

T
621.3815
DAU



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación



“DISEÑO DE UN SISTEMA DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES CON ACCESO INALÁMBRICO PARA LA ZONA NORTE DE GUAYAQUIL, BASADO EN EL SISTEMA AS4000”

TOPICO ESPECIAL DE GRADUACION

Previo a la obtención del Título de

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

ESPECIALIZACION ELECTRONICA

Presentada por:



Lourdes Dávila Bastidas

José Leonidas Bajaan Erazo

Francisca Angélica Flores Nicolalde

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO 2003

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y Jesucristo por su gran amor y bendiciones; a mis padres María y Segundo por su comprensión, confianza y apoyo incondicional en cada momento de mi vida; al Ing, Washington Medina por su colaboración en la realización del este tópico y a cada uno de mis maestros por sus enseñanzas académicas y éticas.

--Francisca Flores N.

Agradezco a Dios; a José Bajaña V, mi Padre y a Fátima Erazo C., mi Madre, por haberme guiado de la mejor manera para lograr todas mis metas.; a mi Director de Tesis, Ingeniero Washington Medina, por su apoyo constante en el desarrollo de este tópico de graduación.

--José Bajaña Erazo.

Doy gracias a Dios, a mis queridos padres Juan Dávila y Rosario Bastidas de Dávila, a mis hermanos por su apoyo, sacrificio y confianza depositados en mí; a todas las personas que me apoyaron en su debido momento con sus conocimientos y amistad; al Ing. Washington Medina por su invaluable ayuda; y a mi novio Abraham Guerra por creer siempre en mi capacidad, por su confianza incondicional y su total apoyo.

--Lourdes Dávila B.



DEDICATORIA

Dedico este tópico a Dios y Jesucristo por su gran amor y bendiciones; a mis padres María y Segundo por su fortaleza, sacrificio y constancia ; a mi amado Carlos Armando que aunque no está físicamente a mi lado, su espíritu siempre me acompaña; a mis hermanos; resto de familiares y amigos por su cariño y comprensión.

--Francisca Flores N.

A Dios; a José Bajaña V., mi Padre; a Fátima Erazo Correa, mi Madre; mis Hermanos, Fabiola y Juan Carlos; a mi querido Sobrino Juan José Bajaña. Y con mucho cariño a mi Novia Jessica Rocha T.; a mis Amigos y Compañeros.

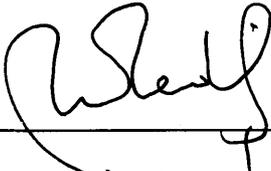
--José Bajaña E.

A Dios, a mis padres Rosario y Juan por enseñarme el camino de la constancia y la superación a través de su ejemplo, por todo su amor y sacrificio; a mis hermanos Antonio y Cristóbal por su apoyo y confianza; a mis compañeros de Universidad y a todos mis amigos por su ayuda y mejores deseos; y muy especialmente a mis dos amores Bryan Dávila y mi novio Abraham Guerra, mis dos grandes motivos y pilares para este logro y el de cada uno en mi vida.

--Lourdes Dávila B.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Norman Chootong
SUB-DECANO DE LA FIEC



Ing. Washington Medina
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Cesar Yépez F.
VOCAL



Ing. Sara Rios O.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado nos corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



José Bajaña E.



Lourdes Dávila B.



Francisca Flores N.



RESUMEN

El AS4000 es una plataforma sin hilos de las redes de Airspan que ofrece conexiones punto-a-multipuntos de una amplia gama de los servicios de telecomunicaciones, utilizando la tecnología de interfaz de aire CDMA de alta calidad.

La tecnología de CDMA distingue las redes de AS4000 de un número de maneras que sean beneficiosas a los operadores. CDMA proporciona aumentos significativos de la capacidad sobre FDMA y TDMA. CDMA proporciona un retardo en el procesamiento punto a punto muy bajo ($< 1\text{ms}$) obteniendo así una alta eficiencia para los servicios de paquetes.

Los sistemas AS4000 se conectan con la red de telefonía a través de una interface local estándar del Concentrador de Acceso y con las redes de los datos y de paquete usando tecnología estándar de interfaz de 2Mbits.

La central terminal proporciona el acceso de radio para los terminales del suscriptor desplegados en las localizaciones de los usuarios finales. El suscriptor abarca una unidad de radio compacta y discreta que se instala externamente en el sitio del usuario final y un cable coaxial que conecta la unidad de radio con una unidad interna

Debido a un estudio realizado se determinó que existe una mayor demanda de servicios de voz y datos en la zona norte de guayaquil, motivo por el cual se diseñó un sistema para dar servicio a 3000 usuarios en la zona antes mencionada, de los cuales el 50% de la capacidad del sistema cubrirá los requerimientos de voz y el otro 50% los requerimientos de datos y voz IP. El sistema está dividido en tres estaciones bases, donde cada estación base dará cobertura a 1000 usuarios.



Se ha realizado un estudio en el cual se ha establecido la recuperación del capital en un período de 4 años. También se ha tomado en cuenta que en este tiempo queden suficientes recursos para gastos de operación y mantenimiento.



INDICE GENERAL

	Pag.
RESUMEN.....	VIII
INDICE GENERAL.....	X
INDICE DE FIGURAS.....	XXI
INDICE DE TABLAS.....	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO 1 TECNOLOGIA CDMA.....	3
1.1 Técnicas de acceso múltiple en sistemas de comunicación inalámbrica fija.....	3
1.1.1 Acceso múltiple por división de frecuencia.....	4
1.1.1.1 Características del FDMA.....	5
1.1.2 Acceso múltiple por división de tiempo.....	6
1.1.2.1 Características del TDMA.....	7
1.1.2.2 Ventajas del TDMA.....	7

1.1.3	Acceso múltiple por división de código.....	8
1.1.3.1	Características del CDMA.....	9
1.1.3.2	Ventajas del CDMA.....	10
1.2	Historia del CDMA.....	15
1.2.1	Introducción a las comunicaciones inalámbricas.....	15
1.2.2	Panorámica de los sistemas celulares.....	17
1.2.2.1	Breve historia de la telefonía celular.....	18
1.2.2.2	Las generaciones de la telefonía inalámbrica.....	19
1.3	Comparación entre las técnicas de acceso múltiple.....	22
1.4	Evolución de CDMA.....	24
1.4.1	Segunda generación: cdmaone.....	24
1.4.1.1	cdmaone.....	24
1.4.1.2	Descripción.....	24
1.4.1.3	Beneficios.....	26
1.4.1.4	Opciones de evolución de cdmaone.....	27
1.4.2	Tercera generación: cdma2000.....	28

1.4.2.1 cdma2000™	28
1.4.2.2 Descripción.....	30
1.4.2.3 cdma2000 1x.....	30
1.4.2.4 cdma2000 1xe.....	31
1.4.2.5 cdma2000 pcn.....	31
1.4.2.6 Beneficios-cdma2000™ compatibilidad con implementaciones cdmaone.....	32
1.4.3 Transición de segunda a tercera generación.....	33
1.4.3.1 La evolución en los sistemas inalámbricos: el camino a 3g..	33
1.4.3.2 Primeros sistemas 3g.....	34
1.4.3.3 El mundo de hoy.....	35
1.5 Tecnologías basadas en CDMA.....	37
1.5.1 Acceso múltiple por división de códigos de banda ancha.....	38
1.5.1.1 Características.....	39
1.6 Tecnologías utilizadas en las redes inalámbricas.....	40
1.6.1 Tecnologías de espectro ensanchado.....	41
1.6.1.1 Espectro ensanchado por secuencia directa.....	41

1.6.1.2	Espectro ensanchado por salto en frecuencia directa.....	43
1.7	Comunicación celular móvil CDMA.....	45
1.7.1	Estándar para celulares digitales con CDMA (is95).....	45
1.7.2	Esquema del funcionamiento del móvil en CDMA.....	47
1.7.2.1	Cuando se enciende un móvil.....	47
1.7.2.2	Cuando el usuario realiza una llamada.....	48
1.7.2.3	Al finalizar la llamada.....	49
1.8	Aplicaciones de las técnicas de acceso múltiple.....	49
 CAPITULO 2 WIRELESS LOCAL LOOP.....		50
2.1	Definición de WLL.....	50
2.2	Funcionamiento del WLL.....	50
2.3	Comparación entre WLL y el cobre.....	51
2.4	Causas del crecimiento del WLL.....	53
2.5	Infraestructura del WLL.....	54
2.5.1	Terminales.....	55
2.5.2	Radio bases.....	55



2.6	Comparación entre tecnologías WLL.....	57
2.6.1	Celular analógico.....	57
2.6.2	Celular digital.....	57
2.6.3	Servicios de comunicación personal (PCS).....	58
2.6.4	Telefonía sin cables de segunda generación (CT-2/DECT).....	59
2.6.5	Los sistemas propietarios.....	60
2.7	Servicios y beneficios del WLL.....	60
2.8	Desventajas de WLL.....	62
CAPITULO 3	SISTEMA AS4000.....	63
3.1	Definición.....	63
3.2	Modelo del sistema y especificaciones.....	65
3.3	Tecnología CDMA en el AS4000.....	67
3.3.1	CDMA se optimiza para el acceso fijo.....	68
3.4	Características generales del sistema AS4000.....	68
3.5	Elementos que conforman el AS4000.....	70

3.5.1	Estación base.....	70
3.5.1.1	Características.....	71
3.5.1.2	Parámetros de radio transmisión.....	72
3.5.1.3	Interface de red.....	73
3.5.1.4	Condiciones ambientales y generales para el CT y AC.....	73
3.5.2	Concentrador de acceso.....	74
3.5.3	terminal del suscriptor para el lugar del cliente.....	76
3.5.3.1	P – terminal del suscriptor de la serie (ST – P1V1).....	77
3.5.3.1.1	Características principales y usos.....	78
3.5.3.2	P – terminal del suscriptor de la serie (ST – V1).....	79
3.5.3.2.1	Características principales y usos.....	80
3.5.3.3	Especificaciones de las terminales del suscriptor.....	80
3.6	Aplicaciones del sistema AS4000.....	82
3.6.1	Telefonía.....	82
3.6.2	Líneas dedicadas.....	83
3.6.3	ISDN.....	85

3.7	Interfaces del sistema AS4000.....	86
CAPITULO 4	SISTEMA ACTUAL EN LA ZONA NORTE DE GUAYAQUIL.....	89
4.1	Descripción general sobre los servicios que se ofrecen.....	89
4.2	Demanda en la zona residencial.....	92
4.3	Demanda en la zona industrial.....	94
CAPITULO 5	ESTUDIO DE INGENIERIA PARA EL DISEÑO.....	95
5.1	Por que se escogió AS4000.....	95
5.2	Beneficios comerciales y técnicos.....	96
5.3	Servicios que presta nuestra red con el uso de sistemas AS4000.....	97
5.4	Ubicación de las estaciones en el sistema.....	99
5.5	Área de cobertura.....	101
5.5.1	Estación base Sauces.....	101
5.5.2	Estación base Jordán.....	101
5.5.3	Estación base Mapasingue.....	102

5.5.4	Mapa de la zona.....	103
5.6	Capacidades de las estaciones.....	104
5.6.1	Cálculo de tráfico.....	104
5.6.1.1	Estructura de los canales de radiofrecuencia.....	104
5.6.1.2	Protocolo de asignación de demanda en telefonía.....	104
5.6.1.3	Protocolo de asignación de demanda en paquetes de datos.....	106
5.6.2	Capacidad del sistema.....	110
5.7	Sectorización de celdas.....	116
5.7.1	Interfaz de aire del radio.....	116
5.7.1.1	Rango de frecuencias soportados.....	116
5.7.2	Plan de frecuencias.....	118
5.7.3	Distribución de los canales de RF en el área de cobertura....	120
5.8	Estudio de propagación.....	221
5.8.1	Diseño de la ruta para el radio enlace entre el concentrador de acceso y las estaciones bases.....	221
5.8.2	Cálculo de la pérdida de propagación.....	222



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

5.8.3	Estudio de campo y ruta óptima.....	123
5.8.4	Curvatura de la tierra.....	124
5.8.5	Cálculo de la primera zona de fresnel.....	125
CAPITULO 6	DISEÑO DEL SISTEMA.....	127
6.1	Fácil implementación y despliegue de servicios.....	127
6.2	Arquitectura del sistema AS4000.....	128
6.3	Diseño de la estación base Sauces.....	130
6.3.1	Concentrador de acceso.....	130
6.3.1.1	Interfaces que utiliza.....	131
6.3.1.2	Estructura del concentrador de acceso.....	132
6.3.1.3	Cálculo de unidades XTU y PTU para la transmisión de voz y datos.....	133
6.3.1.3.1	Cálculo para usuarios de telefonía.....	133
6.3.1.3.2	Cálculo para usuarios de datos y vozIP.....	134
6.3.2	Central terminal.....	138
6.3.2.1	Interfaces que utiliza.....	139

6.3.2.2	Estructura de la central terminal.....	140
6.4	Diseño de la estación base Jordán y estación base Mapasingue.....	144
6.5	Límites de la capacidad de los equipos.....	144
6.6	Redundancia y protección.....	145
6.6.1	Central terminal.....	145
6.6.2	Concentrador de acceso.....	146
6.7	Disponibilidad del sistema.....	146
6.8	Ajuste de nivel de radiofrecuencia en el CT.....	147
CAPITULO 7	COSTOS Y RECUPERACION DE CAPITAL.....	148
7.1	Costos de implementación.....	148
7.2	Costo total del sistema AS4000.....	149
7.3	Costo del concentrador de acceso.....	150
7.4	Costo de la estación base.....	151
7.5	Costo de las terminales en el suscriptor.....	152
7.6	Recuperación de capital.....	152

7.7	Proyección de los ingresos.....	155
7.8	Vida operacional.....	156
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		157
APENDICES.....		159
Apéndice A Especificaciones del radioenlace.....		159
Apéndice B Cálculos para obtener la primera zona de Fresnel.....		161
Apéndice C Zona de Fresnel.....		163
Apéndice D Parámetros básicos de radiofrecuencia.....		165
Apéndice E Cálculos para la recuperación de capital.....		166
Apéndice F Cuadro Nacional de atribución de Bandas de Frecuencia.....		167
Apéndice G Notas al cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias.....		168
ACRONIMOS.....		169
BIBLIOGRAFIA.....		173

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1.1 Técnicas de Acceso Múltiples.....	23
Figura 1.2 Portadoras de CDMA20001x.....	30
Figura 1.3 Estructura del PCN.....	32
Figura 2.1 Comparación de sistemas alámbricos e inalámbricos en términos de costo de inversión.....	53
Figura 2.2 Arquitectura WLL.....	56
Figura 2.3 Estructura sencilla de WLL.....	61
Figura 3.1 Diferentes mercados del AS4000.....	64
Figura 3.2 Arquitectura del Sistema AS4000.....	66
Figura 3.3 Central Terminal.....	72
Figura 3.4 Concentrador de Acceso.....	75
Figura 3.5 Terminal P1V1.....	77
Figura 3.6 Terminal ST-V1.....	79
Figura 4.1 Demanda de usuarios en Guayaquil.....	92
Figura 4.2 Demanda de usuarios en la zona Norte de Guayaquil.....	93
Figura 5.1 Mapa de la zona.....	103
Figura 5.2 Distribución de antenas.....	118
Figura 5.3 Distribución de los canales de radio frecuencia.....	119
Figura 5.4 Sectorización de la celda.....	120

Figura 6.1	Arquitectura del Sistema AS4000 para la Zona Norte de Guayaquil.....	129
Figura 6.2	Concentrador de Acceso.....	136
Figura 6.3	Concentrador de Acceso.....	137
Figura 6.4a	Central Terminal.....	141
Figura 6.4b	Central Terminal.....	142
Figura 7.1	Proyección de Ingresos.....	155

INDICE DE TABLAS

	Pag
Tabla I Modelos de terminales del suscriptor.....	76
Tabla II Canales de Tráfico.....	105
Tabla III Canales por códigos RW.....	107
Tabla IV Canales de tráfico por RF.....	108
Tabla V Códigos RW por canales de tráfico necesarios en el sistema.....	113
Tabla VI Datos Obtenidos en los Diferentes Cálculos.....	115
Tabla VII Canales de Radiofrecuencia.....	119
Tabla VIII Disponibilidad del Sistema.....	147
Tabla IX Costo Total del Sistema.....	149
Tabla X Costo del Concentrador de Acceso.....	150
Tabla XI Costos de la Estación Base.....	151
Tabla XII Costos de las Terminales del Suscriptor	152

INTRODUCCIÓN

En la zona norte de Guayaquil existen un gran número de usuarios insatisfechos con los servicios actuales de comunicación, y las soluciones convencionales para estos sectores requieren de grandes recursos para llegar a dichos clientes.

Se realizó un estudio en una empresa que brinda servicios de Acceso a Internet vía dial up. Se tomó una muestra de 1500 usuarios, los cuales incluyen clientes residenciales y pequeñas empresas, se pudo observar que en la zona norte de Guayaquil existe una gran demanda de estos servicios, aproximadamente el 43%,(solamente se ha considerado los sectores de la vía a Daule, Alborada, Urdesa, Kennedy, Ceibos, Garzota y demás ciudadelas del norte).



CIB-ESPOL

El AS4000 es una plataforma sin hilos de las redes de Airspan que ofrece conexiones punto-a-multipuntos de una amplia gama de los servicios de telecomunicaciones, utilizando la tecnología de interfaz de aire CDMA de alta calidad. Esto incluye las soluciones de IP para la conectividad del Internet a alta velocidad, transmisión de datos por línea arrendada, la telefonía superior y los acoplamientos del ISDN.



CIB-ESPOL

AS4000 proporciona conexiones sin hilos en los ambientes más hostiles, desde urbano a los despliegues en áreas rurales, cubiertas con vegetación densa.

CAPITULO I



1. TECNOLOGÍA CDMA

1.1 TÉCNICAS DE ACCESO MÚLTIPLE EN SISTEMAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA FIJA

Los sistemas de acceso inalámbrico fijo que operan en bandas de frecuencia establecidas como lazo de última milla entre proveedores y usuarios, se requieren para repartir un diverso rango de servicios, por ejemplo: voz y datos; mientras se mantiene una alta eficiencia espectral.



Algunos sistemas han sido desarrollados con el fin de brindar servicios a los usuarios. Estos sistemas están basados en tecnologías de acceso múltiple



con el objetivo de transmitir cualquier tipo de información de forma rápida, efectiva, con alta calidad y a bajos costos.

Estos accesos múltiples describen los métodos por los cuales múltiples usuarios pueden simultáneamente compartir un canal común.

En la actualidad existen tres tipos de tecnologías usadas para transmitir información:

- Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA)
- Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA)
- Acceso múltiple por división de código (CDMA)

La diferencia primordial entre estos tres tipos de tecnología yace en el método de acceso, el cual varía entre:

- Frecuencia, utilizada en la tecnología FDMA
- Tiempo, utilizado en la tecnología TDMA
- Códigos únicos, que se provee a cada llamada en la tecnología CDMA.

1.1.1 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA

La tecnología FDMA separa el espectro en distintos canales de voz, al separar el ancho de banda en segmentos (frecuencias) uniformes. La tecnología FDMA es mayormente utilizada para la transmisión analógica. Esta tecnología no es recomendada para transmisiones digitales, aun cuando es capaz de llevar información digital.

FDMA es la manera más común de acceso troncalizado. Se asigna a los usuarios un canal de un conjunto limitado de canales ordenados en el dominio de la frecuencia. Los canales de frecuencia son muy limitados, y son asignados a los sistemas por los cuerpos reguladores de los gobiernos de acuerdo con las necesidades comunes de la sociedad.

Cuando hay más usuarios que la cantidad de canales de frecuencia a asignar, se bloquea el acceso de los usuarios al sistema. A mayor cantidad de frecuencias disponibles, habrá mayor cantidad de usuarios y esto implica más señalización a través de los canales de control. Una característica importante de los sistemas FDMA es que una vez que se asigna una frecuencia a un usuario, ésta es usada exclusivamente por ese usuario hasta que éste no necesite el recurso.

1.1.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL FDMA

- Asigna una cantidad finita de frecuencias de ancho de banda a cada usuario.
- Es la manera más común de acceso troncalizado.
- Utilizada por los sistemas de telefonía móvil de primera generación.
- Tecnología usada para separar múltiples transmisiones en una asignación de frecuencia limitada.
- Cuando hay más usuarios que la cantidad de frecuencia a asignar, se bloquea el acceso de los usuarios al sistema.

1.1.2 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE TIEMPO

Una de las aplicaciones de la tecnología TDMA, es la transmisión digital de señales de radio. Esta comprime las conversaciones (digitales) y las envía cada una utilizando la señal de radio por un tercio de tiempo solamente.

La compresión de la señal de voz es posible debido a que la información digital puede ser reducida de tamaño por ser información binaria (unos y ceros). Debido a esta compresión, la tecnología TDMA tiene tres veces la capacidad de un sistema analógico que utilice el mismo número de canales.

Además, TDMA es una técnica que asigna grupos de tiempos a usuarios individuales en los cuales dichos usuarios tienen acceso exclusivo a la interface aire. El formato de modulación puede ser fijo o variado de acuerdo a divisiones de tiempo establecidas.

1.1.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL TDMA

Entre las principales características del TDMA se encuentran:

- Tres usuarios pueden acceder a un canal de frecuencia usando diferentes ranuras de tiempo.
- Los sistemas celulares, emplean técnicas TDMA sobre una estructura FDMA.
- A todos los usuarios que comparten la misma frecuencia se les asigna un slot de tiempo, que se repite dentro de un grupo de slots llamado trama.
- Tiene igual ancho de banda que el sistema telefónico móvil avanzado (AMPS).

1.1.2.2 VENTAJAS DEL TDMA

La tecnología TDMA presenta las siguientes ventajas:

- La técnica TDMA tiene tres veces la capacidad de un sistema analógico que utilice el mismo número de canales.
- Elimina la mayoría de la redundancia y períodos de silencio en las comunicaciones.
- Otros usuarios pueden compartir el mismo canal durante los períodos en que éste no se utiliza.

- TDMA ofrece diversas aplicaciones para el acceso a Internet aprovechando los recursos WAP (protocolo de acceso inalámbrico).

1.1.3 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISION DE CODIGO

La tecnología CDMA es muy diferente a la tecnología TDMA. CDMA, después de digitalizar la información, la transmite a través de todo el ancho de banda disponible.



Varias llamadas son sobrepuestas en el canal, y cada una tiene un código de secuencia único. Usando la tecnología CDMA, es posible comprimir entre 8 y 10 llamadas digitales para que estas ocupen el mismo espacio que ocuparía una llamada en el sistema analógico.

CDMA es un término genérico que define una interface de aire inalámbrica basada en la tecnología de espectro extendido (spread spectrum). Para telefonía celular, CDMA es una técnica de acceso múltiple especificada por la TIA (Telecommunications Industry Association) como IS-95.



Cada dispositivo que utiliza CDMA está programado con un seudocódigo, el cual es usado para extender una señal de baja potencia sobre un espectro de frecuencia amplio. La estación base utiliza el mismo código en forma



invertida (todos los ceros son unos y los unos ceros) para descomprimir y reconstruir la señal original.

Todos los otros códigos permanecen extendidos, indistinguibles del ruido de fondo. Los sistemas IS-95 (dividen el espectro en portadoras de 1.25 MHz.

Unos de los aspectos únicos de CDMA es que a pesar de que existe un número fijo de llamadas telefónicas que pueden ser manipuladas por un proveedor de servicios de telefonía (carrier), éste no es un número fijo.

1.1.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL CDMA

El acceso múltiple por división de código presenta las siguientes características:

- Alta capacidad.
- Utiliza celdas de radio pequeño.
- Emplea espectro extendido y utiliza esquema de codificación especial.
- Es muy eficiente en potencia.
- Brinda servicios de tercera generación.
- La ITU (Internacional Telecommunications Union) ha aceptado también las tecnologías 3G (Tercera Generación) basadas en CDMA como parte del IMT-2000. (International Mobile Telephone).

- CDMA ha surgido como la tecnología para la próxima generación de servicios.
- No hay restricciones de tiempo o de ancho de banda.
- Cada transmisor de estación terrena puede transmitir cada vez que lo desea y puede utilizar cualquier ancho de banda o todos los anchos de banda asignados a un sistema en particular.
- Las transmisiones son separadas por medio de técnicas de encriptación. Las transmisiones de cada estación terrena se codifican con una única palabra binaria llamada código de chip.
- Para recibir la transmisión de una estación terrena en particular, la estación receptora tiene que saber el código de chip para esa estación.
- La ventaja más importante es la inmunidad a la interferencia, que hace que el CDMA sea ideal para las aplicaciones militares.
- Con CDMA, todas las estaciones terrenas dentro del sistema pueden transmitir a la misma frecuencia y al mismo tiempo.
- Todo el ancho de banda de un canal puede utilizarse para cada transmisión de toda estación terrena.

1.1.3.2 VENTAJAS DEL CDMA

A continuación se listan algunas ventajas y beneficios de la tecnología CDMA, que la ponen muy por encima de su competidor TDMA.

- Información paquetizada. Las redes basadas en CDMA están construidas bajo protocolos IP (Internet Protocol). En otro tipo de redes, el añadir equipo que soporte paquetes de datos es costoso y requerirá también equipo terminal que lo soporte. El estándar cdmaOne ya incorpora en sus terminales los protocolos TCP/IP (Transfer Control Protocol/Internet Protocol) y PPP (point to point protocol).

- Ajuste dinámico del tamaño de las celdas. En una celda con poca densidad, la potencia es tan baja que la celda se reduce efectivamente, transmitiendo sin interferencia hacia las celdas vecinas mejorando el desempeño de las mismas. Este tipo de ajustamiento dinámico en el tamaño de las celdas es imposible en TDMA, donde las celdas adyacentes utilizan diferentes frecuencias.

- Bajo consumo de potencia y baterías más duraderas en las terminales. Debido al sistema de retroalimentación que utiliza CDMA, las terminales consumen menos potencia y las baterías duran más tiempo que las de TDMA.

- Amplia cobertura con pocas celdas, seguridad y privacidad. La técnica de espectro extendido es muy utilizada para aplicaciones militares donde la seguridad de las conversaciones y protección de los datos es

importante. Diseñado con trillones de códigos, con CDMA es muy difícil capturar y descifrar una señal.

➤ Control del nivel de potencia. El control de la potencia es otro beneficio de la técnica CDMA. Empleando técnicas de procesamiento de señales, corrección de error, etc., CDMA supera el problema de la potencia con una serie de ciclos de retroalimentación. Con un control automático de la ganancia en las terminales, una supervisión constante del nivel de señal de ruido y tasas de error en la radio base, los picos en el nivel de potencia son regulados con implementación electrónica que ajusta la potencia a una razón de 800 veces por segundo.

➤ La señal de espectro extendido de CDMA provee gran cobertura en la industria inalámbrica, permitiendo a los proveedores la instalación de menos celdas para cubrir un área más extensa. El uso de pocas celdas implica ahorro en la infraestructura de radio bases. Es preciso señalar que la reducción de celdas sólo es válida para operadores que empezaron desde un principio con CDMA. Operadores que utilizan sistemas analógicos o basados en otras tecnologías deberán redistribuir las celdas CDMA con las celdas ya existentes.

➤ Pocas llamadas caídas. La transferencia de celdas (handoff) de CDMA, método para transferir llamadas entre celdas, reduce inteligentemente el riesgo de interrumpirlas durante una transferencia. El proceso conocido como transferencia suave o transparente (soft handoff) entre celdas conduce a pocas llamadas caídas ya que existen celdas que monitorean las llamadas todo el tiempo. La transferencia entre celdas es transparente al usuario debido a que como todos los usuarios están utilizando el mismo espectro, es más fácil moverse de una celda a otra sin que el suscriptor se de cuenta.

➤ Resistencia a la interferencia, ruido del ambiente y multitrayectorias. En CDMA, las multitrayectorias en vez de ocasionar problemas con la señal, la fortalece más. Esto conduce a una casi eliminación de la interferencia y desvanecimiento. Ambos, el ruido eléctrico de fondo y ruido acústico de fondo son filtrados al usar ancho de banda angosta que corresponde a la frecuencia de la voz humana. Esto mantiene al ruido de fondo fuera de las conversaciones. En TDMA por el contrario, por ser basada en el tiempo, las multitrayectorias son un problema. Señales que vienen de distintas trayectorias desfasadas en el tiempo, ocasionan inconvenientes en las ranuras adyacentes haciendo que se interfieran las llamadas y se caigan.

➤ Implementación más rápida. Los sistemas CDMA pueden ser implementados y expandidos rápidamente debido a que requieren menos celdas. Pocas celdas significa para los operadores menor gasto de inversión y operación.

➤ Demanda del ancho de banda. El canal de 1.25 MHz de CDMA provee un recurso común a todas las terminales en un sistema, de acuerdo a sus propias necesidades. En un tiempo dado, la porción de este ancho de banda que no sea usada por una terminal, estará disponible para otro usuario. Debido a que CDMA utiliza una porción grande de espectro repartida entre varios usuarios, provee flexibilidad en el ancho de banda lo cual implica aumento en la demanda. Bajo TDMA donde los canales son fijos y pequeños, esto no es posible.

➤ Compatibilidad hacia adelante y hacia atrás. Las terminales que funcionan bajo CDMA son compatibles con su versión antecesora. Una terminal de tercera generación, cdma2000 por ejemplo, es compatible con cdmaOne de segunda generación. La compatibilidad hacia adelante se realiza sustituyendo un simple chip en la terminal. Una terminal con cdmaOne puede actualizarse a cdma2000, sustituyendo únicamente el chip principal. Esto evita la compra de una nueva terminal para acceder a los nuevos servicios.



- Calidad de voz mejorada. Sofisticados esquemas de control y corrección de error hacen que las tramas de información sean interpretadas correctamente. Por otro lado, sofisticados codificadores de voz (vocoders) la codifican a altas velocidades y reducen el ruido de fondo. La transferencia suave entre celdas es otro factor que eleva la calidad de la voz en una conversación. El control preciso de los niveles de potencia asegura un mejor servicio en cuanto a calidad de voz se refiere.
- Tecnología ampliamente reconocida. Existen más de 75 fabricantes de tecnología CDMA en el mundo.

1.2 HISTORIA DEL CDMA

1.2.1 INTRODUCCIÓN A LAS COMUNICACIONES INALAMBRICAS

Desde el principio de las telecomunicaciones han sido dos las opciones principales para llevar a cabo una comunicación: con o sin hilos, por cable o por el aire. En realidad ambas pueden participar en un mismo proceso comunicativo.

Por ejemplo la transmisión de un evento deportivo por televisión, en el que una cámara recoge la señal y la transmite, generalmente por cable, a una

unidad móvil encargada de comunicarse vía radio con el centro emisor, que a su vez se comunica por cable con una antena emisora que la distribuye por el aire a la zona que cubra la cadena de televisión.

En este caso se trata fundamentalmente de una transmisión vía radio, pues es así como se distribuye la señal que previamente ha producido la emisora.

Esta introducción se basa en las comunicaciones móviles, en las que emisor o receptor están en movimiento. La movilidad de los extremos de la comunicación excluye casi por completo la utilización de cables. Sin embargo el cable es más inmune a amenazas externas, como el ruido, y no tiene que competir con otras fuentes por el espacio radioeléctrico, el cual es un bien común escaso. Dos, tres o más cables pueden ser tendidos a lo largo de la misma zanja, y tomando las medidas adecuadas, no se producen interferencias.

Históricamente la comunicación inalámbrica se reservaba a transmisiones punto- multipunto, con grandes distancias a cubrir. También era útil en situaciones en las que la orografía dificultaba el despliegue de cables. Fundamentalmente se utilizaba para transmitir radio y TV. Por el contrario, las comunicaciones telefónicas utilizaban cables.

En cuanto a las comunicaciones móviles, no aparecieron a nivel comercial

hasta finales del siglo XX. Los países nórdicos, por su especial orografía y demografía, fueron los primeros en disponer de sistemas de telefonía móvil, eso sí, con un tamaño y unos precios no muy populares. Fue así como aparecieron las radio búsquedas, redes móviles privadas o Trunking y sistemas de telefonía móvil mejorados.

Después llegó la telefonía móvil digital, las agendas personales, mini-ordenadores, laptops y un sin fin de dispositivos dispuestos a conectarse inalámbricamente con otros dispositivos o redes. Y finalmente la unión entre las comunicaciones móviles e Internet, el verdadero punto de inflexión tanto para uno como para otro.

Los servicios de comunicaciones móviles más extendidos son la telefonía móvil terrestre, la comunicación móvil por satélite, las redes móviles privadas, la radiomensajería, la radiolocalización GPS (Global Position System) y el acceso a Internet móvil.

1.2.2 PANORAMICA DE LOS SISTEMAS CELULARES

Las tecnologías inalámbricas están teniendo mucho auge y desarrollo en estos últimos años, una de las que ha tenido un gran desarrollo ha sido la telefonía celular. Los teléfonos celulares se han convertido en una herramienta primordial para la gente común y de negocios.

A pesar que la telefonía celular fue concebida para voz únicamente, debido a las limitaciones tecnológicas de esa época, la tecnología celular de hoy en día es capaz de brindar otro tipo de servicios tales como datos, audio y video con algunas limitaciones, pero a futuro, la telefonía inalámbrica hará posible aplicaciones que requieran un mayor consumo de ancho banda.

1.2.2.1 BREVE HISTORIA DE LA TELEFONÍA CELULAR

Martin Cooper fue el pionero en esta tecnología, a él se le considera como "el padre de la telefonía celular" al introducir el primer radioteléfono en 1973 en los Estados Unidos mientras trabajaba para Motorola; pero no fue hasta 1979 en que aparece el primer sistema comercial en Tokio Japón por la compañía NTT (Nippon Telegraph & Telephone Corp.)

En 1981 en los países Nórdicos se introduce un sistema celular similar a AMPS (Advanced Mobile Phone System). Por otro lado, en los Estados Unidos gracias a que la entidad reguladora de ese país adopta reglas para la creación de un servicio comercial de telefonía celular, en octubre de 1983 se pone en operación el primer sistema comercial en la ciudad de Chicago.

A partir de entonces en varios países se tomó a la telefonía celular como una alternativa a la telefonía convencional alámbrica. La tecnología inalámbrica tuvo gran aceptación, por lo que a los pocos años de implantarse se empezó

a saturar el servicio, por lo que hubo la imperiosa necesidad de desarrollar e implementar otras formas de acceso múltiple de canal y transformar los sistemas analógicos a digitales para darle cabida a más usuarios. Para separar una etapa de la otra, a la telefonía celular se ha categorizado por generaciones.

1.2.2.2 LAS GENERACIONES DE LA TELEFONÍA INALÁMBRICA

La primera generación de la telefonía móvil hizo su aparición en 1979, se caracterizó por ser analógica y estrictamente para voz.

Tenía baja calidad de voz, baja velocidad [2400 bauds], la transferencia entre celdas era muy imprecisa, tenía baja capacidad (basadas en FDMA, Frequency Divison Multiple Access) y la seguridad no existía. La tecnología predominante de esta generación es el AMPS (Advanced Mobile Phone System).

La segunda generación (2G) arribó hasta 1990 y a diferencia de la primera se caracterizó por ser digital. El sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y son los sistemas de telefonía celular usados en la actualidad. Las tecnologías predominantes son: GSM (Global System for Mobile Communications); IS-136 (conocido también como TIA/EIA-136 o

ANSI-136) y CDMA (Code Division Multiple Access) y PDC (Personal Digital Communications), éste último utilizado en Japón.

Los protocolos empleados en los sistemas 2G soportan velocidades de información más altas para voz pero limitados en comunicaciones de datos. Se pueden ofrecer servicios auxiliares tales como datos, fax y SMS (Short Message Service). La mayoría de los protocolos de 2G ofrecen diferentes niveles de encriptación.

En los Estados Unidos y otros países se le conoce a 2G como PCS (Personal Communications Services). Luego está la generación 2.5G, la cual es más rápida que la anterior y más económica para actualizar a 3G.

La generación 2.5G ofrece capacidades adicionales a los que ofrece 2G tales como: GPRS (General Packet Radio System), HSCSD (High Speed Circuit Switched Data), EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution), IS-136B, IS-95B, entre otros.

Los proveedores europeos y de Estados Unidos se movieron a 2.5G en el 2001. Mientras que Japón fue directo de 2G a 3G en dicho año.



La tercera generación (3G) se caracteriza por la calidad en la transmisión de voz, acceso inalámbrico a Internet, aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos.

Los sistemas 3G alcanzarán grandes velocidades permitiendo movilidad total a los usuarios. Entre las tecnologías de la tercera generación se encuentran: UMTS (Universal Mobile Telephone Service), cdma2000 y IMT-2000.

El impulso de los estándares de la 3G está siendo apoyado por la ITU (International Telecommunications Union) y a este esfuerzo se le conoce como IMT-2000 (International Mobile Telephone).

La cuarta generación (4G) es un proyecto a largo plazo que será 50 veces más rápida en velocidad que la tercera generación. Se planean hacer pruebas de esta tecnología hasta el 2005 y que se empiecen a comercializar la mayoría de los servicios hasta el 2010.

Existen hoy en día tres tecnologías de telefonía celular predominantes en el mundo: IS-136, IS-95 y GSM.

IS-136 (Interim Standard 136) fue la primera tecnología digital de telefonía celular desarrollada en Estados Unidos. IS-136 esta basada en TDMA

(Time Division Multiple Access), una técnica de acceso múltiple la cual divide los canales de frecuencia en tres ranuras de tiempo. Este método permite que tres usuarios se comuniquen en cada canal sin interferirse uno con el otro.

Por otro lado, CDMA utiliza la tecnología de espectro extendido en la cual muchos usuarios comparten simultáneamente el mismo canal pero cada uno con diferente código, lo cual permite un aumento en la capacidad. A CDMA de segunda generación se le conoce como cdmaOne

GSM (Global System Mobile) es una tecnología celular desarrollada en Europa considerada como la tecnología celular más avanzada. Además, da servicio de voz y datos basado en la conmutación de circuitos de alta velocidad la cual combina hasta más de cuatro ranuras de tiempo en cada canal de radio.

1.3 COMPARACIÓN ENTRE LAS TÉCNICAS DE ACCESO MÚLTIPLE

El acceso CDMA presenta mayores ventajas en comparación a las otras técnicas de acceso, entre las cuales podemos anotar:

- La tecnología CDMA proporciona aumentos significativos de la capacidad sobre FDMA y TDMA, ya que presenta menor número de rehusos de frecuencia.
- CDMA permite un rendimiento de procesamiento más alto para los paquetes de información.
- Con CDMA se pueden hacer muchas más llamadas por el mismo canal de frecuencia que en las otras técnicas.
- CDMA presenta más canales de voz por celda.
- Mientras TDMA presenta tres veces la capacidad de FDMA, CDMA presenta veinte veces la capacidad de la misma.

En la figura 1.1 se muestra las técnicas de acceso múltiple.

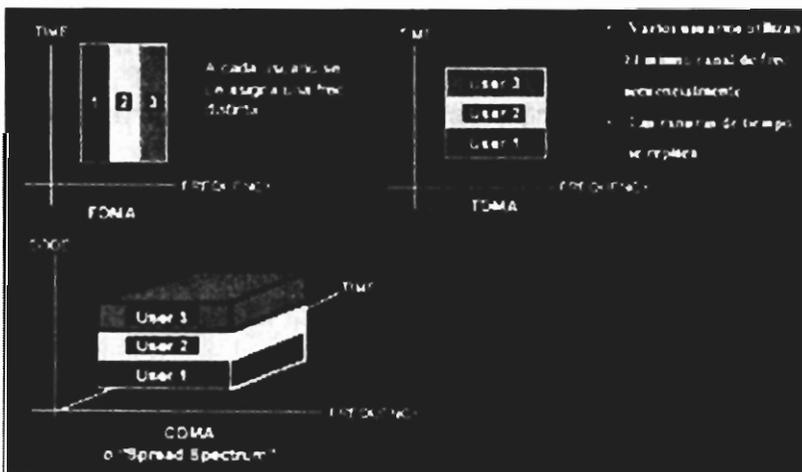


Figura 1.1 Técnicas de Acceso Múltiples

1.4 EVOLUCION DE CDMA

1.4.1 SEGUNDA GENERACION: CDMAone



1.4.1.1 CDMAone

CDMAone es el estándar original de CDMA. Está reconocido mundialmente como la marca comercial para IS-95 CDMA (Code Division Multiple Access), una de las tecnologías inalámbricas más rápidas del mundo. Las redes cdmaOne actualmente sirven a más de 65 millones de suscriptores alrededor del mundo.



Transmite señales digitales de radio, por ejemplo, entre un teléfono móvil y una estación radio base. Enfocándose a las necesidades de crecimiento para aplicaciones avanzadas de voz y datos, cdmaOne ofrece servicios de datos para paquetes conmutados en circuitos, fax digital y fax analógico, también ofrece un camino evolutivo a la tecnología de tercera generación, CDMA2000™ preservando las inversiones en equipo.



1.4.1.2 DESCRIPCION

Los sistemas cdmaOne están basados en tecnología de acceso múltiple de espectro ensanchado, (spread spectrum), la cual ha ganado aceptación

mundial por los operadores de red. Las redes cdmaOne tienen la habilidad de incrementar dramáticamente la capacidad y la calidad en el servicio.

La tecnología CDMA ofrece a los operadores una respuesta a la demanda de capacidad en sus redes. La gran capacidad de CDMA se debe al uso de tecnología de espectro ensanchado, la cual codifica y dispersa todas las conversaciones a través de una banda de espectro (1.25MHz). Este esquema permite a un gran número de usuarios compartir simultáneamente la misma portadora de 1.25 MHz.

Esta técnica difiere de la utilizada para transmitir voz y datos sobre redes de Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA), la cual asigna a cada usuario una ranura de tiempo en una banda angosta de espectro.

Otros factores que contribuyen a las ganancias de capacidad de CDMA son:

- *Reutilización de frecuencia.*
- Handoffs suaves.
- Control de Potencia.
- Codificadores de Voz variables.

La ganancia en capacidad provista por la tecnología cdmaOne se refleja en redes rentables para los operadores de red inalámbrica.



Los sistemas cdmaOne requieren un número pequeño de sitios para cubrir un área en particular, mientras dan servicio a un gran número de usuarios. Además, la baja potencia de transmisión requerida por los teléfonos CDMA se traduce en una mayor vida de la batería para los suscriptores y en más minutos de uso para los operadores.

La tecnología cdmaOne mejora la calidad del servicio por medio del uso de handoff's suaves, lo cual reduce considerablemente el número de llamadas caídas y asegura una transición suave entre llamadas. En un handoff suave se hace una conexión a la nueva célula mientras se mantiene la conexión con la célula original. Esta transición entre células es indetectable para el suscriptor.

La tecnología cdmaOne también toma ventaja del desvanecimiento multi-trayectoria para mejorar las comunicaciones y la calidad de voz. Utilizando un receptor rastillo y otras técnicas de procesamiento de señales mejoradas, cada estación móvil selecciona las tres señales multi-trayectoria más fuertes y coherentemente las combina para producir una mejor señal.

1.4.1.3 BENEFICIOS

- Capacidad en ganancia de ocho a diez veces en comparación a AMPS (Sistema de Telefonía Móvil Avanzado) u otros sistemas analógicos.
- Calidad de llamada mejorada con un sonido mejor y más consistente en comparación a sistemas AMPS.
- Sistema simplificado de planeación a través del uso de la misma frecuencia en cada sector de cada célula.
- Privacidad mejorada a través de la dispersión de señales de voz.
- Características mejoradas de cobertura, permitiendo la instalación de menos células.

1.4.1.4 OPCIONES DE EVOLUCION DE CDMAone

Con la interfaz de aire CDMA2000 los operadores pueden duplicar la capacidad de voz de sistemas existentes cdmaOne e introducir funciones y servicios 3G sin invertir significativamente en infraestructura y espectro.

Migrar de cdmaOne

- Actualización económica a CDMA2000 1X.
- Unidad principal y actualización de software.
- No es necesario la modificación de las unidades remotas o antenas.
- Actualizar solo partes de la red que demandan capacidad.

- Actualización a CDMA2000 1xEV.
- Actualización de unidad principal y software.
- Modificaciones a la trayectoria de Rx en áreas remotas.

CDMA2000 - 1X Multi-Portadora

- Actualización económica a 1xEV(Evolución de CDMA).
- Elemento de canal y software.
- Sin necesidad de cambiar unidades remotas ni cableado.

1.4.2 TERCERA GENERACION: CDMA2000

1.4.2.1 CDMA2000™

CDMA2000 es la solución de 3era Generación basada en IS-95. A diferencia de otros estándares de 3G, CDMA2000 es una evolución de un estándar inalámbrico existente. CDMA2000 provee servicios de tercera generación como está definido por la ITU (International Telecommunications Union) en la IMT-2000.

Las redes 3G proporcionarán servicios inalámbricos con mejor desempeño, gran rentabilidad y más contenido. La meta es acceder a cualquier servicio, en cualquier lugar, a cualquier hora desde una terminal.

CDMA2000 es una solución para operadores de redes inalámbricas que desean tomar ventaja de los nuevos intereses del mercado, creadas por la movilidad y la Internet. CDMA2000 es tanto una interfaz de aire como una solución de red para proporcionar los servicios que los clientes demandan el día de hoy.

Estos servicios son referidos comúnmente como 3G. CDMA2000 y 3G son sinónimos. Es parte de la familia de Acceso de Radio de Interfaces de Aire acordadas bajo el Operators Harmonization Group para promover y facilitar la convergencia de redes de tercera generación (3G). Una meta del grupo de armonización es la de proveer roaming global entre las distintas modalidades de CDMA 3G – CDMA2000 y WCDMA (Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha). El uso de Ericsson de tecnologías comunes nos permite manejar toda la familia de CDMA 3G.

CDMA2000 está diseñado para disminuir los riesgos, proteger la inversión y proporcionar desempeño significativo a los operadores conforme sus redes evolucionan para ofrecer servicios 3G. Las redes CDMA2000 son compatibles con las redes cdmaOne, lo cual protege las inversiones de los operadores cdmaOne y provee una migración simple y económica a la siguiente generación. Además, las redes CDMA2000 ofrecen mejoras en la calidad de voz y soporte para servicios de datos multimedia.

1.4.2.2 DESCRIPCIÓN

El estándar CDMA2000 está evolucionando para ofrecer continuamente nuevos servicios en una portadora estándar de 1.25 MHz. La primera fase de CDMA2000 o CDMA2000 1X entrega transmisión de datos a 144kbps. La fase dos, llamada CDMA2000 1xEV proveerá transmisiones mayores a los 2Mbps.

1.4.2.3 CDMA2000 1X

El estándar IS-2000 (CDMA2000 1X) fue publicado por la TIA (Telecommunications Industry Association). 1X ofrece aproximadamente el doble de capacidad para voz que cdmaOne.

Las transmisiones de datos promedio son de 144kbps. 1X se refiere a la implementación de CDMA2000 dentro del espectro existente para las portadoras de 1.25MHz de cdmaOne como se muestra en la figura 1.2. El termino técnico se deriva de N = 1 (es decir, el uso de la misma portadora de 1.25MHz de cdmaOne) y el 1x significa una vez 1.25MHz.

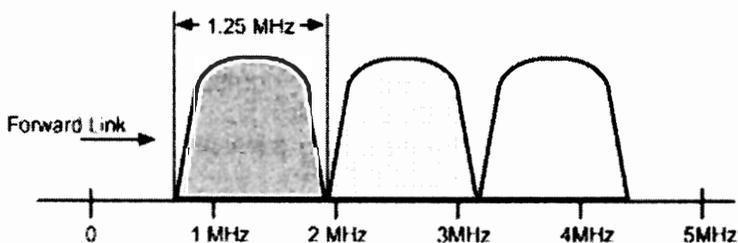


Figura 1.2 Portadoras de CDMA2000 1x

CDMA2000 1X puede ser implementado en un espectro existente o en un nuevo espectro designado.

1.4.2.4 CDMA2000 1xEV

La evolución de CDMA2000 más allá de 1X es ahora llamado CDMA2000 1xEV. 1xEV será dividido en dos pasos: 1xEV-DO (1x Evolution Data Only) y 1xEV-DV. 1xEV-DO significa 1X Evolution Data Only. 1xEV-DV (1x Evolution Data and Voice) . Ambas proveen pasos para brindar servicios avanzados CDMA2000 utilizando el estándar de portadora de 1.25MHz. 1xEV-DO está disponible para los operadores desde el 2002. 1xEV-DV estará disponible uno y medio o dos años después que 1xEV-DO.

1.4.2.5 CDMA2000 PCN

Los estándares para el PCN (Packet Core Network) de CDMA son desarrollados por el grupo de trabajo TR45.6 de la TIA. Estos estándares están siendo desarrollados utilizando estándares existentes de la IEFT (Internet Engineering Task Force) en IP móvil. 3gPP2 también esta definiendo la evolución de CDMA2000 a IP. El PCN CDMA2000 será el primer paso en esta evolución.

Para proveer transporte inalámbrico seguro y eficiente para datos, se ha introducido un mecanismo de entrega de datos utilizando el PCN.

- Soporte a Servicios de Datos de Alta Velocidad. Tasas de transmisión más altas (144kbps a 2Mbps y más allá) y soporte a datos de baja latencia.
- Soporte a Servicios Multimedia. Soporte simultáneo de Voz/datos para multi-servicios.
- Calidad en el Servicio (QoS).
- Aplicaciones Especiales. Servicio llamado Follow-Me (Antenas Inteligentes). Confiabilidad en el Acceso y Vida de la Batería extendida.

- El terminal del suscriptor CDMA2000 ofrecerá:
 - Tri-modo: 800 / 1900 CDMA y 800Mhz analógico
 - Capacidad y cobertura mejorada.
 - Capacidad de Paquetes de Datos a 144kbps.
 - Soporte simultáneo de voz y datos.
 - Permitirá Bluetooth/WAP.
 - Compatibilidad con cdmaOne.
 - Tiempos de standby más largos.

1.4.3 TRANSICIÓN DE SEGUNDA A TERCERA GENERACION

1.4.3.1 LA EVOLUCIÓN EN LOS SISTEMAS INALÁMBRICOS: EL CAMINO A 3G

Con apropiadas configuraciones y los nuevos protocolos wireless optimizados, las redes celulares de datos de hoy en día pueden ofrecer grandes mejoras en la productividad.



1.4.3.2 PRIMEROS SISTEMAS 3G

En 1999, los servicios celulares de datos eran: paquetes de datos para celular digital (CDPD), servicios de datos de circuitos conmutados para redes GSM, y servicios de datos de circuitos conmutados para redes CDMA. Todos estos servicios ofrecen velocidades en el rango de 9.6Kbps a 14.4Kbps.



En los sistemas celulares actuales, los datos se encuentran situados en el mismo ancho de banda que los llamados de voz. Los codificadores de voz (vocoders) en las redes celulares actuales digitalizan voz en un rango de 8 a 13Kbps, y esa es aproximadamente la cantidad disponible para datos.

Existen básicamente dos caminos por los cuales se pueden transmitir datos vía celular. El primero es con teléfonos inteligentes, los cuales son teléfonos celulares que incluyen un micro browser.



Con estos, se puede ver información especialmente formateada para Internet. El otro es a través de módems Wireless, en formatos de placas para

PC (Personal Commutation) o bien usando un teléfono celular conectado a la computadora.

Ambas alternativas pueden dar un acceso a sitios de Internet y a sistemas corporativos, incluyendo e-mail, bases de datos, etc., pero los dos casos requieren que el usuario tome ancho de banda de la red en la que tiene cuenta.

En cambio, la próxima generación de redes promete ancho de banda, cobertura global, y una manera más accesible y facilidades de uso, lo que expandirá las opciones para transmisiones de datos móviles.

1.4.3.3 EL MUNDO DE HOY

Los usuarios de voz pueden encontrar, hoy en día, dificultoso distinguir entre la calidad de una llamada IS-136 usando las redes wireless de AT&T, una llamada GSM usando una red Omnipoint, o una llamada CDMA usando la red Spring PCS; del mismo modo, los usuarios de datos notarán una gran similitud en los nuevos servicios de datos celulares.

Nos referimos a la generación actual como segunda generación, en consecuencia, los nuevos avances de redes son a veces denominados 2.5G. Esta tecnología 2.5G ha sido desarrollada para redes de tercera generación

(3G), pero se está aplicando a las redes existentes de forma incremental. Esto les permitirá a los operadores ofrecer altas velocidades de transmisión de datos y aumentar la capacidad para voz a un costo menor al que tendrían desarrollando nuevas redes 3G. Además, pueden hacerlo usando el espectro existente.

Los estándares 3G, actualmente en desarrollo, son llamados IMT-2000 (International Mobile Telephone 2000). Estos suponen velocidades de datos de 144Kbps (velocidades de manejo), 384Kbps para uso outdoor (o velocidades bajas), y 2Mbps indoors. Esto no significa que vamos a usar nuestros teléfonos celulares a 2Mbps pues la tasa indoor dependerá de un planeamiento cuidadoso de frecuencias en un edificio, y posiblemente un compromiso de la organización de trabajar cerca de los operadores.

Lo que es de interés es la tasa de datos de 384Kbps, para uso outdoor, dado que este servicio de paquetes basados en un protocolo IP estará disponible sobre amplias áreas; pero más importante aún, es que la tecnología que nos proveerá los 384Kbps en las redes 3G, es la misma que será desarrollada para las redes 2.5G.

Los servicios 2.5G se implementaron en el año 2000, como un anticipo de las redes 3G que aparecerán luego del 2002. Las tres mayores tecnologías

celulares proveerán estos servicios, y tenderán a compatibilizarse en el futuro. De hecho, se comenzará con una convergencia de los servicios de datos de IS-136 y GSM y se seguirá con una armonización de las versiones 3G de GSM y CDMA. Entendiéndose por armonización que mientras las diferencias sigan existiendo, los sistemas interoperarán entre sí.

Los organismos de estandarización están trabajando no solo en tecnologías de radio, sino también en infraestructura de redes. Un de los objetivos es permitir a los usuarios migrar de redes privadas a públicas. Tal migración va a requerir la implementación de estándares tales como IP Móvil. Otra meta es simplificar la conexión entre computadoras portátiles y dispositivos wireless a través de una red de área personal (PAN).

Otra tendencia es aun voz sobre IP. Ya que las redes terrestres comienzan a usar IP para voz y multimedia, será importante para esas comunicaciones IP extenderse hacia a los dispositivos wireless. Quizás la tendencia más importante de todas es hacia la cobertura universal. Esto no se logrará solo por el hecho de que los estándares wireless converjan entre sí, sino también desarrollando nuevos dispositivos que operen en múltiples modos y en múltiples frecuencias.

1.5 TECNOLOGIAS BASADAS EN CDMA

A nivel mundial existen muchas propuestas para proveer servicios de banda ancha basadas en la tecnología CDMA. Por ejemplo Qualcomm (EUA) está promoviendo cdma2000, Ericsson (Europa) y NTT (Nippon Telegraph & Telephone Corporation) DoCoMo (Japón) con WCDMA (Wideband CDMA). CDMA2000 ofrece una evolución simple para operadores. Fue desarrollado para operar en una cantidad de bandas de frecuencia, incluyendo las actuales bandas de celular y PCS, también con flexibilidad para ser implementada en 2GHz.

1.5.1 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE CÓDIGOS DE BANDA ANCHA

WCDMA (Acceso Múltiple por División de Códigos de Banda Ancha) es una técnica de radio de banda ancha que permite obtener mayores velocidades de transmisión de datos para el usuario y un uso más eficiente del espectro de radio que los sistemas actuales.

WCDMA es una tecnología de interfaz de radio de banda ancha que cumple el IMT-2000 y que se emplea en la norma UMTS (Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles). Ericsson considera que existe un importante mercado para todos los estándares de 3G, ya que se complementan entre sí y están dirigidos hacia mercados diferentes.

Se destinará principalmente a aquellos operadores del espectro de 2GHz, especialmente en mercados en los que el GSM ha sido la primera tecnología en implantarse. cdma2000 se destinará principalmente a los operadores cdmaOne ya existentes en las bandas de 800 y 1900 MHz.

1.5.1.1 CARACTERISTICAS

El WCDMA ha sido perfeccionado para los servicios de 3G y está diseñado para implantarse en la banda de frecuencia de 2 GHz, en la que las nuevas bandas del espectro permitirán aprovechar plenamente las ventajas de la tecnología.

Por ejemplo, un sólo operador WCDMA de 5 MHz podrá ofrecer servicios mixtos con velocidades de entre 8 kbits/seg. y 2 Mbits/seg., y los terminales WCDMA podrán acceder de forma simultánea a diversos servicios. En el futuro, WCDMA permitirá alcanzar velocidades de transmisión de datos de hasta 8Mbits/seg.

Dado que la interfaz de radio WCDMA emplea una estructura de protocolo de señalización de red similar a la de GSM y TDMA (IS-136), parte de la capa de conmutación básica de estas redes ya existentes podrá reutilizarse para WCDMA.

WCDMA permite usar técnicas consolidadas de mejora de la capacidad y de la cobertura. Por ejemplo, se pueden implantar redes por capas (con estructuras de célula jerárquicas) dentro de las frecuencias asignadas de 2 x 15 MHz recomendadas por la ITU, ya que lo único que se necesita por cada capa de células es 2 x 5 MHz. Esto permitirá combinar macro y microcélulas en áreas de alta densidad para aumentar la capacidad.

Asimismo, pueden emplearse redes adaptables de antenas que dirijan los haces a los usuarios para aumentar el alcance y reducir las interferencias en la medida de lo posible. Esto resulta de especial utilidad cuando el espectro de los servicios de banda ancha es limitado.



1.6 TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN LAS REDES INALÁMBRICAS

Existen varias tecnologías utilizadas en redes inalámbricas. El empleo de cada una de ellas depende mucho de la aplicación.

Cada tecnología tiene sus ventajas y desventajas. A continuación se listan las más importantes en este género.

- Infrarrojo (Infrared)
- Banda Angosta (Narrowband)
- Espectro Ensanchado (Spread Spectrum)



1.6.1 TECNOLOGÍAS DE ESPECTRO ENSANCHADO

La tecnología de espectro ensanchado consiste en difundir la señal de información a lo largo del ancho de banda disponible, es decir, en vez de concentrar la energía de las señales alrededor de una portadora concreta lo que se hace es repartirla por toda la banda disponible. Este ancho de banda total se comparte con el resto de usuarios que trabajan en la misma banda de frecuencia.

Existen dos tipos de tecnologías de espectro ensanchado:

- Espectro Ensanchado por Secuencia Directa (DSSS)
- Espectro Ensanchado por Salto en Frecuencia (FHSS)

1.6.1.1 ESPECTRO ENSANCHADO POR SECUENCIA DIRECTA

Esta técnica consiste en la generación de un patrón de bits redundante llamado señal de chip para cada uno de los bits que componen la señal de información y la posterior modulación de la señal resultante mediante una portadora de RF(Radio Frecuencia) . En recepción es necesario realizar el proceso inverso para obtener la señal de información original. La secuencia de bits utilizada para modular cada uno de los bits de información es la llamada secuencia de Barker y tiene la siguiente forma:

+1, -1, +1, +1, -1, +1, +1, +1, -1, -1, -1

DSSS (Espectro Ensanchado por Secuencia Directa) tiene definidos dos tipos de modulaciones a aplicar a la señal de información una vez que se sobrepone la señal de chip tal y como especifica el estándar IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos Electrónicos) 802.11. La modulación DBPSK, Differential Binary Phase Shift Keying y la modulación DQPSK, Differential Quadrature Phase Shift Keying proporcionando unas velocidades de transferencia de 1 y 2 Mbps respectivamente.

En el caso de Estados Unidos y de Europa la tecnología de espectro ensanchado por secuencia directa, DSSS, opera en el rango que va desde los 2.4GHz hasta los 2.4835GHz, es decir, con un ancho de banda total disponible de 83.5 MHz. Este ancho de banda total se divide en un total de 14 canales con un ancho de banda por canal de 5 MHz de los cuales cada país utiliza un subconjunto de los mismos según las normas reguladoras para cada caso particular. En el caso de España se utilizan los canales 10 y 11 ubicados en una frecuencia central de 2.457GHz y 2.462 GHz respectivamente.

En topologías de red que contengan varias celdas, ya sean solapadas o adyacentes, los canales pueden operar simultáneamente sin apreciarse

interferencias en el sistema si la separación entre las frecuencias centrales es como mínimo de 30 MHz.

Esto significa que de los 83.5 MHz de ancho de banda total disponible podemos obtener un total de 3 canales independientes que pueden operar simultáneamente en una determinada zona geográfica sin que aparezcan interferencias en un canal procedentes de los otros dos canales. Esta independencia entre canales nos permite aumentar la capacidad del sistema de forma lineal con el número de puntos de acceso operando en un canal que no se esté utilizando y hasta un máximo de tres canales (la información sobre la distribución de las frecuencias en distintas regiones del mundo se encuentra disponible en el estándar IEEE 802.11).

1.6.1.2 ESPECTRO ENSANCHADO POR SALTO EN FRECUENCIA DIRECTA

La tecnología de espectro ensanchado por salto en frecuencia consiste en transmitir una parte de la información en una determinada frecuencia durante un intervalo de tiempo llamada well time y es inferior a 400ms. Pasado este tiempo se cambia la frecuencia de emisión y se sigue transmitiendo a otra frecuencia. De esta manera cada tramo de información se va transmitiendo en una frecuencia distinta durante un intervalo muy corto de tiempo.

Cada una de las transmisiones a una frecuencia concreta se realiza utilizando una portadora de banda estrecha que va cambiando (saltando) a lo largo del tiempo. Este procedimiento equivale a realizar una partición de la información en el dominio temporal. El orden de los saltos en frecuencia que el emisor debe realizar, viene determinado según una secuencia pseudo aleatoria que se encuentra definida en unas tablas que tanto el emisor como el receptor deben conocer.

La ventaja de estos sistemas frente a los sistemas DSSS es que con esta tecnología podemos tener más de un punto de acceso en la misma zona geográfica sin que existan interferencias si se cumple que dos comunicaciones distintas no utilizan la misma frecuencia portadora en un mismo instante de tiempo.

Si se mantiene una correcta sincronización de estos saltos entre los dos extremos de la comunicación el efecto global es que aunque vamos cambiando de canal físico con el tiempo se mantiene un único canal lógico a través del cual se desarrolla la comunicación.

El estándar IEEE 802.11 describe esta tecnología mediante la modulación en frecuencia FSK, Frequency Shift Keying, y con una velocidad de

transferencia de 1Mbps ampliable a 2Mbps bajo condiciones de operación óptimas.

1.7 COMUNICACIÓN CELULAR MÓVIL CDMA

CDMA, como esquema de acceso múltiple, en la comunicación móvil permite aumentar el número de usuarios que acceden simultáneamente al sistema, especialmente por ser el único sistema que aprovecha realmente las propiedades estadísticas de la voz. Sin embargo, debido a que todos los usuarios transmiten al mismo tiempo, requiere una sincronización muy precisa.

1.7.1 ESTÁNDAR PARA CELULARES DIGITALES CON CDMA (IS95)

El estándar IS95 ha sido definido por la TIA (Telecommunications Industry Association) de Estados Unidos, y es compatible con el plan de frecuencias existente en los Estados Unidos para la telefonía celular análoga. Las bandas especificadas son 824 Mhz - 849 Mhz para reverse-link y 869 Mhz - 894 Mhz para forward-link.

Los canales están separados por 45 Mhz. La velocidad máxima de usuario es de 9.6 Kb/s. En el forwardlink los datos son codificados con un código

convolucional ($1/2$), y se ensanchan con una secuencia de 64 bits (funciones de Walsh). A cada móvil se le asigna una secuencia diferente. Se proporciona, además, un canal piloto (código) para que cada móvil pueda determinar como actuar con respecto a la base. Este canal tiene mayor potencia que todos los demás y proporciona una base coherente que usan los móviles para demodular el tráfico. También proporciona una referencia de tiempo para la correlación del código.



En el reverse-link se utiliza otro esquema pues los datos pueden llegar a la base por caminos muy diferentes. Los datos son codificados con un código convolucional ($1/3$). Después de mezclados, cada bloque de 6 bits se usa como un índice para identificar un código de Walsh. Finalmente se ensancha la señal utilizando códigos que son específicos del usuario y de la base.



El control de potencia se lleva a cabo en pasos de 1 dB, y puede ser de dos maneras: Una es tomar como referencia la potencia recibida de la estación base. La otra es recibir instrucciones de la base sobre el ajuste que se debe llevar a cabo.

Finalmente, vale la pena anotar que la señal que se transmite se modula utilizando la técnica QPSK filtrado de la base al móvil y QPSK filtrado con un desplazamiento del móvil a la base.



1.7.2 ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DEL MÓVIL EN CDMA

1.7.2.1 CUANDO SE ENCIENDE UN MOVIL

Cuando se enciende un móvil, este conoce la frecuencia asignada para el servicio CDMA en el área local. Se sintoniza en dicha frecuencia y busca la señal piloto.



Puede encontrar varias señales piloto provenientes de diferentes estaciones base, pero estas pueden ser diferenciadas porque tienen diferentes desplazamientos de tiempo. El móvil selecciona la señal piloto más potente y establece referencias de tiempo y frecuencia a partir de ella.

Una vez realizado este proceso de selección de la base, el móvil comienza a demodular con el código Walsh 32 que corresponde al canal de sincronización.



El canal de sincronización contiene el valor futuro del registro de desplazamiento de código largo (42 bits). El móvil carga dicho valor en su registro y queda sincronizado con el tiempo de la estación base.



Adicionalmente se requiere que el móvil se registre en la base; de esta manera, esta sabe que el móvil está disponible para recibir llamadas y cual es su ubicación. Cuando un móvil pasa de una zona a otra y no hay una llamada en curso, realiza un proceso de state handoff.

1.7.2.2 CUANDO EL USUARIO REALIZA UNA LLAMADA

Cuando el usuario realiza una llamada, el móvil intenta contactar la estación base con un acceso de prueba. El código largo que se utiliza está basado en los parámetros de la celda. Si ocurre una colisión el móvil no recibe respuesta y espera un tiempo aleatorio antes de intentar de nuevo. Al establecer contacto con la estación base, esta le asigna un canal de tráfico mediante un código Walsh. A partir de este momento el móvil cambia el código largo por uno basado en su número de serie.

El código Walsh se utiliza en el forward-link, mientras que el código largo se utiliza en el reverse-link. Cuando un móvil comunicado con una base detecta otra señal piloto suficientemente potente, solicita un proceso de soft handoff.

Al móvil se le asigna otro código de Walsh y otra temporización piloto. El móvil debe estar en capacidad de recibir ambas señales y combinarlas. Cuando la señal de la base original haya disminuido lo suficiente, el móvil solicita el fin del soft handoff.

1.7.2.3 AL FINALIZAR LA LLAMADA

Al finalizar una llamada, los canales se liberan. Cuando el móvil se apaga genera una señal registro de apagado que se envía a la base para indicar que ya no está disponible para llamadas.



1.8 APLICACIONES DE LAS TÉCNICAS DE ACCESO MULTIPLE

Las técnicas de acceso múltiple son utilizadas en el ambiente de las comunicaciones para que varios dispositivos [computadoras, teléfonos, radios, etc.] puedan acceder al medio o canal de comunicación de manera ordenada. Sin las técnicas de acceso múltiple, las comunicaciones entre dispositivos sería un caos. Las técnicas de acceso múltiple nos permiten compartir un mismo canal de comunicación para varios usuarios.



CAPITULO 2:



2. WIRELESS LOCAL LOOP

2.1 DEFINICIÓN DE WLL

WLL (Lazo Local Inalámbrico) es un sistema que permite la conexión entre estaciones bases y subscriptores, excluyendo en la misma el uso del alambre de cobre. Esta conexión se la realiza desde una estación base o antena principal hasta la antena del cliente.



Este sistema permite brindar entre otros servicios: Internet de alta velocidad así como telefonía.

2.2 FUNCIONAMIENTO DEL WLL

Entre los aspectos más importantes del funcionamiento del WLL se pueden mencionar:

➤ WLL funciona en el espectro radioeléctrico de los 3400 a los 3700 MHz, lo que significa mayor poder y velocidad en la transmisión de voz y datos. Mientras el cable telefónico ofrece una velocidad de hasta 56 Kbps (kilobytes por segundo), WLL ofrece una velocidad entre los 128 y los 512 Kbps.

➤ WLL utiliza antenas, con sus respectivas celdas de transmisión, cada una de las cuales puede cubrir de 20 a 25 kilómetros cuadrados como máximo. Con unos pequeños receptores que se colocan en los techos o paredes de los hogares, el servicio puede ser brindado en poco tiempo.

2.3 COMPARACION ENTRE WLL Y EL COBRE

En comparación a la alternativa de desplegar líneas de cobre, la tecnología WLL ofrece las siguientes ventajas:

➤ Rápido Despliegue. WLL se puede desplegar en semanas o meses con respecto a los meses o años que se necesitan para desplegar el alambre de cobre sobre la tierra o subterráneo. Un despliegue más rápido significa ganancias y reducción de tiempo para el reembolso de la inversión del mismo.

➤ **Bajos Costos De Construcción.** El despliegue de la tecnología WLL implica menor costo de construcción con respecto a la línea de cobre. Aunque esto depende del sector donde se desee implementar; por ejemplo un sector que cuente con poco o ningún tipo de servicio, la inversión que se haga en un principio será compensada con los servicios que se podrán brindar de dicho despliegue una vez que se cuente con la base de la infraestructura WLL.

➤ **Bajo Costo En Mantenimiento De Red.** Los equipos que se usan en WLL son menos propensos a incidentes que el alambre de cobre, y pueden ser menos vulnerables al hurto o daño debido a agentes externos. En WLL, el mantenimiento de la red, incluyendo análisis de averías y la reconfiguración del sistema, puede ser realizado desde una localización centralizada que administra completamente la red WLL entre la interfaz de la red de servicio y la terminal del subscritor.

➤ **Bajos Costos En Extensión De Red.** Una vez que la infraestructura del WLL (la red de las estaciones base y de la interfaz a los terminales del subscritor) está en su lugar, la red puede ser extendida o incrementada por un costo muy bajo como muestra la figura 2.1.

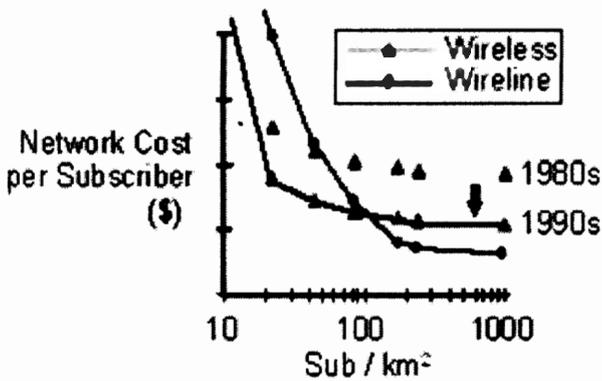


Figura 2.1 Comparación de sistemas alámbricos e inalámbricos en términos de costo de inversión.

2.4 CAUSAS DEL CRECIMIENTO DEL WLL

Entre las causas del crecimiento del WLL se encuentran:

La flexibilidad que se dispone para el diseño de la red, lo cual permite un mejor seguimiento de la curva de demanda que en las redes cableadas en las que hay que prever la demanda con gran anticipación. Tradicionalmente las operadoras telefónicas sobredimensionaban sus redes cuando tenían que hacer ampliaciones debido a la incertidumbre de cómo sería el crecimiento de los abonados. Esto lo hacían sobretodo en las áreas densamente pobladas, donde el costo de realizar dichas ampliaciones era mayor. En las redes inalámbricas en las que las ampliaciones de capacidad pueden seguir más de cerca al crecimiento de los abonados, el riesgo financiero es menor.

La rapidez de instalación de la red. Los sistemas inalámbricos se pueden instalar en semanas o meses, en cambio las redes cableadas pueden tardar años en ser instaladas.

Reducción de los gastos operativos. La eliminación del cobre hace que disminuya las actividades de reparación. Estudios realizados han revelado que la reducción puede ser de hasta un 25% por abonado por año.

La mayor parte del capital necesario para construir redes inalámbricas está asociado con el costo de la electrónica necesaria. En cambio en las redes cableadas el costo principal está en los elementos que componen el cable y en su construcción.

Rápida evolución de la red para incorporar usuarios móviles. Esto es válido si la interface aire elegida para brindar el servicio a los abonados fijos es una de las desarrolladas para dar los servicios móviles.

El radio de cobertura por antena, permite cubrir grandes extensiones con una estación emisora, y sin necesidad de tender cables subterráneos.

2.5 INFRAESTRUCTURA DEL WLL

WLL se encuentra estructurado de los siguientes elementos:

2.5.1 TERMINALES

El subscriptor recibe los servicios a través de terminales conectados inalámbricamente a una red de estaciones. Los terminales WLL pueden ser teléfonos integrados a equipos para uso de escritorio o pueden ser unidades solas o de varias líneas que se conectan con otras unidades.

Los terminales se pueden montar dentro de una habitación o al aire libre, ellas pueden o no incluir baterías de respaldo para el uso durante interrupciones de la línea.

2.5.2 RADIO BASES

Las radios bases en un sistema WLL se despliegan para proveer la cobertura geográfica necesaria. Cada radio base se conecta a la red, bien por cable o por microondas. De esta manera, un sistema WLL se asemeja a un sistema celular móvil: cada radio base utiliza una célula o varios sectores de cobertura, manteniendo a los subscriptores dentro del área de cobertura y proporcionando conexión de retorno a la red principal.

El área de cobertura es determinada por la potencia del transmisor, las frecuencias en las cuales la radio base y las radios terminales del subscriptor funcionan, la propagación en función de la geografía local y del terreno, y la



forma de radiación de las antenas de la terminal de la estación base y del suscriptor.

En los sistemas WLL que no permiten movilidad del usuario, se logran algunas reducciones en el costo, debido a la optimización del diseño de las radio base, sin dejar de brindar un excelente servicio a los suscriptores que se encuentra en una ubicación fija.

El número de radio bases a colocarse depende del tráfico, así como también de la capacidad de sistema, características del lugar, el rango de cobertura que se desee brindar, las características de propagación local, y el ancho de banda a ser usado por la red WLL.

En general, cuan mayor sea el ancho de banda disponible, mayor será la capacidad para desplegar la red. La figura 2.2 muestra la arquitectura básica de un sistema WLL.

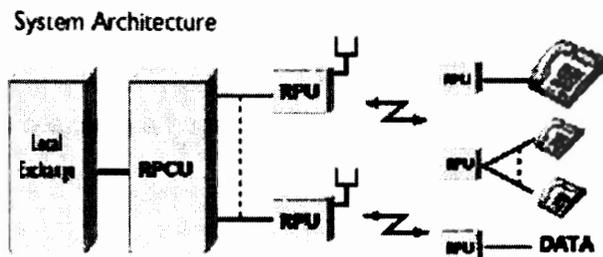


Figura 2.2 Arquitectura WLL



2.6 COMPARACION ENTRE TECNOLOGIAS WLL

WLL puede ser puesto en ejecución a través de cinco categorías de tecnologías inalámbricas:

- Celular analógico.
- Digital celular.
- Servicios de comunicación personal (PCS).
- Telefonía sin cables de segunda generación (CT-2):
Telecomunicaciones digitales sin cables.
- Implementaciones propietarias.

2.6.1 CELULAR ANALÓGICO

Actualmente existen tres tipos de sistemas analógicos celulares:

- AMPS, sistema de telefonía móvil avanzada.
- NMT, telefonía móvil para los países nórdicos.
- TACS, sistemas de comunicaciones de acceso total.
- Como plataforma WLL, el sistema celular analógico tiene algunas limitaciones con respecto a capacidad y funciones.

2.6.2 DIGITAL CELULAR

Estos sistemas pueden soportar mayor cantidad de suscriptores que los sistemas analógicos. Los estándares celulares digitales más importantes son:

- GSM, sistema global para las comunicaciones móviles.
- TDMA, acceso múltiple por división de tiempo.
- CDMA, acceso múltiple por división de códigos.

CDMA parece ser el mejor estándar para aplicaciones WLL, ya que emplea una técnica de modulación para separar el espectro, en la cual una amplia gama de frecuencias se utiliza para la transmisión y, la señal de baja potencia del sistema se separa a través de frecuencias de banda ancha. También ofrece voz de alta calidad y mayor capacidad.

Aunque GSM domina actualmente el mercado celular digital móvil, poco se ha hecho para usarlo como plataforma WLL.

2.6.3 SERVICIOS DE COMUNICACIÓN PERSONAL (PCS)

Su propósito es ofrecer servicios inalámbricos usando antenas de baja potencia así como teléfonos ligeros y baratos. Los PCS son un sistema de comunicación para ciudad, con rango de cobertura menor que el celular.

Tiene una amplia gama de servicios de telecomunicaciones que permite a las personas comunicarse sin importar dónde se encuentren.

Los estándares que pueden dominar la opción WLL en PCS son: CMDA, TDMA, GSM y el sistema de acceso para comunicación personal (PACS).

2.6.4 TELEFONÍA SIN CABLES DE SEGUNDA GENERACIÓN (CT-2/DECT)

La telefonía sin hilos fue desarrollada originalmente para proporcionar acceso inalámbrico dentro de una residencia o de un negocio, entre un teléfono y una estación PBX (Private Branch Exchange). Puesto que la estación sigue estando atada por cable a la red telefónica fija, no se considera WLL.

DECT (Telefonía Inalámbrica de Segunda Generación) se considera WLL cuando un operador de red pública proporciona servicios sin hilos directamente al utilizar esta tecnología.

Aunque DECT no parece satisfacer plenamente las aplicaciones rurales o de baja densidad, tiene algunas ventajas significativas en áreas de media y alta densidad. Con respecto a la tecnología celular, DECT es capaz de llevar el tráfico a niveles más altos, proporcionar mejor calidad de voz y puede transmitir datos a tasas más altas.

2.6.5 LOS SISTEMAS PROPIETARIOS

Las aplicaciones de los Sistemas Propietarias WLL abarcan una variedad de tecnologías y de configuraciones. Estos sistemas se consideran propietarios porque no están disponibles en redes inalámbricas públicas y son modificadas según los requisitos particulares de una aplicación específica.

Generalmente no proporcionan movilidad. Esto hace que la tecnología propietaria sea la más eficaz para aplicaciones que no se pueden desarrollar (por rentabilidad o tiempo) con alternativas cableadas.

2.7 SERVICIOS Y BENEFICIOS DEL WLL

Entre los servicios y beneficios que puede prestar WLL se encuentran:

- **Tecnología Inalámbrica.** La información viaja a través del aire y llega a una antena receptora colocada en la empresa u hogar del usuario.
- **Alta Velocidad en Transmisión de Voz y Datos.** Se puede navegar más rápido por Internet y además lograr una mayor eficiencia en la comunicación, aprovechando el tiempo real del correo electrónico, las páginas WEB y las aplicaciones multimedia.
- **Ofrece Alta Capacidad.** Hasta 3Mbps por abonado.
- **Rango de Cobertura de 20 a 25 Km.**
- **Tipo de Comunicación:** half duplex.

- **Constante Evolución.** Razón por la cual actualmente se cuenta con cinco clases de tecnologías.

Con las características mencionadas anteriormente tales como: rápido despliegue, bajo costos de construcción, mantenimiento y extensión de red, etc., WLL abrirá nuevos mercados y aumentará su mercado potencial. La figura 2.3 muestra una estructura WLL sencilla.

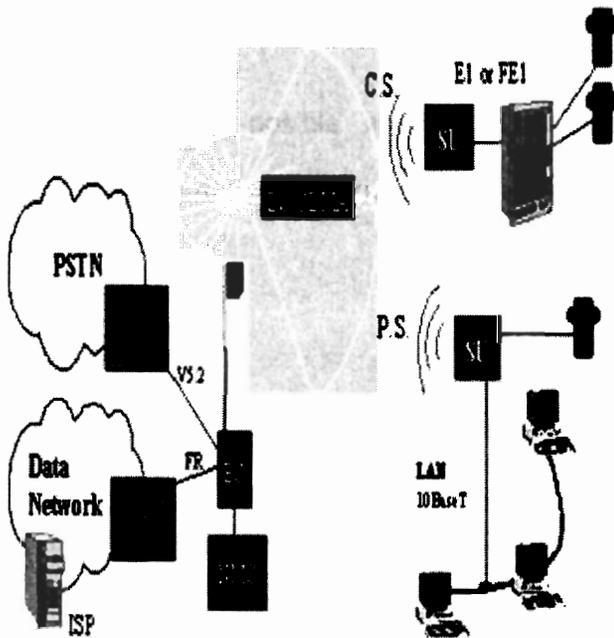


Figura 2.3 Estructura sencilla de WLL

2.8 DESVENTAJAS DE WLL

WLL presenta las siguientes desventajas:

- La línea de vista y la antena son limitantes de alcance.
- Susceptibilidad a interferencias causadas por el clima, debido a que las ondas de radio se ven afectadas por los efectos atmosféricos.
- Disponibilidad de espectro.
- Competitividad, ya que existe disponibilidad de celulares en cualquier lugar.
- Alto costo de desarrollo inicial comparado con la implementación de cobre.
- A iguales distancias no es posible acceder a tráfico de datos a tan alta velocidad como en las redes alámbricas.

CAPITULO 3

3. SISTEMA AS4000

3.1 DEFINICIÓN

El AS4000 es una plataforma sin hilos de las redes de Airspan que ofrece conexiones punto-a-multipuntos de una amplia gama de los servicios de telecomunicaciones, utilizando la tecnología de interfaz de aire CDMA de alta calidad. Esto incluye las soluciones del IP para la conectividad del Internet a alta velocidad, transmisión de datos por línea arrendada, la telefonía superior y los acoplamientos del ISDN (Red Digital de Circuitos Integrados).

AS4000 proporciona conexiones sin hilos en los ambientes más hostiles, desde urbano a los despliegues en áreas rurales, cubiertas con vegetación densa.

El radio de las redes AS4000 es una de las mejores de la industria, con bandas de frecuencia a partir de 900Mhz a 4,0Ghz y a un radio del acoplamiento de hasta 25km al sitio del suscriptor.

Esto permite a los operadores ofrecer una gama de servicios superiores al SME(Servicio Móvil Especializado), a SOHO(Small Office and Home Office) y a los mercados residenciales donde es inadecuado el cobre, no disponible o costoso en alquiler como se muestra en la figura 3.1.

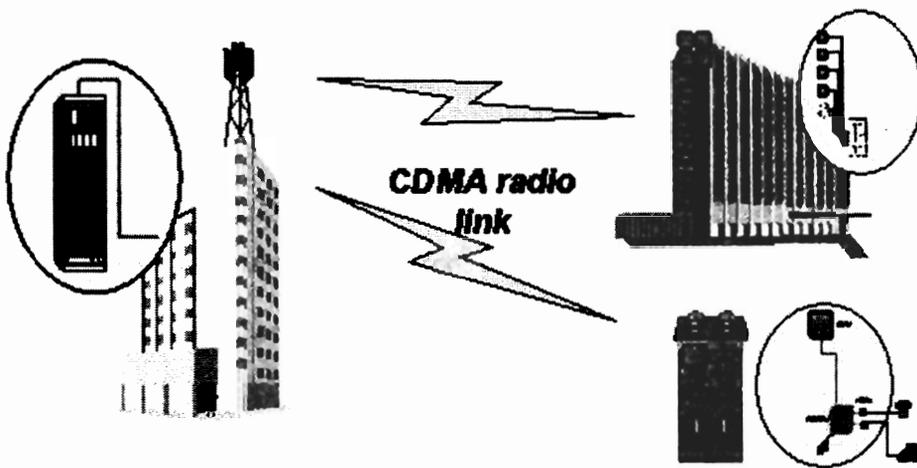


Figura 3.1 Diferentes mercados del AS4000

El crecimiento del comercio electrónico y la necesidad para proveer acceso a mercados SME, SOHO, y residenciales conducen a operadores de la red a mirar de cerca los servicios IP.

Un sistema AS4000 resuelve esta necesidad ofreciendo el servicio de Ethernet junto con telefonía de voz, permitiendo aplicaciones tales como acceso a Internet desde los hogares y redes virtuales privadas para negocios.

Con una velocidad de hasta 512Kbps, las páginas Web pueden descargarse en menos de un segundo y los video clips se pueden ejecutar en tiempo real.

El proveedor de servicio puede ofrecer al usuario final una amplia gama de aplicaciones multimedia, descargas rápidas, redes virtuales privadas para negocios y capacidad de multiservicios dentro de una sola red.



El sistema es totalmente flexible en la construcción y puede ampliarse para resolver necesidades crecientes de hasta 6000 suscriptores por estación base. La seguridad dentro de la red es magnífica incluyendo grupos de usuario cerrados y características físicas de la seguridad de la red según lo requerido.



3.2 MODELO DEL SISTEMA Y ESPECIFICACIONES

Los sistemas AS4000 se conectan con la red de telefonía a través de una interface local estándar exchange del Concentrador de Acceso y con las redes de los datos y de paquete usando tecnología estándar de interfaz de 2Mbits.



El corazón de cada sistema es la central terminal que proporciona el acceso de radio para los terminales del suscriptor desplegados en las localizaciones de los usuarios finales.

La figura 3.2 muestra la arquitectura del sistema AS4000.

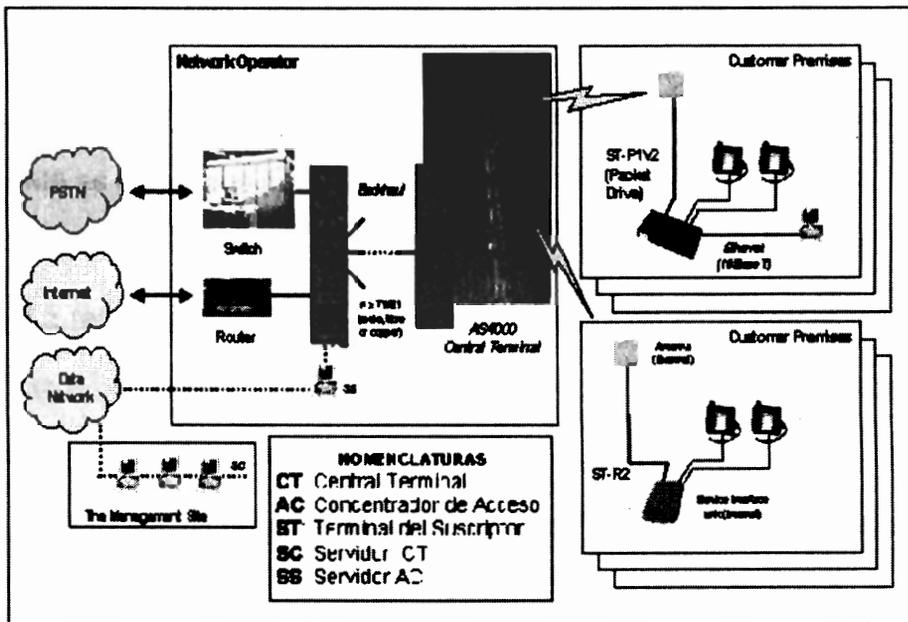


Figura 3.2 Arquitectura del Sistema AS4000

El suscriptor abarca una unidad de radio compacta y discreta que se instala externamente en el sitio del usuario final y un cable coaxial que conecta la unidad de radio con una unidad interna.

3.3 TECNOLOGÍA CDMA EN EL AS4000

La tecnología de CDMA distingue las redes de AS4000 de un número de maneras que sean beneficiosas a los operadores:

- La tecnología de CDMA proporciona aumentos significativos de la capacidad sobre FDMA y TDMA.

- La eficacia espectral del despliegue contiguo (de la celda) que usa CDMA es mayor que para TDMA y FDMA

- La tecnología de CDMA proporciona un retardo en el procesamiento punto a punto muy bajo (< 1ms) obteniendo así una alta eficiencia para los servicios del paquete:
 - Elimina los cancellers de eco para los POTS (Plain Old Telephone Service).
 - Permite un rendimiento de procesamiento más alto para el paquete.

- La estructura del código y de la trama permite la agregación de ancho de banda. Permiten la evolución en cualquier momento que lo requiera la demanda de ancho de banda.

- Control de energía dinámico para combatir desvanecimientos

3.3.1 CDMA SE OPTIMIZA PARA EL ACCESO FIJO

Menos complejo que el móvil. No hay handoff en la célula por lo tanto ninguna pérdida de la capacidad.

Los downlinks y los uplinks ortogonal proporcionan aumentos de la capacidad.

Enlace de radio de alto rendimiento, el bajo BER (Proporción de Errores en la transferencia de bits) significa una eficacia más alta para los datos del paquete

3.4 CARACTERISTICAS GENERALES DEL SISTEMA AS4000

➤ Voz y Datos. El sistema AS4000 es la mejor opción para los portadores y los proveedores de servicio que desean proporcionar una completa gama de servicios a sus clientes. La alta velocidad, conexión permanente de Internet y la calidad de transmisión de voz, permiten que los portadores satisfagan rápidamente a nuevos clientes con los servicios relacionados.

➤ Capacidad. Muchas soluciones inalámbricas se optimizan para grandes negocios y no son rentables para un proveedor de servicio que apunta el SME, SOHO y mercados residenciales. La red de AS4000 es el

líder en proveer soluciones inalámbricas de la velocidad del DSL (Digital Subscriber Line) a los portadores que desean escalar a un solo usuario.

➤ **Despliegue Rápido.** No se tiende o cava ningún cable. Una red completa se puede desplegar dentro de semanas, con los nuevos clientes conectados dentro de horas.

➤ **Ningún Compromiso Sobre Calidad.** Los productos de las redes de AS4000 proporcionan la alternativa inalámbrica más comprensiva que una infraestructura desarrollada con cables de red, sin compromisos en servicios o calidad disponibles.

➤ **Soluciones Rentables.** Ahora se están entregando los productos, con un rango de precio por conexión de centenares de dólares, mientras que los competidores todavía están en los millares de dólares.

➤ **Utilización Del Espectro.** Un problema grande del espectro es que nunca hay bastante de él. Donde los portadores se han visto limitados para poder trabajarlo, AS4000 ofrece la mejor solución.



líder en proveer soluciones inalámbricas de la velocidad del DSL (Digital Subscriber Line) a los portadores que desean escalar a un solo usuario.

➤ **Despliegue Rápido.** No se tiende o cava ningún cable. Una red completa se puede desplegar dentro de semanas, con los nuevos clientes conectados dentro de horas.

➤ **Ningún Compromiso Sobre Calidad.** Los productos de las redes de AS4000 proporcionan la alternativa inalámbrica más comprensiva que una infraestructura desarrollada con cables de red, sin compromisos en servicios o calidad disponibles.

➤ **Soluciones Rentables.** Ahora se están entregando los productos, con un rango de precio por conexión de centenares de dólares, mientras que los competidores todavía están en los millares de dólares.

➤ **Utilización Del Espectro.** Un problema grande del espectro es que nunca hay bastante de él. Donde los portadores se han visto limitados para poder trabajarlos, AS4000 ofrece la mejor solución.



- Sobre posición de una red existente. Se agrega la plataforma sin hilos del AS4000 y entrega servicios de alta calidad donde no pueden las redes existentes.

3.5 ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL AS4000

3.5.1 ESTACION BASE

La estación base es un conjunto de centrales terminales modulares y montables en el centro de cada red AS4000, y provee acceso de radio hacia los lugares de los usuarios finales (el sitio fijo del cliente). Es una plataforma de multiservicio que aloja servicios de paquetes, líneas digitales alquiladas, telefonía e ISDN.

El CT(Central Terminal) de la estación base está conectada al resto de la red por medio de la oficina central utilizando un concentrador de acceso con enlaces T1 o E1 sobre cualquier medio conveniente.

Configuraciones sectorizadas y omnidireccionales se apoyan para proveer flexibilidad en la planificación de capacidad y del radio. Una celda completa puede soportar hasta 12 canales RF con una reutilización de frecuencia entre $N = 1$ y $N = 3$.

Hasta 6000 suscriptores pueden ser registrados en una celda. La figura 3.3 muestra una central terminal.

3.5.1.1 CARACTERISTICAS

- Interfaz de Radio. Acceso múltiple por división de códigos en secuencia directa (DS-SS) punto a multipunto
- Área de Servicio (valores típicos)
 - En áreas urbanas de 2 a 5 Km.
 - En áreas suburbanas de 5 a 10 Km.
 - En áreas rurales de 15 a 25 Km.
- Frecuencia. La planificación del canal está disponible en rangos de 900 MHz a 4GHz de conformidad con la planificación ITU-R y CEPT para sistemas de acceso fijo y en bandas PCS FCC y MMDS.
- Implementación. Reutilización de frecuencia al “estilo celular”, alineándolas desde $N = 3$ para celdas omnidireccionales a $N = 1$ para celdas sectorizadas.
- Capacidad. Hasta 12 RF por estación base, hasta 480 suscriptores por RF.

- Conformidad Estándar. CFR47 (FCC), EN301 055, EN301 124 (ETSI TM4)

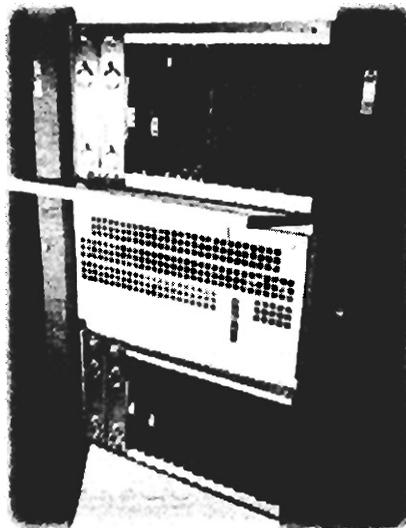


Figura 3.3 Central Terminal



3.5.1.2 PARAMETROS DE RADIOTRANSMISION

- Potencia RF. +18 dBm por enlace (hasta + 27 dBm en banda PCS)
- Control de Potencia. 60 dB en downlink
- Modulación RF. QPSK
- BER (Radio de error de bit) del enlace. Típicamente 10^{-6} o superior
- Sensibilidad. -98 dBm (totalmente cargado)



- Ganancia de Antena. +10.5 dBi valor típico para Omidireccionales y +16.5 dBi valor típico para sectorizadas (dependiente de la banda)
- Retardo de Transmisión. Menor de 5ms (unidireccional para voz)

3.5.1.3 INTERFACE DE RED

- Eléctrica. Par de alambre analógicos VF , 2 Mbit / s G.703/4 (E1), 1.56 Mbit / s (T1)
- Señalización. CAS, V5.1, V5.2, TR008, GR303

3.5.1.4 CONDICIONES AMBIENTALES Y GENERALES PARA LA CT Y EL AC

- Físicas. Estantes para el equipo de 2200mm x 300mm x 600mm, la cubierta externa es opcional.
- Ambientales.
 - Rango de temperaturas de -5°C hasta $+45^{\circ}\text{C}$ no requiere refrigeración
 - Humedad del 95% a 40°C sin condensar
 - Velocidad del Viento 200 Km/h
 - Acumulación de hielo menor a 10mm

- EMC. EN 55022 clase A
- Eléctricas. Voltaje de -21.8 V hasta 70 V DC

3.5.2 CONTROLADOR DE ACCESO

El concentrador de acceso es una unidad modular que normalmente reside en una central terminal o un lugar central similar, es la interface a la conmutación de la red, multiplexación de datos y al equipo de enrutamiento de paquetes.

El circuito conmutador de tráfico soporta las interfaces T1 (TR008 y GR303) y E1 (CAS, V5.1 y V5.2). El servicio de orientación de paquetes soporta conexiones Ethernet 100baseT.

El concentrador de acceso también provee transcodificadores para la compresión de voz (donde se use) y es la interfaz primaria para el NMS (New Media Services). Cada concentrador de acceso puede soportar centrales terminales múltiples.

En la figura 3.4 se muestra el concentrador de acceso.

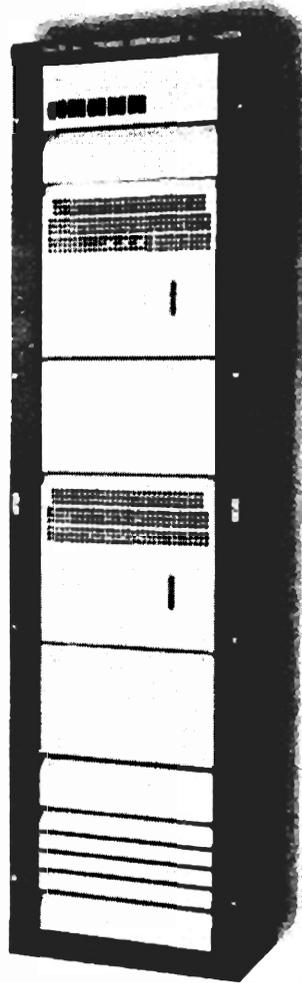


Figura 3.4 Concentrador de Acceso

3.5.3 TERMINAL DEL SUSCRIPTOR PARA EL LUGAR DEL CLIENTE

El cuadro I muestra los diferentes modelos y características de las terminales del suscriptor que se pueden utilizar en el Sistema AS4000.



Serie	Terminal del suscriptor	Construcción	Función
P	P1	Unidad Residencial del Suscriptor	Ethernet 10baseT
	P1 V2	Unidad Residencial del Suscriptor	Ethernet 10baseT y dos líneas de voz de 64 o 32 kbits/s
R	R1	Unidad Residencial del Suscriptor	Una línea de voz de 64 kbit/s PCM o de 32 kbits/s ADPCM
	R2	Unidad Residencial del Suscriptor	Dos líneas de voz de 64 kbit/s PCM o de 32 kbits/s ADPCM
N	N2	Unidad Modular	Dos líneas de voz de 64 kbit/s PCM o de 32 kbits/s ADPCM
	N4	Unidad Modular	Cuatro líneas de voz de 32 kbit/s ADPCM
B	B1	Unidad Modular	2B+D ISDN
L	L128	Unidad Modular	Una línea de 64 o datos de 128

POL

			kbit/s
L	L2 x 64	Unidad Modular	Dos líneas de 64 kbit/s
M	M8	Unidad Modular dentro del Anexo Modular	Ocho líneas de voz de 32 kbit/s ADPCM
	M8/64	Unidad Modular dentro del Anexo Modular	Ocho líneas de voz de 64 kbit/s PCM o 32 kbit/s ADPCM
	M16	Unidad Modular dentro del Anexo Modular	Dieciséis líneas de voz de 32 kbit/s ADPCM

Tabla I Modelos de terminales del suscriptor

3.5.3.1 P – TERMINAL DEL SUSCRIPTOR DE LA SERIE (ST – P1V1)

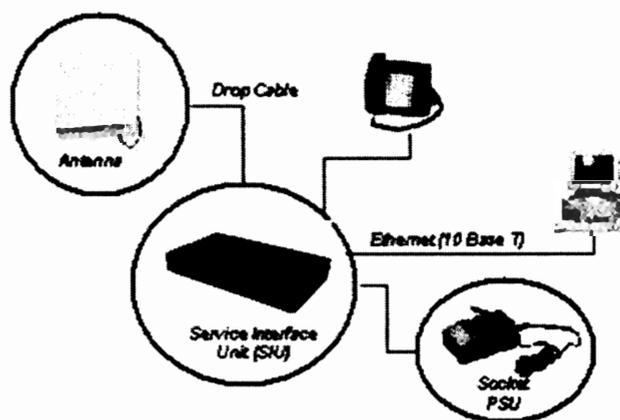


Figura 3.5 Terminal P1V1

En la figura 3.5 se muestra una terminal que tiene muy buenas características y es la más óptima para nuestro mercado de Datos y Voz IP.

3.5.3.1.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES Y USOS

- Velocidad de descarga altas.
- Soporta Ethernet 10baseT y dos puertos de voz.
- Aplicaciones caseras PNA (Home Phoneline Networking).
- Conectividad de redes corporativas.
- Establecimiento de una red IP.
- Acceso permanente a Internet y servicio de voz para pequeños y medianos negocios.

El terminal ST-P1V1, que incorpora tecnología AS4000, provee de una solución para la alta calidad de voz y acceso permanente a Internet de alta velocidad para usuarios domésticos y corporativos, con capacidad de ofrecer aprovisionamiento VPN (Red Virtual Privada) corporativo para crear LANs virtuales. EL canal de voz soporta servicios fax.

Una gama extensa de aplicaciones para el usuario final son soportadas, las series ST-P soporta IP y todos los protocolos de capas mas altas. Además son compatibles con Grupos de Usuarios Cerrados (CGU) y IEEE 802.1Q VLAN para seguridad o repartición de redes corporativas múltiples. Un

operador que despliega estos terminales tiene la facilidad para proveer diversos grados de calidad de servicio (QoS) configurando la tasa de datos del enlace de subida y de bajada, incluso en su rendimiento mas bajo el ST-P1V1 ofrece calidad superior y funcionamiento que un MODEM de datos de voz V.90. También se incorpora en el terminal ST-P1V1 la facilidad para ofrecer PNA casero, el sistema integrado de voz y datos para aplicaciones residenciales usando el cable telefónico.

3.5.3.2 P – TERMINAL DEL SUSCRIPTOR DE LA SERIE (ST – V1)

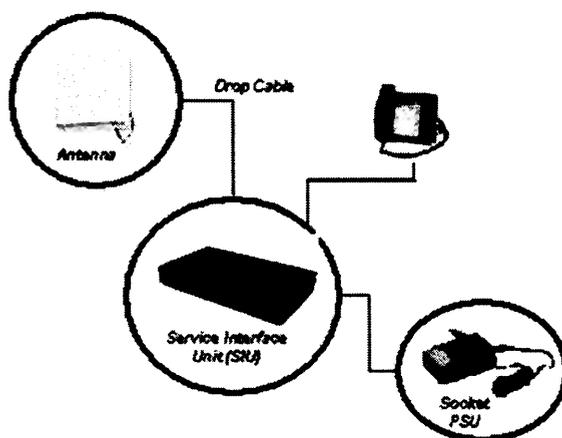


Figura 3.6 Terminal ST-V1

En la figura 3.6 se muestra una terminal que tiene muy buenas características y es la más óptima para nuestro mercado Voz.

3.5.3.2.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES Y USOS

- Una líneas de telefonía análoga de alta calidad
- Unidad Interna de Interface de Servicio
- Antena externa, soportes disponibles a la pared y montables al poste.
- Operación a 32 kbit/s
- Telefonía de voz con calidad equivalente para líneas de cobre.
- Modems análogos con velocidades superiores a 56 kbit/s.
- Fax sin ninguna perdida de velocidad o calidad
- Soporta pago de servicio telefónico

3.5.3.3 ESPECIFICACIONES DE LAS TERMINALES DEL SUSCRIPTOR

Parámetros de Radio:

- Energía de Radiofrecuencia. +18 dBm por enlace
- Modulación de radiofrecuencia. QPSK/m QAM
- BER del enlace. típicamente 10^{-6} o mejores
- Sensibilidad. -98 dBm.
- Ganancia de la Antena. +12 dBi valor típico (depende de la banda)

- Dirección de la Antena. $\pm 30^\circ$ de elevación y $\pm 20^\circ$ de azimuth.
- Retardo de Transmisión. Menos de 5ms (unidireccional para voz)
- Banda de Frecuencias que soporta. Bandas múltiples de 900MHz a 4.0GHz.

Interface del Suscriptor:

- Eléctrica. Telefonía análoga de dos hilos , 10baseT IEEE 802.3
- Mecánica. 1 x RJ45 (Ethernet) , 2 x RJ11 (POTES) etc.
- Rangos del Canal. enlace de bajada configurable de 128 / 256 / 384 / 512 kbit/s; enlace de subida configurable de 32 / 64 / 128 / extensible a velocidades mas altas.
- Ambiental.
 - Temperatura. SIU: -5°C a $+45^\circ\text{C}$
 - Antena. -30°C a $+50^\circ\text{C}$
 - Humedad. 95% a 40°C (interno), 100% a 40°C (externo)
 - Velocidad del Viento. 200 Km/h
 - Acumulación de Hielo. menos de 10mm
- Voltaje. 100 - 240V CA (47 – 63Hz) / 12V DC
- Consumo de Energía. 6W (canal inactivo), 16W (2 canales de voz y 1 paquete)
- Caída de cable. Cable coaxial estándar hasta 70m
- Dimensiones.

- Antena: 210mm x 210mm x 80mm , 1.10Kg
- SIU: 323mm x 183mm x 37mm , 1.46 Kg
- Socket PSU: 103mm x 66mm x 37mm , 0.29 Kg

3.6 APLICACIONES DEL SISTEMA AS4000

3.6.1 TELEFONÍA

Para el operador incumbente:

- Voz codificada a 64 Kbps.
- Permite desarrollar servicios de voz a bajos costos efectivos.
- Soporta 56Kbps (V.90), si se desea conectar a Internet se lo puede hacer a esta velocidad. Velocidad a la que se conecta normalmente 33Kbps máximo.

Para nuevos operadores:

- Construcción simple de una nueva red.
- Se pueden ubicar las estaciones bases en los sitios de demandada.
- Rapidez en la instalación de servicio (2 Horas).
- Soporta monederos, se puede hacer una red de teléfonos monederos en donde se desee.

3.6.2 LÍNEAS DEDICADAS

Una línea Dedicada (ya sea T1 completa ó fraccionada) es la mejor solución para conectar su LAN (Red de Área Local) o WAN (Red de Área Extendida) corporativo para acceso de Internet o Intranet. Un acceso dedicado al Internet con conexión de 64 kb/s hasta 1.54Mb/s proveerá a su compañía con la velocidad en el servicio ideal para e-mail global, presencia en el Web, comunicación inter-empresarial (Intranet, "business to business" ó "business to customer"), red virtual privada (VPN), comercio electrónico.



Una línea dedicada en su institución significa:

- Conexión permanente, las 24 horas del día, los 365 días del año, que le permite contacto ininterrumpido, tanto con las diferentes dependencias de su institución como con el exterior (organismos de gobierno, extranjeros, importantes instituciones ha nivel mundial, etc.)
- La posibilidad de conectar a toda una red de computadoras, lo que significa que una gran cantidad de personas (gerencia, administración, relaciones públicas, etc.) podrá comunicarse en tiempo real, agilizando todos los procesos en el interior de su institución.



- Mayor velocidad de transmisión. Una línea dedicada le ofrece rápido acceso, proporcionándole respuestas en tiempo real y disminuyendo, por lo tanto, sus costos de comunicaciones.
- La principal ventaja de una línea dedicada disponible 24 horas al día, reside en el costo fijo que su empresa deberá cancelar a la compañía.
- Acceso a todas las herramientas de comunicación en Internet; tales como:
 - Correo Electrónico, le permitirá intercambiar mensajes, desde simples textos hasta archivos gráficos, con cualquiera de los más de 60 millones de usuarios Internet alrededor del mundo.
 - Servidores Automáticos de Información, podrá recibir información específica de bases de datos, vía correo electrónico.
 - FTP (File Transfer Protocol), con esta herramienta usted podrá saltar hacia cualquier computador del mundo y copiar archivos de aquel a su propio disco.
 - Telnet, podrá trabajar de forma interactiva con cualquier computador del mundo como si estuviera frente a él.
 - Talk, le permitirá conversar, en tiempo real, a través del teclado de su computadora, con cualquier otro usuario Internet, sin importar en qué lugar del mundo se encuentre.

- WWW, esta poderosa herramienta le facilitará el acceso a miles de bancos de datos World Wide Web. Encontrará gran cantidad de información en texto, audio, fotografías y video.

3.6.3 ISDN

Las siglas ISDN significan Integrated System Digital Network, es un sistema de las conexiones de teléfono digital que ha estado disponible desde hace una década. Este sistema permite que los datos sean transmitidos simultáneamente a través del mundo usando conectividad digital.

Con ISDN, la voz y los datos son llevados por los canales de portadora (canal B) que ocupan una anchura de banda de 64 kb/s. Algunos interruptores limitan los canales de B a una capacidad de 56kb/s. Un canal de datos (canal de D) trabaja a 16kb/s o 64kb/s, dependiendo del tipo del servicio. Observe que, en terminología del ISDN, " k " significa 1000, no 1024 como en muchas aplicaciones informáticas (el designar " K " se utiliza a veces para representar este valor); por lo tanto, un canal de 64kb/s lleva datos en un índice de 64000 b/s.

Hay dos tipos básicos de servicio del ISDN: Interfaz de tarifa básica (BRI) e interfaz de tarifa primario (PRI). BRI consiste en dos canales B de 64kb/s y un canal D de 16kb/s para un total de 144kb/s. Este servicio básico se utiliza

para poder resolver las necesidades de la mayoría de los usuarios individuales.

PRI se piensa para los usuarios con mayores requisitos de la capacidad.

La estructura del canal es típicamente 23 canales B de 64Kb/s más un canal D de 64kb/s para un total de 1536 kb/s. En Europa, PRI consiste en 30 canales de B de 64 Kb/s más un canal D de 64kb/s para un total de 1984kb/s.

Los canales de H proporcionan una manera de agrupar los canales de B. Se ponen en ejecución como:

- H0=384kb/s (6 canales de B)
- H10=1472kb/s (23 canales de B)
- H11=1536kb/s (24 canales de B)
- H12=1920kb/s (30 canales de B) - internacionales (E1) solamente

3.7 INTERFACES DEL SISTEMA AS4000

El sistema AS4000 puede utilizar varias interfaces para el circuito conmutador de tráfico, tales como T1, E1, V5,1 y V5,2.

T1/E1 es un estándar para las interfaces digitales con alta capacidad de transmisión de telefonía y comunicación de datos.

Las interfaces de la serie T dan servicio en los EEUU y la serie E dan servicio en Latinoamérica y Europa. Utilizan la multiplexación por división de tiempo para “dividir” y asignar ranuras de tiempo para la transmisión de los datos. El ancho de banda es de:

- T1: 1,544 Mbps
- T3: 44,736 Mbps
- E1: 2,048 Mbps
- E3: 34,368 Mbps

La interface V5 es un conjunto de procedimientos, especificaciones físicas, y protocolos requeridos para la interface entre el concentrador de acceso y el intercambiador local (Switch). Existen dos tipos de interfaces V5:

- La interface V5.1 que soporta una solo canal E1 en una interface.
- La interface V5.2 que soporta hasta 16 canales E1 en una interface.

La interface V5.2 permite servicios como:

- Acceso a Telefonía Análoga.
- ISDN BRI
- ISDN PRI
- Otros servicios análogos o digitales con conexiones semi-permanentes.

CAPITULO 4

4 SISTEMA ACTUAL EN LA ZONA NORTE DE GUAYAQUIL

4.1 DESCRIPCION GENERAL SOBRE LOS SERVICIOS QUE SE OFRECEN

Hoy en día tenemos empresas que brindan distintos tipos de servicios de telecomunicaciones, entre ellos Servicio de Acceso a Internet vía Dial Up para usuarios de hogar, Internet Corporativo para medianas y grandes empresas, Servicio de Banda Ancha para interconectar sucursales de una misma empresa.

Como ejemplo de las empresas que ofrecen servicios en Guayaquil, podemos nombrar a Bellsouth, Impsat, Transferdatos y Espotel.

Bellsouth ofrece Internet Dedicado, dispone actualmente de dos nodos de concentración de tráfico en las ciudades de Quito y Guayaquil. Clientes de otras ciudades se conectan a estos nodos a través de enlaces interurbanos, lo cual les permite brindar servicio a nivel Nacional. BellSouth tiene la autorización, otorgada por el gobierno ecuatoriano a través de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones para brindar servicio en las principales ciudades del país. Entre los servicios que ofrece, podemos citar:

- Acceso ilimitado seguro y confiable al Internet, con velocidades desde 32 kbps.
- Estadísticas vía WEB, que permite monitorear el uso y rendimiento de la conexión de Internet.
- En caso de que el cliente no disponga de un servidor de correo electrónico, en BellSouth Internet Dedicado se proporciona cuentas e-mail con el dominio del cliente.

Impsat provee soluciones integradas de voz, datos e Internet en Banda Ancha a empresas en toda la región de Latinoamérica. Entre los servicios que ofrece, se encuentran:

- Internet, servicio de conectividad con capacidad media, alto rendimiento y gran calidad de transmisión.
- Su conexión a la red Latinoamericana de Backbone Impsat y las múltiples conexiones directas con los principales proveedores de Internet ('ISPs') Nacionales, Regionales e Internacionales, le dan visibilidad total en la red mundial de Internet.
- Acceso dedicado Corporativo para empresas que necesitan tener conectividad de mediana capacidad, con alta calidad y rendimiento. Este servicio línea dedicada de datos es ideal para aquellas aplicaciones que desean mantener un flujo de información constante o necesiten mantener una comunicación por un período de tiempo prolongado.

Transferdatos, brinda servicios TDM (Multiplexación por División de Tiempo) con canales transparentes, así como FRAME RELAY en un futuro cercano. Utiliza como backbone la red de fibra óptica y de microondas de PACIFICTEL, con tecnología SDH (Synchronous Digital Hierarchy), de reciente instalación. El sistema es administrado desde una oficina central que permite detectar y diagnosticar los problemas que puedan ocurrir en los circuitos en tiempos muy cortos.

4.2 DEMANDA EN LA ZONA RESIDENCIAL

De una muestra tomada a una empresa que brinda servicios de Acceso a Internet vía dial up de 1500 usuarios, los cuales incluyen clientes residenciales y pequeñas empresas, se pudo observar que en la zona norte de Guayaquil existe una gran demanda de estos servicios, aproximadamente el 43%,(solamente se ha considerado los sectores de la vía a Daule, Alborada, Urdesa, Kennedy, Ceibos, Garzota y demás ciudadelas del norte).

El principal obstáculo por el que pasan la mayoría de usuarios es el alto costo de la planilla telefónica desde el momento en que se conecta y la necesidad de recurrir a una línea adicional de teléfono para comunicarse. La figura 4.1 muestra la demanda de usuarios en guayaquil.

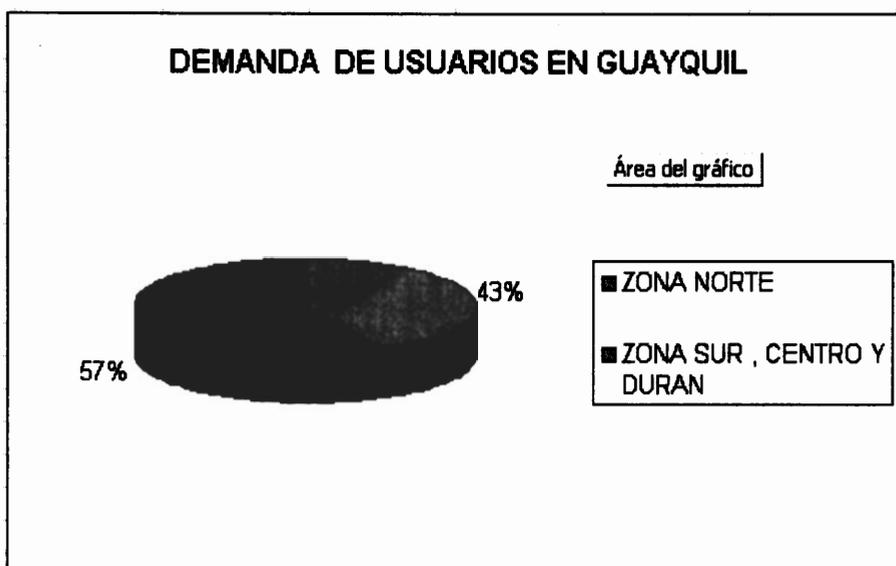


Figura 4.1 Demanda de usuarios en Guayaquil

Nuestra área de cobertura son las zonas que carecen de servicio de Internet, ya sea por la dificultad en el momento de la conexión al servidor del proveedor debido a que en ciertos sectores las líneas telefónicas contienen un ruido permanente, o a la dificultad de poder adquirir una línea nueva.

Al analizar el número de usuarios en la zona donde se dará cobertura, podemos observar que en Alborada y Urdesa hay mayor demanda de clientes y que en el resto de las ciudadelas del norte la incidencia es menor; en este sector es donde queremos ofrecer nuestros servicios dado que existe un gran número de clientes insatisfechos y las aplicaciones de nuestro sistema serían mejor aprovechadas. La figura 4.2 muestra la demanda de usuarios en las distintas ciudadelas.

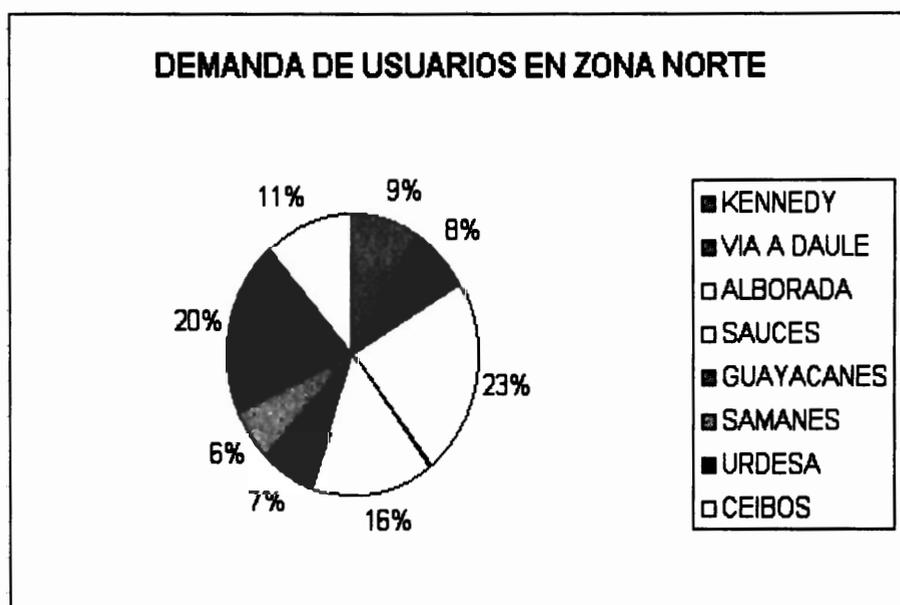


Figura 4.2 Demanda de usuarios en la zona Norte de Guayaquil

4.3 DEMANDA EN LA ZONA INDUSTRIAL

Como podemos ver la demanda en la zona industrial es mucho menor en relación a las ciudadelas, pero estas aproximaciones fueron realizadas en base a usuarios que se conectan vía dial up, como se menciona anteriormente, las limitaciones que se presentan en este sector nos permite satisfacer las necesidades de un gran numero de usuarios insatisfechos y también proveer de un mejor servicio al gran numero de empresas que se encuentran en este sector no solo de Internet sino de transmisión de voz y datos.

El gran numero de empresas que se encuentran en este sector, nos permite ver un amplio mercado al cual se le puede brindar de una forma rápida y segura nuestros servicios, ya que la implementación de una red en un sistema AS4000 solo requiere de semanas y la conexión de usuarios en horas.

CAPITULO 5

5 ESTUDIO DE INGENIERIA PARA EL DISEÑO

5.1 POR QUE SE ESCOGIO AS4000

En la zona norte de guayaquil existen un gran número de usuarios insatisfechos con los servicios actuales de comunicación, y las soluciones convencionales para estos sectores requieren de grandes recursos para llegar a dichos clientes.

La experiencia y la tecnología de los sistemas AS4000 se combinan para permitir el rápido desenvolvimiento de servicios vinculados a SME, al SOHO y a los mercados residenciales. La amplia cobertura del radio incrementa la penetración en el mercado, y los servicios adicionales como líneas de datos arrendadas e ISDN garantizan al máximo el retorno de la inversión.

Los sistemas AS4000 son optimizados para ciudades y áreas periféricas a ellas, proporcionando una mayor capacidad y alta eficiencia sobre otras soluciones. La infraestructura de la red es de rápido despliegue y montable según la demanda. Los terminales del suscriptor son fáciles de instalar ya que utilizan unidades de simple conexión.

Los equipos con tecnología AS4000 resolverán las futuras necesidades de sus clientes proporcionando cobertura creciente, mayores velocidades y costos más bajos, manteniendo la calidad y la confiabilidad de la red.

5.2 BENEFICIOS COMERCIALES Y TECNICOS

Los servicios que se pueden brindar incluyen paquetes de datos (IP) de 1.6 Mbit/s, telefonía, Voz IP, tasa de datos digitales mas alta y tasa de ISDN básica, proporcionando una alternativa muy atractiva a los tradicionales lazos locales de cobre para la entrega de estos servicios a los usuarios finales.

Los sistemas funcionan con una configuración de celdas, donde la longitud del radio de la celda esta entre los 3 y 25 Km, dependiendo del ambiente en el cual se despliega el sistema. Si se requiere una mayor flexibilidad o mayor rango, el equipo de la central terminal (dentro de la celda) se puede situar remotamente en un recinto conveniente, tal como un gabinete

ambientalmente protegido y conectarlo con el concentrador de acceso mediante un enlace de radio, cable o fibra óptica.

Una red con sistemas AS4000 reducen significativamente el tiempo de implementación de los servicios de voz, Internet, para los suscriptores que requieren soluciones de banda ancha. De esta manera se logra llegar a más mercados a los cuales la tecnología alámbrica ve limitada su cobertura debido a la carencia de infraestructura y costos de implementación.

5.3 SERVICIOS QUE PRESTA NUESTRA RED CON EL USO DE SISTEMAS AS4000

Se tiene estimado que la capacidad del sistema cubrirá en un principio a 3000 usuarios, los cuales estarán divididos en tres estaciones base. Cada estación base dará cobertura a 1000 usuarios respectivamente, este estimado puede variar dependiendo de la demanda que se presente a posterior, gracias a la facilidad del sistema de poder incrementar su capacidad cuando se lo requiera, sin tener que involucrar la funcionalidad total del sistema.

Entre la gran variedad de servicios que se ofrecen al suscriptor tenemos:

- Servicio de paquetes de datos (IP) a velocidades de hasta 512 Kbit/s.

- Telefonía Analógica que además incluyen: desvío de llamadas, devolución automática de llamadas, identificación del llamante, timbrado diferenciado, rechazo de llamadas, todo esto se lo conoce como servicios CLASS.
- Conectividad a módems de 56 kbit/s.
- Líneas alquiladas para servicios de datos de 64kbit/s y n x 64kbit/s.
- Servicio básico ISDN (2B+D).
- Telefonía de 32 kbit/s y de 64 kbit/s.
- La infraestructura y equipos preestablecidos para los clientes están cuantificados para brindar servicio a 500 usuarios para transmisión de voz y 500 usuarios para transmisión de voz y datos IP simultáneamente por cada estación base.
- Los usuarios de voz tendrán una carga de tráfico de 100mErl y con un máximo de 1% de GOS (Grado de Servicio).
- El 50% de los suscriptores de Datos y Voz IP tendrán un Rango de Información Reservada (CIR) de 64 kbit/s con un rango máximo de información de 512 kbits/s. El restante 50% que son los usuarios de Voz tendrán un CIR de 32 kbit/s con un rango máximo de información de 64 kbit/s. En ambos casos se tiene previsto que no menos del 20% de los usuarios estarán en línea en cualquier momento dado.

5.4 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES EN EL SISTEMA

Como ya hemos visto, AS4000 es un sistema digital de acceso por radio punto–multipunto que proporciona acceso inalámbrico para suscriptores fijos hacia una red de telecomunicaciones.

En base a la demanda de usuarios que hemos observado en el capítulo anterior, se ha establecido colocar tres estaciones base, ubicadas de tal manera que cubran el área de toda la zona norte de Guayaquil.

La ubicación de las estaciones base fueron elegidas tomando también en consideración la topología del área de cobertura, de tal manera que exista línea de vista entre el suscriptor y la estación base a la que pertenece.

Considerando las características propias del sistema AS4000 en donde se establece que el área de servicio de una estación base es de:

- En áreas urbanas de 2 a 5 Km.
- En áreas suburbanas de 5 a 10 Km.
- En áreas rurales de 15 a 25 Km.

Por lo tanto, cada estación base cubre un área de 4 Km. ya que estamos dentro de un área densamente poblada. Esta distancia se ha establecido

debido a que estamos trabajando en una frecuencia no regulada y de esta forma reducir la pérdida de paquetes cuando se trabaja con distancias mayores bajo las condiciones detalladas anteriormente.

Los datos de la ubicación geográfica para las estaciones base se obtuvieron con la ayuda de mapas topográficos proporcionados por el INOCAR (Instituto Oceanográfico de la Armada) de la armada ecuatoriana y son los siguientes:

Las estaciones base están distribuidas como sigue:

ESTACION BASE SAUCES

Ubicación: Saucés 8 (Av. Gabriel Roldós)

Longitud: 79° 53' 58" Oeste.

Latitud: 2° 07' 32" Sur.

Altura: 5.6 metros sobre el nivel del mar.

ESTACION BASE JORDAN

Ubicación: Loma del Jordán Km. 14 ½ Vía a Daule

Longitud: 79° 55' 42" Oeste.

Latitud: 2° 04' 37" Sur.

Altura: 93 metros sobre el nivel del mar.

ESTACION BASE MAPASINGUE

Ubicación: Cerro de Mapasingue (Mapasingue Este)

Longitud: 79° 60' 03" Oeste.

Latitud: 2° 08' 45" Sur.

Altura: 98.3 metros sobre el nivel del mar.

5.5 AREA DE COBERTURA



5.5.1 ESTACION BASE SAUCES

Ubicación: Sauces 8 (Av. Gabriel Roldós)

Sectores que cubre esta estación base:

- Ciudadela Sauces
- Ciudadela Garzota I y II
- Ciudadela Guayacanes
- Ciudadela Samanes
- Ciudadela El Cóndor
- Ciudadela La Alborada (todas las etapas)



5.5.2 ESTACION BASE JORDAN

Ubicación: Loma del Jordán Km. 14 ½ Vía a Daule

Sectores que cubre esta estación base:



- Vía a Daule: Desde el Fuerte Militar “Huancavilca” hasta la Penitenciaria
- Ciudadela Samanes
- Ciudadela Los Vergeles
- Ciudadela Las Orquídeas

5.5.3 ESTACION BASE MAPASINGUE

Ubicación: Cerro de Mapasingue (Mapasingue Este)

Sectores que cubre esta estación base:

- Ciudadela Urdesa
- Ciudadela Kennedy (Nueva y Vieja)
- Ciudadela Los Ceibos
- Vía a Daule: Desde el Km. 1 hasta el Fuerte Militar “Huancavilca”

5.5.4 MAPA DE LA ZONA

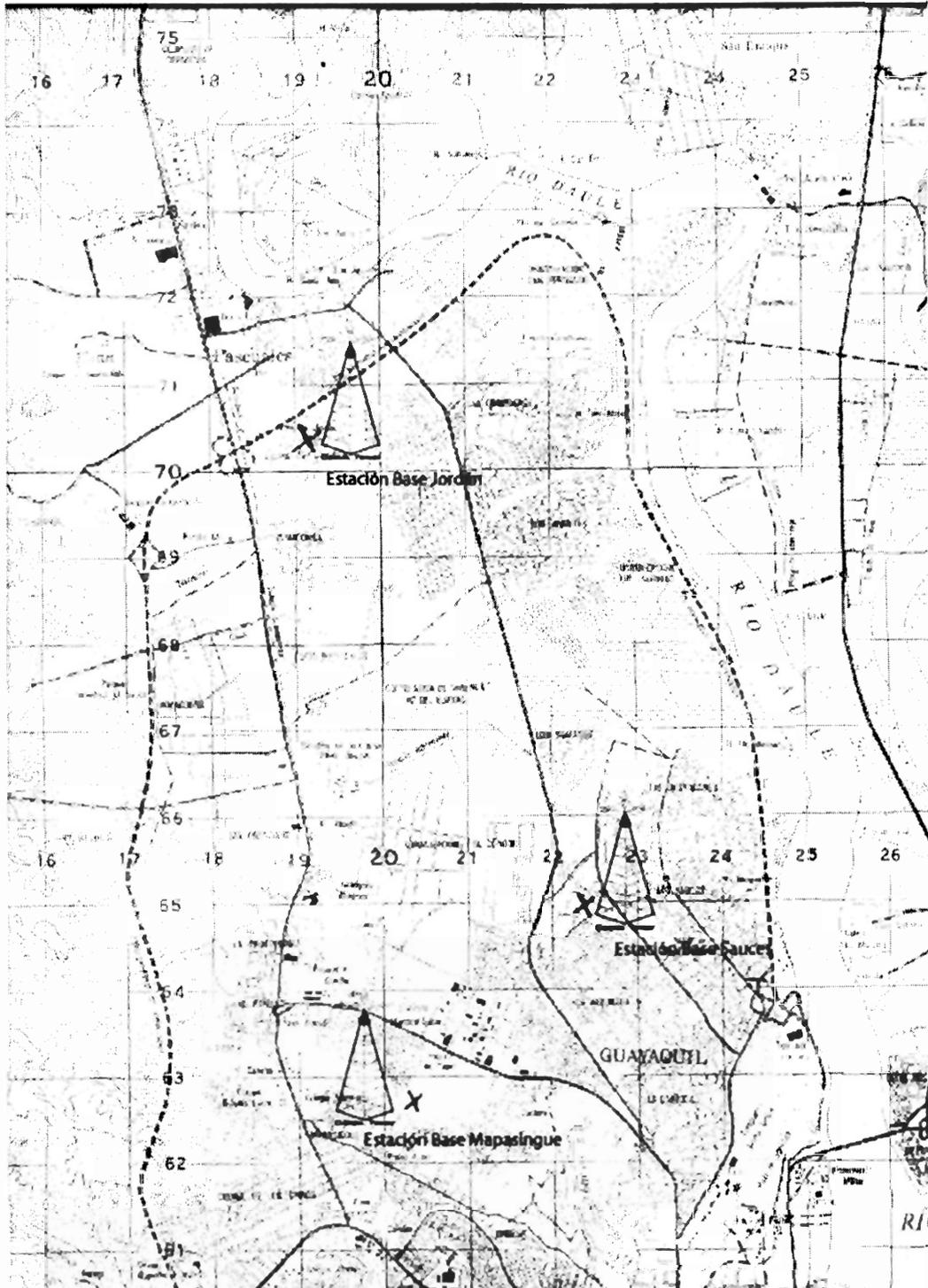


Figura 5.1 Mapa de la zona

5.6 CAPACIDAD DE LAS ESTACIONES

5.6.1 CALCULO DE TRÁFICO

5.6.1.1 ESTRUCTURA DE LOS CANALES DE RADIOFRECUENCIA

Dentro de un canal de radiofrecuencia de 3.5MHz pueden servir hasta 13 códigos RW para tráfico. Un código RW puede ser subdividido para soportar uno o mas canales de trafico (TCH), utilizando TDMA para el downlink y CDMA para el uplink.

Cada código RW puede soportar:

- Canal de tráfico de 1 x 128/144 kbit/s.
- Canal de tráfico de 2 x 64.
- Canal de tráfico de 4 x 32.

Dentro de un canal de radiofrecuencia, un grupo de canales de tráfico que soporta una mezcla servicios de 32/64/128/144 kbit/s puede ser mantenido.

5.6.1.2 PROTOCOLO DE ASIGNACION DE DEMANDA EN TELEFONIA

El protocolo de asignación de demanda en la interface aire da soporte a la concentración de tráfico desde el grupo de Terminales de Suscriptor sobre los canales de tráfico de la interface de aire.

El número de suscriptores (líneas) soportados en la planificación de una red esta sujeto a consideraciones de trafico por línea y grado de servicio requeridos.

Típicamente el número de líneas en el grupo de Terminales de Suscriptor puede ser de 10 a 15 veces el número de canales de tráfico en la interface de aire, basados en los servicios prestados en la telefonía residencial. A esta relación se la denomina constante L.

Tamaño del canal del trafico	Max numero de canales de trafico por RF
32kbit/s	52
64kbit/s	26
128/144 kbit/s	13

Tabla II Canales de Tráfico

Las llamadas entrantes son encaminadas hacia los terminales de suscriptor a través de un canal de tráfico de la interface aire que este disponible. Los terminales de suscriptor compiten por un canal de tráfico en la interface aire para las llamadas salientes.

Para suscriptores de una red de servicios de telefonía analógica convencional (POTS), el máximo número de suscriptores que soporta en un canal RF es de 480.

Los siguientes parámetros en la interface aire pueden ser configurados desde el sistema de gerencia AS8100:

- In-Service (IS) / Out of Service (OOS) para cada código RW.
- Fijación de canales de trafico de 144 / 64 / 32 kbit/s y el modo de operación por asignación fija o de demanda (FA o DA) como grupos de servicios de los codigos RW.

5.6.1.3 PROTOCOLO DE ASIGNACION DE DEMANDA EN PAQUETES DE DATOS

El protocolo de asignación de demanda en la interface aire da soporte a la concentración de tráfico desde el grupo de Terminales de Suscriptor sobre los canales de tráfico de la interface de aire.

El número de suscriptores (líneas) soportados en la planificación de una red esta sujeto a consideraciones de tráfico por línea y grado de servicio requeridos.

Típicamente el número de líneas en el grupo de Terminales de Suscriptor puede ser de 8 a 16 veces el número de canales de tráfico en la interface de aire, basados en los servicios prestados en la telefonía residencial.

Cada paquete de la terminal de suscriptor soporta conexiones hacia un solo grupo de paquetes. Cada grupo de paquetes esta compuesto de hasta 4 códigos RW. Cada código RW puede ser subdividido en canales de 128, 64 o 32 kbit/s, de tal manera que se tendría el siguiente número de canales por códigos RW y por grupos RW:

Tamaño del canal	Numero de canales por código RW	Numero de canales por grupo de 4 RW
32 kbit/s	4	16
64 kbit/s	2	8
128 kbit/s	1	4

Tabla III Canales por códigos RW

El número de canales de tráfico disponibles en un solo canal RF en la interface de aire sería:

Tamaño del canal del trafico	Max numero de canales de trafico por RF
32kbit/s	52
64kbit/s	26
128/144 kbit/s	13

Tabla IV Canales de tráfico por RF

La transmisión de paquetes hacia la terminal de suscriptor siempre esta activa, ya que continuamente se realiza un broadcast a las terminales del suscriptor que se encuentran en un grupo.

Cada paquete es transmitido en la interface aire hacia todas las terminales en el grupo, con una cabecera en el paquete que indica el Terminal suscriptor de destino para dicho paquete.

La transmisión de paquetes desde el terminal suscriptor hasta la terminal central esta basada en la demanda requerida por dicho terminal. Cuando una

terminal de suscriptor tiene un paquete para transmitir, debe solicitar un canal de uplink del grupo de paquetes en el que está conectado.

Cuando se obtiene el canal de uplink el terminal de suscriptor transmite el paquete hacia el PTU (Unidad de Tráfico de Paquetes) en el Concentrador de Acceso. Luego de que el paquete es transmitido, el terminal de suscriptor mantiene el canal de uplink por un pequeño periodo de tiempo (en el caso de que otro paquete podría llegar para ser transmitido en dicho canal de uplink) antes de que liberar el canal. Por ejemplo, para un grupo de paquetes de 4RW con canales de 32 kbit/s, habrá 16 canales de uplink en este grupo.

Para maximizar la capacidad de usuarios, los canales de uplink serán compartidos utilizando una relación de 2 a 1, con esto se garantiza un desempeño lo suficientemente bueno de que estos canales estarán disponibles cuando los terminales de suscriptor del grupo requieran transmitir sus paquetes. A esta relación se la denomina constante D.

Por lo tanto, $16 \times 2 = 32$ usuarios simultáneamente podrán hacer uso del paquete.

Un índice de actividad es entonces aplicado para calcular el número de usuarios conectados comparados al número de usuarios simultáneos; a esta

relación se la denomina constante A. Se asume una relación de 4 a 1 que proporciona $32 \times 4 = 128$ usuarios conectados por grupo de paquetes ($128 \times 3 = 384$ usuarios por cada radiofrecuencia si se configura tres grupos, dando un total de 12 RW en un solo RF).

Los siguientes parámetros de la interface de aire pueden ser configurados desde el sistema de gerencia del AS8100:

- In-Service (IS) / Out of service (OOS) para cada código RW.
- Fijación de canales de tráfico de 144 / 64 / 32 kbit/s y el modo de operación por asignación fija o de demanda (FA o DA) como grupos de servicios de los códigos RW.
- Tamaño del grupo de paquete (códigos RW).
- Contador de tiempo de espera del uplink.

5.6.2 CAPACIDAD DEL SISTEMA

El sistema AS4000, como ya se ha mencionado anteriormente brindara servicio de voz y datos a un numero aproximado de 3000 usuarios, los mismos que se encuentran distribuidos equitativamente en las estaciones base SAUCES, JORDAN y MAPASINGUE.

A continuación se indicaran los cálculos realizados en cada estación base, se estableció que cada una de ellas tendrá capacidad de manejar 1000 usuarios.

La infraestructura y la cantidad de equipos utilizados en este diseño permitirá brindar servicio de voz (32kbit/s POTS) a 500 usuarios y servicio de Datos (64kbit/s) / Voz IP (32kbit/s) a 500 usuarios por cada estación base. Los Cálculos siguientes son realizados por cada 100 usuarios.

Usuarios de Voz:

Para los usuarios de voz (32 kbit/s POTS), un código RW soporta hasta 4 canales de trafico; para maximizar la capacidad de usuarios se considera el valor de la constante $L = 13$

Canales de trafico por RW = 4

$$\begin{aligned} \# \text{ Máximo de canales de trafico por RW} &= 4 \times L \\ &= 52 \left(\frac{TCH}{RW} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Códigos RW por estación base} &= \frac{\# \text{ usuarios } (TCH)}{\# \text{ máximo de canales de trafico por RW } (TCH / RW)} \\ &= \frac{100}{52} \\ &= 1.92 \approx 2 \text{ RW} \end{aligned}$$

Usuarios de Datos y Voz IP:

Para los usuarios de datos (64 kbit/s), un código RW soporta hasta 2 canales de tráfico; para maximizar la capacidad de usuarios se considera las siguientes constantes.

$$D (\text{Maximizar capacidad de usuarios}) = 2$$

$$A (\text{Índice de Actividad}) = 2$$

$$\# \text{ Canales de tráfico por RW} = 2$$

$$\begin{aligned} \# \text{ Máximo de canales de tráfico por RW} &= 2 \times D \times A \\ &= 8 \left(\frac{TCH}{RW} \right) \end{aligned}$$

$$\# \text{ Códigos RW por estación base} = \frac{\# \text{ usuarios}(TCH)}{\# \text{ máximo de canales de tráfico por RW}(TCH/RW)}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{100}{8} \\ &= 12.5 \approx 13 \text{ RW} \end{aligned}$$

Para los usuarios de Voz sobre IP (32 kbit/s), un código RW soporta hasta 4 canales de tráfico; para maximizar la capacidad de usuarios se considera las siguientes constantes.

$$D (\text{Maximizar capacidad de usuarios}) = 2$$

$$A (\text{Indice de Actividad}) = 2$$

$$\# \text{ Canales de trafico por RW} = 4$$

$$\begin{aligned} \# \text{ M\u00e1ximo de canales de trafico por RW} &= 4 \times D \times A \\ &= 16 \left(\frac{TCH}{RW} \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \# \text{ C\u00f3digos RW por estaci\u00f3n base} &= \frac{\# \text{ usuarios}(TCH)}{\# \text{ m\u00e1ximo de canales de trafico por RW}(TCH/RW)} \\ &= \frac{100}{16} \\ &= 6.25 \approx 7 \text{ RW} \end{aligned}$$

Con los c\u00e1lculos anteriores se puede obtener el n\u00famero de c\u00f3digos RW necesarios para poder brindar el servicio ofrecido a los 500 usuarios de Voz y 500 usuarios de Datos y Voz IP

	Por cada 100 Canales de Trafico	Por Cada 500 Canales de Trafico
C\u00f3digos RW para Voz (32Kbit/s)	2	10
C\u00f3digos RW para Datos (64Kbit/s)	13	65
C\u00f3digos RW para Voz IP (32Kbit/s)	7	35

Tabla V C\u00f3digos RW por canales de tr\u00e1fico necesarios en el sistema

El total de los códigos RW necesarios para satisfacer los requerimientos de 1000 usuarios por cada estación base esta dado de la suma de los códigos RW que brindan servicio de Voz, Datos y Voz IP.

Total de códigos RW utilizados en cada estación base = Códigos RW para Voz + Códigos RW para Datos
+ Códigos RW para VoIP

Total de códigos RW utilizados en cada estación base = $10 + 65 + 35 = 110$ RW

Como anteriormente se indicó cada radio frecuencia esta subdividida en 3 grupos de 4 canales RW, de tal manera que cada radio frecuencia consta de 12 canales RW.

El total de radio frecuencias necesarias para satisfacer los requerimientos de 1000 usuarios por cada estación base esta dado por:

$$\text{Total de RF en la estación base} = \frac{\text{Total de Canales RW requeridos}}{\text{Canales RW en una RF}}$$

$$\text{Total de RF en la estación base} = \frac{110}{12} = 9.16 \approx 10 \text{ RF}$$

Como se necesitan 10 radio frecuencias (RF) por cada estación base, para el diseño se ha decidido utilizar un conjunto de Centrales Terminales. Cada Central Terminal (CT) administrara 2 RF, de tal forma que se utilizaran un total de 5 CT por cada estación base.

El siguiente cuadro resume los datos obtenidos de los diferentes cálculos realizados y que son fundamentales en el diseño del sistema.

Número de Usuarios por Estación Base	1000
Número de Estaciones Base	3
Número de Centrales Terminales por Estación Base	5
Número de RF utilizados en cada CT	2
Total de RF utilizados en una Estación Base	10
Número códigos RW por cada RF	12
Número de códigos RW utilizados por cada CT	22
Número de usuarios de Voz (32Kbit/s) por Estación Base	500
Número de usuarios de Datos(64Kbit/s) y VoIP (32Kbit/s) por Estación Base	500

Tabla VI Datos Obtenidos en los Diferentes Cálculos

5.7 SECTORIZACION DE CELDAS

5.7.1 INTERFAZ DE AIRE DEL RADIO

5.7.1.1 RANGO DE FRECUENCIAS SOPORTADOS

La arquitectura del sistema AS4000 opera en rangos de 900Mhz a 4 Ghz, con los siguientes rangos de frecuencia estándar disponibles:

- 1.8 a 1.9GHz de acuerdo con los requerimientos de bandas FCC PCS (Personal Communication System / Federal Communication Commission) espaciamiento duplex de 80MHz.
- 2.0 a 2.3GHz de acuerdo con CEPT/ERC/Rec 13-01E, con espaciamiento duplex de 175MHz.
- 2.3 a 2.5GHz de acuerdo con la norma ITU-R 746 con espaciamiento duplex de 94MHz.
- 3.4 a 3.6 GHZ de acuerdo con CEPT/ERC/Rec 14-01E, con espaciamiento duplex de 100MHz.

Nuestro sistema operara en el rango de frecuencias de las 3.4GHz a 3.6GHz ya que la superintendencia de telecomunicaciones ha establecido que este espectro de frecuencias es uno de los serán utilizados para telefonía

inalámbrica fija en Ecuador. Esto se encuentra descrito en el cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencia (Apéndice F y G).

La separación entre los canales de radiofrecuencia es de 3.0 a 3.5MHz, este rango nos permite un uso óptimo del ancho de banda. Los canales de comunicación de retorno y la separación dependen del plan de canales usado. En nuestro sistema, la separación entre el par de frecuencias que forman un canal duplex es de 100MHz.

Como se menciona anteriormente para brindar el servicio propuesto se necesitan trabajar con 10 RF en cada estación base. Estas 10 RF están distribuidas en 5 centrales terminales, de tal forma que cada central terminal trabaja con 2 RF. Cada central terminal estará conectada a una antena direccional, la cual dará cobertura a un segmento de la celda. Cada antena soporta hasta 2 RF por lo tanto se necesitan 5 antenas por cada estación base.

Las antenas que se utilizarán en el diseño tienen las siguientes características:

- 4 antenas direccionales de 60 Grados de cobertura y que trabajan en una frecuencia de 3.4 –3.7 GHz, con un puerto feeder. Ganancia de la antena +16.5 dbi.

- 1 antena direccional de 120 Grados de cobertura y que trabaja en una frecuencia de 3.4 –3.7 GHz, con un puerto feeder. Ganancia de la antena +16.5 dbi.

La figura 5.2 muestra como serán distribuidas las antenas.

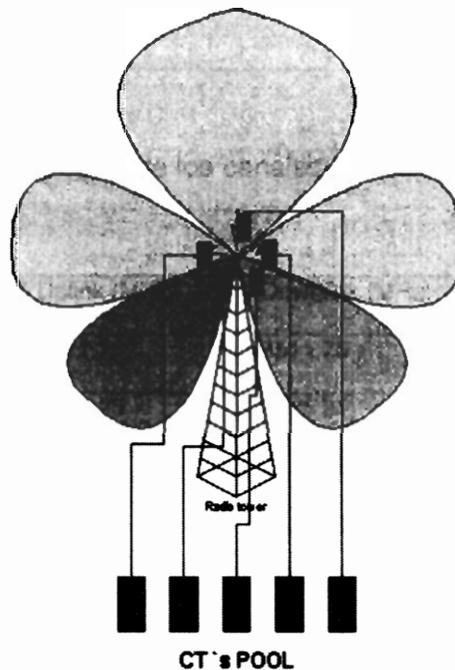


Figura 5.2 Distribución de antenas

5.7.2 PLAN DE FRECUENCIAS

La figura 5.3 muestra la distribución de los canales de radio frecuencia, tanto el canal de Uplink como el canal de Downlink que juntos forman un canal Duplex.

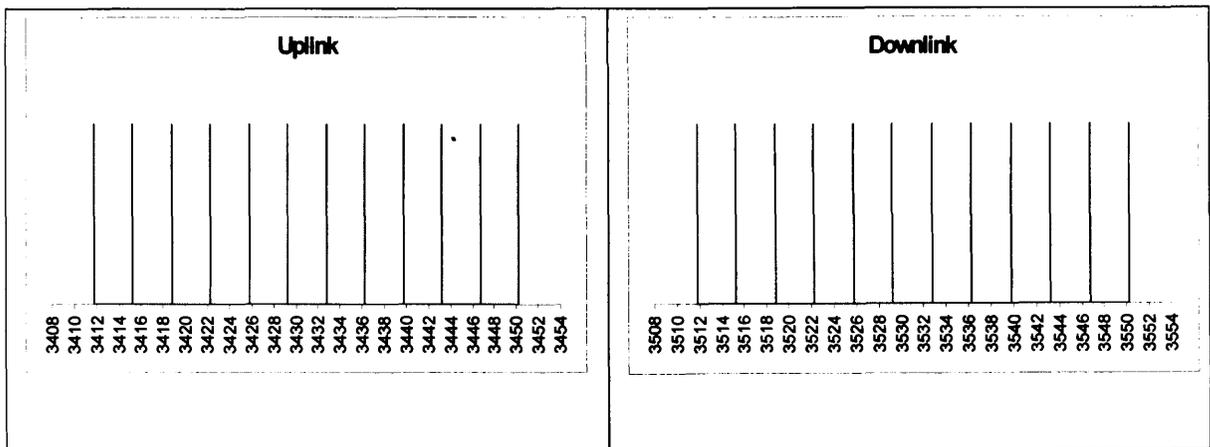


Figura 5.3 Distribución de los canales de radio frecuencia

Canal	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)
1	3411.75	3511.75
2	3415.25	3515.25
3	3418.75	3518.75
4	3422.25	3522.25
5	3425.75	3525.75
6	3429.25	3529.25
7	3432.75	3532.75
8	3436.25	3536.25
9	3439.75	3539.75
10	3443.25	3543.25
11	3446.75	3546.75
12	3450.25	3550.25

Tabla VII Canales de Radiofrecuencia

Nota:

3.5MHz entre canales adyacentes.

100MHz de espacio entre un canal de Uplink y Downlink.

5.7.3 DISTRIBUCION DE LOS CANALES DE RF EN EL AREA DE COBERTURA

La figura 5.4 muestra la sectorización de la celda y la distribución de los canales de radio frecuencia en cada segmento.

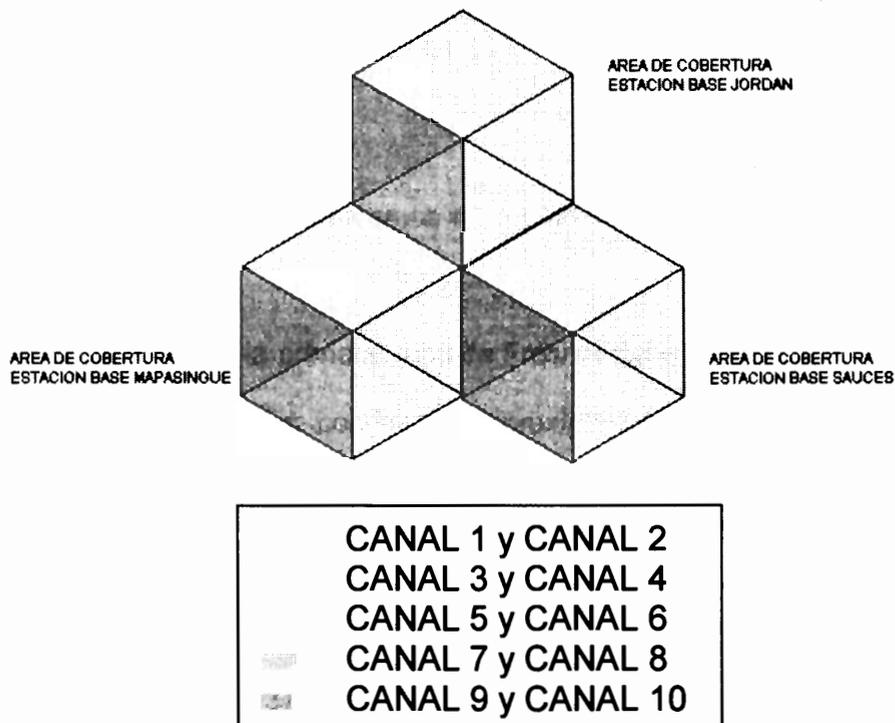


Figura 5.4 Sectorización de la celda.

5.8 ESTUDIO DE PROPAGACION

5.8.1 DISEÑO DE LA RUTA PARA EL RADIO ENLACE ENTRE EL CONCENTRADOR DE ACCESO Y LAS ESTACIONES BASES

Aquí analizaremos las consideraciones que se hace en un estudio de ingeniería para hacer el radio enlace en nuestra frecuencia en UHF (Ultra High Frequency).

Parámetros tales como la señal ruido, nivel de desvanecimiento, respuesta de frecuencia, pérdidas de transmisión, etc., son de mucha importancia en este estudio.

Para nuestro proyecto tomaremos en cuenta los siguientes puntos:

Cerca del 60% de la primera zona de Fresnel debe estar libre de obstáculos para tratar de obtener condiciones aproximadas a las de propagación en espacio libre (pérdidas de transmisión básicas).

Al menos debe existir un radio de línea de vista ($\Delta h = 0$) durante refracción adversa ($K = 1$ o $2/3$). Dependiendo del tipo de obstáculo, las pérdidas por obstrucción están entre los 6 y 22 dB.

Las superficies reflectoras entre los lóbulos mayores de las antenas pueden guiar a un desvanecimiento e interferencia, cuando más de la primera zona de Fresnel está libre de obstáculos.

5.8.2 CÁLCULO DE LA PÉRDIDA DE PROPAGACIÓN

El alcance de las ondas en el espacio esta prácticamente limitado a la atenuación que sufre la señal a medida que se aleja de la fuente que la generó. Esta atenuación se debe a las pérdidas de transmisión básica, las pérdidas de la trayectoria, y adicionalmente pérdidas por obstáculos, por la curvatura de la tierra, pérdidas por feeder.

La pérdida total del sistema se calcula con la siguiente fórmula:

$$A_s = A_o + A_z + A_l$$

Donde:

$A_s = 10 \log \frac{P_t}{P_r}$, es la pérdida total del sistema y como vemos está relacionada con las potencias de los terminales transmisor y receptor.

$A_o = 28.1 \text{ dB} + 20 \log d + 20 \log f$, es la pérdida de trayectoria, d es la distancia de la trayectoria y f es la frecuencia.

A_z : son las pérdidas adicionales por la curvatura de la tierra.

A_l : son las pérdidas por los feeders.

La fórmula de la pérdida de trayectoria nos demuestra que cuanto mayor es la frecuencia o menor es la longitud de onda, mayores serán las pérdidas. Esto es muy importante de considerar en antenas de VHF (Very High Frequency) y UHF ya que trabajan con frecuencias elevadas y longitudes de onda muy cortas.

5.8.3 ESTUDIO DE CAMPO Y RUTA ÓPTIMA

Una parte fundamental en el diseño de enlace mediante microonda es la determinación de la ruta del sistema y de la ubicación geográfica de los puntos inicial, y final del enlace.

La ruta escogida deberá tener ciertas características especiales que correspondan la propagación especial de microonda que es el de viajar en línea recta y que cualquier obstrucción geográfica en su camino desviara el haz de onda electromagnética haciendo imposible la comunicación entre dos puntos además debe considerarse el grado de reflexión que estas ondas puede tener y que causara perturbación de la señal a transmitirse.

La cantidad de reflexión de las ondas esta determinada por la topografía del terreno y su vegetación entre otras cosas.

Para el sistema se han escogido tres puntos para la ubicación de las antenas:

El primero de ellos llamado Estación Base Sauces ubicado en la Ciudadela Los Sauces al Norte de Guayaquil, se escogió este punto debido a que la mayor cantidad de posibles suscriptores se encuentran en esa zona.

La segunda estación llamada Estación Base Jordán se encuentra en la Loma del Jordán al Norte de Guayaquil este si es un lugar alto (93 m.s.n.m).

El tercer y ultimo punto para una de las estaciones base llamada Estación Base Mapasingue esta ubicado en el Cerro de Mapasingue Este, también es un lugar alto (98.30 m.s.n.m), ambos puntos Jordán y Mapasingue tienen accesibilidad y existen ya torres que pueden ser alquiladas para evitar su construcción.

Además tienen suministro de energía, pero adicionalmente se deben instalar generadores en ambos sitios.

5.8.4 CURVATURA DE LA TIERRA

Para la obtención de la curvatura de la tierra nos valemos de un sistema de coordenadas ortogonal, debido a lo cual la superficie del mar o la de otra superficie de referencia se deforma convirtiéndose en parábola:

$$y(x) = \frac{0.07849}{K} [x(d-x)]$$

K es el factor de radio efectivo de la tierra, para nuestro caso igual a $4/3$.

d es la distancia de la trayectoria, que variara según las distancias entre las estaciones base Jordán y Mapasingue y la estación base Sauces donde estará ubicado el Concentrador de Acceso.

x son los intervalos tomados en la trayectoria, nosotros hemos tomado intervalos de 200m.

5.8.5 CALCULO DE LA PRIMERA ZONA DE FRESNEL

El concepto de la zona de Fresnel es muy útil en transmisiones de radio, su efecto crítico es calculado en relación con el radio de la primera zona de Fresnel.

La propagación de las ondas en un medio extenso puede entenderse mejor en términos del principio de Huyghens, que establece que cada elemento de un frente de onda es una fuente de onda secundaria. Este patrón es repetido indefinidamente, mientras que la fuerza de campo en el receptor R es la suma vectorial de las infinitas y minúsculas ondas de la antena transmisora T .

Si la distancia de un camino P' es mayor por media longitud de onda la diferencia de fase será de 180 grados y las señales serán canceladas. Si la longitud del camino indirecto es incrementada por media longitud de onda

más, la señal viajará por este camino y se añadirá en fase con la señal directa.

Si imaginamos mover un punto P' que define un camino indirecto en el cual su extra longitud es media longitud de onda, alrededor de una circunferencia, en el interior del círculo se nos define todos los posibles caminos cuya longitud será de la distancia de la trayectoria $d + \lambda/2$. Este círculo interior es llamado la primera zona de Fresnell con radio F1 y su fórmula es:

$$H(x) = \sqrt{n \times \lambda \times Li \times x(1-x)}$$

Con esta fórmula calculamos la Zona de Fresnel por puntos, n es el número de la zona de Fresnel, x es el punto donde calculamos la zona de Fresnel y Li es la longitud de la trayectoria.

En el apéndice A se muestran los principales parámetros que se tomaran en consideración en el radio enlace y en el apéndice B se muestran las tablas con los diferentes cálculos realizados para poder obtener la primera zona de Fresnel que se encuentra en el apéndice C.

CAPITULO 6

6 DISEÑO DEL SISTEMA

6.1 FACIL IMPLEMENTACION Y DESPLIEGUE DE SERVICIOS

La habilidad para desplegarse y manejar rápidamente los requerimientos del cliente es reforzado por el hecho de que los radio enlaces del AS4000 proveen un igual desempeño para cubrir pares de cobre y por consiguiente, ofrecer una alternativa muy competitiva para el uso de cableado de cobre para la entrega de estos servicios a los clientes.

Cada cliente puede servirse de uno o mas radio enlaces, los cuales pueden ser configurados para soportar una gama de servicios. Estas pueden ser unidades sencillas o múltiples, entregando una variedad de enlaces dedicados o servicios sobre demanda.

Cambios futuros y la naturaleza creciente de la arquitectura de los equipos AS4000 permite la implementación inmediata de diversos paquetes de servicios, y un camino hacia más aplicaciones de datos IP sin interrumpir el servicio a los clientes existentes.

6.2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA AS4000

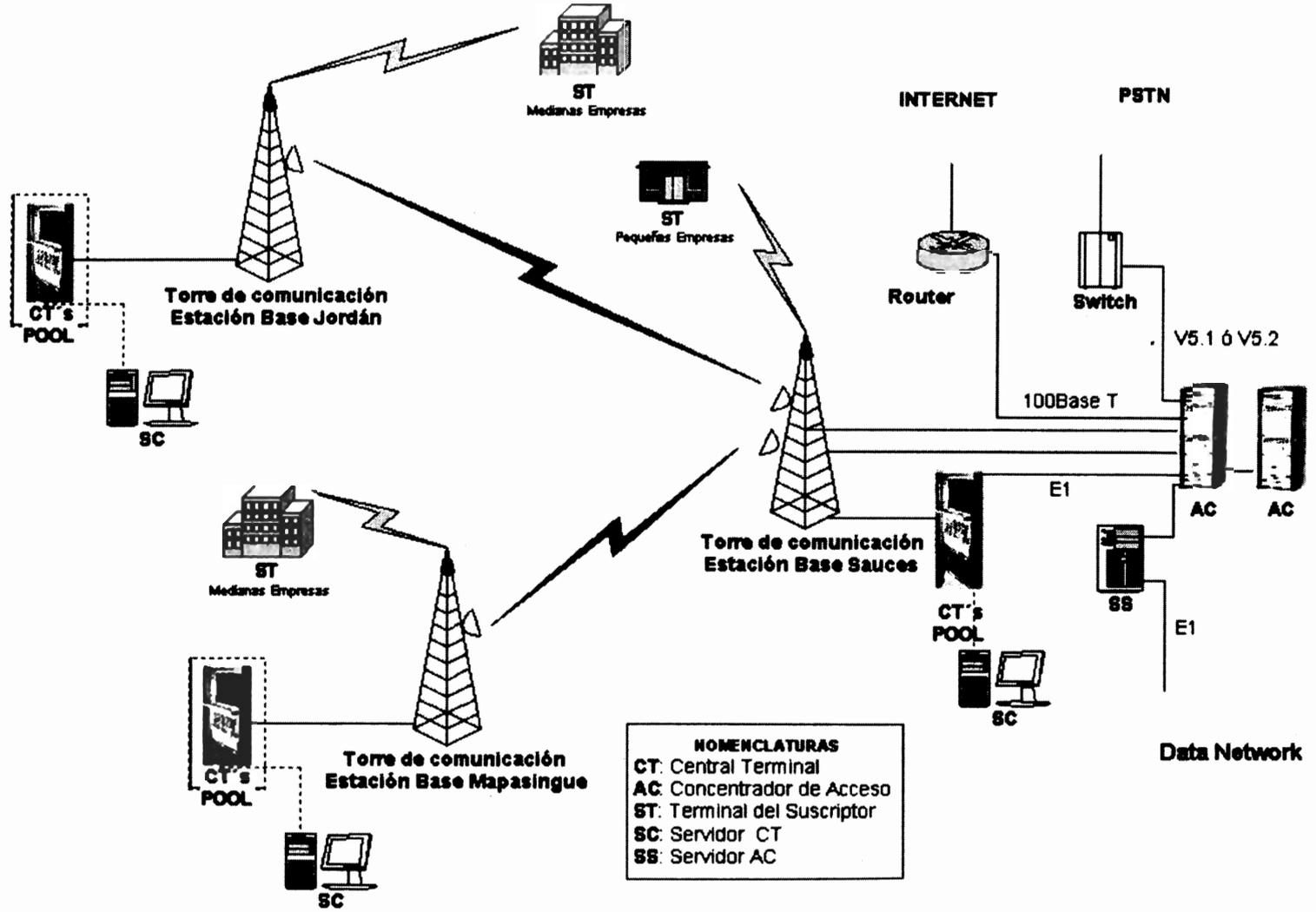
El sistema AS4000 consta de un número de bloques físicos principales:

- Terminales de Suscriptor (ST), los cuales están ubicados en el sitio mismo del cliente.

- Centrales Terminales (CT), situadas de tal manera que se pueda obtener un radio máximo de cobertura.

- Concentradores de Acceso (AC), normalmente ubicados en la Oficina Central o lugar de Conmutación, aquí también se encuentra el Sistema de Gestión de Redes llamado AS8100 Sitespan.

Figura 6.1 Arquitectura del Sistema AS4000 para la Zona Norte de Guayaquil



6.3 DISEÑO DE LA ESTACION BASE SAUCES

Esta es la estación principal del sistema, en ella se encuentra localizada el Concentrador de Acceso. Las demás estaciones se conectan con esta estación a través de un radio enlace, para que de esta manera cuando el usuario ingrese al sistema pueda hacer uso de los distintos servicios disponibles.

La Estación Central Saucés dará servicio inicial a 1000 usuarios de telefonía y de datos; esta subdividida en dos partes:

- La Central Terminal
- Los Concentradores de Acceso

6.3.1 CONCENTRADOR DE ACCESO

El Concentrador de Acceso conecta todo nuestro sistema hacia las redes de telefonía, datos e Internet, representa la conexión del sistema hacia el mundo externo.

Ha sido diseñado de tal forma que sea una unidad escalable, esto quiere decir que a medida que el número de usuarios se incremente, solo bastara con agregar más tarjetas en el concentrador sin que involucre la funcionalidad del sistema.

6.3.1.1 INTERFACES QUE UTILIZA

El concentrador de acceso requiere de tres interfaces V5.2 mediante las cuales a través del switch de conmutación podrá brindar el servicio de PSTN (Public Switch Telephone Network) a los usuarios,

El concentrador de acceso requiere de una interfaz 100 BaseT Ethernet mediante el cual a través del router podrá el usuario tener acceso a la red de Internet.

Un servidor (SS) se conecta al concentrador de Acceso. Este servidor se conecta mediante una interfaz E1 a la red de Datos. Otras de las funciones del servidor de acceso es la administración del Concentrador de Acceso.

Se requiere de otra interfaz E1 para conectar el concentrador de acceso con el Central Terminal ubicada en la misma estación Base.

Se requiere de un radio enlace para la conexión entre la estación base Jordán y el concentrador de acceso; de igual forma para la estación base Mapasingue. Las conexiones hacia la Torre de comunicaciones son de cable coaxial.

6.3.1.2 ESTRUCTURA DEL CONCENTRADOR DE ACCESO

El concentrador de acceso esta compuesto de varias tarjetas, tales como:

- Unidad de Fuente de Poder (PSU)
- Controlador de la Placa (SC), permite la comunicación entre la Central Terminal y el Concentrador de Acceso
- Unidad de Trafico de Paquetes (PTU), utilizadas para la transmisión de Datos
- Unidad de Trafico de la Central Terminal (CTU)
- Unidad de Trafico de Intercambio (XTU), utilizadas para la transmisión de Voz
- Unidad de Compresión (CU)
- Panel de Alarmas y fusibles
- Panel de Terminación
- Switch de protección del E1
- Entradas de Poder
- Salida hacia la estación de alarmas

6.3.1.3 CALCULO DE UNIDADES XTU Y PTU PARA LA TRASMISION DE VOZ Y DATOS

6.3.1.3.1 CALCULO PARA USUARIOS DE TELEFONIA

Calculo para 1500 usuarios de telefonía de 32kbit/s:

Una tarjeta XTU ofrece servicio de 32kbit/s a 240 usuarios.

Los cálculos que a continuación se realizan, están basados por estación base, de 500 usuarios cada una, de tal manera que el número de tarjetas XTU por cada estación base dentro del concentrador de acceso será de:

$$\# \text{XTU} = \frac{\# \text{usuarios}}{240}$$

$$\# \text{XTU} = \frac{500}{240}$$

$$\# \text{XTU} = 2.08 \approx 3$$

Como el sistema consta de 3 estaciones base, el número total de tarjetas XTU que el concentrador de acceso maneja es:

$$\begin{aligned} \# \text{TOTAL TARJETAS XTU} &= \# \text{Estaciones Base} \times \# \text{XTU} \\ &= 3 \times 3 \\ &= 9 \end{aligned}$$

6.3.1.3.2 CALCULO PARA USUARIOS DE DATOS Y VoIP

Cálculos para 1500 usuarios de datos de 64kbit/s y VoIP de 32 kbit/s, estos cálculos se manejaran por separado:

Usuarios de datos de 64kbit/s:

Una tarjeta PTU ofrece servicio de 64kbit/s a 150 usuarios.

Los cálculos que a continuación se realizan, están basados por estación base, de 500 usuarios cada una, de tal manera que el numero de tarjetas PTU por cada estación base dentro del concentrador de acceso será de:

$$\# \text{ PTU} = \frac{\# \text{ usuarios}}{150}$$

$$\# \text{ PTU} = \frac{500}{150}$$

$$\# \text{ PTU} = 3.3$$

Usuarios de VoIP de 32kbit/s:

Una tarjeta PTU ofrece servicio de 32kbit/s a 300 usuarios.

Los cálculos que a continuación se realizan, están basados por estación base, de 500 usuarios cada una, de tal manera que el número de tarjetas PTU por cada estación base dentro del concentrador de acceso será de:

$$\# \text{ PTU} = \frac{\# \text{ usuarios}}{300}$$

$$\# \text{ PTU} = \frac{500}{300}$$

$$\# \text{ PTU} = 1.66$$

Debido a que el servicio de VoIP se presta junto con el servicio de datos, el número de tarjetas PTU para 500 usuarios en cada estación base, está dado por:

$$\begin{aligned} \# \text{ PTU POR ESTACION BASE} &= \# \text{ PTU (DATOS)} + \# \text{ PTU (VoIP)} \\ &= 3.33 + 1.66 \\ &= 4.99 \approx 5 \end{aligned}$$

El número total de tarjetas PTU que el concentrador de acceso manejara es:

$$\begin{aligned} \# \text{ TOTAL TARJETAS PTU} &= \# \text{ Estaciones Base} \times \# \text{ PTU} \\ &= 3 \times 5 \\ &= 15 \end{aligned}$$

La figura 6.2 y la figura 6.3 muestran la arquitectura del concentrador de acceso:

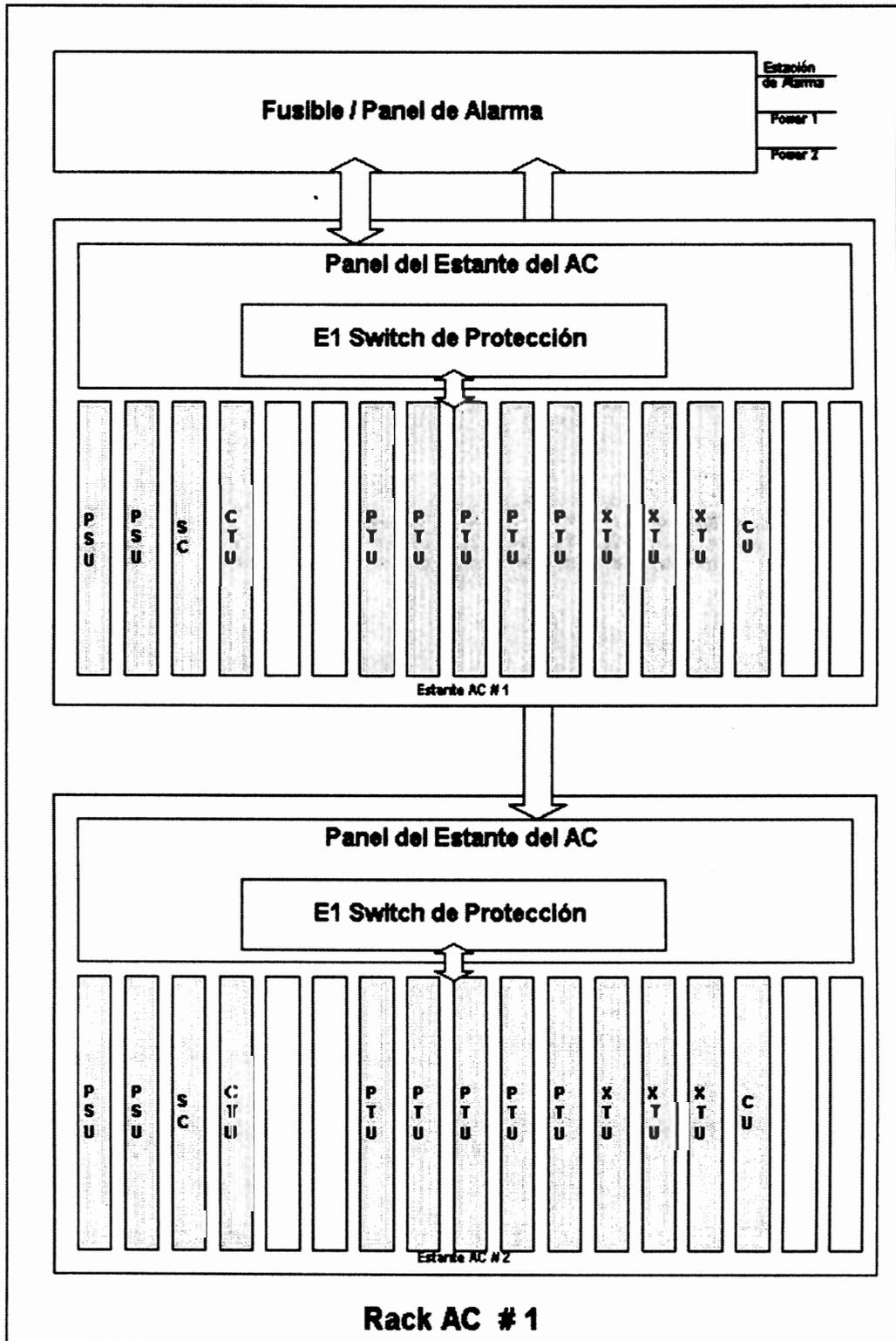


Figura 6.2 Concentrador de Acceso

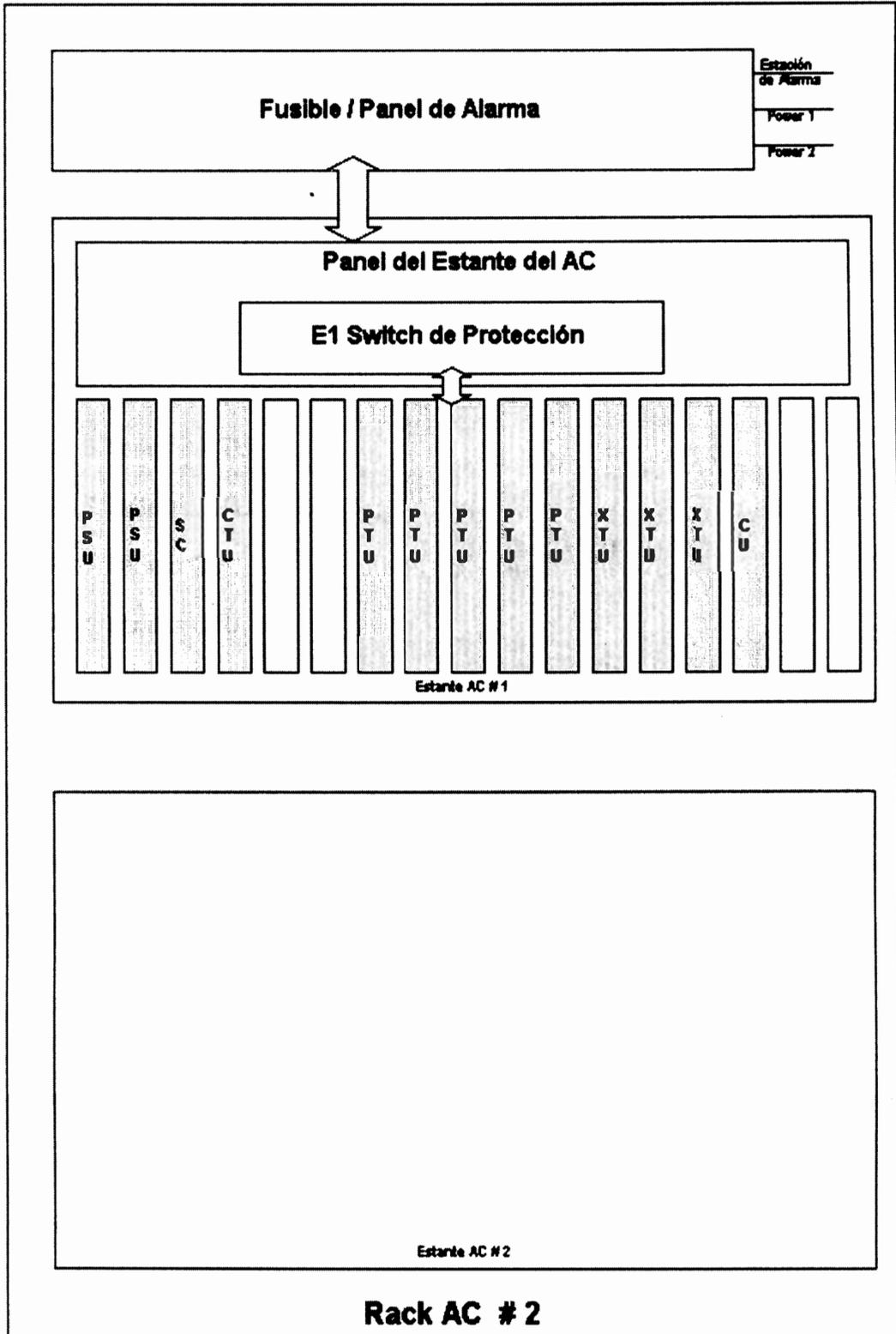


Figura 6.3 Concentrador de Acceso

Para el diseño del Concentrador de Acceso se han utilizado 2 RACK AC como el que se muestra en la figura 6.2 y la figura 6.3. La figura 6.2 muestra un RACK AC que consta de un panel de Alarma y dos Estantes AC. La figura 6.3 muestra un RACK AC que consta de un panel de Alarma y un Estante AC.

En cada Estante AC consta de:

- 5 Tarjetas PTU
- 3 Tarjetas XTU
- 1 Tarjeta CU
- 1 Tarjeta CTU
- 1 Tarjeta SC
- 2 Tarjetas PSU

Estas tarjetas son las necesarias para brindar el servicio requerido por los usuarios anteriormente preestablecidos en el sistema.

6.3.2 CENTRAL TERMINAL

La Terminal Central proporciona el acceso de radio a los suscriptores en el área de cobertura. Esta plataforma de multi-servicios recibe los requerimientos de los suscriptores y los dirige hacia el concentrador de acceso.

La terminal central esta compuesta de un conjunto de 5 equipos que conforman un conjunto de centrales terminal (Pool de CT's). Estos equipos son los necesarios para brindar los canales de RF requeridos por el número de usuarios en cada estación base. De igual forman la Central Terminal fue diseñada para que sea una unidad escalable.

Cada Central Terminal consta de un estante de combinación RF y dos estantes CT para los modem's; cada estante CT controla un canal de RF, dando un total de 2 RF por central terminal y un total de 10 RF en cada Estación Base.

6.3.2.1 INTERFACES QUE UTILIZA

La Central Terminal requiere de una interfaz E1 mediante la cual se conecta al concentrador de acceso.

Un servidor (SC) se conecta a la Central Terminal, la función del servidor es la administración del CT.

Cada Central Terminal utiliza una antena direccional para cubrir un segmento del área de cobertura de la Estación Base. La Central Terminal se conecta a la antena mediante un cable coaxial.

6.3.2.2 ESTRUCTURA DE LA CENTRAL TERMINAL

Cada Central Terminal esta compuesta de varias tarjetas, tales como:

- Estantes CT de los MODEM`s
 - Unidad de Fuente de Poder (PSU).
 - Controlador de Placa (SC), permite la comunicación entre la Central Terminal y el Concentrador de Acceso.
 - Unidad de Trafico de Asignación de Demanda (DTU).
 - Unidad de Trafico de la Central Terminal (CTU).
 - Modulador y De-modulador CDMA (MODEM).
 - Unidad Análoga (AU).
 - Panel del Estante de los MODEM`s.
 - Switch de protección para E1.

- Estantes de combinación de RF
 - Unidad de Fuente de Poder (PSU).
 - Amplificador para dos RF (PA x2).
 - Radio Frecuencia (RF).
 - MODEM (MON).
 - Unidad de Alarma.
 - Dúplex y Amplificador (DIP/LNA).
 - Salida a la estación de Alarmas.
 - Entradas de Poder.

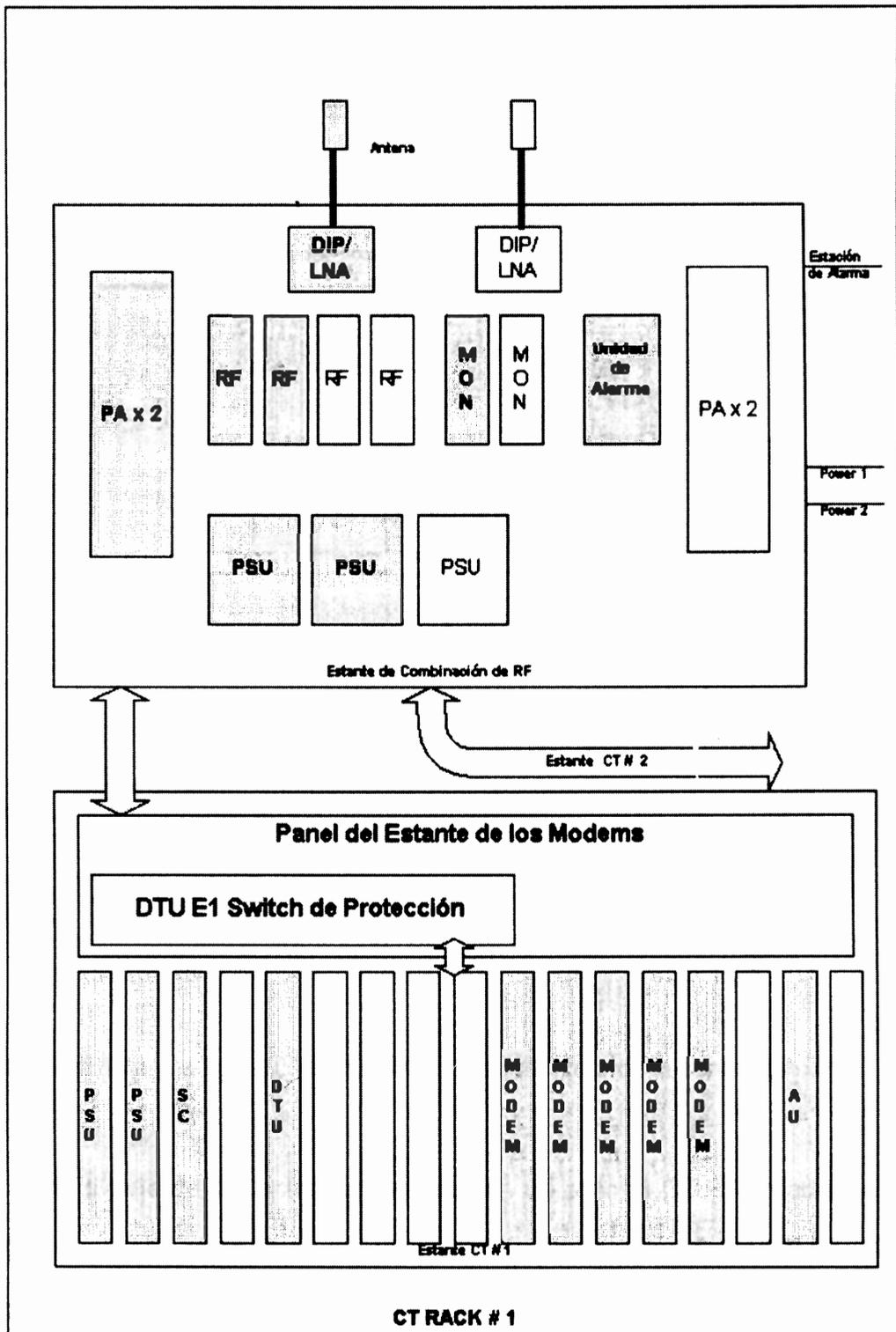


Figura 6.4a Central Terminal

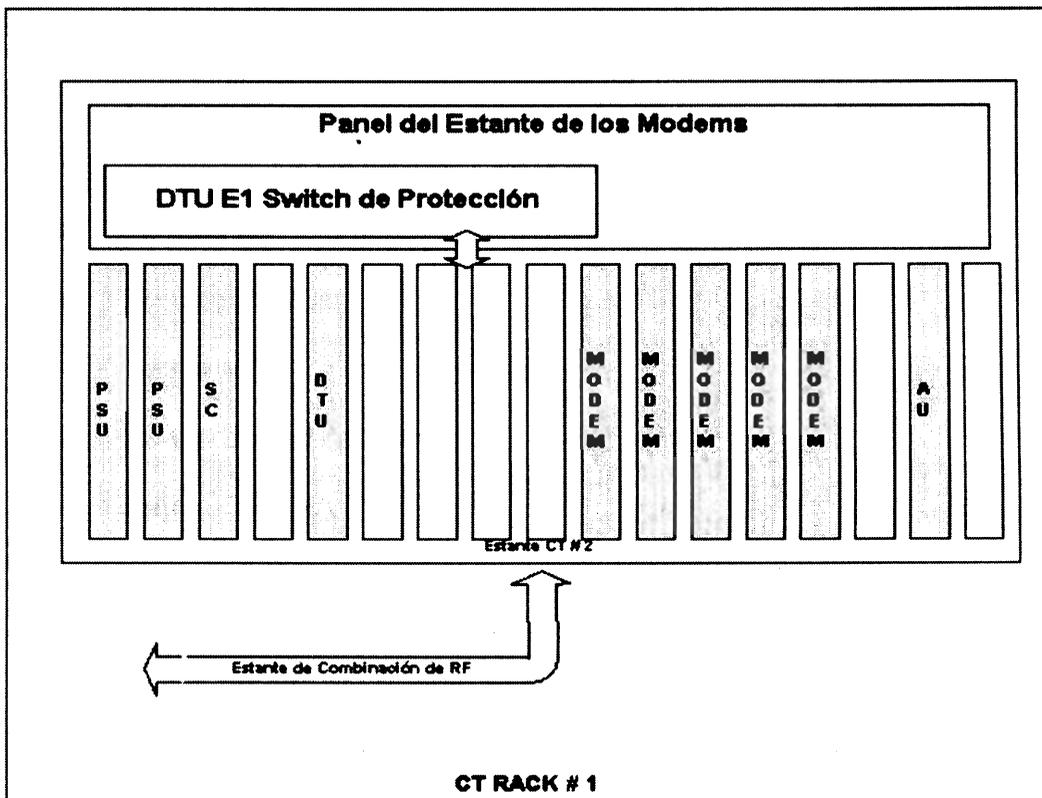


Figura 6.4b Central Terminal

La figura 6.4a y la figura 6.4b muestran la arquitectura de la central terminal.

Para el diseño de la Central terminal se han utilizado 5 CT RACK como el que se muestra en la figura 6.4 (figura 6.4a y figura 6.4b). Cada CT RACK consta de un Estante de Combinación RF y dos estantes CT.

Cada Estante de Combinación de RF consta de:

- 1 Tarjeta PA x 2 (Amplificador de potencia que soporta hasta 2 RF)
- 2 Tarjetas RF.
- 2 Tarjetas PSU.
- 1 Tarjeta MON
- 1 Tarjeta Unidad de Alarma
- 1 Tarjeta DIP/LNA

Cada Estante CT consta de:

- 2 Tarjeta PSU.
- 1 Tarjeta SC.
- 1 Tarjeta DTU.
- 5 Tarjetas MODEM.
- 1 Tarjeta AU.

Estas tarjetas son las necesarias para brindar el servicio requerido por los usuarios anteriormente preestablecidos en cada estación base.

6.4 DISEÑO DE LA ESTACION BASE JORDAN Y ESTACION BASE MAPASINGUE

Estas estaciones son las dos estaciones bases remotas del sistema, en ellas se encuentran localizadas el conjunto de centrales terminales que brindan el enlace de radio a los suscriptores.

La estación base Jordán y la estación base Mapasingue darán servicio cada una de ellas inicialmente a 1000 usuarios de telefonía y de datos.

El diseño de la Central Terminal Jordán y la Central Terminal Mapasingue es igual al de la Central terminal Sauces, que se muestra en el capítulo 6.3.2.2. Cada central terminal se comunica con el Concentrador de Acceso mediante un enlace de radio.

6.5 LÍMITES DE LA CAPACIDAD DE LOS EQUIPOS

Cada canal RF abarcara hasta 500 terminales de suscriptor, el sistema esta diseñado de tal manera que cada RF abarque solamente 100 terminales.

Cada Central Terminal (CT) puede soportar de uno a cuatro Estantes CT (1 a 4 RF). En el diseño, se ha fijado que cada CT trabaje con 2 RF.

Un enlace de 2 Mbit/s se requiere para conectar cada Estante CT hacia el Concentrador de Acceso.

Hasta 12 canales RF por cada estante en el concentrador de acceso. En el diseño se trabaja con 10RF por cada estante.

8 tarjetas XTU soportan enlaces de hasta 64 x 2 Mbit/s, hacia el Switch por cada estante en el concentrador de acceso. El concentrador de acceso esta diseñado para soportar 9 tarjetas XTU, debido a que cada estante trabaja con 3 tarjetas XTU.

6.6 REDUNDANCIA Y PROTECCION

6.6.1 CENTRAL TERMINAL

Cada estante CT incluye las siguientes características:

- Fuente de Poder Dual (redundante). Si falla la fuente de poder o la entrada de poder, se propaga una alarma hasta el sistema administrativo. El sistema continúa funcionando normalmente con una sola fuente de poder o una sola entrada activa de poder.

- Soporta varias tarjetas modem, DTU y AU que podrían ser incorporadas en alguna actualización futura.

6.6.2 CONCENTRADOR DE ACCESO

Cada estante AC incluye las siguientes características:

- Fuente de Poder Dual (redundante). Si falla la fuente de poder o la entrada de poder, se propaga una alarma hasta el sistema administrativo. El sistema continúa funcionando normalmente con una sola fuente de poder o una sola entrada activa de poder.

- Soporta varias tarjetas XTU, PTU y CU que podrían ser incorporadas en alguna actualización futura.

6.7 DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA

La disponibilidad del sistema es típicamente del 99.999%, basado en el método de cálculo HRD (Dato especificado por el proveedor de equipos AS4000). Estos proveen tasas estándar de error para los componentes usados en varias partes del sistema AS4000. Esto puede ser usado para calcular la tasa total de error y la disponibilidad. FITS = error por 10^9 s y MTBF = Promedio entre errores.

	FITS	MTBF (Anual)	DISPONIBILIDAD (reparación de 2 horas)
AC	1756.64	64.99	99.9996 %
CT	2030.53	56.22	99.9996 %
ST	827.53	137.95	99.9998 %
TOTAL	4614.70	24.74	99.9991 %

Tabla VIII Disponibilidad del Sistema

El total de la tabla anterior identifica el promedio entre errores en equipos AS4000 para CT, AC y varios ST's. No incluye indisponibilidad debido a las condiciones de propagación.

6.8 AJUSTE DE NIVEL DE RADIOFRECUENCIA EN EL CT

La potencia de transmisión de la CT con una carga sencilla se configura desde el sistema de gerencia AS8100. Los niveles dependen de la frecuencia de operación, y su estándar es de +18dBm por cada usuario.

En la central terminal, el nivel de recepción de radiofrecuencia de un usuario es programable desde el AS8100 en rangos de -80 a -105dBm. Los parámetros básicos de radiofrecuencia son detallados en el apéndice D.

CAPITULO 7

7 COSTOS Y RECUPERACIÓN DE CAPITAL

7.1 COSTOS DE IMPLEMENTACION

Dentro del estudio realizado se pudo contactar con la empresa que provee este tipo de equipos con el fin de obtener un mejor aproximado de los costos reales de implementación de este sistema.

Se ha tomado en consideración los costos que representan la autorización y las licencias que el Estado Ecuatoriano proporciona por el uso de la frecuencia en la que se quiere trabajar, también se incluye las interconexiones entre las estaciones bases y el concentrador de acceso. El apéndice F muestra el cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias entre 2.7GHz y 4.89Ghz.

7.2 COSTO TOTAL DEL SISTEMA AS4000

DESCRIPCION DEL ITEM	POR SITIO	SITIOS	VALOR TOTAL
SISTEMA AS4000			
Equipos y Software del Concentrador de Acceso	\$240.012,00	1	\$240.012,00
Equipos de la Estación Base.	\$248.985,00	3	\$746.955,00
Terminales del Suscriptor	\$2.263.080,00	-	\$2.263.080,00
Costos por Autorización y Licencias por uso de Frecuencias	\$2.000.000,00	-	\$2.000.000,00
VALOR TOTAL DEL SISTEMA AS4000			\$5.250.047,00

Tabla IX Costo Total del Sistema

7.3 COSTO DEL CONCENTRADOR DE ACCESO

A continuación se detalla la inversión para cada uno de los elementos que conforman el concentrador de acceso.

DESCRIPCION DEL ITEM	CANTIDAD	VALOR	VALOR TOTAL
RACK			
Rack con 1 Estante AC	1	\$5.184,00	\$5.184,00
Rack con 2 Estantes AC	1	\$6.048,00	\$6.048,00
Valor Total invertido en RACK's para el AC			\$11.232,00
TARJETAS			
Set estandar de tarjetas para el estante AC (incluyen 2PSU y 1 SC)	3	\$3.600,00	\$10.800,00
Set de tarjetas: XTU (9) y CTU (3)	12	\$2.160,00	\$25.920,00
Tarjetas CU	3	\$4.050,00	\$12.150,00
Set de tarjetas PTU 250 MHz.	15	\$7.020,00	\$105.300,00
Valor Total invertido en Tarjetas para el AC			\$154.170,00
SOFTWARE Y NMS (Sistema Controlador de Red)			
AS8100 / 8200 Desktop Hardware Platform (Servidor con Windows NT/2000 + Puerto serial de expansion)	1	\$4.500,00	\$4.500,00
AS8100 Software para administracion Sitespan Client / Server (con soporte AS4000) y licencia RTV	1	\$12.600,00	\$12.600,00
AS8100/8200 licencia para los estantes	33	\$720,00	\$23.760,00
Licencia por cada 1000 subscriptores	3	\$11.250,00	\$33.750,00
Valor Total invertido en Software y NMS			\$74.610,00
VALOR TOTAL DE EQUIPOS Y SOFTWARE			\$240.012,00

Tabla X Costo del Concentrador de Acceso

7.4 COSTO DE LA ESTACION BASE

A continuación se detalla la inversión para cada uno de los elementos que conforman la estación base.

DESCRIPCION DEL ITEM	CANTIDAD	VALOR	VALOR TOTAL
RACK			
CT Rack (incluye 1 estante de combinacion RF y 2 paneles de estantes para los modems AS4000) (incluyen 1 E1 y 1 PSU)	5	\$7.776,00	\$38.880,00
Valor Total invertido en RACK's para la Estacion Base			\$38.880,00
SISTEMA DE ANTENAS PARA EL CT			
Antena direccional, con un puerto feeder 60° 3.4 - 3.7 GHz.	4	\$1.710,00	\$6.840,00
Antena direccional, con un puerto feeder 120° 3.4 - 3.7 GHz.	1	\$1.710,00	\$1.710,00
Feeder coaxial para Antena CT 7/8 pulgadas (1x50mts) + kit de instalacion	5	\$1.755,00	\$8.775,00
Valor Total invertido en Sistema de Antenas para el CT			\$17.325,00
TARJETAS			
Set estandar de tarjetas para el estante CT (incluyen 1 PA + 1MON + 2PSU + 1 DIP/LNA)	5	\$6.480,00	\$32.400,00
Set completo de tarjetas para el panel de estantes de los modems (incluyen 1 RF + 1 AU + 1 TU + 1 SC + PSU + 5 Modems)	10	\$16.038,00	\$160.380,00
Valor Total invertido en Tarjetas para el AC			\$192.780,00
VALOR TOTAL DE EQUIPOS DE LA ESTACION BASE			\$248.985,00

Tabla XI Costos de la Estación Base

7.5 COSTO DE LAS TERMINALES EN EL SUSCRIPTOR

A continuación se detalla la inversión para cada uno de los elementos que conforman la terminal del suscriptor.

DESCRIPCION DEL ITEM	CANTIDAD	VALOR	VALOR TOTAL
TERMINALES EN EL SUSCRIPTOR			
Modelo ST-V1, 1Linea de 32Kbps para Voz	1500	\$713,00	\$1.069.500,00
Modelo ST-P1V1, 1Linea de 64Kbps de Datos y 1 linea de 32 Kbps para Voz	1500	\$760,00	\$1.140.000,00
Kit de cable para la antena (300m de cable estándar)	188	\$285,00	\$53.580,00
Valor Total invertido en terminales de el suscriptor			\$2.263.080,00

Tabla XII Costos de las Terminales del Suscriptor

7.6 RECUPERACION DE CAPITAL

El sistema AS4000 como antes se ha mencionado ofrece una gama amplia de servicios de alta calidad y proporciona conexiones en ambientes desafiantes, estos son unos de los motivos que hacen de un sistema AS4000 una inversión completamente rentable.

La plataforma de comunicación inalámbrica fija AS4000 es conveniente para áreas urbanas y rurales, donde las redes de cobre o de fibra óptica pueden

ser extremadamente costosas o por condiciones geográficas y físicas sean poco prácticas de implementar.

Varias ciudadelas de la zona norte de la ciudad de guayaquil se encuentran carentes de líneas telefónicas, también existe un gran numero de pequeñas empresas a las cuales se les puede brindar servicios de voz y datos, este es un mercado que puede ser explotado con éxito por el sistema AS4000. En zonas mas alejadas de la ciudad se encuentran medianas empresas y se están construyendo nuevas ciudadelas, estas zonas no cuentan con una red de cobre; y en los lugares donde si llega la red de cobre, las condiciones de dichas redes no son de optima calidad.

La meta es ofrecer a los posibles clientes un servicio de comunicación inalámbrica altamente confiable y de gran capacidad, al más bajo costo posible.

Se ha realizo un estudio de recuperación de capital considerando de que en un período de 4 años se puede recuperar todo el capital invertido en el sistema AS4000, también se ha tomado en cuenta que en este tiempo queden los suficientes recursos para gastos de operación y mantenimiento.

Se parte de la premisa, de que el sistema es capaz de captar 150 nuevos usuarios mes a mes, para que de esta forma en un período de 20 meses el

sistema esté trabajando en su capacidad total. Se considera que esto 150 usuarios nuevos, el 50% son usuarios de voz de 32Kbit/s y el otro 50 % son usuarios de datos de 64Kbit/s y VozIP de 32Kbit/s.

Para realizar la proyección de los ingresos se ha tomado en consideración los gastos de operación que se realizan mensualmente. Estos gastos involucran el pago a los trabajadores, proveedor de la conexión al Internet, interconexión entre las estaciones bases, alquiler de torres, servicios básicos, etc. Se ha fijado este valor en \$50.000

Para fijar los valores a recaudar por usuario se tiene que considerar los valores que recaudan otros proveedores que brindan un servicio parecido. Para esto se ha fijado recaudar \$30 por cada usuario de Voz de 32Kbit/s y \$120 por usuario de datos de 64Kbit/s y VozIP de 32Kbit/s.

Debido a la competencia y a otros aspectos las cantidades que se recaudan por usuarios en un servicio de comunicaciones tiende a disminuir. Se ha fijado una reducción del 5% anual del valor inicial, que se recauda tanto en los usuarios de Voz como de Datos en el periodo de 4 años.

EL apéndice E muestra la hoja de cálculo desarrollada para la demostración que es factible recuperar el capital invertido en un periodo de 4 años.

7.7 PROYECCION DE LOS INGRESOS

El siguiente grafico muestra la proyección de los ingresos mes a mes durante el periodo de recuperación de capital. En el apéndice E muestra la tabla construida para la proyección de los ingresos. En el mes 47 la recuperación del capital es completa.

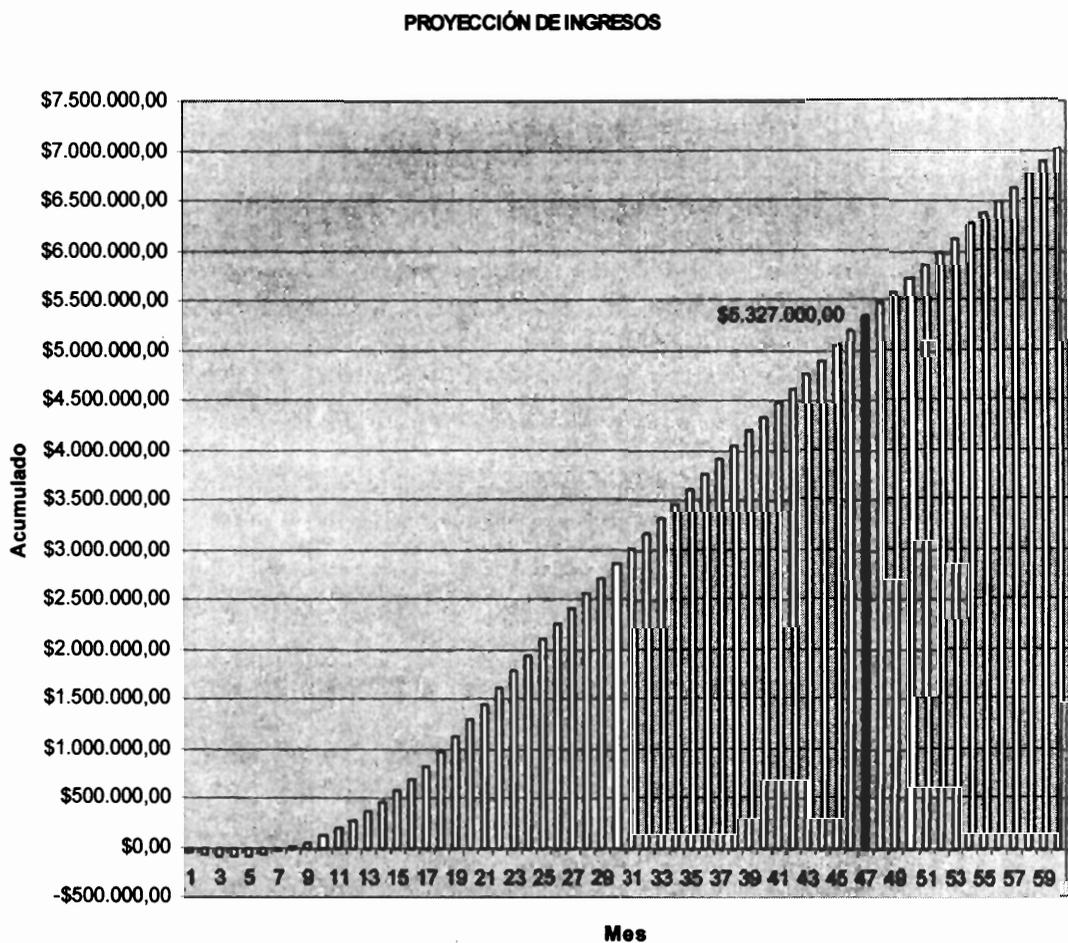


Figura 7.1 Proyección de Ingresos

7.8 VIDA OPERACIONAL

El tiempo de vida operacional en un sistema AS4000 se estima que es de 15 años, esto hace que el sistema sea más rentable

CONCLUSIONES

Durante los últimos años, el crecimiento poblacional e industrial se ha desarrollado en gran mayoría hacia la zona Norte de la Ciudad de Guayaquil; además hemos observado que la mayoría de este sector carece o necesita de servicios de telecomunicaciones; lamentablemente la actual infraestructura en lo que se refiere a telefonía no brinda la cobertura deseada o en otros casos no ofrecen un nivel de calidad aceptables.

También podemos observar que para cubrir las necesidades de transmisión de datos, ya sea de Internet o de comunicación entre empresas; en la actualidad se deben incurrir en altos costos para su implementación, eso sin contar con las dificultades que se presentan en el momento de levantar un sistema de comunicaciones de la forma convencional.

Es por eso que el sistema AS4000 brinda una implementación rápida y rentable, ya que no solamente se cubren las necesidades de telefonía convencional, sino que dependiendo de las necesidades del usuario, es capaz de ofrecer servicio de voz, datos y VoIP.

Debido a su característica de escalabilidad, el sistema AS4000 permite el incremento de nuevos usuarios sin la necesidad de modificar totalmente su infraestructura, evitando retrasos en el momento de rediseñar, y lo mejor de todo no incurre en la suspensión del servicio a los anteriores usuarios.

Revisando el plan de frecuencias, notamos que la mayoría de proveedores inalámbricos que ofrecen un servicio similar al nuestro se encuentran en un espectro de frecuencia saturado. AS4000 opera en la frecuencia 3.4 GHz., ubicado en un espectro poco explotado; de esta manera se garantiza mejor calidad en todos los servicios que se ofrecen.

AS4000 permite ofrecer a nuestros clientes un servicio de comunicación inalámbrica de gran capacidad y con el 99,999% de confiabilidad, al más bajo costo posible.

APENDICES

Apéndice A

Especificaciones del radioenlace.

ZONA DE FRESNEL

Zona de Fresnel No: 1

Tramo Estacion Base Sauces 8 - Estacion Base Loma del Jordan

DATOS

Frecuencia	Ghz	2,40
Lj	Km	6,30
n		1
Alt.Ant(h1)	m	35,00
Alt.Ant(h2)	m	30,00

Lamda (cm)	12,5
HA (m)	41
HB (m)	123
Dx (Km)	0,2032
Pendiente m	13,08

$$H(x) = \sqrt{n \lambda \cdot Lx(1-x)}$$

constante
4,4370568

Nº Div	Lx (Km)	x Lx/Lj	R4 Radio	Vista	Lin.Vist+H(x) (m)	Lin.Vist-H(x) (m)	Vista - Perfil	Margen de Apertura	Observ.
0	0,00	0,0000	0,00	40,60	40,60	40,60	35,00	35,00	Despeje
1	0,20	0,0323	1,57	43,26	44,83	41,69	39,29	37,72	Despeje
2	0,41	0,0645	2,18	45,92	48,10	43,74	41,88	39,70	Despeje
3	0,61	0,0968	2,62	48,57	51,20	45,96	41,67	39,05	Despeje
4	0,81	0,1290	2,97	51,23	54,21	48,26	40,97	37,99	Despeje
5	1,02	0,1613	3,26	53,89	57,15	50,63	39,87	36,61	Despeje
6	1,22	0,1935	3,51	56,55	60,05	53,04	40,68	37,18	Despeje
7	1,42	0,2258	3,71	59,21	62,92	55,50	9,80	6,08	Despeje
8	1,63	0,2581	3,88	61,86	65,75	57,98	6,42	2,53	Despeje
9	1,83	0,2903	4,03	64,52	68,55	60,49	29,04	25,01	Despeje
10	2,03	0,3226	4,15	67,18	71,33	63,03	31,67	27,52	Despeje
11	2,24	0,3548	4,25	69,84	74,08	65,59	55,70	51,46	Despeje
12	2,44	0,3871	4,32	72,50	76,82	68,17	58,94	54,62	Despeje
13	2,64	0,4194	4,38	75,15	79,53	70,78	60,99	56,61	Despeje
14	2,85	0,4516	4,42	77,81	82,23	73,40	63,63	59,22	Despeje
15	3,05	0,4839	4,43	80,47	84,91	76,04	64,39	59,95	Despeje
16	3,25	0,5161	4,43	83,13	87,56	78,69	77,55	73,11	Despeje
17	3,45	0,5484	4,42	85,79	90,20	81,37	80,21	75,79	Despeje
18	3,66	0,5806	4,38	88,45	92,82	84,07	79,98	75,60	Despeje
19	3,86	0,6129	4,32	91,10	95,43	86,78	81,75	77,43	Despeje
20	4,06	0,6452	4,25	93,76	98,01	89,52	86,43	82,18	Despeje
21	4,27	0,6774	4,15	96,42	100,57	92,27	78,81	74,66	Despeje
22	4,47	0,7097	4,03	99,08	103,11	95,05	83,50	79,47	Despeje
23	4,67	0,7419	3,88	101,74	105,62	97,85	91,19	87,31	Despeje
24	4,88	0,7742	3,71	104,39	108,10	100,68	95,89	92,17	Despeje
25	5,08	0,8065	3,51	107,05	110,56	103,55	98,59	95,08	Despeje
26	5,28	0,8387	3,26	109,71	112,97	106,45	102,19	98,93	Despeje
27	5,49	0,8710	2,97	112,37	115,34	109,39	105,01	102,03	Despeje
28	5,69	0,9032	2,62	115,03	117,65	112,40	107,72	105,10	Despeje
29	5,89	0,9355	2,18	117,68	119,86	115,50	109,44	107,26	Despeje
30	6,10	0,9677	1,57	120,34	121,91	118,77	100,27	96,70	Despeje
31	6,30	1,0000	0,00	123,00	123,00	123,00	30,00	30,00	Despeje

**ESPECIFICACIONES
DEL RADIOENLACE**

**Tramo: Estacion Base Sauces 8
Estacion Base Cerro Mapasingue**
Azimuth: 300 Grados

Perfiles:

Descripción	Siglas	Unidad	Cantidad
Longitud del tramo	Li	Km	3,30
Altitud del Gráfico	hgraf	m	0
Factor de Curvatura	K		1,33333
Puntos de Muestreo	Pm		17
Radio de la Tierra	a	Km	6.370

Gráfico de Zona de Fresnel:

Descripción		Unidad	Cantidad
Frecuencia de Operación	Fo	GHz	2,40
Potencia del transmisor	Po	W	70,00
Zona de Fresnel Número	n		1

Altura de las Antenas

Descripción		Unidad	Cantidad
Altura de la Antena 1		m	35
Altura de la Antena 2		m	30

g			-1,2E-07
Zigma			8,0E-08

Apéndice B

Cálculos para obtener la primera zona de Fresnel.

ZONA DE FRESNEL

Tramo

Zona de Fresnel No: 1

Estacion Base Sauces 8 - Estacion Base Loma del Jordan

DATOS

Frecuencia	GHz	2,40
Li	Km	6,30
n		1
Alt.Ant(h1)	m	35,00
Alt.Ant(h2)	m	30,00

Lambda (cm)	12,5
HA (m)	41
HB (m)	123
Dx (Km)	0,2032
Pendiente m	13,08

$$H(x) = \sqrt{n\lambda Lx(1-x)}$$

constante
4,4370598

Nº Div	Lx (Km)	x Lx/Li	84 Radio	Vista	Lin.Vist-H(x) (m)	Lin.Vist-H(x) (m)	Vista - Perfil	Margen de Apertura	Observ.
0	0,00	0,0000	0,00	40,60	40,60	40,60	35,00	35,00	Despeje
1	0,20	0,0323	1,57	43,26	44,83	41,69	39,29	37,72	Despeje
2	0,41	0,0645	2,18	45,92	48,10	43,74	41,88	39,70	Despeje
3	0,61	0,0968	2,62	48,57	51,20	45,95	41,67	39,05	Despeje
4	0,81	0,1290	2,97	51,23	54,21	48,26	40,97	37,99	Despeje
5	1,02	0,1613	3,26	53,89	57,15	50,63	39,87	36,61	Despeje
6	1,22	0,1935	3,51	56,55	60,05	53,04	40,68	37,18	Despeje
7	1,42	0,2258	3,71	59,21	62,92	55,50	9,80	6,09	Despeje
8	1,63	0,2581	3,88	61,86	65,75	57,98	6,42	2,53	Despeje
9	1,83	0,2903	4,03	64,52	68,55	60,49	29,04	25,01	Despeje
10	2,03	0,3226	4,15	67,18	71,33	63,03	31,67	27,52	Despeje
11	2,24	0,3548	4,25	69,84	74,08	65,59	55,70	51,46	Despeje
12	2,44	0,3871	4,32	72,50	76,82	68,17	58,94	54,62	Despeje
13	2,64	0,4194	4,38	75,15	79,53	70,78	60,99	56,61	Despeje
14	2,85	0,4516	4,42	77,81	82,23	73,40	63,63	59,22	Despeje
15	3,05	0,4839	4,43	80,47	84,91	76,04	64,39	59,95	Despeje
16	3,25	0,5161	4,43	83,13	87,56	78,69	77,55	73,11	Despeje
17	3,45	0,5484	4,42	85,79	90,20	81,37	80,21	75,79	Despeje
18	3,66	0,5806	4,38	88,45	92,82	84,07	79,98	75,60	Despeje
19	3,86	0,6129	4,32	91,10	95,43	86,78	81,75	77,43	Despeje
20	4,06	0,6452	4,25	93,76	98,01	89,52	86,43	82,18	Despeje
21	4,27	0,6774	4,15	96,42	100,57	92,27	78,81	74,66	Despeje
22	4,47	0,7097	4,03	99,08	103,11	95,05	83,50	79,47	Despeje
23	4,67	0,7419	3,88	101,74	105,62	97,85	91,19	87,31	Despeje
24	4,88	0,7742	3,71	104,39	108,10	100,68	95,89	92,17	Despeje
25	5,08	0,8065	3,51	107,05	110,56	103,55	98,59	95,08	Despeje
26	5,28	0,8387	3,26	109,71	112,97	106,45	102,19	98,93	Despeje
27	5,49	0,8710	2,97	112,37	115,34	109,39	105,01	102,03	Despeje
28	5,69	0,9032	2,62	115,03	117,65	112,40	107,72	105,10	Despeje
29	5,89	0,9355	2,18	117,68	119,86	115,50	109,44	107,26	Despeje
30	6,10	0,9677	1,57	120,34	121,91	118,77	100,27	98,70	Despeje
31	6,30	1,0000	0,00	123,00	123,00	123,00	30,00	30,00	Despeje

ZONA DE FRESNEL

Zona de Fresnel No: 1

Estacion Base Sauces 8 - Estacion Base Cerro Mapasingue

Tramo

DATOS

Frecuencia	GHz	2,40
Li	Km	3,30
n		1
Alt.Ant(h1)	m	35,00
Alt.Ant(h2)	m	30,00

Lamda (cm)	12,5
HA (m)	41
HB (m)	128
Dx (Km)	0,1941
Pendiente m	26,58

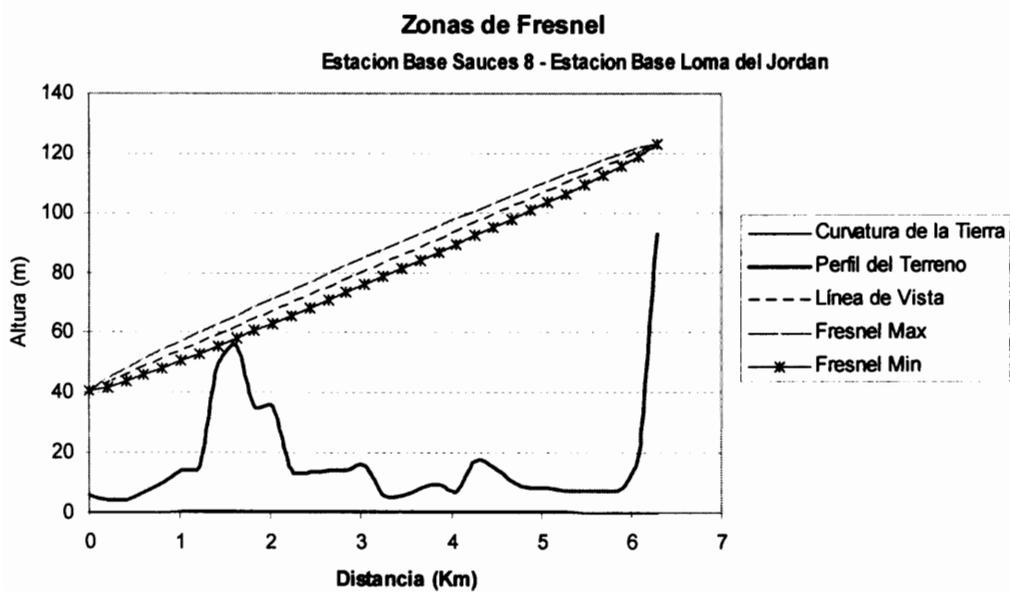
$$H(x) = \sqrt{n\lambda \cdot Lix(1-x)}$$

constante
3,2113081

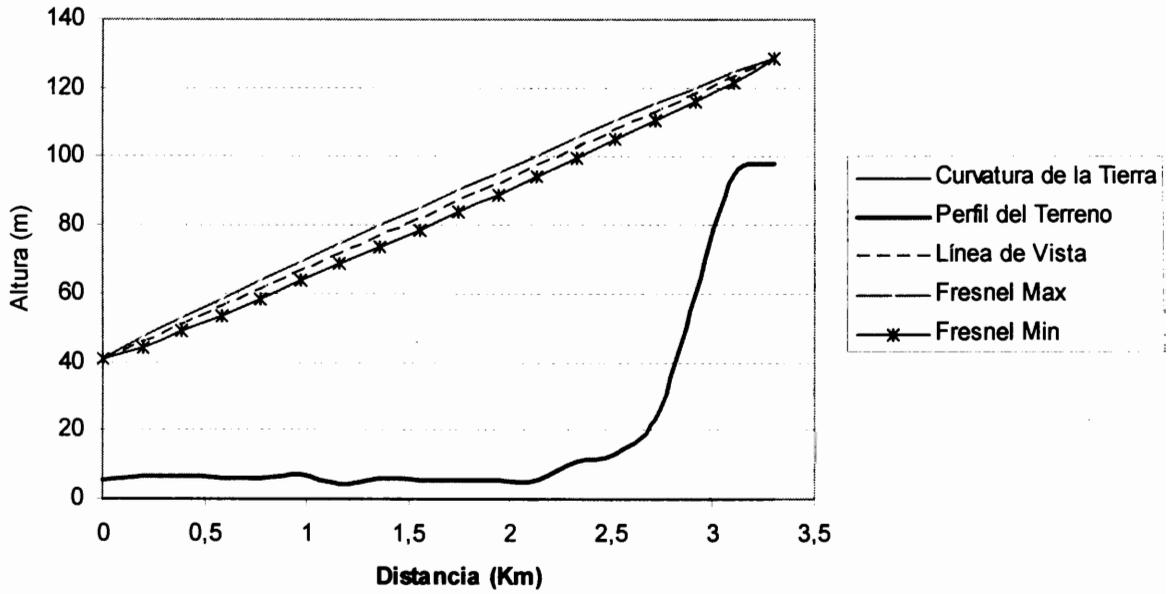
N° Div	Lx (Km)	x Lx/Li	84 Radio	Vista	Lin.Vist+H(x) (m)	Lin.Vist.-H(x) (m)	Vista - Perfil	Margen de Apertura	Observ.
0	0,00	0,0000	0,00	40,60	40,60	40,60	35,00	35,00	Despeje
1	0,19	0,0588	1,51	45,76	47,27	44,25	39,22	37,71	Despeje
2	0,39	0,1176	2,07	50,92	52,99	48,85	44,35	42,28	Despeje
3	0,58	0,1765	2,45	56,08	58,52	53,63	49,88	47,43	Despeje
4	0,78	0,2353	2,72	61,24	63,96	58,51	55,02	52,30	Despeje
5	0,97	0,2941	2,93	66,39	69,32	63,47	59,16	56,23	Despeje
6	1,16	0,3529	3,07	71,55	74,62	68,48	67,31	64,24	Despeje
7	1,36	0,4118	3,16	76,71	79,87	73,55	70,56	67,40	Despeje
8	1,55	0,4706	3,21	81,87	85,08	78,66	76,31	73,11	Despeje
9	1,75	0,5294	3,21	87,03	90,24	83,82	81,47	78,26	Despeje
10	1,94	0,5882	3,16	92,19	95,35	89,03	86,53	83,37	Despeje
11	2,14	0,6471	3,07	97,35	100,42	94,28	92,00	88,93	Despeje
12	2,33	0,7059	2,93	102,51	105,43	99,58	91,57	88,65	Despeje
13	2,52	0,7647	2,72	107,66	110,39	104,94	94,45	91,72	Despeje
14	2,72	0,8235	2,45	112,82	115,27	110,38	89,33	86,88	Despeje
15	2,91	0,8824	2,07	117,98	120,05	115,91	57,92	55,85	Despeje
16	3,11	0,9412	1,51	123,14	124,65	121,63	28,11	26,59	Despeje
17	3,30	1,0000	0,00	128,30	128,30	128,30	30,00	30,00	Despeje

Apéndice C

Zona de Fresnel.



Zonas de Fresnel
Estacion Base Sauces 8 - Estacion Base Cerro Mapasingue



Apéndice D

PARAMETROS BASICOS DE RADIOFRECUENCIA

Ítem	Parametros	Link BER at 1×10^{-7}	Condiciones	Unidad
1	Canalización de Radiofrecuencia	3.5		MHz
2	Nivel máximo de transmisión del central terminal	+18	Usuario sencillo	dBm
3	Nivel máximo de transmisión del terminal suscriptor	+18	Usuario sencillo	dBm
4	Nivel de recepción del central terminal	-98	Full carga	dBm
5	Nivel de recepción del terminal suscriptor	-98	Full carga	dBm
8	W/U interferencia de co-canales	+10	Full carga, -85 dBm	dB
9	W/U interferencia de canales adyacentes	-10	Full carga, -85 dBm	dB
10	Tasa de perdida	62.5	Full carga	dB/s
11	Rango potencia de control dinámica transmitida del terminal suscriptor	70	Full carga	dB
12	Rango dinámico del control automático de ganancia del terminal suscriptor.	80	Full carga	dB
14	Tiempo de encendido del equipo	15	Terminal Suscriptor sencillo.	S
15	Tiempo en que el equipo se pone en línea.	400	Terminal Suscriptor sencillo.	Ms

Apéndice E

Cálculos para la recuperación de capital.

1	150	\$2,250.00	\$9,000.00	\$11,250.00	\$50,000.00	-\$38,750.00	-\$38,750.00
2	300	\$4,500.00	\$18,000.00	\$22,500.00	\$50,000.00	-\$27,500.00	-\$66,250.00
3	450	\$6,750.00	\$27,000.00	\$33,750.00	\$50,000.00	-\$16,250.00	-\$82,500.00
4	600	\$9,000.00	\$36,000.00	\$45,000.00	\$50,000.00	-\$5,000.00	-\$87,500.00
5	750	\$11,250.00	\$45,000.00	\$56,250.00	\$50,000.00	\$6,250.00	-\$81,250.00
6	900	\$13,500.00	\$54,000.00	\$67,500.00	\$50,000.00	\$17,500.00	-\$63,750.00
7	1050	\$15,750.00	\$63,000.00	\$78,750.00	\$50,000.00	\$28,750.00	-\$35,000.00
8	1200	\$18,000.00	\$72,000.00	\$90,000.00	\$50,000.00	\$40,000.00	\$5,000.00
9	1350	\$20,250.00	\$81,000.00	\$101,250.00	\$50,000.00	\$51,250.00	\$56,250.00
10	1500	\$22,500.00	\$90,000.00	\$112,500.00	\$50,000.00	\$62,500.00	\$118,750.00
11	1650	\$24,750.00	\$99,000.00	\$123,750.00	\$50,000.00	\$73,750.00	\$192,500.00
12	1800	\$27,000.00	\$108,000.00	\$135,000.00	\$50,000.00	\$85,000.00	\$277,500.00
13	1950	\$27,787.50	\$111,150.00	\$138,937.50	\$50,000.00	\$88,937.50	\$366,437.50
14	2100	\$29,925.00	\$119,700.00	\$149,625.00	\$50,000.00	\$99,625.00	\$466,062.50
15	2250	\$32,062.50	\$128,250.00	\$160,312.50	\$50,000.00	\$110,312.50	\$576,375.00
16	2400	\$34,200.00	\$136,800.00	\$171,000.00	\$50,000.00	\$121,000.00	\$697,375.00
17	2550	\$36,337.50	\$145,350.00	\$181,687.50	\$50,000.00	\$131,687.50	\$829,062.50
18	2700	\$38,475.00	\$153,900.00	\$192,375.00	\$50,000.00	\$142,375.00	\$971,437.50
19	2850	\$40,612.50	\$162,450.00	\$203,062.50	\$50,000.00	\$153,062.50	\$1,124,500.00
20	3000	\$42,750.00	\$171,000.00	\$213,750.00	\$50,000.00	\$163,750.00	\$1,288,250.00
21	3000	\$42,750.00	\$171,000.00	\$213,750.00	\$50,000.00	\$163,750.00	\$1,452,000.00
22	3000	\$42,750.00	\$171,000.00	\$213,750.00	\$50,000.00	\$163,750.00	\$1,615,750.00
23	3000	\$42,750.00	\$171,000.00	\$213,750.00	\$50,000.00	\$163,750.00	\$1,779,500.00
24	3000	\$42,750.00	\$171,000.00	\$213,750.00	\$50,000.00	\$163,750.00	\$1,943,250.00
25	3000	\$40,500.00	\$162,000.00	\$202,500.00	\$50,000.00	\$152,500.00	\$2,095,750.00
26	3000	\$40,500.00	\$162,000.00	\$202,500.00	\$50,000.00	\$152,500.00	\$2,248,250.00
27	3000	\$40,500.00	\$162,000.00	\$202,500.00	\$50,000.00	\$152,500.00	\$2,400,750.00
28	3000	\$40,500.00	\$162,000.00	\$202,500.00	\$50,000.00	\$152,500.00	\$2,553,250.00
29	3000	\$40,500.00	\$162,000.00	\$202,500.00	\$50,000.00	\$152,500.00	\$2,705,750.00
30	3000	\$40,500.00	\$162,000.00	\$202,500.00	\$50,000.00	\$152,500.00	\$2,858,250.00
31	3000	\$40,500.00	\$162,000.00	\$202,500.00	\$50,000.00	\$152,500.00	\$3,010,750.00
32	3000	\$40,500.00	\$162,000.00	\$202,500.00	\$50,000.00	\$152,500.00	\$3,163,250.00
33	3000	\$40,500.00	\$162,000.00	\$202,500.00	\$50,000.00	\$152,500.00	\$3,315,750.00
34	3000	\$40,500.00	\$162,000.00	\$202,500.00	\$50,000.00	\$152,500.00	\$3,468,250.00
35	3000	\$40,500.00	\$162,000.00	\$202,500.00	\$50,000.00	\$152,500.00	\$3,620,750.00
36	3000	\$40,500.00	\$162,000.00	\$202,500.00	\$50,000.00	\$152,500.00	\$3,773,250.00
37	3000	\$38,250.00	\$153,000.00	\$191,250.00	\$50,000.00	\$141,250.00	\$3,914,500.00
38	3000	\$38,250.00	\$153,000.00	\$191,250.00	\$50,000.00	\$141,250.00	\$4,055,750.00
39	3000	\$38,250.00	\$153,000.00	\$191,250.00	\$50,000.00	\$141,250.00	\$4,197,000.00
40	3000	\$38,250.00	\$153,000.00	\$191,250.00	\$50,000.00	\$141,250.00	\$4,338,250.00
41	3000	\$38,250.00	\$153,000.00	\$191,250.00	\$50,000.00	\$141,250.00	\$4,479,500.00
42	3000	\$38,250.00	\$153,000.00	\$191,250.00	\$50,000.00	\$141,250.00	\$4,620,750.00
43	3000	\$38,250.00	\$153,000.00	\$191,250.00	\$50,000.00	\$141,250.00	\$4,762,000.00
44	3000	\$38,250.00	\$153,000.00	\$191,250.00	\$50,000.00	\$141,250.00	\$4,903,250.00
45	3000	\$38,250.00	\$153,000.00	\$191,250.00	\$50,000.00	\$141,250.00	\$5,044,500.00
46	3000	\$38,250.00	\$153,000.00	\$191,250.00	\$50,000.00	\$141,250.00	\$5,185,750.00
48	3000	\$38,250.00	\$153,000.00	\$191,250.00	\$50,000.00	\$141,250.00	\$5,468,250.00

Recuperación de
Capital

Apéndice F

**CUADRO NACIONAL DE ATRIBUCIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIAS
2700 - 4800 MHz**

REGIÓN 2	ECUADOR	
Banda MHz	Banda MHz	NOTAS
2700 - 2900 RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA S5.337 Radiolocalización S5.423 S5.424	2700 - 2900 RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA S5.337 Radiolocalización S5.423	
2900 - 3100 RADIONAVEGACIÓN S5.426 Radiolocalización S5.425 S5.427	2900 - 3100 RADIONAVEGACIÓN S5.426 Radiolocalización S5.425 S5.427	
3100 - 3300 RADIOLOCALIZACIÓN Exploración de la Tierra por satélite (activo) Investigación espacial (activo) S5.149 S5.428	3100 - 3300 RADIOLOCALIZACIÓN Exploración de la Tierra por satélite (activo) Investigación espacial (activo) S5.149	
3300 - 3400 RADIOLOCALIZACIÓN Aficionados Fijo Móvil S5.149 S5.430	3300 - 3400 RADIOLOCALIZACIÓN Aficionados Fijo Móvil S5.149	
3400 - 3500 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Aficionados Móvil Radiolocalización S5.433 S5.282	3400 - 3500 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) Aficionados Móvil Radiolocalización S5.433 S5.282	EQA. 210
3500 - 3700 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización S5.433	3500 - 3700 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico Radiolocalización S5.433	EQA. 210
3700 - 4200 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico	3700 - 4200 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) MÓVIL salvo móvil aeronáutico	EQA.155
4200 - 4400 RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA S5.438 S5.440	4200 - 4400 RADIONAVEGACIÓN AERONÁUTICA S5.438 S5.440	
4400 - 4500 FIJO MÓVIL	4400 - 4500 FIJO MÓVIL	
4500 - 4800 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) S5.441 MÓVIL	4500 - 4800 FIJO FIJO POR SATÉLITE (espacio-Tierra) S5.441 MÓVIL	

Apéndice G

NOTAS AL CUADRO NACIONAL DE ATRIBUCION DE BANDAS DE FRECUENCIAS

S5.281 Atribución adicional: en los Departamentos franceses de Ultramar de la Región 2, y en la India, la banda 433,75 - 434,25 MHz está también atribuida, a título primario, al servicio de operaciones espaciales (Tierra-espacio). En Francia y en Brasil esta banda se encuentra atribuida, a título secundario, al mismo servicio.

S5.282 El servicio de aficionados por satélite podrá explotarse en las bandas 435 - 438 MHz, 1260 - 1270 MHz, 2400 - 2450 MHz, 3400 - 3410 MHz (En las Regiones 2 y 3 solamente), y 5650 - 5670 MHz, siempre que no cause interferencia perjudicial a otros servicios explotados de conformidad con el Cuadro (véase el número S5.43). Las administraciones que autoricen tal utilización se asegurarán de que toda interferencia perjudicial causada por emisiones de una estación del servicio de aficionados por satélite sea inmediatamente eliminada, en cumplimiento de lo dispuesto en el número S25.11. La utilización de las bandas 1260 - 1270 MHz y 5650 - 5670 MHz por el servicio de aficionados por satélite se limitará al sentido Tierra - espacio.

S5.284 Atribución adicional: en Canadá, la banda 440 - 450 MHz está también atribuida, a título secundario, al servicio de aficionados.

S5.285 Categoría de servicio diferente: en Canadá, la atribución de la banda 440 - 450 MHz al servicio de radiolocalización es a título primario (véase el número S5.33).

S5.286 La banda 449,75 - 450,25 MHz puede utilizarse por el servicio de operaciones espaciales (Tierra - espacio) y el servicio de investigación espacial (Tierra - espacio), a reserva de obtener el acuerdo indicado en el número S9.21.

S5.286A La utilización de las bandas 454 - 456 MHz y 459 - 460 MHz por el servicio móvil por satélite está sujeta a la coordinación a tenor del número S9.11A. (CMR-97) S5.286B La utilización de las bandas 454 - 455 MHz en los países enumerados en el número S5.286D, 455 - 456 MHz y 459 - 460 MHz en la Región 2, y 454 - 456 MHz y 459 - 460 MHz en los países enumerados en el número S5.286E, por las estaciones del servicio móvil por satélite no causará interferencia perjudicial a las estaciones de los servicios fijo y móvil ni permitirá reclamar protección con respecto a dichas estaciones que funcionan de acuerdo con el Cuadro de atribución de bandas de frecuencias. (CMR-97)

ACRONIMOS

ACRONIMOS	DESCRIPCION
(2B+D)	2 canales de 64k + 1 canal de control de 16k
1xEV	1x Evolución Data
1xEV-DO	1x Evolution Data Only
1xEV-DV	1x Evolution Data and Voice
2,5G	Generación 2,5
2G	Segunda Generación
3G	Servicio de Tercera Generación
3gPP2	Third Generation Partnership Project 2
4G	Sistema de cuarta generación
a	Radio de tierra
A	Índice de Actividad
AAA	Authentication Authorization and Accounting
AC	Concentrador de Acceso
ADPCM	Adaptive Differential Pulse Code Modulation
Alt. Ant (h1)	Altura Torre 1
Alt. Ant (h2)	Altura Torre 2
AMPS	Sistema de Telefonía Móvil Avanzado
ANSI	American National Standard Institute
AS4000	Sistema Airspan 4000
AU	Unidad Analógica en la CT
BER	Proporción de Errores en la transferencia de bits
BRI	Interfaz de Tarifa Básica
BSC	Estación Controladora de Estaciones Bases
CANCELLERS	Canceladores de eco
Carrier	Proveedor de Servicio de Telefonía
CAS	Channel Associated Signalling
CDMA	Acceso Múltiple por división de Código
CDMA2000	Telefonía CDMA para terminales de 3 generación
CDMA-ONE	Telefonía CDMA para terminales de 2 generación
CDPD	Paquetes de Datos para Celulares Digitales
CEPT	Centre for Environmental Planning & Technology
CFR47	Code of Federal Regulation
CGU	Grupo de usuarios cerrado
CIR	Rango Reservado de Información
CMR-97	Community Media Review
CT	Central Terminal
CT-2	Cordless Telephony 2
CTU	Unidad de Tráfico de la Central Terminal
CU	Unidad de Compresión en el AC

D	Constante para maximizar capacidad de usuarios
DA	Asignación por Demanda de Codigos RW
DBPSK	Differential Binay Phase Shift Keying
DECT	Telefonia Inalambrica de 2 Generacion
DIP/LNA	Duplex y Amplificador
DQPSK	Differential Quadrature Phase Shift Keying
DS-CDMA	Acceso Múltiple por división de Código en secuencia Directa
DSL	Digital Subscriber Line
DSSS	Espectro Ensanchado por Secuencia Directa
DTU	Unidad de Trafico de Asignación de Demanda en la CT
E1	Interface de la serie E
EDGE	Enhanced Data Rates for Global Evolution
EMC	Electro Magnetic Compatibility
EN 301	Norma Europea 301
EQA.210	Entidad de Certificación Europea de Calidad
ETSI TM4	European Telecommunication Standard Institute - Transmission & Multiplexing
FA	Asignación Fija de Codigos RW
FDMA	Acceso Multiple por division de Frecuencia
FHSS	Espectro Ensanchado por Salto de Frecuencia
FITS	Error por 10^9
Fo	Frecuencia de operación
FSK	Frequency Shift Keying
FTP	Protocolo de Transferencia de Archivos
G703	Interface
GPRS	Sistema general de flujo de paquetes
GPS	Sistema de posicionamiento global
GR303	Interface
GSM	Sistema Global para Comunicación Movil
HA	Altura de antena 1
HANDOFF	Transferencia de celda de una llamada
HB	Altura de antena 2
hgraf	Altitud del gráfico
HRD	Metodo de calculo para disponibilidad de Sistema
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos Eléctronicos
IEFT	Internet Engineering Task Force
IMPSAT	Latin America Broadband Carrier
IMT-2000	Telefonia Movil internacional
INOCAR	Instituto Oceanografico de la Armada
IS	En Servicio
IS-136B	Estándar ISO 136B
IS-2000	Estándar ISO-2000
IS-95B	Estándar ISO 95B
ISDN	Integrated System Digital Network
ISP	Principales Proveedores de Internet
ITU	International Telecommunications Union
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones
k	Factor de curvatura

LAN	Red de Area Local
Li	Longitud del tramo
MMDS	Servicio de Distribución de Múltiples Puntos de Varios Canales
MODEM	Modulador y Demodulador CDMA
MON	Modulador
MSC	Mobile Switching Center
MTBF	Promedio entre Errores en los equipos del Sistema AS4000
n	Número Zona de Fresnel
NMS	New Media Services
NMT	Telefonia Mobil para países Nórdicos
NTT	Nippon Telegraph & Telephone Corporation
OOS	Fuera de Servicio
PACS	Sistema de Acceso para Comunicación Digital
PAN	Red de area personal
PAX2	Amplificador de RF
PBX	Private Branch Exchange
PCM	Pulse Code Modulation
PCN	Packet Core Network
PCS	Servicio de comunicación Personal
PCS FCC	Personal Communication System / Federal Communication Commission
PDC	Comunicación Digital Personal
PDSN	Packet Data Servng Nodo
Pm	Puntos de muestreo
PNA	Home Phoneline Networking
Po	Potencia del transmisor
POTS	Plain Old Telephone Service
PPP	Point to Point Protocol
PRCU	Payload Rack Checkout Unit
PRI	Interfaz de Tarifa Primario
PSTN	Public Switch Telephone Network
PSU	Unidad de Fuente de Poder
PTU	Unidad de Trafico de Paquetes
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QoS	Calidad en el servicio
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
RF	Canal de Radio Frecuencia
RPCU	Puerto de Unidad de Radio Central
RPU	Puerto de Unidad de Radio
RTV	Real Time Verification
RW	Codigo de Radiofrecuencia
Rx	Recepción
SC	Servidor de la CT
SC	Controlador de Placa del AC
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SIU	Spectrum Investigation Utility
SME	Servicio Mobil Especializado
SMS	Servicio de Mensajes Cortos
SOHO	Small Office and Home Office
Spread -Spectrum	Espectro Extendido
SS	Servidor del AC

ST	Terminal de Suscriptor
ST-P1V2	Unidad del suscriptor
SU	Unidad del Suscriptor
T1	Interface de la serie T
TACS	Sistema de Comunicación de Acceso Total
TCH	Canal de Trafico
TCP/IP	Transfer Control Protocol / Internet Protocol
TDM	Multiplexión por división de Tiempo
TDMA	Acceso Multiple por division de Tiempo
TIA	Telecommunications Industry Association
TR-008	Interface
TV	Televisión
UHF	Ultra High Frecuency
UMTS	Sistema Universal de Telecomunicaciones Moviles
V 5,1	Interface Estándar
V 5,2	Interface Estándar
VHF	Very High Frecuency
VOCODERS	Codificadores de Voz
VPN	Red Virtual Privada
WAN	Wide Area Network
WAP	Protocolo de acceso inalámbrico
WCDMA	Acceso Multiple por division de Codigos de Banda Ancha
WLL	Lazo Local Inalámbrico
WWW	Word Wide Web
XTU	Unidad de Trafico de Intercambio en el AC

BIBLIOGRAFIA

1. Página principal de los proveedores de los equipos que conforman el sistema AS4000. (<http://www.airspan.com>)
2. Manual de especificaciones de equipos "Release 6.00" (<http://www.airspan.com>)
3. http://www.westel.com.au/w_wl2.html
4. <http://www.bbwxchange.com/news/archive/airspan121301.htm>
5. <http://www.phangnaughton.com/normal/news/air3.html>
6. http://www.cellular.co.za/technologies/cdma/cdma_technical.htm
7. <http://www.cdg.org/technology/index.asp>
8. <http://www.conatel.gov.ec>
9. <http://www.supertel.gov.ec>