of Voice per RF
- Up to 4 RF Channels per Rack/24 RFs per site
- 3.0 o 3.5 MHz RF channels

- Ethernet and E1 Interfaces for Backhaul
- 157/165 dB Link Budget (Standard/High Gain)

System Characteristics

Radio Interface:	Point to Multipoint Direct Sequence Code Division Multiple Access (DS-CDMA)
Service Area: (typical)	Urban: 2 – 5 Km Suburban: 5 – 10 Km Rural: 15 – 50 Km
Frequency:	Channel plans are available in 900 MHz to 4 GHz range in accordance with ITU-R and CEPT plans for Fixed Access Systems and in FCC PCS bands and MMDS
Deployment:	'Cellular Style' frequency re-use, ranging form N=3 for omni-cells to N=1 for sectored cells
Capacity:	over 30,000 Internet access subscribers in 28MHz of spectrum in one base station
Standard Compliance:	CFR47 (FCC), EN301 055, EN301 124 (ETSI TM4)

Radio Transmission Parameters

RF Power:	+18 dBm per link (up to +27 dBm in PCS band)
Power control:	60 dB on uplink
RF Modulation:	QPSK
Link BER:	Typically 10^{-6} or better
Sensitivity:	-98 dBm (fully loaded)
Antenna Gain:	+10.5 dBi typically for Omni, +16.5 dBi typically for sectored (band dependent)
Transmission Delay:	Less than 5 ms (one-way for voice)

Network Interfaces

Electrical:	Two wire analogue VF, 2 Mbit/s G.703/4 (E1), 1.56 Mbit/s (T1)

Signalling:	CAS, V5.1, V5.2, TR008 and GR303

General & Environmental (CT and AC)

Physical

Equipment racks:	2200mm x 300mm x 600mm (ETS 300 119)
Outdoor enclosure:	Customer dependent

Environmental

Temperature:	-5°C to +45°C, no forced air cooling required
Humidity:	95% @ 40°C (non condensing)
Wind Speed:	200 km/h
Ice Accumulation:	>10mm
EMC:	EN 55022 Class A
Fraud:	Subscriber authentication via Network Management System

Electrical:

Voltage:	-21.8V to -70VDC

3.2.4 AS 4020 ANTENNA SYSTEMS [3]

- 4 x 90° (shown in Diagram)
- Omni, 2x180 °, 6x60 °, 12x30 ° Options
- LDF- 55 Feeder (up to 100 Meters)
- Passive Flat Panel Antennas
- 3.5 GHz Antenna (474 mm x 88 mm x 10 mm)
- Weight= 1.2 Kg per antenna
- Winde Loading 7 Kg at 100 mph

3.2.5 AS 4020 NETSPAN (EMS) [3]

- Element Management System for AS4020
- Web Based – Browser GUI
- SQL Server MIB
- Runs on Windows 2000/xp platform
- Scaleable Architecture > 500000 users
- Full FCAPS functionality
- North Bound Interfaces for Integration

3.2.6 HOST NETWORK PSTN VOICE SWITCH [3]

- Typically V5.2 or GR.303 Interfaces
- Also via Access CAS or V5.2

3.2.7 HOST IP ROUTER [3]

- Terminals N x 100 Base T Interfaces from CT
- 4 AS4020 RF Channels = 56.4 Mbps

3.2.8 AS 4020 SUBSCRIBER TERMINAL (ST) [3]

- Circuit switchet voice and igh Speed Data
- Full Duplex IP data: 2.3 Mbit/s/1.5 Mbit/s
- Plus 1-4 Voice Lines (32 K ADPCM or 64 PCM)
- 3.0 or 3.5 MHz RF Channels
- 1 x RJ -45 Ethernet and 4 x RJ-11 Voice Interfaces
- Optional Integrated Wifi Access Point
- Standard/ High Gain Antennas (18/24 dB)

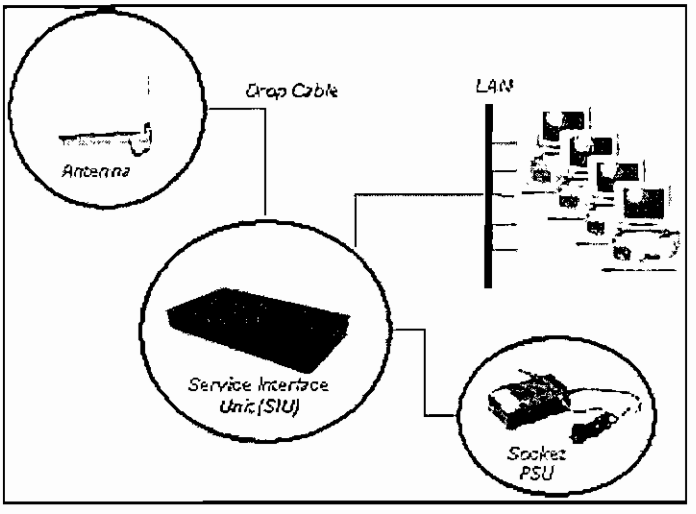
3.2.8.1 P – Series Subscriber Terminal [5]

3.2.8.1.1 P - Series Subscriber Terminal (ST - P1)

Main Features & Applications:

- Up to 4.6 mbit/s download speeds using Airspan's PacketDrive technology
- Supports 10baseT Ethernet

- 64 self learning MAC addresses
- CUG security supported
- Corporate network connectivity and VPN provisioning
- Always on' Internet access for small and medium businesses



The ST-P1 terminal, incorporating Airspan's PacketDrive technology, provides 'always-on' high speed Internet access for both home and corporate users, with ability to offer Corporate VPN provisioning to create virtual LANs.

A vast range of end user applications are supported, since the ST-P1 terminals support IP and all higher layer protocols seamlessly. In addition, ST-P1 terminals are compatible with Closed User Groups (CUG's) and IEEE 802.1Q VLAN for security or partitioning of multiple corporate networks. An operator deploying these terminals has the facility to provide various degrees of QoS by configuring the uplink and downlink data rates - even at its lowest throughput, the ST-P1 offers superior quality and performance than a V.90 voice band data modem.

Specifications

Radio Parameters:	RF Power:	+18 dBm per link
	RF Modulation:	QPSK / m-QAM
	Link BER:	Typically 10^{-6} or better

	Sensitivity:	-98 dBm
	Antenna Gain:	+12 dBi typical (band dependent)
	Antenna Directivity:	±30° (Elevation) ±20° (Azimuth)
	Frequency Bands supported:	Multiple bands from 900MHz to 4.0GHz
Subscriber Interfaces:	Electrical:	10baseT IEEE 802.3
	Mechanical:	RJ45
	Channel Rates:	128 / 256 / 384 / 512 kbit/s configurable downlink, m-QAM extends to 4.6 mbit/s 32 / 64 / 128 kbit/s configurable uplink extends to higher speeds.
Environmental:	Temperature:	SIU: -5°C to +45°C, Antenna: -30°C to +50°C
	Humidity:	95% @ 40°C (internal), 100% @ 40°C (external)
	Wind Speed:	200 km/h
	Ice Accumulation:	less than 10mm
Electrical:	Voltage:	100-240V AC (47-63 Hz) / 12V DC
	Power Consumption:	6W (standby), 16W (Packet channel active)
	Drop Cable:	Standard coax cable up to 70m
Dimensions:	Antenna:	210mm x 210mm x 80mm, 1.10 kg
	SIU:	323mm x 183mm x 40mm, 1.46 kg
	Socket PSU*:	103mm x 66mm x 37mm, 0.29 kg

*a battery-backed PSU is also available

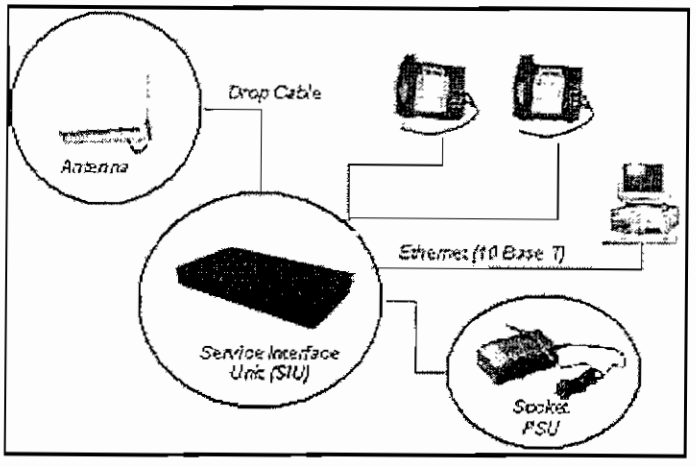
3.2.8.1.2 P - Series Subscriber Terminal (ST - P1V2)

Main Features & Applications:

- Up to 4.6 mbit/s download speeds using Airspan's PacketDrive technology
- Supports 10baseT Ethernet and 2 voice ports
- Home PNA applications
- Corporate network connectivity
- IP Networking

Always-on Internet access and voice services for small and medium businesses

The ST-P1V2 terminal, incorporating Airspan¬s PacketDrive technology, provides a bundled solution of toll quality voice and ƒalways-on¬ high speed Internet access for both home and corporate users, with the ability to offer Corporate VPN provisioning to create virtual LANs. The two voice channels support G3 fax and CLASS services.



A vast range of end user applications are supported, since the ST-P series terminals support IP and all higher layer protocols seamlessly. In addition ST-P1V2 terminals are compatible with Closed User Groups (CUG) and IEEE 802.1Q VLAN for security or partitioning of multiple corporate networks. An operator deploying these terminals has the facility to provide various degrees of QoS by configuring the uplink and downlink data rates - even at its lowest throughput, the ST-P1V2 offers superior quality and performance than a V.90 voice band data modem. Also incorporated into the ST-P1V2 terminal is the facility to offer HomePNA, the integrated voice and data system for residential applications using the home telephone wiring.

Specifications

Radio Parameters:	RF Power:	+18 dBm per link
	RF Modulation:	QPSK / m-QAM
	Link BER:	Typically 10^{-6} or better
	Sensitivity:	-98 dBm
	Antenna Gain:	+12 dBi typical (band dependent)
	Antenna Directivity:	±30° (Elevation) ±20° (Azimuth)
		Less than 5 ms (one-way for voice)

	Transmission Delay: Frequency Bands supported:	Multiple bands from 900MHz to 4.0GHz
Subscriber Interfaces:	Electrical: Mechanical: Channel Rates:	Analogue 2-wire telephony, 10baseT IEEE 802.3 1 x RJ45 (Ethernet), 2 x RJ11 (POTS) 128 / 256 / 384 / 512 kbit/s configurable downlink, 32 / 64 / 128 kbit/s configurable uplink extends to higher speeds. 32 kbit/s (ADPCM) / 64 kbit/s (PCM), 9.6 - 28.8 kbit/s G3 fax
Environmental:	Temperature: Humidity: Wind Speed: Ice Accumulation:	SIU: -5°C to +45°C, Antenna: -30°C to +50°C 95% @ 40°C (internal), 100% @ 40°C (external) 200 km/h Less than 10mm
Electrical:	Voltage: Power Consumption: Drop Cable:	100-240V AC (47-63 Hz) / 12V DC 6W (standby), 18W (2 voice and 1 Packet) Standard coax cable up to 70m
Dimensions:	Antenna: SIU: Socket PSU*:	210mm x 210mm x 80mm, 1.10 kg 323mm x 183mm x 40mm, 1.46 kg 103mm x 66mm x 37mm, 0.29 kg

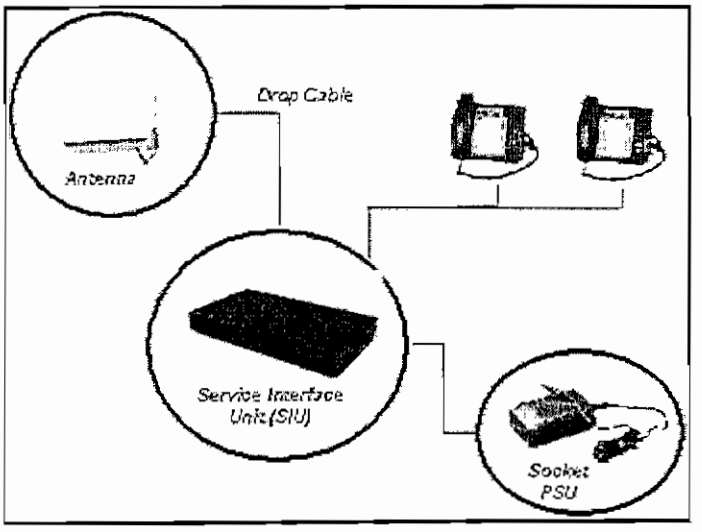
*a battery-backed PSU is also available

3.2.8.1.3 R - Series Subscriber Terminal (ST-R1/R2)

Main Features & Applications:

- 2 lines of high quality analogue telephony
- Internal Service Interface Unit (SIU)
- External antenna. Wall- and pole-mount brackets available
- 64 or 32 kbit/s operation
- Voice telephony with equivalent quality to copper lines
- Analogue modems with speeds up to 56 kbit/s
- G3 fax without any loss of speed or quality.
- Pay phone service application supported

The SIU contains a battery compartment, providing battery backup, and is powered from the AC mains supply via 12V DC Power Supply Unit (Socket PSU).



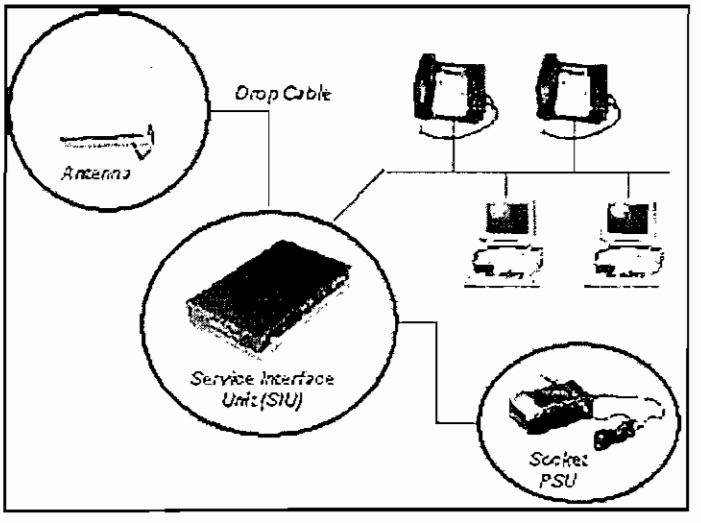
Specifications

Radio Parameters:	RF Power:	+18 dBm per link
	RF Modulation:	QPSK / m-QAM
	Link BER:	Typically 10^{-6} or better
	Sensitivity:	-98 dBm
	Antenna Gain:	+12 dBi typical (band dependent)
	Antenna Directivity:	±30° (Elevation) ±20° (Azimuth)
	Transmission Delay:	Less than 5 ms (one-way for voice)
	Frequency Bands supported:	Multiple bands from 900MHz to 4.0GHz
Subscriber Interfaces:	Electrical:	Analogue 2-wire telephony
	Mechanical:	2 x RJ11 (POTS)
	Channel Rates:	64 kbit/s (PCM), 32 kbit/s (ADPCM)

Environmental:	Temperature: Humidity: Wind Speed: Ice Accumulation:	SIU: -5°C to +45°C, Antenna: -30°C to +50°C 95% @ 40°C (internal), 100% @ 40°C (external) 200 km/h less than 10mm
Electrical:	Voltage: Power Consumption: Standby Battery: Drop Cable:	100-240V AC(47-63 Hz) / 12V DC 6W (standby), 13W (1 or 2 channels active) 3.5h (standby), 1.3h (1 or 2 channels active) Standard coax cable up to 70m
Dimensions:	Antenna: SIU: Socket PSU*:	210mm x 210mm x 80mm, 1.10 kg 323mm x 183mm x 40mm, 2.4 kg (with battery) 103mm x 66mm x 37mm, 0.29 kg

*a battery-backed PSU is also available

3.2.8.1.4 B - Series Subscriber Terminal (ST - B1)



Main Features & Applications:

- S0 Basic Rate ISDN interface (2B+D)
- Modular Service Interface Unit (SIU)
- External antenna. Wall- and pole-mount brackets available
- Designed for ISDN applications
- Mixed voice and data applications
- Internet access and G4 fax

Provides an Si Basic Rate Interface (2B+D) at the customer premises, i.e. NT1 functionality, with equivalent quality to wireline.

Specifications

Radio Parameters:	RF Power:	+18 dBm per link
	RF Modulation:	QPSK / m-QAM
	Link BER:	Typically 10^{-6} or better
	Sensitivity:	-98 dBm
	Antenna Gain:	+12 dBi typical (band dependent)
	Antenna Directivity:	±30° (Elevation) ±20° (Azimuth)
	Transmission Delay:	Less than 5 ms (one-way for voice)
	Frequency Bands supported:	Multiple bands from 900MHz to 4.0GHz
Subscriber Interfaces:	Electrical:	Basic rate "S" interface. 40V-dc power feed.
	Mechanical:	RJ45
	Channel Rates:	2 x 64 kbit/s + 1 x 16 kbit/s
Environmental:	Temperature:	SIU: -5°C to +45°C, Antenna: -30°C to +50°C
	Humidity:	95% @ 40°C (internal), 100% @ 40°C (external)
	Wind Speed:	200 km/h
	Ice Accumulation:	£10mm
Electrical:	Voltage:	100-240V AC (47-63 Hz)/ 12V DC
	Power Consumption:	6W (standby), 15W (1 or 2 channels active)
	Drop Cable:	Standard coax cable up to 70m
Dimensions:	Antenna:	210mm x 210mm x 80mm, 1.10 kg
	SIU:	323mm x 183mm x 40mm, 1.53 kg
	Socket PSU*:	103mm x 66mm x 37mm, 0.29 kg

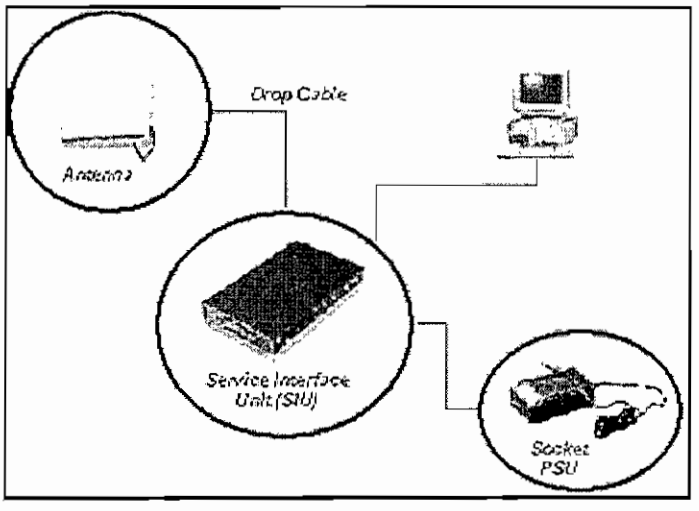
*a battery-backed PSU is also available

3.2.8.1.5 L - Series Subscriber Terminal STL128)

Main Features & Applications:

- 128kbit/s high quality data line
- Modular Service Interface Unit (SIU)
- External antenna. Wall- and pole-mount brackets available
- Designed for leased line data applications

Provides 128 kbit/s synchronous interface, e.g. for connection to routers or other LAN equipment.



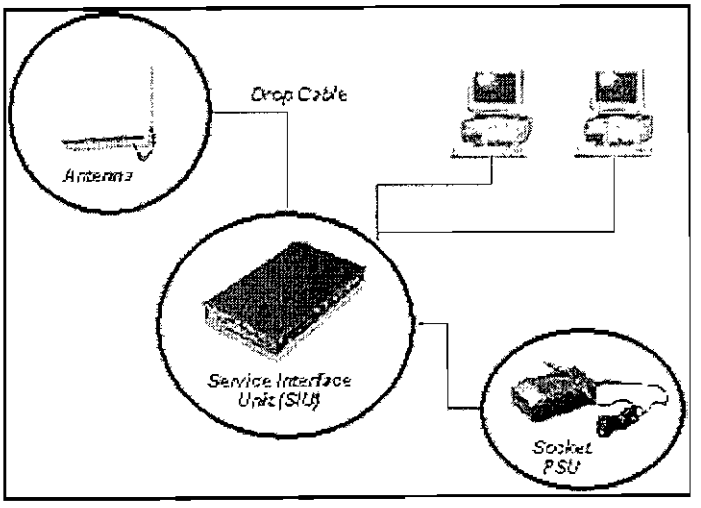
Specifications

Radio Parameters:	RF Power:	+18 dBm per link
	RF Modulation:	QPSK / m-QAM
	Link BER:	Typically 10^{-6} or better
	Sensitivity:	-98 dBm
	Antenna Gain:	+12 dBi typical (band dependent)
	Antenna Directivity:	±30° (Elevation) ±20° (Azimuth)
	Frequency Bands supported:	Multiple bands from 900MHz to 4.0GHz
Subscriber Interfaces:	Electrical:	EIA530A electrical interface
	Mechanical:	25 D sub connector. Passive cable connection to V.35 or X.21 interfaces.
	Channel Rates:	128 kbit/s

Environmental:	Temperature:	SIU: -5°C to +45°C, Antenna: -30°C to +50°C
	Humidity:	95% @ 40°C (internal), 100% @ 40°C (external)
	Wind Speed:	200 km/h
	Ice Accumulation:	less than 10mm
Electrical:	Voltage:	100-240V AC (47-63 Hz) / 12V DC
	Power Consumption:	6W (standby), 10W (active)
	Drop Cable:	Standard coax cable up to 70m
Dimensions:	Antenna:	210mm x 210mm x 80mm, 1.10 kg
	SIU:	323mm x 183mm x 40mm, 1.53 kg
	Socket PSU*:	103mm x 66mm x 37mm, 0.29 kg

*a battery-backed PSU is also available

3.2.8.1.6 L - Series Subscriber Terminal (ST - 2x64)



Main Features & Applications:

- 2 lines of high quality data
- Modular Service Interface Unit (SIU)
- External antenna. Wall- and pole-mount brackets available
- 64 kbit/s operation
- Designed for leased line data applications

Provides two 64 kbit/s synchronous interfaces, e.g. for connections to routers or other LAN equipment.

Specifications

Radio Parameters:	RF Power:	+18 dBm per link
	RF Modulation:	QPSK / m-QAM
	Link BER:	Typically 10^{-6} or better
	Sensitivity:	-98 dBm
	Antenna Gain:	+12 dBi typical (band dependent)
	Antenna Directivity:	±30° (Elevation) ±20° (Azimuth)
	Frequency Bands supported:	Multiple bands from 900MHz to 4.0GHz
Subscriber Interfaces:	Electrical:	EIA530A electrical interface
	Mechanical:	25 D sub connector. Passive cable connection to V.35 or X.21 interfaces.
	Channel Rates:	64 kbit/s.
Environmental:	Temperature:	SIU: -5°C to +45°C, Antenna: -30°C to +50°C
	Humidity:	95% @ 40°C (internal), 100% @ 40°C (external)
	Wind Speed:	200 km/h
	Ice Accumulation:	less than 10mm
Electrical:	Voltage:	100-240V AC (47-63 Hz) / 12V DC
	Power Consumption:	6W (standby), 10W (active)
	Drop Cable:	Standard coax cable up to 70m
Dimensions:	Antenna:	210mm x 210mm x 80mm, 1.10 kg
	SIU:	323mm x 183mm x 40mm, 1.53 kg
	Socket PSU*:	103mm x 66mm x 37mm, 0.29 kg

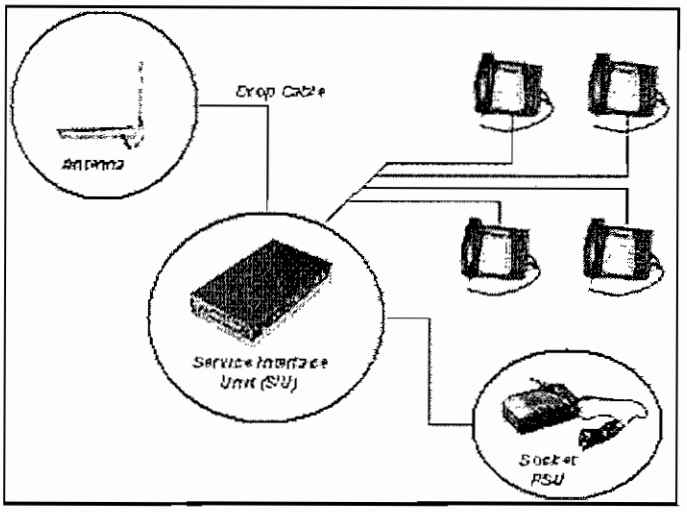
*A battery-backed PSU is also available

3.2.8.1.7N – Series Subcriber Terminal (ST-N4)

Main Features & Applications:

- Up to 4 lines of high quality voice telephony
- Modular Service Interface Unit (SIU)
- External antenna. Wall- and pole-mount brackets available

Provides up to 4 lines at 32 kbit/s, voice telephony with equivalent quality to copper lines



Enables support of up to 4 lines of 32kbit/s to be provisioned within one customer premise, ideal for small to medium enterprise companies.

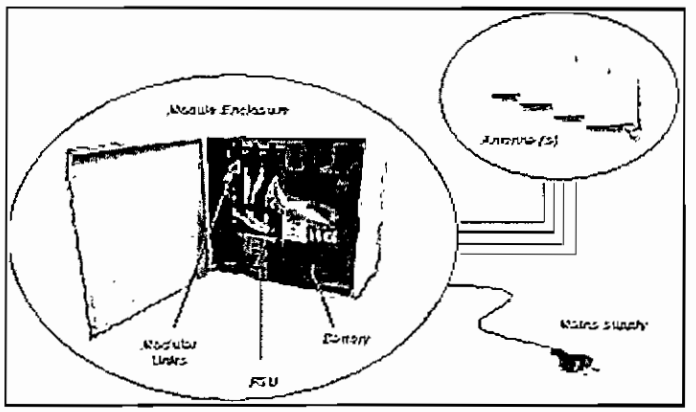
Specifications

Radio Parameters:	RF Power:	+18 dBm per link
	RF Modulation:	QPSK / m-QAM
	Link BER:	Typically 10^{-6} or better
	Sensitivity:	-98 dBm
	Antenna Gain:	+12 dBi typical (band dependent)
	Antenna Directivity:	±30° (Elevation) ±20° (Azimuth)
	Transmission Delay:	Less than 5 ms (one-way for voice)
	Frequency Bands supported:	Multiple bands from 900MHz to 4.0GHz
Subscriber Interfaces:	Electrical:	Analogue 2-wire telephony
	Mechanical:	4 x RJ11
	Channel Rates:	32 kbit/s (ADPCM) / 64 kbit/s (PCM)
Environmental:	Temperature:	SIU: -5°C to +45°C, Antenna: -30°C to

	Humidity: Wind Speed: Ice Accumulation:	+50°C 95% @ 40°C (internal), 100% @ 40°C (external) 200 km/h less than 10mm
Electrical:	Voltage: Power Consumption: Drop Cable:	100-240V AC (47-63 Hz) / 12V DC 6W (standby), 14W (1 more channels active) Standard coax cable up to 70m
Dimensions:	Antenna: SIU: Socket PSU*:	210mm x 210mm x 80mm, 1.10 kg 323mm x 183mm x 40mm, 1.53 kg 103mm x 66mm x 37mm, 0.29 kg

*a battery-backed PSU is also available

3.2.8.1.8 Modular Subscriber Terminal (ST - M16)



Main Features:

- Up to 4 slots to combine all types of services from voice to data
- Up to 16 lines voice at 32 kbit/s (ADPCM), or 8 lines at 64 kbit/s (PCM)

External antenna(s); wall- and pole-mount brackets available applications

Modular units can be used as building blocks to create multi-mode or multi-line ST's. Up to four units are contained in a Module Enclosure and are connected to multiple antennas. The M16 is an example of this using 4 x ST-N4 building blocks. Other configurations that combine voice, data and ISDN are also possible. The enclosure contains integrated PSU and battery backup facilities.

Specifications

Radio Parameters:	RF Power:	+18 dBm per link
	RF Modulation:	QPSK / m-QAM
	Link BER:	Typically 10^{-6} or better
	Sensitivity:	-98 dBm+
	Antenna Gain:	12 dBi typical (band dependent)
	Antenna Directivity:	±30° (Elevation) ±20° (Azimuth)
	Transmission Delay:	Less than 5 ms (one-way for voice)
	Frequency Bands supported:	Multiple bands from 900MHz to 4.0GHz
Subscriber Interfaces:	Electrical:	Analogue 2-wire telephony
	Mechanical:	Krone punch-down block
	Channel Rates:	32 kbit/s (ADPCM)
Environmental:	Temperature:	SIU: -5°C to +45°C, Antenna: -30°C to +50°C
	Humidity:	95% @ 40°C (internal), 100% @ 40°C (external)
	Wind Speed:	200 km/h
	Ice Accumulation:	less than 10mm
Electrical:	Voltage:	100-240V AC (47-63 Hz) / 12V DC
	Power Consumption:	Module dependent
	Standby Battery:	6h (standby), 4h (1 or more lines active)
	Drop Cable:	Multiple coax (one per antenna) up to 70m
Dimensions:	Antenna:	210mm x 210mm x 80mm, 1.10 kg
	Module Enclosure:	600mm x 600mm x 350mm, ~50.0 kg

3.3 TABLAS DE LOS VALORES DE ERLANG [6]

n	Probabilidad de pérdida (E)										n
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	
1	.00705	.00806	.00908	.01010	.02041	.03093	.05263	.11111	.25000	.66667	1
2	.12600	.13532	.14416	.15259	.22347	.28155	.38132	.59543	1.0000	2.0000	2
3	.39664	.41757	.43711	.45549	.60221	.71513	.89940	1.2708	1.9299	3.4798	3
4	.77729	.81029	.84085	.86942	1.0923	1.2589	1.5246	2.0454	2.9452	5.0210	4
5	1.2362	1.2810	1.3223	1.3608	1.6571	1.8752	2.2185	2.8811	4.0104	6.5955	5
6	1.7531	1.8093	1.8610	1.9090	2.2759	2.5431	2.9603	3.7584	5.1086	8.1907	6
7	2.3149	2.3820	2.4437	2.5009	2.9354	3.2497	3.7378	4.6662	6.2302	9.7998	7
8	2.9125	2.9902	3.0615	3.1276	3.6271	3.9865	4.5430	5.5971	7.3692	11.419	8
9	3.5395	3.6274	3.7080	3.7825	4.3447	4.7479	5.3702	6.5464	8.5217	13.045	9
10	4.1911	4.2889	4.3784	4.4612	5.0840	5.5294	6.2157	7.5106	9.6850	14.677	10
11	4.8637	4.9709	5.0691	5.1599	5.8415	6.3280	7.0764	8.4871	10.857	16.314	11
12	5.5543	5.6708	5.7774	5.8760	6.6147	7.1410	7.9501	9.4740	12.036	17.954	12
13	6.2607	6.3863	6.5011	6.6072	7.4015	7.9667	8.8349	10.470	13.222	19.598	13
14	6.9811	7.1155	7.2382	7.3517	8.2003	8.8035	9.7295	11.473	14.413	21.243	14
15	7.7139	7.8568	7.9874	8.1080	9.0096	9.6500	10.633	12.484	15.608	22.891	15
16	8.4579	8.6092	8.7474	8.8750	9.8284	10.505	11.544	13.500	16.807	24.541	16
17	9.2119	9.3714	9.5171	9.6516	10.656	11.368	12.461	14.522	18.010	26.192	17
18	9.9751	10.143	10.296	10.437	11.491	12.238	13.385	15.548	19.216	27.844	18
19	10.747	10.922	11.082	11.230	12.333	13.115	14.315	16.579	20.424	29.498	19
20	11.526	11.709	11.876	12.031	13.182	13.997	15.249	17.613	21.635	31.152	20
21	12.312	12.503	12.677	12.838	14.036	14.885	16.189	18.651	22.848	32.808	21
22	13.105	13.303	13.484	13.651	14.896	15.778	17.132	19.692	24.064	34.464	22
23	13.904	14.110	14.297	14.470	15.761	16.675	18.080	20.737	25.281	36.121	23
24	14.709	14.922	15.116	15.295	16.631	17.577	19.031	21.784	26.499	37.779	24
25	15.519	15.739	15.939	16.125	17.505	18.483	19.985	22.833	27.720	39.437	25
26	16.334	16.561	16.768	16.959	18.383	19.392	20.943	23.885	28.941	41.096	26
27	17.153	17.387	17.601	17.797	19.265	20.305	21.904	24.939	30.164	42.755	27
28	17.977	18.218	18.438	18.640	20.150	21.221	22.867	25.995	31.388	44.414	28
29	18.805	19.053	19.279	19.487	21.039	22.140	23.833	27.053	32.614	46.074	29
30	19.637	19.891	20.123	20.337	21.932	23.062	24.802	28.113	33.840	47.735	30
31	20.473	20.734	20.972	21.191	22.827	23.987	25.773	29.174	35.067	49.395	31
32	21.312	21.580	21.823	22.048	23.725	24.914	26.746	30.237	36.295	51.056	32
33	22.155	22.429	22.678	22.909	24.626	25.844	27.721	31.301	37.524	52.718	33
34	23.001	23.281	23.536	23.772	25.529	26.776	28.698	32.367	38.754	54.379	34
35	23.849	24.136	24.397	24.638	26.435	27.711	29.677	33.434	39.985	56.041	35
36	24.701	24.994	25.261	25.507	27.343	28.647	30.657	34.503	41.216	57.703	36
37	25.556	25.854	26.127	26.378	28.254	29.585	31.640	35.572	42.448	59.365	37
38	26.413	26.718	26.996	27.252	29.166	30.526	32.624	36.643	43.680	61.028	38
39	27.272	27.583	27.867	28.129	30.081	31.468	33.609	37.715	44.913	62.690	39
40	28.134	28.451	28.741	29.007	30.997	32.412	34.596	38.787	46.147	64.353	40
41	28.999	29.322	29.616	29.888	31.916	33.357	35.584	39.861	47.381	66.016	41
42	29.866	30.194	30.494	30.771	32.836	34.305	36.574	40.936	48.616	67.679	42
43	30.734	31.069	31.374	31.656	33.758	35.253	37.565	42.011	49.851	69.342	43
44	31.605	31.946	32.256	32.543	34.682	36.203	38.557	43.088	51.086	71.006	44
45	32.478	32.824	33.140	33.432	35.607	37.155	39.550	44.165	52.322	72.669	45
46	33.353	33.705	34.026	34.322	36.534	38.108	40.545	45.243	53.559	74.333	46
47	34.230	34.587	34.913	35.215	37.462	39.062	41.540	46.322	54.796	75.997	47
48	35.108	35.471	35.803	36.109	38.392	40.018	42.537	47.401	56.033	77.660	48
49	35.988	36.357	36.694	37.004	39.323	40.975	43.534	48.481	57.270	79.324	49
50	36.870	37.245	37.586	37.901	40.255	41.933	44.533	49.562	58.508	80.988	50
51	37.754	38.134	38.480	38.800	41.189	42.892	45.533	50.644	59.746	82.652	51
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	
n	Probabilidad de pérdida (E)										n

n	Probabilidad de pérdida (E)										n
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	
51	37.754	38.134	38.480	38.800	41.189	42.892	45.533	50.644	59.746	82.652	51
52	38.639	39.024	39.376	39.700	42.124	43.852	46.533	51.726	60.985	84.317	52
53	39.526	39.916	40.273	40.602	43.060	44.813	47.534	52.808	62.224	85.981	53
54	40.414	40.810	41.171	41.505	43.997	45.776	48.536	53.891	63.463	87.645	54
55	41.303	41.705	42.071	42.409	44.936	46.739	49.539	54.975	64.702	89.310	55
56	42.194	42.601	42.972	43.315	45.875	47.703	50.543	56.059	65.942	90.974	56
57	43.087	43.499	43.875	44.222	46.816	48.669	51.548	57.144	67.181	92.639	57
58	43.980	44.398	44.778	45.130	47.758	49.635	52.553	58.229	68.421	94.303	58
59	44.875	45.298	45.683	46.039	48.700	50.602	53.559	59.315	69.662	95.968	59
60	45.771	46.199	46.589	46.950	49.644	51.570	54.566	60.401	70.902	97.633	60
61	46.669	47.102	47.497	47.861	50.589	52.539	55.573	61.488	72.143	99.297	61
62	47.567	48.005	48.405	48.774	51.534	53.508	56.581	62.575	73.384	100.96	62
63	48.467	48.910	49.314	49.688	52.481	54.478	57.590	63.663	74.625	102.63	63
64	49.368	49.816	50.225	50.603	53.428	55.450	58.599	64.750	75.866	104.29	64
65	50.270	50.723	51.137	51.518	54.376	56.421	59.609	65.839	77.108	105.96	65
66	51.173	51.631	52.049	52.435	55.325	57.394	60.619	66.927	78.350	107.62	66
67	52.077	52.540	52.963	53.353	56.275	58.367	61.630	68.016	79.592	109.29	67
68	52.982	53.450	53.877	54.272	57.226	59.341	62.642	69.106	80.834	110.95	68
69	53.888	54.361	54.793	55.191	58.177	60.316	63.654	70.196	82.076	112.62	69
70	54.795	55.273	55.709	56.112	59.129	61.291	64.667	71.286	83.318	114.28	70
71	55.703	56.186	56.626	57.033	60.082	62.267	65.680	72.376	84.561	115.95	71
72	56.612	57.099	57.545	57.956	61.036	63.244	66.694	73.467	85.803	117.61	72
73	57.522	58.014	58.464	58.879	61.990	64.221	67.708	74.558	87.046	119.28	73
74	58.432	58.930	59.384	59.803	62.945	65.199	68.723	75.649	88.289	120.94	74
75	59.344	59.846	60.304	60.728	63.900	66.177	69.738	76.741	89.532	122.61	75
76	60.256	60.763	61.226	61.653	64.857	67.156	70.753	77.833	90.776	124.27	76
77	61.169	61.681	62.148	62.579	65.814	68.136	71.769	78.925	92.019	125.94	77
78	62.083	62.600	63.071	63.506	66.771	69.116	72.786	80.018	93.262	127.61	78
79	62.998	63.519	63.995	64.434	67.729	70.096	73.803	81.110	94.506	129.27	79
80	63.914	64.439	64.919	65.363	68.688	71.077	74.820	82.203	95.750	130.94	80
81	64.830	65.360	65.845	66.292	69.647	72.059	75.838	83.297	96.993	132.60	81
82	65.747	66.282	66.771	67.222	70.607	73.041	76.856	84.390	98.237	134.27	82
83	66.665	67.204	67.697	68.152	71.568	74.024	77.874	85.484	99.481	135.93	83
84	67.583	68.128	68.625	69.084	72.529	75.007	78.893	86.578	100.73	137.60	84
85	68.503	69.051	69.553	70.016	73.490	75.990	79.912	87.672	101.97	139.26	85
86	69.423	69.976	70.481	70.948	74.452	76.974	80.932	88.767	103.21	140.93	86
87	70.343	70.901	71.410	71.881	75.415	77.959	81.952	89.861	104.46	142.60	87
88	71.264	71.827	72.340	72.815	76.378	78.944	82.972	90.956	105.70	144.26	88
89	72.186	72.753	73.271	73.749	77.342	79.929	83.993	92.051	106.95	145.93	89
90	73.109	73.680	74.202	74.684	78.306	80.915	85.014	93.146	108.19	147.59	90
91	74.032	74.608	75.134	75.620	79.271	81.901	86.035	94.242	109.44	149.26	91
92	74.956	75.536	76.066	76.556	80.236	82.888	87.057	95.338	110.68	150.92	92
93	75.880	76.465	76.999	77.493	81.201	83.875	88.079	96.434	111.93	152.59	93
94	76.805	77.394	77.932	78.430	82.167	84.862	89.101	97.530	113.17	154.26	94
95	77.731	78.324	78.866	79.368	83.134	85.850	90.123	98.626	114.42	155.92	95
96	78.657	79.255	79.801	80.306	84.100	86.838	91.146	99.722	115.66	157.59	96
97	79.584	80.186	80.736	81.245	85.068	87.826	92.169	100.82	116.91	159.25	97
98	80.511	81.117	81.672	82.184	86.035	88.815	93.193	101.92	118.15	160.92	98
99	81.439	82.050	82.608	83.124	87.003	89.804	94.216	103.01	119.40	162.59	99
100	82.367	82.982	83.545	84.064	87.972	90.794	95.240	104.11	120.64	164.25	100
101	83.296	83.916	84.482	85.005	88.941	91.784	96.265	105.21	121.89	165.92	101
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	
n	Probabilidad de pérdida (E)										n

n	Probabilidad de pérdida (E)										n
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	
101	83.296	83.916	84.482	85.005	88.941	91.784	96.265	105.21	121.89	165.92	101
102	84.225	84.849	85.419	85.946	89.910	92.774	97.289	106.30	123.13	167.58	102
103	85.155	85.783	86.357	86.888	90.880	93.765	98.314	107.40	124.38	169.25	103
104	86.086	86.718	87.296	87.830	91.850	94.756	99.339	108.50	125.63	170.91	104
105	87.017	87.653	88.235	88.773	92.821	95.747	100.36	109.60	126.87	172.58	105
106	87.948	88.589	89.175	89.716	93.791	96.738	101.39	110.70	128.12	174.25	106
107	88.880	89.525	90.115	90.660	94.763	97.730	102.42	111.79	129.36	175.91	107
108	89.812	90.462	91.055	91.604	95.734	98.722	103.44	112.89	130.61	177.58	108
109	90.745	91.399	91.996	92.548	96.706	99.715	104.47	113.99	131.86	179.24	109
110	91.678	92.336	92.937	93.493	97.678	100.71	105.49	115.09	133.10	180.91	110
111	92.612	93.274	93.879	94.438	98.651	101.70	106.52	116.19	134.35	182.58	111
112	93.546	94.212	94.821	95.384	99.624	102.69	107.55	117.29	135.59	184.24	112
113	94.481	95.151	95.764	96.330	100.60	103.69	108.57	118.39	136.84	185.91	113
114	95.416	96.090	96.707	97.277	101.57	104.68	109.60	119.49	138.09	187.57	114
115	96.352	97.030	97.650	98.223	102.54	105.68	110.63	120.58	139.33	189.24	115
116	97.287	97.970	98.594	99.171	103.52	106.67	111.66	121.68	140.58	190.91	116
117	98.224	98.910	99.538	100.12	104.49	107.66	112.69	122.78	141.83	192.57	117
118	99.160	99.851	100.48	101.07	105.47	108.66	113.71	123.88	143.07	194.24	118
119	100.10	100.79	101.43	102.01	106.44	109.66	114.74	124.98	144.32	195.91	119
120	101.04	101.73	102.37	102.96	107.42	110.65	115.77	126.08	145.57	197.57	120
121	101.97	102.68	103.32	103.91	108.39	111.65	116.80	127.18	146.81	199.24	121
122	102.91	103.62	104.26	104.86	109.37	112.64	117.83	128.28	148.06	200.90	122
123	103.85	104.56	105.21	105.81	110.35	113.64	118.86	129.38	149.31	202.57	123
124	104.79	105.50	106.16	106.76	111.32	114.64	119.89	130.48	150.55	204.24	124
125	105.73	106.45	107.10	107.71	112.30	115.63	120.92	131.58	151.80	205.90	125
126	106.67	107.39	108.05	108.66	113.28	116.63	121.95	132.68	153.05	207.57	126
127	107.61	108.34	109.00	109.61	114.25	117.63	122.98	133.78	154.29	209.23	127
128	108.55	109.28	109.95	110.57	115.23	118.62	124.01	134.88	155.54	210.90	128
129	109.49	110.22	110.90	111.52	116.21	119.62	125.04	135.99	156.79	212.57	129
130	110.43	111.17	111.85	112.47	117.19	120.62	126.07	137.09	158.03	214.23	130
131	111.37	112.12	112.79	113.42	118.17	121.62	127.10	138.19	159.28	215.90	131
132	112.31	113.06	113.74	114.38	119.15	122.62	128.13	139.29	160.53	217.57	132
133	113.26	114.01	114.69	115.33	120.12	123.61	129.16	140.39	161.77	219.23	133
134	114.20	114.95	115.64	116.28	121.10	124.61	130.19	141.49	163.02	220.90	134
135	115.14	115.90	116.59	117.24	122.08	125.61	131.22	142.59	164.27	222.56	135
136	116.09	116.85	117.54	118.19	123.06	126.61	132.25	143.69	165.52	224.23	136
137	117.03	117.80	118.50	119.14	124.04	127.61	133.28	144.80	166.76	225.90	137
138	117.97	118.74	119.45	120.10	125.02	128.61	134.32	145.90	168.01	227.56	138
139	118.92	119.69	120.40	121.05	126.00	129.61	135.35	147.00	169.26	229.23	139
140	119.86	120.64	121.35	122.01	126.98	130.61	136.38	148.10	170.50	230.90	140
141	120.81	121.59	122.30	122.96	127.97	131.61	137.41	149.20	171.75	232.56	141
142	121.75	122.54	123.26	123.92	128.95	132.61	138.44	150.30	173.00	234.23	142
143	122.70	123.49	124.21	124.88	129.93	133.61	139.48	151.41	174.25	235.89	143
144	123.64	124.44	125.16	125.83	130.91	134.61	140.51	152.51	175.49	237.56	144
145	124.59	125.39	126.11	126.79	131.89	135.61	141.54	153.61	176.74	239.23	145
146	125.54	126.34	127.07	127.75	132.87	136.61	142.57	154.71	177.99	240.89	146
147	126.48	127.29	128.02	128.70	133.86	137.61	143.61	155.82	179.24	242.56	147
148	127.43	128.24	128.98	129.66	134.84	138.61	144.64	156.92	180.48	244.23	148
149	128.38	129.19	129.93	130.62	135.82	139.62	145.67	158.02	181.73	245.89	149
150	129.32	130.14	130.88	131.58	136.80	140.62	146.71	159.12	182.98	247.56	150
151	130.27	131.09	131.84	132.53	137.79	141.62	147.74	160.23	184.23	249.22	151
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	
n	Probabilidad de pérdida (E)										n

n	Probabilidad de pérdida (E)										n
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	
151	130.27	131.09	131.84	132.53	137.79	141.62	147.74	160.23	184.23	249.22	151
152	131.22	132.04	132.79	133.49	138.77	142.62	148.77	161.33	185.47	250.89	152
153	132.17	132.99	133.75	134.45	139.75	143.62	149.81	162.43	186.72	252.56	153
154	133.12	133.95	134.71	135.41	140.74	144.63	150.84	163.53	187.97	254.22	154
155	134.06	134.90	135.66	136.37	141.72	145.63	151.87	164.64	189.22	255.89	155
156	135.01	135.85	136.62	137.33	142.70	146.63	152.91	165.74	190.47	257.56	156
157	135.96	136.80	137.57	138.29	143.69	147.63	153.94	166.84	191.71	259.22	157
158	136.91	137.76	138.53	139.25	144.67	148.64	154.98	167.95	192.96	260.89	158
159	137.86	138.71	139.49	140.21	145.66	149.64	156.01	169.05	194.21	262.56	159
160	138.81	139.66	140.44	141.17	146.64	150.64	157.05	170.15	195.46	264.22	160
161	139.76	140.62	141.40	142.13	147.63	151.65	158.08	171.25	196.70	265.89	161
162	140.71	141.57	142.36	143.09	148.61	152.65	159.12	172.36	197.95	267.55	162
163	141.66	142.53	143.32	144.05	149.60	153.66	160.15	173.46	199.20	269.22	163
164	142.61	143.48	144.28	145.01	150.58	154.66	161.19	174.56	200.45	270.89	164
165	143.57	144.44	145.23	145.97	151.57	155.66	162.22	175.67	201.70	272.55	165
166	144.52	145.39	146.19	146.93	152.55	156.67	163.26	176.77	202.94	274.22	166
167	145.47	146.35	147.15	147.89	153.54	157.67	164.29	177.88	204.19	275.89	167
168	146.42	147.30	148.11	148.86	154.53	158.68	165.33	178.98	205.44	277.55	168
169	147.37	148.26	149.07	149.82	155.51	159.68	166.36	180.08	206.69	279.22	169
170	148.32	149.21	150.03	150.78	156.50	160.69	167.40	181.19	207.94	280.88	170
171	149.28	150.17	150.99	151.74	157.48	161.69	168.43	182.29	209.18	282.55	171
172	150.23	151.13	151.95	152.71	158.47	162.70	169.47	183.39	210.43	284.22	172
173	151.18	152.08	152.91	153.67	159.46	163.70	170.50	184.50	211.68	285.88	173
174	152.14	153.04	153.87	154.63	160.44	164.71	171.54	185.60	212.93	287.55	174
175	153.09	154.00	154.83	155.60	161.43	165.71	172.58	186.71	214.18	289.22	175
176	154.04	154.95	155.79	156.56	162.42	166.72	173.61	187.81	215.42	290.88	176
177	155.00	155.91	156.75	157.52	163.41	167.72	174.65	188.91	216.67	292.55	177
178	155.95	156.87	157.71	158.49	164.39	168.73	175.69	190.02	217.92	294.22	178
179	156.91	157.83	158.67	159.45	165.38	169.73	176.72	191.12	219.17	295.88	179
180	157.86	158.78	159.63	160.42	166.37	170.74	177.76	192.23	220.42	297.55	180
181	158.81	159.74	160.59	161.38	167.36	171.75	178.79	193.33	221.66	299.22	181
182	159.77	160.70	161.55	162.34	168.35	172.75	179.83	194.44	222.91	300.88	182
183	160.72	161.66	162.52	163.31	169.33	173.76	180.87	195.54	224.16	302.55	183
184	161.68	162.62	163.48	164.27	170.32	174.77	181.91	196.65	225.41	304.21	184
185	162.64	163.58	164.44	165.24	171.31	175.77	182.94	197.75	226.66	305.88	185
186	163.59	164.54	165.40	166.21	172.30	176.78	183.98	198.85	227.91	307.55	186
187	164.55	165.50	166.37	167.17	173.29	177.79	185.02	199.96	229.15	309.21	187
188	165.50	166.46	167.33	168.14	174.28	178.79	186.05	201.06	230.40	310.88	188
189	166.46	167.42	168.29	169.10	175.27	179.80	187.09	202.17	231.65	312.55	189
190	167.42	168.37	169.25	170.07	176.26	180.81	188.13	203.27	232.90	314.21	190
191	168.37	169.34	170.22	171.03	177.25	181.81	189.17	204.38	234.15	315.88	191
192	169.33	170.30	171.18	172.00	178.24	182.82	190.20	205.48	235.40	317.55	192
193	170.29	171.26	172.14	172.97	179.23	183.83	191.24	206.59	236.64	319.21	193
194	171.24	172.22	173.11	173.93	180.22	184.84	192.28	207.69	237.89	320.88	194
195	172.20	173.18	174.07	174.90	181.21	185.85	193.32	208.80	239.14	322.55	195
196	173.16	174.14	175.04	175.87	182.20	186.85	194.35	209.90	240.39	324.21	196
197	174.12	175.10	176.00	176.84	183.19	187.86	195.39	211.01	241.64	325.88	197
198	175.07	176.06	176.96	177.80	184.18	188.87	196.43	212.11	242.89	327.54	198
199	176.03	177.02	177.93	178.77	185.17	189.88	197.47	213.22	244.13	329.21	199
200	176.99	177.98	178.89	179.74	186.16	190.89	198.51	214.32	245.38	330.88	200
201	177.95	178.95	179.86	180.71	187.15	191.89	199.55	215.43	246.63	332.54	201
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	
n	Probabilidad de pérdida (E)										n

n	Probabilidad de pérdida (E)										n
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	
201	177.95	178.95	179.86	180.71	187.15	191.89	199.55	215.43	246.63	332.54	201
202	178.91	179.91	180.82	181.67	188.14	192.90	200.58	216.53	247.88	334.21	202
203	179.87	180.87	181.79	182.64	189.13	193.91	201.62	217.64	249.13	335.88	203
204	180.82	181.83	182.75	183.61	190.12	194.92	202.66	218.74	250.38	337.54	204
205	181.78	182.79	183.72	184.58	191.11	195.93	203.70	219.85	251.63	339.21	205
206	182.74	183.76	184.69	185.55	192.10	196.94	204.74	220.95	252.87	340.88	206
207	183.70	184.72	185.65	186.52	193.10	197.95	205.78	222.06	254.12	342.54	207
208	184.66	185.68	186.62	187.48	194.09	198.96	206.82	223.17	255.37	344.21	208
209	185.62	186.65	187.58	188.45	195.08	199.97	207.85	224.27	256.62	345.88	209
210	186.58	187.61	188.55	189.42	196.07	200.97	208.89	225.38	257.87	347.54	210
211	187.54	188.57	189.52	190.39	197.06	201.98	209.93	226.48	259.12	349.21	211
212	188.50	189.54	190.48	191.36	198.06	202.99	210.97	227.59	260.37	350.88	212
213	189.46	190.50	191.45	192.33	199.05	204.00	212.01	228.69	261.61	352.54	213
214	190.42	191.46	192.42	193.30	200.04	205.01	213.05	229.80	262.86	354.21	214
215	191.38	192.43	193.38	194.27	201.03	206.02	214.09	230.90	264.11	355.87	215
216	192.34	193.39	194.35	195.24	202.02	207.03	215.13	232.01	265.36	357.54	216
217	193.30	194.35	195.32	196.21	203.02	208.04	216.17	233.12	266.61	359.21	217
218	194.26	195.32	196.29	197.18	204.01	209.05	217.21	234.22	267.86	360.87	218
219	195.23	196.28	197.25	198.15	205.00	210.06	218.25	235.33	269.11	362.54	219
220	196.19	197.25	198.22	199.12	206.00	211.07	219.29	236.43	270.36	364.21	220
221	197.15	198.21	199.19	200.09	206.99	212.08	220.33	237.54	271.60	365.87	221
222	198.11	199.18	200.16	201.06	207.98	213.09	221.37	238.65	272.85	367.54	222
223	199.07	200.14	201.12	202.04	208.97	214.10	222.41	239.75	274.10	369.21	223
224	200.03	201.11	202.09	203.01	209.97	215.11	223.45	240.86	275.35	370.87	224
225	201.00	202.07	203.06	203.98	210.96	216.12	224.48	241.96	276.60	372.54	225
226	201.96	203.04	204.03	204.95	211.95	217.14	225.52	243.07	277.85	374.21	226
227	202.92	204.00	205.00	205.92	212.95	218.15	226.56	244.18	279.10	375.87	227
228	203.88	204.97	205.97	206.89	213.94	219.16	227.60	245.28	280.35	377.54	228
229	204.85	205.94	206.94	207.86	214.94	220.17	228.65	246.39	281.59	379.21	229
230	205.81	206.90	207.91	208.84	215.93	221.18	229.69	247.49	282.84	380.87	230
231	206.77	207.87	208.87	209.81	216.92	222.19	230.73	248.60	284.09	382.54	231
232	207.73	208.83	209.84	210.78	217.92	223.20	231.77	249.71	285.34	384.21	232
233	208.70	209.80	210.81	211.75	218.91	224.21	232.81	250.81	286.59	385.87	233
234	209.66	210.77	211.78	212.72	219.91	225.22	233.85	251.92	287.84	387.54	234
235	210.62	211.73	212.75	213.70	220.90	226.23	234.89	253.02	289.09	389.20	235
236	211.59	212.70	213.72	214.67	221.90	227.25	235.93	254.13	290.34	390.87	236
237	212.55	213.67	214.69	215.64	222.89	228.26	236.97	255.24	291.58	392.54	237
238	213.52	214.64	215.66	216.61	223.88	229.27	238.01	256.34	292.83	394.20	238
239	214.48	215.60	216.63	217.59	224.88	230.28	239.05	257.45	294.08	395.87	239
240	215.44	216.57	217.60	218.56	225.87	231.29	240.09	258.56	295.33	397.54	240
241	216.41	217.54	218.57	219.53	226.87	232.30	241.13	259.66	296.58	399.20	241
242	217.37	218.50	219.54	220.51	227.86	233.32	242.17	260.77	297.83	400.87	242
243	218.34	219.47	220.51	221.48	228.86	234.33	243.21	261.88	299.08	402.54	243
244	219.30	220.44	221.48	222.45	229.85	235.34	244.25	262.98	300.33	404.20	244
245	220.27	221.41	222.46	223.43	230.85	236.35	245.29	264.09	301.58	405.87	245
246	221.23	222.38	223.43	224.40	231.84	237.36	246.34	265.20	302.82	407.54	246
247	222.20	223.34	224.40	225.37	232.84	238.38	247.38	266.30	304.07	409.20	247
248	223.16	224.31	225.37	226.35	233.84	239.39	248.42	267.41	305.32	410.87	248
249	224.13	225.28	226.34	227.32	234.83	240.40	249.46	268.52	306.57	412.54	249
250	225.09	226.25	227.31	228.30	235.83	241.41	250.50	269.62	307.82	414.20	250
251	226.06	227.22	228.28	229.27	236.82	242.43	251.54	270.73	309.07	415.87	251
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	
n	Probabilidad de pérdida (E)										n

n	Probabilidad de pérdida (E)										n
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	
251	226.06	227.22	228.28	229.27	236.82	242.43	251.54	270.73	309.07	415.87	251
252	227.02	228.19	229.25	230.25	237.82	243.44	252.58	271.84	310.32	417.54	252
253	227.99	229.16	230.23	231.22	238.81	244.45	253.62	272.94	311.57	419.20	253
254	228.95	230.12	231.20	232.19	239.81	245.46	254.67	274.05	312.82	420.87	254
255	229.92	231.09	232.17	233.17	240.81	246.48	255.71	275.16	314.07	422.54	255
256	230.89	232.06	233.14	234.14	241.80	247.49	256.75	276.26	315.31	424.20	256
257	231.85	233.03	234.11	235.12	242.80	248.50	257.79	277.37	316.56	425.87	257
258	232.82	234.00	235.09	236.09	243.80	249.52	258.83	278.48	317.81	427.53	258
259	233.78	234.97	236.06	237.07	244.79	250.53	259.87	279.58	319.06	429.20	259
260	234.75	235.94	237.03	238.04	245.79	251.54	260.91	280.69	320.31	430.87	260
261	235.72	236.91	238.00	239.02	246.78	252.56	261.96	281.80	321.56	432.53	261
262	236.68	237.88	238.98	239.99	247.78	253.57	263.00	282.90	322.81	434.20	262
263	237.65	238.85	239.95	240.97	248.78	254.58	264.04	284.01	324.06	435.87	263
264	238.62	239.82	240.92	241.95	249.77	255.60	265.08	285.12	325.31	437.53	264
265	239.58	240.79	241.89	242.92	250.77	256.61	266.12	286.23	326.56	439.20	265
266	240.55	241.76	242.87	243.90	251.77	257.62	267.17	287.33	327.80	440.87	266
267	241.52	242.73	243.84	244.87	252.77	258.64	268.21	288.44	329.05	442.53	267
268	242.49	243.70	244.81	245.85	253.76	259.65	269.25	289.55	330.30	444.20	268
269	243.45	244.67	245.79	246.82	254.76	260.66	270.29	290.65	331.55	445.87	269
270	244.42	245.64	246.76	247.80	255.76	261.68	271.33	291.76	332.80	447.53	270
271	245.39	246.61	247.73	248.78	256.75	262.69	272.38	292.87	334.05	449.20	271
272	246.36	247.58	248.71	249.75	257.75	263.71	273.42	293.98	335.30	450.87	272
273	247.32	248.55	249.68	250.73	258.75	264.72	274.46	295.08	336.55	452.53	273
274	248.29	249.52	250.66	251.71	259.75	265.73	275.50	296.19	337.80	454.20	274
275	249.26	250.50	251.63	252.68	260.74	266.75	276.55	297.30	339.05	455.87	275
276	250.23	251.47	252.60	253.66	261.74	267.76	277.59	298.40	340.30	457.53	276
277	251.20	252.44	253.58	254.64	262.74	268.78	278.63	299.51	341.54	459.20	277
278	252.16	253.41	254.55	255.61	263.74	269.79	279.67	300.62	342.79	460.87	278
279	253.13	254.38	255.53	256.59	264.74	270.80	280.71	301.73	344.04	462.53	279
280	254.10	255.35	256.50	257.57	265.73	271.82	281.76	302.83	345.29	464.20	280
281	255.07	256.32	257.48	258.54	266.73	272.83	282.80	303.94	346.54	465.87	281
282	256.04	257.30	258.45	259.52	267.73	273.85	283.84	305.05	347.79	467.53	282
283	257.01	258.27	259.42	260.50	268.73	274.86	284.89	306.16	349.04	469.20	283
284	257.98	259.24	260.40	261.48	269.73	275.88	285.93	307.26	350.29	470.87	284
285	258.95	260.21	261.37	262.45	270.72	276.89	286.97	308.37	351.54	472.53	285
286	259.91	261.18	262.35	263.43	271.72	277.91	288.01	309.48	352.79	474.20	286
287	260.88	262.16	263.32	264.41	272.72	278.92	289.06	310.58	354.04	475.86	287
288	261.85	263.13	264.30	265.39	273.72	279.93	290.10	311.69	355.28	477.53	288
289	262.82	264.10	265.27	266.36	274.72	280.95	291.14	312.80	356.53	479.20	289
290	263.79	265.07	266.25	267.34	275.72	281.96	292.18	313.91	357.78	480.86	290
291	264.76	266.05	267.23	268.32	276.72	282.98	293.23	315.01	359.03	482.53	291
292	265.73	267.02	268.20	269.30	277.71	283.99	294.27	316.12	360.28	484.20	292
293	266.70	267.99	269.18	270.28	278.71	285.01	295.31	317.23	361.53	485.86	293
294	267.67	268.96	270.15	271.25	279.71	286.02	296.36	318.34	362.78	487.53	294
295	268.64	269.94	271.13	272.23	280.71	287.04	297.40	319.44	364.03	489.20	295
296	269.61	270.91	272.10	273.21	281.71	288.05	298.44	320.55	365.28	490.86	296
297	270.58	271.88	273.08	274.19	282.71	289.07	299.49	321.66	366.53	492.53	297
298	271.55	272.86	274.06	275.17	283.71	290.09	300.53	322.77	367.78	494.20	298
299	272.52	273.83	275.03	276.15	284.71	291.10	301.57	323.88	369.03	495.86	299
300	273.49	274.80	276.01	277.13	285.71	292.12	302.62	324.98	370.28	497.53	300
	0.007	0.008	0.009	0.01	0.02	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	
n	Probabilidad de pérdida (E)										n

3.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL EQUIPO DE RADIO [7]

Capacidad: 8 x E1
Configuración: 1+0
Instalación: IDU+ODUs
Interfaz: G.703
Modulación: DQPCM
Banda: 15 GHz
Alimentación: -48 VDC

3.5 DS-CDMA (Direct-Sequence-Code Division Multiple Access) [8]

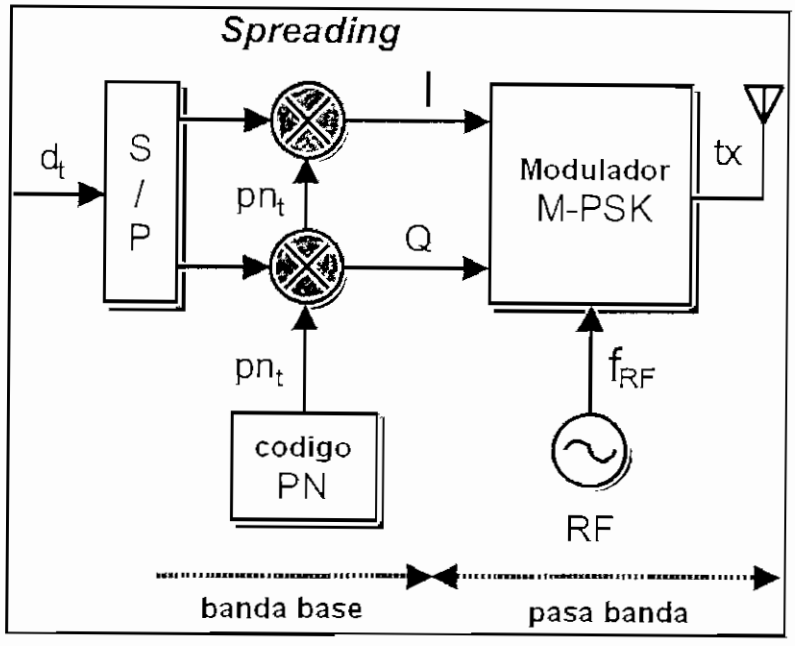
DSSS es absolutamente diferente a TDMA. En este caso cada bit es multiplicado por una secuencia pseudo-aleatoria de "chips", cuya misión es la de ensanchar el espectro de transmisión por un lado, codificar la información Tx y permitir un mejor rechazo a los desvanecimientos de la señal en bandas estrechas del espectro.

Una secuencia de pseudo-ruido (PN: pseudo-noise sequence) generada en el modulador es usada con un modulador PSK de orden-M para cambiar, pseudo randómicamente, la fase de la señal PSK, a una tasa de chip (chip rate) de Rc (= 1/Tc), cuya tasa es un múltiplo entero de la tasa de símbolo Rs (=1/Ts).

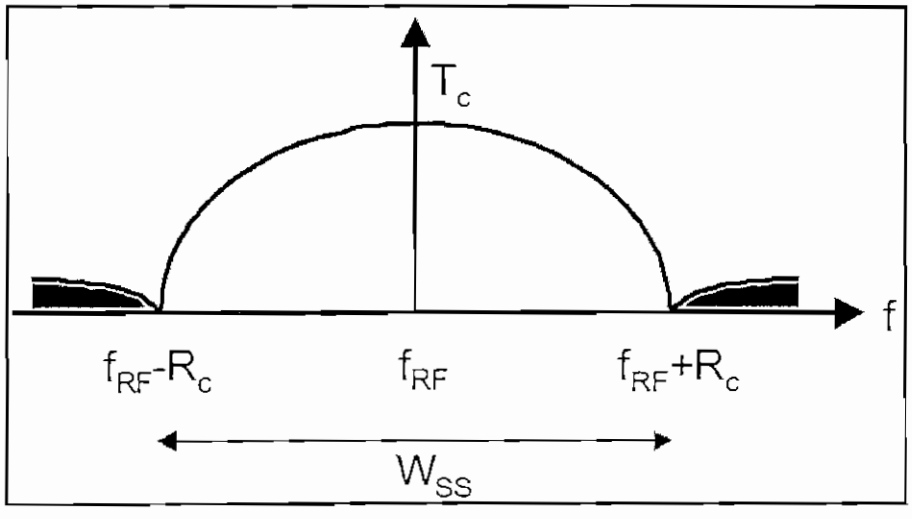
El ancho de banda transmitido es determinado por la tasa de chip y por el filtrado banda base.

El esquema de modulación PSK requiere una demodulación coherente.

Un sistema de código corto usa una longitud de código PN igual a un símbolo de datos.

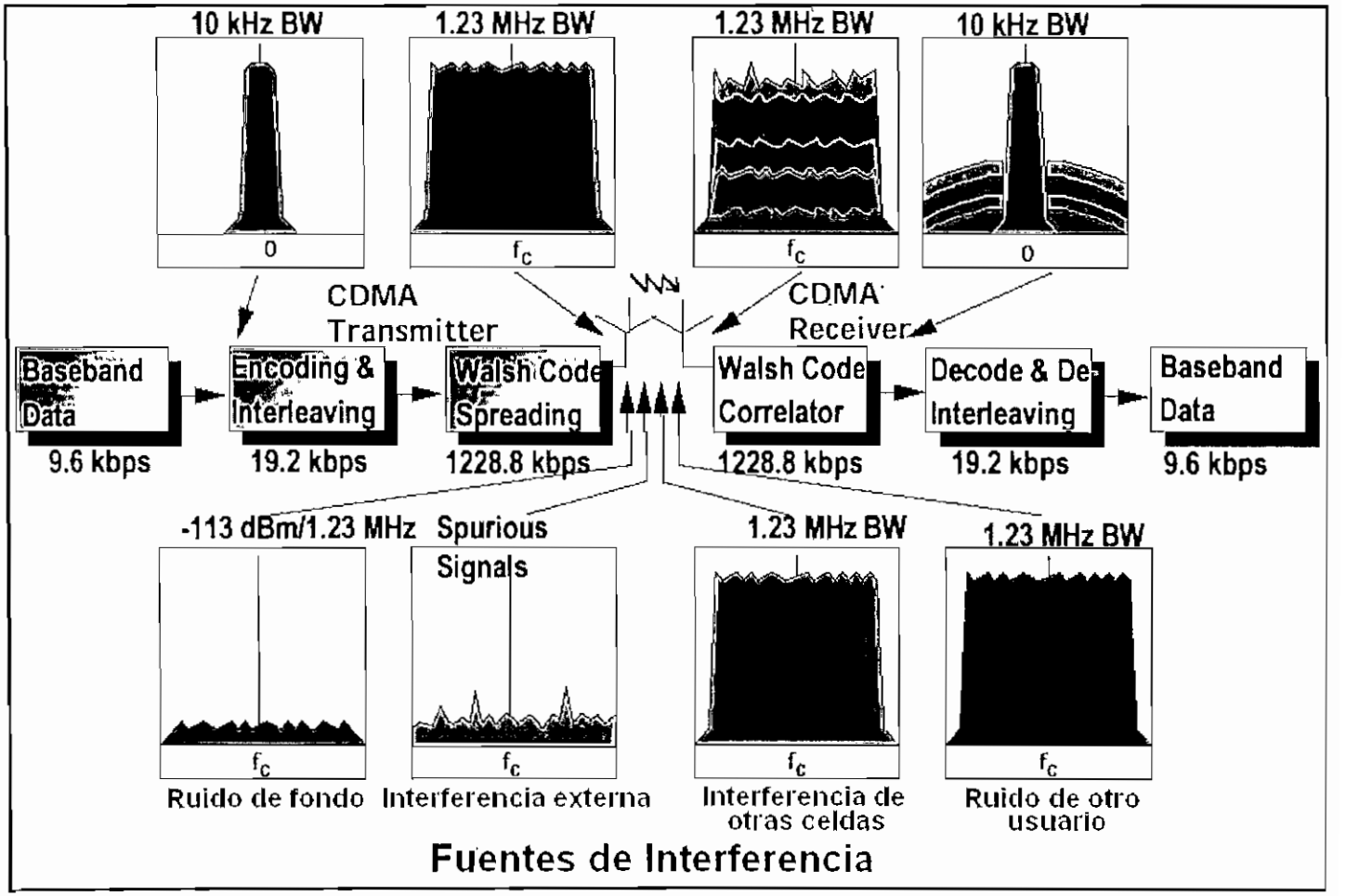


Un sistema de código largo usa una longitud de código PN que es mucho mayor al símbolo de datos, de forma que un patrón de chip diferente es asociado a cada símbolo.



Ancho de banda Spread Spectrum

El Concepto CDMA



La asignación de qué canal ocupar depende del código pseudo-aleatorio que han acordado el par Tx- Rx al comienzo de la sesión.

Otras consideraciones

Que los patrones tengan la menor interferencia posible:

. Que no tengan la misma frecuencia al mismo tiempo

. Evitar que dos patrones tengan la misma frecuencia en tiempos adyacentes

. Maximizar la separación de frecuencias en tiempo adyacentes

Considerando 6 slots de frecuencia.

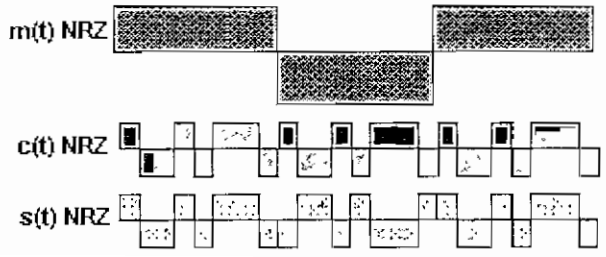
Existen 6 patrones que cumplen con no tener la misma frecuencia al mismo tiempo:

1 2 3 4 5 6
~~2 3 4 5 6 1~~
3 4 5 6 1 2
~~4 5 6 1 2 3~~
5 6 1 2 3 4
~~6 1 2 3 4 5~~

Eliminando los patrones con frecuencias en tiempos adyacentes:

- En este caso cada usuario tiene todo el ancho de banda de frecuencia asignado para su comunicación durante todo el tiempo que ésta dure, pero su comunicación se realiza utilizando un código que es único.

- Los requerimientos de ancho de banda son muy superiores a otros sistemas debido a que cada bit transmitido, codificado en forma polar, debe ser multiplicado por una secuencia difusora de chips.



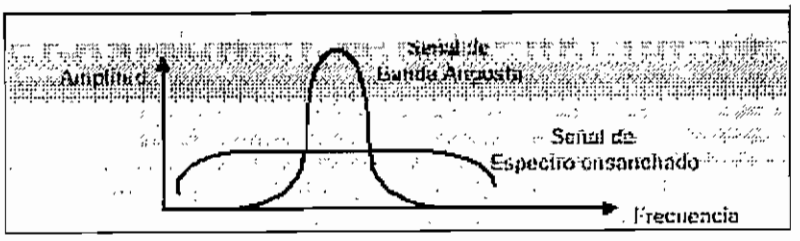
El esquema tiene la ventaja de ser relativamente sencillo de administrar si es que el número de códigos es suficientemente elevado.

La ventaja que presenta la técnica de Espectro Ensanchado es que las señales interferentes de banda angosta son disminuidas en el receptor al realizar la correlación entre ellas y la secuencia de chips.

Esto es lo que se conoce como ganancia de código.

Ejemplo: la señal de banda angosta llega al Rx con igual potencia que la señal deseada. Su BW es 1/10 del BW SS, ya que hay 10 chips por 1 bit. Al realizar el producto en el receptor, el BW de la señal interferente se ensancha 10 veces.

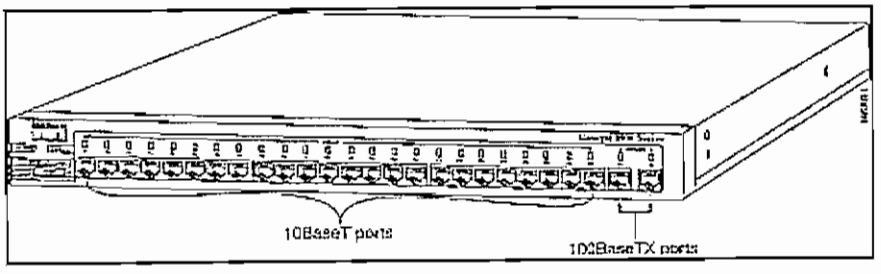
Luego la ganancia de código es de 10 o 10 dB.



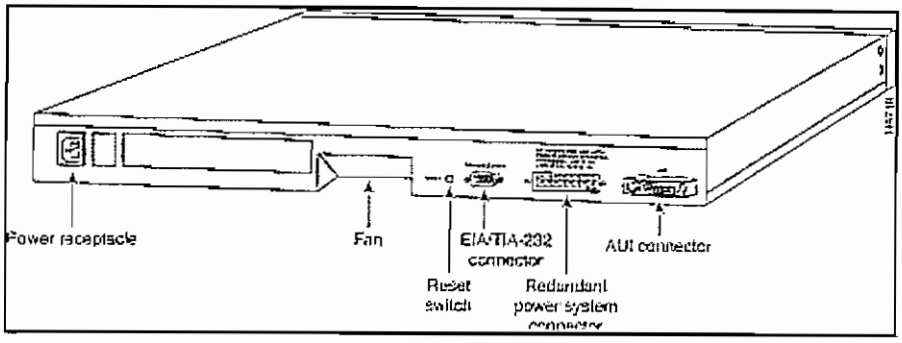
3.6 SWITCH CISCO WS-1924 [9]

EOL: Cisco Catalyst 1900 Series

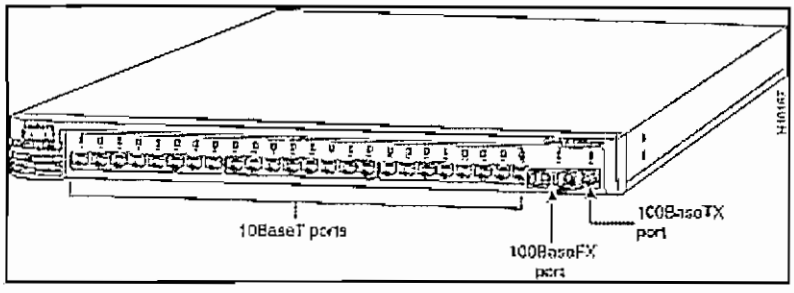
Catalyst 1900 Front View



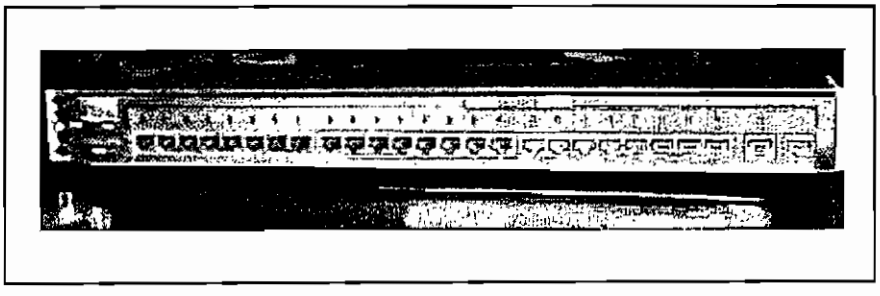
Catalyst 1900 Rear View



Catalyst 1900C Front View



This Cisco Catalyst 1924 switch has (24) 10 Base T ports and (2) 100 BaseTX uplink ports. The Catalyst 1900 switches are designed for Ethernet workgroups and individual users requiring dedicated 10-Mbps connectivity to the desktop and 100-Mbps connectivity to servers and backbones.

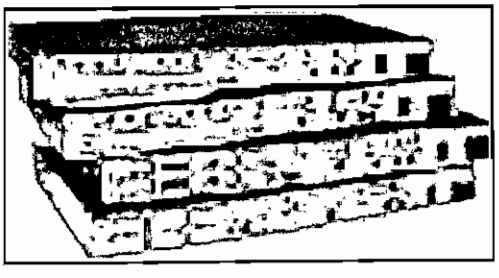


SWITCH CISCO 1924

3.7 ROUTER CISCO 2600

Used / Refurbished Cisco 10/100 Ethernet Router w/2 WIC Slots & 1 Network Module Slot Default DRAM 32MB (Max 64) Default Flash 8MB (Max 32MB). [10]

Model #	Flash Memory (MB)	DRAM Memory (MB)	10BaseT	10/100BaseT	Token Ring	Network Module Slots	WAN Interface Card Slots	A.I.M. Slots
Cisco 2600 Router								
Cisco 2610 Cisco 2600	8-16	32-64	1			1	2	1
Cisco 2611 Cisco 2600	8-16	32-64	2			1	2	1
Cisco 2612 Cisco 2600	8-16	32-64	1			1	2	1
Cisco 2613 Cisco 2600	8-16	32-64			1	1	2	1
Cisco 2620 Cisco 2600	8-32	32-64		1		1	2	1
Cisco 2621 Cisco 2600	8-16	32-64		2		1	2	1
Cisco 2650 Cisco 2600	8-32	32-128		1		1	2	1
Cisco 2651 Cisco 2600	8-32	32-128		2		1	2	1



ROUTER CISCO 2600

3.8 ANTENAS

SuperPass™

3.4-3.7GHz 17.7dBi 30 degree sector panel antenna[11]

Model Number: SPDI8W

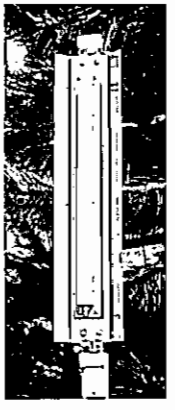
Technical Specifications

No	ITEM	TYPICAL	REMARKS
1	Frequency Range	3400 - 3700 MHz	
2	Impedance	50 Ω	
3	VSWR (or Return Loss)	< 1.5:1 (or > 14dB)	
4	Gain	>17.7dBi	
5	Polarization	Vertical, Linear	
6	3dB Horizontal Beamwidth	30 Degrees	
7	3dB Vertical Beamwidth	10 Degrees	
8	Front to Back Ratio	> 35dB	
9	Max. Power Input	20W	
10	Connector	Female N, Bottom Feed	Or Custom Design
11	Appearance	Panel Type	
12	Size	22.5 x 7.5 x 3 [inch]	
13	Housing Material	Powder Coated Aluminum	
14	Radom Material	ABS with UV Protection	
15	Radom Color	White	

16	Case Design	Water Resistance	
17	Weight	1.2 Lb	
18	Wind Loading (Frontal)	> 10Kg	200km/h
19	Temperature Range	-45 to +75 Degrees	
20	Storage Temperature	-30 to +75 Degrees	
21	Lighting Protection	Direct Grounding	
22	Mounting Hardware	Clamp Set	
23	Life Expectancy	20 years	

3.4-3.7GHz 13.5dBi 90 degree Sector Panel Antenna [12]

Model Number: SPDI8F



Technical Specifications

No	ITEM	TYPICAL	REMARKS
1	Frequency Range	3400 – 3700 MHz	
2	Impedance	50 Ω	
3	VSWR (or Return Loss)	< 1.5:1 (or > 14Db)	
4	Gain	> 13.5dBi	
5	Polarization	Vertical, Linear	
6	3dB Horizontal Beamwidth	90 degrees	See attached plot
7	3dB Vertical Beamwidth	10 degrees	See attached plot
8	Front to Back Ratio	> 26dB	See attached plot
9	Max. Power	20W	

	Input		
10	Connector	Female N, Bottom-Feed	Or Custom Design
11	Appearance	Panel Type	
12	Size	22.5 x 4.4 x 2 [inch]	
13	Housing Material	Powder Coated Aluminum	
14	Radome Material	ASA with UV Protection	
15	Radome Color	Gray or White	
16	Case Design	Water Resistance	
17	Weight	1 Lb	
18	Wind Loading (Frontal)	□ 2Kg	200km/h
19	Temperature Range	-45 to +75 ° C	
20	Storage Temperature	-30 to +75 ° C	
21	Sensing Resistor or DC-Ground	Yes	
22	Mounting Hardware	Gear Clamp	
23	Life Expectancy	20 years	

;IS

!ERTURA ESTACIÒN BASE

!RO PUTZALAHUA
ITUD: 00° 57' 43" S
IGITUD: 78° 33' 35" W
ı.m.: 3512 m

INIA TERESA CASTILLO
3IA LORENA PAZMIÑO

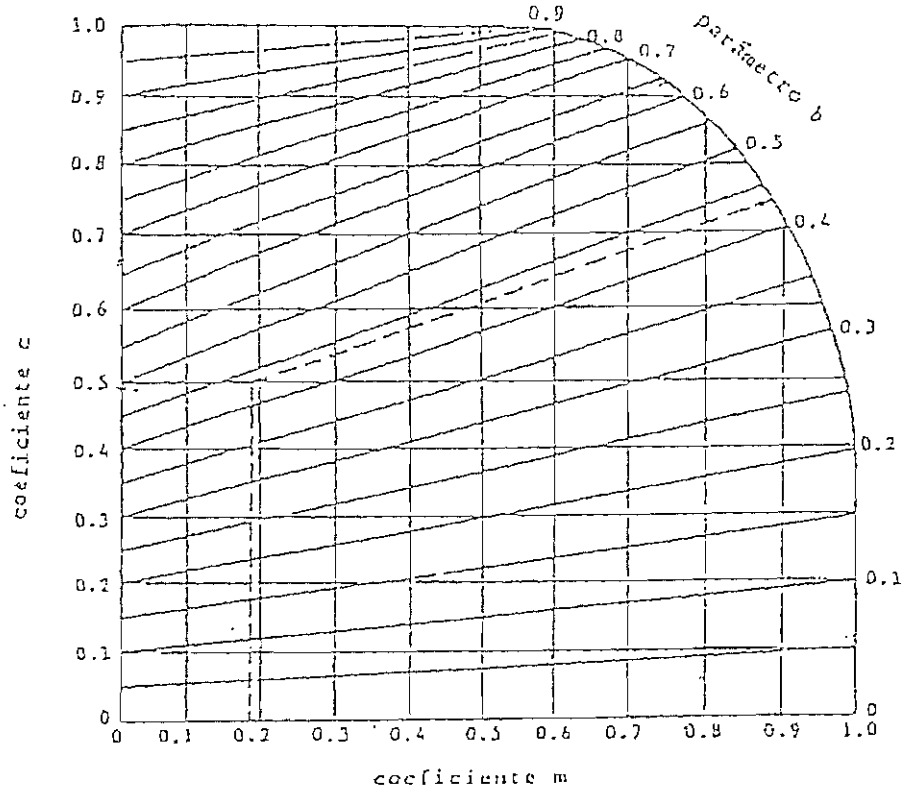
10 km

40 dBμV/m -102 dBm
46 dBμV/m -96 dBm
52 dBμV/m -90 dBm
58 dBμV/m -84 dBm
64 dBμV/m -78 dBm
70 dBμV/m -72 dBm
76 dBμV/m -66 dBm
82 dBμV/m -60 dBm
88 dBμV/m -54 dBm
94 dBμV/m -48 dBm
100 dBμV/m -42 dBm
Interference

ECCIÓN DE RADIODIFUSIÓN
Y TELEVISIÓN - SUPTEL

plano

3.9 GRÁFICO DE CÁLCULO PARA EL PARÁMETRO b



REFERENCIA

[1] Raj Pandya, Introduction to WLL: Aplication and Deployment for Fixe and Broadband Services, IEEE Series on Digital & Mobile Communication, 2004, chapter 4, págs: 98-101.

[2] http://www.airspan.com/press/epress/Brochures/AS4020.PDF Architecture, AS4020 Technical Specification, Airspan, 2004.

[3] http://www.airspan.com/Newproducts/AS4020/AS4020_OV.htm AS4020-High Speed Internet Access and Carrier Class Voice, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004.

[4] http://www.airspan.com/products/ctaspecs.htm Airspan Networks, System Characteristics, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004.

[5] http://www.airspan.com/products/customer.htm Airspan Networks, Subscriber Terminals at the Customer Site, Connecting the World with Wireless DSL, Airspan, 2004.

[6] http://telecom.fi-b.unam.mx/Telefonia/Tráfico.htm#Tabla5 Tablas, Ingeniería de Tráfico, Basilio Sánchez Gilberto, Hernández Pérez Roberto.

[7] D.I.T. Diseños Integrales y Telecomunicaciones Cía. Ltda., Backbone Microondas, 2004.

[8] http://www.elo.utfsm.cl/~elo341/clases/comdig16.PDF Técnicas de Espectro Ensanchado, Sistemas de Acceso para Comunicaciones Inalámbricas, Comunicaciones Digitales, L. Couch III, Capítulo 5, 2000.

[9] http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/pcat/ca1900.htm EOL: Cisco Catalyst 1900 Series. Product Overview, 2004.

[10] http://www.networkliquidators.com/viewProduct.asp? Network liquidators, 2003.

[11] http://www.superpass.com/SPDI8W.html 3.4-3.7GHz 17.7dBi 30 degree sector panel antenna, Model Number: SPDI8W, SuperAPass, 2004.

[12] http://www.superpass.com/SPDI8F.htm 3.4-3.7GHz 13.5dBi 90 degree Sector Panel Antenna, Model Number: SPDI8F, SuperAPass, 2004.

4.1 REQUISITOS PARA LA AUTORIZACIÓN DEL USO DE FRECUENCIAS SERVICIO FIJO Y MÓVIL TERRESTRE [1]

Información Legal:

1. Solicitud dirigida al Secretario, detallando el tipo de servicio;
2. Nombre y dirección del solicitante (para personas jurídicas, de la compañía y de su representante legal);
3. Copia certificada de la escritura constitutiva de la compañía y reformas en caso de haberlas (para personas jurídicas);
4. Nombramiento del representante legal debidamente inscrito (para personas jurídicas);
5. Copia de la cédula de ciudadanía (para personas jurídicas, del representante legal);
6. Copia del certificado de votación del último proceso electoral (para personas jurídicas, del representante legal);
7. Certificado actualizado de cumplimiento de obligaciones otorgado por la Superintendencia de Compañías o Superintendencia de Bancos según el caso, a excepción de las instituciones estatales (para personas jurídicas);
8. Registro único de contribuyentes;
9. Fe de presentación al Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas para que otorgue el certificado de antecedentes personales del solicitante, a excepción de las instituciones estatales (para personas jurídicas, del representante legal); y,
10. Otros documentos que la SNT solicite.

Información Técnica:

El estudio técnico del sistema elaborado en el formulario disponible en la SNT será suscrito por un ingeniero en electrónica y telecomunicaciones, inscrito en una de las filiales del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador (CIEEE) y registrado en la SNT. La información técnica y operativa incluirá entre otros los siguientes aspectos:

a. De los servicios fijo y móvil:

1. Descripción de los servicios que ofrecerá, con los detalles de las facilidades y limitaciones del sistema;
2. Rango de frecuencias;
3. Número de frecuencias requeridas, y la anchura de banda para cada una de ellas;
4. Modo de operación;
5. Tipo de emisión;
6. Ubicación de las estaciones fijas;
7. Cálculo de propagación del sistema;
8. Diagramas de perfil, basados en un mapa geográfico 1:50.000;
9. Cálculo del área de cobertura;
10. Características técnicas de las antenas y equipos;
11. Procedimientos de administración, operación, mantenimiento y gestión del sistema que se propone instalar;
12. Plan de ejecución que describa la implementación del sistema para la provisión de los servicios a partir de la fecha de autorización;
13. Plan de expansión del sistema; y,
14. Otros documentos que la SNT solicite.

RENOVACIÓN DEL SERVICIO FIJO Y MÓVIL TERRESTRE:

Renovación del Contrato de Autorización.- Es un acto administrativo mediante el cual la SNT, por delegación del CONATEL, suscribe un contrato de renovación de uso de frecuencias para que una persona natural o jurídica continúe operando un Sistema de Radiocomunicación. **Los requisitos, debidamente actualizados, para solicitar la renovación de los contratos de autorización de uso de frecuencias son los mismos requisitos que para la autorización inicial.** Para los servicios fijo y móvil, y fijo y móvil por satélite, el estudio técnico puede ser sustituido por la actualización del sistema en el formulario correspondiente, siempre que no se haya modificado el área de cobertura y el proveedor satelital

respectivamente. La SNT por delegación del CONATEL tiene la facultad de renovar directamente la autorización de uso de frecuencias en el caso de un sistema privado e informar al CONATEL en la siguiente sesión.

Nota: Los peticionarios podrán presentar los documentos exigidos en original o copia certificada.

REFERENCIA

[1] www.conatel.gov.ec Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, Requisitos para la autorización del uso de frecuencias servicio fijo móvil.