



**ESCUELA SUPERIOR
POLITÉCNICA DEL LITORAL**
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE SISTEMAS CELULARES Y
SERVICIOS DE COMUNICACIÓN PERSONAL Y SU
APLICACIÓN EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR”**

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD
ESPECIALIDAD: ELECTRÓNICA**

PRESENTADA POR:

HELEN AMARILIS VEGA QUEZADA

GUAYAQUIL- ECUADOR
1997

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento de manera especial al director de esta tesis, Ing. Raúl Noriega, por su infinita comprensión, así como también a Ing. Washington Medina, Ten. Francisco Neira e Ing. Pablo Laza, por su ayuda desinteresada en la realización del presente trabajo.

Hago pública mi eterna gratitud a la Comunidad Politécnica, Maestros, compañeros y amigos por las enseñanzas de vida en el convivir diario de estudiante.

Finalmente quiero expresar el mayor reconocimiento a Dios y mi familia por todo su amor manifestado en el apoyo incondicional durante mis años universitarios.

DEDICATORIA

Este trabajo lleva en cada una de sus hojas
impregnados dos seres eternamente especiales:

A mis padres:

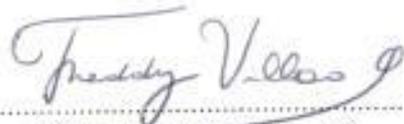
Helen y Amadeo (+)



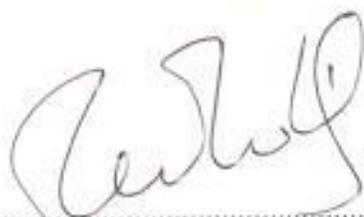
ING. ARMANDO ALTAMIRANO
SUBDECANO FIEC
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



ING. KAUE NORIEGA
DIRECTOR DE TESIS



ING. FREDDY VILLO
MIEMBRO TRIBUNAL



ING. WASHINGTON MEDINA
MIEMBRO TRIBUNAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos ideas y doctrinas expuestos en ésta tesis, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Exámenes y Titulos profesionales de la ESPOL)

HELEN AMARILIS VEGA QUEZADA
AUTORA

RESUMEN

En el primer capítulo de este trabajo de investigación se presentan las *comunicaciones celulares* como un producto del proceso de transformación que la telefonía móvil ha experimentados, se mencionan principios característicos y componentes básicos comunes entre los diferentes sistemas celulares; además se describe la *dinámica de la transmisión de voz*; una de capacidades que ofrece el sistema que es sin duda la aplicación más extendida en el mundo entero.

A continuación se establecen los principales *sistemas celulares* del mercado, no sin antes conocer los métodos de acceso múltiple FDMA, TDMA, CDMA que permiten comprender la tecnología utilizada, y como antecedentes de los *Sistemas AMPS, D-AMPS y GSM* desglosados en los capítulos posteriores, este último además menciona la *evolución celular hacia los llamados servicios de comunicación personal PCN/PCS y GMPCS* como fenómenos revolucionario en las telecomunicaciones de hoy en día.

En el capítulo final se realiza una investigación *de la telefonía Celular en la República del Ecuador*, que ha pesar de llevar apenas 2 años de servicio en el país, se establecen pautas para realizar algunas comparaciones entre las empresas con información recogida hasta el primer semestre del año 1996 y proyectando su crecimiento en los próximos dos años. Finalmente el análisis de una tercera operadora nos permite revelar el crecimiento de mercado y carencias administrativa respecto a las telecomunicaciones en nuestro país.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
DECLARACION EXPRESA.....	v
RESUMEN.....	vi
INDICE GENERAL.....	vii
1. COMUNICACIONES CELULARES.....	15
1.1 Evolución de la tecnología celular.....	15
1.2 Características del sistema celular.....	16
1.2.1 Celdas o Células.....	17
1.2.2 Reutilización de la frecuencia.....	19
1.2.3 Bandas de Frecuencia.....	21
1.3 Componentes Celulares.....	21
1.3.1 Estación Base o Radiobase.....	21
1.3.2 Central de Control Móvil.....	22
1.3.3 Terminal Subscriptor Celular o Teléfono Móvil.....	23
1.4 Dinámica de la Transmisión Celular.....	25
1.4.1 Registro.....	26
1.4.2 Monitoreo.....	26
1.4.3 Inicio de Llamadas.....	28

1.4.3.1 Servicios Adicionales.....	28
1.4.4 Recepción de Llamadas.....	29
1.4.5 Transferencia.....	30
1.4.5.1 Cambio de Nivel de Potencia.....	31
1.5 Los Canales de Control.....	32
2. SISTEMAS CELULARES.....	34
2.1 Antecedentes.....	34
2.2 Métodos de Acceso Múltiple.....	35
2.3 Acceso Múltiple por División De Frecuencias (FDMA).....	36
2.3.1 Características.....	37
2.4 Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA).....	38
2.4.1 Características.....	39
2.4.2 Dinámica.....	40
2.4.3 Acceso Múltiple por División de Tiempo Mejorado (E- TDMA).....	41
2.5 Acceso Múltiple por División Codificada (CDMA).....	43
2.5.1 Características de Espectro Ensanchado.....	44
2.5.2 Estándar Celular CDMA.....	45
2.5.2.1 Sincronización.....	47
2.6 Comparación de las Tecnologías de Acceso Múltiple FDMA, TDMA y CDMA.....	48

3. SISTEMAS AMPS Y D-AMPS.....	50
3.1 El Sistema AMPS.....	50
3.1.1 Banda de Frecuencia y Canalización.....	51
3.1.2 Distribución de los Canales.....	51
3.1.3 Señalización.....	52
3.1.4 Tonos de Control.....	53
3.1.4.1 Tono de Supervisión de Audio (SAT).....	53
3.1.4.2 Tono de Señalización (ST).....	54
3.1.5 Formato de los Mensajes de Control.....	55
3.1.5.1 Programación y Encendido del Móvil.....	55
3.1.5.2 Registro.....	58
3.1.5.3 Inicio de Llamada.....	59
3.1.5.4 Recepción de Llamada.....	60
3.1.5.5 Pedido de Servicios Adicionales.....	61
3.1.5.6 Terminación de Llamada.....	62
3.1.5.7 Cambio Nivel de Potencia.....	62
3.1.5.8 Transferencia.....	63
3.1.6 Desarrollo Posterior del Sistema AMPS.....	63
3.1.6.1 Comparación del AMPS y NAMPS.....	65
3.2 Sistema D-AMPS.....	66
3.2.1 Características.....	66
3.2.1.1 Modulación $\pi/4$ DPSK.....	67

3.2.1.2 El Modulador.....	69
3.2.2 Ventajas y Desventajas.....	70
3.2.3 La Estructura TDMA.....	71
3.2.4 Procesamiento de Llamada.....	73
3.2.4.1 Encendido y Registro.....	73
3.2.4.2 Recepción e Inicio de Llamada.....	74
3.2.4.3 Protocolo en el Canal de Tráfico.....	75
3.2.4.4 Terminación de Llamada.....	77
3.2.4.5 El Enlace.....	77
3.2.5 Tipos de Interferencia en el Sistema.....	77
4. EL SISTEMA GSM , PCN /PCS, GMPCS.....	80
4.1 Características GSM.....	80
4.1.1 Servicios.....	81
4.1.1.1 Servicios Complementarios.....	82
4.2 Estructura Técnica.....	82
4.2.1 La Estación Móvil.....	83
4.2.2 El Subsistema Estación Base.....	83
4.2.2.1 La Estación Transceptora (BTS).....	83
4.2.2.2 La Estación Base Controladora (BSC).....	84
4.2.3 Subsistema de Red.....	86
4.2.3.1 Registro de Localización de Residentes (HLR).....	87

4.2.3.2	Registro de Localización de Visitantes (VLR).....	87
4.2.3.3	Centro de Autenticación (AUC).....	88
4.2.3.4	Registro de Identidad de los Equipos (EIR).....	88
4.3	Aspectos de la Transmisión de Radio.....	88
4.3.1	Interfaz de Radio UM.....	89
4.4	Canales de Tráfico y Canales de Señalización.....	90
4.5	Interfaces GSM.....	93
4.5.1	Interfaz A.....	93
4.5.2	Interfaz C.....	93
4.5.3	Interfaz B.....	94
4.5.4	Interfaz D.....	94
4.5.5	Interfaz E.....	95
4.6	Aspectos de Red.....	95
4.7	Servicios de Comunicación Personal (PCN/PCS).....	97
4.7.1	Desarrollo de los PCN/PCS.....	97
4.7.2	Características.....	97
4.8	Norma DCS 1800.....	100
4.9	Comparación de los Sistemas Celulares.....	102
4.10	GMPCS.....	105
4.11	Políticas Internacionales Respecto a los GMPCS's.....	108
5.	LA TELEFONÍA CELULAR EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR	114

5.1	Antecedentes	114
5.1.1	Principios de Explotación.....	114
5.1.2	Organismos Nacionales de Telefonía.....	114
5.2	Historia de la telefonía Celular en Ecuador.....	116
5.2.1	Concurso y Adjudicación de las Operadoras Celulares en el Ecuador.....	118
5.2.2	Características de las Bases y Contrato de Autorización	118
5.2.3	Características del Reglamento de Telefonía Celular.....	121
5.4	Aspectos Técnicos.....	124
5.4.1	División del Espectro Radioeléctrico en la República del Ecuador.....	124
5.4.2	Interconexión MTSO y la Red Nacional.....	125
5.4.2.1	Plan de Numeración.....	126
5.4.3	Potencia de Transmisión.....	126
5.4.4	Polarización.....	127
5.4.5	Parámetros Mínimos de Servicio.....	127
5.5	Controversias y Sanciones en la Operación de la Telefonía Celular en el Ecuador.....	128
5.6	Comparación de las Operadoras de telefonía Celular de la República del Ecuador	130
5.6.1	Crecimiento y Desglose de Usuarios.....	130
5.6.2	Equipos.....	137

5.6.3 Mapas de Cobertura.....	138
5.6.4 Servicios Ofrecidos.....	142
5.7 Aspecto Económico.....	145
5.7.1 Operadora.....	145
5.7.1.1 Plan de Tarifación.....	146
5.7.2 Usuario.....	147
5.8 Análisis Para una Tercera Operadora.....	151
5.8.1 Antecedentes de Mercado.....	151
5.8.2 Antecedentes Legales.....	155
5.8.2.1 Disponibilidad del Espectro Radioléctrico.....	156
CONCLUSIONES.....	159
GLOSARIO.....	170
ANEXOS.....	183
Anexo #1: Resumen: Normas del Sistema Analógico AMPS.....	184
Anexo #2: Diagrama de Flujo para una Llamada Telefónica en el Sistema AMPS.....	191
Anexo #3: Resumen UIT-R M.1073	195
Anexo # 4: Sistemas de Satélites No Geoestacionarios.....	212
Anexo #5: Foro Mundial de Política de las Telecomunicaciones: "Asuntos de Política y Reglamentación planteados por la introducción de las comunicaciones personales móviles mundiales por	

satélite (GMPCS)	216
Anexo #6: Area Geográfica Objeto de la Autorización SMTC.....	232
Anexo #7: Registros Oficiales	236
Anexo #8: Curva de Reducción de PIE	251
BIBLIOGRAFÍA	253

CAPITULO I

COMUNICACIONES CELULARES

Los teléfonos móviles o conocidos en nuestro medio como "celulares" se han incrementado debido a la gran demanda que tienen no solo como un fenómeno local sino mundial, al punto de considerarlos como algunos lo creen "el invento más brillante del siglo" por la libertad que ha permitido a los usuarios, siendo esta, una de las posibles capacidades (transmisión de voz) de la red celular que constituye la idea más importante porque realiza progresos en la habilidad de transmitir otras formas de información como datos, imágenes, textos y videos.

1.1 EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA CELULAR

La radio móvil puede considerarse como el primer destello de lo que ahora conocemos como telefonía celular. El primer servicio comercial de teléfono móvil fue introducido en St. Louis, Missouri(USA) en 1946 y disponía de 20 canales que usaban transmisores muy potentes para lograr la mayor cobertura, operaba en sentido unidireccional similar a la tecnología de radio donde existía un operador especial que manejaba las llamadas.

A mediados de 1960 surge el Servicio Mejorado de Telefonía Móvil (IMTS, Improved Mobile Telephone Service) que ofrece acceso a la red

telefónica sin necesidad de "oprimir para hablar", que introduce sistemas selectores de canales automático; operación dúplex mediante dos canales y sistemas de radio más potentes (transmisores de 125-250 Watt) con una zona de separación para la reutilización de frecuencia de 50-100 millas; operaban seleccionando el primer canal disponible para la transmisión de los 44 canales asignados en las bandas de 35-44 Mhz, 152-158 Mhz y 454-512 Mhz.

Los conceptos claves de radio celular fueron descubiertos por los investigadores en los laboratorios Bell al menos hace 40 años, pero a causa de la complejidad necesaria en el equipo móvil y la red de conmutación no había sido posible su implementación. En 1978, AT&T (American Telephone & Telegraph) desarrolló una propuesta técnica para el uso eficiente del espectro de comunicaciones celulares en la porción de 800-900 Mhz y realizó la primera demostración en la ciudad de Chicago; subsecuentemente formó el Servicio de Telefonía Móvil Avanzado (AMPS) pero fue en 1981 que la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) finalmente asignó 666 canales de radio divididos en dos portadoras, para la explotación comercial del sistema antes mencionado.

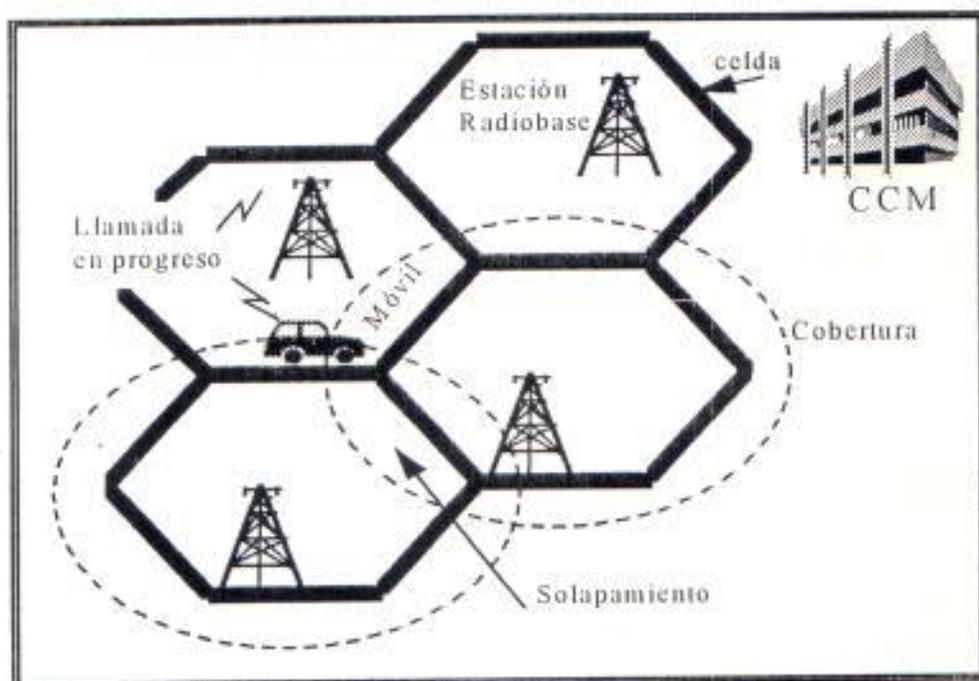
1.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA CELULAR

- A diferencia del sistema convencional de telefonía móvil, la tecnología celular divide el área geográfica relativamente grande en secciones más pequeñas llamadas celdas o células (por ello el nombre) que solapan en los bordes con la

adyacente para asegurar un cubrimiento total, particularmente en el cambio de un sector a otro.

- Se utilizan transmisores de baja potencia y las frecuencias pueden ser divididas en bandas o celdas con una zona de protección establecida para prevenir la interferencia, permitiendo reutilización de la mismas.
- Se compone esencialmente de: Central de Control o Conmutación Móvil (CCM), Estación Base o Radiobase (EB ó RB) y Terminal Subcriptor Celular o Estación Móvil (EM).

Ilustración I-1: ELEMENTOS CELULARES



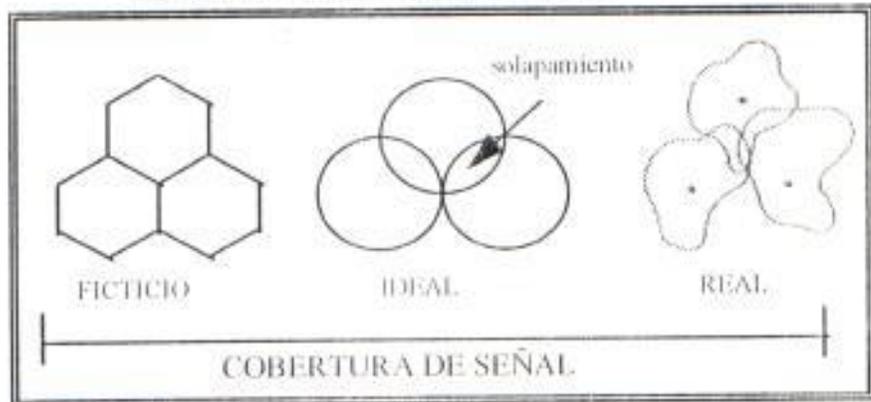
1.2.1. CELDAS O CÉLULAS

Su forma hexagonal no es real, sin embargo esto simplifica la planeación y diseño de un sistema celular, porque no permite ningún traslape

(solapamiento) entre ellos, es así que una forma circular aproxima identificar el área de cobertura ideal de potencia pero la forma real de la celda guardará cambios de dualidad de las condiciones que prevalezcan.

Una célula se define por su tamaño físico y lo más importante por el tamaño de su población y patrones de tráfico, que determinarán el subconjunto fijo de canales de radio que dispondrá.

Ilustración I-2: COBERTURA CELULAR



La longitud de las celdas dependen del área sobre la cual se localiza su promedio de alcance sin embargo oscila de 0.5 a 50 Km. (dependiendo del sistema), generalmente es mayor en áreas rurales porque tienen menor cantidad de suscriptores comparadas con el área urbana, es decir que existe una relación inversa entre el número de abonados y la extensión de la célula.

Las dimensiones de la celda pueden ser cambiadas, variando la potencia y sensibilidad de la estación base, sin embargo se debe tener en cuenta las

interferencias que pueden producir estas modificaciones con las radiobases cercanas.

“Otra posibilidad que permite una mayor reutilización de las frecuencias, aumentando la densidad de las celdas sin modificar la cantidad de torres de la estación base, es el uso de antenas direccionales (celdas sectorizadas) de 120 o 60 grados de apertura (3 o 6 sectores por celda), de esta manera cada sector actúa como una celda diferente sin que se incrementen los costos de infraestructura pero permitiendo, con una buena relación frente/espalda de los sistemas de radio, una repetición más frecuente sin necesidad de tener que recurrir a multiplicar el número de sitios de las estaciones base y de reducir las potencias para disminuir los alcances de interferencia.”¹

Por ejemplo: Northern Telecom establece con el equipo NT-800DR espectro expandido en los grupos de siete celdas 120 grados y en los de cuatro celdas 60 grados de sectorización.

Inicialmente muchos sistemas celulares son configurados como omnidireccionales para minimizar los costos iniciales, cuando el tráfico del suscriptor aumenta o es necesario incrementar la capacidad se realiza la sectorización pero antes de la instalación, el diseñador selecciona un plan de frecuencia a usar fácilmente en la expansión.

1.2.2 REUTILIZACIÓN DE FRECUENCIAS¹

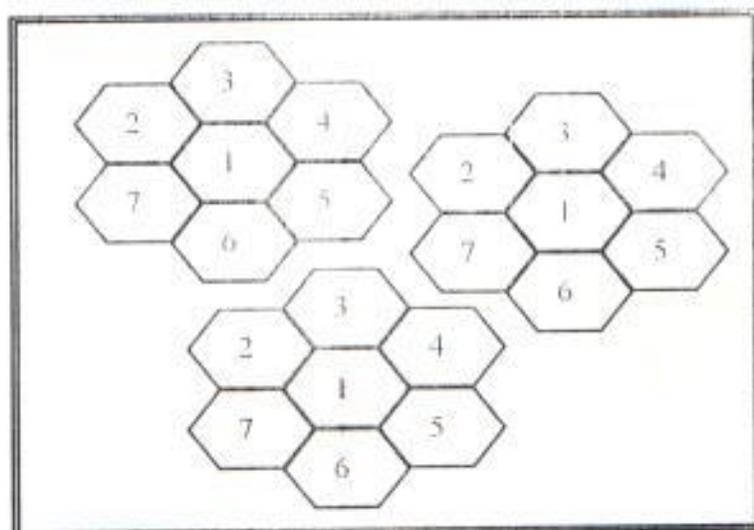
Todas las transmisiones son hechas via canales.

¹ Bernini Juan A. Ing., Sistemas de Telefonía Celular, (INCAATEL 1993) Pag. 14

Un canal consiste de un par de frecuencias, una para cada dirección de transmisión que es usada para operación full-dúplex.

La reutilización de frecuencias es cuando el mismo conjunto de frecuencias (canales) se pueden asignar a más de una célula de separación; esto permite una mejor administración del espectro de radio, por ello las celdas forman grupos ("cluster") cuyo número es restringido según los requerimientos, y deben ser compatibles unas a otras como en las piezas de un rompecabezas.

Ilustración 1-3: "CLUSTER" DE 7 CELDAS



“Las posibles cantidades son: 4,7,12 y 21 celdas que permiten una adecuada cobertura y usar la misma frecuencia de canal porque están lo suficientemente distanciadas a fin de que no ocurra la interferencia co-canal”²

² Regis J. Bates, *Wireless Networked Communications*, (USA: editorial McGrawHill 1994) Pág. 88

1.2.3 BANDAS DE FRECUENCIAS

Del primer sistema celular AMPS se establecieron dos grupos de canales (frecuencias) perfectamente definidos: las banda A y B, que se detallan en el tercer capítulo de este trabajo; pero en general los sistemas celulares de primera generación utilizan las bandas de 450 Mhz, de 800-900 Mhz, según las posibilidades y las necesidades existentes.

Los sistemas convencionales de concentración de enlaces utilizan frecuencias muy bajas para lograr mayor cubrimiento y por lo tanto pueden disponer de sólo un pequeño número de canales, pero los sistemas celulares tan sólo son rentables cuando se dispone de una mayor atribución (300 canales ó más) dado que se les debe dividir en subconjuntos a fin de poner en ejecución el plan celular.

Por lo tanto las más utilizadas son las bandas de 800Mhz o 900 Mhz para los sistemas de las últimas generaciones.

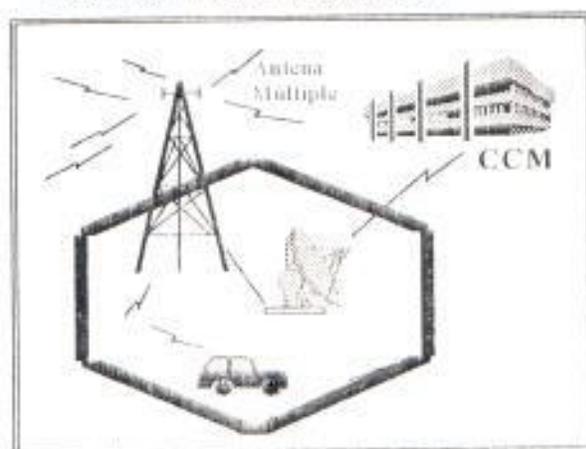
1.3 COMPONENTES CELULARES

1.3.1 ESTACIÓN BASE O RADIOBASE

Consiste de un transmisor y 2 receptores por canal, un controlador, un sistema de antena y un enlace de datos con la oficina celular, las antenas direccionales son usadas para cubrir el área de la celda es decir proveer enlaces de radio a los terminales subscriptores.

La estación base opera como un interfaz entre el usuario y la CCM; cuando las celdas se encuentran congestionadas, una subdivisión o técnica de seccionamiento pueden ser usadas para aumentar el número de usuarios.

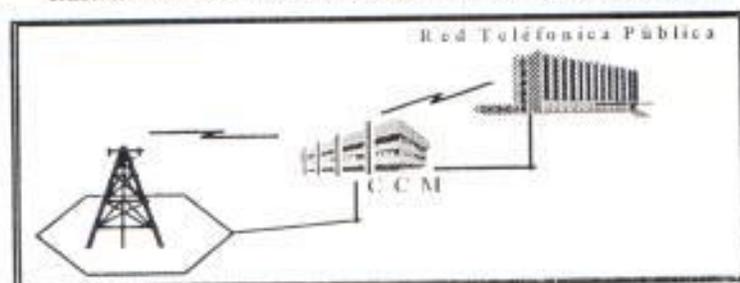
Ilustración 1-4: ESTACIÓN BASE



1.3.2 CENTRAL DE CONTROL MÓVIL

Es el proveedor físico de conexiones entre el terminal celular a través de la estación base con el portador local (por ejemplo la red telefónica). Tiene circuitos dedicados para conectarse a la estación base usando una línea de tierra o enlace de microondas.

Ilustración 1-5: CENTRAL DE CONMUTACIÓN MÓVIL



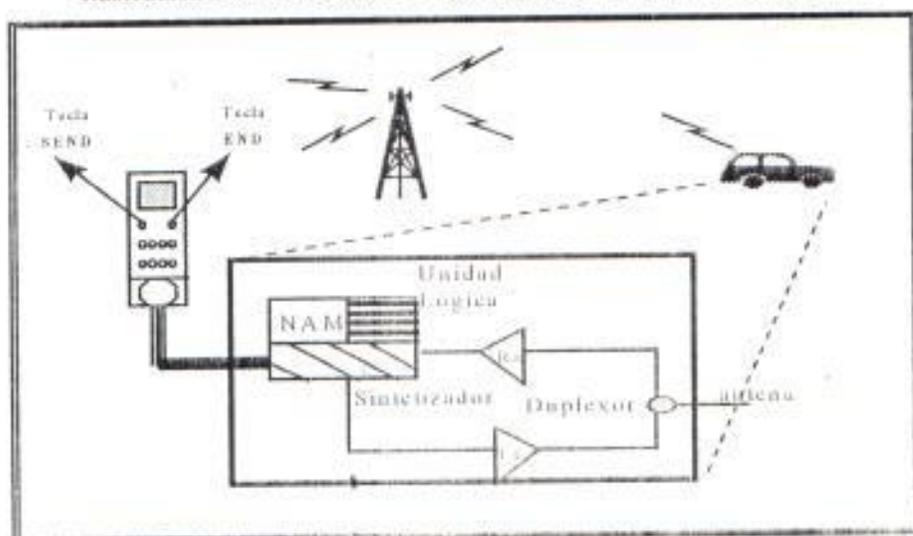
El CCM es el coordinador de las llamadas, actúa como un interfaz entre la estación base y la red fija.

1.3.3 TERMINAL SUBSCRIPTOR CELULAR O ESTACIÓN MÓVIL

Es una unidad transmisora-receptora capaz de sintonizar todos los canales del área; a diferencia de las unidades móviles antiguas que se fijaban a una sola frecuencia.

“Está compuesto por el transmisor, receptor y sintetizador que constituyen la parte inteligente, el duplexor que permite el uso de la antena para transmisión y recepción en la comunicación celular, la unidad lógica y el módulo de Asignación numérica (NAM) que son chips propios del equipo.”⁵

Ilustración 1-6: DIAGRAMA BÁSICO DE UNA ESTACIÓN MÓVIL



⁵ Regis J. Bates, *Wireless Networked Communications*, (USA editorial McGrawHill 1994) Pág. 86

En su estructura se identifican tres bloques: La *Unidad de Control*, el *Transceptor* y *Antena*; en la parte física estas unidades puede presentar algún complemento externo como la tarjeta IMSI (International Mobile Subscriber Identity) en el Sistema GSM.

En nuestro medio son llamadas "celulares" las unidades de teléfonos móviles y portátiles, que son básicamente la misma cosa; la única diferencia es que esta última tienen una potencia de salida más baja y una antena menos eficiente.

La *Unidad de control* incluye todas las interfaces de usuario incluyendo el auricular. El *Transceptor* utiliza el sintetizador de frecuencia para sintonizar cualquier canal del sistema celular asignado. Su transmisor es modulado en frecuencia con información de audio y señalización binaria codificada; ambas informaciones pueden ser presentadas al mismo tiempo dependiendo del estatus de la unidad subscriptora, luego pasa a la *unidad de Antena* para ser radiada. El receptor recibe señales que ingresan por la antena donde son amplificadas y demoduladas, pueden ser de voz (la cual pasa a la unidad de control) o información de señalización codificada (que pasa al circuito lógico para ser decodificadas).

En el *Transceptor*, la velocidad de codificación / decodificación indica la rapidez de comunicación entre la celda y la unidad subscriptora; constituye

así la parte más importante del equipo y entre las funciones lógicas que realiza tenemos:

- Decodificar ordenes, ejemplo: cambio de frecuencia, alertas de inicio de llamadas, ajustes de nivel de potencia y liberación
- Codifica señales de información como el número que se llama, solicitud de servicios adicionales, desconexión e identificación del equipo.
- Ejecuta funciones de control del transceptor como sintonización del receptor, detección de pérdidas de señal y liberación automática.
- Provee al subscriptor información actual Ej.: área de servicio.

La unidad de antena consiste de una antena de banda ancha polarizada verticalmente es decir, irradia una onda electromagnética polarizada verticalmente.

1.4 DINÁMICA DE LA TRANSMISIÓN CELULAR

El control, supervisión y conmutación de las llamadas es particularmente crítico en un medio móvil, sin ello el simple movimiento de la unidad de una celda a otra acabaría con la comunicación como sucedía con los sistemas móviles en 1980, ahora con las comunicaciones celulares existe una mayor libertad del usuario gracias a la transferencia (handoff) de una celda a otra.

De la totalidad del espectro asignado a desarrollo celular existe una porción de canales destinados a estas tareas de control mientras el resto son considerados

como canales vocales. La división del espectro asignado a estos fines depende del sistema celular que se encuentre utilizando, por ejemplo en el Sistema Telefónico Móvil Avanzado (AMPS) las frecuencias se dividen entre dos operadores cada uno con 312 canales para comunicación de voz y 21 canales para control. La dinámica de trabajo es la siguiente:

1.4.1 REGISTRO

Cada móvil posee identidad única gracias al NAM (Numeric Assignment Module) lo que permite asignar al teléfono celular un área local para el tráfico, cuando opera fuera de ésta requiere registrarse y notificar a la nueva unidad de su ubicación, por ello debe enviar continuamente mensajes a la central de conmutación móvil para verificar su localización y de esa manera direccionar las llamadas hacia el área de tráfico actualizada.

Ilustración 1-7: REGISTRO

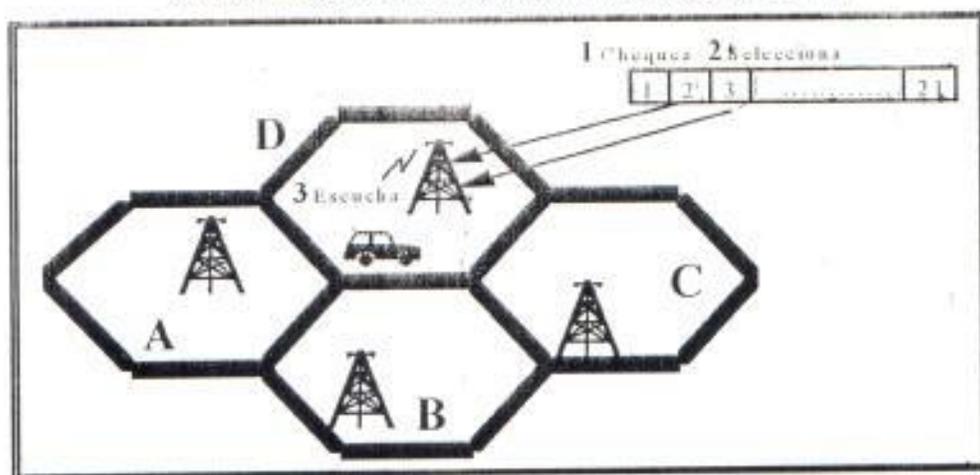


1.4.2 MONITOREO

Después de chequear que la potencia de secuencia es satisfactoria, el teléfono celular monitorea los canales dedicados de control para conseguir

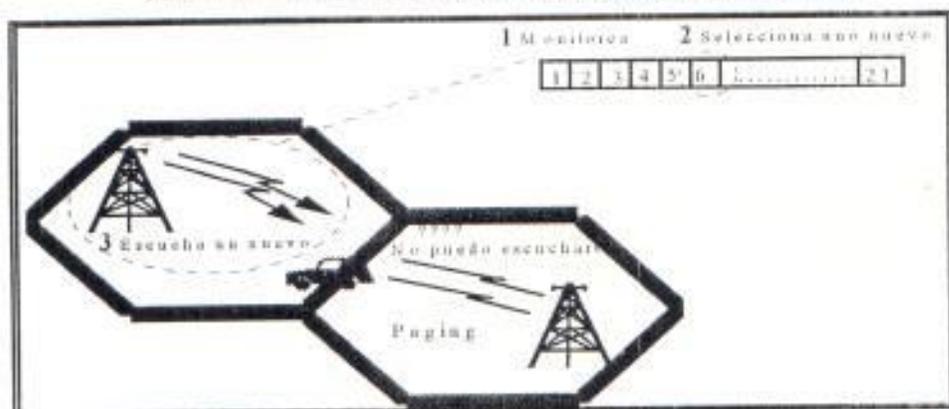
información sobre los canales de localización, se asigna uno disponible y envía su estado "libre", quedará escuchando los mensajes que son transmitidos.

Ilustración 1-8: SELECCIÓN AL MONITOREAR MÓVIL.



El equipo celular está constantemente escuchando por un canal de búsqueda o localización (paging) para la información de control y si el nivel de la señal decae en ese canal, regresará a monitorear uno nuevo.

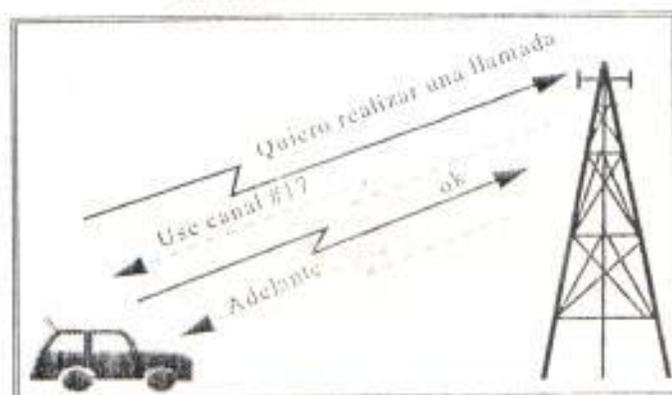
Ilustración 1-9: RESELECCION AL MONITOREAR MÓVIL.



1.4.3 INICIO DE LLAMADAS

El número deseado ingresa a la memoria del teléfono a través del teclado y se oprime el botón de envío ("SEND"). El móvil intenta ingresar al sistema, en primera instancia examinando los canales de acceso (estos se encuentran en base a información en los canales de localización), una vez ubicada la frecuencia, el móvil transmite su requerimiento de iniciar una llamada y espera por una respuesta que le indicara en cual realizarla. El móvil resintoniza a ese canal vocal y tan pronto se establecen los caminos de transmisión estará disponible para hablar.

Ilustración I-10: INICIO



1.4.3.1 SERVICIOS ADICIONALES

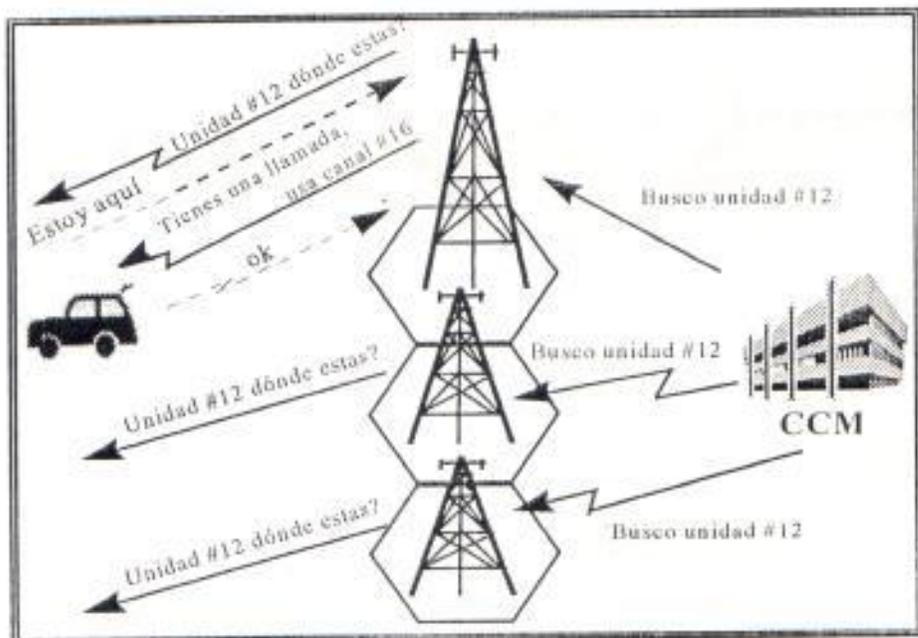
Durante la conversación el usuario del móvil puede cargar otro número en la memoria y presionar la tecla "SEND" para iniciar una solicitud de servicios adicionales. Estos pueden ser, por ejemplo, un desvío de llamada o una conversación entre tres partes (conferencia

tripartita). La facilidad se provee por la central de conmutación telefónica móvil.

1.4.4 RECEPCIÓN DE LLAMADAS

Antes de que reciba una llamada entrante, CCM transmite una llamada de localización a todas las RBs del área de tráfico para saber en cual de ellas se encuentra el móvil, al recibir dicho mensaje, el equipo responde al sistema, el mismo que le instruirá el uso de una canal específico para recibir la llamada. El celular resintoniza en la frecuencia específica, listo para hablar y el sistema envía la llamada al móvil.

Ilustración I-11: RECEPCIÓN DE LLAMADA

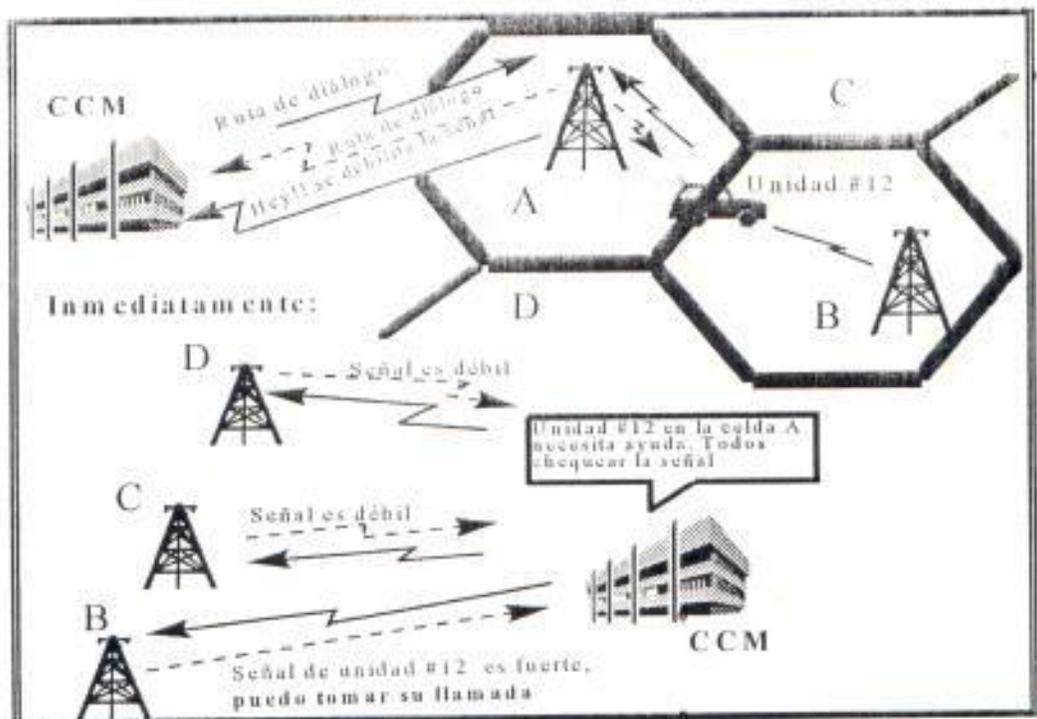


Los teléfonos pueden cambiar a una de las frecuencias de operación en el área de servicio, ellos utilizan microprocesadores lógicos que responden las llamadas y disponen varias frecuencias para recibir y hacerlas.

1.4.5 TRANSFERENCIA

En el canal de voz asignado es medido continuamente el nivel de la señal recibida y si esta desciende debajo del límite dado se advierte al CCM que a su vez pide a otras radio base que midan el nivel de señal; al detectar un mayor nivel se prepara el sistema a una transferencia. En el gráfico podemos observar, como CCM lleva el control de la señal del móvil.

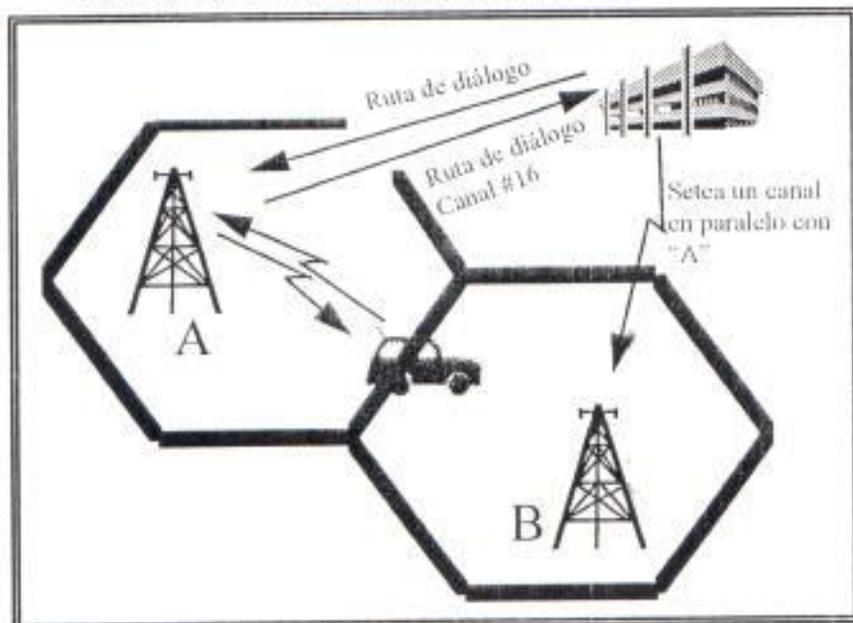
Ilustración I-12: INICIO DE TRANSFERENCIA



Después se establece un canal vocal en la radio base alternativa en paralelo al existente, cuando esté listo, el CCM indica al móvil el cambio del nuevo canal para la correspondiente resintonización de frecuencia.

Aquí la transferencia se completa, proceso realizado en pocos milisegundos y completamente invisible al usuario.

Ilustración I-13: TRANSFERENCIA REALIZADA



1.4.5.1 CAMBIO DE NIVEL DE POTENCIA

Durante la conversación la estación base observa la intensidad de la señal recibida desde el móvil. Si es necesario un cambio de nivel, el sistema envía una orden al móvil, que ajusta la potencia, guarda el nuevo nivel en memoria y envía un mensaje de confirmación.

Esto permite evitar la intermodulación en los receptores de la radio base y la interferencia a otros usuarios cuando se entra en celdas pequeñas (interferencia co-canal).

1.5 LOS CANALES DE CONTROL

El sistema celular provee de dos tipos de canales dúplex:

- control : usados para transferir información sobre las llamadas
- voz : usados para la conversación en ambos sentidos

Todos los sistemas celulares utilizan algún tipo de canal de control en cada celda con el propósito de iniciar una comunicación. Estos canales son los que permiten intercambiar entre terminales de abonados y radiobases (y con la central) la información que permite establecer una comunicación tanto de salida como entrada en el abonado móvil.

Un canal de control está al aire 24 horas del día, 365 días del año, y tienen las siguientes funciones:

- Dedicados de control
- Señalización
- Acceso

Actualmente se combinan estas tres funciones en una sola que permite reducir el número de canales de control al mínimo.

Cuando un abonado en cualquier sistema celular no está ocupado en alguna conversación, explora o busca un canal de control que disponga de la adecuada intensidad de señal y se engancha en él hasta tanto un mensaje le indique que debe abandonar el canal por el hecho de que ha sido redireccionado a un canal vocal o porque la intensidad de señal ya no es adecuada.

Dado que la unidad del abonado puede perder el canal de control en cualquier momento y enganchar otro, el sistema celular no tiene posibilidad de saber que canal de control en el área de cobertura de que celda está ubicada cada unidad libre.

Por lo tanto, si todos los mensajes deben ser transmitidos en forma general para toda el área geográfica de servicio celular simultáneamente, el número de mensajes de búsquedas que pueden ser transmitidos por hora en un canal determina la capacidad del sistema o por lo menos del área.

Resulta obvio, por lo tanto, que el ancho de banda operativo de los radiocanales afecta a la velocidad de señalización y la longitud y complejidad del protocolo afecta al ritmo de búsqueda (Paging) directamente.

"Un elemento importante es que los límites de capacidad dados para un tipo de sistema celular son usualmente función directa de los ritmos de búsqueda y la señalización más que el número total de canales disponibles para establecer la comunicación."⁴

⁴ Berruti Juan A. Ing., *Sistemas de Telefonía Celular*, (INCAATEL 1993) Pág. 16

CAPITULO II

SISTEMAS CELULARES

Los sistemas móviles celulares son sistemas móviles terrestres, es decir sistemas móviles para la correspondencia telefónica pública a través de estaciones radioeléctricas conectadas a la Red Telefónica Pública, que se implantan en base a la tecnología celular.

2.1 ANTECEDENTES

La historia de radio celular ha estado marcada por el desarrollo de diferentes estándares, produciendo en el mundo una variedad de sistemas mutuamente incompatibles, es así que de la "primera generación" existe aún el AMPS (Advanced Mobile Phone Service) en USA., y sus similares en Europa TACS (Total Access Coverage Service), NMT o NMTS (Nordic Mobile Telephone System), C-450 en Alemania, RTMS (Service Italien de Radiotelephonie) en Italia y RadioCom 2000 en Francia.

Luego se desarrolló tecnología digital como: D-AMPS (Digital Advanced Mobile Phone Service) y CDMA (Code Division Multiple Access) en USA, GSM (Global System for Mobile Communications) en Europa y PDC (Personal Digital Celular) en Japón que utilizan más eficientemente el espectro ofreciendo mucha mayor capacidad además de: seguridad de diálogo y servicios avanzados de datos.

Uno de los más importantes conceptos en cualquier sistema telefónico celular es el "acceso múltiple", es decir la capacidad de usuarios que pueden soportar en el conjunto de canales de radio que comparten (no siempre se asignará el mismo canal al momento de acceder al sistema).

Un canal puede ser pensado como una porción limitada de las frecuencias de radio, la cual es temporalmente localizada para un propósito específico, como una llamada telefónica.

2.2 MÉTODOS DE ACCESO MÚLTIPLE

"Un método de múltiple acceso es una definición de como el espectro de radio es dividido en canales internos y como esos canales son localizados por muchos usuarios del sistema"¹

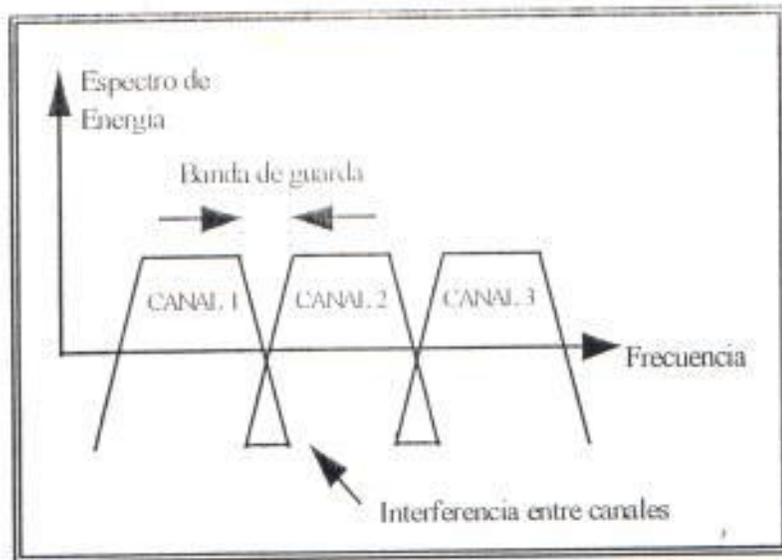
El método tradicional para los sistemas celulares analógicos conocidos como "primera generación" es el FDMA (Frequency Division Multiple Access), con la aparición y evolución de los circuitos integrados y con ellos los microprocesadores, que cada vez resultan más diminutos y potentes, capaces de realizar un enorme número de operaciones (modulación, corrección de errores, comprensión de datos, adaptabilidad, etc.) en periodos muy cortos; se establecen las pautas a una "segunda generación" ya que resulta hoy práctica y económica la construcción de sistemas de multicanalización tales como el TDMA (Time Division Multiple Access) y el CDMA (Code Division Multiple Access).

¹ Internet, 1996

2.3 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE FRECUENCIAS (FDMA)

La estructura de canalización FDMA divide la porción del espectro disponible en canales que son separados por sus diferentes frecuencias.

Ilustración II-1: ESPECTRO FDMA



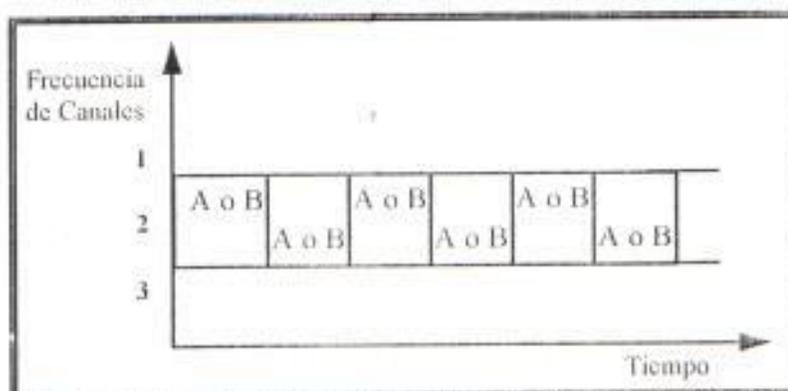
En la Ilustración II-1 se observa que los canales no están completamente independientes y que existe la posibilidad de una cierta interferencia co-canal. Esta interferencia puede disminuirse si se incrementa la magnitud de las "bandas de guarda" o bien mediante la utilización de filtros de corte abrupto para lograr un filtrado de alto orden, es decir que mejorar las condiciones de interferencia desde y hacia otros usuarios y mantener, al mismo tiempo la eficacia espectral en el sistema requiere un mayor costo tanto para usuario como para el operador del sistema celular.

2.3.1 CARACTERÍSTICAS

La tasa de consumo del espectro en sistemas de división de frecuencia es mucho más alta que en otros sin embargo el mérito de FDMA es su compatibilidad con el uso de técnicas estabilizadoras del espectro; sin embargo el equipo necesario de FDMA hacen de los sistemas portables más costosos y más complejos para administrar.

El sistema FDMA divide el ancho de banda en canales fijos, una llamada ocupa el canal completo y divide en espacios de tiempo "time slots" para transmitir o recibir.

Ilustración II-2: DIVISIÓN DEL ANCHO DE BANDA FDMA



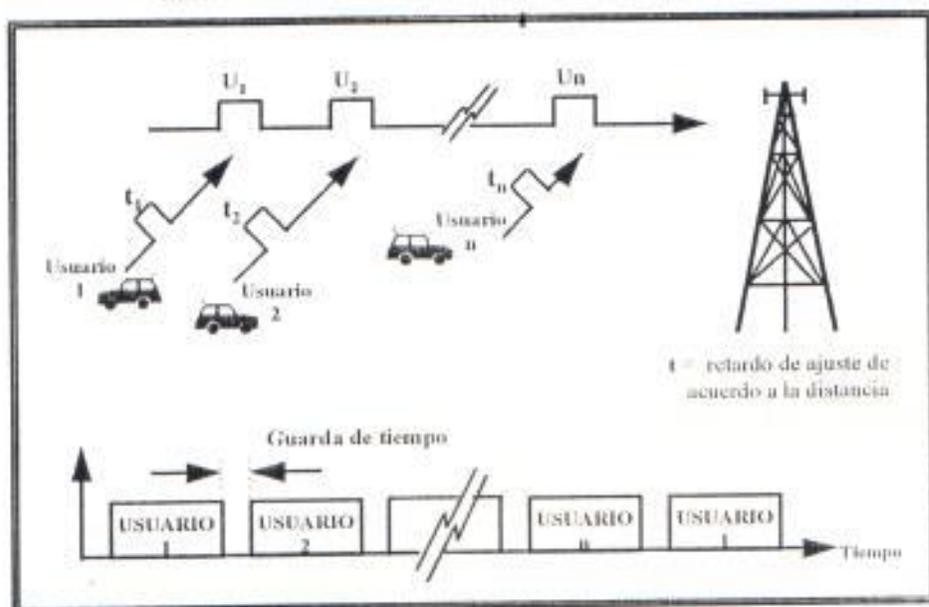
Por otro lado esta tecnología no tiene tampoco aptitud para aprovechar y utilizar los silencios en las comunicaciones de voz, con FDMA solamente un suscriptor en el tiempo es asignado a un canal. Otra conversación no puede acceder a ese canal hasta que el abonado finalice su llamada o que la llamada original sea transferida a un canal diferente por el sistema.

Los sistemas que utilizan FDMA son los celulares analógicos de "primera generación" basados principalmente en el AMPS (Servicio Avanzado de Telefonía Móvil).

2.4 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE TIEMPO (TDMA)

La estructura temporal del TDMA separa las señales utilizando intervalos, ranuras o ventanas de tiempo (time slots) para cada señal.

Ilustración II-3: ESTRUCTURA TEMPORAL TDMA



En el gráfico se observa que a cada usuario se le asigna una ventana de tiempo (time slots) por la que puede enviar su información (voz codificada o de cualquier tipo). El usuario tiene entonces, un tiempo preciso dentro de la "red temporal" para transmitir sus señales, información o datos, de forma que llegue al receptor dentro de la ventana de tiempo asignada.

2.4.1 CARACTERÍSTICAS

En estos sistemas, debe existir interferencia co-canal dado que las señales adyacentes en el tiempo pueden entrar simultáneamente en el receptor, si aparece un retardo inesperado que no se pueda neutralizar. No obstante, la interferencia de usuario es potencialmente pequeña dado que puede enviarse un gran paquete de datos dentro de cada ventana de tiempo así la interferencia entre usuarios ocurrirá solamente durante los finales o inicios, es decir en los bordes de la ventana de tiempo.

Como la figura II-3 lo indica, el tamaño requerido para los "tiempos de guarda" entre ranuras o ventanas TDMA, ha sido determinado como una medida de seguridad para la "red temporal". Si el sistema estuviera compuesto solamente por estaciones fijas, de ubicación conocida; la "red de tiempos" puede mantenerse ajustada con precisión y los tiempos de llegada mantenerse dentro de límites estrechos. Esto decreta el requerimiento de tiempos de guarda y maximizar el pasaje.

En un medio donde los elementos más numerosos son móviles, es muy difícil mantener el ajuste de tiempos (retardos de transmisión) del sistema, dado que la posición de los transceptores debe ser de alguna forma constantemente medida, y la ranura (ventana de tiempo) local de cada transceptor móvil debe ser ajustada a fin de mantener constantes las ventanas de tiempo de arribo de su señal a la Estación Base.

Se puede deducir entonces, la capacidad del sistema TDMA decrece en forma directa con el incremento de los tiempos necesarios de guarda, por lo que el sistema debe emplear relojes de gran seguridad y precisión para las medidas de los tiempos, asignación de ranuras o ventanas de tiempo con márgenes muy estrechos, sistemas de acceso a la red especializados, a fin de incrementar la eficiencia en el uso de la banda espectral asignada.

Es decir que el TDMA en un medio con móviles deberá implementar una medida y ajuste preciso de los tiempos o bien sacrificará capacidad asignando mayores tiempo de guarda, porque TDMA ofrece mínima interferencia entre usuarios a expensas de una red de acceso compleja y altamente sincronizada.

Este método de múltiple acceso es comúnmente empleado en los nuevos sistemas digitales cuyos estándares incluyen el D-AMPS, GSM (Global System for Mobile Communications) y PDC (Personal Digital Celular), los 2 primeros son analizados en los capítulos III y IV respectivamente por ser considerados de mayor importancia mundial.

2.4.2 DINÁMICA

Unas ventanas de tiempo "slots" llevarán conversaciones desde la estación base al dispositivo terminal, mientras que otras lo realizarán en el sentido contrario.

Sistemas TDMA divide el ancho de banda en canales y luego divide a cada canal en time slots. La llamada usa solamente dos time slots alternando entre transmisor y receptor.

Un beneficio importante del servicio TDMA es que al menos la tercera parte de la información puede ser liberada al terminal durante una conversación. Esto significa que mientras el usuario dialoga, otra parte puede estar recibiendo mensajes de retorno para el usuario. Un correo electrónico (e-mail) o mensajes de búsqueda pueden ser liberados para acceder más tarde mientras una conversación está en ejecución.

“El canal TDMA es básicamente seteado como un adaptador digital con modulación de pulso codificada (ADPCM = Digital - adaptive differential (delta) pulse code modulation) o 32 Kbps de ancho de banda digital. En vista de que el canal es dúplex, 32 Kbps son localizados tanto para transmisión como recepción. Sin embargo si la localización dinámica del ancho de banda es necesaria, los time slots pueden ser concatenados en campos de 64, 128, 192, 256 Kbps para transmisión de datos u otros servicios de emergencia. La transmisión puede ser hecha simultáneamente como una llamada de voz y datos desde el mismo portable”²

2.4.3 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE TIEMPO MEJORADO (E-TDMA)

“E-TDMA (Enhanced Time Division Multiple Access) busca mejorar la técnica TDMA que hasta entonces es usada para robustecer la localización de el ancho de banda de acceso para mayor número de usuarios.

² Regis J Bates, *Wireless Networked Communications*, (USA, editorial McGrawHill) Pág. 115

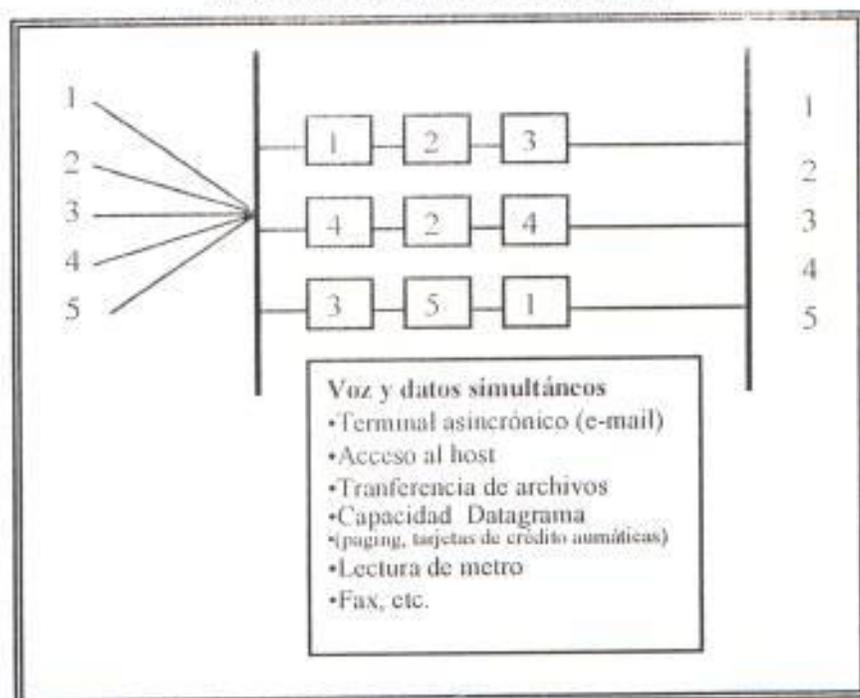
Las expectativas son aumentar el número de usuarios sobre un mismo canal.

En E-TDMA un simple canal permite usuarios múltiples compartir una frecuencia a través de un time slot intercambiable DSI (Digital Slot Interchange). Recordar que las aplicaciones de voz son una alternativa de conversación, en la cual hay dos modos transmisión y recepción; que el diálogo humano se caracteriza por las frecuentes pausas debido al hablante porque respira, piensa o reflexiona una respuesta.

Con E-TDMA todo estos silencios del camino pueden ser comprimidos y usados para una conversación diferente en una secuencia de división de tiempo. Esta secuencia será bastante rápida para acomodar en tiempo real la necesidad interactiva de transferir información.

Además el DSI podrá rápidamente mover piezas de información dentro de los diferentes time slots como la necesidad presente²¹.

Ilustración II-4: DINÁMICA E-TDMA



²¹ Regis J. Bates, *Wireless Networked Communications*, (USA: editorial McGrawHill) Pág. 116

En la ilustración: H-4 se observa que los slots son establecidos para 5 diferentes usuarios sobre el circuito, el arreglo toma cuidado de la dinámica de las llamadas, permitiendo al sistema proveer operación dúplex o que parezca serlo para los 5 usuarios. El sistema entregará los slots intercambiables como sean necesarios para una transmisión continua.

Esta técnica requiere pruebas para: claridad de transmisión, conformidad al circuito, necesidad del usuario y habilidad de control en las transferencias cuando las secuencias de "time slots" estén en movimiento; soportes muy fuertes sobre la habilidad de E-TDMA que sirve como herramienta para el futuro de los PCS/PCN (Personal Communication System / Personal Communications Networks).

2.5 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN CODIFICADA (CDMA)

CDMA fue introducido a la industria por Qualcomm, un portador satelital que experimentaba con la técnica en aplicaciones SMR (Specialized mobile radio) para sistemas de seguimiento vehicular (vehicles-tracking). Mientras la industria desarrollaba TDMA para los sistemas celulares "de la segunda generación", Qualcomm y la AT&T estuvieron prestos a sugerir que CDMA era superior a cualquier alternativa de acceso múltiple para encontrarse un paso adelante del posible fenómeno de crecimiento de servicios PCS/PCN, tal como había ocurrido con la telefonía celular en su momento.

Ilustración II-5: ESPECTRO CDMA



La aplicación de CDMA en telefonía celular es relativamente nueva, pero no así su tecnología de espectro ensanchado que ha sido utilizado para aplicaciones militares.

2.5.1 CARACTERÍSTICAS DE ESPECTRO ENSANCHADO

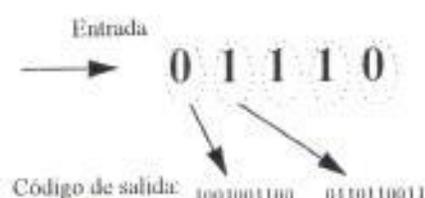
La potencia de la señal de radio convencional está concentrada en una sola frecuencia, por ello el canal es ocupado por una simple conversación de voz. La cima y tiempo de fallo de la energía es modulada en el interior de la frecuencia portadora usada en el canal; en cambio en el espectro ensanchado, la energía de la conversación es expandida a través de múltiples frecuencias en un período de tiempo rápido, es decir que se esparce la energía de la señal sobre un amplio ancho de banda. En los sistemas militares esta característica es utilizada por su baja posibilidad de detección (Low - Detection /LPD).

En el receptor se efectúa el proceso inverso al que expandió y difundió la señal; las interferencias presentes son expandidas y difundidas al azar

cuando se comprimen (des-expanden) y restablece la señal original, por lo tanto debe cruzar un filtro para limpiarla de las interferencias de expansión. En los sistemas militares se utiliza este efecto para rechazar el bloqueo de las transmisiones ("jamming")

Existen varios procedimientos para la expansión del espectro como la secuencia directa de codificación de las señales digitales que permite múltiples conversaciones o ráfagas de datos sobre la misma frecuencia, ya que cada conversación tiene una secuencia de código única.

Ejemplo:



Este código usa 10 bits por cada bit de señal digital. Los militares han utilizado esta secuencia por muchos años para prevenir la interferencia de sus aviones de combate por el equipo de radio enemigo, la diferencia está en sus secuencias generadas que tienen un patrón de 100 bits.

2.5.2 ESTÁNDAR CELULAR CDMA

En CDMA los códigos llamadas "pseudo-Random Code Sequences" (pseudo aleatorios) son digitales únicos que separan frecuencias o canales RF usados a diferentes subscriptores que comparten el mismo rango del espectro de radio y compartidos por la Estación Móvil y Estación Base.

Para la telefonía Celular CDMA es una técnica de múltiple acceso especificada por la TIA (Telecommunications Industry Association) como "IS-95" que empezó en marzo de 1992 cuando establece el subcomité TR-45.45 con una cartilla de desarrollo para un estándar celular digital de espectro expandido, en Julio de 1993, desarrolla el CDMA IS-95 que divide el espectro de radio en portadoras de 1250Khz (1.25 MHz) de ancho.

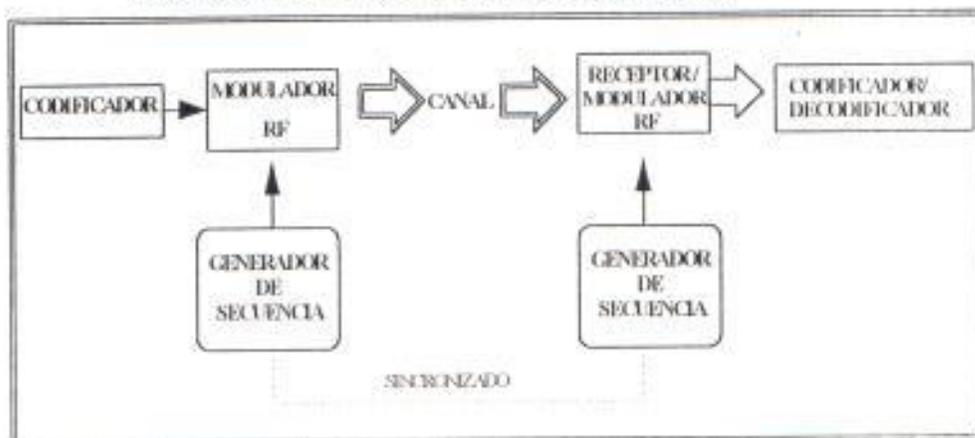
Uno de los únicos aspectos de CDMA es que mientras hay límites en el número de llamadas telefónicas que pueden ser llevadas por la portadora, porque no es un número fijo, más bien, que la capacidad del sistema será dependiente de diferentes factores y todos los usuarios comparten el mismo rango del espectro de radio. Una llamada CDMA empieza con una tasa promedio de 9600 bps. esta es luego ensanchada y transmite una tasa alrededor de 1.23 Mbits por segundo.

Ensanchar significa que los códigos digitales son aplicados a los bits de datos asociados con usuarios en una celda; esos bits de datos son transmitidos con la señales de todos los usuarios de la celda y cuando la señal es recibida, los códigos son removidos de la señal deseada, separando los usuarios y retornando a la llamada original.

En la Ilustración II-6 observamos que la secuencia generada es introducida en el modulador de radio frecuencia, en este caso el generador y receptor deben estar perfectamente sincronizados. Además la seguridad puede ser

mejorada si usamos una secuencia generadora de ruido junto a los datos iniciales, ambos al ser generados nuevamente deben estar perfectamente sincronizados para decodificar la señal.

Ilustración II-6: DIAGRAMA DE BLOQUE CDMA



2.5.2.1 SINCRONIZACIÓN

En las etapas finales de codificación del enlace de radio de la estación base al móvil, la primera transmite "tiempos de compensación" del mismo código pseudo-aleatorio usado, para que permanezca único en cada uno, las estaciones CDMA de esa manera se encontrarán sincronizadas a una referencia de tiempo común, que puede ser el sistema GPS (Global Positioning System).

"La capa de aplicación de la interfaces de aire IS95 provee control de los sistemas telefónicos celulares, así en esta capa se originan y terminan mensajes de señalización.

El número de un canal CDMA es un número de 11 bits que identifican la frecuencia central CDMA asignada.

La capa de enlace de interfaces de aire IS95 contempla mensajes de señalización para la transmisión y recepción que incluye detección de errores, detección de duplicación y pérdidas.

La capa física de interfaces de aire IS95 en el protocolo de comunicación entre la estación móvil y base es responsable por las transmisiones y recepciones de datos; en la estación de transmisiones es presentada a un frame por una subcapa multiplex (envía y recibe) y transforma a una forma de onda sobre el aire.

La capa física es la estación de recepción transforma la onda de nuevo a un frame y presenta a la subcapa multiplex superior¹⁴

2.6 COMPARACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO MÚLTIPLE FDMA, TDMA Y CDMA

Existen tres características primarias de todo sistema:

- Cobertura
- Calidad y
- Capacidad;

que deben ser balanceadas de acuerdo al nivel deseado de sistema, puesto que por ejemplo en CDMA su alta capacidad será alcanzada a través de algunos grados de degradación en la cobertura y/o calidad del sonido.

Por ello cuando se implementa un sistema de telefonía celular con tecnología de espectro ensanchado se toman en cuenta todas estas características que al comparar con los ofrecidos en la actualidad permite mayores beneficios tanto a los operadores como a sus subscriptores como es posible deducir de la tabla 11-1;

sin embargo debemos recalcar que CDMA aún es poco comercial (<http://www.teletechnics.com/cellular.html>); por el contrario de TDMA que tiene conquistado el mercado de la telefonía móvil mundial.

Tabla II-1: TECNOLOGÍAS DE ACCESO MÚLTIPLE

DESCRIPCIÓN	FDMA	TDMA	CDMA
Ancho de banda celular	12.5 MHz	12.5 MHz	12.5 MHz
Ancho de banda de radiocanales	30 KHz	30 KHz	1.25 MHz
Llamadas por canal	1	3	36-38
Llamadas por sector celdas	19	57	360-380
Capacidad	1	3	20
Necesidad de sincroni. variable	si	no	no
Aprovecha silencios	no	si	si
Velocidad de datos		9.6 Kbits	9.6K-1.23Mbits
Comportamiento frente a ruido	-	-	immune

FUENTE: Internet, 1996 y UIT-R M.1073

⁴ Internet, 1996

CAPITULO III

SISTEMAS AMPS Y D-AMPS

AMPS (Advanced Mobile Phone Service) fue implementado comercialmente en 1983 siguiendo las especificaciones de los Laboratorios Bell y las indicaciones de la FCC, 666 canales (42 de control y 624 de voz).

Para 1987 el número de canales se expandió a 790 canales de voz conocido como E-AMPS (Extended Advanced Mobile Phone Service).

En 1991 Motorola Inc. anuncia sistemas N-AMPS (Narrow Advanced Mobile Phone Service) que proveen 2370 canales de voz.

Finalmente en 1992 la misma compañía desarrolla la norma digital del sistema conocida como: D-AMPS (Digital - Advanced Mobile Phone Service).

3.1 EL SISTEMA AMPS

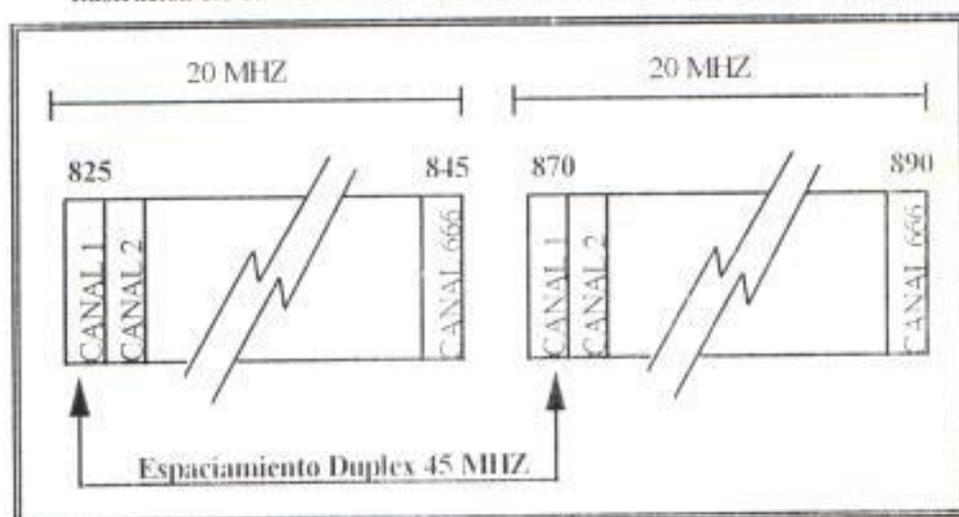
El sistema AMPS desarrollado en Norteamérica, es usado por mitad de los subscriptores de todo el mundo, los sistemas celulares analógicos de generación europea, son de alguna forma similares a él, pero en general atienden parámetros específicos diferentes, tales como las frecuencias de transmisión y recepción, espaciamiento de canales, desviación máxima, tasa de canales de control, etc.

Las normas aplicables al sistema analógico AMPS se resumen en el Anexo #1,

3.1.1 BANDA DE FRECUENCIA Y CANALIZACIÓN

La banda asignada al sistema AMPS (Servicio Avanzado de Telefonía Móvil) está dividida en 2 segmentos de 20 Mhz cada uno con 666 canales en las bandas de frecuencia de los 825 - 845 Mhz para la transmisión y 870-890 Mhz para la recepción, con una separación dúplex de 45 Mhz.

Ilustración III-1: BANDA DE FRECUENCIA Y CANALIZACIÓN AMPS



3.1.2 DISTRIBUCIÓN DE LOS CANALES

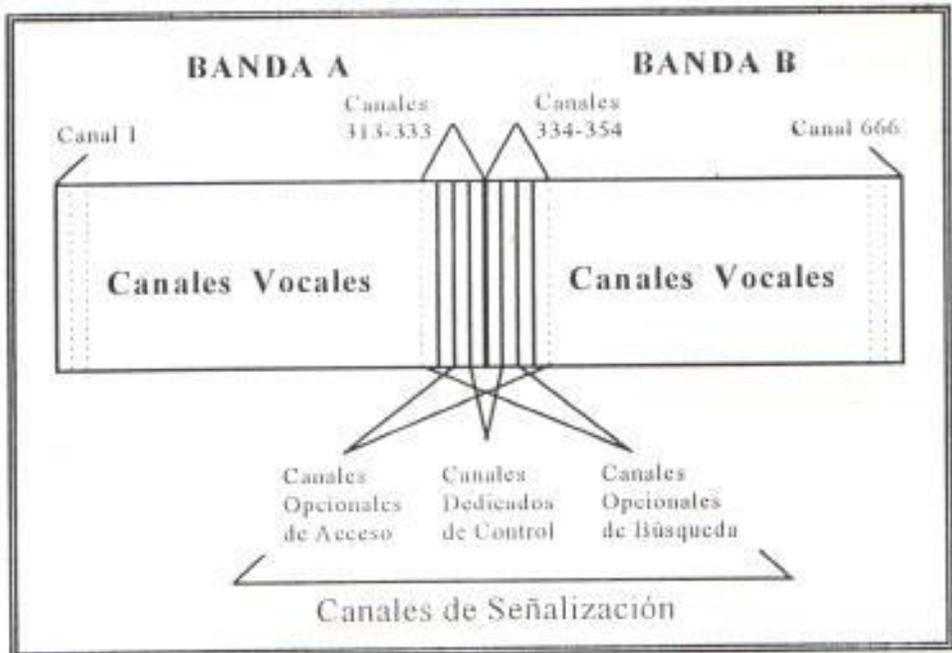
Se dividen los canales para dos operadores ubicadas de la siguiente forma:

- Banda A (1-333)
- Banda B (334-666)

Donde 21 canales son destinados a señalización .

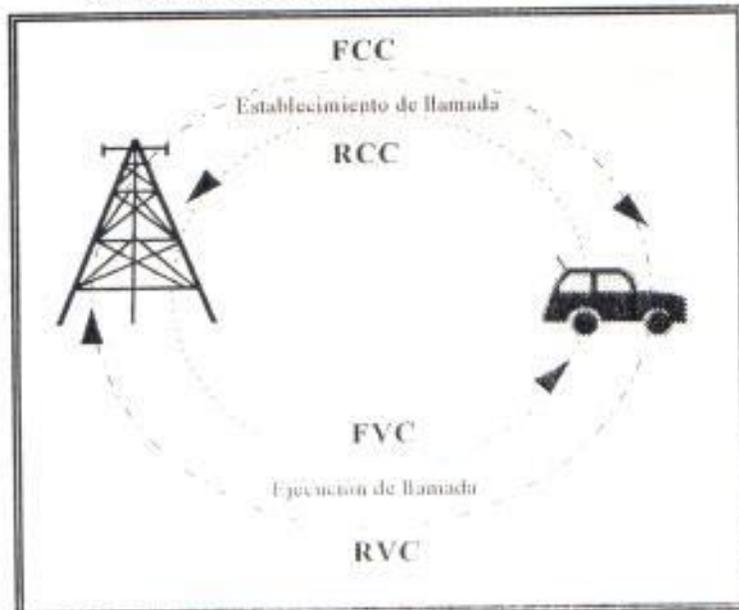
- Banda A (313 - 333)
- Banda B (334 - 354)

Ilustración III-2: DISTRIBUCIÓN DE CANALES



3.1.3 SEÑALIZACIÓN

Ilustración III-3: CANALES DE SEÑALIZACIÓN



En la red AMPS se utilizan cuatro caminos de señalización:

- *FCC* (Forward Control Channels) Canales de control hacia adelante y *RCC* (Reverse Control Channels) Canales de control de retorno, se utilizan para establecer comunicaciones y dirigir los móviles en el sistema.
- *FVC* (Forward Voice Channels) Canales vocales hacia Adelante y *RVC* (Reverse Voice Channels) Canales vocales de retorno, usados para dirigir conversaciones.

3.1.4 TONOS DE CONTROL.

Una característica del AMPS es el uso de dos tonos de supervisión, que son enviados por el canal vocal asignado.

3.1.4.1 SAT (Supervisory Audio Tone) Tono de Supervisión de Audio

Se envía en los canales vocales, su frecuencia puede ser: 5970 Hz, 6000 Hz, 6030 Hz, se desvían solamente una pequeña cantidad: $\pm 2\text{kHz}$ y tiene dos usos importantes:

- Cada conjunto de estaciones base o de celdas ("cluster") tienen asignado una de las tres frecuencias de SAT para distinguirlos de las celdas vecinas que usan las mismas frecuencias de canal. Un móvil que reciba señales co-canal a un nivel alto detectará el SAT incorrecto y podrá silenciar o terminar la llamada.

- Para mantener un lazo cerrado de identificación para la estación base al perderse el SAT durante una llamada; la unidad móvil arranca un contador de tiempo y si el SAT no se recibe antes de que expire el tiempo prefijado se da por terminada la llamada. Se avisa al móvil que SAT esperar al iniciar el establecimiento de llamada por el SCC (SAT Colour Code) Código de color del SAT en el FVC.

Tabla III-1: CÓDIGO DE COLOR PARA FRECUENCIAS SAT

Frecuencia del SAT (HZ)	SCC
5970	00
6000	01
6030	10

3.1.4.2 ST (Signalling Tone) Tono de Señalización

Es un tono de 10KHz +/- 1Hz modulado con una desviación nominal de 8 KHz generado por el móvil cuando el microteléfono esta en reposo ("colgado"); se envía en el RVC hasta que se levanta (se descuelga). Se lo utiliza para varios servicios como:

Tabla III-2: DURACIÓN DEL TONO DE SEÑALIZACIÓN

Servicio	Duración
Confirmación de Transferencia	50 ms
Flash de Horquilla	400 ms
Desconexión	1.8 s
Confirmación de Alerta	máx 65seg

3.1.5 FORMATO DE LOS MENSAJES DE CONTROL

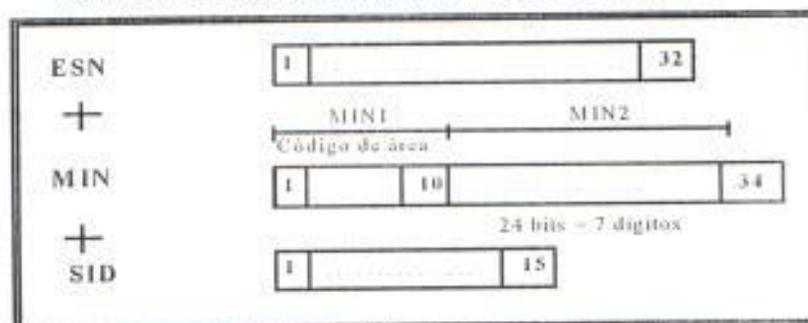
Los diagramas de flujo para una llamada telefónica en el sistema AMPS (Ver Anexo #2 , Pág. 191) indican además el proceso de retroalimentación que realizan los teléfonos celulares en las etapas de: Registro, Proceso de llamada, Transferencia y Terminación.

3.1.5.1 PROGRAMACIÓN Y ENCENDIDO DEL MÓVIL

Cuando se enciende, el móvil leerá ciertos datos contenidos en su memoria como el **MIN** (Número de Identificación del Móvil) que es un número binario de 34 bits derivado de un número telefónico de 10 dígitos, y el **SID** (Identificador del Sistema).

El agente de ventas programa el móvil dándole detalles de su número telefónico, área de tráfico de origen, sistemas de registro y canales de control registrados del sistema. El móvil usará esta información junto con su **ESN** (Número de Serie Electrónico / del equipo) para lograr acceso al sistema.

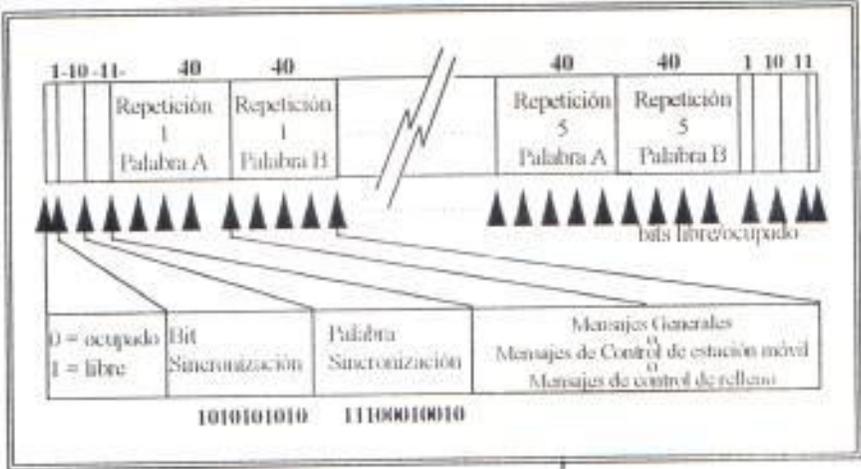
Ilustración III-4: FORMATO DE LOS DATOS ESN, MIN Y SID



Al leer los datos programados en su memoria le permitirán ver si se encuentra en el Sistema A o B luego sintoniza el canal dedicado de control más potente para escuchar la información a esa frecuencia que le dirá al móvil que canales (frecuencias) están siendo usados para localización en esa área particular y el móvil tratará entonces de ubicar uno de estos, cuando lo consigue, recibe información desde ese canal de localización sobre el área de tráfico en la cual se encuentra y una serie de otros parámetros acerca de la red. Se colocará entonces en modo de reposo (idle) y quedará escuchando mensajes en dicho canal de localización.

Todo ello se envía en el FCC, cuyo formato continuo es el siguiente:

Ilustración III-5: FORMATO DEL CANAL FCC



Observamos que este flujo de datos contiene sincronización de bit y palabra para obtener sincronismo, cada 10 bits de mensajes

siguientes se envía un bit de libre /ocupado para indicar el estado del canal de retorno. La información se envía en cualquiera de estos tres tipos de mensajes:

- *Mensajes Generales ("Overhead")*

Son información del sistema local, tales como: el SID y la disponibilidad de los canales de acceso y localización; se indican colocando "11" en los dos primeros bits, luego dos dígitos de DDC (Digital Colour Code) código digital de color que distingue un canal particular de otro en una frecuencia similar en una celda cercana.

- *Mensajes de control de la estación móvil*

Sirven para un requerimiento a móviles individuales; los mensajes para los que tengan número pares se envían en la palabra A y los impares en la B. Pueden tener hasta 4 palabras de largo, se indican "00" si envía una sola palabra. Contiene el MIN, y dependiendo de la acción el VMAC (Voice Mobile Attenuation Code, Código de Atenuación de Voz del Móvil) el SCC(SAT Colour Code, Código de color del SAT) y el canal Vocal.

- *Mensajes de control de relleno*

Son palabras de datos que sirven para asegurar un flujo continuo de datos en el FCC que pueden indicar si se debe leer

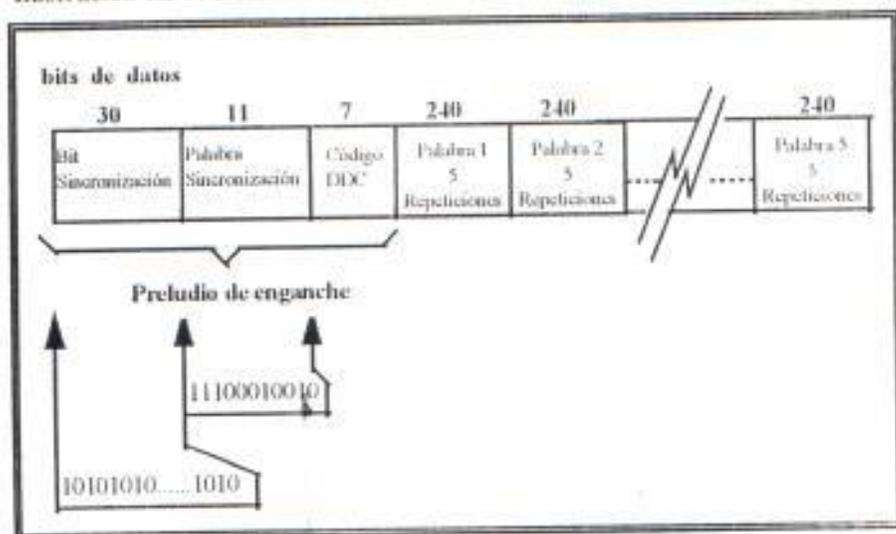
el mensaje general antes de intentar acceder al sistema, además contienen información del nivel de potencia para el móvil en el canal de control de retorno y el código digital de color.

3.1.5.2. REGISTRO

Al encenderse verifica los canales de control para determinar si se encuentra en su área de origen, porque caso contrario será forzado a registrarse para notificar su posición.

Primeramente accedamos al sistema, es decir observamos el bit ocupado/libre del canal FCC e intentamos tomarlo cuando está libre; una vez ocupado se envía una ráfaga con los datos de identificación en el RCC cuyo formato no continuo de mensajes es el siguiente:

Ilustración III-6: FORMATO DEL CANAL DE CONTROL DE RETORNO



EL RCC es utilizado por el móvil para mandar información a la red, y lo hace como una ráfaga de datos donde cada palabra se repite 5 veces al igual que en el canal FCC.

Antes de las palabras de información se enviarán sincronismo de bits y palabra, y el código DCC, que se deriva de los dos bits DCC enviados por la Estación Base a través de mensajes generales para asegurar que se ha tomado la estación base correcta.

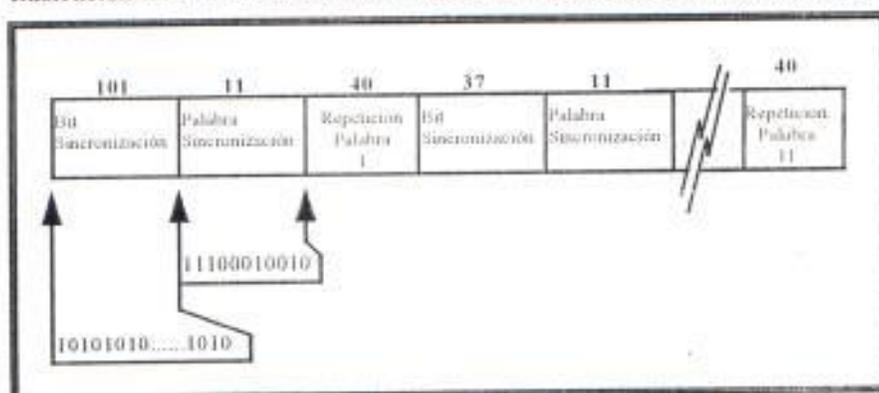
Si solamente es un registro, se enviarán tres palabras: el MIN, ESN y otros datos como el SCM (Station Class Mark, Marca de clase de estación), e inicia una llamada con 2 a 4 palabras adicionales que contendrán los dígitos seleccionados (número deseado). AMPS inicialmente asignará dos palabras de hasta 16 dígitos, sin embargo, algunos móviles posteriores tienen facilidad de enviar hasta 32 dígitos (es decir 4 palabras).

3.1.5.3 INICIO DE LLAMADA

- En el móvil: Selección Número deseado + SEND
- Envía MIN + ESN + Número deseado en RCC
- Estación Base: cambia en FCC el bit libre/ocupado a ocupado
- Adjudica canal vocal e informa
- Verifica y guarda datos, mueve a canal y envía SAT
- Se abre canal vocal

Una vez que se ha establecido una llamada se enviarán sobre el FVC solamente: los datos necesarios para cambiar los niveles de potencia, realizar transferencias de celdas y enviar información de solicitud de servicios adicionales. El mensaje de canal de vocal hacia adelante (FVC) contiene una única palabra de 40 bits repetida 11 veces entre sincronismos de bits y de palabra.

Ilustración III-7: FORMATO DEL CANAL VOCAL HACIA ADELANTE



3.1.5.4 RECEPCIÓN DE LLAMADA

- EB: Recibe llamada y envía mensaje en FCC
- Móvil: Observa bit libre/ocupado y acaba enviando MIN +ESN
- EB: Cambia bit libre/ocupado y verifica validación
- Asigna Canal vocal e informa
- Verifica y guarda datos y transpone SAT
- "Alerta" sobre FVC
- Móvil: Activa y responde ST en RVC
- Contesta, retira ST, activa canal vocal

3.1.5.6 TERMINACIÓN DE LLAMADA

- Móvil: Envía ST por 1.8 seg. sobre RVC
- Detecta el Sistema un ST largo y disuelve conexión.
- El equipo subscriptor vuelve a canal de control

3.1.5.7 CAMBIO NIVEL DE POTENCIA

Los móviles AMPS tienen 8 niveles de potencia de transmisión diferentes, que son determinados por el sistema al EM que envía un mensaje de tres dígitos binarios VMAC sobre el FCC o FVC

Tabla III-3: NIVELES DE POTENCIA

Nivel de Potencia - Clase 1 ¹ -	VMAC	Potencia Nominal (+2-4dB)
0	000	2.8 W
1	001	1.1W
2	010	450 mW
3	011	180 mW
4	100	70 mW
5	101	28 mW
6	110	11 mW
7	111	4.5 mW

¹ ERP: Clase 1= 4 W
Clase 2=1.6 W
Clase 3= 0.45W

- Durante una conversación la EB observa la intensidad de la señal recibida por la estación móvil, porque de esa manera reconoce a la estación base más conveniente y el nivel de potencia recomendable para comunicarse evitando intermodulaciones e interferencias de canal adyacente con otros equipos en una zona determinada, ahorrando además tiempo de batería.
- El móvil confirma su ajuste de potencia por el RVC.

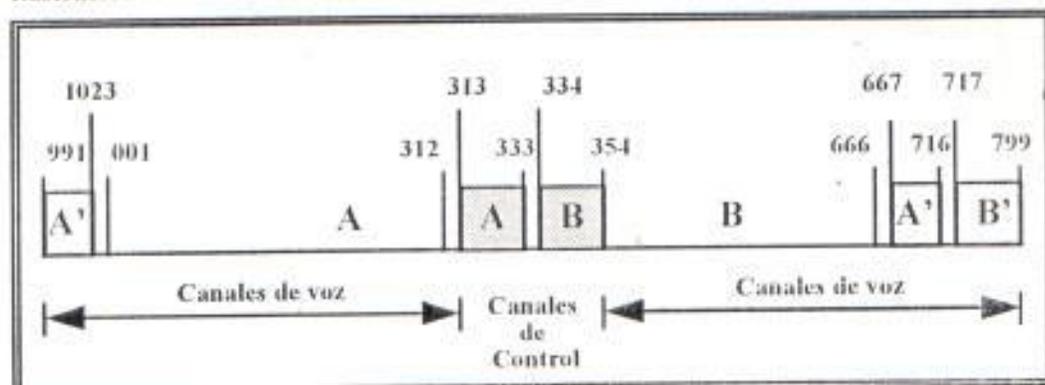
3.1.5.8 TRANSFERENCIA

- Baja señal y potencia, EB comunica al CCM e inicia búsqueda
- Encuentra EB con mayor señal, establece un segundo camino.
- EB envía orden de transferencia sobre FVC
- Móvil guarda datos (número del nuevo canal, SAT y nivel de potencia), envía ST 50ms y apaga el antiguo RVC
- Ajusta al nuevo canal y transpone SAT
- Se detecta nuevo SAT y retira canal antiguo

3.1.6 DESARROLLO POSTERIOR DEL SISTEMA AMPS

Como extensión de este sistema surge el EAMPS (Extended Advanced Mobile Phone Service) que opera en las bandas de frecuencia ampliada de 824-849 Mhz y 869-894MHz.

Ilustración III-8: DISTRIBUCIÓN DE CANALES EN LAS BANDAS A,B Y EXTENDIDA



La tecnología de banda angosta NAMPS (Narrow Band AMPS) que permite triplicar la cantidad de canales disponibles por igual porción de espectro utilizada por AMPS, se comporta en forma dual, con canalización de 10 KHz de ancho de banda dentro del canal de 30 KHz del AMPS, de esta manera se puede atender el tráfico de ambos sistemas en forma transparente para el usuario.

Este proceso es determinado por el sistema de control que asignará al abonado prioritariamente canales de voz de banda angosta (10 KHz) permitiendo que las posibilidades de servicio para abonados visitantes se mantenga inalterable y que mejore el grado de servicio y su calidad ya que con el mismo segmento espectral, se logra un incremento de la cantidad de tráfico posible en cada celda, situación de vital importancia en aquellos sistemas que tienden a la saturación en horas pico.

Las normas aplicables son IS-19 e IS-20 que proveen recomendaciones y normas mínimas para los equipos móviles y base.

Tabla III-4: CONVERSIÓN DEL NUMERO DE CANAL A FRECUENCIA

Transmisor	Número de canal	Frecuencia central (Mhz)
Móvil	$1 < N > 866$	$0.03 N + 825.000$
	$990 < N > 1023$	$0.03 (N - 1023) + 825.000$
Tierra	$1 < N > 866$	$0.03 N + 870.000$
	$990 < N > 1023$	$0.03 (N - 1023) + 870.000$

3.1.6.1 COMPARACIÓN AMPS Y NAMPS

El procedimiento NAMPS es semejante al AMPS. Realizando una comparación de la señalización del canal de voz tenemos:

Tabla III-5: COMPARACIÓN AMPS Y NAMPS

Parámetro	AMPS	NAMPS
Espaciamiento de canales	30 KHz	10 KHz
Tono de Señalización	ST (10 KHz)	DST (digital) 7 (Palabras de datos)
Tono de Supervisión de Audio	SAT (3 tonos de Supervisión)	DSAT 7 (Palabras de datos)
Señalización	Blank & burst	Sub-audible
Desviación de Supervisión	2 KHz	700 Hz
Desviación pico de voz	12 KHz	5 KHz
Señalización canal de voz	10 Kb (Manchester) 3 de 5 mensajes	100 BPS (Manchester) Protocolo ARQ
Repetición de mensajes	11 veces	una vez

FUENTE: "Redes De Comunicaciones Inalámbricas", 1994

Pero si bien el sistema AMPS puede aún evolucionar hacia usos más eficientes como NAMPS, se entiende que los sistemas basados en FDMA han cumplido su ciclo de utilización para dar paso a su inmediato TDMA.

2.2 SISTEMA D-AMPS

Surge como una necesidad de los operadores celulares de USA al experimentar que tenían problemas de saturación en las mayores áreas metropolitanas al poco tiempo de servicio que causaban pérdidas de ingreso.

Además la Comisión Federal de Comunicación indicaba que las técnicas para mejorar la situación², habían llegado a su límite, por lo tanto la solicitud a la CTIA (Cellular Telecoms Industry Association) de preparar la especificación para un sistema que mejorase la eficiencia espectral debía considerar la coexistencia con el AMPS usando los mismos canales e infraestructura y lo desplazaría eventualmente al nuevo sistema, finalmente después de muchas reuniones entre operadores y fabricantes se emitió la especificación D-AMPS (IS-54,55 y 56) como respuesta a la nueva generación de Sistemas Celulares Digitales. (Ver Anexo # 3, Pág. 195).

2.2.1 CARACTERÍSTICAS

- Digitalización e Intercalación de la voz
- Modulación $\Pi/4$ DQPSK
- TDMA
- Tres niveles de potencia que permite soportar 10 veces más abonados que AMPS normal
- 30 KHz, 3,6 canales

² Reducir las celdas, sectorización de antenas y canales adicionales liberados por el FCC

3.2.1.1 MODULACIÓN $\pi/4$ DIFFERENCIAL PHASE SHIFT KEYING

La modulación $\pi/4$ DQPSK es una forma especial de la QPSK (Quadratura Phase Shift Keying) donde los ejes I y Q (In Fase y Quadratura) se rotan 45 grados o sea $\pi/4$ para cada símbolo o cambio de estado. Esto significa dos propiedades importantes: en primer lugar hay siempre un cambio de fase independientemente del contenido de datos, en segundo lugar la amplitud nunca desciende hasta cero, estos ayudan al receptor en el extremo lejano a mantener sincronización al proveer bordes de reloj regulares.

Si se le permitiese a la fase cambiar instantáneamente con cada símbolo (un símbolo en el caso de D-AMPS es 2 bits de datos) las bandas laterales generadas se "derramarían" por todo el espectro. Para impedir esto los datos se someten a un filtro pasabajos especial antes de entrar al demodulador; el efecto de este filtro es de disminuir la velocidad de las transiciones hasta que alcanzan su objetivo de fase y amplitud justo en tiempo; la característica del filtro o alfa se elige también para minimizar la influencia de un símbolo en los adyacentes, esto se conoce como Interferencia Intersímbolo ISI (Inter Symbol Interference).

El objetivo de cualquier esquema de modulación digital es obtener la mayor velocidad neta de bits posible (8 Kbps) sobre el ancho de banda disponible, además de no interferir con otros usuarios, esto

significa que la potencia radiada en canales adyacentes y alternados debe ser lo más pequeña posible. Esto es particularmente importante donde hay usuarios analógicos cerca, ya que los efectos serán audibles y muy molestos.

Mientras que las señales analógicas pueden soportar mucha distorsión de fase antes de que se pierda inteligibilidad, $\pi/4$ DQPSK es particularmente sensitiva a ese respecto. Es posible para el receptor usar un elemento llamado ecualizador para eliminar mucha de esa distorsión, pero solamente si la modulación es coherente¹.

Si el ecualizador sabe que la modulación fue precisa cuando dejó el transmisor, puede razonablemente asumir que la distorsión es la misma para toda la ráfaga y re-distorcionando un tren de secuencia conocido en la ráfaga, con un filtro variable, el ecualizador determina los coeficientes óptimos del filtro, pueden seguir todos el mismo trato y recobrar datos sin error.

Si la señal no fue coherente el ecualizador no podrá distinguir la distorsión del camino de propagación de aquella producida por modulación.

¹ Esto básicamente significa que la fase de la modulación debe ser muy precisa, mucho más precisa que la que podría ser obtenida por las técnicas tradicionales de modulación por varactor.

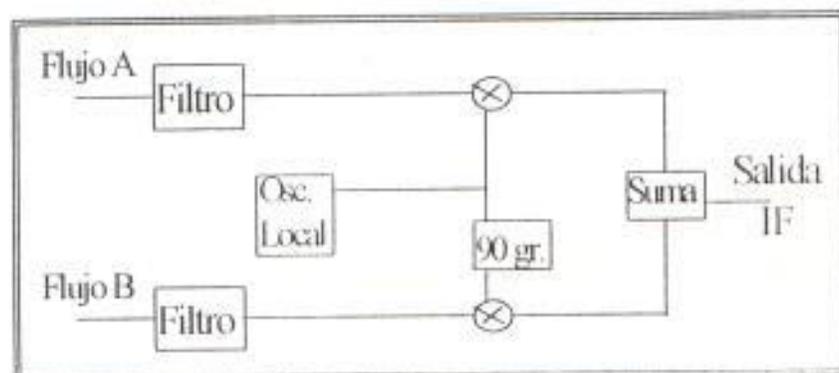
3.2.1.2 EL MODULADOR

Al igual que casi todos los sistemas de modulación coherente, la modulación se genera haciendo uso de un modulador IQ que consiste de un par de doble mezcladores balanceados.

Cada mezclador se maneja desde una fuente osciladora local a una frecuencia intermedia a la frecuencia final. Los manejadores ("drivers") están desplazados 90 grados entre si. Se suministra a cada mezclador la mitad del flujo de bits (los dos bits constituyen un símbolo), los que han pasado previamente a través de apropiados filtros de raíz de coseno elevado.

Las salidas son entonces sumadas para generar señal moduladas dependiendo de la arquitectura del sistema es posible entonces implementar técnicas de proceso digital de señal.

Ilustración III-9: MODULACIÓN $\pi/4$ DQPSK



3.2.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

- *Transmisión Datos*

Además de mejorar el uso del espectro, los canales digitales D-AMPS pueden ser usados para transportar datos simultáneamente con la voz, estos lentos canales de control asociados (SACCH) se utilizan principalmente para señalar la intensidad de señal recibida y mensajes de conformación, es decir que el sistema D-AMPS está orientado en primera instancia únicamente hacia el servicio de voz, ya que los CODEC de voz utilizados no soportan "datos" modulados dentro de banda. No obstante, con las nuevas versiones (IS-136) se habla de contar con una interfaz digital tipo RDSI (ISDN).

- *Seguridad*

La voz digitalizada es mucho más privada que la analógica, esto hace más dificultosas las escuchas ilegales, una necesidad en algunos círculos comerciales, industriales y gubernamentales.

- *Corrección de Errores*

Dado que la voz está digitalizada, sus errores pueden ser corregidos en el receptor. Esto significa que mucho ruido asociado con la señal débil puede ser eliminado, resultando en una mejora global de la calidad de voz.

- *Dualidad*

Puede convivir con AMPS lo que permite significa que los teléfonos D-AMPS pueden operar tanto en modo analógico tradicional o, donde los asuntos del espectro lo imponen, en modo digital.

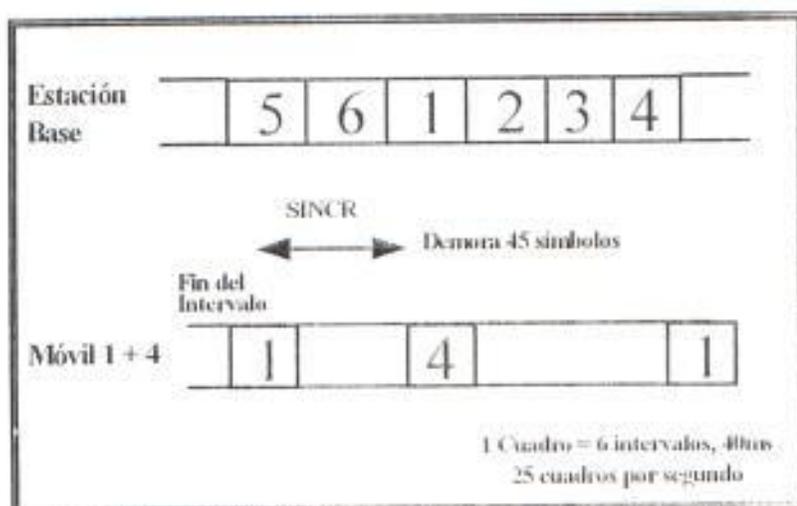
Esto permite a los teléfonos tener retroalimentación con los sistemas existentes y no hace necesario que los operadores adopten ambiciosos planes de desarrollo solamente para mantener el cubrimiento.

- *Costo y Complejidad de equipo:*

Los beneficios del sistema se pagan no solo en el costo de infraestructura sino también en la capacitación del personal envuelto en la instalación, servicio y mantenimiento de los equipos.

3.2.3 LA ESTRUCTURA TDMA

Ilustración III-10: ESTRUCTURA TDMA



La estructura TDMA para el D-AMPS se basa en seis "slots" sucesivos, dos de ellos asignados a cada móvil.

Esto permite una futura expansión cuando se disponga de codificadores de voz de media velocidad de bits, entonces a cada móvil se asignara solamente uno de los 6 "slots", esto permitirá el uso simultáneo de ambos niveles de tecnología.

El D-AMPS es una pieza maestra de compatibilidad hacia arriba y hacia abajo. Observamos en la figura como los "slots" hacia adelante, desde la estación base y los de retorno no se superponen, eliminando la necesidad de operación dúplex.

El D-AMPS todavía mantiene los canales de control FSK por compatibilidad, es decir que el proceso de migración se realiza esencialmente en dos fases: primero digitalizar canales de tráfico cuya norma es conocida como IS-54 y luego con el standard IS-136 digitalizar también los canales de control, que presentan nuevas facilidades para el usuario como:

- Modo "dormido" para el móvil
- Selección inteligente de celda
- Soporte para un modo no público
- Soporte de localización virtual del móvil
- Servicio de Mensajes cortos

3.2.4 PROCESAMIENTO DE LLAMADA

El progreso de una llamada en un móvil capaz de operar en modo análogo y digital es similar a la llamada análoga descrita en AMPS. A continuación se profundiza las diferencias asumiendo que el equipo terminal se encuentra operando en modo digital.

3.2.4.1 ENCENDIDO Y REGISTRO

Es semejante al analógico, la mayor excepción es en el SCM (Station Class Mark), que es una entrada al interior de la memoria del móvil la cual indica a través del switch su capacidad digital, de esa manera en el registro se conoce el tipo de teléfono.

Después del test de potencia, el móvil examina los 21 canales de control sean estos de la banda A o B dependiendo de como este programado el equipo; observará el canal de control más fuerte por el bit Indicador de Protocolo Compatible (PCI: Protocol Compatibility Indicator) que informa al móvil si el sistema tiene o no capacidad digital; si setea procede con la decodificación del mensaje general justamente en el modo libre como en el sistema análogo, si no, el móvil examinará un canal de control secundario para la señal más fuerte.

“Hay un segundo set de canales de control que son para usos digitales solamente: 696-716 para el sistema A y 717-737 para el sistema B.”⁴

⁴ Interact, 1996

Verification Colour Code). Cuando el móvil recibe el canal digital designado por el canal FCC, intenta sincronizar al Canal de Tráfico digital hacia adelante (Forward Digital Traffic Channel); cuando sincronizan, el terminal celular se localiza en la ventana de tiempo y nivel de potencia asignados, luego, transpondrá CDVCC. La señal del móvil a la estación base toma una cantidad finita de tiempo viajar a la celda. Un proceso especial de tiempo y de alineamiento es usado para asegurarse de que otros móviles no colisionen, por ello antes de transmitir los datos primeramente la RB envía información de tiempo (ráfagas acortadas) al móvil hasta que empieza a recibir datos válidos, luego de que empieza a transmitir se encuentra en su modo normal.

3.2.4.3 PROTOCOLO EN EL CANAL DE TRÁFICO

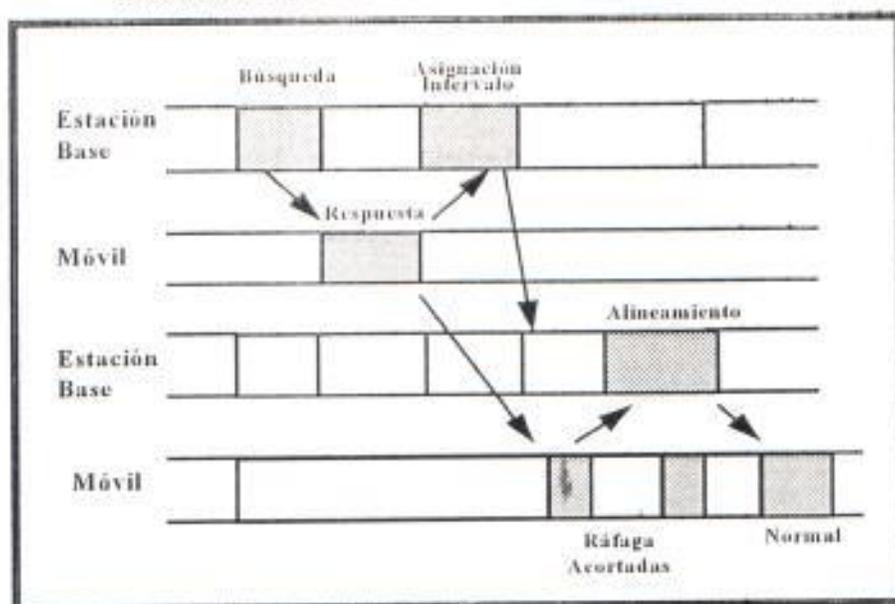
Cuando se incorporan al canal de tráfico, ni el teléfono ni la estación base conocen el retardo entre ambos.

Un móvil por lo tanto, comienza transmitiendo con una ráfaga acortada, una ráfaga que no transporta voz, deliberadamente corta de modo que no colisione con la ráfaga siguiente.

La estación base entonces evalúa el retardo de ida y vuelta e informa al móvil que avance su transmisión hasta alcanzar una

temporización adecuada el teléfono entonces es liberado para transmitir normalmente.

Ilustración III-12: PROTOCOLO CANAL DE TRAFICO



Dentro de la ráfaga de datos hay tres canales de comunicación posibles:

El *canal vocal*, que ocupa gran parte de la ráfaga normal, el *Canal asociado rápido* (FACCH) que tiende a ser utilizado para mensajes urgentes, incluso que roba ráfagas individuales si es necesario (efecto conocido como "blank and burst"), y el Canal asociado lento (SACCH) para mensajes de baja prioridad como estado de rutina, señalización. Por ejemplo: el FACCH puede necesitar indicar un flash o un cuelgue mientras que el SACCH puede ser utilizado para indicar tasa de error de bit en recepción.

Los canales de control pueden ser utilizados intercambiados para indicar comandos y estado, desde y hacia el móvil.

3.2.4.4 TERMINACIÓN DE LLAMADA

Si la llamada es en un canal de tráfico digital el mensaje de liberación será enviado por la estación base o por la estación móvil dependiendo del lado que fue hecha la solicitud de terminación. El receptor finalmente conocerá la orden y el móvil desentoniza su transmisor y retorna al canal de control primario para iniciarse nuevamente.

3.2.4.5 EL ENLACE

Una vez que el móvil está en el canal de tráfico digital operando en su ventana de tiempo (time slot) y alineamiento asignados, al moverse a través del área de cobertura los mensajes enviados para ajustar el nivel de potencia y alinear el tiempo que mantenga la calidad de llamada, pueden sufrir interferencias.

3.2.5 TIPOS DE INTERFERENCIA EN EL SISTEMA

La interferencia se mide en el incremento del Bit de Error (BER) que puede ser por: Interferencia de canal adyacente, Interferencia de co-canal y los siguientes tipos que alteran amplitud y fase, degradando la señal transmitida.

- *Efecto Doppler*

"Doppler Shift" causa un cambio en la frecuencia recibida cuando hay relativo movimiento entre la estación base y el móvil. Estos cambios de frecuencias (fase) en un sistema analógico son relativamente menores que en un sistema digital. Ejemplo: Un carro viajando a 100Km/h hacia o desde una celda causa un desplazamiento de frecuencia de 80 Hz. que en el modulador puede interpretarse como un cambio de fase que llevaria a errores en la modulación / demodulación.

- *Desvanecimiento*

"Fading" puede ocurrir cuando la señal de un transmisor es atenuada por objetos físicos tales como construcciones o lomas, sin embargo es factible colocar en el receptor un circuito de control de ganancia automática (AGC) que permite compensar la mencionada interferencia.

- *Caminos Múltiples*

"Multipath" ocurre cuando 2 o más señales arriban en diferente tiempo por reflexión.

Existe retardo de tiempo entre las señales porque cada una viaja a diferente distancia, pero al producirse 2 ondas con 180 grados de fase, ocurrirá una cancelación completa. Desventaja acentuada en los sistemas análogos.

Si bien es cierto hay técnicas para combatir estos efectos de las interferencias (AGC y espacios de dispersión para el multipath) una de las

mejores para tratarlas en conjunto es el *ecualizador* que compensa los efectos de distorsión, donde contamos con la señal SYNC que es un campo de 14 símbolos.

Cada ventana de tiempo tiene su propia y única secuencia de sincronización, el receptor lo toma (conocido como bit de secuencia) y compara a la señal recibida; el ecualizador luego dinámicamente ajusta su filtro para revertir los efectos de distorsión.

CAPITULO IV

EL SISTEMA GSM, PCN/PCS Y GMPCS

El desarrollo del Sistema Mundial Móvil (GSM) empezó en 1982, cuando la Conferencia Europea de Correos y Teléfonos (CEPS) formó un grupo de estudio llamado Groupe Special Mobile (GSM) que es el mayor comité técnico del Instituto de Telecomunicación de estándares europeos (ETSI) para definir un sistema de segunda generación de celulares en el rango de 900 Mhz; fue aprobada en 1987 por el Consejo de la Comunidad Económica Europea (CEE), que instaba a reservar parte de la banda mencionada a los países subscriptores.

Desde entonces la evolución hacia Redes y Servicios de Comunicación personal (PCN/PCS) y Sistemas de Comunicaciones Personales Móviles Mundiales (GMPCS) han ido tomando mayor énfasis en el plano internacional.

4.1 CARACTERÍSTICAS GSM

La norma que preparó el Comité mencionado, se conoció como el "Sistema de Radio Celular Digital Pan Europeo" que es análogo al de la norma del EIA/TIA de USA; el IS-54 (D-AMPS); y se conoce hoy en día como: GSM Sistema Mundial para Comunicaciones Móviles (Ver Anexo # 3 Pág. 195)

La elaboración de GSM se basó en los siguientes puntos:

- Eficiencia del uso del espectro
- Bajo costo de infraestructura y estación de abonado
- Disponibilidad de terminales portátiles
- Buena calidad de voz
- Facilidad para introducir nuevos servicios y facilidades
- Soporte para visitantes (roaming)
- Compatibilidad con ISDN

“La operación comercial de la red GSM empezó a mediados de 1991 en algunos países de Europa. Y actualmente cerca de 6 países operan o planifican redes GSM con un total de 5.4 millones de suscriptores aproximadamente”¹.

4.1.1 SERVICIOS

Los servicios provistos por GSM son derivados de los estándares previstos para ISDN puesto que fue diseñado para interoperar con ella. La voz es sin duda el básico y más importante teleservicio que provee la red.

Además soporta servicios de datos, con tasas hasta 9600 bps. Terminales GSM pueden ser conectados a otras redes como Public Switched Telephone Network (PSTN), ISDN, Redes públicas de datos por paquetes y circuitos, además servicios de facsímil, videotextos, teletextos, y “broadcast service” (Permite mensajes como reportes de tráfico a usuarios de determinadas celdas).

¹ Internet, 1996.

Un servicio único de GSM era el mensaje corto (antes de la norma IS-136 del D-AMPS), que permite al usuario enviar y recibir punto a punto, mensajes alfanuméricos de pocos bytes; similar al servicio de búsquedas, pero mucho más comprensivo, permitiendo mensajes bidireccionales.

4.1.1.1 SERVICIOS COMPLEMENTARIOS

Los servicios suplementarios que ofrecen las entidades de explotación del GSM pueden dividirse en cuatro grupos:

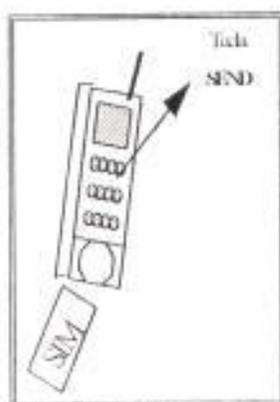
- reenvío de llamada;
- llamada completada;
- indicación de tasa;
- restricción de llamada.

4.2 ESTRUCTURA TÉCNICA

La infraestructura básica del GSM es similar a otras redes en cuanto a que el sistema está formado por un conjunto de células de radio adyacentes, dando cobertura completa a un área de servicio. Cada célula tiene una Estación de Base Transceptora, que opera con un conjunto de canales de radio diferentes de la colindantes.

La arquitectura funcional de un sistema GSM puede ser dividida en tres subsistemas: Estación Móvil (EM), Estación Base (SEB) y el de Red.

4.2.1 LA ESTACIÓN MÓVIL



Incluye el hardware (equipo móvil) y la información del suscriptor en una identidad única llamada IMSI (International Mobile Subscriber Identity) que es guardada en el SIM (módulo de identidad del Suscriptor) implementado como una pequeña tarjeta.

El SIM cuando es insertado en el equipo proporciona la información relevante del usuario manteniendo de esa forma independencia con el terminal a utilizar.

4.2.2 EL SUBSISTEMA ESTACIÓN BASE (SEB)

El Subsistema Estación Base está compuesto de 2 partes: Estación Base Transceptora (BTS) y Estación Base Controladora (BSC).

4.2.2.1 LA ESTACIÓN BASE TRANSCÉPTORA (BTS)

La principal función de BTS es la transmisión o recepción del subsistema Estación Base. Puede contener uno o más transceptores, dependiendo de la capacidad requerida.

“ El sistema radiante puede ser omnidireccional o sectorial compuesto de tres células direccionales. Existen 8 clases de BTS dependiendo de la potencia de pico: ”²

² Tomado del “Seminario Sistema Digital de Comunicaciones Móviles GSM” (Madrid, 1991) Pág.90

Tabla IV-1: POTENCIA BTS

Clase 1	320 w
Clase 2	160 w
Clase 3	80 w
Clase 4	40 w
Clase 5	20 w
Clase 6	10 w
Clase 7	5 w
Clase 8	2.5 w

Aquí se encuentran todos los procesos de interfaz de radio (Um) hacia la estación móvil; que posteriormente se mencionarán.

4.2.2.2. LA ESTACIÓN BASE CONTROLADORA (BSC)

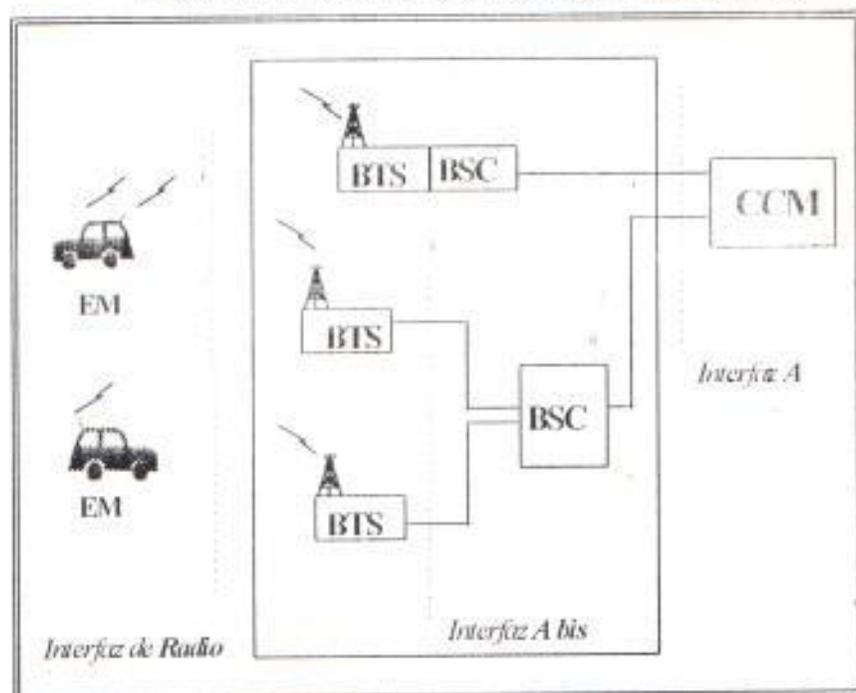
Maneja las fuentes de radio por uno o mas BTSs a través del interface Abis. Las principales funciones son:

- Supervisar la EB
- Administración de recursos de la EB
- Responsabilizarse de las conexiones con las estaciones móviles, localización y "handoff" de la estación móvil.

"En la Ilustración IV-1 se puede observar que la BSC puede ubicarse en la misma Estación Base o en otro lugar remoto, cuyo emplazamiento se justifica por minimizar el coste de los circuitos de enlace entre las distintas estaciones de base"³

³ Berruti Juan A. Ing., Sistemas de Telefonía Celular, (INCAITEL 1993) Pág. 89

Ilustración IV-1: ESTACIÓN BASE CONTROLADORA



Mientras dura la comunicación, las estaciones móviles reciben simultáneamente señales de las estaciones base colindantes, informando continuamente al BSC de la calidad de señal recibida, una de las características GSM es el control de potencia de las estaciones móviles y opcionalmente la de las estaciones base. Eso permite reducir los niveles de señal radiados, minimizando interferencias y maximizando la vida de la batería.

En resumen un grupo de Estaciones Base están controladas por un Controlador de Estaciones Base (BSC) para funciones tales como el Handover y el control de potencia. De igual forma, un conjunto BSC está controlado por un CCM (Centro de Conmutación para móviles) que enruta

las llamadas hacia/ desde la red Fija, la Red ISDN, las redes públicas de datos y otras posibles redes privadas de radio.

Además en este subsistema se resumen: la función de mantenimiento y explotación de la red; procedimientos del subscriptor y administración del equipo móvil incluyendo cambios y accesorios, a través de una conexión física a SEB y lógica a CCM.

4.2.3 SUBSISTEMA DE RED

El principal componente del Subsistema de Red es el Centro de Conmutación (CCM o MSC), porque es el gestor de todas las funciones relacionadas desde y hacia las Estaciones Móviles, coordina establecimiento, control, mantenimiento y terminación de las llamadas a usuarios GSM, además de interfaz entre la red pública telefónica y las redes de datos.

Esos servicios son provistos en conjunción con cuatro bases de datos inteligentes:

- HLR (Registro de Localización de Residentes)
- VLR (Registro de localización de Visitantes)
- AUC (Centro de Autenticación)
- EIR (Registro de Identidad de los Equipos)

4.2.3.1 HLR (Registro de Localización de Residentes)

Es una base de datos muy importante del sistema, porque se encuentran toda la información relacionada al subscriptor para

llevar a cabo el enrutamiento de las llamadas, hacia/desde el abonado móvil perteneciente a esa HLR. Aquí tienen lugar las intervenciones administrativas

Sobre información del abonado

- IMSI Identidad Internacional del móvil
- MSISDN Número Internacional ISDN del móvil
- Servicios opcionales registrados
- Características de la EM

Sobre información de Localización

- Número de visitante del móvil
- Dirección de la VLR asociado a su posición
- Dirección de la CCM
- Identidad local del móvil

4.2.3.2 VLR (Registro de Localización de Visitantes)

Este registro controla dinámicamente las estaciones móviles que no son abonadas de la CCM asociada al HLR. Dispone de toda la información para controlar las llamadas entrantes/ salientes, la cual es transferida desde el HLR en el que está registrado como abonado.

Los datos más relevantes que extrae de su HLR son: IMSI, MSISDN, Número de roaming para enrutar llamadas entrantes, identidad temporal y local EM, características técnicas, etc.

4.2.3.3 AUC (Centro de Autenticación)

- Asociado al HLR
- Protege de robos de equipos o tarjetas de identificación, guardando su clave secreta en cada tarjeta SIM del suscriptor.
- Registro de abonados con deuda

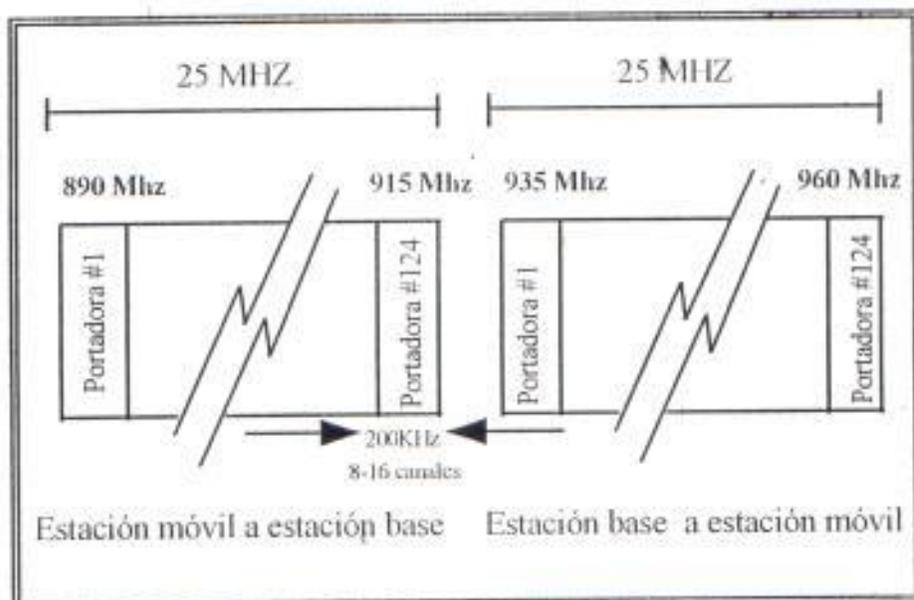
4.2.3.4 EIR (Registro de Identidad de los Equipos)

- Es opcional
- Registro de tipo de EM
- Identifica EM robadas, no certificadas o con fallos de funcionamiento, y lo hace reconociendo su IMEI (International Mobile Equipment Identity).

4.3 ASPECTOS DE LA TRANSMISIÓN DE RADIO

En la Ilustración IV-2 se observa el espectro de radio destinado a redes móviles a nivel de Europa, al menos 10 MHz de cada banda fue reservada para GSM.

Ilustración IV-2: BANDA DE FRECUENCIA GSM



“Este espectro es dividido en portadoras de frecuencia de 200 KHz usando FDMA. Una o más frecuencias portadoras son asignadas a estaciones bases individuales y cada portador es dividido en 8 time slots usando TDMA. Grupos de 8 time slots consecutivos forman los frames TDMA con una duración de 4.615 ms. Un canal de transmisión ocupa un time slots dentro del frame TDMA. Los frames TDMA de una portadora particular son numerados y ambos, la estación móvil y la estación base son sincronizados en este número. Largos frames son formados de grupos de 26 y 51 frames TDMA (hay también más largos), y la posición dentro del frame define el tipo y función de un canal. Por cada división (time slot) se transmite un radió canal, pudiendo cursar desde 8 hasta 16 canales de tráfico”⁴.

4.3.1 INTERFAZ DE RADIO UM

Este interfaz interconecta el subsistema de la Estación Base (EB) y la Estación Móvil (EM), habiendo sido diseñado para transportar información de señalización de red, teleservicios y servicios portadores.

⁴Internet, 1996

Se ha definido de acuerdo con el modelo OSI, cuyas características referidas al estrato físico son:

- Estructura TDMA con 8 divisiones de tiempo por portadora
- 124 portadoras de radio en las frecuencias de 935-960 Mhz (EB hacia EM), 890-915 (EM hacia EB)
- Modulación GMSK (Gaussian Minimun Shift Keying)
- Códigos bloque y convolucional acoplados con entrelazado (interleaving) para combatir las perturbaciones en el canal.
- La sincronización está compensada hasta 233 microseg. de retraso absoluto
- La ecualización hasta 16 microseg. de tiempo de dispersión
- Control de potencia y transmisión discontinua

4.4 CANALES DE TRÁFICO Y CANALES DE SEÑALIZACIÓN

El Interfaz Um tiene dos categorías de canales lógicos:

- Canales de Señalización
- Canales de Tráfico (pueden ser "full rate" o "half rate"⁵)

Así tenemos los canales de tráfico y asociados con 26 tramas a un intervalo de recurrencia de 120ms; otros canales de señalización en cambio se conforman con tramas de 51 y un intervalo de recurrencia de 236 ms.

⁵ La diferencia de full rate y half rate es la relación eficiencia/ calidad

Tabla IV-2: CANALES DE TRAFICO Y SEÑALIZACIÓN

Canales de Señalización	Canales de Tráfico (TCH)
Canales de difusión (BCCH) -	Voz en "full rate" (TCH/F)
• Sincronización (SCH)	Voz en "half rate" (TCH/H)
• Control de Frecuencia (FCCH)	Datos en "full rate" a 9.6 Kbits/s
Canales Comunes (CCCH)	Datos en "full rate" a 4.8 Kbits/s
• Acceso Aleatorio (RACH)	Datos en "half rate" a 4.8 Kbits/s
• Gran Acceso (AGCH)	Datos en "full rate" a 2.4 Kbits/s
• Interrogación (PCH)	Datos en "half rate" a 2.4 Kbits/s
Canales Dedicados (DCCH)	
• Control dedicado fijo (SDCCH)	
• control asociado rápido (FACCH)	
• Control asociado lento (SACCH)	

Los canales Dedicados (DCCH) o de Tráfico (TCH) proveen un enlace de transmisión bidireccional punto a punto al móvil del suscriptor, son utilizados para transmitir voz codificada o datos, están definidos como un multiframe de 26 frames, mientras los canales comunes y de difusión pueden ser accedidos por el modo libre de los móviles.

Para monitorear las estaciones bases adyacentes para información de handover, los canales se definen en un multiframe de 51 frames.

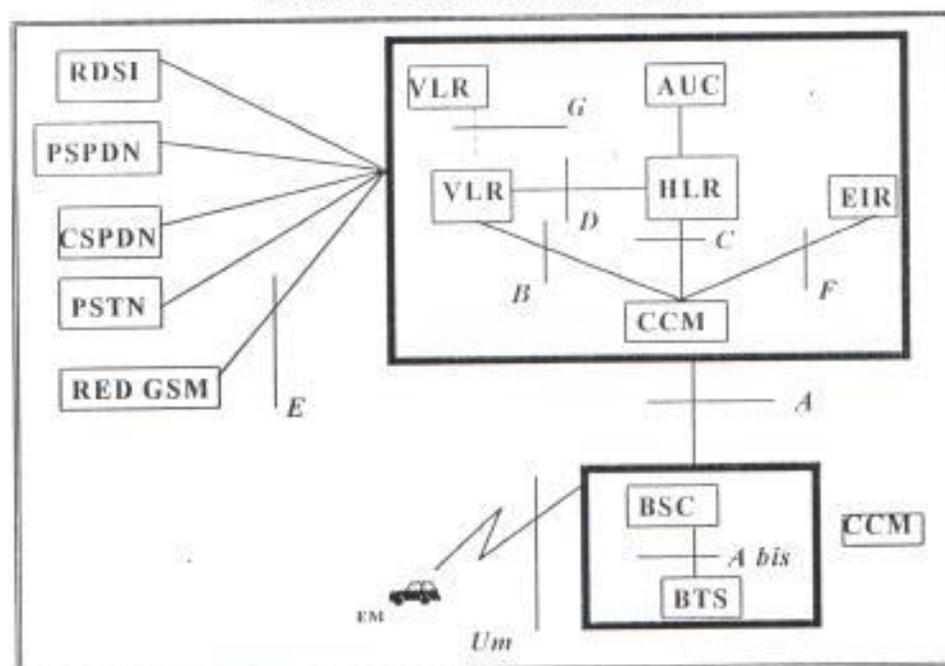
Tabla IV-3: DESCRIPCIÓN DE LOS CANALES DE SEÑALIZACIÓN

CANAL	DESCRIPCIÓN
BCCH	Son Punto multipunto (broadcast), Unidireccional (EB-EM), información incluye identidad estación base, localización de frecuencia y secuencias de salto de frecuencia.
SCH	Informa la sincronización de la trama ⁶ e identificación del receptor EB.
FCCH	Suministra información para sincronización de portadora. FCCH y SCH son usados para sincronizar al móvil a la estructura de la ventana de tiempo de un celda definiendo donde empieza el frame TDMA.
CCCH	Son Punto multipunto, Bidireccional (EB-EM, EM-EB), incluye información para gestión de acceso, Ej. Asignación de canales. AGCH y PCH nunca se usan simultáneamente.
RACH	Usado por EB cuando requiere acceso a la red
AGCH	Usa EB para asignar recursos a una EM con combinación a un canal de tráfico o SDCCH. Usado para localizar un SDCCH a un móvil para obtener un DCCH, permitiendo un requerimiento sobre el RACH.
PCH	Usado por EB para alertar al móvil del inicio de una llamada
DCCH	Son punto a punto, Bidireccional (EB-EM,EM-EB)
SDCCH	No esta asociado a un canal de tráfico y lleva información del sistema al usuario como localización.
FACCH	Asociado a un solo canal de tráfico, es utilizado para el handover y envios tonos señalización multifrecuencia
SACCH	Ubicado en canal de tráfico o SDCCH se usa para transmitir información del control periódico de la potencia y ajuste de la trama, medidas necesarias para decisiones del "handover"

⁶ Es el formato de los mensajes

4.5 INTERFACES GSM

Ilustración IV-3: INTERFACES GSM



4.5.1 INTERFAZ A

Se trata de un interfaz entre el centro de Conmutación Móvil y el subsistema de Estación Base. Las principales funciones en que se basa son:

- Gestión del subsistema de la EB
- Gestión de las llamadas
- Gestión de la movilidad

4.5.2 INTERFAZ C

En el interfaz entre la MSC y el Registro de localización de Residentes (HLR). Sus principales funciones son:

- Enviar información de tarificación al HLR

- En las llamadas que proceden de otras redes, consultar a la MSC para que ésta interroge al HLR y se extraiga el número de roaming del abonado llamado.

4.5.3 INTERFAZ B

Es el interfaz entre la CCM y el Registro de localización de visitantes (VLR). Realiza las siguientes tareas:

- Extrae datos del VLR sobre datos de las Estaciones Móviles
- Actualiza los datos del VLR cuando la EM se desplaza a otra área
- Actualiza datos sobre servicios suplementarios, en el HLR

4.5.4 INTERFAZ D

Se utiliza para intercambiar datos de localización del móvil y de su gestión, es así que:

- VLR informa a HLR de la localización de EM enviando al número de roaming.
- VLR interroga al HLR sobre servicio requerido
- HLR informa VLR datos del servicio requerido.
- HLR solicita al VLR cancelación de visita (registro de localización) puesto que ya conoce el número de roaming de la Estación Móvil.

4.5.5 INTERFAZ E

Este se utiliza para efectuar el intercambio de datos entre dos MSC, de forma que se efectúe el "handover" entre centrales sin interrumpir la comunicación

4.6 ASPECTOS DE RED

(Tomado del Internet, 1996)

"La capa más baja en un sistema de telecomunicaciones la constituye la transmisión de radio (revisar el modelo OSI); la señalización es requerida para coordinar necesariamente la distribución de las entradas funcionales a la red. La transferencia de información de señalización en GSM permite las capas del modelo OSI.

Seguido de la capa física (que constituye la transmisión de radio) está la capa de enlace de datos que provee transmisión libre de errores para entradas adyacentes, basado sobre el protocolo ISDN LAPD para las interfaces Um y Abis y sobre SS7's Protocolo de transferencia de mensajes (MTP: Message Transfer Protocol) para las otras interfaces. Las capas funcionales arriba de la capa de enlace de datos son responsables por el manejo: de la fuente de Radio (RR : Radio Resource Management), Movilidad (MM: Mobility Management) y Llamadas (CM: Call Management)

La capa funcional RR es responsable para proveer enlace de radio disponible entre las estaciones móviles y la infraestructura de la red, esto incluye el establecimiento y localización de los canales de radio sobre el interfaz Um, así como el establecimiento de los enlaces del interfaz A hacia el CCM

EL procedimiento de handover, un elemento esencial en los sistemas celulares es manejado en esta capa, la cual involucra a la estación móvil, el subsistema estación base (SEB) y en menor grado al CCM. Algunos protocolos son usados entre los diferentes elementos de red para proveer funcionalidad a RR.

La funcional MM asume una conexión RR disponible, y es responsable por Ubicación y seguridad, lo primero involucra el procedimiento y señalización para localización, la ubicación actual es guardada en el HLR, permitiendo a las llamadas entrantes enrutarlas apropiadamente.

La seguridad involucra la autenticación del móvil para prevenir accesos no autorizados a la red así como también la encriptación de todo tráfico de enlace de radio. Los protocolos en la capa MM involucra al SIM, CCM, VLR

y al HLR, así como al AUC (que está estrechamente relacionado con HLR). Los equipos en el subsistema de red intercambian información de señalización a través del MAP (Part Mobile Application) el cual es construido en base al SS7.

La CM capa funcional esta dividida en tres subcapas.

- El control de llamada (CC: Call Control) que maneja enrutamiento, establecimiento, mantenimiento y liberación de llamadas y está estrechamente relacionada la llamada de control ISDN. La idea para CC es ser lo más independiente posible de la especificaciones fundamentales de la red móvil.
- Servicios Suplementarios, que maneja la implementación de los diferentes servicios suplementarios y también permite a los usuarios acceder y modificar su servicio de subscripción.
- Servicio de Mensaje Corto, la cual brinda una mano al enrutamiento y liberación de mensajes cortos, sean estos desde o hacia el subscriber móvil."

El desarrollo de GSM es el primer paso a un verdadero sistema de comunicación personal que permite transferir información sin importar el lugar, el tiempo, o sujeto a un terminal determinado.

La estructura funcional de GSM emplea principios de redes inteligentes y su ideología permite crear estándares asegurando compatibilidad. Además permitirá libertad a fabricantes y operadores, ya que esta siendo adoptada en el desarrollo de los futuros sistemas inalámbricos (wireless systems) y servicios de comunicación personal.

4.7 SERVICIOS DE COMUNICACIÓN PERSONAL (PCN/PCS)

- ✓ Después de la creación de los sistemas móviles celulares digitales, es lógico pensar que dichos sistemas evolucionan hacia otros que, basándose en un costo menor, proporcionen más capacidad, mayores y mejores prestaciones, utilizando economías de escala y aprovechando el efecto sinérgico de un sistema ya funcionando, así surgen las Redes de Comunicación Personal (PCN Personal Communications Network) llamada en Europa, o también PCS (personal Communications Services) término creado en 1990 por la FCC en USA ; hacen referencia a todas aquellas comunicaciones digitales sin hilos (aunque también pueden ser por transporte material) que comuniquen personas con personas o dispositivos, los que podrán entrar en contacto independientemente de su localización física circunstancial. ✓
- ✓ En forma paralela se puede observar un gran avance de los Accesos Inalámbricos o Servicios de Telefonía Inalámbricos (CT: Cordless Telephone), aquellos que permiten eliminar las líneas interiores de la instalaciones privadas, mediante la conexión de los terminales por medio de ondas radioeléctricas de muy corto alcance (limitados al área interior de los edificios u oficinas), aunque en última instancia, dicho sistema también está conectado a la red pública. ✓
- ✓ En varias partes del mundo se encuentran en procesos de investigación y prueba para de esa manera imponer una norma general, es que la transición de los sistemas celulares del campo analógico al digital y luego a la comunicación

personal se presentan en diferente formas en Europa y en USA, dado que el punto de partida y las circunstancias existentes en cada caso difieren fundamentalmente.

4.7.1 DESARROLLO DE LOS PCS/PCN

Con los PCN el desplazamiento y por lo tanto la necesidad de uniformidad también se atomiza hasta incluir diferentes microsistemas (por ejemplo oficinas atendidas por centrales privadas sin cables) que podrían llegar a ser hasta de una sola línea (el servicio telefónico a domicilio). En este sentido emerge rápidamente una tecnología basada en celdas muy pequeñas (llamadas micro o pico celdas).

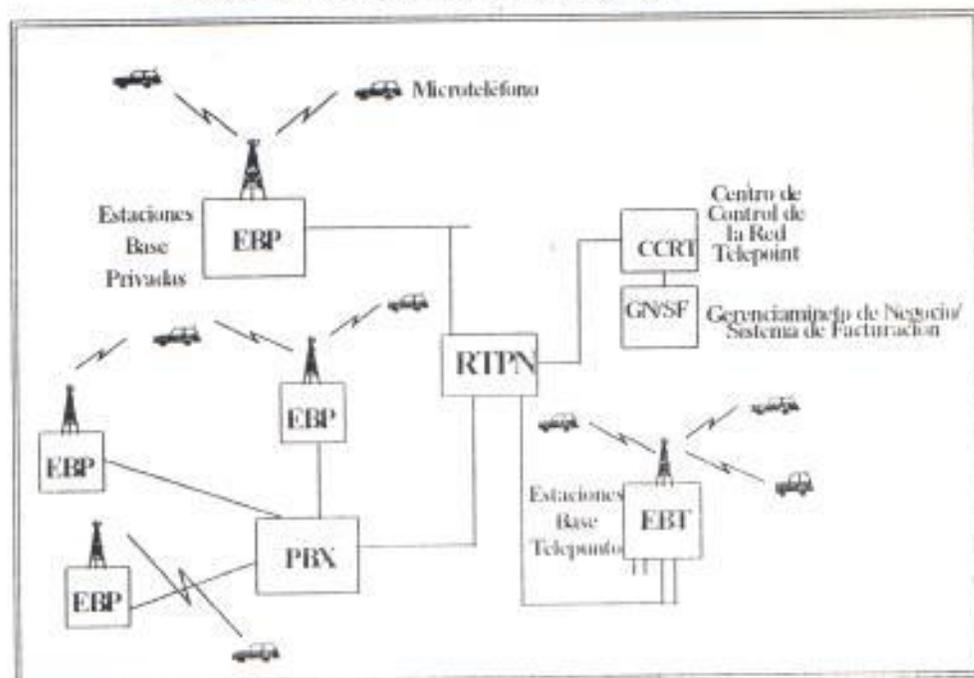
4.7.2 CARACTERÍSTICAS

El servicio PCN está estructurado en base a 3 conceptos básicos.

- La red debe conectar a personas, no estaciones.
- La red deberá tomar con el suficiente ancho de banda para transmisiones de voz, datos e imágenes
- La red deberá hacer uso más eficiente del espectro de frecuencia.

La información se transfiere desde la estación hacia la microcelda de control la que maneja las operaciones y coordina las entregas por medio de conmutadores usando protocolos SS-7. La llamadas iniciadas en la red pueden terminar dentro de la red o bien por interconexión con otras celdas y viceversa.

Ilustración IV-4: ESTRUCTURA PCS/PCN



En USA el desarrollo de la telefonía móvil celular en la modalidad de PCN experimentan especialmente en la región de 1.7-2.3 Mhz, además en Reino Unido se ha otorga licencia para la provisión de estos servicios a tres consorcios cuyos socios de USA lo proponen basado en GSM, tecnología digital y la banda antes mencionada, denominada norma DCS1800.

En resumen las características deseables de una PCN pueden ser:

- Implementada en base de Redes de microceldas
- Estructura básica de transmisión digital
- Telepuntos bidireccionales
- Transferencias entre Telepuntos
- Comunicación entre personas y no entre terminales

- Posibilidad de cobertura 99%
- Inclusión de los interiores de edificios
- Un número personal único para cada abonado
- Personalización en base a tarjetas inteligentes
- Cobertura más importante: zonas altamente pobladas
- Terminales compatibles con sistemas celulares .

4.8 NORMA DCS 1800

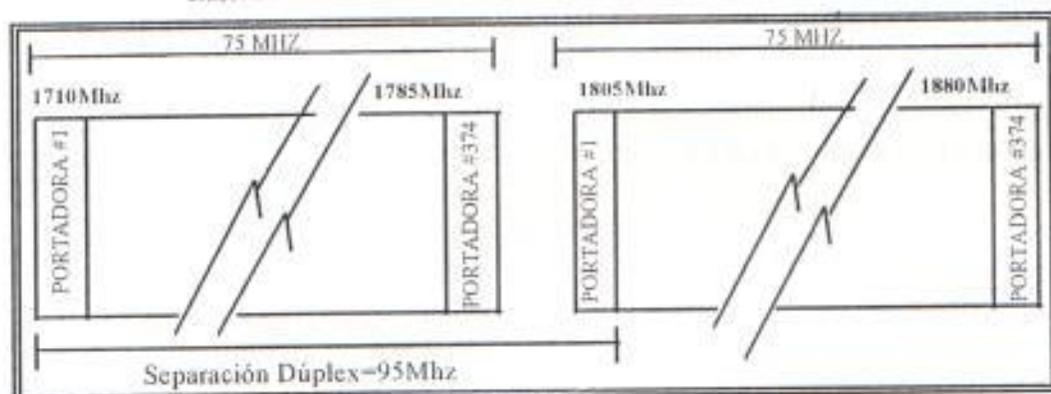
Si bien la primera experiencia en el campo PCN las realizó Gran Bretaña con el desarrollo de sistemas inalámbricos, el ETSI decidió utilizar la tecnología GSM para el desarrollo PCN, y en 1991 se aprobaron las especificaciones llamadas DCS1800, cuyos requisitos básicos son:

- Banda de frecuencias 1800 Mhz
- Coexistencia con GSM
- El tamaño de las celdas será:
 - celda normal 8 km.,
 - microcelda 0.4 a 0.8 Km.
 - pico celda: interior edificios
- Disponibilidad completa de los servicios de Telecomunicaciones (voz y no voz)
- La red se deberá optimizar para uso de terminales portátiles y ligeros, obteniendo servicios de alta calidad y gran capacidad
- Los abonados podrán recibir o hacer llamadas desde /hacia cualquier parte del mundo

A partir de 1990 el FCC ha autorizado muchas experiencias celulares de campo en varias ciudades, y las bandas de frecuencia utilizadas son normalmente: 800-900 Mhz ó 1800-1900 Mhz y bandas muchos más altas. Es importante anotar el número de empresas de televisión por cable que se anotan, lo que permite prever un nuevo paso hacia la total desaparición del monopolio de las empresas telefónicas, ya amenazado por las operadoras de telefonía celular.

Las frecuencias concedidas para DCS1800 dispone para su uso las bandas de 1.7 Ghz y 1.9 Ghz, aunque muchas ciudades disponen parte de éstas para servicios fijos. La decisión para 1998 es considerar para la transmisión móvil 1710 Mhz-1785 Mhz y para recepción 1805 Mhz-1880 Mhz.

Ilustración IV-5: BANDA DE FRECUENCIA DCS1800



Se es consciente que las regulaciones pueden tener énfasis sobre la competición con servicios móviles que los servicios fijos. En Suecia hay 4 licencias DCS1800 que han estado advirtiendo interesantes argumentos tales como France Telecom y operadoras de larga distancia como TELE2 en la que desean las frecuencias para proveer servicios WLL (Wireless Local Loop), en forma similar

un número de consultantes estadounidenses estiman que el mercado disponible para PCS es el de proveer WLL, pero Europa lo estimula más para el uso de servicios móviles.

4.9 COMPARACIÓN DE LAS NORMAS CELULARES

- ✓ Los parámetros fundamentales de los sistemas celulares expuestos hasta el momento pueden ser apreciados en la tabla IV-4, y resulta interesante anotar el pensamiento de los operadores actuales a expandir sus redes en las frecuencias concedidas a PCN/PCS como el caso de GSM con DCS1800.
- ✓ Sin embargo la aventura (cada día más real) de los servicios de comunicación personal; incentivan la apertura de sistemas que manteniendo relación con sus similares celulares, buscan ingresar en las bandas superiores, así por ejemplo actualmente se puede recolectar información de D-AMPS1900 y la versión IS-95 CDMA para 1900Mhz. ✓
(<http://www.ericsson.se/systems/D-AMPS-1900/19-11-17.html>)

Tabla IV-4: COMPARACIÓN DE LAS NORMAS CELULARES

Características	GSM 900/DCS 1 800	América del Norte D-AMPS	América del Norte CDMA
Clase de emisión			
- Canales de tráfico	271K17W	40K0G7WDT	1250K0H1W
- Canales de control	271K17W	40K0G1D	1250K0H1W
Bandas de frecuencias de transmisión (MHz)			
- Estaciones de base	935-960 (GSM) 1805-1880 (DCS)	869-894	869-894
- Estaciones móviles	890-915 (GSM) 1710-1785 (DCS)	821-849	821-849
Separación de dúplex (MHz)	45 (GSM) 95 (DCS)	45	45
Separación entre portadoras RF (kHz)	200	30	1 250
Número total de canales RF dúplex	124 (GSM) 374 (DCS)	832	20
P.r.a. máxima de la estación de base (W)			
- Valor de cresta de la portadora RF	300 (GSM) 20 (DCS)	300	No especificado
Potencia de transmisión nominal de la estación móvil (W)	8, 1,0 (GSM) 1, 0,125 (DCS)	9, 3	0,2, 0,01
Valor de cresta, valor medio	5, 0,625 (GSM) 0,25, 0,031 (DCS)	4,8, 1,6	
	2, 0,25 (GSM)	1,8, 0,6	
	0,8, 0,1 (GSM)	Por definir	
Radio de la célula (km)			
- Mínimo	0,5	0,5	No especificado
- Máximo	35	20	50
Método de acceso	AMDT	AMDT	AMDC
Canales de tráfico/portadora RF			
- Inicial	8	3	61
- Capacidad proyectada	16	6	122

Características	GSM 900/DCS 1 800	América del Norte D-AMPS	América del Norte CDMA
Modulación	MDM Gaussiano (ST = 0,3)	MDP-4 con codificación diferencial $\pi/4$ (caída = 0,35)	MDP-4 (Dispersión) MDP-bifase (salida) Ortogonal-64 (entrada)
Velocidad de transmisión (kbit/s)	270,833	48,6	9,6 por canal 614,4 por portadora
Estructura del canal de control			
- Canal de control común	Si (3)	Compartido con el AMPS	Si (configurable)
- Canal de control asociado	Rápido y lento	Rápido y lento	Ráfaga incrustada
- Canal de control de difusión	Si (3)	Si	Si (configurable)
Capacidad de igualación de la dispersión del retardo (μ s)	20	60	Receptor «Rake» (dispersión limitada por la reutilización del código)
Frecuencia			
- Asistido por la estación móvil	Si	Si	Si
- Capacidad intersistema para el sistema analógico existente	No	Entre el sistema digital y el AMPS	AMDC a AMPS
Capacidad de itinerancia internacional	Si >16 países	Si	Si
Capacidad para múltiples entidades de explotación del sistema en una misma zona	Si	Si	Si

FUENTE: UIT-R M.1073

4.10 GMPCS (Global Mobile Personal Communication System)

Es el nombre que actualmente se atribuyen a los Sistemas de comunicación personal móvil mundial también llamados "Big y Little Leos", típicamente consisten en 12-66 satélites en varias porciones orbitales sub-geoestacionaria que intentan proveer en tiempo real una cobertura de voz y datos sobre grandes sectores del mundo. Sus dimensiones serán de $1m^3$ ocuparan la órbita de 700-1500 Km. desde la tierra.

Hay 3 características básicas que lo distinguen de los actuales sistemas existentes: global, mundial y privado.

Los sistemas de hoy en día son globales o casi globales (INTELSAT), otros que lo son móviles (INMARSAT), y otros privados pero su diseño original no fue considerado para brindar múltiples servicios de telecomunicaciones, GMPCS conjuga estos aspectos desde su concepción y entre sus beneficios podemos enumerar:

- Movilidad de usuarios, servicio de localizaciones y /o tráfico que permite cambios rápidos en el flujo de información.
- Servicios Remotos en área geográficamente desoladas.
- Servicio en áreas donde la densidad de clientes y tráfico por Km^2 es bajo y que no representa la inversión en infraestructura terrestre.
- Conectividad a numerosas localizaciones para la misma aplicación.

Varios de estos beneficios aportan para ser considerados además como extensión celular de las operadoras existentes puesto que:

- Asegura más personas en una localización al extender el servicio de acceso.
- Elimina las divisiones de cobertura dentro de áreas parcialmente cubiertas con infraestructura terrestre.
- Disminuye el costo de capital de proveer servicio celular en áreas remotas de baja densidad, tal que los operadores celulares tienen viabilidad comercial en el "valor añadido" y por lo tanto su contribución al fisco disminuye.

Así los beneficios del servicio celular favorecerán un 100% a pueblos y villas cumpliendo con los objetivos no solo económicos sino sociales, de países en desarrollo porque reducirán el aislamiento de las áreas rurales, además servirán para flotas de camiones y viajeros internacionales, y a los operadores de la red pública fija. Se estima por su cobertura mundial y mercado múltiple, una primera generación de 5-10 millones de usuarios.

- *Servicios Little Leos:*

Mensajería, que incluye e-mail, acceso limitado a Internet, búsqueda y fax en ambos sentidos, las comunicaciones de datos en áreas remotas serán de especial interés para servicios de mensajes. Otro nicho importante es el uso como medio de monitorización y SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition) un sistema que provee monitorización remota en áreas apartadas. Ej. minas, refineries de petróleo etc.

Algunos sistemas son parcialmente sobre línea pero intentan usar los satélites como sistemas de "cañón" (bent pipe) que retransmiten mensajes

directamente entre usuarios, y sistemas de guarda hacia adelante (store and forward) que un satélite recibe la información de una estación base terrena, guarda en su tarjeta de memoria, continua sobre su órbita y libera la información en la próxima estación base apropiada.

La diferencia entre el Little Leos y otros sistemas satelitales móviles (MSS) es que ellos concentran sobre la provisión de Servicios de datos, tasas que mantienen tráfico real.

Transferir datos resulta más conveniente que la voz porque estos pueden guardarse en memoria cuando las fuentes se sobrecargan y esperar almacenados hasta continuar la transferencia, en cambio la voz debe ser casi un proceso instantáneo; no es aceptable almacenar por los retardos y/o fragmentación de las mismas porque repercute en la calidad.

- *Servicios Big Leos:*

Ofrece servicios más atractivos que se esperan después de 1998 y promete sobre todo telefonía móvil mundial, datos y fax y video, comprende una constelación de satélites moviéndose alrededor del mundo, capturando y retransmitiendo llamadas de una región, país o continente, algunos de los propósitos de sistemas soportados por satélites a comunicaciones satelitales hacen realidad una enorme red, aunque debemos fiarnos de los enlaces de subida y bajada a las estaciones terrenas para completar el circuito de llamada. Obviamente el limitante es el costo a excepción de grandes

corporaciones que tengan necesidad de comunicaciones de voz mundial que en muchos casos se pueden soportar con los portadores actuales.

El *costo* se especula en \$1-3 el minuto y el portátil en \$700-3000 pero como sucedió con los celulares al paso del tiempo disminuirán los precios al incrementar la demanda.

Los 4 principales competidores en el desarrollo de estos servicios son GLOBASTAR, ICO, IRIDIUM y ODYSSEY (ver Anexo #4, Pág. 212, en cambio sistemas como el TELEDESIC, priorizan las transferencias de datos a altas velocidades en lugar del servicio de voz.

“WARC 92 permite espectro en las bandas L y S para GMPCS (preferentemente en 1610 Mhz a 1626.5Mhz (enlace ascendente), 2483.5Mhz a 2500 Mhz(enlace descendente)”⁷.

4.10. POLÍTICAS INTERNACIONALES RESPECTO A LOS GMPCS's (Ver Anexo # 5, Pág. 216)

Las políticas básicas a considerar para emitir las licencias GMPCS se resumen en los siguientes aspectos:

1. *Cobertura mundial.* Las licencias para cada segmento espacial requerirá que su cobertura abarque más de la mitad de la superficie habitable de la tierra y regiones oceánicas comerciales

⁷ Internet, 1997

2. *Necesidad de acuerdos previos.* Para operadores GMPCS de los países participantes deben acordar el aspecto técnico y operacional, por las regulaciones de radio y la relacionada a la provisión de servicios.
3. *Prevención del uso no autorizado.* Cada operador del sistema debe incorporar la capacidad de habilitar al operador a prevenir el uso de el sistema local en algún país donde no está autorizado el servicio GMPCS.
4. *Condiciones de acceso.*- El sistema operador debe imponer restricciones razonables acerca del acceso a su sistema, y debe evitar una discriminación en países diferentes o categorías de usuarios excepto donde esto es justificado por especificaciones técnicas, comerciales o legales.
5. *Participación equitativa.* La licencia de un país a un sistema debe permitir participación de otros en equidad de licencia de sistemas y no limitar tal participación solamente a nacionales. Mientras exista amplitud en la equidad de participación de estos sistemas debe ser fomentado, no excluye la participación nacional como una condición para licencias locales.
6. *Patrones estratégicos y política local.* El operador del sistema debe estar seguro que su arreglo comercial en un país particular sea consistentes con las políticas regulatorias nacionales.

Respecto a los "Big y Little Leos" o Servicio satelital móvil mundial; que se llevan a cabo en los sistemas ICO, IRIDIUM y ORBCOMM se resalta lo siguiente:

1. Los gobiernos deben facilitar una sana competencia de los sistemas móviles mundiales mediante una política interna de licencias no discriminatorias de servicios y facilidades prescindiendo de su propiedad o su chovinismo nacionalista (recordemos que los sistemas tienen un amplia propiedad internacional). La no discriminación permitirá incrementar las licencias y manejo el espectro de radio, el resultado de la presión de la competencia sobre las operadoras satelitales combinado con los altos costos fijos impulsarán las iniciativas de encontrar caminos para trabajar a su máxima capacidad y a través del mundo, con nuevas aplicaciones y flexibilidad de precios. Esto se logrará con la ayuda conjunta de operadores y socios nacionales para buscar altos potenciales de usuarios: flotas terrestres, marítimas, agricultores, agencias humanitarias.
2. La Regulación debe ser correctamente manejada porque de esa manera serán justas las condiciones para competir o corregir fallas del mercado si es necesario. Esto minimizará costos y complejidad para gobiernos así también costos y riesgos para cada operador satelital y sus socios nacionales. Los sistemas móviles mundiales involucran una gran inversión frontal y riesgos significativos por eso no es prudente ignorar las políticas que desalientan las inversiones cuando las obligaciones regulatorias contrastan con la vigorosa competencia comercial que es la meta nacional a ser encontrada.

3. Gobiernos deben incentivar justos términos de interconexión, en ambas direcciones entre la red Pública y los nuevos sistemas, con cargas de interconexión a precios moderados. Esto ayudará a ser confortables los servicios satelitales y significa que todo los usuarios telefónicos se beneficien, porque da lugar a llamadas desde/hacia terminales satelitales (incluyendo el modo dual en servicios telefónicos) a valores razonables, similarmente los acuerdos entre operadores móviles satelitales y operadores terrestres son deseables dando a los clientes celulares la opción de un modo dual que pueda acceder a satélites en lugares donde la cobertura terrestre no permite acceso. Esos usuarios no solo serán viajeros internacionales muchos otros tendrán estos requerimientos de tiempo en tiempo, Ej. en las áreas rurales.

Dos características básicas de GMPCS sobre los sistemas geoestacionarios son: el número de satélites y la vida relativamente corta (4-10 años) de los mismos, lo cual obliga al operador de los sistemas a enviar satélites de reemplazo para mantenerse funcionando a toda capacidad

El 1994, reporte del FCC establece políticas de licencias GMPCS a 6 años periodo en el cual el sistema será establecido y luego de 10 años como limite de duración con la posibilidad de renovación. Los reguladores de la Unión Internacional de Telecomunicaciones autorizan suspender las asignaciones de frecuencias registradas, las cuales no han sido utilizadas en forma parcial o total en un periodo de 9 años empezando por la fecha de publicación.

- *Respecto al Equipo Portátil*

Deben considerarse dos aspectos, movilidad y competición en el mercado. Para el transmisor del enlace tierra-satélite del portátil se requiere una licencia dada por el ITU teniendo jurisdicción sobre el territorio en el cual el equipo es usado, y pueden ser cubiertos por licencias individuales o preferencialmente genérica. Además los terminales deben ser coherentes con las reglas del uso del espectro así como evitar las emisión de espurias y posibles alteraciones de seguridad y salud

- *Respecto a las Entradas: "Gateways"*

Se debe tener en cuenta su número y su costo, las funciones varían pero normalmente incluye el procesamiento de software y función de interconexión con la red pública, puede desearse que se sean pocas para minimizar los costos pero políticamente no es deseable porque requerirá de alianzas entre países vecinos.

Desde el punto de vista de la regulación, los gateways de los GMPCS no son fundamentalmente diferentes de las estaciones terrenas nuevas que usan otros sistemas como en INTELSAT y la potencial vulnerabilidad envuelta en un país tiene relación al gateway del vecino, puede ser reducido por la presión competitiva de 2 o 3 sistemas GMPCS.

- *Respecto al Acceso*

En algún punto de interconexión a la red fija u operadora celular, hay la disputa de que los GMPCS buscan el reembolso total de la llamada, existen desacuerdos pero se apunta que así como los sistemas celulares resultaron en un declive de llamadas sobre la red fija en muchos países, por ello se dice que los nuevos servicios animaran a la gente a conversar más y realizar más llamadas. El mercado crece y todos serian entonces ganadores, se debe entonces explotar no solo el mercado internacional sino el local es una fuente de ingresos por ello la importancia de la interconexión a las redes de estos sistemas.

Las politicas de competencia a nivel de la comunidad europea y de Norteamérica es considerarla como una red abierta para operadores y revendedores (proveedores) de sistemas GMPCS.

Por ello se tratara también de la tasas de Cuentas Internacionales que es el reembolso de un operador a otro, en el mundo de las telecomunicaciones llamado: "el establecimiento de cuentas".

Así GMPCS se apunta como el mayor revolucionario en servicios móviles mundiales, con excelentes oportunidades para los países en vias de desarrollo como el nuestro de lograr una mayor integración a través de una comunicación sin fronteras, aprovechando las economías de escala.

CAPÍTULO V

TELEFONÍA CELULAR EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

La telefonía celular surge como una presión y necesidad del sector económico del Ecuador, desde las bases del concurso hasta hace pocos meses ha estado marcada por la inestabilidad de los entes gubernamentales encargados del marco legal, técnico, administrativo de las telecomunicaciones en el país.

Desde un principio fue concebida para trabajar bajo el sistema AMPS, considerada como norma Americana y la facilidad de ubicar dos operadoras simultáneamente (A y B) que permitía evitar el monopolio del servicio de voz que hasta entonces había caracterizado la Empresa Estatal.

5.1 ANTECEDENTES

5.1.1 Principios de Explotación.

- El establecimiento y la tasación de las llamadas hacia una estación móvil y desde ella serán automáticos
- Para los sistemas internacionales, será posible establecer llamadas entre las estaciones móviles y cualquier abonado de la red telefónica fija o cualquier abonado de la red telefónica móvil dentro del sistema.
- La tasación se efectuará de manera compatible con los principios de tasación de la red telefónica de conmutación pública. La introducción del

del sistema no requerirá cambios significativos en las redes telefónicas fijas. La probabilidad del bloqueo debe mantenerse dentro de límites similares a la de los servicios por la Red pública en todas las fases de desarrollo

- Debe mantenerse un control continuo de las llamadas con transferencia automática entre las estaciones base, si es necesario

5.1.2 ORGANISMOS NACIONALES

Para conocer la historia de las telecomunicaciones en el país es necesario establecer la cronología de metamorfosis de las Entidades Gubernamentales involucradas

1. Las telecomunicaciones en el Ecuador se inician el 9 de julio de 1884 con el primer mensaje telegráfico Quito - Guayaquil, para 1920 se contaba con el enlace de radiotelegrafía en ambas ciudades con líneas inalámbricas, en 1934 celebrando 50 años de las comunicaciones en el país se crea la ley de Telecomunicación denominada ERTE.
2. En 1935, se construye la primera central telefónica de 500 líneas en la ciudad de Cuenca (en aquel entonces cada municipio debía correr el gasto de tal servicio en su ciudad) centrales similares se construirían en Guayaquil y Quito, pero el control de las mismas lo ejercían poderes extranjeros, por ello en 1971 se inicia el proceso de nacionalizar y unificar las empresas municipales telefónicas.

Fue el 16 de octubre de 1972 que se establece la *Ley Básica de Telecomunicaciones* en el Ecuador dando creación al *Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones (IETEL)*, que unifica en un solo organismo las regiones 1 y 2 conformadas por Quito y Guayaquil; la empresa de Cuenca llamada ETAPA que se interconecta al resto de la red telefónica nacional mediante acuerdos con IETEL porque no formó parte en esta unificación.

El Instituto Ecuatoriano de Telecomunicaciones como entidad estatal entre sus funciones realizaban las tareas de asignación de frecuencias, adjudicación de líneas y contratos de construcción de redes telefónicas, cobros, reglamentación y control del espectro, radioeléctrico, etc.

3. El 10 de Agosto de 1992 mediante la *Ley Especial de Telecomunicaciones* se crea la *Empresa Estatal Telefónica (EMETEL)* y la *Superintendencia de Telecomunicaciones*.

EMETEL, constituida por el antiguo IETEL limitó su función en la prestación del servicios a través de la red fija, a expectativa de ser administrada en un futuro cercano por el sector privado.

La Superintendencia de Telecomunicaciones debía entonces realizar las funciones de: gestión, administración y control del espectro radioeléctrico; concesión y explotación de frecuencias y servicios; normalización, reglamentación etc.; de las telecomunicaciones en el país.

4. El 30 de Agosto de 1995 se emite la *Ley Reformativa a la Ley Especial de Telecomunicaciones*, y se crea el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) y la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones (SENATEL), el primero como ente de administración y regulación, el segundo como ente encargado de la ejecución de la política de telecomunicaciones en el país, limitando de esa manera a la Superintendencia de Telecomunicaciones a un organismo de control, monitoreo y supervisión.

Además EMETEL es registrada en esta misma Ley como Sociedad Anónima en su proyecto de ser privatizada.

5.2 HISTORIA DE LA TELEFONÍA CELULAR EN ECUADOR

5.2.1 CONCURSO Y ADJUDICACIÓN DE LAS OPERADORAS CELULARES

El IETEL para el desarrollo del servicio de telefonía móvil celular, SMTC, consideró conveniente convocar a un concurso de selección de compañías para la prestación del SMTC, bajo la modalidad de autorización de servicios señalada en la Ley Básica de Telecomunicaciones.

El director del IETEL, el 3 de abril de 1992, aprueba el "Reglamento de Calificación, Selección y Adjudicación del Contrato para la prestación del Servicio Telefonía Móvil Celular", con informe del procurador General del Estado, ese mismo día el directorio en pleno aprobó las bases del concurso que fue dividido en de dos fases, la primera denominada propuesta de

calificación y la segunda oferta; fue convocado los días 7,8,9 de abril mediante publicación en los periódicos: El Comercio, El Mercurio, Expreso, Hoy y El Universo.

Las compañías que presentaron propuestas para su calificación fueron las siguientes:

- Sistema móvil de Telefonía, MOVITEL S.A (MOVITEL)
- OPETEL S.A. (OPETEL)
- Ecuador Cellular One S.A (ECO)
- Operadora de Telecomunicaciones Móvil S.A. (OPTEL)
- Consorcio Ecuatoriano de Telecomunicaciones (CONECEL)
- OTECEL S.A. (OTECCEL)

En base a los informes técnicos y al criterio del Sr. Procurador del Estado, el directorio de IETEL en su sesión del 4 de Agosto de 1992 resolvió calificar a las 6 compañías antes mencionadas, según el reglamento e invitarles que presenten la oferta económica hasta el día 27 de Agosto de 1992.

El 8 de Agosto de 1992, esto es antes de la fecha en la que debían presentar la oferta económica, se expide la Ley Especial de Telecomunicaciones, mediante Decreto Legislativo No 184, publicado en el Registro Oficial No996 del 10 de Agosto de 1992.

Esta ley modifica el marco legal en el que se estaba desarrollando el concurso, razón por la cual el Presidente Ejecutivo de la Empresa Estatal de

Telecomunicaciones (EMETEL), comunica a las compañías calificadas que el proceso se suspende, ya que de acuerdo a la nueva ley, es la Superintendencia de Telecomunicaciones el organismo ante el cual debe presentarse la oferta económica.

La Superintendencia de Telecomunicaciones, el 29 de abril de 1993 expide el "Reglamento para el Servicio de Telefonía Celular" el cual permite proseguir con el concurso iniciado por el IETEL ya que dicho reglamento compatibiliza con el nuevo marco legal y convalida todo el proceso del concurso, inclusive la calificación de los proponentes, con las consiguientes modificaciones constantes en las disposiciones transitorias del referido reglamento.

Se procedió a invitar a las compañías legalmente a presentar sus ofertas económicas en sobres cerrado y el 12 de Mayo de 1993 se realizó la apertura en sesión pública. El Superintendente en conocimiento del informe técnico presentada por la comisión designada para el concurso determinada adjudicar la concesión en la banda de frecuencia "A" a la compañía CONECEL y en la banda de frecuencia "B" a la compañía OTECEL.

5.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS BASES DEL CONCURSO Y CONTRATO DE AUTORIZACIÓN.

- Las propuestas al concurso debían ser independientes; la compañía debía ser S.A., al menos 51% de su capital ecuatoriano, no importaba si se

encontraba en formación pero garantizaban una duración no menor de 18 años y por lo menos uno de los socios requería experiencia mínima de 3 años en instalación, operación y explotación de STMC. Los contratos adjudicatorios serían por 15 años y la renovación no sería inmediata, al penúltimo año de labores se establecerían las conversaciones para un nuevo periodo de prestación de servicios de la Operadora.

- Debe el sistema ser compatible con AMPS, las versiones más recientes de las especificaciones EIA/TIA, incluye las bandas A, B y extendida.
- Se consideró un área mínima de operación que corresponde a las ciudades de: Quito, Guayaquil, Cuenca y la carretera que une las ciudades de Quito y Guayaquil por la vía Sto. Domingo, Quevedo y Babahoyo. Áreas limitadas (Ver Anexo #6, Pág. 232) que funcionarían a una fecha tope de 12 meses a partir del contrato de adjudicación.
- La operadora se compromete con la superintendencia a operar el STMC para lo cual deberá proveer de la dirección técnica mano de obra, materiales, repuestos y servicios que sean requeridos. Esta obligación incluye la de instalar y operar, por cuenta y a costo de la Operadora, cabinas públicas en poblaciones rurales y zonas suburbanas que se encuentren dentro de la cobertura del STMC. El número de cabinas

públicas en un año "n" no será menor que un medio por ciento (0.5%) del total de abonados en operación al 31 de diciembre del año "n-1".

- La Operadora se compromete a adquirir equipos celulares nuevos, del último modelo que este disponible, y listos aceptar módulos digitales para proporcionar a los abonados el servicio de teléfonos móviles celulares digitales en el futuro para equipos terminal homologado por la Superintendencia. Los equipos de conmutación y transmisión del STMC deberán ser fabricados en fecha posterior a la del contrato de autorización. El sistema deberá instalarse con suficiente capacidad para satisfacer los requerimientos pronosticados de los abonados hasta del segundo año.

- "No estará permitido que se ejerza monopolio del STMC pretendiendo controlar las compañías que operen las dos autorizaciones. La violación de estas normas producirá la terminación anticipada y unilateral de los contratos de autorización.
El IETEL se obliga a guardar estricta confidencia frente a terceros los asuntos técnicos relacionados con el sistema objeto de este contrato"¹

- De surgir causas imprevistas o técnicas que obliguen a ampliar, modificar o restringir, previo el acuerdo de las partes y siguiendo el procedimiento establecido en la Ley, se procedería a la celebración de un contrato modificatorio de autorización.

¹ Proyecto de contrato, Bases del Concurso CD/TC 92-01, (IETEL, 1992) Pág. 57

5.2.3 CARACTERÍSTICAS DEL REGLAMENTO PARA EL SERVICIO DE TELEFONÍA MÓVIL CELULAR

Las presentes características corresponden al reglamento emitido el 29 de Abril de 1993, sin embargo a raíz de la Reforma a la Ley Especial de Telecomunicaciones se emitió un nuevo documento el 11 de Octubre de 1996. (Ver Anexo #7, Pág. 236), la comparación de ambos, aparte del cambio en la denominación del ente gubernamental correspondiente, formarán parte de las conclusiones al final de este capítulo.

- Los contratos de concesión pueden terminar:
 - a) Por incumplimiento del término del periodo de concesión;
 - b) Por mutuo acuerdo de las partes, siempre que no afecte a terceros;
 - c) Por sentencia ejecutoria que declare la resolución o terminación del contrato, a pedido del contratista;
 - d) Por resolución arbitral
 - e) Por disolución legal de la persona jurídica;
 - f) Por reincidencia en el incumplimiento de las disposiciones legales y contractuales por parte de la Operadora.
- *Reversión:* Extinguido el contrato por cualquiera de las causas que el Reglamento y/o Sanciones todos los equipos destinados a la prestación del STMC pasarán al patrimonio del Estado, a través de la Superintendencia (Ahora corresponde a SENATEL), la que pagará a la Operadora en dólares USA el valor original no depreciado ni amortizado

de dichos bienes, según los libros usados por la Operadora a los fines del impuesto a la renta, determinado por personas expertas e independientes elegidas de mutuo acuerdo. La cantidad señalada deberá ser pagada a la Operadora dentro de un año contado a partir de la decisión anteriormente mencionada. La Superintendencia (SENATEL) durante este periodo eleccionará, de conformidad con lo establecido en el presente Reglamento a una Operadora, la cual recibirá las instalaciones existentes y cancelará tanto el valor de los equipos como los derechos de concesión

- La Superintendencia de Telecomunicaciones (CONATEL) dispondrá que se incluya en el contrato de autorización una cláusula en la que se establecerá los valores máximos y mínimos que la Operadora puede cobrar a sus abonados, para lo cual se tomará en cuenta los valores máximos y mínimos que indique el oferente, a diferencia de lo expresado en las bases del concurso que consideraba que los valores se regirían por la ley de mercado.
- La Operadora realizará toda la ingeniería, detalle y la elaboración de los correspondientes planos, memoria técnicas y otros aspectos. Los planos de construcción estarán conforme a las especificaciones básicas del órgano regulador.
- La empresa adjudicada presentará al órgano competente, previo al inicio de la operación su programa de desarrollo quinquenal en el que deberá

detallar las metas de calidad, cobertura y modernización para cada etapa. Este programa será aprobado por la Superintendencia (SENATEL) con el objeto de mantener congruencia con los planes de desarrollo de las telecomunicaciones.

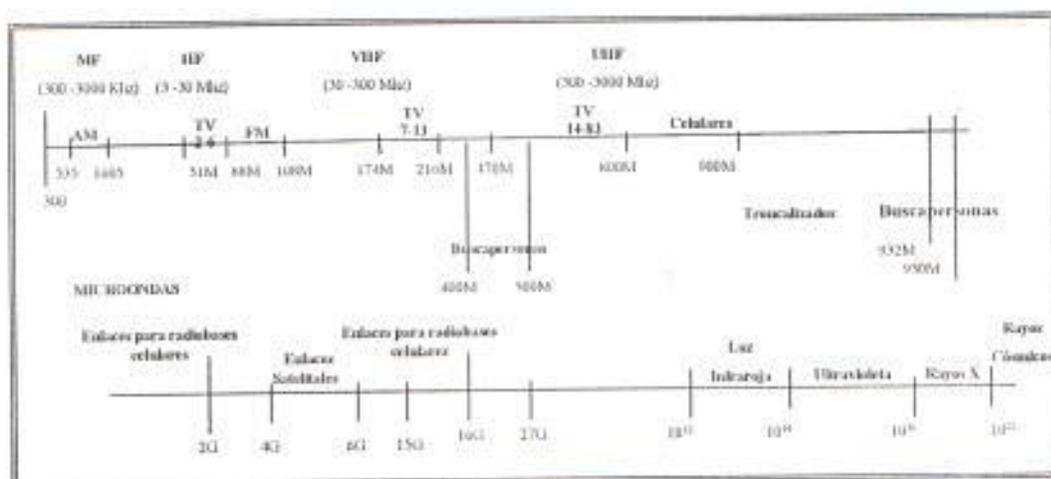
La Operadora deberá informar anualmente el grado de cumplimiento del programa y deberá actualizarlo cada año.

- Se limitará a operar en las frecuencias y zona de cobertura autorizadas, no podrá modificar sin previo acuerdo con el organismo regulador.
- La Operadora proveerá conectar y dar servicio a cualquier equipo terminal homologado por la Superintendencia y no se obliga al usuario a adquirir equipo ni otros bienes o servicios con él.
- La operadora debe establecer y mantener un sistema de medición de calidad del servicio, cuyos registros de mediciones deberán ser confiables y de fácil verificación. Esos sistemas y registros estarán a disposición de la Superintendencia de Telecomunicaciones para el control correspondiente además del perfecto estado de funcionamiento de aparatos de medición para la supervisión.
- La operadora deberá mantener los parámetros de calidad del STMC establecidos por la entidad, los contenidos en el contrato y las bases del concurso

5.4 ASPECTOS TÉCNICOS

5.4.1 DIVISIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN EL ECUADOR

Ilustración V-1: DIVISIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO EN EL ECUADOR



Considerando los estándares internacionales y en fiel cumplimiento a las normas establecidas; en nuestro país trabajan dos operadoras, cuya distribución de los canales de control y voz son los siguientes:

Tabla V-1: DISTRIBUCIÓN DE CANALES CONECEL Y OTECEL

CANALES	BANDA A	BANDA B
	CONECEL	OTECCEL
Control	313-333	334-354
Voz	001-312	355-666
(395 EAMPS)	667-716	717-799
(1185 NAMPS)	991-1023	

Los canales de llamada y acceso deberán utilizar un designador emisor 40K0F1D y el canal de voz utilizará un designador de emisión 40K0F3E.

5.4.2 INTERCONEXIÓN DE LA MTSO Y LA RED NACIONAL

Los grupos troncales entre la MTSO y la red Nacional deberían ser del tamaño suficiente para proveer una probabilidad máxima de bloqueo del uno por ciento (1%), el acceso se permite únicamente en las ciudades donde se disponga de centrales de tránsito nacional (Quito, Guayaquil, Ibarra, Ambato, Manta, Guayaquil, Machala, Cuenca y Loja) el acceso se realizará por medio de 2 grupos líneas troncales unidireccionales que utilizarán una interconexión CEPT de primera jerarquía² con el conmutador EMETEL.

La señalización en la conexión entre la red fija y la móvil es básicamente la señalización del sistema CCITT No7 en algunos casos CCITTR2.

5.4.2.1 PLAN DE NUMERACIÓN

Un problema difícil es la selección de un plan de numeración para los abonados móviles que sea compatible con el establecido para la red fija, puesto que esa numeración puede imponer severas limitaciones al encaminamiento móvil ya que esta referido a la posición del abonado. Por ello una solución posible consiste en atribuir un número especial de acceso al servicio móvil con lo que

² 30 canales a 2,048 Mbps

todas las marcaciones dirigidas hacia la red móvil pueden manejarse independientemente de las rutinas de enrutamiento del servicio telefónico.

Código de identificación del abonado celular: 09

Número de directorio del abonado celular: XXXXXX

5.4.3 POTENCIA DE TRANSMISIÓN

Las estaciones base que estén ubicadas a una potencia Irradiada Efectiva (PIE) máxima de 100 Vatios en cualquier dirección desde la antena de la estación base. Las estaciones base que estén ubicadas a más de 32 Km. de las áreas urbanas servidas se limitarán a una PIE máxima de 500 vatios.

Si la antena de la estación de base está a más de 152 m de altura media sobre el terreno entonces los valores máximos de 100 y 500 deberán reducirse (Ver Anexo # 8, Pág. 251). Las estaciones de los abonados y de prueba se limitarán a una PIE máxima de 7 vatios.

5.4.4 POLARIZACIÓN

Se utilizará la polarización lineal vertical para todas las comunicaciones entre las estaciones de base y las unidades de los abonados.

La polarización horizontal de la señal se utilizará únicamente para la comunicación de punto a punto entre las estaciones base y otros sitios fijos tales como los sitios celulares remotos o unidades de extensión cuando sea

necesario; los enlaces utilizarán cuando sea posible antenas direccionales y este requerimiento no se aplica a los enlaces de microondas ni a las comunicaciones en frecuencias que no sean de los grupos A' y B'.

5.4.5 PARÁMETROS MÍNIMOS DE SERVICIO

Como es considerado en el literal 7.4.4 de las Bases del Concurso de STMC las normas de calidad a cumplirse son las siguientes:

- Reutilización de la frecuencia con un diseño de cobertura basado en una relación portadora a interferencia mayor o igual que 24 dB.
- Grado de servicio del canal de acceso menor o igual que uno por ciento (1%)
- Grado de servicio del canal de voz menor o igual al dos por ciento (2%)
- Grado de servicio de las troncales hacia la red telefónica pública menor o igual que uno por ciento (1%)
- Bloqueo e llamadas transferidas (Hand off) menor o igual que dos por ciento (2%)
- La calidad del canal vocal debe responder al criterio de que el setenta y cinco por ciento (75%) de los abonados manifiesten que la calidad es "buena" o excelente en el 90 % del área de servicio.

En el nuevo reglamento (Oct 96, Art. 16) los parámetros mínimos de calidad de servicio varían en los siguientes puntos:

- La relación portadora interferencia mayor o igual que 17 dB.
- La omisión del criterio del 75%.

5.5 CONTROVERSIAS Y SANCIONES EN LA OPERACIÓN DE LA TELEFONÍA CELULAR EN ECUADOR

Del Reglamento para el Servicio de Telefonía Móvil Celular de 1992 se resume:

- EL contrato establece que cualquier controversia de orden técnico se arreglará de mutuo acuerdo o si el caso lo amerita con la participación de 3 profesionales, uno de cada lado y un tercero de mutuo acuerdo cuyo veredicto será inapelable. Las controversias derivadas del contrato se resolverán en forma amigable transaccional y en la fase jurisdiccional ante el Juez competente de la Prov. de Pichincha con sede en Quito. El incumplimiento de cualquiera de las normas de calidad establece una sanción de 10.000 dólares multa hasta la posible terminación del contrato.
- Las infracciones que dieran lugar a amonestación o multas de hasta un monto equivalente a 50 SMVG.
 - a) Causar Interferencias perjudiciales a estaciones de radiocomunicaciones públicas o privadas
 - b) Publicidad falsa o engañosa relacionada con la prestación del servicio
 - c) Producir daños o interferencias perjudiciales a la red fija
 - d) No prestar facilidades para el control de sus equipos.
 - e) Condicionar o discriminar para la prestación del servicio

- f) Alterar o modificar características técnicas sin previa autorización.
 - g) Practicas irregulares en perjuicio de otra Operadora o abonados
 - h) Prestar servicios que no sean los especificos de telefonia celular
 - i) Suspender servicio sin causa justificada por más de 5 días
 - j) Incumplir obligaciones del contrato o Reglamento
- Además la Superintendencia intervendrá en la fijación de tasas y tarifas si el 20 % de abonados del servicio de una operadora le expresa por escrito sus reclamos con respecto al monto de las tasas o tarifas.

En la Ley Reformatoria de la ley Especial de Telecomunicaciones establece:

- Para las Infracciones y Sanciones un reglamento Especial Aprobado por el CONATEL, que hasta la actualidad no se encuentra registrado oficialmente sin embargo en sus términos y definiciones reconoce al abonado como la persona autorizada por la operadora para el uso de los servicios que presta, permitiendo por lo tanto a las Operadoras celulares la legalidad de explotar sus redes además de la telefonia móvil.
- Para las controversias derivadas de los contratos, las partes buscaran solución amigable y en la fase jurisdiccional será resuelto por el procedimiento arbitral y se someterá al Tribunal de Arbitraje de la Cámara de Comercio de la ciudad en la que se encuentre domiciliada la operadora, según la Ley de Arbitraje Comercial del Ecuador (Registro Oficial No90 del 28/10/73).

5.6 COMPARACIÓN DE LAS OPERADORAS DE TELEFONÍA CELULAR DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

5.6.1 CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE USUARIOS

Tabla V-2: CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE USUARIOS CONECEL S.A.

MES	QUITO	GUAYAQUIL	REGION1	REGION2	TOTAL
mar-94	1416	2334			3750
abr-94	1775	2611			4386
may-94	2271	3139			5410
jun-94	2635	3634			6269
jul-94	2831	3784		228	6843
ago-94	3085	4187		294	7566
sep-94	3274	4682		417	8373
oct-94	4091	5880		565	10536
nov-94	4715	6810		784	12309
dic-94	5219	7630		768	13617
ene-95	5620	8197	313	1071	15201
feb-95	5803	8435	335	1097	15670
mar-95	6638	9291	396	1118	17443
abr-95	7169	10139	443	1213	18964
may-95	9847	13368	606	2172	25993
jun-95	9580	11320	754	2858	24512
jul-95	9402	12055	890	3167	25514
ago-95	9443	12223	952	2998	25616
sep-95	9627	12602	1098	3102	26429
oct-95	9928	12725	1164	3117	26934
nov-95	10212	12765	1203	3064	27244
dic-95	10821	13360	1286	3091	28558
ene-96	11109	13725	1343	3081	29258
feb-96	11113	13801	1328	3055	29297
mar-96	10150	11116	1115	2368	24749
abr-96	9782	10644	1073	2231	23730
may-96	9447	10365	989	2116	22917
jun-96	9111	10086	906	2001	22104

FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES
QUITO, 1996



Ilustración V-2: ABONADOS DEL PRIMER SEMESTRE DE SERVICIO - CONECEL S.A.

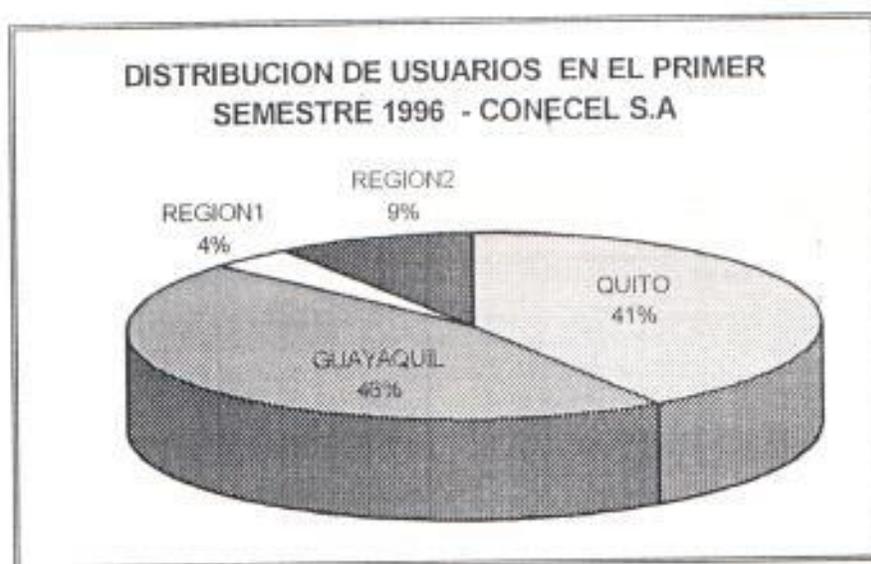


Ilustración V-3: ABONADOS DEL PRIMER SEMESTRE 1996 - CONECEL S.A.

REGION1: Prov. Esmeraldas, Ambato, Santo Domingo
REGION2: Cuenca, Manabí, Los Ríos, Machala, Salinas

Tabla V-3: CRECIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE USUARIOS OTECEL S.A.

MES	QUITO	GUAYAQUIL	REGION1	REGION2	TOTAL
sep-94	564	527		19	1110
oct-94	919	885		30	1834
nov-94	1109	1052		190	2351
dic-94	2131	1547		560	4238
ene-95	2528	1935		755	5218
feb-95	2888	2230		957	6075
mar-95	3076	2815		1116	7007
abr-95	3341	2483		992	6816
may-95	3606	2152		868	6626
jun-95	4265	5346	834	1740	12185
jul-95	4956	6545	1161	1914	14576
ago-95	5102	7304	1271	2045	15722
sep-95	5302	7822	1039	2211	16374
oct-95	5642	8678	1613	2367	18300
nov-95	7014	9587	2538	2689	21828
dic-95	7903	10457	2600	2840	23800
ene-96	9076	9125	1485	2549	22235
feb-96	7050	7932	1043	1631	17656
mar-96	8524	7631	1269	1695	19119
abr-96	8714	7064	1564	1728	19070
may-96	8466	7978	1354	1821	19619
jun-96	8630	8152	1381	1883	20046

FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES
QUITO, 1996

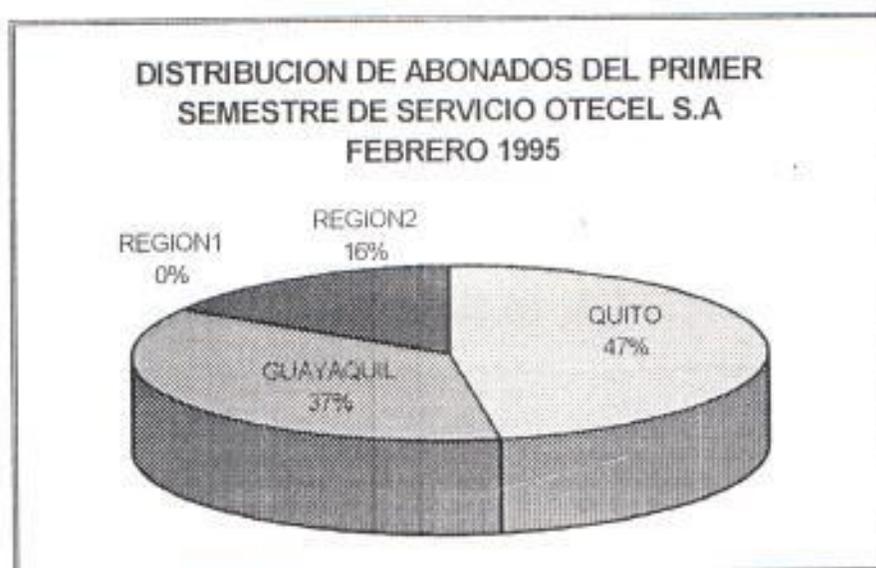


Ilustración V-4: ABONADOS DEL PRIMER SEMESTRE DE SERVICIO - OTECEL S.A.

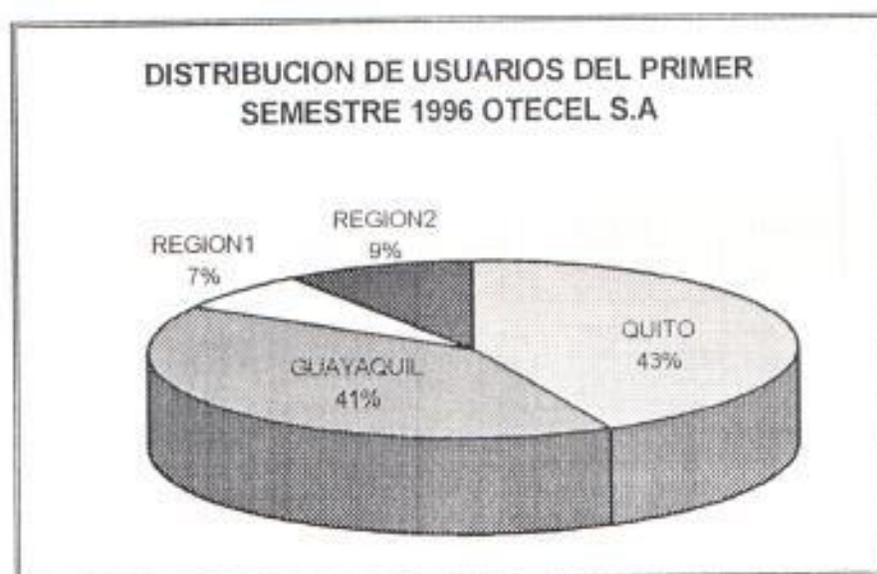


Ilustración V-5: ABONADOS DEL PRIMER SEMESTRE 1996 - OTECEL S.A.

REGION1: Ambato, Atacames, Cayambe, Esmeraldas, Ibarra, Latacunga, Quimindé, Riobamba, Sto Domingo
REGION2: Bahía de Caraquez, Babahoyo, Cuenca, Machala, Maná, Portoviejo, Quevedo, Salinas

Tabla V-4: COMPARACIÓN DE CURVAS DE CRECIMIENTO

FECHA	OTECEL	CONECEL	TOTAL
mar-94		3750	3750
abr-94		4386	4386
may-94		5410	5410
jun-94		6269	6269
jul-94		6843	6843
ago-94		7566	7566
sep-94	1110	8373	9483
oct-94	1834	10536	12370
nov-94	2351	12309	14660
dic-94	4238	13617	17855
ene-95	5218	15201	20419
feb-95	6075	15670	21745
mar-95	7007	17443	24450
abr-95	6816	18964	25780
may-95	6626	25993	32619
jun-95	12185	24512	36697
jul-95	14576	25514	40090
ago-95	15722	25616	41338
sep-95	16374	26934	43308
oct-95	18300	26429	44729
nov-95	21828	27244	49072
dic-95	23800	28558	52358
ene-96	22235	29258	51493
feb-96	17656	29297	46953
mar-96	19119	24749	43868
abr-96	19070	23730	42800
may-96	19619	22917	42536
jun-96	20046	22104	42150

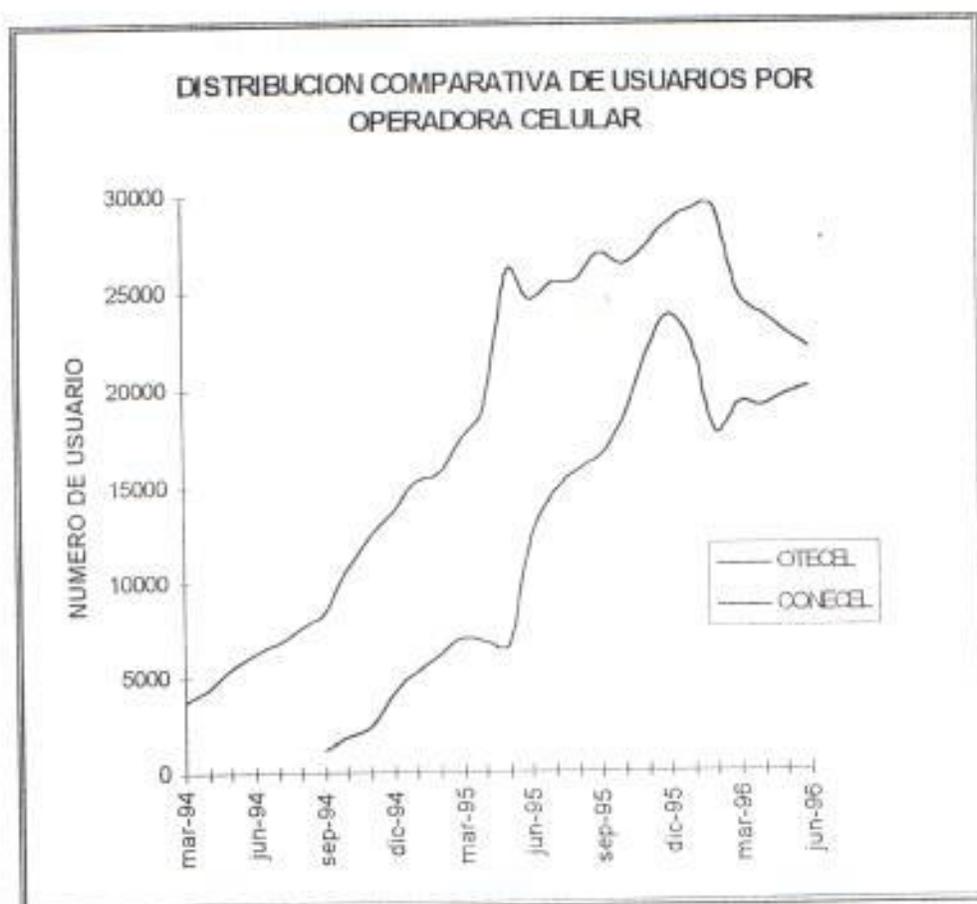


Ilustración V-6 : CRECIMIENTO COMPARATIVO DE USUARIOS CELULARES



Ilustración V-7: DISTRIBUCIÓN DE USUARIOS POR EMPRESA OPERADORA

CRECIMIENTO POR REGIONES

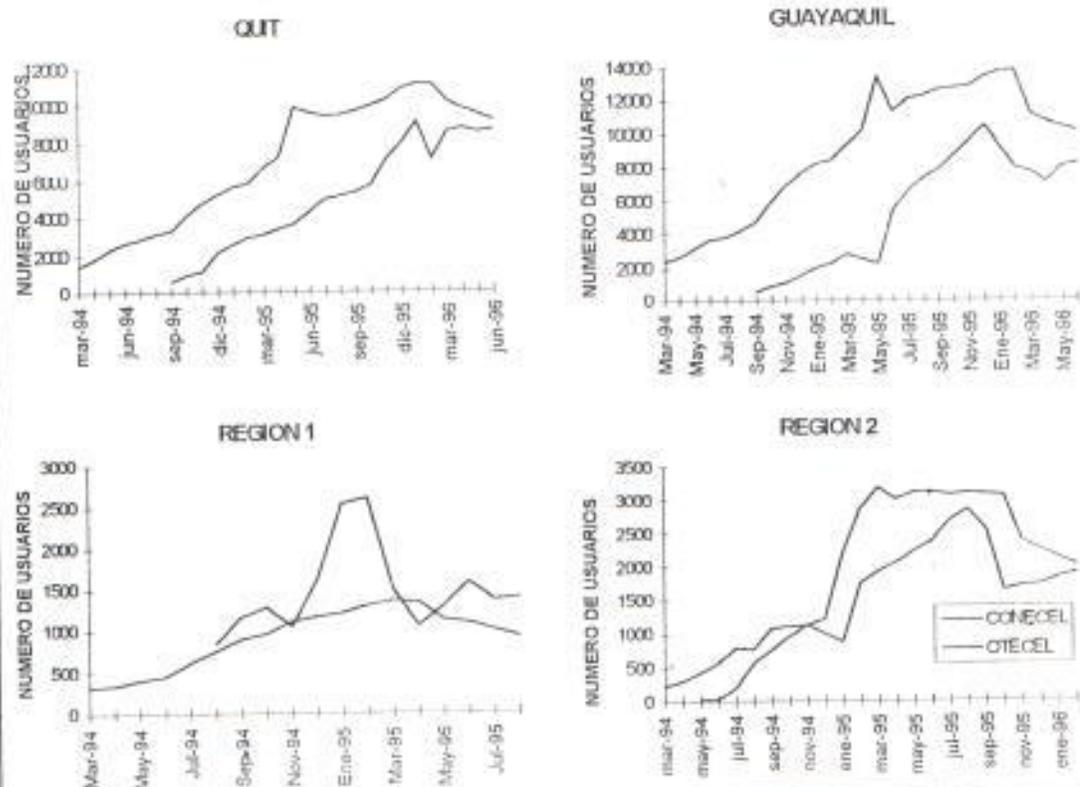


Ilustración V-8: CRECIMIENTO DE ABONADOS CELULARES POR REGIONES



Ilustración V-9: DISTRIBUCIÓN DE USUARIOS CELULARES POR REGIONES

5.6.2 EQUIPOS

Tabla V-4: EQUIPOS OPERADORA CONECEL S.A.

EQUIPO	MARCA	PAÍS ORIGEN
Radiobases	Nortem Telecom	Canadá
Antenas: Parabólicas (Microondas)	ANDREV	U.S.A
Celulares	CELL WAVE	U.S.A
	ESPESOLIST	U.S.A
Telefónico público	TSG Landis GYR	Italia
Buscapersonas	Motorola	Japón

Tabla V-5: EQUIPO DE OTECEL S.A.

EQUIPO	MARCA	PAÍS ORIGEN
Radiobases	ERICSSON	SUECIA
Antenas: Parabólicas (Microondas)	ALLEN TELECOM	SUECIA
Celulares	SIEMENS	
Telefónico público	no entregada	no entregada
Portadora(CDPD)	PCSI ³	U.S.A

³ Pacific Communication Sciences

5.6.3 MAPAS DE COBERTURA

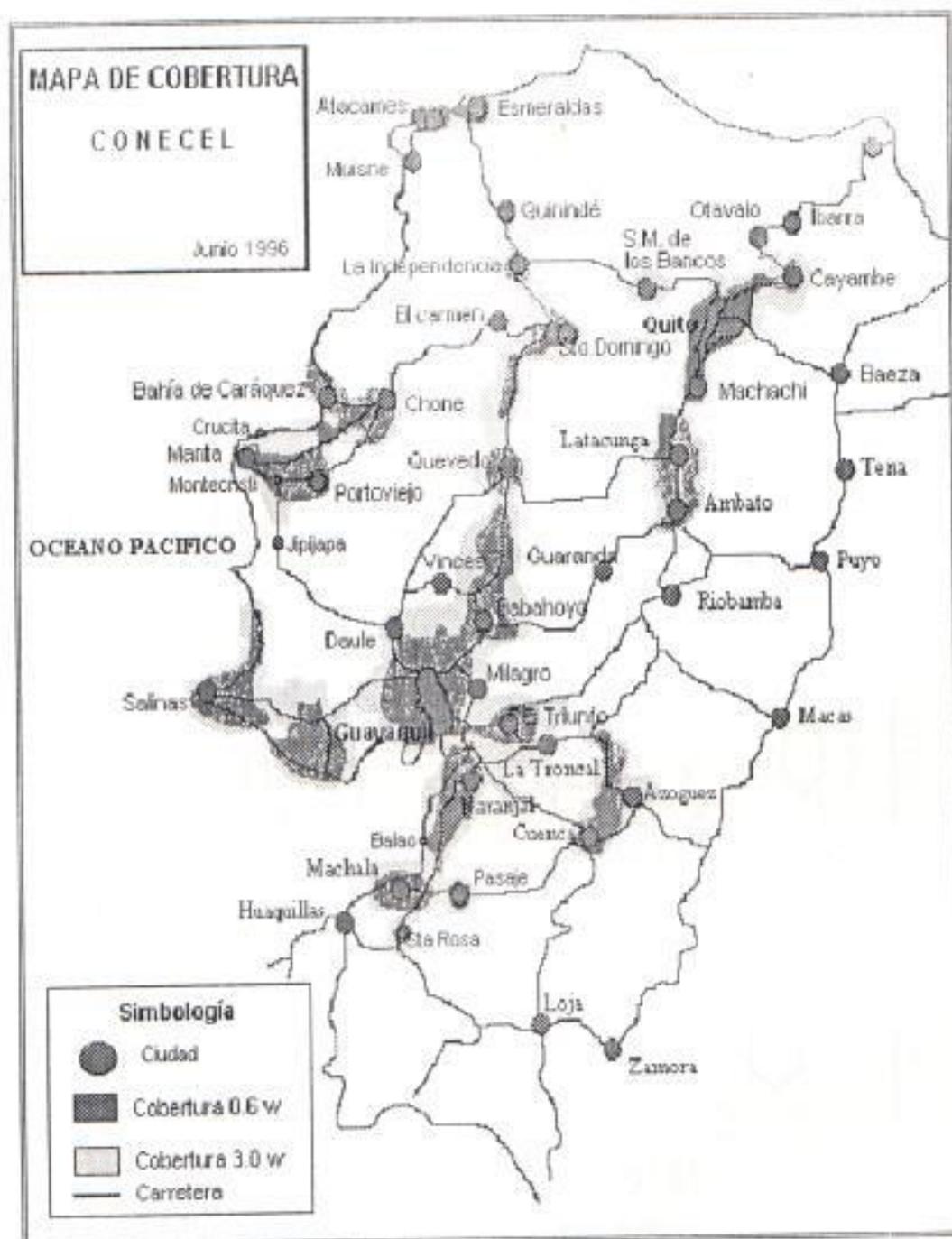


ILUSTRACIÓN V-10 : MAPA DE COBERTURA CONECEL S.A.

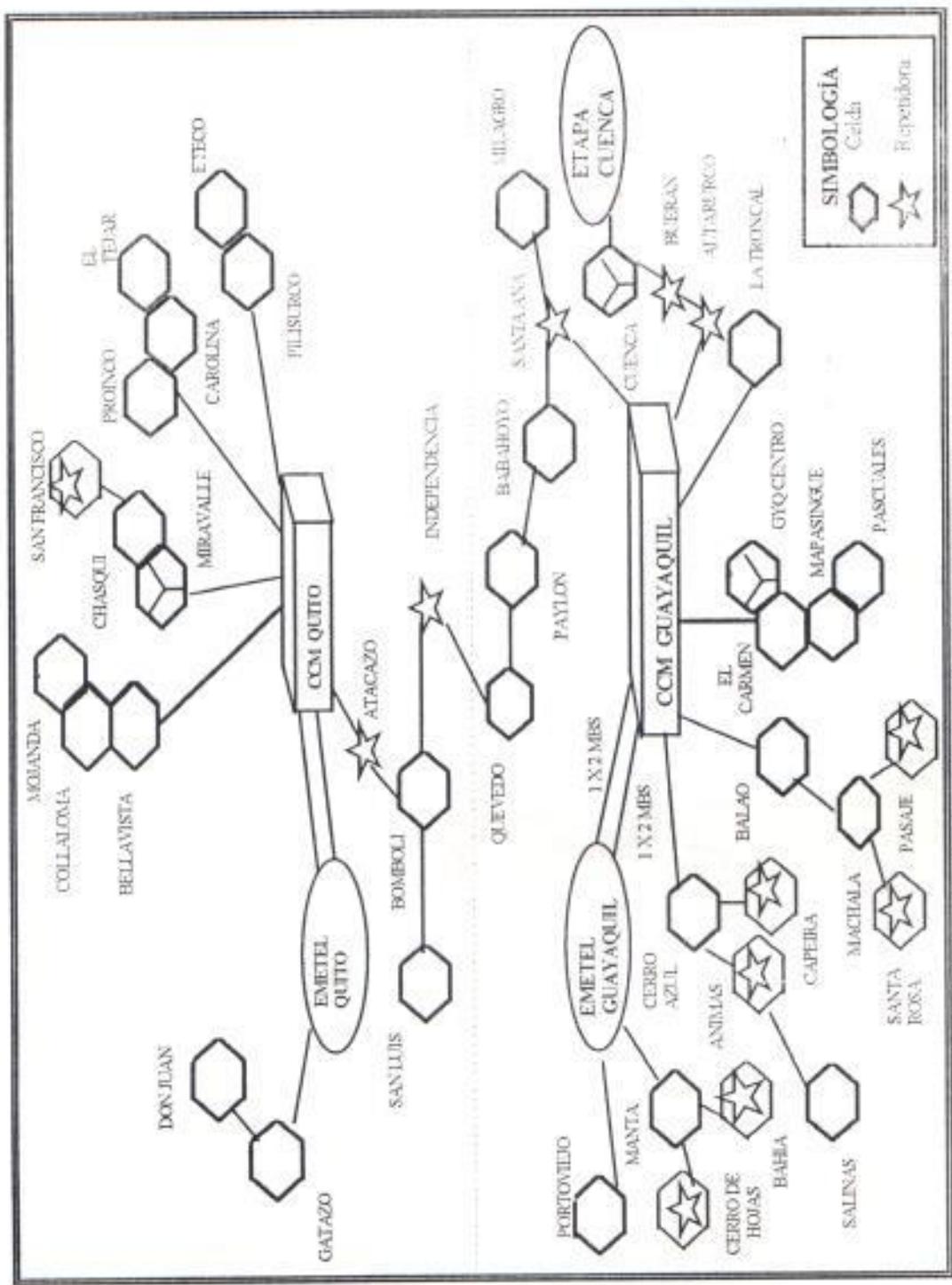


Ilustración V- 11: DISTRIBUCION DE LOS CENTROS DE CONMUTACION CONECEL S.A

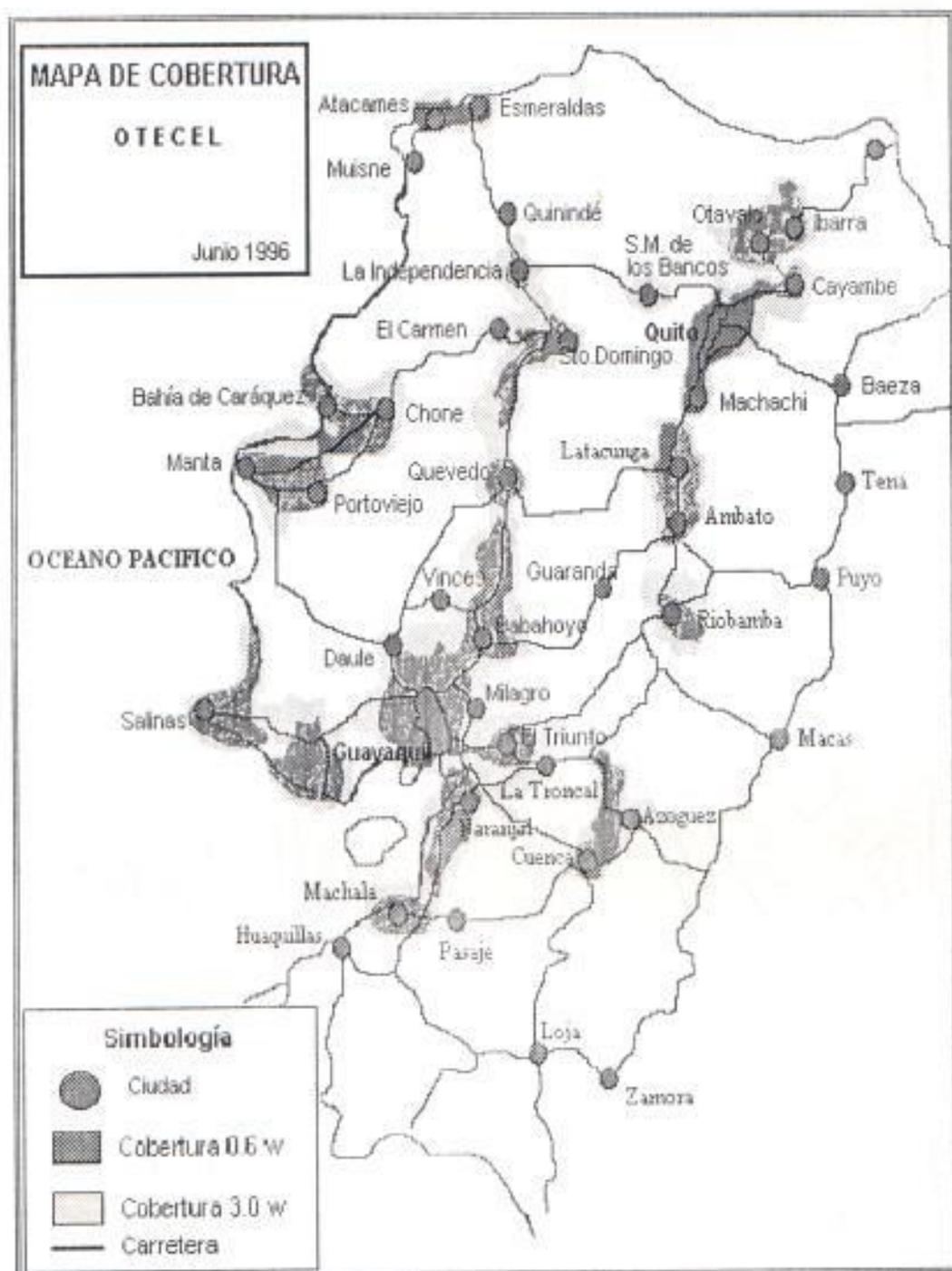


ILUSTRACIÓN V-12: MAPA DE COBERTURA OTECEL S.A.

En estos mapas de cobertura se puede apreciar que la Operadora A desplaza su infraestructura hacia la Costa en mayor proporción que la Sierra, el caso opuesto sucede con OTECEL que además cuenta con una mayor número de celdas sectorizadas, la conexión entre la CCM y las RB es a través de Microondas del orden de 2GHz o 15GHz según la distancia.

Las centrales de tránsito nacional escogidas para la interconexión con la red fija fueron en las ciudades de Guayaquil (edificio del Correo Postal) y en Quito, ambas enlazadas a los respectivos CCM de las operadoras celulares

Los diagramas esquemáticos de las ilustraciones V-11 y V-13, corresponden hasta el mes de junio de 1996 y varían según los planes de mercado de cada empresa operadora, por lo tanto es de considerar que ciertas celdas o repetidoras sufran cambios al paso del tiempo, como sectorización, reubicación o eliminación.

TRAFICO DE LLAMADAS

A) LLAMADA DE UN CELULAR A UN TELÉFONO CONVENCIONAL

El CCM (Cerro del Carmen) recibe el requerimiento de la RB correspondiente (Ej. Gye Centro) y enruta a la red de tráfico nacional de EMETEL (Edif. Correo), que a través de sus centrales internas de conmutación llega al usuario de la red fija (Ej. Central Boyacá).

B) LLAMADA DE UN TELÉFONO CONVENCIONAL A UN CELULAR

El sistema de numeración está definido para los celulares con ocho dígitos, cuyos dos primeros son 09.

EMETEL realiza un trato de llamada nacional y por lo tanto es enviada a las centrales de tránsito que están advertidas de enrutarlas hacia Quito o Guayaquil, allí el Conmutador de la red fija mediante el SID reconoce el CCM de la Operadora que corresponde la llamada.

Luego CCM comprueba el número y se encarga de buscar el móvil para iniciar el servicio de voz.

C) LLAMADA DE UN TELÉFONO CELULAR A CELULAR

A inicios del servicio de telefonía celular el proceso de llamada se realizaba en la CCM, para OTECEL y CONECEL sus usuarios tienen implementado el roaming visitante entre Quito y Guayaquil, sin embargo suscriptores de diferentes bandas debían realizar el acceso a través de la Red de EMETEL.

En la actualidad está implementado un cable de fibra entre las CCM de Guayaquil de ambas operadoras, así no es necesario el tráfico con la Central de Commutación Fija. (EMETEL)

5.6.6 SERVICIOS OFRECIDOS

	OTECCEL	CONECEL
TELEFONIA PERSONAL	CELULAR POWER	PORTACELULAR
TELEFONIA PUBLICA	PUBLICCEL	PUNTO A LO
BUSCAPERSONAS	PORTA BLEEPER
SERVICIO DE PORTADORA	CDPD

5.7 ASPECTO ECONÓMICO

5.7.1 OPERADORA

Considerando los valores en la documentación del procedimiento de concurso y autorización del servicio de Telefonía Móvil Celular, es posible justificar la cantidad mínima de capital de cada Operadora.

Tabla V-6: COSTOS INICIALES DE CADA OPERADORA CELULAR

CONCEPTO	VALOR
Inscripción concurso	10000000 sucres ≈ 4000 dólares
Autorización de operación	2000000 dólares
Garantía de seriedad	300000 dólares
Capital social mínimo	1000000 dólares
TOTAL	3304000 dólares

Además: Pago mensual por concesión, utilización de las frecuencias⁴, alquiler de casetas, antenas, energía, equipos y personal.

Tabla V- 8: CALCULO PARA LAS TASAS Y TARIFAS QUE DEBEN PAGAR LAS OPERADORAS DEL SERVICIO DE TELEFONÍA CELULAR

$\text{IMPOSICIÓN MENSUAL} = A + B + C$
<p>Componente A : 2 SMVTG* N°Canales*N°de áreas de operación. Componente B: 5 SMVTG* N°Enlaces Componente C: 0.1 SMVTG* N°Abonados Promedio del Mes</p>

**FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES
QUITO, 1996**

⁴ Las tasas y tarifas se regían por las tarifas del espectro radiofónico registro Oficial #126 del 10 de febrero de 1993

Por ejemplo en el primer mes de funcionamiento de la empresa CONECEL S.A. con las radiobases de EL Carmen y Mapasingue asumiendo que un total de 40 canales de voz se encontraban en funcionamiento.

$$A = 2 * 66.000 * 82 * 1 = 10824000$$

$$B = 5 * 66.000 * 2 = 660000$$

$$C = 0,1 * 66000 * 3750 = 24750000$$

$$\text{TOTAL A PAGAR} = 36234000$$

5.7.1.1 Plan de Tarifación

Otro aspecto importante a conocer son las normas básicas que determinan cuanto cuesta utilizar un terminal móvil. Se resumen:

Por una sola vez:

- Tasa de Garantía Móvil (reembolsable al dejar el servicio)
- Tasa de Conexión Móvil

Mensualmente:

- *Tarifa Mensual Móvil*: representa las componentes tarifarias propias del Servicio Móvil, es de valor fijo e independiente del uso.
- *Tarifa Utilización de Frecuencias*: corresponde a lo que cobra el organismo dedicado a la gestión del espectro radioeléctrico por concepto de reserva de las frecuencias correspondientes al

sistema, por lo tanto es un pago fijo y también independiente del uso

- *Tarifa Utilización Telefónica*: son los mismos que los abonados telefónicos fijos (Ej. llamadas internacionales)
- *Tiempo en el aire*: se cobra por cada minuto que el equipo se estuvo comunicando, es normalmente de aplicación tanto en llamadas salientes como entrantes (en la actualidad las llamadas entrantes son pagadas por la Operadora donde se originó la llamada)

5.7.2 USUARIO

Tabla V-7: MARGEN DE LOS VALORES A COBRAR.

CONCEPTO	VALORES INICIALES (DOLARES)
TASA DE INSCRIPCION	100-500
TARIFA BASICA	30-50
TARIFA MINUTO PICO	0.3- 0.5
TARIFA MINUTO NO PICO	0.2-0.4
TRANSFERENCIA DE LLAMADA	INCLUYE TARIF.BASICA
LLAMADA EN ESPERA	INCLUYE TARIF.BASICA
CONFERENCIA TRIPARTITA	INCLUYE TARIF.BASICA
FACTURA DESGLOSADA	2
CORREO DE VOZ	5
RESTRICCCION DE LLAMADA MARCACION ABREVIADA	3.25

FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES
QUITO, 1996

Considerando los puntos en la tarificación del servicio celular, la Superintendencia de Telecomunicaciones como ente regulador limita los valores a facturar a los usuarios por parte de las operadoras, estableciendo una tabla de tasas y tarifas⁵.

En las tablas V-10 y V-11, podemos apreciar el movimiento monetario (en sucres y dólares) que han sufrido las tasas y tarifas en el país por cobro del servicio celular a los usuarios.

⁵ Estos servicios son los mencionados por la Superintendencia en sus tablas de tasas y tarifas hasta junio'96.

Tabla V-8: RESUMEN DE TASAS Y TARIFAS (SUCRES)

MES	TASA INSCRIPCION	TARIFA BASICA	TARIFA MIN. PICO	TARIFA MIN. NO PICO	TRANSFERENCIA LLAMADA	LLAMADA ESPERA	CONFERENCIA TRIPARTITA	FACTURA DESGLOSADA	CORREO DE VOZ	EQUIVALENTE DOLAR
Mar-94	913,185.00	84,294.00	903.15	903.15	6,021.00	6,021.00	6,021.00			2,007.00
Abr-94	772,695.00	84,294.00	903.15	903.15	6,021.00	6,021.00	6,021.00			2,007.00
May-94	713,650.00	85,638.00	918.00	812.00	6,117.00	6,117.00	6,117.00			2,039.00
Jun-94	748,470.00	85,890.00	920.00	814.00	6,135.00	6,135.00	6,135.00			2,045.00
Jul-94	753,228.00	85,436.00	926.00	817.00	6,174.00	6,174.00	6,174.00			2,058.00
Ago-94	761,646.00	87,402.00	936.00	824.00	6,243.00	6,243.00	6,243.00			2,081.00
Sep-94	775,188.00	88,956.00	953.00	835.00	6,354.00	6,354.00	6,354.00			2,118.00
Oct-94	782,508.00	89,796.00	982.00	841.00	6,414.00	6,414.00	6,414.00			2,138.00
Nov-94	787,998.00	90,426.00	969.00	846.00	6,459.00	6,459.00	6,459.00			2,153.00
Dic-94	836,676.00	96,012.00	1,029.00	886.00	6,858.00	6,858.00	6,858.00			2,286.00
Ene-95	454,000.00	74,910.00	830.70	658.30	6,810.00	6,810.00	6,810.00	4,540.00		2,270.00
Feb-95	466,000.00	76,890.00	955.30	675.70	4,660.00	4,660.00	4,660.00	2,330.00	11,650.00	2,330.00
Mar-95	477,000.00	78,705.00	977.85	691.55	4,770.00	4,770.00	4,770.00	2,385.00	11,926.00	2,385.00
Abr-95	478,600.00	78,969.00	981.13	693.97	4,786.00	4,786.00	4,786.00	2,393.00	11,965.00	2,393.00
May-95	241,300.00	72,390.00	989.33	699.77	4,826.00	4,826.00	4,826.00	2,413.00	12,065.00	2,413.00
Jun-95	243,300.00	72,990.00	997.53	705.57	4,866.00	4,866.00	4,866.00	4,866.00	12,165.00	2,433.00
Jul-95	253,400.00	76,020.00	1,038.94	734.86	5,068.00	5,068.00	5,068.00	5,068.00	12,670.00	2,534.00
Ago-95	255,000.00	76,500.00	1,045.50	739.50	5,100.00	5,100.00	5,100.00	5,100.00	12,750.00	2,550.00
Sep-95	255,400.00	76,620.00	1,047.14	740.66	5,108.00	5,108.00	5,108.00	5,108.00	12,770.00	2,554.00
Oct-95	260,400.00	78,120.00	1,067.64	755.16	5,208.00	5,208.00	5,208.00	5,208.00	13,020.00	2,604.00
Nov-95	264,700.00	87,351.00	1,085.27	767.63	5,294.00	5,294.00	5,294.00	5,294.00	13,235.00	2,647.00
Dic-95	285,100.00	94,083.00	1,168.91	826.79	5,702.00	5,702.00	5,702.00	5,702.00	14,255.00	2,851.00
Ene-96	289,300.00	95,469.00	1,186.13	838.97	5,786.00	5,786.00	5,786.00	5,786.00	14,465.00	2,893.00
Feb-96	288,200.00	95,106.00	1,181.62	835.78	5,764.00	5,764.00	5,764.00	5,764.00	14,410.00	2,882.00
Mar-96	290,700.00	95,931.00	1,191.67	843.03	5,814.00	5,814.00	5,814.00	5,814.00	14,535.00	2,907.00
Abr-96	300,700.00	117,273.00	1,142.66	872.03	6,014.00	6,014.00	6,014.00	6,014.00	15,035.00	3,007.00
May-96	304,600.00	118,794.00	1,157.48	883.34	6,092.00	6,092.00	6,092.00	6,092.00	15,230.00	3,046.00
Jun-96	308,400.00	120,276.00	1,171.92	894.36	6,168.00	6,168.00	6,168.00	6,168.00	15,420.00	3,084.00

FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES

QUITO, 1996

Tabla V-9: RESUMEN DE TASAS Y TARIFAS (DOLARES)

MES	TASA INSCRIPCION	TARIFA BASICA	TARIFA MIN. PICO	TARIFA MIN. NO PICO	TRANSFERENCIA LLAMADA	LLAMADA ESPERA	CONFERENCIA TRIPARTITA	FACTURA DESGLOSADA	CORREO DE VOZ
Mar-94	455.00	42.00	0.45	0.45	3.00	3.00	3.00	3.00	
Abr-94	385.00	42.00	0.45	0.45	3.00	3.00	3.00	3.00	
May-94	350.00	42.00	0.45	0.30	3.00	3.00	3.00	3.00	
Jun-94	366.00	42.00	0.45	0.30	3.00	3.00	3.00	3.00	
Jul-94	366.00	42.00	0.45	0.30	3.00	3.00	3.00	3.00	
Ago-94	366.00	42.00	0.45	0.30	3.00	3.00	3.00	3.00	
Sep-94	366.00	42.00	0.45	0.30	3.00	3.00	3.00	3.00	
Oct-94	366.00	42.00	0.45	0.30	3.00	3.00	3.00	3.00	
Nov-94	366.00	42.00	0.45	0.30	3.00	3.00	3.00	3.00	
Dic-94	366.00	42.00	0.45	0.30	3.00	3.00	3.00	3.00	
Ene-95	200.00	33.00	0.41	0.29	3.00	3.00	3.00	3.00	
Feb-95	200.00	33.00	0.41	0.29	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00
Mar-95	200.00	33.00	0.41	0.29	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00
Abr-95	200.00	33.00	0.41	0.29	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00
May-95	100.00	30.00	0.41	0.29	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00
Jun-95	100.00	30.00	0.41	0.29	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00
Jul-95	100.00	30.00	0.41	0.29	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00
Ago-95	100.00	30.00	0.41	0.29	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00
Sep-95	100.00	30.00	0.41	0.29	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00
Oct-95	100.00	30.00	0.41	0.29	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00
Nov-95	100.00	33.00	0.41	0.29	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00
Dic-95	100.00	33.00	0.41	0.29	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00
Ene-96	100.00	33.00	0.41	0.29	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00
Feb-96	100.00	33.00	0.41	0.29	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00
MAR-96	100.00	33.00	0.41	0.29	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00
Abr-96	100.00	39.00	0.38	0.29	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00
May-96	100.00	39.00	0.38	0.29	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00
Jun-96	100.00	39.00	0.38	0.29	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00

FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE TELECOMUNICACIONES
QUITO, 1996

5.8 ANALISIS PARA UNA TERCERA OPERADORA

5.8.1 ANTECEDENTES DE MERCADO

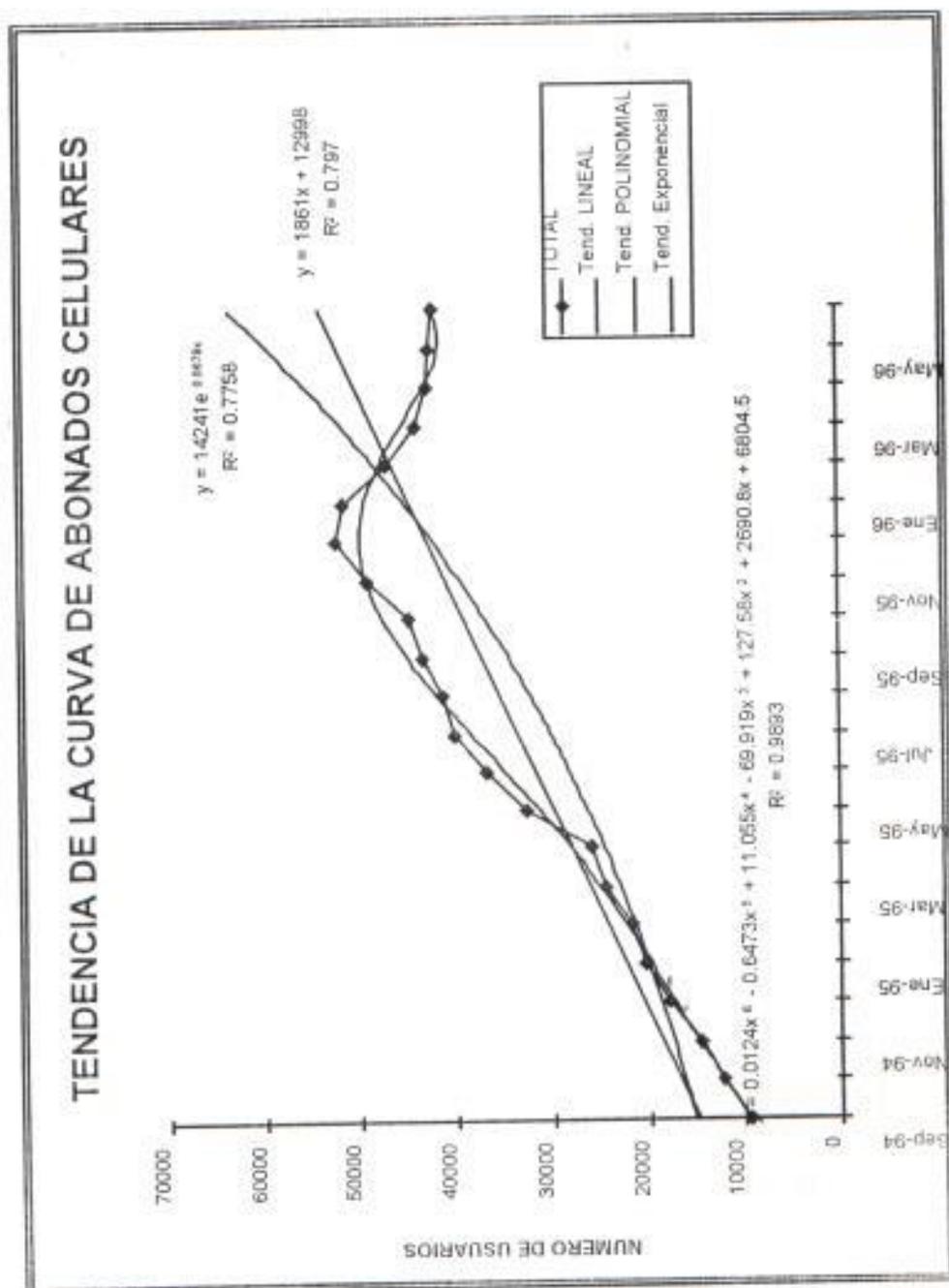


Ilustración V-14: TENDENCIA DE LA CURVA DE ABONADOS CELULARES

Tabla V-10: PROYECCIÓN DE ABONADOS CELULARES

FECHA	LINEAL	EXPONENCIAL	POLINOMIAL
Jul-96	53940	63429	42918
Ago-96	55801	67886	48521
Sep-96	57662	72655	61564
Oct-96	59523	77760	85742
Nov-96	61384	83223	125724
Dic-96	63245	89070	187293
Ene-97	65106	95328	277498
Feb-97	66967	102026	404812
Mar-97	68828	109194	579298
Abr-97	70689	116866	812788
May-97	72550	125076	1119069
Jun-97	74411	133864	1514076
Jul-97	76272	143269	2016097
Ago-97	78133	153335	2645984
Sep-97	79994	164108	3427376
Oct-97	81855	175638	4386928
Nov-97	83716	187978	5554550
Dic-97	85577	201185	6963659
Ene-98	87438	215320	8651429
Feb-98	89299	230448	10659063
Mar-98	91160	246639	13032069
Abr-98	93021	263967	15820536
May-98	94882	282513	19079436
Jun-98	96743	302362	22868919

PROYECCION DE ABONADOS CELULARES

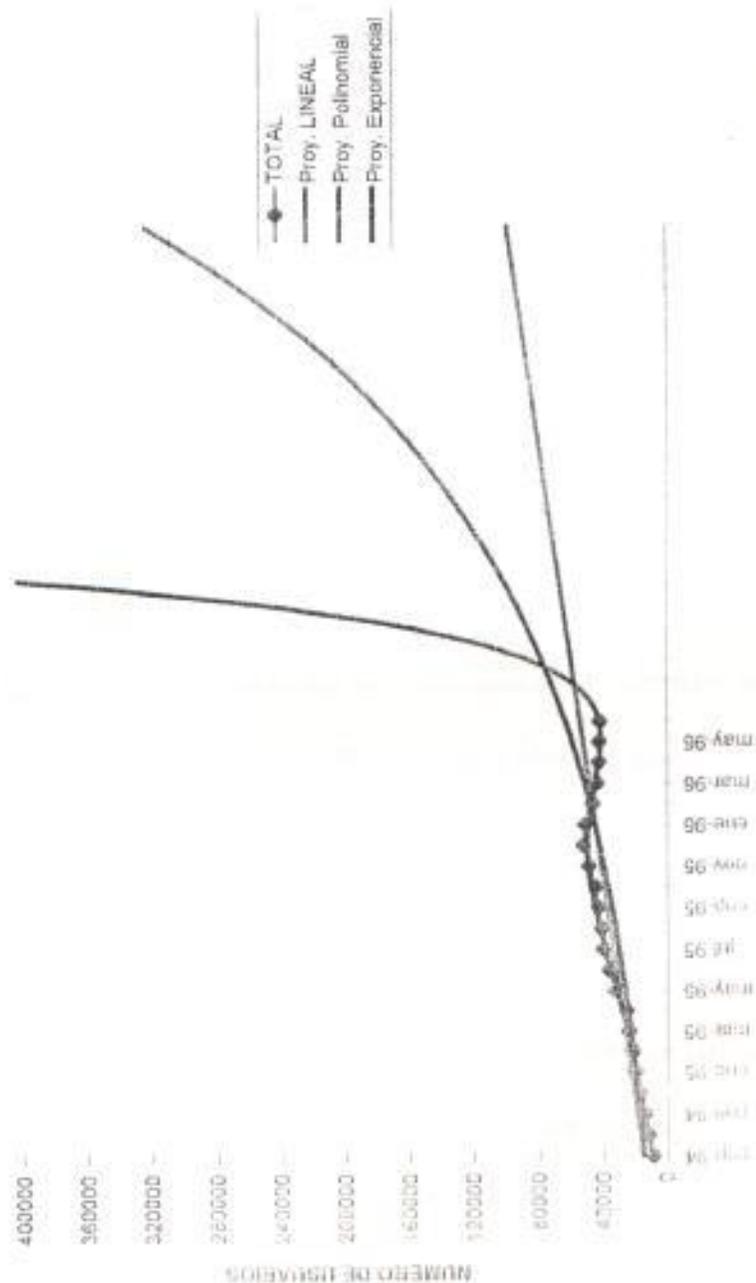


Ilustración V-15: PROYECCION DE ABONADOS CELULARES

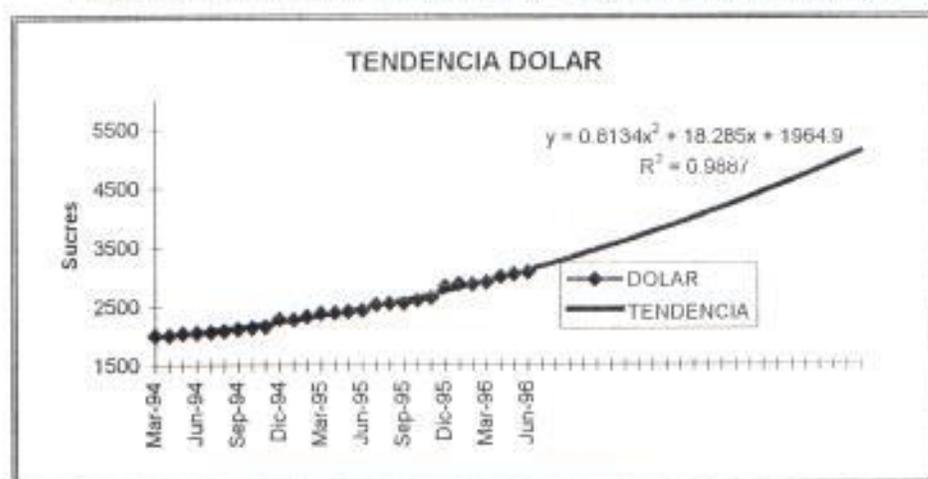
Considerando los valores finales de cada tipo de proyección, se llega a las siguientes conclusiones:

- El modelo polinomial a pesar de contar con un coeficiente de correlación superior tiene el inconveniente de disparar sus valores a cantidades de 8 cifras que en análisis deductivo más bien corresponderían a la población de nuestro país que al elevado incremento de usuarios celulares.
- El modelo lineal con una correlación del 79.7%, indica un incremento del 230% para junio de 1998, es decir prevé 96743 abonados, un mercado relativamente interesante para el ingreso de una tercera operadora considerando la competencia con las concesionarias actuales que llevan experiencia y cobertura.
- El modelo exponencial representa un crecimiento de usuarios en los próximos dos años en 717% (302362 Abonados), que puede ser cubierto por las operadoras actuales con la explotación del sistema D-AMPS pero que abre una brecha mucho más interesante para un tercer concesionario de servicio celular por el mercado a cubrir.

Esta proyección no resulta descartable por su grado de correlación 77.6% (2% menos que el modelo lineal) y en análisis deductivo por las curvas de población que son de carácter exponencial por excelencia.

Por otra parte, un factor importante que afecta a la inversión en nuestro país es la tendencia del dólar respecto a nuestra moneda, por ello es conveniente realizar una proyección de su valor en el tiempo. Así:

Ilustración V-16: TENDENCIA DEL DÓLAR RESPECTO AL SUCRE



5.8.2 ANTECEDENTES LEGALES

En nuestro país si es posible desde el punto de vista legal instalar una tercera operadora, tal como se contempla en el contrato de Adjudicación de las licencias cláusula sexta literal 6.3 y 6.4.

“El EMETEL se reserva el derecho de instalar por si mismo un STMC u otorgar autorización para la operación de otro STMC con la misma cobertura.

El EMETEL se reserva el derecho de reasignar las bandas A y B cuando la tecnología digital para telefonía móvil celular esté disponible comercialmente y suficientemente probada, con el fin de permitir la entrada

de nuevos operadores del STMC todo ello sin afectar la cantidad de canales originalmente asignados por este contrato.”

5.8.2.1 DISPONIBILIDAD DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO

Es conveniente conocer las bandas que actualmente se encuentran disponibles para aprobar o no la factibilidad de una tercera operadora celular en el país; sin embargo es de anotar lo siguiente.

1. Las operadoras actuales se enfrentaron con problemas en la “limpieza” de sus frecuencias porque se encontraban equipos militares digitales trabajando antes de la concesión celular, interferencia con los trenes de 2MB de EMETEL, y armónicos de las emisoras de radio.
2. Todo ello se logró sobrellevar, reubicando los equipos militares, y solicitando a la parte correspondiente evitar la emisión de armónicos y espurias mediante la instalación de filtros pasabanda.
3. La reasignación de frecuencias para despejar espectro radioeléctrico es incluso realizado en otros países como U. S.A. que han establecido plazos para desocupar espectro de microondas para implementar PCS/PCN.

Tabla V-11: ESPECTRO RADIOELECTRICO DE EL ECUADOR

Servicio		BANDA (MHz)
tv2-6		51-88
radio FM		88-108
tv7-13		174-216
Buscapersonas		400-500
tvcodificada		688-806
troncalizados	Tx	806-811
troncalizados	Tx	811-824
trafico A"	Tx	824.04-825
trafico A	Tx	825.03-834.36
controlA	Tx	834.39-834.99
controlB	Tx	835.02-835.62
traficoB.	Tx	835.65 -844.98
traficoA'	Tx	845.01-846.48
traficoB'	Tx	846.51-848.97
troncalizados	Rx	851-856
troncalizados	Rx	856-869
traficoA"	Rx	869.04-870
TráficoA	Rx	870.03-879.36
controlA	Rx	879.39-879.99
controlB	Rx	880.02-880.62
traficoB	Rx	880.65-889.98
traficoA'	Rx	890.01-891.48
traficoB'	Rx	891.51-893.97
troncalizados	Tx	896-898

Servicio		BANDA (MHz)
troncalizados	Tx	902-904
buscapersonas		930-932
troncalizados	Rx	932-934
troncalizados	Rx	935-937
enlaces radiobases		banda 2G
tvcodificada		2500-2686
tvcodificada		11.45-12.2 G
tvcodificada		13.75-14.5 G
enlaces radiobases		banda 16G
tvcodificada		27.5-29.5 G

Además en estas bandas se encuentran frecuencias para uso de equipo militar que por obvias razones no son disponibles de ubicar en esta tabla.

CONCLUSIONES

1. Esencialmente los sistemas de telefonía celular permiten que un gran número de usuarios compartan un número limitado de canales de uso común disponibles en una región. Además la tecnología de circuitos integrados y de microprocesadores han permitido que los circuitos de radio y lógica compleja sean utilizados en las máquinas de conmutación para almacenar los programas que proporcionan un procesamiento de llamadas más rápido y eficiente.
2. El Sistema Telefónico Móvil Avanzado AMPS y sus versiones posteriores E-AMPS y NAMPS, cuya principal diferencia es la ampliación de las frecuencias asignadas y el número de canales, por su desarrollo secuencial incluso con la versión digital permite una compatibilidad llena de ventajas para países en desarrollo porque los equipos terminales pueden seguir funcionando a medida que la ampliación del sistema se realiza, favoreciendo sin duda al usuario.
3. La capacidad del sistema NAMPS se logra reduciendo el espaciamiento entre canales a la tercera parte, y atribuyendo mayor complejidad a la señalización, podemos concluir que este puede ser considerado como un puente entre el sistema netamente analógico y el digital.
4. La tecnología celular digital se ha introducido en los diferentes campos:
 - Modulación /Demodulación: FSK a $\pi/4$ DQPSK y MDM Gaussiano
 - Codificación del Canal Vocal: Manchester a Código convolucional

- Codificación del Canal y Procesamiento digital de señales: FDMA a TDMA,CDMA
 - Canales digitales de Control y datos: SAT, ST a DSAT , DST, Canales de control común, asociados y de difusión
 - Secreto y Autenticación: Encriptación y Registros de Autenticación
5. La potencia de transmisión nominal disminuye en el paso de la primer a segunda generación, mientras que en la norma AMPS podían llegar a 1000W en los sistemas digitales el P.r.a. máximo es de 300W, esta disminución propia del cambio de tecnología además del control de potencia de las estaciones móviles y opcionalmente la de las RB, permite reducir los niveles de señal radiados, minimizando interferencias y maximizando la vida de la batería, que se traduce en mayor libertad y facilidad al usuario celular.
6. En todos los sistemas celulares el traspaso o transferencia es asistido por el móvil, obviamente el grado de participación aumenta a medida que el sistema es más complejo.
7. De la Tabla IV-4 se puede observar que el Sistema CDMA utiliza el mayor ancho de banda que se traduce en capacidad de transmisión; además ofrece menores costos de operación respecto a TDMA al requerir menor número de radiobases para cubrir un área geográfica porque cuenta con celdas de mayor cobertura, sin embargo entre sus desventajas es la complejidad en la modulación del espectro y escasa popularidad para sistemas de telefonía celular a nivel mundial sin embargo se

apunta esta tecnología como la solución a los problemas de capacidad, su introducción al mercado global es solo cuestión de tiempo, en especial por la introducción de los sistemas GMPCS que se desarrollan en base a esta tecnología especialmente.

8. La distinción principal entre CDMA y las tecnologías de banda estrecha es que en la primera de ellas muchas señales comparten el mismo ancho de banda, su potencia no se concentra en una sola frecuencia así la ganancia de tratamiento inherente al ensanchamiento de la señal de un solo usuario supera la interferencia que constituye la superposición de las señales de los otros usuarios. El límite de capacidad del sistema se alcanza cuando el nivel de interferencia es tan elevado que la relación señal/ruido de un usuario se reduce hasta el valor mínimo aceptable. Se obtiene una capacidad muy elevada mediante técnicas que incluyen al control de potencia, la codificación, la codificación vocal de velocidad variable, sistemas de recepción de rastreo capaces de combinar componentes multirayecto, el entrelazado, etc.
9. EL Sistema Digital Telefónico Móvil Avanzado más conocido como D-AMPS es creado principalmente para aumentar la capacidad y a la vez compatibilidad con un sistema ya existente, por ello operativa y técnicamente resultan ser similares al AMPS, el paso hacia un sistema digitalizado representa dos fases importantes, canales digitales es decir TDMA para los canales de voz pero trabajando con FDMA en los canales de control (norma IS-54), y luego tanto los de tráfico como control con acceso múltiple por división de tiempo (IS-136)

10. Diferencias en Procedimiento AMPS - DAMPS

PROCESO	AMPS	DAMPS
Encendido (Registro)	MIN + ESN Observa bit ocupado/libre	MIN + ESN + SOY DIGITAL Observa bit PCI (le indicará si el sistema soporta digital) canales digitales de control: (696-716) A, (717-737) B
Inicio de Llamada	CANAL XX SAT FCC (bits sincronización)	CANAL XX VENTANA Z DVCC, CDVCC (<i>Coded Digital Verification Colour Code</i>) FCC (<i>ráfagas acortadas para sincronización</i>)
Durante Transmisión	canal vocal ST SAT	canal vocal FACCH: (flash o cuelgue) SACH: (Señalización, rutina, tasas de error)

11. Respecto a las tramas o frames de transmisión de los canales, el sistema Europeo GSM, fue creado sin tomar en cuenta su dualidad con el sistema analógico, a pesar que ambas utilizan TDMA, la trama de GSM (8 time slots) es superior a DAMPS (6 time slots), que se refleja en una mayor velocidad de transmisión.

12. Con TDMA muchas conversaciones pueden compartir un portador RF, esto ahorra costo al reducir el equipamiento de infraestructura, transmisores, receptores, antenas, dúplexers, etc. Como el transmisor y receptor no tienen necesidad de operar simultáneamente, se puede emplear un único oscilador como oscilador local para receptor y transmisor. La necesidad de un dúplexer también se elimina haciendo los equipos portátiles más baratos y más livianos (se continúa necesitando para la operación analógica en el caso DAMPS)

13. Uno de los beneficios del Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) que posee el GSM y el DAMPS (IS-136) es que la radio tiene un poco de tiempo libre

durante el cual puede ir a "dormir" y ahorrar batería o/y observar la intensidad de señal de transmisores cercanos e informar los resultados a la estación base. Esto mejora la exactitud del proceso de transferencia y simplifica requerimientos de circuitos, porque al reducir la carga básica en la infraestructura, simultáneamente en equipo de receptor de barrido y sistema de señalización.

14. Las facilidades del DAMPS IS-136 permiten concluir que son semejantes a los servicios de comunicación personal PCS/PCN porque estos últimos son basados en la misma tecnología celular con la salvedad que utiliza celdas muy pequeñas (microceldas, picoceldas) para incluir en sus redes los diferentes microsistemas privados y especial atención a zonas altamente pobladas, en otras palabras es un sistema celular con otro nombre que trabaja a frecuencias más alta, por lo tanto puede contar con una mayor capacidad; si bien en Europa se le estimula para el uso móvil (recordar que DCS1800 es compatible con GSM) en Norteamérica se inclina a transmitir otras formas de información.

15. Las normas digitales de los sistemas celulares permiten desplazamiento internacional y pleno acceso a las redes fijas, mientras la norma americana presenta la facilidad de la compatibilidad con los sistemas analógicos, GSM tiene lo suyo por las bases de RDSI en la interconexión con otras redes permitiendo servicios completos de telecomunicaciones.

16. La red telefónica celular y la inalámbrica sirven al mismo propósito básico: proveer a sus usuarios acceso a la "red telefónica pública conmutada mundial" sin la limitación de una conexión fija de un par de hilos.

17. Los Sistemas de Comunicación Personal Mundial (GMPCS), es básicamente un sistema móvil satelital pero aplicado a nivel mundial para proveer múltiples servicios de telecomunicaciones a todo nivel, utilizando órbitas subgeoestacionarias, si bien desde la órbita geoestacionaria (36000Km sobre la tierra) los satélites son capaces de ver una gran parte del planeta, el radio de cobertura es una huella que generalmente cubre las principales ciudades del mundo, sin embargo en la órbita no geoestacionaria puede verse íntegramente el mundo al mismo tiempo, debido a la señal de comunicación se mueve alrededor del mismo, los satélites geoestacionario deben comunicarse mediante enlaces intersatelitales o vía estación terrena. El retardo causado por la compleja ruta de la señal es una de las razones para el nuevo desarrollo de sistemas GMPCS en lo que a tráfico de voz se refiere; además los sistemas actuales no son confiables en las altitudes altas, ya que la órbita alrededor del ecuador produce un ángulo del haz de luz en el extremo norte y sur del planeta que puede ser afectada por características topográficas o aún por construcciones altas, es decir que no son convenientes para ofrecer telefonía personal móvil mundial. Pero las limitantes sin embargo se encuentran en el desarrollo de potentes transmisores y receptores, porque afectaría al tamaño y forma del equipo portátil que el usuario se encuentra acostumbrado.

18. Las políticas internacionales para la provisión de servicios GMPCS recalcan un punto muy importante, intrínseco en cada uno de sus puntos es la liberalización de las telecomunicaciones en los países, porque económicamente (ingreso de capital extranjero y desarrollo de las empresas nacionales al limitar un servicio básico como es la voz o la transmisión de datos), técnicamente (desarrollo de punta a bajo costo operacional a consecuencia de la demanda a integrar) e incluso políticamente (facilidad de acuerdos internacionales, apertura de mercados), la implantación de un estándar móvil mundial resulta beneficioso a corto plazo.

19. Analizando las Operadoras celulares en nuestro país, como lo demuestran los gráficos de la sección 5.6, ambas han cumplido la cobertura contemplada en el contrato y se han expandido a otras zonas, de la costa y región interandina dejando sin cobertura la región Oriental, que es deducible interpretar por falta de mercado, para la inversión de equipo.

20. Respecto a las leyes y Reglamentos de Servicio de Telefonía Móvil, se presentan los siguientes puntos:

- Inestabilidad del ente regulador de las telecomunicaciones que conlleva a la improvisación de los organismos de control.
- La acertada corrección al permitir la explotación de servicios de telecomunicaciones a través de la red celular, porque sin la Reforma y el Reglamento de Interconexión de Redes, no eran factibles más servicios que los contemplados en la telefonía móvil exclusivamente.

21. La Operadora A, se extiende preferentemente en la Costa y la Operadora B en la Sierra como lo demuestran las ilustraciones V-10 y V-12, siendo la primera la de mayor mercado nacional, esto refleja la tendencia de la expansión de la red celular.

22. De los cuadros comparativos de las operadoras celulares en el Ecuador podemos decir lo siguiente:

- El Crecimiento de usuarios en las diferente regiones indican la superioridad de la operadora A en aproximadamente 5% respecto a B; que podemos atribuir a la ventaja cronológica que lleva la primera sobre la segunda, sin que ello sea considerado desleal puesto que ambas actuaron dentro del marco de licitación donde consideraban su inicio de operaciones a fecha tope de 12 meses.
- La mayor cantidad de usuarios tiene diferente concentración para ambas operadoras. Mientras OTECEL, tiene mayor porcentaje en Quito; CONECEL lo posee en Guayaquil, siendo esta última la de mayor cantidad de abonados celulares a nivel nacional.

23. A nivel de Equipos y Servicio, la red de CONECEL es mejor explotada, al presentar el servicio de buscapersonas que no posee su similar OTECEL.

24. La parte económica descrita en la sección 5.7 nos brinda una idea del capital a recuperar por las empresas celulares y las tasas que deben cancelar mensualmente. Sobre este último punto resulta un poco abstracto verificar el número de usuarios de las empresas celulares, pues el cálculo se limita a la información emitida por las

mismas operadoras a los organismos competentes que en actualidad no se encuentran equipados apropiadamente.

25. Respecto a los usuarios, si bien existe regulación en el cobro de sus planillas, se puede concluir que este más bien resulta beneficiado por las leyes económicas de oferta y demanda, al producirse un decremento progresivo de las tarifas telefónicas, tal como lo demuestra la tabla V-10, por lo tanto una tercera operadora deberá sobre todo proveer costos operativos menores.
26. Desde el punto de vista legal, es posible la incursión de una tercera operadora de servicio telefónico móvil en el país dentro de los 15 años de concesión de las operadoras actuales, por el derecho de explotación del servicio que EMETEL S.A. (antiguo IETEL) posee, sin embargo el estudio de mercado no brinda resultados favorables porque en estos momentos el problema del Ecuador es cobertura, y no capacidad, considerando que aún falta por explotar las ventajas del DAMPS IS-136.
27. Analizando el Registro Oficial 126, Pág. 26 (Anexo#7 Pág. 223) referente a la tarifa Parcial "C", menciona a: "0.1 SMVTG* N°de estaciones del sistema de servicio de telefonía móvil celular", para la Superintendencia de Telecomunicaciones como se representa en la tabla V-8 constituyen el número promedio de abonados, mientras que las operadoras advierten que corresponde al número de estaciones base. Revisando las definiciones de los documentos anteriores al R.O.#126 no existe el término antes mencionada, sin embargo a partir

del 11 de Octubre de 1996 R.O.#44 en el literal 9 de las definiciones se aclara que: "...son las estaciones radioeléctricas...", por lo tanto la controversia se aclara a favor de las Operadoras; de manera personal considero que mientras más dinero se busca obtener de las concesionarias, el precio del servicio para el usuario final se eleva o no empieza disminuir como producto de las leyes del mercado y competencia.

28. Realizando la comparación de los sistemas celulares con la disponibilidad del espectro radioeléctrico en el Ecuador (Tabla: V-13) se sugiere:

- La banda correspondiente a sistema GSM se encuentra ocupada por los servicios troncalizados, por lo tanto resulta imposible su implementación ya que la reubicación de los mismos no se justifica, existiendo la banda AMPS separada para propósitos celulares, en nuestro país, sin embargo (de legalizarse la conexión con la red conmutada) representarían estos sistemas una fuerte competencia al servicio de telefonía móvil.
- La Operación de un sistema con CDMA es factible, y resultaría lo más conveniente en el caso de un tercera operador celular, porque su radio de cobertura es el más económico (ahorra número de estaciones radiobases) y por lo tanto lograría el menor costo operacional, sin embargo en el reglamento del servicio de telefonía móvil, es sus definiciones no es posible más de un operador por banda (A y B), e incluso después del período de concesión, se debe continuar con los equipos que hasta la fecha dejara su antecesora, por lo

tanto el uso de CDMA aparentemente no es posible en sistemas celulares para nuestro país.

- La banda para PCN/PCS se encuentran disponibles, pero el riesgo de una inversión para este tipo de sistemas es muy grande considerando las operadoras celulares pueden ofrecer iguales servicios.
- Los GMPCS en cambio presentan variantes más atractivas (servicios satelitales), existen las frecuencias libres y es conveniente la política de mantenerlas separadas a la espera de un futuro no muy lejano convertirnos en una entrada que brinde las facilidades de integrar (como sistema propio o extensión celular) las regiones Oriental e Insular, la totalidad de la Costa y Sierra ecuatoriana en la revolución de las telecomunicaciones móviles.

29. Un factor importante que debemos considerar es que el servicio de telefonía celular (y más formas de transmisión a través de su red) responden más que un elitismo a una necesidad del hombre moderno como solución a la imposibilidad de comunicarse cuando se encuentra en movimiento, por ello la incursión de otras operadoras o de servicios de comunicación personal, es el resultado del desarrollo de la tecnología mundial al servicio de todos los pueblos, en forma especial de los países en vías de desarrollo como el nuestro, que se ven favorecidos por la inversión, la integración y precios reducidos en los terminales por los mercados de escala.

GLOSARIO

- **AGC** (*Automatic Gain Control*)
Control de Ganancia Automática
- **AGCH** (*Access Grant Channel*)
Canal de Gran Acceso
- **AMPS** (*Advanced Mobile Phone Service*)
Servicio avanzado de Telefonía Móvil. Sistema que opera en la banda de frecuencia de 800 Mhz. y es usada por la mitad de los subscriptores de todo el mundo.
- **AUC** (*Autentical Unit Centre*)
Centro de Autenticación
- **ARQ** (*Arhitec Request Question*)
Es el protocolo que se basa en la repetición de los mensajes cuando estos no han sido recibidos correctamente, es uno de los más sencillos de implementar.
- **AREA DE COBERTURA**
Area geográfica en la cual el móvil recibirá satisfactoriamente la tasa de señal/ruido en ambos enlaces, hacia adelante y el de retorno.
- **BANDAS DE GUARDA**
Es la porción de frecuencias de separación que existe entre un canal y otro al utilizar FDMA
- **BCCH** (*Broadcast Control Channel*)
Canales de Control general (Canales de difusión), estos pueden ser :
SCH : Canales de sincronización
FCCH: Control de Frecuencia
- **BER** (*Bit Error Rate*)
Tasa de error de bit. Numéricamente igual al número de bits erróneos divididos por el número total de bits.
- **BLANK @ BURST** (*"blanco y ráfaga" ó "señal y ráfaga"*)
La pre-emption de un canal de una entrada de frames en el canal de tráfico primario para tráfico de señalización o secundario
Este proceso da prioridad a una o más tramas de tráfico y sustituye el mensajes de señalización.

- **BLOQUEO (*Blocking*)**
Falla del sistema de telecomunicación para proveer servicio en respuesta a una llamada de atención.
- **BROADCAST PAGING (*Búsqueda General*)**
Es el mensaje de búsqueda que es transmitido por los canales de control de todas las celdas. Permite mensajes como reportes de tráfico a usuarios de determinadas celdas.
- **BPS (*Bits per second*)**
bits por segundo
- **BSC (*Base Station Control*)**
Estación Base Controladora. Maneja las fuentes de radio por uno o mas BTSs
- **BTS (*Base Transceiver Station*)**
Estación Base Transceptora. La principal función es la transmisión o recepción del subsistema Estación Base.
- **CANAL DE RADIO**
Puede ser pensado como una porción limitada de frecuencias de radio la cual es temporalmente localizada para un propósito específico como una llamada telefónica.
- **CANAL DE ACCESO**
Es un canal de comunicación de retorno usado por la estación móvil para comunicarse a la estación base cuando no tienen asignado un canal de tráfico.
- **CANAL DE BUSQUEDA ANALOGICO**
Un canal de control análogo hacia adelante que es usado para la búsqueda de móviles y envío de ordenes.
- **CANAL DE VOZ ANALOGICO**
Un canal sobre el cual una conversación de voz ocurre y sobre el cual breves mensajes digitales pueden ser enviados desde la estación base a la estación móvil o viceversa.
- **CCCH (*Channel Control Common*)**
Canales de control Comunes. Pueden ser:
RACH: Canales de acceso directo
AGCH: Canales de gran acceso
PCH: Canales de interrogación

- **CCM (Centro de Conmutación Móvil)**
También llamada MSC (Mobile Switching Center) o MTX, es un equipo diseñado para proveer servicios de interconexión a una cantidad de estaciones subscriptoras inalámbricas, y con la red pública fija de una o varias estaciones móviles.
- **CDMA (Code Division Multiple Access)**
Método de Acceso Múltiple por División Codificada. Técnica para las comunicaciones digitales de espectro ensanchado que crean canales a través del uso de ondas portadoras parecidas al ruido
- **CDPD (Cellular Digital Packet Data)**
Sistema de comunicación celular digital por paquetes de datos, es una tecnología que surge en 1992. La red CDPD está diseñada para operar como una extensión de las redes existentes, es una conexión sin cable, de múltiples protocolos y servicios de redes "peer" compatible a las aplicaciones existentes y permite desarrollo de nuevas; el medio usado consiste en canales de radio AMPS.
- **CDR (Call Detail Record)**
Récord de llamadas detalladas
- **CDVCC (Coded Digital Verification Colour Code)**
Código Digital de verificación de código de color. Es una palabra de 8 bits transpuesta a cada ventana de tiempo y realiza las funciones del SAT.
- **CELDA (Cell)**
Libremente una o más localizaciones de estaciones base. Ellas pueden servir con diferentes sectores angulares, frecuencias o ambos.
Cell Site
Localización física de un equipo de radio y soporte de sistema. Este término es también usado a referirse al equipo localizado en el sitio de la celda
- **CEPT**
Conferencia de Administraciones Postales y de Telecomunicaciones Europeas. Establece muchos de los estándares europeos para las telecomunicaciones.
- **CGSA (Celular Geographic Service Area)**
Área Geográfica de Servicio Celular. En el contexto utilizado se refiere a las áreas que una CCM presta servicio.
- **CLASES DE ESTACIONES MÓVILES (Mobile station Class)**
Un código que define la estación por la potencia máxima de transmisión, puede ser también por operación, capacidad y dualidad del equipo.

- **CLUSTER (Grupo)**
Conjunto de Celdas que se agrupan para la planificación de la reutilización de frecuencias pueden ser de 4,7,12,21.
- **CODEC (Codificador / Decodificador)**
Es un chip de integración a gran escala (LSI) diseñado para su uso en la industria de telecomunicaciones que realiza la codificación y decodificación de PCM (codifica datos digitales como datos analógicos, frecuentemente usado en el contexto de voz. Ahora se les conoce como chips combo.
- **CODIGO CONVOLUCIONAL**
Es un código de corrección de errores que es generado por una división finita del campo de la secuencia de datos, considerados como una extensión polinomial de una campo finito, por un generador polinomial. Semejante a una división
- **CTIA (Cellular Telecoms Industry Association)**
Asociación de industriales de las Telecomunicaciones Celulares.
- **D-AMPS (Digital Advanced Mobile Phone Service)**
Complementa el mismo standard AMPS desarrollado con standard digital el cual opera en la misma área de espectro en la banda de 800 Mhz, la ventaja de ello es que la introducción de D-AMPS es fácilmente de acoplar en la red analoga, además terminales de modo dual analogo/digital son desarrollados, permitiendo al operador incluir bases transceivers de ambos sistemas en sus redes utilizando la misma estación base. Los canales digitales pueden fácilmente operar en un número de canales y convivir con los análogos sin que esto cause disturbios en el nivel de servicio. Esta migración lenta de analogo a digital permite al operador de red escoger la velocidad y tiempo de su transición.
- **dBc:** La tasa en dB de la potencia de una señal
dBm: Potencia medida en dB relativa a un miliwatt
dBW: Potencia medida en dB relativo a un Watt
- **DCC (Digital Colour Code)**
Código Digital de Color
- **DCCH (Channel Control Dedicated)**
Canales de Control Dedicados, usados para transmisión de información de control digital de una estación base a un teléfono móvil o viceversa. Pueden ser
SDCCH: Canal de control dedicado fijo
FACCH: Canal de Control Asociado rápido
SACCH: Canal de Control Asociado lento

- **DOPPLER SHIFT** (*Efecto Doppler*)
Efecto que causa un cambio en la frecuencia recibida cuando hay relativo movimiento entre la estación base y el móvil
- **DECT** (*Digital Europeo Communication Telecommunication*)
Sistema de Telecomunicaciones Digital sin hilo Europeo
- **DQPSK** (*Diferencial Quadratura Phase Shift Keying*)
También conocido como Digital QPSK, es una técnica de modulación angular de amplitud constante donde es posible 4 fases de salidas diferente para una sola frecuencia por lo tanto los datos de entrada binarios se agrupan en 2 bits.
- **DSAT** (*Digital Supervisory Audio Tone*)
Supervisor de Tono de Audio Digital
- **DSI** (*Digital Slot Interchange*)
Time slot intercambiable
- **DST** (*Digital Signal Tone*)
Tono de Señal Digital
- **DVCC** (*Digital Verifiacion Colour Code*)
Código Digital de Verificación de Color
- **E- AMPS** (*Extended Advanced Mobile Phone Service*)
Servicio Extendido de Telefonía Móvil Avanzada
- **EFICIENCIA DE TRONCALIZACION**
Es el porcentaje de utilización de un canal
- **EIA** (*Asociación de Industriales Electrónicos*)
Es una organización de USA que establece y recomienda estándares industriales.
- **ERLANG**
Unidad de dimensión del la intensidad de tráfico telefónico, es numéricamente igual al tiempo de llamada sobre el tiempo de espera.
- **ERP** (*Effective Radiated Power*)
La potencia de transmisión multiplicada por la ganancia de antena referida a un dipolo de media onda.
- **EIR**
Registro de identidad de Equipos.

- **EIRP (*Effective Isotropic Radiated Power*)**
Potencia Isotrópica Radiada Efectiva. la potencia de transmisión multiplicada por la ganancia de la antena referida a un radiador isotrópico ideal. EIRP es tan largo que ERP en la misma dirección para una ganancia de un dipolo ideal relativo a radiador isotrópico cual es 2.1 dB
 - **ESN (*Equipment / Electronic Serial Number*)**
Número de Serie Electrónico / del equipo) es un número binario de 32bits, permanente y único dado a la unidad durante su fabricación.
 - **ESTACIÓN BASE (*Base Station*)**
Es una estación fija usada para comunicación con las estaciones móviles; dependiendo del contexto, el término estación base puede referirse a una celda, a un sector en el interior de una celda, un MSC u otra parte del sistema celular.
 - **ESTACION MOVIL (*Mobile Station*)**
Es una estación subscriptora celular
 - **E-TDMA (*Enhanced Time Division Multiple Access*)**
Método de Acceso Múltiple por División de Tiempo Mejorado; un canal permite usuarios múltiples a través de un time slots intercambiable DSL
 - **ETSIT (*European Telecommunications Standards Institute*)**
Instituto Europeo de Standard en Telecomunicaciones
 - **FACCH (*Fast Associated Control Channel*)**
Canal de control asociado rápido
 - **FADING (*Desvanecimiento*)**
Atenuación de la señal de un transmisor por objetos físicos
 - **FCC(*Federal Comunicacion Comision*)**
Comisión Federal de Comunicación
 - **FCCH (*Frequency Correction Channel*)**
Canales de Corrección de Frecuencia
 - **FDMA(*Frequency Division Multiple Access*)**
Método de Acceso Múltiple por División de Frecuencia.
- FER (*Frame Error Rate*)**
Tasa de Errores de frame es la tasa de frame errados sobre el numero total de frames enviados.

- **FLASH DE ORQUILLA**

Es el tono de señalización ST de 400 ms que la estación móvil envía al sistema para solicitar servicios adicionales.

- **FRAME (Paquete)**

Un grupo de bits que forman un bloque de datos elemental y que es enviado a través de un canal de comunicación.

- **FSK (Frequency Shift Keying)**

Desplazamiento en frecuencia. FSK binario es una forma de modulación angular de amplitud constante, similar a la modulación en frecuencia convencional, excepto que la señal modulante es un flujo de pulsos binarios que varía, entre dos niveles de voltaje discreto, en lugar de una forma de onda analógica que cambia de manera continua.

- **FVC (Forward Voice Channel)**

Canal Vocal hacia Adelante

- **GANANCIA DE DIVERSIDAD**

La diversidad sugiere que hay más de una ruta de transmisión o método de transmisión disponible entre transmisor y receptor, cuando se refiere a ganancia de diversidad significa el incremento de confiabilidad del sistema ejemplo : Analógicos, áreas abiertas 4 db, Analógicos áreas urbanas 6 db

- **GMPSK (Gaussian Minimum Phase Shift Keying)**

El PSK es similar a la modulación en fase convencional, excepto que con PSK la señal de entrada es una señal digital binaria y son posibles un número limitado de fases de salida.

- **GPS (Global Positioning System)**

Es un satélite gubernamental US basado en sistemas de radionavegación capaz de proveer continuamente información sobre posición, velocidad y tiempo a los usuarios.

- **GRADO DE SERVICIO**

Es la probabilidad de congestión del sistema, es el porcentaje de llamadas que no puede completarse por falta de recursos (canales) para establecerlas (congestión) valor aceptable 2 a 5%

- **GSM (Global System for Mobile Communications)**

Nació con la idea de ser un standard común para toda Europa, creando de esa manera un mercado potencialmente alto para aplicar la economía de escala. Provee de "roaming" internacional (es decir la habilidad de usar el mismo teléfono en

diferentes países), de un alto nivel de calidad de voz y seguridad; y la posibilidad de futuros avances, es un standard digital y trabaja en la banda de 900 Mhz.

- **GUARDA DE TIEMPO**

Es la separación e las ventanas de tiempos (time slots).

- **HLR (Registro de Localización Residentes)**

Base de datos en una red de comunicación inalámbrica que contiene información y perfil de usuarios para el sistema de subscriptores.

- **ÍNDICE DE ÁREA DE COBERTURA**

Es el ruido máximo admisible en la comunicación, el cual se debe definir para calcular o relevar la mencionada Area de Cobertura

- **INMARSAT**

Organización Internacional de Telecomunicaciones Maritimas por Satélite; Fue el primer sistema móvil civil que ofreció cobertura mundial para suministrar comunicaciones aeronáuticas

- **IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*)**

Un método de identificación de estaciones en el servicio móvil definidos con la especificación ITU-T Recomendación E 212.

- **IMTS (*Improved Mobile Telephone Service*)**

Servicio de Telefonía Móvil Avanzada

- **ISDN (*Integer System Digital Network*)**

Red Integrada de Servicios Digitales

- **ISI (*Inter symbol Interference*)**

Interferencia Intersímbolo

- **IS95**

Norma CDMA para sistema celular basada en esta tecnología.

- **ITU (*International Telecommunication Union*)**

Es la mayor organización mundial por la cal los gobiernos y el sector privado de las telecomunicaciones privadas coordinan el establecimiento y operación de los servicios y redes de comunicación. Es responsable por la regulación y desarrollo de las Telecomunicaciones así como también la armonización de las políticas nacionales.

- **JAIMMING**
En los sistemas celulares se utiliza este efecto para rechazar el bloqueo de las transmisiones.
- **LAYERING**
Un concepto estructural de los protocolos de comunicaciones. Una capa está definida en términos de su protocolo de comunicación a un punto de la capa en otra entidad y los servicios que provee a la siguiente capa en su propia entidad.
- **MAHO (Mobile Assisted Hand Off)**
Móvil asistente de transferencia, significa que el inicio de la transferencia está basada en la medida de la calidad de señal realizada por la estación móvil y reportada a la estación base.
- **MANCHESTER**
Tipo de Codificación en que cada celda de bit se divide en dos partes. La primera mitad contiene el complemento del valor del bit y la segunda contiene el valor real. Este código asegura que ocurra una transición de señal en cada bit.
- **MÉTODO DE ACCESO MÚLTIPLE**
Es la definición de como el espectro de radio está dividido
- **MIN (Mobile Identity Number, Número de Identificación del Móvil)**
Número de 34 bits que es la representación digital de un número de 10 dígitos asignado a una estación móvil
- **MULIPATH (Múltiples Caminos)**
Retardo de tiempo entre dos o más señales cuando arriban en diferente tiempo por reflexión.
- **MULTIPLEX**
Enviar varias señales por un solo canal.
- **NAM (Number Assignment Module)**
Módulo de asignación numérica. Serie de parámetros relacionados con el MIN guardados en la estación base.
- **NAMPS (Narrow Advanced Mobile Phone Service)**
AMPS de banda angosta
- **NMT o NMTS (Nordic Mobile Telephone System)**
Fue desarrollado por los laboratorios Bell en Estados Unidos. Fue el primer sistema celular análogo comercial los sistemas de Austria, Bélgica, España,

Francia, Holanda, Luxemburgo, Suiza, Noruega, Dinamarca, Finlandia y Suecia. Inicialmente conocido como NMT-450 porque trabajaba en esta banda (450 Mhz), luego al saturarse se amplió a 900 Mhz, aunque ha surgido una variación del primero con una separación de canales de 20 khz y el uso de un compresor-expansor silábico.

- **LPD (*Low Detection*)**
Baja Posibilidad de Detección
- **OMT (*Overhead Message Train*)**
Tren de mensajes generales
- **OSI (*Open Systems interconnection*)**
Un programa internacional (sistemas abiertos) de estandarización para facilitar la comunicación entre diferentes fabricantes de equipos, las capas de un sistema OSI son de mayor a menor jerarquía: Aplicación, Presentación, Sesión, Transporte, Red, Control de Enlace de Datos y Física
- **PAGING**
Acto de búsqueda ala estación móvil para entregar una llamada.
- **PCH (*Paging Channel*)**
Canal de Interrogación
- **PCI (*Protocol Compatibility Indicator*)**
Protocolo Indicador de Compatibilidad
- **PCM (*Pulse Code Modulation*)**
Modulación de Pulso codificado. PCM es un sistema binario; un pulso o ausencia de pulsos, dentro de una ranura de tiempo prescrita representa ya sea una codificación lógica de 1 ó 0.
- **PCS/PCN (*Personal Communication System/Personal Communication Networks*)**
Servicios de comunicación personal/ Redes de Servicios personales
- **PDC (*Personal Digital Celular*)**
Creado en Japón y primeramente conocido como JDC (Japan Digital Cellular), las especificaciones permiten operar a 2 bandas de frecuencias 800Mhz y 1,5 Ghz. Se basa en la tecnología TDMA usada por GSM y D-AMPS.
- **PROTOCOLO**
Es un procedimiento para el intercambio de mensajes entre los diferentes nodos de una red, en este caso con las diferentes estaciones base y CCM.

- **PUNTO DE BALANCE**

Punto en el que el nivel de recepción en el terminal es igual al nivel de recepción en la RBS, up link (el enlace en el sentido móvil-RBS), down link (el enlace en el sentido del RBS-móvil)

Se asume que la sensibilidad de los terminales y las RBS son iguales; que la degradación de la sensibilidad por ruido (man made noise) no afecta el balance el multiacoplador de la RBS es transparente que se usa diversidad misma ganancia de antenas de tx y rx

- **PWIND (Pan american Wireless Infrastructure División)**

División Panamericana de Infraestructura Inalámbrica.

- **RACH (Random Access Channel)**

Canal de Acceso Aleatorio

- **RADIO MOVIL**

Fue usada desde 1921 cuando el Departamento de Policía de Detroit utilizó un sistema de radio móvil que operaba una frecuencia cercana a los 2 Mhz.

- **RCC (Reverse Control Channel)**

Canal de Control de retorno o hacia atrás

- **RDSI (Red digital de Servicios Integrados)**

Red propuesta por las compañías de teléfonos más importantes en conjunto con el CCITT con la intención de proporcionar un apoyo de telecomunicaciones mundial de información de voz datos vídeo y facsimile dentro de la misma red.

- **ROAMING**

Servicio de abonado visitante. constituye una estación que opera en un sistema celular que no es su sistema hogar (home system), es decir en aquel que realizó la suscripción.

- **RTMS (Service Italian de Radiotelephonie)**

Empresa Telefónica de servicio móvil de Italia.

- **RVC (Reverse Vocal Channel)**

Canal Vocal de retorno

- **SACCH (Slow Asociation Control Channel)**

Canal de Control Asociado Lento

- **SAT (Supervisory Audio Tone)**

Tono Supervisor de Audio

- **SCC** (*Sat Colour Code*)
Código de color del SAT
- **SCH** (*Synchronisation Channel*)
Canal de Sincronización
- **SCM**
(Ver Clases de Estaciones Móviles)
- **SDCCH** (*Stand Alone Dedicated Control Channel*)
Canal de Control dedicado fijo
- **SUBCAPA MULTIPLEX**
Una de las capas conceptuales de los sistemas que multiplexan y demultiplexan tráfico primario, secundario y señalización. Esta capa reside entre las capa física y la de enlace en los protocolos de pila conceptuales.
- **SEND** (*Envío*)
Tecla que todo teléfono celular posee para iniciar con ello el proceso de comunicación.
- **SINAD**
Tasa de distorsión señal/ruido a distorsión por ruido, usualmente es medida en decibelios.
- **SID** (*System Identification, Identificador del Sistema*).
Es un número de 15 bits de longitud, de los cuales 14 son transmitidos por la estación base.
- **SIM** (*Subscriber Identity Module*)
Módulo de Identidad del Subscriptor. Elemento desenchufable de los móviles GSM, también llamado Módulo de identidad del Abonado (MIA).
- **SMR** (*Specialized mobile radio*)
Servicios especializados de radio móviles, portador satelital experimentando en sistemas de seguimiento vehicular.
- **SNR** (*Signal to Noise Ratio*)
La energía por bit dividida para la densidad espectral de la potencia de interferencia es usualmente medido en dB.
- **ST** (*Signalling Tone*)
Tono de señalización, de 10000Hz

- **TACS** (*Total Access Coverage Service*)
Es un estándar derivado del AMPS pero opera en el rango de frecuencia de 800 y 900 Mhz. Fue primeramente implementado en Reino Unido, luego en Irlanda, Grecia, China, Hong Kong, Singapur y el medio Este, una variación de TACS fue usado también por el celular analógico en Japón. Se basan en una separación entre canales de 25 KHz en vez de 30 KHz como en AMPS.
- **TDMA** (*Time Division Multiple Access*)
Método de Acceso Múltiple por División de Tiempo. Separa las señales utilizando intervalos o ventanas de tiempo para cada señal como medida de seguridad.
- **TELEDESIC**
Sistema satelital propuesto por Bill Gates (Microsoft) junto con Craig McCaw (McCaw Cellular) que tiene su mercado a usuarios de computadoras personales porque se centra en la transferencia de datos a altas velocidades que de proveer servicios telefónico móvil, lo constituirían un número mayor de satélites que el sistema Leos, proveerá servicios de multimedia y se espera para el 2001.
- **TIME SLOTS** (Ventanas de Tiempo)
Bloques de transmisión en TDMA.
- **TRANSFERENCIA O TRASPASO** (*Handoff ó Handover*)
El acto de transferir el control de un móvil desde una estación base a otra.
- **TRUNKING** (*Troncalizados*)
Sistemas en los cuales se asigna, en forma automática un canal de comunicación de entre un grupo de canales disponibles, durante toda la duración de una llamada.
- **VMAC** (*Voice Mobile Attenuation Code*)
Código de atenuación de voz del móvil.
- **WARC**
Conferencia Mundial de Administración de radio

BIBLIOGRAFIA

1. Bates Regis J., Wireless Networked Communications, editorial: McGraw-Hill, Inc., 1994
2. Leive David M., GMPCS, <http://www.itu.int/pforum/gmpcs-e.htm>, 1996
3. Berruti Juan A. Ing., Seminario: Sistemas de Telefonía Móvil Celular, INCAITEL, 1993
4. Hernando Rábanos José María, Trasmisión por Radio, editorial: McGraw-Hill, Inc., 1990
5. UIT, Recomendaciones UIT R-1073 y UIT R-1087, <http://itu.ch/publications>, 1994
6. UIT, Asuntos de política y reglamentación planteados por la introducción de las comunicaciones móviles mundiales por satélite (GMPCS), Foro Mundial de Política de las Telecomunicaciones, 24 de Octubre de 1996
7. Varios Autores, Telefonía & Comunicaciones, Revista N°12, Ediciones: PRESS ONDA, 1995
8. Varios Autores, Recommended Minimum Standards For 800 Mhz Cellular Subscriber Units Eia/Is-19-B, Ediciones: ELECTRONIC INDUSTRIES ASSOCIATION, 1988
9. Varios Autores, Bases del Concurso CD/TC 92-01: Selección de Compañías para la prestación del Servicio de Telefonía Móvil Celular, Fuente: Superintendencia de Telecomunicaciones, 1992
10. Varios Autores, Actualidades de la UIT, fuente: Departamento de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, ediciones: 5/96, 6/96, 7/96, 8/96, 10/96.
11. Varios Autores, Registros Oficiales de la República del Ecuador, números: 996 del año 1992; 126, 179 y 311 del año 1993; 770 del año 1995 y 44 del año 1996.
12. Wayne Tomasi, Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Segunda Edición, editorial: PRENTICE HALL HISPANOAMERICANA, S.A., 1994