

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TESIS DE GRADO

*“Estudio de la factibilidad y diseño de un sistema de
conmutación de paquetes sobre red celular, CDPD”*

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO EN LA ESPECIALIDAD DE
TELECOMUNICACIONES**

Marcelo Unda V.

Quito, OCTUBRE DE 1997

PROLOGO

El campo de las Telecomunicaciones tiene tres puntales de desarrollo: la integración de servicios (voz, vídeo, datos), la miniaturización de los sistemas y la implementación de la movilidad. Los grandes laboratorios, las Universidades y los consorcios de empresas dedican mucho de su tiempo y de sus ingresos para mantener el liderazgo en estos campos.

En El Ecuador el panorama es distinto, no existen ni los recursos ni la decisión política para emprender programas profundos orientados a la investigación y el desarrollo. Los esfuerzos aislados de unas pocas Universidades y algunas instituciones privadas son puntuales y a corto plazo.

Esto lleva a que la formación y el criterio de los profesionales esté orientado hacia una evaluación profunda y minuciosa de las tecnologías que llegan del exterior, muchas veces vendidas como la panacea a todos los males.

Dentro del análisis al que deben ser sometidas las nuevas tendencias y tecnologías que llegan al país constan estas tres instancias primarias:

1. Aspectos técnicos y de normalización.
2. Transferencia de tecnología y compatibilidad con las tendencias mundiales.
3. Aspectos económicos y de riesgo.

Cada uno de estos puntos será considerado y estudiado en función de un mercado cambiante y de situaciones socio-políticas diversas pero coherentes con la realidad que vive el Ecuador. Esto es, el marco social es fundamental el momento en que se analiza una propuesta y un servicio para el público.

El presente trabajo trata sobre una de las tendencias mundiales para la transmisión de datos en paquetes orientado a equipos en movimiento conocida como CDPD (Cellular Digital Packet Data). Tiene como objetivo analizar los servicios en los tres aspectos primarios que se han definido e involucrar a los futuros ingenieros en uno de los campos de las Telecomunicaciones de mayor desarrollo y crecimiento a nivel mundial

Por este motivo consta de cinco capítulos:

El primero, detalla la tecnología que utiliza y su relación con tecnologías más comunes.
El segundo, muestra las posibles aplicaciones y un lista de equipos frecuentemente usados.
En el tercer capítulo, se ejecuta un sondeo del mercado utilizando y comparando tres técnicas.

El cuarto capítulo, muestra un diseño cualitativo más que cuantitativo, que permite apreciar con claridad los parámetros utilizados en el mismo.

El capítulo cinco, muestra la parte económica del proyecto con los costos y los ingresos para dos posibles soluciones aplicables al diseño presentado.

Con este esquema se trata de que el lector tenga una idea clara de los siguientes aspectos:

1. Las características tecnológicas y los esfuerzos de normalización del sistema CDPD.
2. Los parámetros y los criterios de diseño para una red de datos por paquetes y específicamente para una red tipo CDPD.
3. El análisis económico primario que debe ser ejecutado para la implantación de cualquier servicio al público.

Solamente usted como lector podrá juzgar si se han cumplido o no los objetivos planteados.

INDICE

INTRODUCCIÓN

→ 0.1. COMUNICACIONES MÓVILES †	1
0.2. COMUNICACIONES MÓVILES CELULARES	1
* 0.2.1. CONCEPTO CELULAR BÁSICO	2
0.2.1.1. CENTRO DE CONMUTACIÓN MÓVIL	2
0.2.1.2. ESTACIÓN BASE CELULAR	3
0.2.1.3. ESTACIONES MÓVILES	4
0.3. EL SISTEMA AMPS PARA COMUNICACIONES CELULARES	5
≠ 0.3.1. BANDA DE TRANSMISIÓN	5
0.3.2. SEPARACIÓN DE CANAL	5
0.3.3. DISTRIBUCIÓN DE CANALES	6
0.3.4. TIPO DE MODULACIÓN	6
0.3.5. DESVIACIÓN PICO	7
0.3.6. COMPANDER	7
0.3.7. POSIBILIDAD DE COMPETENCIA	8
0.3.8. PLANIFICACIÓN DE CELDAS	8
0.3.9. CANAL DE CONTROL	12
0.4. DESARROLLO DEL TDMA	13
0.5. DESCRIPCIÓN MODULAR DE UN TRANSMISOR / RECEPTOR TDMA	15
0.6. FORMATO DE UNA TRAMA TDMA	17
0.7. CODEC DE VOZ	18
≠ 0.8. MODULACIÓN EN TDMA	19

CAPITULO I

LA CONMUTACIÓN DE PAQUETES, TECNOLOGÍA

CDPD

≠ 1.1. CONCEPTOS BÁSICOS	21
1.1.1. COMPARACIÓN ENTRE CONMUTACIÓN DE PAQUETES Y DE CIRCUITOS	21
1.1.2. MODELO OSI DE 7 CAPAS	21
1.1.3. PROTOCOLOS DE USO FRECUENTE	26
1.1.3.1. LINK ACCESS PROTOCOL CHANNEL D (LAP D)	26
1.2. FUNDAMENTOS DEL CDPD	33
1.2.1. EL CDPD FORUM	33

*1.2.2. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL CDPD.....	34
1.2.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA.....	35
1.3. EL CDPD COMO PROTOCOLO EN REDES AMPS/EAMPS.....	37
1.3.1. INTERFAZ A.....	38
1.3.1.1. MOBILE DATA LINK PROTOCOL (MDLP).....	38
1.3.1.2. MEDIUM ACCESS CONTROL (MAC).....	45
1.3.1.3. SUBNETWORK DEPENDENT CONVERGENCE PROTOCOL (SNDCP).....	51
1.3.2. PROTOCOLO INTERNET.....	52
1.3.2.1. DIRECCIONAMIENTO EN EL PROTOCOLO INTERNET.....	52
1.3.3. PROTOCOLOS PARA LA CAPA DE TRANSPORTE.....	53
1.4. ARQUITECTURA DE LA RED CDPD.....	54
1.4.1. ARQUITECTURA DE LA RED CDPD CON RELACIÓN AL MODELO OSI.....	54
1.4.2. ESTRATOS DE LA ARQUITECTURA CDPD.....	56
1.4.2.1. ESTRATO DE SUBRED.....	56
1.4.2.2. ESTRATO BAJO.....	58
1.4.2.3. ESTRATO DE APLICACIÓN.....	59
1.4.3. MES (MOBILE END SYSTEM).....	60
1.4.4. F-ES (FIXED END SYSTEM).....	61
1.4.5. MD-BS (MOBILE DATA BASE STATION).....	61
1.4.6. MD-IS (MOBILE DATA INTERMEDIATE SYSTEM).....	62
1.4.7. IS (INTERMEDIATE SYSTEM).....	62
1.4.8. PROCESO DE ENRUTAMIENTO.....	63
1.4.8.1. ENRUTAMIENTO EN FORWARD.....	64
1.4.8.2. ENRUTAMIENTO EN REVERSE.....	64
1.5. ELEMENTOS, ESTRUCTURA Y FUNCIONES DE LA CENTRAL DE CONMUTACIÓN EN LA RED CDPD.....	65
1.6. ELEMENTOS, ESTRUCTURA Y FUNCIONES DE LAS ESTACIONES BASE EN LA RED CDPD.....	67
1.7. DESCRIPCIÓN Y FUNCIONES DE LAS ESTACIONES MÓVILES Y FIJAS.....	68

CAPITULO II

- APLICACIONES DEL SISTEMA CDPD

*2.1. PRINCIPALES APLICACIONES DE LA CONMUTACIÓN DE PAQUETES EN SISTEMAS CELULARES.....	70
2.1.1. SERVICIOS DE CAMPO.....	70
2.1.2. OPERACIONES FINANCIERAS.....	70
2.1.3. TELEMETRÍA.....	71
2.1.4. TRANSPORTE.....	71

2.1.5. OFICINA MÓVIL.....	71
2.1.6. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO.....	72
2.1.7. EQUIPOS DE PRUEBA.....	72
2.2. RELACIÓN CON SISTEMAS FIJOS DE CONMUTACIÓN DE PAQUETES.....	72
2.3. EQUIPOS DESARROLLADOS PARA CDPD.....	73
2.3.1. MODEMS CDPD.....	73
2.4. GUÍA PARA USUARIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE EQUIPOS COMERCIALES.....	74

CAPITULO III

ESTUDIO DE DEMANDA

3.1. CONCEPTOS PRELIMINARES.....	79
3.2. MÉTODO UTILIZADO.....	79
3.2.1. MÉTODO DE LA SEGMENTACIÓN DEL MERCADO CELULAR.....	79
3.2.2. MÉTODO DE LA SEGMENTACIÓN DE EMPRESAS COMERCIALES.....	80
3.2.3. MÉTODO DE LA ENCUESTA.....	81
3.3. DEMANDA DE LA CONMUTACIÓN DE PAQUETES EN SISTEMAS CELULARES.....	82
3.3.1 ESTUDIO DE DEMANDA EN QUITO, GUAYAQUIL, CUENCA Y AMBATO.....	82
3.3.2 COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS UTILIZADOS.....	84
3.3.3. FACTOR DE ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA A NIVEL NACIONAL.....	85
3.3.4. INFLUENCIA DE LOS SERVICIOS PRESTADOS POR LOS SISTEMAS FIJOS.....	85
3.4. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA HASTA EL AÑO 2006.....	86
3.4.1. MÉTODO UTILIZADO.....	86
3.4.1.a. PROYECCIÓN DE ACUERDO AL CRECIMIENTO CELULAR EN EL ECUADOR.....	86
3.4.1.b. PROYECCIÓN DE ACUERDO AL CRECIMIENTO DE CDPD EN EL MUNDO.....	87
3.4.1.c. PROYECCIÓN DE ACUERDO AL CRECIMIENTO DE CELULAR EN EL MUNDO.....	88

CAPITULO IV

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA

4.1. CRITERIOS DE DISEÑO DE REDES CDPD.....	91
4.1.1. PARÁMETROS DE COBERTURA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED CDPD.....	91
4.1.1.1. PARÁMETROS DE RADIOFRECUENCIA.....	91

4.1.1.2. EL USO DEL ESPECTRO.....	93
4.1.1.3. NIVEL DE SEÑAL PARA LA FRONTERA DE COBERTURA.....	93
4.1.2. CAPACIDAD.....	98
4.1.2.1. RELACIÓN ENTRE EL TRAFICO DE VOZ Y DE DATOS.....	98
4.2. LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE UNA RED CDPD CON CAPACIDAD NACIONAL.....	100
4.2.1. COBERTURA.....	100
4.2.2. ARQUITECTURA, CONECTIVIDAD Y PROTOCOLOS.....	104
4.2.3. CAPACIDAD.....	108
4.2.3.1. DATOS EN UN CANAL CDPD.....	108
4.2.3.2. CANTIDAD DE INFORMACIÓN QUE DEBE SER PROCESADA.....	110
4.2.3.3. CANTIDAD DE INFORMACIÓN PROCESADA EN LOS DIEZ PRIMEROS AÑOS DE OPERACIÓN.....	113
4.3. DISEÑO.....	114
4.3.1. COBERTURA.....	114
4.3.1.1. COBERTURA DE LA CIUDAD DE QUITO.....	114
4.3.1.2. COBERTURA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.....	115
4.3.1.3. COBERTURA PARA LAS CIUDADES DE CUENCA Y AMBATO.....	116
4.3.2. ARQUITECTURA CONECTIVIDAD Y PROTOCOLOS.....	116
4.3.2.1. ARQUITECTURA DE LA RED CDPD A NIVEL NACIONAL.....	116
4.3.2.2. PROTOCOLOS USADOS EN LA RED CDPD.....	118
4.3.2.3. CONECTIVIDAD.....	119

CAPITULO V

ANÁLISIS DE COSTOS Y TARIFAS

5.1. COSTOS DE LA IMPLEMENTACION DEL CDPD.....	123
5.1.1. COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN CDPD CON ARQUITECTURA TIPO HUGHES.....	124
5.1.2. ANÁLISIS COMPARATIVO CON UNA SOLUCIÓN TIPO NORTEL.....	125
5.2. DEPRECIACIÓN Y VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.....	126
5.3. RÉGIMEN DE TARIFAS Y RECUPERACIÓN DE CAPITAL.....	126
5.3.1. CALCULO DEL TRAFICO CURSADO PARA LOS CINCO PRIMEROS AÑOS.....	127
5.3.2. RECUPERACIÓN DEL CAPITAL SUPONIENDO UNA GANANCIA POR KILOBYTE TRANSMITIDO.....	128
5.3.3. RECUPERACIÓN DE CAPITAL FIJANDO TARIFAS DE ACUERDO AL MERCADO INTERNACIONAL.....	130
5.4. RELACIÓN BENEFICIO COSTO.....	132

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. CONCLUSIONES GENERALES	134
2. CONCLUSIONES PARTICULARES	135
3. RECOMENDACIONES	136

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ANEXO 1: ENCUESTA

ANEXO 2: CODIGOS Y MODULACION

A.2.1. CODIGO DE REED SOLOMON (63,47)

A.2.2. MODULACION GMSK

ANEXO 3: MAPAS

A.3.1. MAPA DE QUITO DIVIDO EN SECCIONES

A.3.2. MAPA DE GUAYAQUIL DIVIDIDO EN SECCIONES

A.3.3. DISTRIBUCION Y COBERTURA DE CELDAS PARA QUITO Y AMBATO

A.3.4. DISTRIBUCION Y COBERTURA DE CELDAS PARA GUAYAQUIL Y CUENCA

ANEXO 4: HOJAS DE DATOS

A.4.1. HOJAS DE DATOS TECNICOS PARA LAS CELDAS DE QUITO Y AMBATO

A.4.2. HOJAS DE DATOS TECNICOS PARA LAS CELDAS DE GUAYAQUIL Y CUENCA

INTRODUCCIÓN

0.1. COMUNICACIONES MÓVILES

La posibilidad de usar ondas electromagnéticas para comunicaciones entre puntos móviles se hizo realidad con la instalación de radios en los vehículos policiales allá por la década de 1920. En 1946, Bell Systems enlazó por primera vez en Estados Unidos la red telefónica pública con un sistema de radio brindando el Servicio de Correspondencia Pública. Estos dos hechos dieron como resultado, en la segunda mitad del siglo XX, la posibilidad de acceder a la red Telefónica Pública desde un punto en movimiento, sin necesidad de un cable que los comunique.

Es entonces cuando se empieza a buscar un sistema móvil más eficiente y que cumpla fundamentalmente con los siguientes parámetros:

- Gran capacidad de abonados.
- Eficiente uso del espectro.
- Compatibilidad a nivel nacional.
- Amplia cobertura
- Adaptabilidad a la densidad de tráfico
- Servicio a vehículos y a estaciones portátiles
- Servicio de telefonía regular y servicios de valor agregado.
- Calidad de servicio telefónico
- Precio asequible al usuario.

Así nace el sistema de telefonía móvil celular, a inicios de los 80's.

0.2. COMUNICACIONES MÓVILES CELULARES

El sistema de telefonía móvil básico fue desplazado por la telefonía celular, pues tiene una serie de limitaciones entre las cuales se puede mencionar:

- a. Trabaja con potencias altas, lo que genera grandes áreas de cobertura limitando el reuso de frecuencias y provocando saturación del espectro electromagnético, con problemas importantes de interferencia.
- b. No maneja los recursos necesarios para buscar otra frecuencia en una región adyacente cuando empieza a perder el servicio. Esto genera discontinuidades en la comunicación.
- c. Tiene un limitado número de canales, situación que se agrava al no reutilizar las frecuencias.

- d. La inteligencia involucrada en el sistema no es la suficiente como para permitir una serie de servicios de usuario que la telefonía celular si lo puede hacer.

0.2.1. CONCEPTO CELULAR BÁSICO

Una red celular se compone de un conjunto de *estaciones base* desplegadas en el área geográfica a la que va a dar servicio. Las estaciones base que proporcionan la cobertura de las celdas están unidas mediante canales telefónicos al *centro de conmutación móvil* (MTX Mobile Telephone Exchange), encargado además de proporcionar la conexión con la red telefónica pública. Los elementos constitutivos de la red se presentan en el gráfico 0.1.

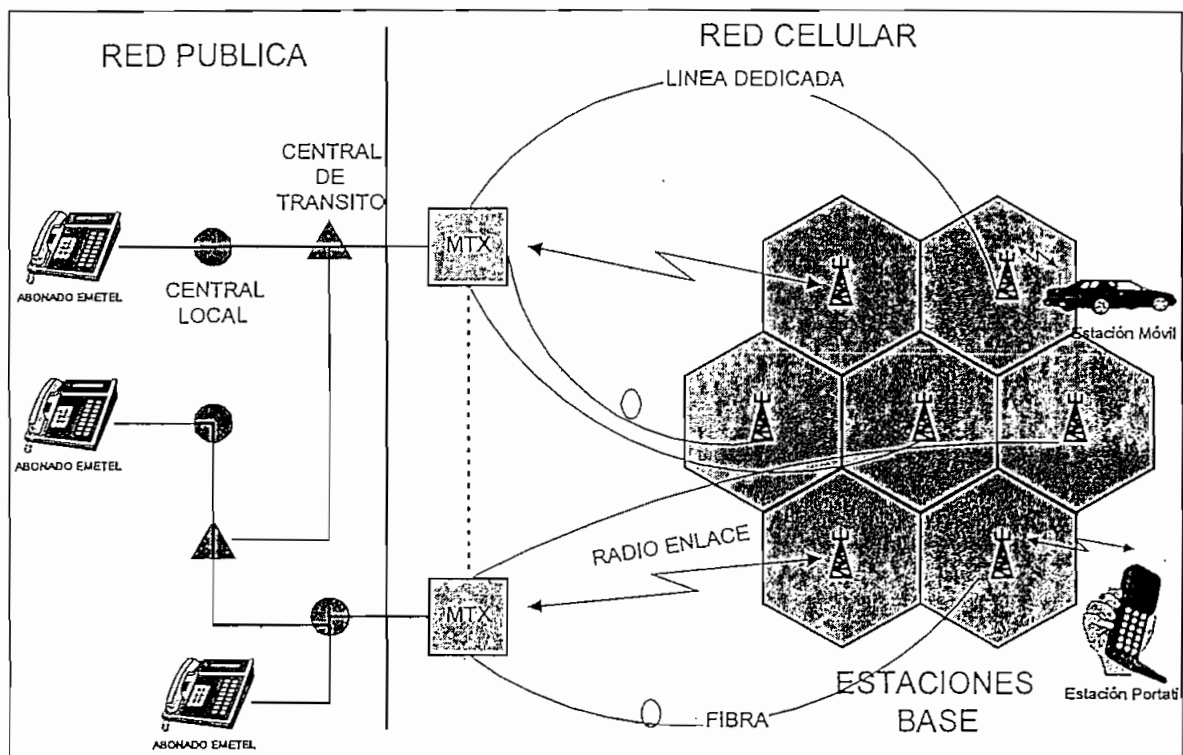


Gráfico 0.1. Elementos de la red Celular / Interconexión con la red pública

0.2.1.1. CENTRO DE CONMUTACIÓN MÓVIL

El Centro de conmutación móvil o MTX es básicamente una central de conmutación que ejecuta todas las funciones de una central convencional y adicionalmente tiene una serie de características específicas útiles para proveer la información necesaria que permita manejar el tráfico de abonados en movimiento.

Dentro de un sistema de telefonía móvil celular pueden existir uno o más MTX, y se constituyen en el interfaz entre el sistema de radio y la red telefónica pública, en el caso del

Ecuador la red de EMETEL S.A. Todas las llamadas ya sean entrantes o salientes hacia y desde un abonado celular serán tramitadas, gestionadas y autorizadas por el MTX.

Las funciones principales del MTX son las siguientes:

- Identificar a los abonados que pretenden acceder al sistema.
- Autorizar a los abonados para tramitar / recibir una llamada.
- Gestionar las llamadas entrantes y salientes
- Enrutar las llamadas entrantes y salientes
- Evaluar las condiciones de recepción de cada uno de los canales de voz
- Receptar y tramitar los pedidos de hand-off¹
- Administrar una gran base de datos para operación y mantenimiento del sistema.
- Administrar el conjunto de alarmas del sistema celular
- Habilitar y prestar servicios adicionales o agregados
- Generar la facturación de los abonados

0.2.1.2. ESTACIÓN BASE CELULAR

La estación base celular BS (Base Station) puede ser considerada como un subsistema con todo el equipamiento necesario, incluyendo la transmisión y el control requerido para asegurar la conectividad con los abonados que se distribuyen y movilizan en las zonas que comprenden su área de cobertura.

Actualmente los radio transmisores tienen un rango amplio de potencias, desde décimas de vatios hasta 50 vatios. Esto permite adaptar la estación base de acuerdo a las necesidades del sistema.

La estación base celular está formada por:

- Fuentes de energía, que generalmente son provenientes de la red pública y están respaldadas por un grupo electrógeno, acompañado de los sistemas de transformación a corriente continua necesarios de acuerdo a las dimensiones y características de la estación, y además un banco de baterías adecuadamente dimensionado.
- El controlador de la estación base, canal de control o CCH, es el encargado de mantener comunicación permanente (para lo cual tiene redundancia) con los abonados pertenecientes a la celda; por medio de la emisión de datos a 10 Kbps, con codificación Manchester² y modulación FSK (Frequency Shift Keying) .
- El canal de localización está encargado de evaluar el nivel de señal de los abonados que se hallan en las fronteras de la celda.

¹ Hand - off, transferencia en frecuencia del canal de RF (radio frecuencia) activo, dentro de una celda o hacia otra estación base.

² Código Manchester, código de línea de dos niveles con transiciones a mitad del período

- Los recursos de radio necesarios para mantener el enlace entre la estación móvil y la estación base, formados por una serie de elementos activos y pasivos de RF, con la flexibilidad suficiente para permitir su programación ya sea por software o hardware en los aspectos concernientes a potencia, frecuencia de trabajo (dentro de la norma AMPS³), señalización, etc. Dentro de este esquema se pueden nombrar los siguientes elementos:

- Radios, transmisores/receptores
- Multiacopladores⁴ de recepción
- Combinadores⁵ para Transmisión
- Filtros
- Duplexores
- Antenas

- El interfaz de comunicación entre la estación base y el MTX, conformado por un grupo de elementos que recogen toda la información de los canales de control, de localización, de voz; de los equipos de monitoreo de alarmas, etc.; y distribuye la información proveniente del MTX en los elementos antes nombrados utilizando para ello enlaces vocales físicos o de radio, analógicos o digitales hacia y desde el MTX.

0.2.1.3. ESTACIONES MÓVILES

La estación móvil es un equipo telefónico transportable que puede ser instalado en un vehículo o ser lo suficientemente pequeño para llevarlo en el bolsillo. Es el equipo del abonado que consiste de un radio transmisor - receptor de baja potencia (0.6 a 3 Watts), de una unidad lógica para la señalización de datos con la estación base, y de una unidad telefónica completa (teclas para marcación, micrófono, etc.).

Estos tres elementos constitutivos del sistema de telefonía celular básico se relacionan el momento en que se produce una llamada ya sea entre abonados móviles o con un abonado de la red fija. De la siguiente manera:

- *Abonados móviles con fijos*, Cuando se establece una llamada entre un abonado móvil y un abonado de la red convencional, la conversación se transmite por radio entre la estación móvil y la unidad de canal de aquella estación base que la recibe con una señal más alta que las de otras celdas; luego, por el enlace entre la estación base y la central de conmutación

³ AMPS , Advanced Mobile Phone System, Sistema avanzado de telefonía móvil, norma americana aprobada por la EIA, para sistemas celulares analógicos

⁴ Un multiacoplador de recepción, consta de un Amplificador Lineal, filtros pasabanda y un repartidor de la señal de entrada.

⁵ Un Combinador para transmisión es el equipo que permite la multiplexación en frecuencia.

móvil y por último entre la MTX y la red pública telefónica donde se encuentra el abonado fijo.

- *Entre abonados móviles*, Cuando se establece una llamada entre dos abonados móviles se excluye la intervención de la red de conmutación pública, manteniéndose el resto del proceso y realizándose la conmutación en el MTX.

0.3. EL SISTEMA AMPS PARA COMUNICACIONES CELULARES

El sistema celular analógico más difundido en el mundo actualmente, está basado en la norma AMPS (Advanced Mobil Phone System), adoptada en 1983 por la EIA/TIA (Electronic Industry Association / Telecommunication Industry Association). Posteriormente se acepta a nivel internacional la norma EAMPS (EXTENDED AMPS) que permite dos importantes avances respecto de la anterior, se incrementan canales y soporta el uso de equipos duales para comunicación de voz, esto es equipos analógicos o digitales, dentro del mismo esquema de configuración del sistema. Básicamente la norma AMPS define los siguientes parámetros:

0.3.1. BANDA DE TRANSMISIÓN

Se define como el segmento del espectro electromagnético asignado para la transmisión y recepción de los canales de voz y de control desde y hacia la estación base. Es importante anotar que la comunicación que se realiza desde la estación base hacia un equipo móvil se la denomina "FORWARD", en tanto que la comunicación que se ejecuta hacia la estación base desde cualquier abonado móvil se la llama "REVERSE".

La gama de frecuencias que se ha asignado para el sistema EAMPS es la banda de 800 MHz, donde la parte inferior, es decir (824.04 a 848.97) MHz se la asigna para comunicaciones "Reverse" en tanto que desde (869.04 a 893.97) MHz son utilizadas para comunicaciones "Forward". Como se ve en el gráfico 0.2.

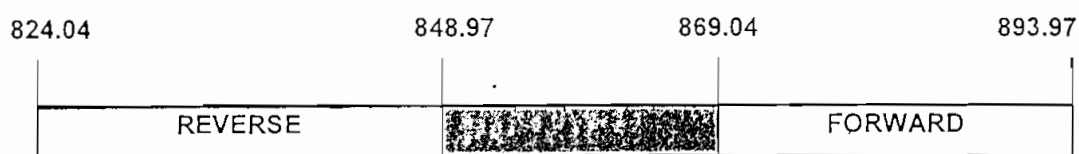


Gráfico 0.2. Frecuencias para el sistema AMPS

0.3.2. SEPARACIÓN DE CANAL

Se define como el espacio que existe entre dos portadoras adyacentes no moduladas tanto en transmisión como en recepción. El valor que se da para el sistema AMPS es de 30 KHz. Con este parámetro y el rango de frecuencias se establece el número de canales y las frecuencias respectivas.

Existen en el sistema EAMPS 1023 canales, de los cuales 832 se utilizan ya sea como canales de voz o de control y el resto están reservados para futuras aplicaciones. Las ecuaciones que se presentan en la tabla 0.1 permiten hallar la frecuencia de cualquier canal en el sistema AMPS, conociendo solamente el número establecido del canal N^6 :

FORWARD	REVERSE	DONDE	
$0.03N + 870$	$0.03N + 825$	$1 \leq N \leq 799$	Banda Básica
$0.03(N - 1023) + 870$	$0.03(N - 1023) + 825$	$990 < N \leq 1023$	Banda extendida

Tabla 0.1. Fórmulas para la obtención de las frecuencias en el sistema AMPS

La segunda ecuación representa la banda extendida, en tanto que la primera representa la banda básica AMPS.

0.3.3. DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Como se indicó en el punto anterior, se utilizan 832 canales de los cuales 42 son canales de control y 790 son canales de voz.

Un *canal de control* es una banda de radio usada para la comunicación de la estación base y la estación móvil cuando esta última se encuentra libre. Se usa también cuando el MTX busca una estación móvil o cuando una estación móvil está accediendo al sistema. Los 42 canales de control están numerados desde el 313 hasta el 354 (es el valor que toma N , para hallar la frecuencia respectiva).

Un *canal de voz* se utiliza para comunicación de voz, supervisión de calidad de transmisión de la voz, transmisión de datos (por ejemplo durante las transferencias) y para control de la potencia de salida.

0.3.4. TIPO DE MODULACIÓN

Los equipos de transmisión/recepción de las estaciones base generan una modulación FM para información de voz y modulación FSK para datos de control, como se muestra en el gráfico 0.3.

En el transmisor, las señales de voz (analógica) y de datos (digital) se mezclan y se modulan en FM y FSK⁷, respectivamente. Luego, usando la señal del oscilador local son llevadas hasta la frecuencia de transmisión celular, posteriormente se las filtra y amplifica para ser enviadas a la antena.

⁶ EIA-553, norma aceptada para sistemas AMPS

⁷ FSK, Modulación por desplazamiento de frecuencia para señales digitales, mantiene la amplitud constante

En recepción la señal entrante es filtrada y llevada a frecuencia intermedia. Luego el discriminador de frecuencias separa las señales (demodula) en una analógica y otra digital, las cuales pasan a una serie de filtros que las enrutan por caminos diferentes para ser procesadas.

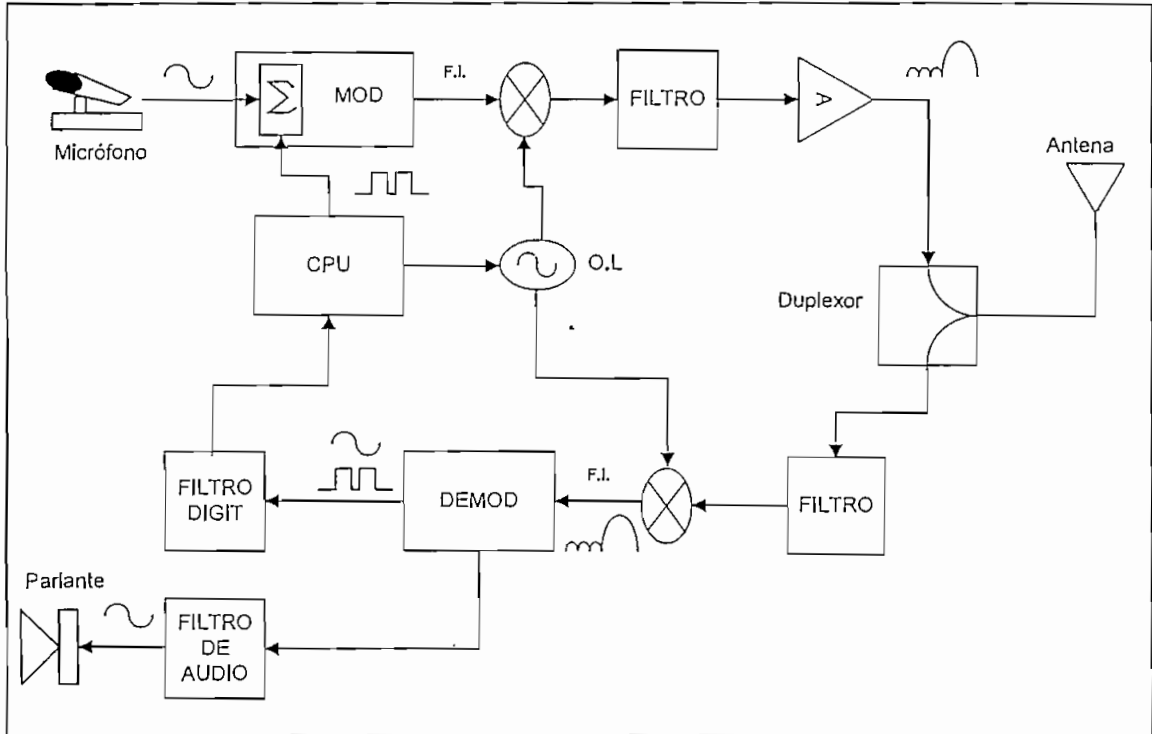


Gráfico 0.3. Diagrama de bloques de un transmisor/receptor analógico⁸

0.3.5. DESVIACIÓN PICQ

La máxima desviación que presenta una señal de audio (de 300 a 3400 Hz) modulada para el sistema AMPS debe ser de ± 12 KHz. Esto es, se excluye a las señales de supervisión y de datos.

0.3.6. COMPANDER

El sistema de telefonía celular utiliza un arreglo electrónico de compresión / expansión (Compander) que en transmisión tiene una función de transferencia con relación 2 a 1, es decir, cuando la señal cambia en 2 dB a la entrada, se produce un cambio a la salida de 1 dB. El nivel de entrada referencial (0 dB) dispuesto por la norma técnica de la EIA para la compresión es el que un tono de 1000 Hz produce una desviación de frecuencia pico nominal de ± 2.9 KHz. sobre la portadora.

⁸ [Ref. 21] pag. 1.4

Tres son los efectos del compander:

- Acumula la energía en el ancho de banda del canal
- Genera un espectro relativamente constante durante la conversación
- Tiende a mantener una relación señal a ruido lineal

0.3.7. POSIBILIDAD DE COMPETENCIA

El sistema AMPS permite la subsistencia de 2 operadoras dentro del rango de frecuencias asignado, el primero que se lo nombra con la letra "A" y el otro con la "B". Se dividen equitativamente los canales de control (CCH) y de voz (VCH). La banda A con frecuencias distribuidas en 3 grupos (A, A' y A'') y la banda B con sus canales distribuidos sobre dos grupos de frecuencias (B y B'), de la manera en que se muestra en la tabla 0.2

Tipo	Sistema	# de canales	Forward	Reverse	Canal
VCH, banda extendida 2	A''	33	869.04	824.04	991
			870.00	825.00	1023
VCH, banda principal	A	312	870.03	825.03	1
			879.36	834.36	312
Canales de control	A	21	879.39	834.39	313
			879.99	834.99	333
Canales de control	B	21	880.02	835.02	334
			880.62	835.62	354
VCH, banda principal	B	312	880.65	835.65	355
			889.98	844.98	666
VCH, banda extendida 1	A'	50	890.01	845.01	667
			891.48	846.48	716
VCH, banda extendida	B'	83	891.51	846.51	717
			893.97	848.97	799

Tabla 0.2 Distribución del espectro AMPS⁹

0.3.8. PLANIFICACIÓN DE CELDAS

Tal y como está estructurada la teoría celular se hace indispensable la regulación del uso de las frecuencias con el objeto de que en el futuro la red sea lo suficientemente flexible como para permitir su reutilización. En función de la representación teórica hexagonal de una celda se puede diseñar, 3 diferentes planes de distribución, donde se manipula la asignación de grupos de frecuencias.

⁹ Tomado de la norma técnica IS-553 (EIA Interim Standard)

Los planes de celdas más comunes son mapas de 4, 7, y 12 celdas que definen las posiciones relativas de los sitios celulares. El más utilizado es el plan de 7 celdas por esta razón se lo estudiará en primer lugar y con la mayor atención.

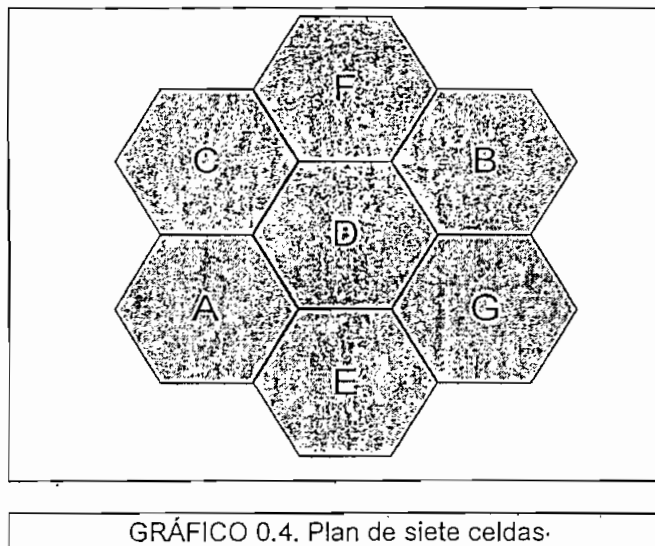


GRÁFICO 0.4. Plan de siete celdas.

- *Plan de siete celdas*, el plan celular más común es el de 7 celdas que pueden ser sectorizadas en 21. El plan básico se muestra en el gráfico 0.4, donde se pueden apreciar 7 celdas nombradas de la A hasta la G, a cada una de las cuales se le ha asignado un grupo de alrededor de 57 canales de voz y 3 de control. Se presentan los grupos de frecuencias para la banda A y B en las tablas 0.3 y 0.4

Cada uno de los grupos están subdivididos a su vez en 3 subgrupos (por ejemplo A1, A2 y A3) con un canal de control y entre 18 y 20 canales de voz, lo que permitirá la sectorización de cada celda en sectores de 120 grados. Generándose un esquema de frecuencias como el mostrado en el gráfico 0.5. Efectos de interferencia cocanal¹⁰ se controlan definiendo una distancia mínima de reuso de frecuencias, mostrada en el gráfico 0.6.

El sistema AMPS prevé la utilización de Tonos de Supervisión de Audio o SAT (Supervisory Audio Tones) definidos por tres frecuencias: 5970, 6000, 6030 Hz (SAT 0, 1, 2, respectivamente), transmitidos junto con los canales de voz desde la estación base y regenerados por el abonado móvil. Dentro de un grupo de frecuencias se utiliza el mismo SAT y la distancia de reuso es de $\sqrt{3} D$, donde D es la distancia de reuso de frecuencias¹¹. Las frecuencias del SAT no pueden estar desviadas en una cantidad mayor a ± 15 Hz.

¹⁰ Interferencia Cocanal.- Demodulación simultánea de dos o más señales ubicadas en la misma frecuencia

¹¹ [Ref. 32] pag. 127

GRUPO	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	A3	B3	C3	D3	E3	F3	G3	
CCH	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	313	314	315	
VCH											991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002
EXT 2	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	
VCH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	
	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	
	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	
	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	
	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	
	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	
	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	
	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	
	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	
	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	
	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	
	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	
	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312				
VCH																667	668	669	670	671	672	
EXT 1	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	
	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	
	715	716																				
TOTAL																						
VCH	19	19	18	18	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19	20	20	20	19	19	19	

Tabla 0.3. Plan de siete celdas para la banda A¹²

GRUPO	A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	A3	B3	C3	D3	E3	F3	G3	
CCH	334	335	336	337	338	339	6	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	
VCH	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	
	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	
	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	
	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	
	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	
	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	
	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	
	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	
	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	
	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	
	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	
	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	
	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	
	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	
	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666				
VCH						717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	
EXT 1	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	
	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	
	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	
	796	797	798	799																		
TOTAL																						
VCH	19	19	19	19	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	18	18	18	

Tabla 0.4. Plan de siete celdas para la banda B

Existe además como señalización los Códigos Digitales de Color o DCC (Digital Color Codes), que son análogos a los SAT's pero aplicados al canal de control, son 4 DCC's 0, 1, 2 y 3.

¹² [Ref. 43] Documento CelPlan

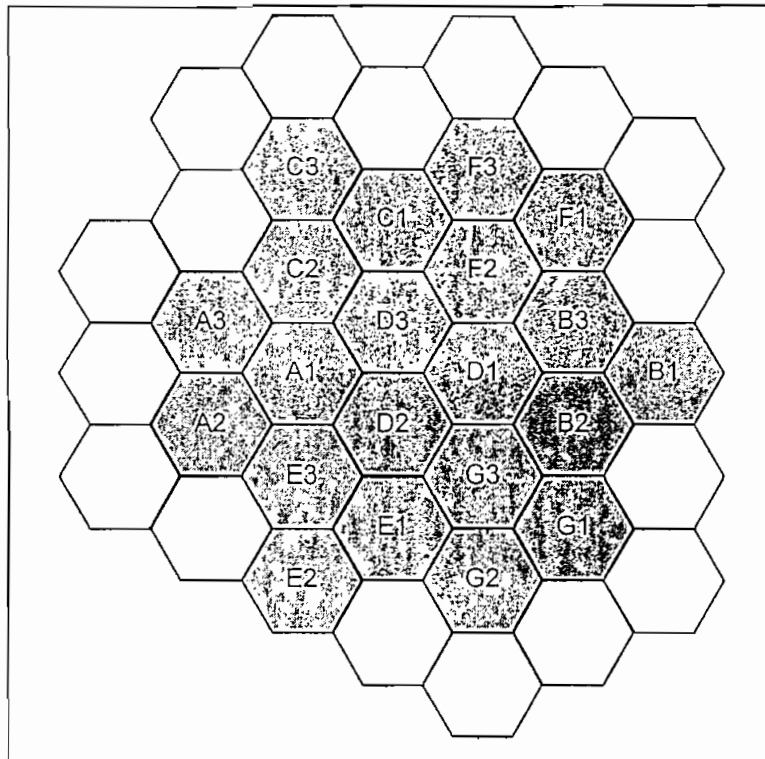
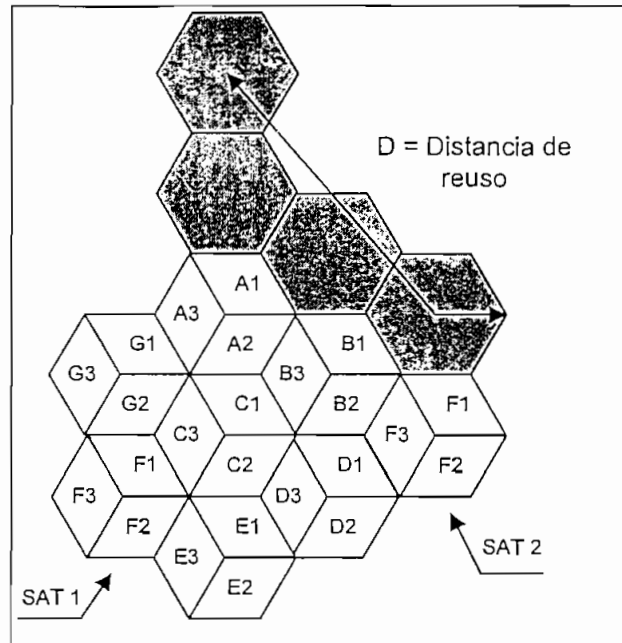


Gráfico 0.5. Sectorización 120 en el plan de siete celdas¹³

Ambos códigos, el SAT y el DCC; se manejan en forma conjunta con el plan de celdas, y tienen el objetivo de minimizar los problemas de interferencia. Una vez asignados los códigos a la celda central del plan, automáticamente las otras quedan determinadas y se obliga un cambio de ellos cuando se tiene un número de celdas que implica la reutilización de frecuencias.

- *Plan de cuatro celdas*, el mapa de cuatro celdas no permite flexibilidad y maneja con problemas la interferencia entre canales adyacentes. Es realmente un plan 4 a 12 o 4 a 24, es decir, que las celdas se agrupan en 4 grupos de frecuencias que pueden ser divididas en 12 o 24 sectores, usando antenas direccionales de 120 o 60 grados respectivamente.
- *Plan de doce celdas*, No es muy usado pese a tener una buena respuesta de relación portadora a interferencia. Cada celda omnidireccional tiene de promedio 34 canales, por tanto, el manejo de tráfico es limitado lo que implica que el área de cobertura sea pequeña en sitios de alta densidad de abonados.

¹³ [Ref. 32] pag 127

Gráfico 0.6. Distancia mínima de reuso de frecuencias¹⁴

0.3.9. CANAL DE CONTROL

Como se ha dicho anteriormente se establece para cada una de las bandas 21 canales para ser utilizados como canales de control, los mismos que tienen la función de mantener comunicación entre la celda y la central de conmutación móvil, y entre la celda y las estaciones móviles. El canal de control gestiona básicamente todas las llamadas entrantes y salientes de un móvil y tiene una capacidad de 77000 subscriptores en el sistema AMPS, utiliza señales digitales con codificación Manchester a 10 Kbps con una desviación de ± 8 KHz.

En la tabla 0.5 se presenta un resumen de todas las características técnicas explicadas anteriormente.

Los sistemas celulares han tenido un crecimiento sostenido del número de abonados en todos los países que se ha instalado el servicio. Por este motivo, el desarrollo de nuevas tecnologías y de otros estándares ha sido muy importante en los últimos años. Existen en la actualidad algunas normas usadas a nivel mundial que manejan el concepto celular en diferentes bandas de frecuencia y utilizando técnicas de modulación diferentes. Sin embargo, el manejo de la capacidad en la banda ocupada por AMPS, ha sido afrontado básicamente con una multiplexación de abonados en el tiempo, utilizando la técnica conocida como TDMA (Time Division Multiple Access) generando el AMPS digital o D-AMPS.

¹⁴ [Ref. 32] pag. 127

PARÁMETRO	EAMPS
BANDA DE FRECUENCIA FORWARD (MHz) REVERSE (MHz)	869 - 894 824 - 849
SEPARACIÓN DE CANAL (KHz)	30
SEPARACIÓN DUPLEX (MHz)	45
NUMERO DE PORTADORAS	832
TIPO DE MODULACIÓN VCH	FM
DESVIACIÓN PICO VCH (KHz)	± 12
COMPRESIÓN	2:1 SILÁBICA ¹⁵
POSIBLES PLANES DE CELDA	4, 7, 12
MODULACIÓN CCH	FSK
DESVIACIÓN PICO CCH (KHz)	± 8
CÓDIGO CCH	MANCHESTER
CAPACIDAD ABONADOS CCH	77000
VELOCIDAD DE TX.	10 Kbps
COMPETENCIA	SI
HAND-OFF INTER-MTX	SI

TABLA 0.5. Compilación de datos técnicos

0.4. DESARROLLO DEL D-AMPS

Cuando los abonados celulares de las grandes ciudades norteamericanas y asiáticas empezaron a saturar el sistema analógico, se presentó la alternativa de la digitalización como una solución para la creciente densidad de tráfico. Las soluciones digitales debían estar enmarcadas por los siguientes lineamientos dados por la CTIA (Cellular Telecommunications Industry Association) en Estados Unidos de América:

1. La capacidad de los sistemas analógicos debe ser aumentada en un factor de 10.
2. La calidad de audio debe mantenerse o mejorarse respecto de lo analógico.
3. Se debe incorporar datos a velocidades de al menos 9.6 Kbps.
4. Debe ser compatible con el estándar actual.
5. Coexistencia con el sistema analógico y una eficiente transición del mismo
6. El tiempo de vida de la tecnología debe ser de al menos 10 años.
7. El costo de la transición debe ser asumido como el de un valor agregado.

¹⁵ Compresión silábica, Compresión de la señal de banda base con función de transferencia 2 a 1. Es decir para cambios de la señal entrante de 2 dB se produce a la salida un cambio de 1dB.

Como respuesta a este planteamiento se presenta por parte de la TIA en 1990 la norma IS-54 basada en el sistema analógico EAMPS EIA/IS 553 usando la misma banda de frecuencias y el mismo ancho de canal, lo que permite cumplir con los objetivos 4 y 5.

Para cumplir con las especificaciones 1, 3 y 6 se proponen tres etapas o fases de implementación, donde las características más importantes son:

- Fase 1: Modo dual (Analógico - Digital)
Tres abonados por portadora.
- Fase 2: Canal de control digital
Transmisión Asíncrona de datos, fax G3, Servicio de mensajes cortos
Ubicación Adaptiva de canal
Capacidad EAMPS aumentada en un factor de 6
- Fase 3: Uso de un nuevo método de compresión de información.
Uso de los vacíos de voz para transmitir datos
Aumento de capacidad entre 10 y 20 respecto del EAMPS

En la tabla 0.6 se presenta una comparación de las características de la primera fase de la evolución TDMA, respecto de la norma EAMPS:

SISTEMA	CELULAR ANALÓGICO	CELULAR DIGITAL
NORMA	EIA/IS 553	EIA/IS-54
FRECUENCIA FORWARD (MHz)	869 - 894	869 - 894
REVERSE (MHz)	824 - 849	824 - 849
MÉTODO DE ACCESO	FDMA	FDMA / TDMA
MODULACIÓN	FM	$\pi/4$ DQPSK
CODIFICACIÓN EN VCH	NO USA	13.2 KBPS VSELP ¹⁶ CONVOLUCIONAL
EQUIPO DE USUARIO NIVEL DE POTENCIA (WATTS) CLASE DE AMPLIFICADOR	.6, 1.2, 3 CLASE C	.6, 1.2, 3 CLASE AB
NÚMERO DE PORTADORAS	832	832
CANALES / PORTADORA	1	3
SEPARACIÓN DE CANAL (KHz)	30	30
AÑO DE INTRODUCCIÓN	1983	1992

TABLA 0.6 Comparación de los sistemas Celulares Analógico y Digital

¹⁶ VSELP, Vector Sum Excited Linear Prediction

Las características así presentadas, se las ha conseguido con un salto en la tecnología y utilizando algunas de las herramientas más sofisticadas en cuanto a codificación y modulación de señales vocales se refiere.

0.5. DESCRIPCIÓN MODULAR DE UN TRANSMISOR / RECEPTOR TDMA

Los sistemas que usan el formato TDMA realizan un sofisticado procesamiento de la señal, codificando la voz y añadiendo información de control. En el gráfico 0.7 se muestra un diagrama de bloques del funcionamiento de un teléfono celular digital, en la parte superior aparece el camino de transmisión en tanto que en la mitad inferior el camino de recepción.

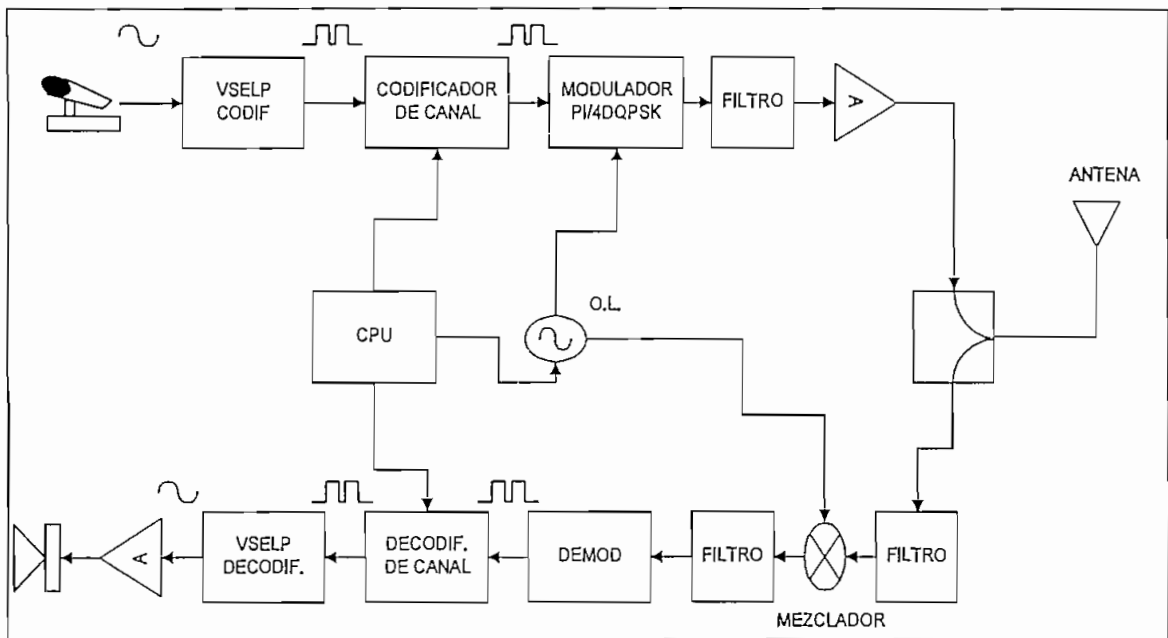


Gráfico 0.7 Diagrama de bloques de un transmisor / receptor TDMA¹⁷

Transmisión

Para la digitalización de la señal de voz se utiliza el bloque nombrado VSELP que es un código que utiliza un algoritmo que minimiza la cantidad de bits necesarios para representar la información contenida en la voz. El CODIFICADOR DE CANAL añade toda la información necesaria tanto de señalización, como de identificación, direccionamiento etc. que se requiere para la tramitación de la llamada. El MODULADOR $\pi/4$ DQPSK provee una modulación diferencial por desplazamiento de fase, que será desarrollada con más detalle en el transcurso de este capítulo. Se utiliza el OSCILADOR LOCAL para llevar a la señal a una frecuencia de la banda celular asignada por la estación base. Luego la portadora modulada es filtrada, amplificada y enviada a la antena de transmisión.

¹⁷ [Ref. 20] pag. 18

El CPU coordina los intervalos de transmisión y recepción entre el móvil y la estación base, y provee a la comunicación de la información de control necesaria.

Recepción

La señal celular es recibida por la antena, se filtra la banda de transmisión en un primer paso y luego en un segundo paso se mantiene únicamente el ancho de banda correspondiente al canal habilitado, posteriormente se lleva la señal a frecuencia intermedia, pasa por un nuevo filtro, se demodula y se decodifica removiendo la información de control, por último el decodificador VSELP reconstruye los datos en información de voz.

Cuando se utiliza sistemas celulares TDMA, se mezclan dos tipos de multiplexación, la multiplexación en frecuencia FDMA (Frequency Division Multiple Access) y la multiplexación en el tiempo. Esto es, la asignación de canales es idéntica a la norma EAMPS con 30 KHz de separación entre canales y 45 MHz entre Transmisión y Recepción, pero además cada una de las portadoras es dividida en seis intervalos de tiempo.

Entonces, cuando la estación base transmite, lo hace a la frecuencia de Forward enviando seis intervalos de tiempo en forma secuencial y continua sobre la misma portadora. Para la comunicación del móvil se le asigna un solo intervalo de tiempo dentro del cual puede enviar información sobre la portadora de Reverse. Por tanto cada canal de la estación base puede tramitar al mismo tiempo, en el límite, hasta un máximo de seis abonados.

Sin embargo, la tecnología actual permite solamente que se establezcan TRES llamadas por trama, asignándose los intervalos 1 y 4, 2 y 5, 3 y 6 a cada una de ellas como se muestra en el gráfico 0.8.

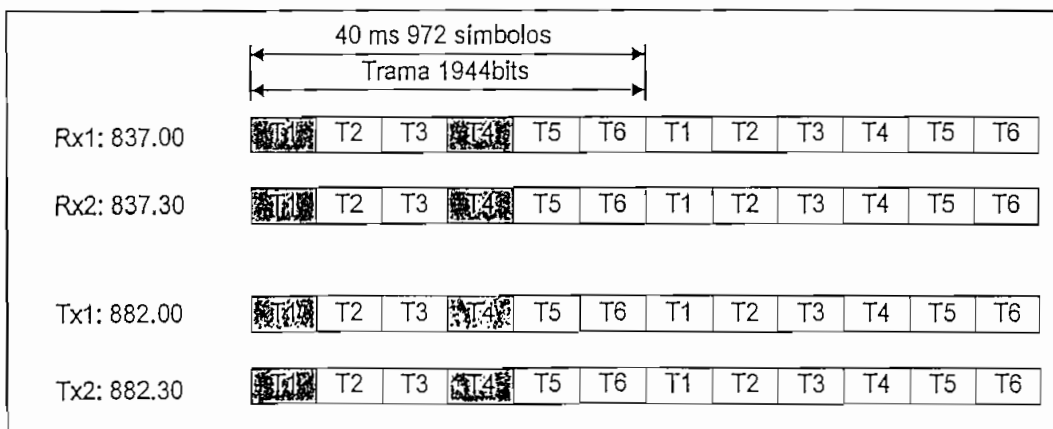


Gráfico 0.8 Intervalos de tiempo en una trama TDMA

0.6. FORMATO DE UNA TRAMA TDMA

Cada intervalo de tiempo en la trama tiene 324 bits de información los cuales contienen los datos necesarios para identificar el teléfono móvil que está siendo usado, establecer y transferir llamadas y además la voz del usuario codificada y digitalizada. Los bits son agrupados en pares por el modulador generándose 162 símbolos.

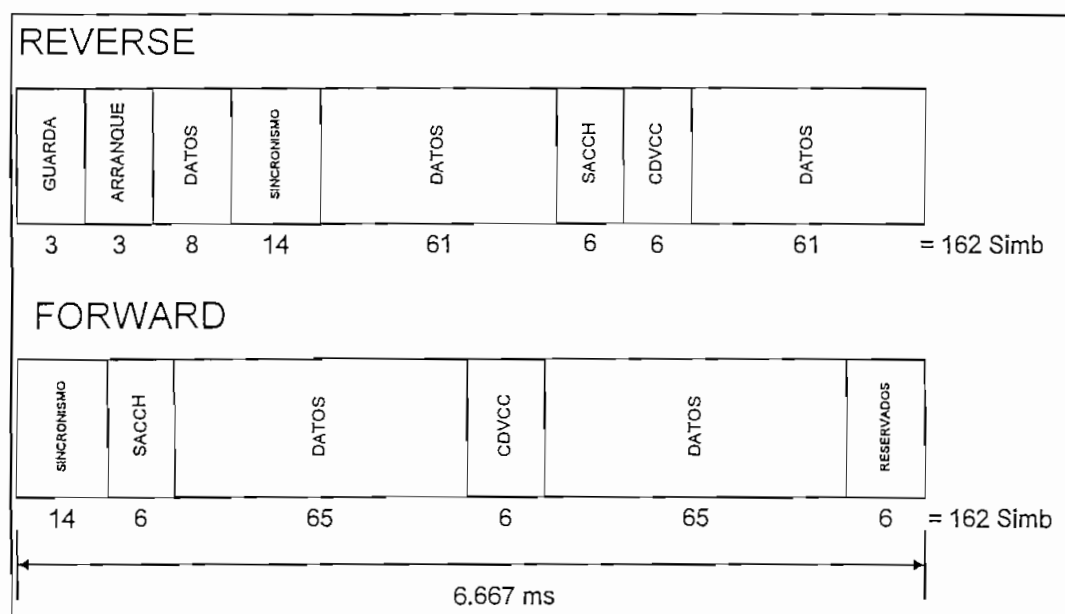


Gráfico 0.9. Tramas TDMA¹⁸

Cada intervalo de tiempo es transmitido en 6.667 ms; lo que da como resultado que una trama sea enviada completamente en 40 ms con una velocidad por símbolo de 24300 baudios y por tanto 48600 bps¹⁹.

Un intervalo de tiempo tiene la siguiente estructura de símbolos (para comunicación Reverse)

- 3 símbolos de "Guarda" y 3 de "Arranque" que permiten al móvil levantar portadora y anunciar el próximo envío de datos.
- 130 símbolos de datos, donde se lleva la información de voz del usuario móvil. Divididos en 2 grupos de 61 símbolos mas otro de 8.
- 14 símbolos de sincronismo, pedido de ecualización e identificación del intervalo de tiempo.
- 6 símbolos usados para señalización, supervisión y control entre el móvil y la estación base. Conocidos como SACCH (Slow Associated Control Channel).

¹⁸ [Ref. 20] pag.

¹⁹ En este caso, por el tipo de modulación, 1 baudio = 2 bps (bits por segundo)

- 6 símbolos que identifican la estación base actualmente utilizada con el llamado código de color. este grupo se lo conoce como CDVCC (Coded Digital Verification Color Code)

En tanto que en la comunicación Forward se estructura de la siguiente manera:

- 14 símbolos de sincronismo
- 6 símbolos de SACCH
- 130 símbolos de datos, divididos en dos grupos de 65 símbolos
- 6 símbolos de CDVCC
- 6 símbolos reservados por la estación base para futuras aplicaciones

Se muestra en el gráfico 0.9 la estructura tanto para Forward como para Reverse

0.7. CODEC DE VOZ

El CODEC de la voz en el sistema celular digital TDMA es el VSELP (Vector Sum Excited Linear Prediction) dado en la norma IS-54 en 1990 con una trama de 8 Kbps. Fue diseñado con tres objetivos generales:

1. La más alta calidad de voz
2. Una razonable complejidad computacional
3. Robustez contra errores de canal

PARÁMETRO	bits/Subtrama	bits/Trama
Código de excitación adaptivo	7	28
Código de excitación VSELP 1	7	28
Código de excitación VSELP 2	7	28
Ganancia de los vectores de excitación	8	32
Coefficientes del filtro de síntesis		38
Energía promedio por trama		5
No usado		1
TOTAL	29	160

Tabla 0.7. Distribución de bits para el CODEC VSELP

El codificador VSELP de 8 Kbps se presenta en el gráfico 0.10. donde se puede apreciar que utiliza tres fuentes de excitación. La primera es el llamado término largo o libro de código adaptivo. Las fuentes dos y tres están dadas por dos libros de código VSELP, que para este caso contiene 128 vectores. Estas tres fuentes de excitación son multiplicadas por sus correspondientes ganancias y luego sumadas. La combinación genera la primera secuencia $ex(o)$, después cada subtrama $ex(n)$ de 5 ms. es utilizada para actualizar el estado del filtro del libro del código adaptivo. Como cada trama tiene 20 ms, entonces contiene 4 subtramas. Una trama de 20 ms y 8 KHz implica 160 bits/trama organizados como se ve en la tabla 0.7:²⁰

²⁰ [Ref. 30] pag. 461 - 464

El código VSELP está siendo utilizado en la primera fase de la transición hacia digital, pero como se mencionó anteriormente en la segunda fase se trata de incluir mayor cantidad de abonados por portadora y esto se consigue con la utilización de los códigos llamados de media velocidad.

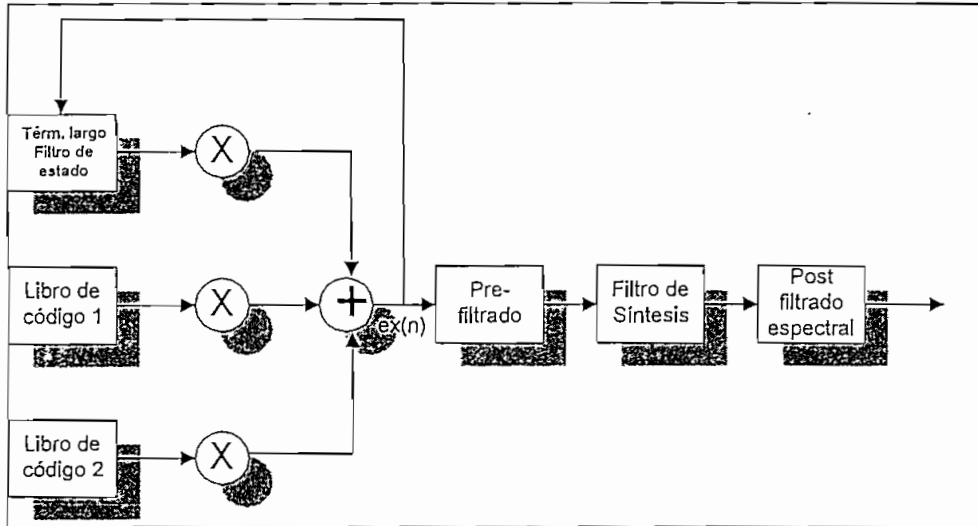


Gráfico 0.10. Diagrama del CODEC de voz VSELP²¹

0.8. MODULACIÓN EN TDMA

Una vez que la señal de voz es digitalizada y codificada junto con la información de control se modifica en fase utilizando la modulación conocida como $\pi/4$ DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying) donde se representa un símbolo de dos bits con una fase determinada. La idea de diferencial es la de variar la fase un ángulo $\pi/4$ en función de la fase anterior, sin la necesidad de tener una referencia fija, los saltos de fase asignados a cada combinación de bits son:

- 00 Para un INCREMENTO de 45 grados en la fase
- 01 Para un INCREMENTO de 135 grados en la fase
- 10 Para un DECREMENTO de 45 grados en la fase
- 11 Para un DECREMENTO de 135 grados en la fase

En un diagrama de constelación²² I Vs Q se puede observar los cambios de fase de la portadora. Es importante señalar que se producen diferentes vectores en función del primer

²¹ [Ref. 30] pag. 461 - 464

²² El diagrama de constelación es la representación gráfica de las posibles posiciones que ocupa la portadora modulada. Se las representa como un solo punto que es el extremo del vector correspondiente que nace en la intersección de los ejes.

símbolo enviado. Así si el primer símbolo es el origen, existen 4 vectores diferentes del caso en que el primer símbolo sea un 00. En el gráfico 0.11 se muestra estos dos casos y además un diagrama de constelación

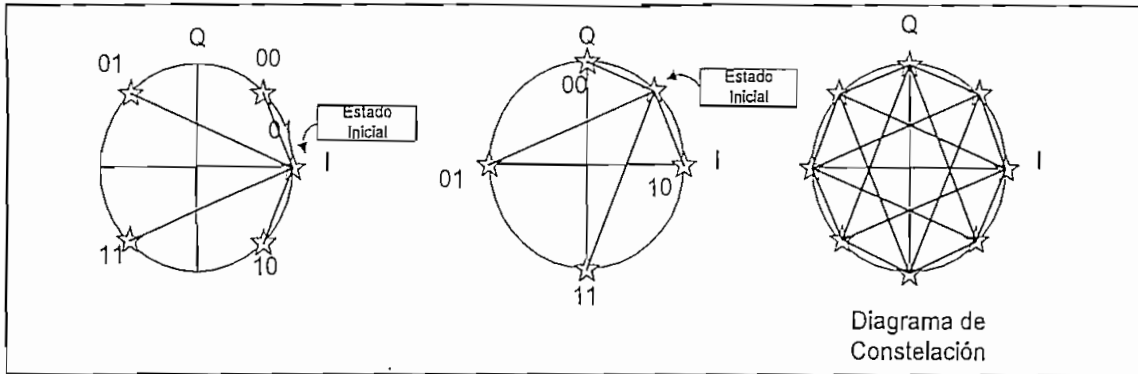


Gráfico 0.11 Diagrama de constelación para la modulación $\pi/4$ DQPSK²³

²³ [Ref. 20] pag.25

CAPITULO I

LA CONMUTACIÓN DE PAQUETES, TECNOLOGÍA CDPD¹

En la introducción al presente trabajo se han estudiado los parámetros básicos sobre los cuales se desarrolla la tecnología celular, específicamente las normas EAMPS y TDMA. En este primer capítulo se dará una visión completa de los aspectos tecnológicos sobre los cuales se sustenta el CDPD. Para ello en la primera parte 1.1. se revisan conceptos importantes sobre la arquitectura de red para sistemas abiertos, y además se hace una comparación cualitativa de las propiedades de los sistemas de conmutación de circuitos y de paquetes.

En la sección 1.2 se resume la historia que ha tenido el CDPD y se presenta la forma en que se ha estructurado a los entes internacionales reguladores del sistema, así también se describe los componentes que constituyen una red de esta naturaleza.

Con estos antecedentes en la sección 1.3. se resume los protocolos desarrollados para CDPD profundizando en aquellos que son indispensables y poco difundidos, y dejando como referencia los que por su naturaleza y múltiples aplicaciones en telecomunicaciones son manejados con relativa frecuencia.

Por último las secciones 1.4, 1.5, 1.6 y 1.7 se dedican a la arquitectura de la red CDPD, profundizando en los componentes de la misma.

1.1. CONCEPTOS BÁSICOS

1.1.1. COMPARACIÓN ENTRE CONMUTACIÓN DE PAQUETES Y DE CIRCUITOS²

Cuando existe la necesidad de transmitir datos se presentan al menos dos posibilidades, la conmutación de circuitos y la conmutación de paquetes. El uso de cualquiera de ellos depende de un equilibrio entre los gastos que se incurren en el proceso, la confiabilidad del método escogido y la cantidad de tráfico que se maneje. En la tabla 1.1 se hace una breve comparación de las principales características que definen a estas dos alternativas.

1.1.2. MODELO OSI DE 7 CAPAS

El modelo de referencia OSI (Open Systems Interconnection) entrega las bases sobre las cuales se han de diseñar los diferentes protocolos cumpliendo con las tareas definidas en los siete niveles que lo conforman.

¹ CDPD, Cellular Digital Packet Data

² [Ref. 38] pag. 1 - 12

CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS	CONMUTACIÓN DE PAQUETES
<i>TRANSMISIÓN</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ◆ El flujo de información es continua entre los usuarios ◆ Se debe realizar una llamada ◆ La conexión es con un solo usuario <p>Recomendado para transferencia de grandes volúmenes de información (gráficos, archivos, etc.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ La información está dividida en entidades independientes ◆ No se requiere una llamada ◆ Permite comunicación punto a punto y punto a multipunto ◆ Recomendado para pequeñas ráfagas de datos (texto, caracteres alfanuméricos, etc.)
<i>USO DEL SISTEMA</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Cada usuario necesita un medio de transmisión diferente 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Muchos usuarios comparten el mismo medio de transmisión
<i>ACCESO A LA RED</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Puede ser difícil en horas pico ◆ Cuando se obtiene canal la comunicación debe ser inmediata y continua 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ El enrutamiento de mensajes puede ser manejado en horas pico. ◆ El usuario puede enviar mensajes en cualquier instante.
<i>PERSPECTIVAS DEL OPERADOR Y DEL USUARIO</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Tarificación por tiempo ◆ El tiempo tarifado generalmente es mayor que el realmente usado. ◆ El primer impulso de llamada es tarifado 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Tarificación por volumen de información transmitida ◆ La tarificación es más precisa ◆ No se requiere una llamada
<i>APLICACIONES TÍPICAS</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Fax ◆ Transferencia de archivos ◆ Acceso a bases de datos 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Telemetría/Monitoreo remoto ◆ Despacho y búsqueda de vehículos ◆ Transacciones ◆ E-mail, acceso a bases de datos

Tabla 1.1. Características de la conmutación de paquetes y de circuitos

Un sistema abierto es un conjunto de ordenadores, software, periféricos, operadores humanos, etc. que forman un todo autónomo capaz de procesar y/o transferir información. A este sistema se lo ha dividido en siete capas o niveles que se representan como una jerarquía vertical con comunicación estrictamente entre dos capas contiguas del mismo

sistema y comunicación horizontal entre dos capas equivalentes de diferentes sistemas. Esto provoca la independencia entre los niveles y permite el diseño de cada uno por separado, con la única condición de que se reciba y se genere el servicio especificado.

Se llaman entidades a los elementos activos que se encuentran en cada una de las capas. Las entidades pueden ser software (como un proceso), o hardware (como un circuito integrado con un programa almacenado).

En cada capa genérica N se recibe una UDS (unidad de datos del servicio) proveniente de la capa superior (N+1), en la cual se la llama UDP (Unidad de datos del protocolo). A la UDS se le agrega información adicional de control, conocida como ICP (Información de control del protocolo); formándose así la UDP de la capa N. Como se muestra en el gráfico 1.1.

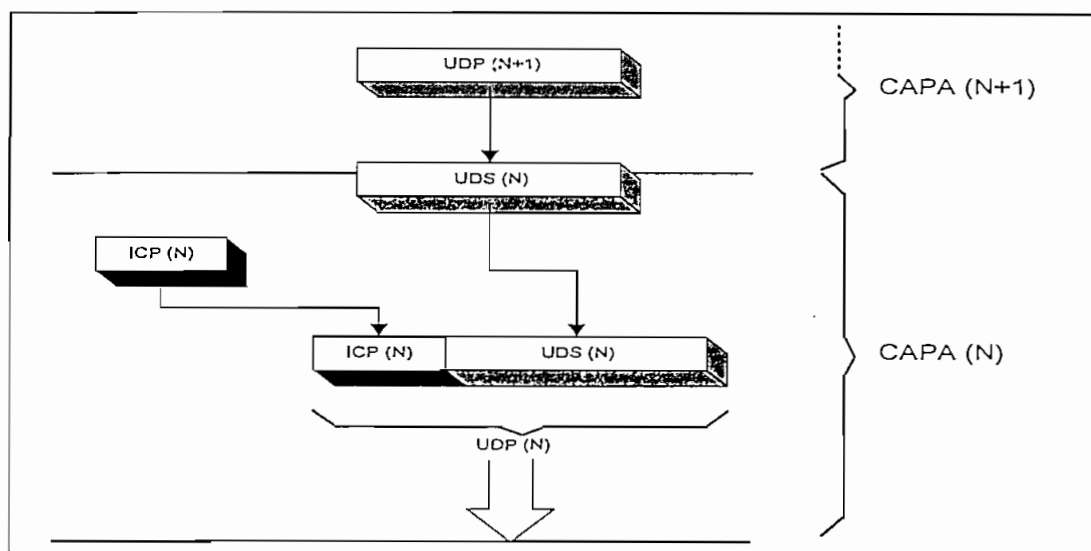


Gráfico 1.1. Relación de los datos entre capas adyacentes³

Los servicios se encuentran disponibles en el PAS (Punto de Acceso al Servicio) que para la capa N es el lugar donde la capa N+1 puede acceder a los servicios que se ofrecen, por ejemplo el PAS-F es el punto de acceso a servicios de la capa Física y donde la capa de Enlace accede a los servicios. Existen PAS dentro de un mismo nivel y del mismo sistema, que son puntos de acceso a servicios de diferentes entidades para una capa determinada. Cada uno de los PAS está asociado con una dirección.

Las siete capas del modelo OSI, suelen numerarse en forma ascendente de la siguiente manera:

³ [Ref. 28] pag 425 - 432

- Capa 1 : Física
- Capa 2 : Enlace
- Capa 3 : Red
- Capa 4 : Transporte
- Capa 5 : Sesión
- Capa 6 : Presentación y
- Capa 7 : Aplicación

Cada de una de las cuales tiene funciones y presta servicios específicos. A continuación se las describe en forma muy breve.

LA CAPA DE APLICACIÓN

Es la capa más alta en la arquitectura OSI. Los protocolos de esta capa directamente están en contacto con el usuario final abasteciéndole del flujo de información necesario para mantener, desarrollar y administrar una tarea específica de aplicación y para manejar todo el sistema. Realiza funciones de inicio, mantenimiento - terminación y grabado de los datos requeridos en el proceso de la aplicación. Se ocupa básicamente de que ambos lados de la red se entiendan entre sí. Por tratarse de los servicios a los usuarios finales cada aplicación tendrá su independencia, el momento de establecer sus protocolos. Sin embargo existe una etapa que será común para cualquier aplicación y es donde se han centrado todos los esfuerzos por estandarizar, estos procedimientos se conocen como *elementos de servicio de aplicación común* y representan la forma de interconexión y comunicación con la capa inmediata inferior, la de presentación.

LA CAPA DE PRESENTACIÓN

El propósito de la capa de presentación es generar un grupo de servicios, que puedan ser seleccionados por la capa de aplicación, orientados a definir los procedimientos para ejecutar el intercambio de datos, su control y estructura; el tipo de monitor o periférico utilizado; etc. Se encarga de asignar una sintaxis a los datos, es decir, determina la forma en que han de presentarse los datos preocupándose de aceptar el tipo de datos enviados desde la aplicación y negociar con su homólogo la estructura definida. Un ejemplo de sintaxis es el código ASCII, siendo el más conocido y utilizado. La capa de presentación está estructurada en función de tablas sintácticas cada una de las cuales corresponde a un código.

LA CAPA DE SESIÓN

La capa de sesión se ha especificado con el objeto de ayudar y soportar las interacciones entre entidades de presentación. Ofrece un mecanismo organizado de intercambio de

datos entre usuarios, permitiéndoles elegir el tipo de control y de sincronización que deseen para la comunicación, como por ejemplo:

- Diálogo bidireccional alternado o bidireccional simultáneo (dúplex, full dúplex)
- Puntos de sincronización para comprobaciones intermedias y recuperaciones durante la transferencia de ficheros.
- Abortos y rearranques
- Flujo de datos normal y acelerado, etc.

Por tanto las funciones de la capa de sesión se pueden dividir en dos servicios, servicios de diálogo de sesión y los servicios de administración de sesión.

LA CAPA DE TRANSPORTE

La capa de transporte permite una transferencia de datos entre las capas de sesión en forma transparente. Es además un interfaz entre las capas conocidas como de red (capas física, de enlace y de red) y las capas superiores generando el intercambio confiable y seguro de los datos entre los usuarios finales, los cuales deben elegir entre diferentes niveles de calidad para optimizar los recursos disponibles y ofrecer un servicio eficiente a mínimo costo.

La calidad del servicio se mide en términos de rendimiento (cantidad de bytes de datos del nivel de transporte transmitidos por unidad de tiempo), retardo de flujo de datos, tasa de error residual (razón de datos erróneos sobre datos transmitidos), y probabilidad de falla de transferencia. Son funciones de la capa de transporte:

- Direccionamiento de la transmisión de datos.
- Multiplexación y división de conexiones para optimizar el costo.
- Detección de errores y comprobación de la calidad del servicio.
- Segmentación y concatenación de extremo a extremo.

LA CAPA DE RED

Es un nivel con una amplia variedad de funciones, que principalmente se ocupa de proveer el interfaz entre un equipo terminal de datos del usuario y la red de comunicación de datos. Además entrega las relaciones funcionales y de procedimientos que rigen el intercambio de las unidades de datos entre dos entidades de transporte sobre una conexión de red. Detalla las operaciones de encaminamiento por la red y la comunicación entre distintas redes.

Son funciones de la capa de red:

- Las conexiones y el direccionamiento entre la red de datos.
- Identificación entre el punto extremo y la red de datos.
- Obtención de los parámetros de calidad del servicio.

- Notificación de errores.
- Reiniciación, liberación y acuso de recibido de los datos.

LA CAPA DE ENLACE

Es la responsable de la transmisión confiable de datos por el canal. Proporciona a los datos la sincronización necesaria para delimitar el flujo de bits del nivel físico. Así mismo garantiza la identidad de los bits, encargándose de que los datos lleguen sin errores al ETD receptor. Se ocupa de controlar el flujo de datos para no permitir el desborde del ETD. Una de sus funciones más importantes consiste en detectar errores en la transmisión y recuperar, por distintos mecanismos, los datos perdidos duplicados o erróneos.

Las funciones de la capa de enlace son:

- Conectar el enlace de datos.
- Identificar los puntos extremos.
- Notificar errores y los parámetros de calidad del servicio.
- Controlar el flujo de datos.

LA CAPA FÍSICA

Es el nivel más bajo dentro de la arquitectura de red OSI y se encarga de proporcionar las características físicas, eléctricas y de procedimiento para establecer, mantener y liberar un enlace físico entre el ETD y el Equipo terminal del circuito de datos (ETCD) o equipos de conmutación de datos ECD⁴.

Las funciones de la capa física son:

- Conexión física al medio de transmisión.
- Notificación de condiciones de falla.

1.1.3. PROTOCOLOS DE USO FRECUENTE

Se resumen a continuación, tres protocolos LAPD (Link Access Protocol Channel D), IP (Internet Protocol), TCP (Transmission Control Protocol) asociados a las capas de enlace, de red y de transporte.

1.1.3.1. LINK ACCESS PROTOCOL CHANNEL D (LAP D)

Es un protocolo de la capa de enlace, definido sobre una capa física establecida en las normas que conforman la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados). Permite la comunicación, entre dos entidades de la capa de enlace, utilizando un canal D. El canal D

⁴ [Ref. 28] pag 433 - 444

define una velocidad de 64 o 16 Kbps, que transmite señales de control, señalización o datos.

El protocolo LAPD, tiene un formato muy similar al del HDLC (High Level Data Link Protocol o control de enlace de datos de alto nivel) y gobierna el flujo de datos a través de un canal físico. El protocolo es independiente de la velocidad de transmisión y requiere al menos de un canal dúplex para su aplicación.

Una trama es una entidad independiente de datos que se transmite de una estación a otra a través del enlace, pudiendo existir tres tipos de tramas:

- Tramas con formato de información.

Sirve para transmitir datos de usuario entre dos dispositivos, también se puede utilizar como aceptación de los datos de una estación transmisora o como comando de sondeo.

- Tramas con formato de supervisión

Tiene algunas funciones como: aceptar o confirmar tramas, pedir que se retransmitan tramas, solicitar interrupciones temporales de la transmisión.

- Tramas con formato no numerado

Realiza también funciones de control, orientadas a inicializar o desconectar un enlace y algunas funciones en las que se puede definir hasta 32 comandos y respuestas.

Una trama consta de cinco o seis campos. Toda trama comienza y termina con los campos de señalización o *banderas*. La secuencia de señalización utilizada es el octeto 01111110. Una señal de alarma está dada por la presencia en el canal de siete unos consecutivos, en tanto que cuando existen quince unos seguidos se desactiva el canal. Las banderas permiten al canal la sincronización, es decir cuando detecta una señal diferente a la bandera "sabe" que se trata del comienzo de una trama, una condición de error o un canal desocupado, y cuando encuentra la siguiente secuencia de señalización, habrá llegado una trama completa.

El campo de *direcciones* identifica la estación origen o destino (Respuesta o Comando) que interviene en la transmisión de una trama determinada y está formado por dos octetos, dentro de los cuales se encuentran un par de bits de extensión del campo que corresponden a los menos significativos de cada byte, tiene la función de ampliar el número de bits de dirección, cuando se ubica un 1 en este campo indicará que el octeto al cual se pertenece es el último byte de dirección.

El bit C/R (Comando / Respuesta) indica si la trama es un comando (0) o una respuesta (1) desde el usuario, los comandos son inversos desde el punto de vista de la red.

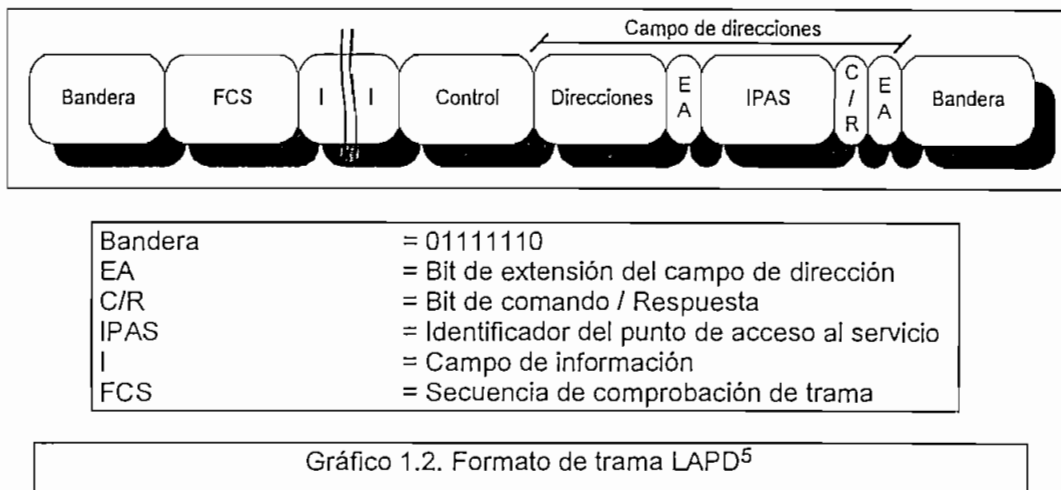
El IPAS (Identificador del punto de acceso al servicio), señala el punto en el que se ofrecen los servicios del nivel de enlace al nivel inmediatamente superior.

El campo de *control* contiene los comandos, respuestas y también los números de secuencias que se utilizan para llevar un registro del flujo de datos que atraviesan el enlace entre la estación de origen y la de destino.

El campo de *información* contiene los datos de usuario propiamente dichos. Este campo solo aparece en las tramas de información y no en las que tienen formato de supervisión o no numerado.

El campo de *comprobación de secuencia de trama* permite hacer un control de errores en la transmisión de dos estaciones. Utiliza un código de redundancia cíclica CRC con un polinomio generador dado en la recomendación V.41 del CCITT.

En el gráfico 1.2. se muestran los bloques que conforman una trama para el canal D.



LAPD, tiene la posibilidad de transmitir tramas de hasta 128 bits con información, supervisión o tramas no numeradas. Para distinguir unas de otras se utiliza el octeto de control el mismo que se lo divide en cuatro subcampos, de la forma en que se muestra en el gráfico 1.3., las tramas pueden ser usadas en cualquiera de los tres formatos:

La trama de información o trama I con cabecera de primer bit 0.

La trama S o de supervisión que se distingue por sus dos primeros bits 10

La Trama U es la trama no numerada identificada por 11 en sus dos bits menos significativos.

⁵ [Ref. 6] pag. 258

Un octeto de control en una trama de información incluye los campos, N(S) (Secuencia de envío) que indica el número de orden asociado a la trama que es enviada. N(R) (Secuencia de recepción) indica el número de secuencia que espera el receptor, es decir que si N(R) = 4 las tramas 0, 1, 2, 3 han sido recibidas correctamente.

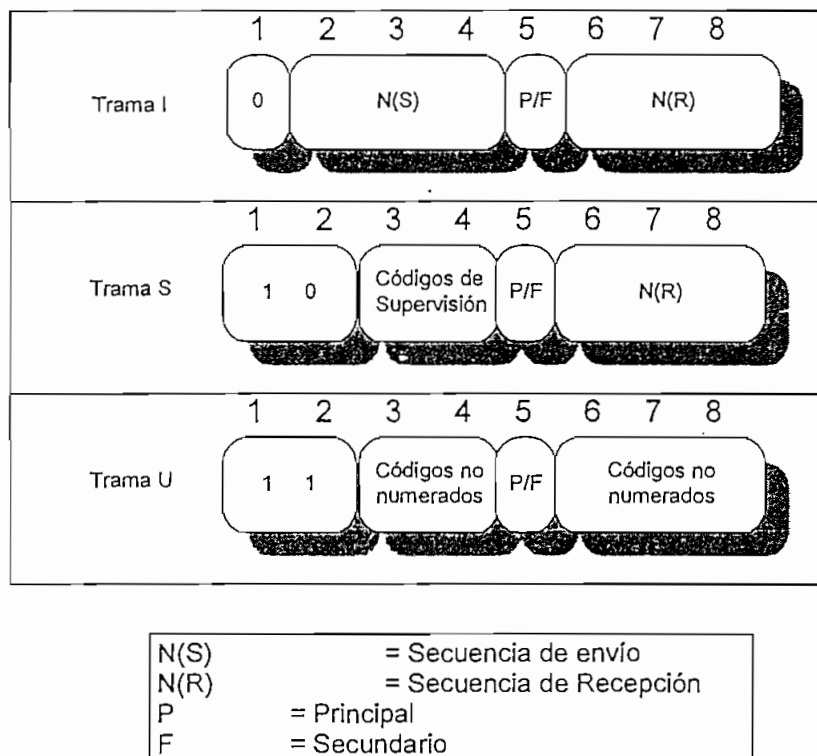


Gráfico 1.3 Descripción del octeto de control para una trama LAPD^{6,7}

El bit P/F es utilizado como P por la estación principal para solicitar a la estación secundaria información sobre su estado, es decir, una operación de sondeo. En tanto que la estación secundaria lo utiliza como F para responder a un bit P, además puede denotar el final de una transmisión desde la estación secundaria.

1.1.3.2. PROTOCOLOS DE LA CAPA DE TRANSPORTE Y RED

Aquí se describen las principales características y básicamente las estructuras para las tramas de los protocolos TCP e IP

El gráfico 1.4. muestra la trama en la capa de enlace de los paquetes TCP/IP. En primer término se reciben los datos en modo UDS (Unidad de Datos del Servicio) desde la capa de sesión. En la capa de transporte se integra la cabecera de TCP y en la capa de red se

⁶ [Ref. 6] pag. 87

⁷ [Ref. 28] pag. 455 - 467

agrega el direccionamiento IP. Cada una de las cabeceras, tienen diferentes funciones y longitudes variables

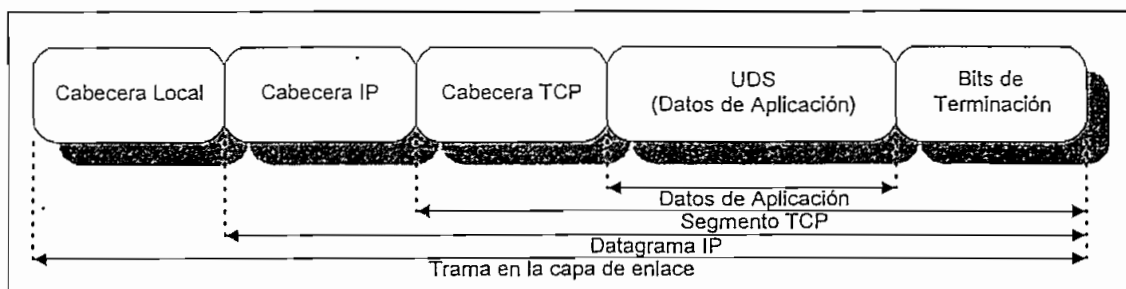


Gráfico 1.4. Trama de datos en la capa de enlace⁸

Nombre	# de bits	Descripción
Ver	4	La versión correspondiente al Protocolo Internet
IHL	4	Longitud de la cabecera en palabras de 32 bits, mínimo 5.
Tipo de servicio	8	Es una bandera que especifica parámetros de confiabilidad, prioridad, terminación, etc.
Longitud total	16	La longitud total del datagrama IP, de acuerdo al gráfico 1.4.
Identificación	16	Provee de una identificación exclusiva para el datagrama
Banderas	3	Habilita la opción de fragmentación.
Offset	13	Indica la ubicación del fragmento, medido en tramas de 64 bits desde el principio del datagrama.
Tiempo de respuesta	8	Se define el tiempo en que se espera una respuesta antes de abortar la comunicación.
Protocolo	8	Identifica el siguiente protocolo que sigue a la cabecera IP, Ej. TCP para el gráfico 1.4.
Chequeo	16	Bits de control reproducidos en el destino para verificación de trama.
Fuente	32	Dirección de equipo que origina la trama.
Destino	32	Dirección de equipo hacia el cual se dirige la trama.
Opciones/relleno	Variable	Bits opcionales.
Datos	Variable	Un múltiplo de 8 bits, pero no mayor a 65.535 octetos por cabecera IP

Tabla 1.2. Descripción de los bloques para un datagrama IP⁹

⁸ [Ref. 17] pag. A.i.

⁹ [Ref. 17] Anexo A

La cabecera IP tiene una longitud mínima de 20 octetos (160 bits) con palabras de 32 bits. Los grupos de bits que forman la cabecera IP, se muestran en la tabla 1.2. y su distribución dentro del paquete es la que se ve en la tabla 1.3.

1	4	5	8	9	12	13	16	17	20	21	24	25	28	29	32
Ver		IHL		Tipo de Servicio				Longitud Total							
Identificador								Banderas		Offset					
Tiempo de respuesta				Protocolo				Chequeo							
Dirección de Fuente															
Dirección de Destino															
Opciones y relleno															
Datos															

Tabla 1.3. Paquete IP

El protocolo TCP pertenece a la capa OSI de transporte y provee un servicio de circuito virtual entre las aplicaciones de usuario final . Además soporta conexiones End-to-End entre procesadores host.

El TCP procesa la información de los niveles superiores como una secuencia continua de datos, la cual es dividida en segmentos de hasta 65 Kbytes de longitud (en CDPD la longitud es de 2048 bytes) A cada octeto del segmento se le asigna una identificación que permite el control de errores y de flujo. Es entonces cuando se entrega la trama para el proceso del protocolo IP, donde se crea y se envía el datagrama hacia el nivel de enlace de datos.

1	4	5	8	9	12	13	16	17	20	21	24	25	28	29	32
Dirección de la fuente								Dirección del destino							
Número de secuencia															
Secuencia esperada															
Offset		Reservado		U	A	P	R	S	F	Ventana					
Chequeo								Prioridad							
Opciones / Relleno															
Datos															

Tabla 1.4. Paquete TCP

La cabecera del TCP tiene una longitud de mínimo 20 octetos y la función de soportar la confiabilidad y la conectividad del sistema. La función de cada campo se muestra en las tablas 1.4 y 1.5¹⁰

Existen 6 tipos de banderas que llevan mensajes específicos de control del enlace:

URG: Existe un puntero urgente (U)

ACK: Campo de secuencia esperada habilitado (A)

PHS: Función de empuje (P)

RST: Reempezar conexión (R)

SYN: bit de sincronización de secuencia. (S)

FIN: Termina la transmisión de datos. (F)

El TCP garantiza un nivel alto de confiabilidad, pero a costa de una gran longitud de la cabecera, generalmente cuando la confiabilidad no es un parámetro crítico, se suele utilizar otro protocolo, por ejemplo el UDP (User Datagrama Protocol o protocolo para datagramas de usuario).

Nombre	# de bits	Descripción
Fuente	16	Dirección del puerto de origen.
Destino	16	Dirección del puerto de destino.
# de Secuencia	32	Indica el número de secuencia que se ha transmitido, permite un control de errores
Secuencia esperada	32	Número de secuencia que se espera recibir
Offset	4	El número de palabras de 32 bits en la cabecera TCP
Reservado	6	Se pone siempre a cero
Banderas	6	Es un conjunto de seis mensajes con funciones específicas.
Ventana	16	Es un espacio para la recepción, indica el número de octetos desde la secuencia esperada que el Tx ha aceptado.
Chequeo	16	Es un chequeo de trama basado en las direcciones IP
Prioridad	16	Es un puntero que indica la llegada de un mensaje urgente.
Opciones/relleno	Variable	Se define siempre la opción que indica el máximo segmento del TCP
Datos	Variable	Datos provenientes de niveles superiores.

Tabla 1.5. Configuración para cabecera TCP

¹⁰ [Ref. 17] Anexo A

El UDP es utilizado cuando la aplicación no requiere de un control riguroso de errores. Este protocolo está formado por 4 campos de 16 bits y uno de longitud variable usado para datos. De la siguiente manera:

16 bits	: Dirección de fuente
16 bits	: dirección de destino
16 bits	: Longitud del datagrama
16 bits	: Chequeo de cabecera.
Variable	: Campo de datos

El *ICMP* (Internet Control Message Protocol o Protocolo de control de mensajes de Inter-red) es un protocolo de la capa de red, usado para comunicaciones entre varias entidades IP. Se genera cuando existe algún tipo de problema en la red. Por ejemplo una congestión o el direccionamiento hacia un puerto no alcanzable. El ICMP tiene el mismo formato que el protocolo IP, pero en la sección de datos los 32 primeros bits corresponden a la cabecera ICMP, de la siguiente manera:

8 bits:	Indican el TIPO de problema presentado. (Por ejemplo: destino no alcanzable, exceso de tiempo, problemas con los parámetros, fuente apagada, eco, etc.).
8 bits	Llamados de CÓDIGO, usados para especificar los parámetros de un mensaje codificado.
16 bits	Usados para chequeo.

1.2. FUNDAMENTOS DEL CDPD

En los siguientes párrafos se analizará la forma general que tiene la red CDPD, los componentes y el desarrollo que ha tenido en sus pocos años de existencia.

1.2.1. EL CDPD FORUM

En 1992 se reúne un conjunto de compañías de la industria celular con el objeto de formar un consorcio para el desarrollo del CDPD. Dentro de dichas compañías se incluye a instituciones como Ameritech Mobile Communications, Inc.; Bell Atlantic Mobile Systems; Contel; GTE etc. Los cuales luego de un estudio y pruebas tanto de campo como de desarrollo publican en julio de 1993 las especificaciones para el CDPD versión 1.0 (Cellular Digital Packet Data System Specification Release 1.0) detallando los lineamientos del sistema. Una segunda publicación de actualización se da en Enero de 1995.¹¹

El CDPD Systems Specification, es la norma técnica hasta ahora aceptada por todos los proveedores y operadoras de los sistemas celulares E-AMPS.

¹¹ [Ref. 15] pag 5, 6

Posteriormente el consorcio de operadoras cambia su nombre por el de CDPD FORUM ampliándose para congregarse a proveedores de infraestructura, fabricantes de equipos terminales y vendedores de aplicaciones, los mismos que en función de la tecnología procuran que la transmisión de datos sea transparente al usuario final. El CDPD Forum propone al CTIA (Cellular Telecommunications Industry Association) y a la TIA (Telecommunications Industry Association) que el CDPD System Specification sea la norma técnica oficial.

Los propósitos del CDPD FORUM son: mantener una completa compatibilidad entre los diferentes proveedores de equipos, generar procedimientos que aseguren su interoperabilidad, procurar que los usuarios tengan un buen criterio y educación respecto del servicio y además garantizar la confiabilidad de los equipos tanto de usuario como de operadoras del servicio.

Por estas razones el CDPD FORUM se ha convertido en el grupo Norteamericano más importante en la actualidad dentro del ramo de las aplicaciones y de las normativas referentes a diseño, integración y construcción de sistemas CDPD, tomando mayor peso cuando fabricantes de equipos para operadoras, tales como Hughes, o Nortel intervienen activamente en él.

1.2.2. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL CDPD

"El CDPD, celular digital packet data, es un método de transmisión de paquetes de datos sobre la red celular".¹²

El CDPD, ofrece una velocidad de transmisión de datos de hasta 19.2 Kbps utilizando la misma distribución de frecuencias que el sistema EAMPS y el mismo ancho de banda del canal (30 KHz) que puede ser compartido por más de un abonado. Los protocolos de comunicaciones que utiliza permiten la autenticación de los usuarios, la corrección de errores, encriptación etc. Los mensajes se dividen en paquetes que se transmiten utilizando la misma o diferentes rutas.¹³

El CDPD, está diseñado para coexistir con la red celular de voz sin interferir con ella usando las mismas facilidades, es decir, posibilidad de hand-off (completa movilidad), etc. Procura ser una extensión de redes fijas usando protocolos de interconexión que la hacen completamente transparente a ellas y al mismo tiempo a redes de otras operadoras celulares.

¹² [Ref. 27] pag 16 ; [Ref. 36] pag 3

¹³ [Ref. 38] pag.1 - 6

Los paquetes digitales son estructurados en función del NPDU (Network Protocol Data Unit) que es el Protocolo de la unidad de datos para la capa de red. Se considera a un paquete con este formato como la unidad de transmisión de datos y suele ser llamado datagrama. Tiene dos secciones de bits de sincronismo, un grupo de bits de direccionamiento, un campo para señales de control y la información de usuario a ser transmitida.

Existen dos formas de transmisión del datagrama, la una es utilizando un canal fijo dedicado a CDPD y la otra usando saltos en frecuencia, para ello se utilizan indistintamente los canales de voz libres lo cual maximiza la infraestructura del sistema celular básico y aumenta la capacidad de tráfico de datos.

El enrutamiento se basa en dos protocolos definidos por la capa de red: el Internet Protocol (IP) y el CLNP (ConexiónLess Network Layer Protocol) o Protocolo sin conexión para la capa de red; además del TCP en la capa de transporte. Esto permite al usuario una versátil conexión con aplicaciones móviles, pues en cada datagrama se envía la ubicación secuencial del paquete que puede tomar diferentes rutas para alcanzar su destino.

Los servicios que presta el CDPD a los abonados incluyen transmisión de datos punto a punto o punto a multipunto, enviando el mismo mensaje a varios usuarios en una determinada área geográfica, por ejemplo informes de congestión vehicular, predicciones climáticas, itinerario de vuelos, publicidad, etc. Estos son básicamente servicios internos a la red. En tanto que un típico servicio externo a la red es el acceso a bases de datos.

En los sistemas ya instalados los servicios con mayor demanda son: Telemetría (Sistemas de seguridad, lectura para facturación eléctrica, de agua, de gas, etc.). Monitoreo remoto de equipos (medición de niveles en represas, temperatura en plantas avícolas, etc.). Transacciones mercantiles y bancarias (validación de tarjetas de crédito, cajeros automáticos, actualización automática de inventarios, etc.), Oficina móvil (correo electrónico, acceso a bases de datos, etc.), etc.

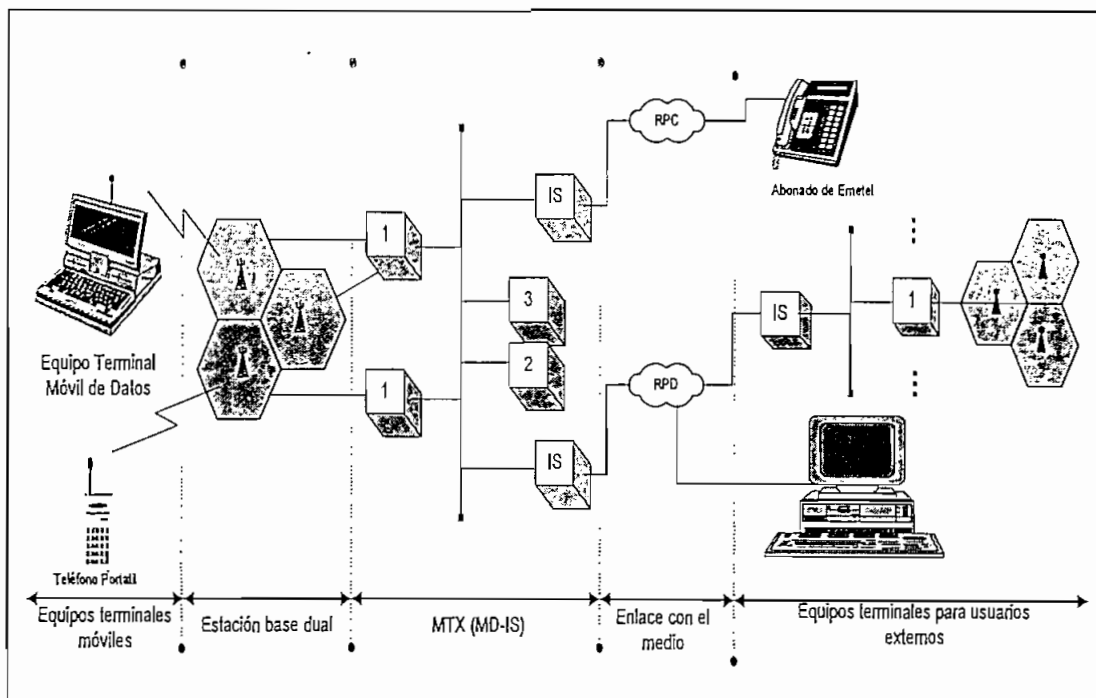
1.2.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

En el gráfico 1.5 se presenta la estructura y componentes de una red de telefonía celular que comparte sus recursos con una red CDPD. Nótese que se usan términos generales para nombrar a sus elementos constitutivos.

Equipo terminal móvil

Que puede ser un *equipo terminal móvil de datos (ETMD)*, o un equipo telefónico móvil. Los que permiten al usuario tener acceso a la red por medio de canales EAMPS en forma full-duplex. Ejemplos de un ETMD son: terminales de computación portátiles conocidos como

Lap-tops de acceso remoto, equipos para telemetría, verificadores de tarjetas, etc. Todos ellos equipados internamente o conectados con un modem CDPD.



MTX	: Central de Conmutación Móvil
MDIS	: Sistema intermedio de datos por Móvil
IS	: Sistema Intermedio
RPD	: Red Pública de Datos
RPC	: Red Pública Conmutada
1.	: Controlador de la estación Base
2.	: Control de Operación y Mantenimiento
3.	: Soporte de Administración de la red y de servicios

Gráfico 1.5. Red Celular para Voz y datos¹⁴

Estación base

La estación base retransmite la señal desde el ETMD hacia el MTX, y viceversa, usando para ello enlaces comunes tanto para voz como para datos. Envía "al aire" en un canal celular la señal dirigida a una estación terminal móvil reproduciendo la señal en banda base recibida desde el MTX. Cuando se habla de transmisión de datos, a la estación base se le suele llamar MDDBS (Mobil Data Base Station) o Estación base para datos por móvil.

El MTX

Es la central de conmutación móvil que está formada por:

¹⁴ [Ref. 23]

- MD-IS (Mobile Data Intermediate System) es un controlador de la estación base; el cual permite el manejo de la movilidad, el enrutamiento de datos y la administración de los recursos de radio de las estaciones. Los MD-ISs son los únicos medios que tiene la red para mantener la completa movilidad dentro del sistema. Permiten la transferencia de información sobre los usuarios en movimiento entre las diferentes celdas de la misma operadora.
- Un centro de operación y mantenimiento, dedicado a funciones de administración y control de fallas del sistema, dicho control se lo realiza por medio de una gran base de datos generada en función de parámetros medidos y transmitidos desde las celdas o estaciones base.
- Un soporte de administración de la red y de servicios que permite realizar funciones como la identificación de abonados, manejo de mensajes, tasación, facturación y servicios adicionales de abonado.
- IS (Intermediate System) que es un interfaz necesario para la comunicación de datos con redes externas, tanto para usuarios de estaciones fijas, como para abonados de otras operadoras celulares.

1.3. EL CDPD COMO PROTOCOLO EN REDES AMPS/EAMPS

La necesidad de proporcionar una red inalámbrica de comunicación de datos, como un ente de valor agregado a la red celular, que conviva con las redes alámbricas e inalámbricas ya existentes, ha llevado a manejar dentro del CDPD, configuraciones diferentes para aplicaciones diferentes. Este hecho se traduce en una amplia gama de perfiles (conjuntos de protocolos) que deben ser seleccionados por el proveedor de los servicios CDPD, de acuerdo a parámetros de funcionalidad, costo y respuesta a problemas específicos. La reunión de estos perfiles, forma el protocolo CDPD

La implementación del CDPD en una estructura AMPS o AMPS extendido (EAMPS) involucra básicamente la definición de parámetros de radiofrecuencia adecuados a dichas normas internacionales. Esto quiere decir que el uso de canales AMPS influye solamente en la estructura de la capa física. Por esta razón, en la actualidad se está trabajando para aplicar CDPD a otros estándares celulares, por ejemplo CDMA (Code Division Multiplex Access). Motivo de este estudio es la aplicación del sistema CDPD estrictamente en un medio AMPS/EAMPS.

A continuación se estudiarán los protocolos que están mayormente orientados hacia el manejo de la arquitectura de comunicaciones usando sistemas celulares, esto es, un mayor

énfasis se dará a aquellos protocolos que tienen funciones específicas en la movilidad de los usuarios o en el direccionamiento de los mismos y no son conocidos con profundidad.

1.3.1. INTERFAZ A

En el volumen 4 del CDPD System Specification se define el interfaz aéreo (Interfaz A o Airlink). El cual entrega una serie de procedimientos para manejar la parte de comunicaciones que se produce sin cables conductores, es decir, que usa como medio físico de transporte de información el aire y controla los procesos de comunicación entre el ETMD y la MDBS. Son partes constitutivas del interfaz A: la capa Física y la capa de Enlace.

Puesto que dentro del interfaz A está la capa de enlace, los procedimientos definidos involucran también al MD-IS y una parte sumamente importante que permite la versatilidad de las capas superiores para manejar diferentes tipos de aplicaciones, esto es el protocolo para la convergencia de subredes.

El interfaz A es la parte del CDPD donde ha sido necesario desarrollar nuevos protocolos y modificar los ya probados. Para la comunicación entre el ETMD y la MDBS el interfaz A realiza las siguientes funciones:

1. Define el MDLP (Mobile Data Link Protocol, protocolo de enlace datos para móvil).
2. Define los procedimientos de la subcapa. MAC
3. Define el SNDPCP (Subnetwork Dependent Convergence Protocol, protocolo para la convergencia de subredes).
4. Define completamente a la capa física.

El objeto del enlace A es llevar las tramas MDLP desde el ETMD hacia el MD-IS y viceversa. Para lo cual utiliza una capa física en el ETMD y en la MDBS normalizada por¹⁵ IS-19, IS-20, TIA-54, TIA-56, TIA-553. A continuación se resumen los componentes del enlace A.

1.3.1.1. MOBILE DATA LINK PROTOCOL (MDLP)

El MDLP, está definido en el CDPD System Specification V 1.0 en la parte 403. En esta sección se pretende hacer un resumen de la especificación dada, poniendo énfasis en su relación con otros protocolos ya existentes.

El MDLP define procedimientos para el control lógico del enlace entre el ETMD y el MD-IS. En el camino hacia el MD-IS la información debe ser retransmitida por la estación base de datos para móvil, MDBS. Por este motivo el MDLP es uno de los protocolos que conforman

¹⁵ [Ref. 10] pag. 401-1

el enlace A y pertenece a la capa OSI de enlace de datos. Es de anotar que las tramas MDLP no tienen como destino final una MDBS, sino que la utilizan como retransmisor en su camino hacia la MD-IS.

El MDLP se encuentra definido teniendo como base las siguientes recomendaciones:¹⁶

- CCITT X.200; CCITT X.210 : Referidas al modelo OSI.
- ISO 7809 : Clases de procedimientos para el HDLC¹⁷.
- ISO 4335 : Elementos de los procedimientos para el HDLC.
- ISO 8802-2 : Control lógico de enlaces
- ISO 10039 : Definición de servicios de la subcapa MAC
- CCITT Q.920; CCITT Q921 : Procedimientos de acceso al enlace para canales D, LAPD

El MDLP define la estructura de la trama de la capa de enlace de datos para asegurar la transparencia con sistemas adyacentes, es decir con redes CDPD provistas por otras operadoras, para ello se introduce información sobre el formato, chequeo de errores, direccionamiento y otros. El MDLP como parte de la capa de enlace de datos proporciona un control lógico sobre la comunicación de datos entre el ETMD y el MD-IS. A este nivel al ETMD se lo conoce como "lado del usuario" en tanto que al MD-IS se lo nombra como "lado de red".

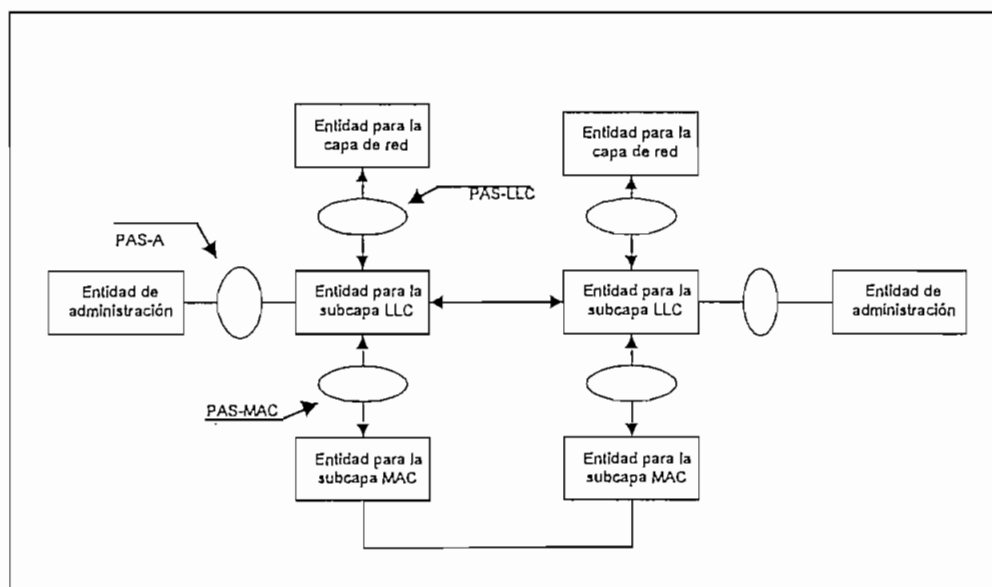


Gráfico # 1.6. Modelo de referencia para el MDLP¹⁸

¹⁶ [Ref. 10] pag. 403-2

¹⁷ HDLC, High level data link control, control de enlace de alto nivel

¹⁸ [Ref. 10] pag. 403-5

La subcapa de control lógico del enlace de datos (LLC) presta servicios a la capa de red usando el punto de acceso al servicio de la subcapa de control lógico enlace (PAS-LLC) y a la unidad de administración de la capa de enlace de datos usando el punto de acceso al servicio de la unidad de administración (PAS-A). En tanto que los servicios requeridos desde la subcapa MAC, se los obtiene utilizando el punto de acceso a servicios de la subcapa MAC (PAS-MAC).

Por medio del PAS-A se manejan dentro de la capa de enlace algunas primitivas¹⁹ de control y monitoreo. Es permitida también la comunicación en forma horizontal, es decir, entre capas de enlace de datos de diferentes sistemas las que se ejecutan de igual a igual. En el gráfico 1.6. se muestra el modelo de referencia para el MDLP.

Las comunicaciones se ejecutan en función de primitivas definidas entre cada punto de acceso al servicio, existen 12 primitivas que se utilizan para la comunicación entre las subcapas LLC y MAC.

El MDLP utiliza los servicios de la subcapa MAC para tener acceso a la capa física y transferir tramas entre unidades de la capa de enlace de datos de dos sistemas. Para ello el protocolo de enlace de datos define las siguientes primitivas o procedimientos dentro del enlace.

- Procedimiento mediante el cual se asigna al ETMD en forma temporal un identificador (TEI, Temporary Equipment Identifier).

El TEI es un identificador temporal asociado con la conexión de dos puntos terminales que está incluido en el campo de direcciones de cada trama, orienta a las UDS transportadas entre la capa de enlace de datos y la capa de red o entre la capa de enlace de datos y su unidad de administración. Se asigna un TEI de 1 para identificar una transmisión de grupo (broadcast) que será transferida a la unidad de administración en el PAS-A. Cualquier otro valor de TEI, se transfiere en el PAS-LLC hacia la capa de red.

- Procedimientos para transferencia de unidades de datos, a través del enlace de datos entre el ETMD y el sistema intermedio de datos por móvil (MD-IS).
- Procedimientos para generar mensajes del modo punto a multipunto (broadcasting) entre el MD-IS y dos o más ETMD's.

¹⁹ Primitivas, es un conjunto de comandos y procedimientos que se ejecutan entre diferentes entidades de una red de datos.

- Procedimientos para generar una comunicación confiable punto a punto entre un ETMD y el MD-IS asociado.
- Procedimientos para detectar y recuperar tramas perdidas de una secuencia de datos enviada.
- Procedimientos para manejar el flujo de datos entre el ETMD y el MD-IS en el caso de que uno de ellos se encuentre ocupado.
- Procedimientos para informar a la unidad de administración sobre errores irrecuperables.

El MDLP tiene las siguientes funciones:

- Entrega una o más conexiones lógicas de datos sobre un canal activo, discriminando a los usuarios en función de las direcciones incluidas en cada trama de datos.
- Ejecuta un control de secuencia para mantener el orden apropiado de las tramas a través de un enlace de datos.
- Detección de errores en la transmisión, en el formato y en la operación para una conexión de enlace.
- Recuperación de tramas erróneas en la transmisión o en el formato, recuperación de errores de operación.
- Notificación al administrador de la comunicación sobre errores irrecuperables.
- Control de flujo.
- Suspensión de la conexión del enlace de datos para permitir que el móvil pase a un estado de conservación de batería.

El MDLP presta los siguientes servicios a la capa de red:

a. SERVICIOS DE TRANSFERENCIA DE INFORMACIÓN

La transferencia de información entre conexiones terminales de enlaces de datos puede ser punto a punto o punto a multipunto, en ambos casos utilizando el TEI como forma de direccionamiento de los mensajes. La información puede ser de dos tipos "Conocida" o "Desconocida". La operación con el segundo tipo implica transmisión de

tramas no numeradas por lo que los mecanismos de control y de flujo no se habilitan, es usada fundamentalmente en broadcasting.

En el tipo de transmisión de información "conocida" la información de la capa de red es enviada en tramas numeradas de información, lo que permite la recuperación de errores usando métodos de retransmisión, está disponible solamente en transferencias tipo punto a punto. Por la topología de la red es solo permisible la comunicación entre el lado de usuario y el lado de red, sin que se permita la comunicación de datos en forma directa entre dos equipos terminales.

b. SERVICIOS DE ADMINISTRACIÓN PARA LA CAPA DE ENLACE DE DATOS

Los servicios administrativos se consideran proporcionados por los usuarios terminales o por el lado de la red y se presentan como tramas del tipo "desconocido". Las características de estos servicios son:

- Asignación y retiro de TEI's a los ETMD's
- Determinación de los parámetros para la conexión del enlace de datos.
- Servicio de supervisión para el estado de Stand-by (espera, Sleep)
- Servicios para pruebas de lazos remotos.
- Servicios de movilidad entre áreas.

El MDLP, requiere de las capas inferiores los siguientes servicios:

1. La capa física debe asignar un canal CDPD, el cual será usado para transmitir las tramas de la capa de enlace
2. Se debe delimitar a las tramas, generar mecanismos (palabras) de sincronismo y hacer las tramas transparentes, tal que, puedan ser decodificadas al otro extremo.
3. El MDLP requiere tramas sin errores por ello la subcapa inferior MAC, está encargada de reconocer y descartar tramas con errores no corregidos.

Las tramas para intercambiar información con otra capa de enlace de datos son conocidas como UDS-E, los que contienen un número entero de octetos los cuales son numerados en forma creciente desde 1. Los campos dentro de la trama son secuencialmente los siguientes:

Campo de direcciones	: Entre 1 y 4 octetos. (tabla 1.6)
Campo de control de flujo	: 1 o 2 octetos (Tabla 1.8)
Campo de Información	: Entre 0 y n octetos.

Bit	8	7	6	5	4	3	2	1
Octeto 1	TEI						C/R	EA=0
....	TEI							EA=0
Octeto N	TEI							EA=1

Tabla 1.6. Formato del campo de direcciones para el MDLP²⁰

Donde:

- EA: Bit para la extensión del campo de direcciones, un bit "1" determina el último octeto del campo.
- C/R: Es un bit que determina si la trama es un "Comando" o una "Respuesta". Para el lado de usuario una respuesta usa el bit "cero" en tanto que un comando el bit "uno". Para el lado de red la asignación de bits es de forma inversa.
- TEI: El Identificador temporal del equipo terminal móvil de datos, puede tener hasta 27 bits. Los valores del TEI se asignan de la siguiente manera:

Valor del TEI	USO
0	Procedimientos para la administración, capa de enlace (PAS-A)
1	Procedimientos para la conexión del enlace de datos por grupos (broadcast)
2...15	Reservados para usos futuros
16...(2 ²⁷ -1)	Procedimientos para conexiones de la capa de red punto a punto (PAS-E)

Tabla 1.7. Valor del TEI para el MDLP

Bit	8	7	6	5	4	3	2	1
Trama I	N(S)							0
	N(R)							P
Trama S	X	X	X	X	S	S	0	1
	N(R)							P/F
Trama U	M	M	M	P/F	M	M	1	1

Tabla 1.8. Formatos del campo de control para el MDLP²¹

²⁰ [Ref. 10] pag. 403-16

²¹ [Ref. 10] pag. 403-16

Donde:

- N(S) : Número de la secuencia enviada por el transmisor.
N(R) : Número de la secuencia recibida por el transmisor.
P/F : El bit P (de Poll, sondeo) cuando se solicita información, es decir cuando la trama es un comando. F (de final) cuando se responde a un comando con bit P.
S : Bits para funciones de supervisión.
X : Bits reservados, usados con estado "cero".
M : Bits para funciones de control.
Trama I : Representa la trama con formato de información.
Trama S : Para la trama con formato de supervisión.
Trama U : Para la trama con formato no numerado.

Se considera inválida una trama cuando:

- Tiene menos de tres octetos numerados o dos no numerados.
- Contiene un campo de direcciones mayor que cuatro octetos.
- Contiene un valor de TEI, que no es aceptado por el receptor.

Como ya se ha mencionado, el MDLP tiene como base protocolos como el HDLC y el LAPD, en esta sección se hará una comparación entre dichos protocolos poniendo énfasis en sus diferencias.

a. MDLP vs. HDLC

El MDLP puede ser descrito como un HDLC operando en modo asíncrono equilibrado (conocido también como asíncrono balanceado), esto es, utiliza estaciones "combinadas" (puede enviar y recibir comandos), las cuales tienen la facultad de iniciar sus transmisiones sin autorización previa.

Utiliza las siguientes opciones del HDLC:

- Intercambio de información o características de las estaciones.
- Permite la recuperación por tramas usando retransmisión.
- El campo de direcciones puede ser mayor que un octeto.
- La trama de información, solamente es usada como comando.
- La numeración de secuencias es módulo 128.
- Se puede realizar pruebas del enlace de datos.

El MDLP, se diferencia del HDLC, en los siguientes aspectos:

- Se dispone de un comando que permite deshabilitar temporalmente las estaciones ante fallas.
- La subcapa MAC, es responsable del entramado, la transparencia y la detección de errores
- Se añade un estado de conservación de batería sin pérdida de datos.

b. MDLP vs Q920, Q921

Muchos de los procedimientos y formatos usados en el MDLP son similares o idénticos a los especificados por el CCITT, en las normas Q920 y Q921. Las diferencias se introducen cuando se tocan aspectos del ambiente CDPD, de la siguiente manera:

- Se consideran diferentes las subcapas MAC y la de control lógico de enlace.
- Se modifican los formatos en las direcciones.
- Los procedimientos para la recuperación de errores no son los mismos.
- Se añaden procedimientos para la administración de la red, tales como, comandos para ejecutar lazos de pruebas o para el estado de conservación de batería.
- Los formatos y procedimientos para establecer el TEI, son diferentes.
- Los procedimientos para el intercambio de información son diferentes.

1.3.1.2. MEDIUM ACCESS CONTROL (MAC)

El MAC, control de acceso al medio, en el CDPD (así como en las redes LAN) es considerado como una subcapa dentro de la capa de enlace. Por este motivo es considerada como el interfaz del protocolo del enlace aéreo (Airlink) entre la MDDBS y el ETMD. Por tanto el objetivo de la subcapa MAC es transportar información entre las entidades de enlace de datos usando el interfaz A para CDPD.

La subcapa MAC está sustentada en los siguientes protocolos:

- IEEE-802.3 : Arquitectura y generalidades para redes LAN
- ISO-8802-3 : CSMA/CD²², para redes LAN
- ISO-10039 : Definición de servicios para el control de acceso al medio.

En forma general son funciones de la subcapa MAC las siguientes:

1. Estructurar, formar, delimitar y enviar las unidades de datos del protocolo de enlace de datos.

²² CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access / Collision Detect, Acceso múltiple por detección (o escucha) de portadora con detección de colisiones

2. Definir y ejecutar un método para que el uso del canal de transmisión sea compartido por uno o más ETMD's.

Para ello ejecuta los siguientes procedimientos:

a. Encapsulado de datos

Se conoce como encapsulado de datos al procedimiento mediante el cual, la cadena de datos enviada por el MDLP, es dividida en paquetes, con la adición de banderas de inicio y fin de trama, palabras de sincronismo de trama y métodos que permiten la transparencia de los datos de usuario, evitando que se presenten formatos con secuencias de bits iguales a las de las banderas establecidas. Además se incluye dentro de estos procedimientos, el uso de campos para control (detección y corrección) de errores.

Dentro del encapsulado se pueden diferenciar cuatro estados importantes:

- La transformación de las UDP-E, en tramas, mediante la adición de una cabecera y un fin de trama constituido por 8 bits de la siguiente forma: "01111110".
- La generación de bloques de palabras, compuestos por un grupo de palabras de datos de usuario y otro grupo de palabras de paridad para detección y corrección de errores.

Bit	8	7	6	5	4	3	2	1
Octeto 1	0	1	1	1	1	1	1	0
	Bandera inicial							
Octeto 2	Datos de usuario							
.....								
Octeto N-1								
Octeto N	0	1	1	1	1	1	1	0
	Bandera final							

Tabla 1.9. Estructura de la trama de la subcapa MAC

- Un proceso de pseudo-aleatorización, de acuerdo a un polinomio de cinco términos y de grado nueve.
- Inclusión de "violaciones" cuando encuentra cinco "unos" consecutivos en la secuencia de datos con el objeto de hacerla transparente.

En la tabla 1.9. se muestra la estructura de la trama de la subcapa MAC:

El bloque generado para la detección de errores en la capa MAC, tiene la siguiente estructura, como se ve más adelante son bloques formados usando FEC (Forward Error Correction) tipo Reed Solomon (63,47)²³, el cual agrupa los datos en bloques de 63 símbolos, cada uno de ellos con 6 bits, es decir, 378 bits, de los cuales 96 bits son dedicados, en 16 símbolos, para la corrección de errores. Ver la tabla 1.10.

Bit	6	5	4	3	2	1
Símbolo 62	Campo de información					
.....						
Símbolo 16						
Símbolo 15	Campo de paridad					
.....						
Símbolo 0						

Tabla 1.10. Estructura del FEC en la subcapa MAC

b. Administración del acceso al canal

Por el hecho de que el canal de transmisión es compartido, se requiere de un procedimiento que evite que dos o más usuarios (ETMD's) lo utilicen al mismo tiempo. Para ello se define el DSMA/CD (Digital Sense Multiple Access / Collision Detect) que es un procedimiento análogo al CSMA/CD, definido en la IEEE 802-3.

c. Sincronismo del flujo del canal

Un tercer procedimiento se encarga de incluir dentro de las tramas forward a la sincronización y los indicadores de tiempo, necesarios para decodificar las banderas, los límites de los bloques FEC y las detecciones de de colisión. La distribución de los bits dentro de las tramas Forward y Reverse son diferentes.

1. FORMATO PARA EL CANAL FORWARD

Una trama dentro del canal que lleva la información desde la estación base hacia el equipo terminal móvil de datos, contiene los siguientes elementos:

- La palabra de sincronización para el canal forward
- Código de color del canal
- Bandera para determinar el estado libre/ocupado del canal reverse.
- Bandera que indica el estado de la decodificación del canal en reverse.
- Bloque de información pseudo aleatorio y con código FEC Reed-Solomon.

²³ Un estudio profundo del código de Reed Solomon, se lo hace en la [Ref. 1]

En el gráfico 1.7. se representa la trama en Forward transmitida en forma continua y que está formada por la palabra de sincronismo de 35 bits dividida en 7 grupos de 5 bits que son intercalados cada 54 bits de información codificada. La palabra de sincronismo se combina con las banderas de libre/ocupado antes de ser transmitida.

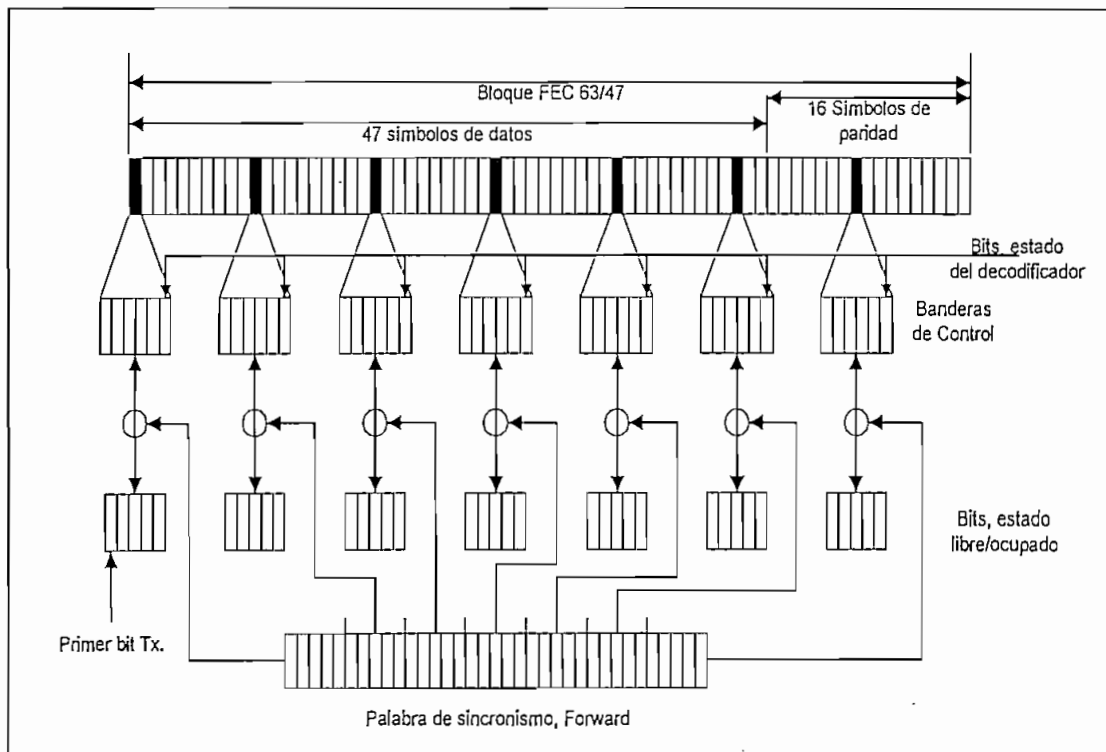


Gráfico 1.7. Estructura de trama para el canal Forward²⁴

PALABRA DE SINCRONISMO Y CÓDIGO DE COLOR

La palabra de sincronismo para el canal Forward es una palabra de 35 bits (11101 00001 11000 00100 11001 01010 01111) que tiene tres objetivos:

- Discriminar las banderas de estatus del canal reverse.
- Delimitar los bloques FEC.
- Proporcionar una referencia temporal para el algoritmo DSMA/CD.

Para cada canal activo se asignan 8 bits que definen el código de color. El cual es insertado en cada bloque transmitido sobre el canal Forward antes de ser codificado y se usa para identificar el MD-IS al que pertenece dicho canal.

²⁴ [Ref. 10] pag. 402-17

El código de color también se incluye en el primer bloque de la trama enviada sobre el canal reverse y es usado por la estación base para detectar interferencia cocanal desde un móvil remoto. El código de color consiste de dos campos. El primero con los 5 bits menos significativos que agrupan a todos los canales asignados para CDPD en una misma celda, a éste campo se lo llama "código de color de grupo de celda" (cell group color), en tanto que los tres bits más significativos dan la facultad al operador de generar diferentes áreas asociadas a un mismo MD-IS, se lo suele llamar SPNI (Service Provider Network Identifier o identificador de la red del proveedor de servicios), se lo puede encontrar también como "color de área".

Cuando existe falla del código de color y es recibida por la estación base de datos para móvil MDBS, ésta descarta los bloques recibidos y declara el canal ocupado hasta que se detecta que la transmisión ha terminado. En tanto que si un error en el código de color es detectado por el equipo terminal móvil de datos se descartan los bloques recibidos y se aborta la comunicación.

BANDERAS DE CONTROL

dos tipos de banderas de control son transmitidas sobre el canal Forward:

Estado libre/ocupado

Es un código de cinco bits donde todos 1's representa canal ocupado y todos 0's es la representación de canal libre.

Estado de bloques decodificados

Un código de cinco bits donde todos 1's indican falla en la decodificación. Todos 0's indican decodificación realizada exitosamente. Una indicación de error puede significar, errores introducidos por el canal de radio o colisiones en la transmisión del canal reverse por parte de dos o más equipos terminales móviles de datos. En cada bloque se envían más de cinco bits, los restantes se ponen con el mismo valor que el último bit enviado.

2. FORMATO PARA EL CANAL REVERSE

Una trama dentro del canal que lleva la información desde el equipo terminal móvil de datos hacia la estación base de datos para móvil, tiene los siguientes elementos:

- Una bandera previa al inicio de la transmisión de datos
- Palabra de sincronismo
- Código de color del canal
- Bloques de datos con código FEC y formato pseudo-aleatorio
- Indicador de continuidad

El acceso al canal reverse es administrado por el DSMA/CD, es decir protocolo de acceso múltiple por detección digital de portadora con detección de colisión,

La bandera inicial de 38 bits es una secuencia de unos y ceros alternados (empieza en uno), que es usada por la estación base para detectar portadora y además recuperar los bits de temporización.

La palabra de sincronismo del canal reverse está formada por una secuencia de 22 bits de la siguiente manera: 1011 1011 0101 1001 1100 00. Esta secuencia es usada por la estación base de datos para móvil para sincronizarse con el terminal móvil de datos.

El código de color del canal, tiene el formato explicado en la sección anterior.

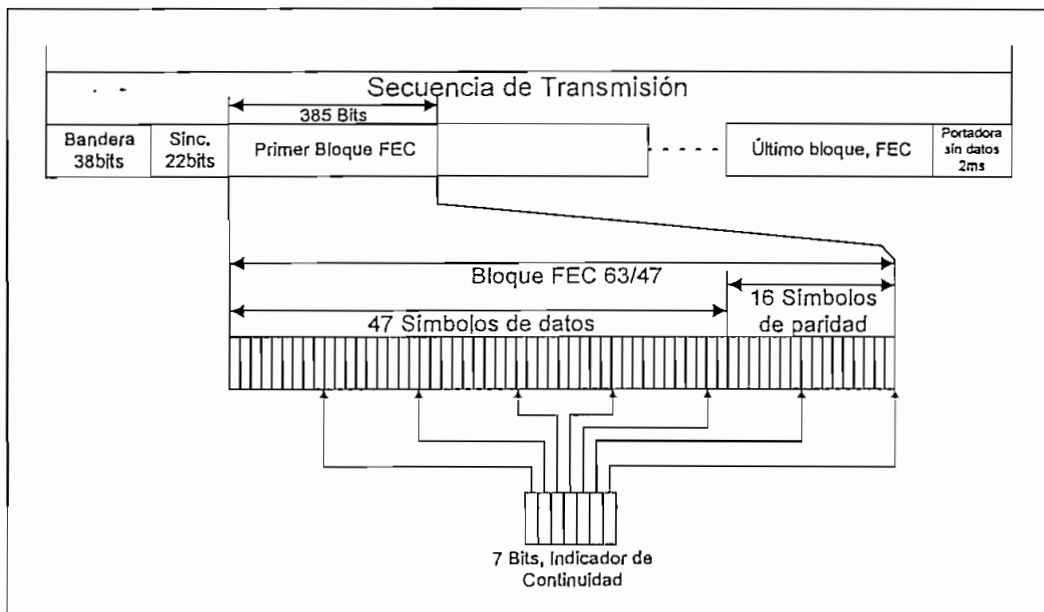


Gráfico 1.8. Estructura de transmisión para el canal reverse

Los datos de información son empaquetados con el mismo formato tanto en el canal reverse como en el canal forward.

El Indicador de continuidad es una secuencia de 7 bits todos "unos" para indicar que existen más bloques por transmitir o todos "ceros" para indicar que el bloque que se transmite es el último. El indicador de continuidad es intercalado en posiciones fijas (cada 10 símbolos) del bloque de datos codificado. En el gráfico 1.8. se muestra la relación entre los bloques y las tramas de datos para el canal reverse.

1.3.1.3. SUBNETWORK DEPENDENT CONVERGENCE PROTOCOL (SNDCP)

Puede ser traducido como Protocolo para la convergencia dependiente de subredes. Está presente cuando los servicios suministrados por la capa de red no son compatibles con los servicios de la capa de enlace. El SNDCP es el encargado de definir e implementar los procedimientos necesarios para comunicar a los protocolos de la capa de red con los de la capa de enlace.

El SNDCP, entrega a la capa de red los siguientes servicios:

- Adaptación de los protocolos para la comunicación sin conexión.
- Transparencia en la transmisión de un número mínimo de octetos de los datos de usuario.
- Encriptación de los datos de usuario.

Son funciones del SNDCP para CDPD las siguientes:

- Transformación de las unidades de datos del protocolo de red (UDP-R) en unidades de datos del protocolo de enlace (UDP-E)
- Segmentación y reensamblaje de las unidades de datos.
- Compresión y descompresión de la información de control del protocolo de las UDP-R (cabeceras) con el objeto de mejorar las características y la eficiencia del enlace de datos.
- Encriptación y traducción de las unidades de datos del protocolo de red.
- Multiplexación de las unidades de datos o datagramas, desde diferentes tipos de protocolos sobre la misma conexión de enlace de datos.

Se definen para el SNDCP los siguientes procedimientos:

- Procedimientos para la multiplexación de unidades de datos recibidas a través de diferentes puntos de acceso a servicios en una sola secuencia para ser transmitida a una unidad o entidad del mismo tipo (igual).
- Procedimiento para demultiplexar una secuencia de unidades de datos recibida desde una entidad igual para distribuirla hacia los diferentes puntos de acceso a servicios.
- Procedimientos para comprimir las cabeceras del nivel de red en paquetes más pequeños de unidades de datos para transmitirlos por medio del MDLP en cualquiera de sus dos modos de información Conocida o Desconocida.
- Procedimientos para transferir información de control, específicamente de seguridad de los datos de usuario (encriptación).

1.3.2. PROTOCOLO INTERNET

Conocido como IP (Internet Protocol), es el protocolo usado para administrar las direcciones dentro de la capa de red. En los siguientes párrafos se mostrará básicamente el formato de direcciones que utiliza el CDPD, que es uno de los definidos en el IP. El IP, tiene una característica básica en su configuración, agrupa los bits de direcciones en tres campos, el primero se refiere al formato de la dirección IP (A,B, C, D o E), el segundo a la red y el tercero al equipo terminal.

1.3.2.1. DIRECCIONAMIENTO EN EL PROTOCOLO INTERNET²⁵

El campo de direcciones del protocolo Internet es de 32 bits usados para identificar a la red, a una subred y al abonado en forma específica. La identificación o dirección de red es asignada por un organismo internacional (el administrador de Internet), todos los usuarios de una determinada red CDPD, tienen el mismo identificador de red.

La Subred, conocida en el ambiente CDPD como áreas de enrutamiento, está referida a divisiones de una red. Este número o identificador es asignado por el proveedor de servicios CDPD y se suele usar un número distinto por cada MD-IS.

Y por último, el direccionamiento del usuario que lo identifica como un abonado de la red. Es también asignado por el proveedor de servicios.

Su estructura general se muestra en la tabla 1.11. es:

Dirección de red	Dirección de Subred	Identificador del equipo terminal
------------------	---------------------	-----------------------------------

Tabla 1.11. Estructura del direccionamiento Internet

Al direccionamiento IP se lo nombra con formato de cuatro dígitos decimales de 8 bits y se lo representa de la siguiente forma:

Direccionamiento IP	Clase A	1.0.0.0 hasta 1226.0.0.0
Direccionamiento IP	Clase B	128.0.0.0 hasta 191.255.0.0
Direccionamiento IP	Clase C	192.0.1.0 hasta 255.255.255.0

²⁵ [Ref. 36] pag. 45-52

El direccionamiento clase B soporta un grupo de identificadores de red dado por 14 bits en dos bloques el primero de 6 y el segundo de 8, los dos primeros bits son reservados y se asignan como "10". Los 16 bits restantes se agrupan de forma que mantiene 7 subredes con 3 bits para identificación y 8192 subscriptores con 13 bits por cada subred o MD-IS. Ver tabla 1.12.

10xxxxxx.XXXXXXXXXX	xxx	xxxxx.XXXXXXXXXX
Identificador de Red	MD-IS	Identificador de usuario

Tabla 1.12. Direccionamiento clase B.

En tanto que el direccionamiento Internet clase C soporta un grupo de identificadores de red, y 255 subscriptores. Ver tabla 1.13.

110xxxx.XXXXXXXXXX.xxxxxxx	XXXXXXXXXX
Identificador de Red	Identificador de usuario

Tabla 1.13. Direccionamiento clase C.

1.3.3. PROTOCOLOS PARA LA CAPA DE TRANSPORTE

Dentro de la estratificación OSI, la capa de transporte tiene como objetivo prestar a la capa de sesión un servicio confiable y transparente de transferencia de datos extremo a extremo. Se considera además a la capa de transporte como el nexa entre las capas de servicios de red y los protocolos de alto nivel, por esta razón, los protocolos de la capa de transporte tienen la función de aislar a los niveles superiores de aquellos detalles de conexión dados en las capas inferiores.

Para el caso de la red CDPD los protocolos de transporte que se usan fundamentalmente son: el TP4 (Transport Protocol clase 4) y el TCP (Transmission Control Protocol). Ambos están interrelacionados y tienen básicamente las mismas características.

El TP o en castellano PT (Protocolo de transporte) corresponde al estándar ISO 8072, dado en 1984, está dividido en cinco clases de la cero a la cuatro. Se usa TP4 en CDPD porque las conexiones de la red tienen una tasa de error inaceptable para los usuarios del servicio de transporte, por el hecho de ser redes de radiocomunicación de paquetes con nodos móviles. Una característica del protocolo de transporte TP4 es que puede ser usado en modo de transmisión sin conexión.

El protocolo de control de transmisión o TCP (Transport Control Protocol) nace como un estándar militar (MIL-STD-1778, 20 de mayo de 1983) para luego generalizarse. Está diseñado para utilizarse con redes de conmutación de paquetes y tiene la función de proporcionar un servicio de transferencia de datos entre dos usuarios en forma confiable y en orden secuencial.

El uso de 2 tipos de protocolos en la capa de transporte (orientados a conexión o sin conexión) obliga a que dentro de la arquitectura existan dos redes paralelas destinadas a funciones específicas, así las conocidas en ambiente CDPD como COTS-CLNS (Connection Oriented Transport Services - Connectionless Network Services) y CLTS-CLNS (Connectionless Transport Services - Connectionless Network Services). Las primeras destinadas a manejar los servicios de administración, control y aplicación. En tanto que las segundas administran básicamente los recursos de radio en la MDBS.

1.4. ARQUITECTURA DE LA RED CDPD

En la primera sección de este capítulo se estudió la estructura que tiene el modelo de siete capas OSI, en tanto que en la sección 1.3 se estudiaron algunos de los protocolos específicos del CDPD. Aquí corresponde, mostrar la relación existente entre los niveles OSI y la estratificación CDPD y luego los principales elementos que conforman la red. Este resumen está basado en la arquitectura de la red y las definiciones, detalladas en el libro II, volumen 2 y 3 del CDPD System Specification versión 1.0

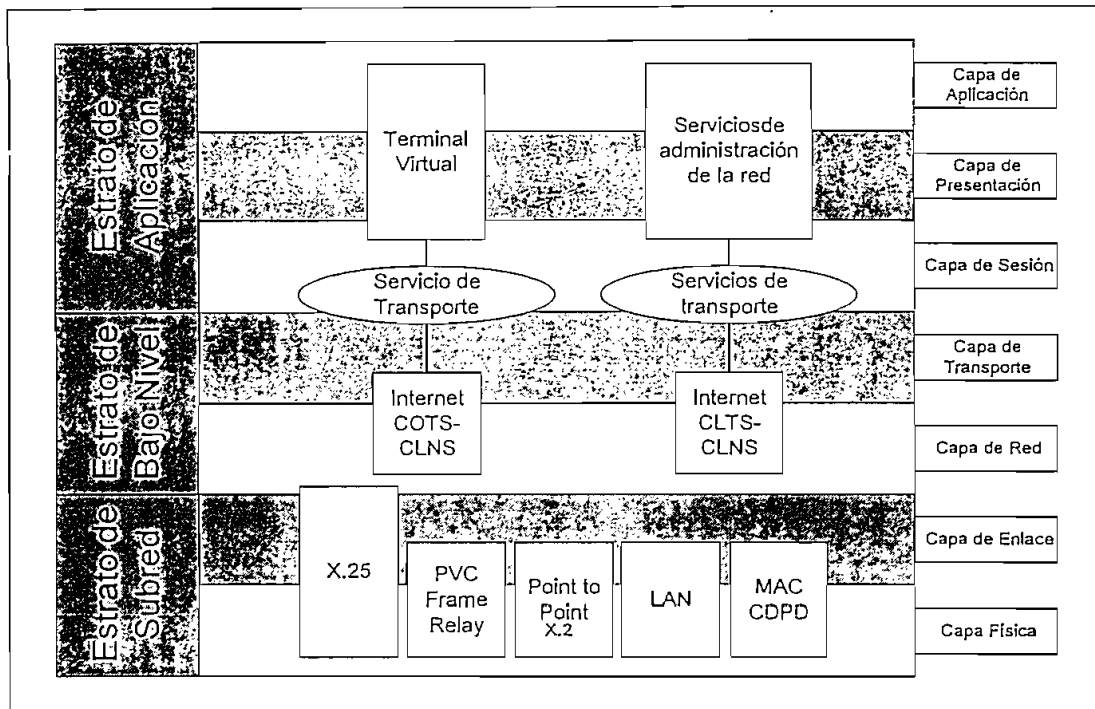
1.4.1. ARQUITECTURA DE LA RED CDPD CON RELACIÓN AL MODELO OSI

En lo que se refiere a la arquitectura de red, la norma está basada en el modelo para sistemas abiertos dado por la ISO definiendo TRES estratos, dentro de los cuales se agrupan a las siete capas del modelo de referencia OSI. Los tres estratos nombrados pueden ser considerados como tres tipos de funciones: funciones de usuario, funciones de transporte y red y por último funciones de enlace y físicas.

Con esta división se consigue una versatilidad en la red CDPD que permite incorporar a todas las redes de conmutación de paquetes existentes y a aquellas que se basen en el modelo de comunicaciones de sistemas abiertos.

El gráfico 1.9, es un ejemplo de red que muestra la relación existente entre el modelo OSI y la arquitectura propuesta por CDPD System Specification.

El perfil de comunicaciones CDPD, está definido en función de tres estratos: Estrato de Subred, Estrato de bajo nivel y Estrato de Aplicación (en inglés se los conoce como: Subnetwork, Lower Layer y Application subprofiles; respectivamente).



COTS	: Servicios de Transporte orientados a conexión
CLTS	: Servicios de Transporte sin conexión
CLNS	: Servicios de Red orientados sin conexión
PVC	: Circuito Virtual Permanente

Gráfico 1.9. Relación del Modelo OSI con la arquitectura CDPD²⁶

En cualquier red con modelo OSI pueden observarse dos grupos bien identificados de niveles desde el de Aplicación hasta el de Transporte que constituyen la jerarquía más alta del modelo y residen en los computadores centrales, terminales, sistemas de exhibición en pantalla y otras estaciones inteligentes, que pueden estar involucradas en el proceso de transmisión de datos extremo a extremo (end-to-end). Estas capas se las conoce con el nombre de capas superiores y desde el inicio de la normalización OSI, se ha dado gran libertad para el manejo de los protocolos involucrados en cada uno de los niveles. De la misma manera en el CDPD, se ha dejado libertad para estructurar en el estrato de aplicación, las plataformas necesarias que permitan la solución específica a problemas puntuales de cada grupo de usuarios.

²⁶ [Ref. 35] pag. 13

Los protocolos para niveles más bajos residen en los nodos de las redes e intervienen activamente en la retransmisión o en el encaminamiento de los mensajes de un punto a otro de la red. La relación entre los protocolos y los cuatro primeros niveles OSI se describe en el gráfico 1.10

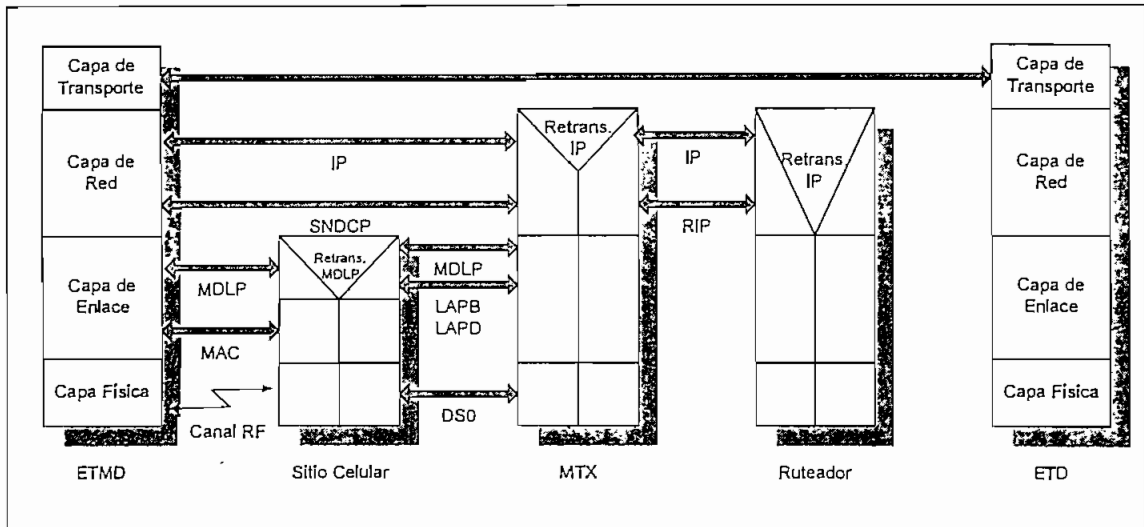


Gráfico 1.10 Relación de protocolos con las capas OSI para una red CDPD²⁷

1.4.2. ESTRATOS DE LA ARQUITECTURA CDPD

1.4.2.1. ESTRATO DE SUBRED

El estrato de Subred involucra dos capas OSI, la capa física y la capa de enlace; tiene fundamentalmente dos responsabilidades: Administración de la red y manejo de mensajes.

El manejo de mensajes en el estrato de Subred permite la transferencia confiable de datos en la red CDPD, es responsable de la codificación y enrutamiento de los datagramas, asegurando el transporte secuencial y sin duplicación de los paquetes de datos entre puntos de la red.

CAPA FÍSICA

La *capa física*, en la red CDPD está orientada a tres funciones específicas, adaptadas cada una de ellas al campo de los sistemas móviles celulares, pero sustentadas en las tareas asignadas por la OSI, de la siguiente manera:

1. Define las características físicas, eléctricas y de procedimientos para la comunicación entre las entidades de enlace de datos. El estándar tiende a utilizar normas y protocolos ya definidos y probados para todos los nodos excepto en el ETMD y en la MDBS.

²⁷ [Ref. 36] pag. 22

Queda por tanto a criterio de la operadora de los servicios CDPD, el protocolo mediante el cual se efectuará la conexión entre los Sistemas intermedios pertenecientes al MTX. En forma general se utilizan los protocolos de la serie X, tal como el X.25 o el X.75.

Para la comunicación entre el ETMD y la MDBS, se definen características de la capa física propias para CDPD. En este caso, el medio de transporte es el aire y las especificaciones del canal que se utiliza están dadas por los estándares para redes celulares EAMPS. En el capítulo cuatro se profundiza el análisis de las características de calidad que debe tener la transmisión en un canal EAMPS destinado a CDPD.

2. La capa física tiene la responsabilidad de medir el RSSI (Received Signal Strength Indication o Nivel de señal recibido) en los equipos terminales y en la estación base.

El nivel de señal recibido, es una medición del campo eléctrico que está ingresando al receptor de la ETMD o de la MDBS, en la frecuencia del canal EAMPS asignado para la comunicación. En aquellos equipos que mantienen diversidad en el camino de recepción, les permite seleccionar la mejor señal. Los parámetros de calidad definidos por CDPD System Specification están basados fundamentalmente en la magnitud del RSSI.

El nivel de señal recibido medido en la estación base, es analizado por el MTX en caso de que el móvil solicite un hand - off, buscándose entonces el mayor RSSI de las celdas adyacentes para reasignar un nuevo canal de comunicaciones.

La posibilidad de que los modems CDPD tengan la capacidad de medir el RSSI, les permite una completa movilidad y además garantiza la realización de Hand -offs, intra e inter celdas, cuando sea necesario.

CAPA DE ENLACE

La capa de Enlace, junto con la subcapa MAC, recibe de la capa de red grupos de datos que son transformados en secuencias que serán transmitidas por el canal celular. Tiene tres funciones definidas:

1. Asegura el enlace entre un par de puntos, incluyendo secuencias para control de errores, señalización y palabras de sincronismo dentro de los bloques de datos entregados a la capa Física.
2. Incluye un método para control de acceso que evita congestión del canal y permite compartirlo con varios usuarios. El protocolo usado es el DSMA/CD, estudiado en la sección 1.3.

3. Se encarga de codificar y decodificar los datos.

1.4.2.2. ESTRATO BAJO

Provee funciones adicionales para transferencia de mensajes, permite el direccionamiento y enrutamiento hacia un punto particular dentro de la red CDPD. Es decir, realiza el direccionamiento lógico de las rutas entre sistemas terminales o equipos terminales móviles de datos. Provee en función de distintos protocolos el control de flujo y la transparencia hacia las capas superiores. Está formado por dos de los niveles OSI, la capa de red y la capa de transporte.

CAPA DE RED

El nivel de red administra el encaminamiento y el control de flujo de los paquetes. Las redes CDPD son redes orientadas a circuito virtual²⁸ Cuando tramitan datos de usuario.

Específicamente un sistema CDPD, tiene una serie de sistemas intermedios (IS) para interconectar equipos terminales fijos o móviles de datos, permitiendo la comunicación entre los distintos sistemas terminales. Es responsabilidad de la red, encontrar un camino entre dos equipos terminales, dando solución a problemas de enrutamiento y cambios topológicos, segmentación y situaciones de congestión.

Un sistema intermedio se define como un sistema que ejecuta funciones de enrutamiento y retransmisión para proveer caminos entre sistemas terminales, es una entidad específica de la capa de red y se une con otras similares por medio de caminos directos o medios de comunicación llamados subredes.

Una red no puede sobrevivir ni prestar servicios adecuados si está excluida del resto de redes, por tanto la interconexión de diversas redes genera una gran inter-red donde cada una de ellas está administrada por proveedores diferentes y con políticas diferentes. Dentro de una red CDPD a cada uno de los componentes de una gran inter-red se los llama "*Dominios administrativos*" y se definen como el conjunto de sistemas terminales, sistemas intermedios y subredes operadas por una organización o autoridad administrativa que toma el nombre de red proveedora de servicios CDPD. Un dominio administrativo se interconecta con sus similares manteniendo diferentes grados de atribuciones entre sí.

²⁸ Circuito virtual, donde primero se establece una trayectoria de extremo a extremo a través de la red. Después, los paquetes de los usuarios atraviesan la red siguiendo la trayectoria de transmisión establecida para llegar al nodo destino, al mismo tiempo que comparten a lo largo de toda ella los dispositivos de enlace y conmutación.

Cada red proveedora de servicios CDPD es identificada por un único SPI (Service Provider Identifier o Identificador del proveedor de servicios). Este número está incluido en los mensajes de asignación del canal y se transmite hacia las estaciones móviles desde la estación base celular, está incluido también en el mensaje de respuesta un pedido de identificación del móvil generado por el sistema intermedio.

El SPNI (Service Provider Network Identifier o identificador de la red del proveedor de servicios), es asignado cuando un proveedor divide su red en áreas geográficas. Este número está incluido en el identificador global único que le corresponde a cada celda con servicio CDPD, además se lo utiliza para identificar al proveedor del servicio.

Para implementar los conceptos de SPI y SPNI en las direcciones de equipos portadores que generan tráfico, se introduce la idea de dominios de enrutamiento y de áreas de enrutamiento.

Un *dominio de enrutamiento*, se define como un grupo de equipos terminales y sistemas intermedios que operan de acuerdo a los mismos procedimientos de enrutamiento y están completamente dentro de un dominio administrativo. El CDPD System Specification V 1.0 permite a un operador utilizar el mismo SPI o diferentes SPI's para cada dominio de enrutamiento, sin embargo cada dominio de enrutamiento solo puede tener asociado un SPI. El direccionamiento hacia los dominios de enrutamiento corresponden a un protocolo que toma el nombre de CLNP (Conectionless Network Protocol).

Las *áreas de enrutamiento*, son subgrupos de los dominios de enrutamiento, se identifican dentro del SPNI cuando el proveedor ha dividido un gran dominio de enrutamiento en una serie de redes o regiones geográficas.

CAPA DE TRANSPORTE

En el estrato bajo de la red CDPD pueden subsistir dos tipos de redes, determinadas por el tipo de protocolo que se utilice en la capa de transporte, redes orientadas a conexión y redes no orientadas a conexión.

La red orientada a conexión se encarga de llevar los datos del usuario. Utiliza protocolos como TCP o TP4. En cambio, la red no orientada a conexión, se encarga de todos los mensajes de administración enviados al equipo terminal

1.4.2.3. ESTRATO DE APLICACIÓN

El estrato de aplicación es el más alto dentro de la estructura CDPD, y opera junto con el estrato bajo, para proveer servicios terminales (servicios de usuario) a los abonados de la

red CDPD. Sin embargo, cada aplicación requiere de un grupo diferente de protocolos de los niveles de sesión, presentación y aplicación que sustenten el servicio particular prestado.

1.4.3. MES (MOBILE END SYSTEM)

El MES, sistema terminal móvil o equipo terminal móvil de datos (ETMD), es el encargado de permitir el acceso a la red, tiene la capacidad de mantener el direccionamiento dentro de la red aún cuando cambie su ubicación geográfica. Por el hecho de su movilidad no es posible que sea considerado como elementos de una red alámbrica.

Las aplicaciones que soportan los equipos terminales móviles de datos son:

- Facilidades de acceso remoto (como terminal)
- Transferencia de archivos,
- Correo electrónico,
- Transferencia de datos de telemetría.
- Aplicaciones de difusión pública, etc.

Un ETMD tiene la capacidad de habilitar algunas herramientas de control y de mantenimiento como:

- Transmisión y recepción de datos a través del enlace A, sobre un canal en modo full duplex, o semiduplex.
- Control de acceso a la red para evitar interferencias con otros ETMD's o con equipos celulares para voz.

El MDLP, soporta en el ETMD los siguientes procedimientos:

- Comunicación con su igual entre el ETMD y el MD-IS
- Transmisión para grupos de ETMD's (broadcast)
- Estado de conservación de batería.

El SNDCP en un ETMD habilita los siguientes procedimientos:

- Segmentación y reensamblaje de tramas
- Encriptación y traducción de los datos.
- Compresión y descompresión de las cabeceras de las unidades de datos.
- Los direccionamientos dentro de la red se los ejecuta usando IP o CLNP.

- Dependiendo de las necesidades de conexión con redes externas puede soportar el Protocolo de Control de Transmisión (TCP) o el Protocolo de Transporte para redes ISO (TP4).
- El manejo de los recursos de radio, es una herramienta de administración encargada de:
 - Sintonizar el canal de datos CDPD.
 - Monitorear los canales usados para CDPD y ejecutar un salto de canal si es necesario.
 - Iniciar los procedimientos para la transferencia de celda.
- Otro de los servicios de administración es el manejo de la seguridad:
 - Almacena el NEI (Identificador de la entidad de red), que identifica al ETMD.
 - Responder a requerimientos de identificación usando el NEI.
 - Encripción y traduce de los datos cuando sea requerido.
- Servicio para el registro de los ETMD's.

1.4.4. F-ES (FIXED END SYSTEM)

O sistemas terminales fijos, a los cuales en el desarrollo se los conocerá como ETD's, es decir, equipos terminales de datos, que se distinguen básicamente de los ETMD's porque no poseen la característica de movilidad. Son fijos o estacionarios y puede ser considerado dentro de este grupo a cualquier terminal de datos conectado a una red alámbrica. Cuando los equipos fijos son administrados por el mismo operador de la red CDPD, se los considera como elementos de valor agregado a la red y se los suele llamar sistemas terminales fijos internos. En cambio si su administrador es ajeno a la red CDPD, se los llama ETD's externos.

El equipo terminal de datos debe soportar una arquitectura de capas, que permita implementar los protocolos de la capa de red y de enlace necesarios para la comunicación de las UDP-R. Además es indispensable que posea las habilidades para correr las aplicaciones de usuario y los datos necesarios para la transferencia de información.

Los ETD's necesariamente trabajan con ambiente IP o CLNP y requieren de un interfaz adecuado que permita comunicar los diferentes protocolos del estrato de subred con los protocolos exclusivos del estrato bajo.

1.4.5. MDBS (MOBILE DATA BASE STATION)

La estación base de datos para móvil, es el nodo de retransmisión de datos desde el ETMD hacia el MD-IS. Es un componente no móvil de la red y usa el interfaz A para la comunicación con el ETMD en tanto que la conectividad con el MD-IS la ejecuta por medio de diferentes protocolos.

1.4.6. MD-IS (MOBILE DATA INTERMEDIATE SYSTEM)

El Sistema Intermedio de datos por móvil se encarga de manejar y administrar la movilidad de los ETMD's. Está ubicado en el MTX y maneja funciones de enrutamiento basado en la posición "actual" del MES, además maneja e intercambia la información de la posición del ETMD, con otros MD-IS. Se definen para ello dos funciones específicas:

- MHF (Mobile Home Function) o funciones de movilidad para equipos locales.

Los ETMD's pueden definirse en "locales" y "visitantes". Son locales aquellos que están trabajando dentro del área en la que han sido inscritos. En tanto que son visitantes los ETMD's que están fuera de su "hogar".

Las funciones MHF están definidas para permitir el direccionamiento en forward de todos los ETMD's locales aún cuando estén de visitantes, para lo cual crea un directorio de las ubicaciones de todos ellos en un determinado instante y lo actualiza cada cierto intervalo de tiempo. Cuando uno de sus ETMD's está como visitante la dirección debe ser modificada y la entidad MHF se encargan de entregar el paquete de direcciones a la entidad MSF (Mobile Serving Function).

- MSF, funciones para servicios de movilidad, que son las que manejan el enrutamiento de paquetes para todos los ETMD's "visitantes" que se encuentran en "su" área de servicio para lo cual mantiene un directorio de ellos. La entidad MSF se encarga de desencapsular la dirección entregada por la MHF y redireccionarla adecuadamente.

El sistema intermedio de datos por móvil también participa en servicios de soporte de la red CDPD, donde se incluyen manejo de la seguridad, la calidad y procedimientos para la administración de fallas, mediciones y estadísticas de flujo de tráfico, encriptación, manejo de comunicaciones punto a multipunto.

1.4.7. IS (INTERMEDIATE SYSTEM)

Los sistemas intermedios son usados para permitir la comunicación entre MD-IS's o entre un MD-IS con un ETD. Es muy importante dentro de la red, puesto que uno de los objetivos primordiales del CDPD es convivir con redes fijas y/o móviles actualmente existentes. Por esta razón son funciones de los sistemas intermedios las siguientes:

- Implementar en la red algoritmos de enrutamientos capaces de:
 - Afrontar cambios de topologías sin afectar el servicio.
 - Direccionar en forma dinámica a los terminales de datos con decisiones basadas en manejo de tráfico, ruta mínima, etc.
 - Detectar caminos con falla y recuperarlos.

- Multiplexar y demultiplexar UDP-R, desde y hacia diferentes fuentes en un solo enlace de datos.

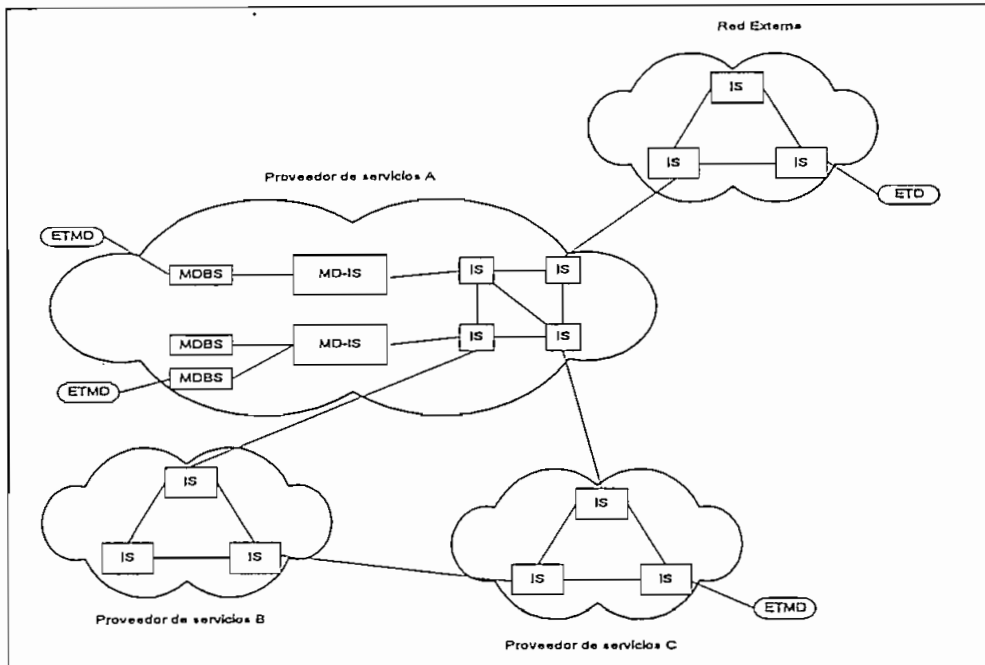


Gráfico 1.11. Nodos de una red CDPD típica

- Los sistemas intermedios deben ser capaces de manejar diferentes protocolos por un lado, el IP o CLNP, para ETMD's y por el otro deben adaptarse a plataformas tipo LAN como, Ethernet, Token Ring, etc.

Hay tres tipos de IS's:

1. El MD-IS, maneja el tráfico saliente
2. El sistema intermedio de frontera, controla el tráfico saliente y entrante a la red CDPD
3. El sistema intermedio no de frontera; administra el tráfico entre los MD-IS's

En el gráfico 1.11. se muestran los elementos, la configuración y las interconexiones de una red CDPD.

1.4.8. PROCESO DE ENRUTAMIENTO

Los NPDU (Unidades de datos del protocolo de red) son los datagramas que llevan la información de usuario y contienen básicamente los siguientes campos: banderas de inicio y parada, información de usuario y los identificadores de red o direcciones (NEI, Network end

point Identifier); tanto para el destino como para el origen. El enrutamiento de los NPDU se lo ejecuta en forma diferente en los caminos Forward y reverse, de la siguiente manera:

1.4.8.1. ENRUTAMIENTO EN FORWARD

Supóngase que se envía un paquete desde un equipo terminal de datos fijo hacia un ETMD, entonces el sistema debe poner atención en dos tablas de direccionamiento:

1. La tabla que contenga los NEI de los abonados, En la que verificará una dirección IP que ha sido asignada al ETMD, si el abonado se encuentra en la red como local usa directamente la dirección hallada para enrutar el paquete.
2. La tabla que almacena los códigos TEI o identificador temporal del equipo, que es un valor asignado a cada uno de los enlaces, el cual identifica el canal de datos que será destinado al ETMD particular.

El NPDU enviado por el equipo fijo, sigue estos pasos hasta llegar al ETMD:

1. El sistema intermedio incluye en el datagrama el protocolo de red que el MD-IS necesita para reconocerlo. Luego de lo cual es entregado al enrutador interno de la red CDPD.
2. En el enrutador interno se determina la validez del enlace usando el NEI, es decir, se evalúa la dirección para identificar si el ETMD está registrado dentro del MD-IS.
3. Posteriormente el MD-IS verifica el TEI lo que permite dirigir adecuadamente el NPDU hacia la estación base a la cual reportó por última vez el móvil.
4. Por último la estación base de datos para móvil, transmite el NPDU hacia el ETMD por medio del enlace aéreo.

1.4.8.2. ENRUTAMIENTO EN REVERSE

Suponga ahora que un ETMD desea transmitir un paquete de información hacia un ETD fijo. A este enrutamiento se lo conoce como enrutamiento externo y deben ser verificadas las siguientes tablas de rutas:

1. El rango de direcciones soportados por una determinada red externa conectada al sistema, es decir, la base de datos que permita identificar a la red hacia la cual se está encaminando el paquete de datos.
2. El nodo del MD-IS, que especifica el interfaz soportado por la conexión particular de la red externa. Esto permite el acceso al rango especificado en la tabla anterior

Los pasos que el NPDU debe seguir en el enrutamiento reverse son:

1. El MES transmite un datagrama sobre el interfaz A hacia la estación base de datos para móvil.

2. La estación base envía los datos hacia el MD-IS asociado. El cual chequea el NEI de destino y el tipo de protocolo del datagrama. Luego de seleccionar la entidad receptora en la tabla de rutas del mismo, el NPDU es enviado hacia el enrutador interno.
3. El enrutador interno genera sobre el datagrama recibido una decisión de no enrutamiento y envía el datagrama hacia la unidad de protocolo de red ubicada también en el MD-IS.
4. La unidad de protocolo de red compara el formato del protocolo recibido con el formato de protocolo de red que necesita el sistema intermedio para reconocer los datos enviados. Luego envía este paquete con el protocolo adecuado hacia el sistema intermedio correcto.
5. Por último el sistema intermedio se encarga de enrutar el paquete hacia el sistema terminal fijo enganchado a su red.

1.5. ELEMENTOS, ESTRUCTURA Y FUNCIONES DE LA CENTRAL DE CONMUTACIÓN EN LA RED CDPD

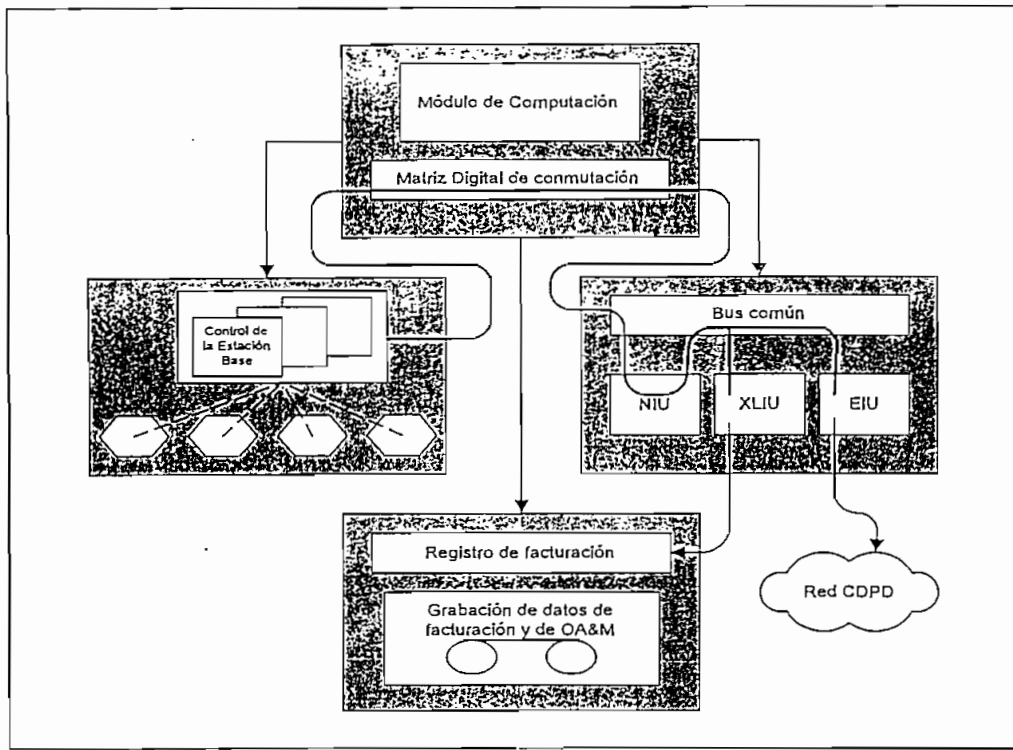
La central de conmutación móvil conocida como MTSO (Mobile Telephone Switching Office) o MTX (Mobile telephone exchange) es la parte de la red de telefonía celular que mantiene el mayor porcentaje de "inteligencia", es el cerebro del sistema y su función principal es la interconexión de los abonados usando una matriz espacio temporal. Además tiene a su cargo la ejecución de procesos de administración, mantenimiento y control de toda la red.

Cuando se habla de una red CDPD agregada a la red celular, el MTX, pierde su función principal, pero mantiene las funciones secundarias. Esto porque conceptualmente la conmutación de voz y el proceso establecido para la transmisión de datos por paquetes son diferentes.

Dentro de la MTX, debe incluirse cierta cantidad de hardware y software, que permita ejecutar el enrutamiento de los paquetes. Esto quiere decir que la función principal de la MTSO dentro de la red CDPD es la de proveer del enrutamiento (direcciones) y del camino (conexiones) necesarios para que los paquetes puedan llegar a su destino.

Las funciones secundarias: operación, mantenimiento y control; deben mantenerse y en lo posible ser compatibles con las de telefonía, de tal forma que el monitoreo sea centralizado. Otra de las funciones que se puede compartir, en la medida de que el sistema se lo

suficientemente versátil , es el proceso de facturación, que debería ser capaz de recoger los siguientes datos: número de paquetes transmitidos, tiempo de conexión, celda de origen, etc.



NIU	: Unidad de Interfaz de red
XLIU	: Unidad de Interfaz para enlaces X.25 y X.75
EIU	: Unidad de Interfaz Ethernet
OA&M	: Operación, Administración y mantenimiento

Gráfico 1.12. Elementos y Estructura de la Central de Conmutación

Por todo lo dicho, dentro de la MTX, se encuentran dos elementos que conforman a la red CDPD: los MDIS's y los IS. Los primeros para administrar las rutas al interior de la red y los otros para hacerlo con el exterior.

La parte compartida entre la red de telefonía celular y la de CDPD, es la encargada de los interfaces necesarios entre las estaciones base y el MTX; esto es, todos los periféricos encargados de la multiplexación y demultiplexación de los canales hacia y desde las diferentes celdas.

Un ejemplo de la conformación de la central de conmutación, usando intensivamente los equipos de la misma se lo puede ver en el gráfico 1.12.

Para efectos de facturación, control y desarrollo de la red se generan bases de datos del número de paquetes transmitidos y recibidos por cada MDBS en intervalos de tiempo manejables. Otros datos que se toman son: La cantidad y la descripción de subscriptores registrados en cada estación base; la disponibilidad, el estado y la ocupación de los canales asignados a CDPD, la movilidad, etc. Todo manejado en ambiente DOS, Windows, Unix, etc.

Todos los datos son grabados en cintas magnéticas y también son procesados por el software específico de facturación, el mismo que es lo suficientemente flexible para modificar niveles de tasación o formas de facturación junto con la creación de grupos de usuarios.

1.6. ELEMENTOS, ESTRUCTURA Y FUNCIONES DE LAS ESTACIONES BASE EN LA RED CDPD

El CDPD, es un servicio de valor agregado a la red de telefonía celular, por tanto, para su implementación, se trata de utilizar los recursos ya instalados y en operación. Los fabricantes, han orientado sus esfuerzos hacia la consecución de tres fines básicos:

1. La implementación del sistema CDPD, no debe afectar al servicio de telefonía celular .
2. El costo de su instalación debe ser el menor posible.
3. El equipo CDPD debe coexistir con equipos de telefonía celular de otros fabricantes.

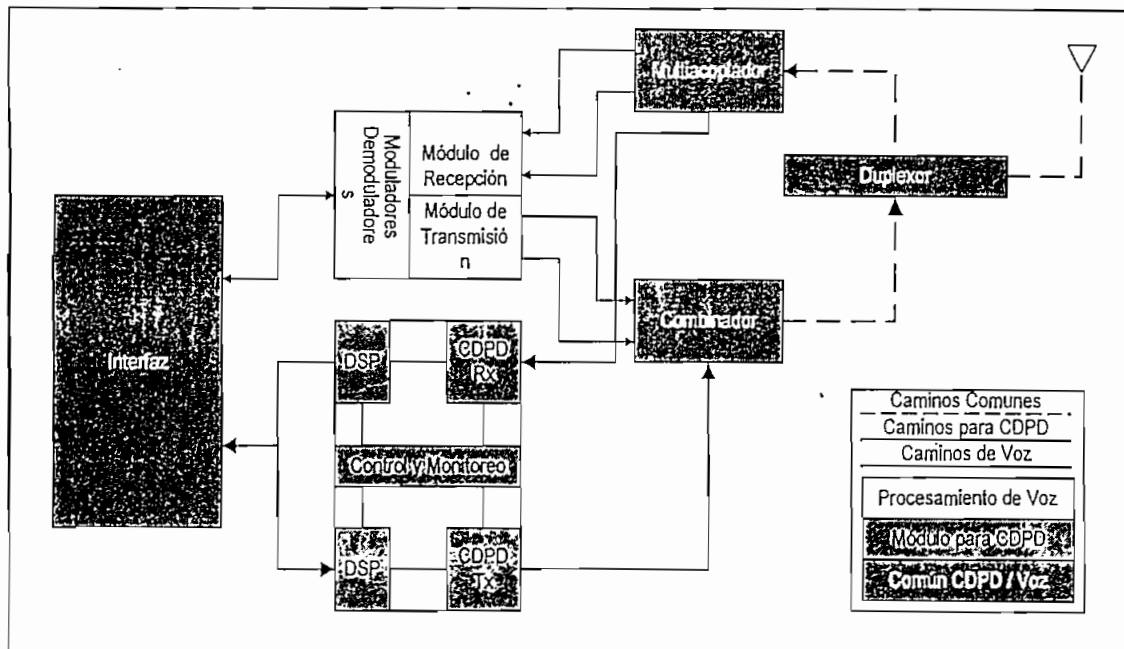


Gráfico 1.13 Relación existente entre los equipos para Voz y los destinados a CDPD en la MDBS

Esto quiere decir, que la implementación de la MDDBS debe ser transparente y a bajo costo, con un mínimo indispensable de hardware adicional y compartiendo los caminos de transmisión y recepción, desde las antenas hasta los filtros. Existen equipos que comparten también las unidades de radio y los amplificadores de potencia.

La interrelación existente entre la red CDPD y la red de telefonía celular en la estación base se muestra en el gráfico 1.13. donde se pueden distinguir tres elementos constitutivos de la red CDPD:

Unidades de radio.- Son los equipos que implementan el interfaz A, es decir, ejecutan los procedimientos para modular y demodular la señal, al tiempo que introducen la codificación - decodificación de los datos. En la sección 1.7 se describe con mayor detalle los procedimientos implementados en las unidades de radio que son similares a los realizados por el ETMD. Se incluye dentro de los equipos de radio, todos los elementos necesarios para transmitir y recibir la señal hacia y desde el medio A.

Unidad de control y monitoreo.- Dentro de la estación base celular existe un grupo de equipos destinados a recoger una serie de señales de monitoreo que aseguran la movilidad de los usuarios y permiten además manejar las frecuencias destinadas a CDPD cuando las condiciones de tráfico así lo requieran. Procesan también señales para el control de alarmas y la administración del sistema, todas estas señales son agrupadas y enviadas a la central de conmutación usando un interfaz.

Interfaz.- Todas las señales, tanto de control como de voz y de datos se multiplexan en tramas que serán llevadas hacia el MTX. En el otro sentido las señales que llegan al interfaz desde la central de conmutación son distribuidas a la respectiva unidad de radio. El formato en que cada fabricante lleva los paquetes de datos hacia la unidad de radio varía pero en torno a las especificaciones del CDPD System Specification.

1.7. DESCRIPCIÓN Y FUNCIONES DE LAS ESTACIONES MÓVILES Y FIJAS

Los equipos terminales móviles de datos y las estaciones terminales de datos (fijos) tienen una estructura distinta en las capas inferiores. Esto se explica por el hecho de que los medios físicos de transferencia de datos son diferentes y por tanto deben ser implementados diferentes tipos de protocolos en uno y otro equipo. Además las estaciones terminales de datos son en general computadores personales comunes. Por esto el interés se centra en el estudio específico de los ETMD antes que en las estaciones fijas.

Por otra parte, y de acuerdo al gráfico 1.10. donde se muestra la estratificación de la red CDPD, los ETMD y las MDBS deben comunicarse a nivel físico por tanto los protocolos que se implementen entre si son similares. Esto lleva a pensar que los procedimientos y la estructura en este nivel son sino idénticos, al menos similares, específicamente, en lo relacionado con el método de modulación.

En un ETMD, están presentes las siete capas del modelo OSI, por tanto los tres estratos definidos para CDPD. Las capas superiores (Aplicación, Presentación y Sesión) son específicas para cada tarea que ejecute el abonado, es decir, los objetivos, los formatos y el manejo de la información son diferentes entre una aplicación de telemetría y otra de manejo de archivos, por ejemplo. En tanto que las capas de Transporte, Red, Enlace de datos y Física están definidas ya en las secciones anteriores y son comunes para todos los equipos terminales móviles de datos.

CAPITULO II

APLICACIONES DEL SISTEMA CDPD

2.1. PRINCIPALES APLICACIONES DE LA CONMUTACIÓN DE PAQUETES EN SISTEMAS CELULARES

La red celular fue pensada y diseñada para proveer soluciones móviles de comunicación, es por esta razón que las aplicaciones dentro del campo de la conmutación de paquetes están orientadas básicamente a permitir que usuarios en movimiento realicen operaciones mercantiles, de negocios o de control apoyados en una red de datos fija; o por otro lado, que equipos en movimiento, distantes, o rurales puedan ser monitoreados en forma remota y en tiempo real.

El uso de la red celular en el sistema CDPD, permite disminuir los costos de transmisión de datos puesto que la conmutación de paquetes pasa a ser un valor agregado a la red celular lo cual potencializa y revalúa el sistema como tal.

Las aplicaciones disponibles actualmente de la conmutación de paquetes sobre sistemas celulares pueden ser divididas en siete categorías que se detallan a continuación.

2.1.1. SERVICIOS DE CAMPO

Con este nombre genérico se agrupan todos los programas de software que permiten obtener un acceso a la red. Esto es, son paquetes computacionales que tienen como objeto realizar la conectividad necesaria en las capas altas del sistema OSI para conseguir transparencia y absoluta compatibilidad entre las aplicaciones específicas de CDPD y las redes de computadores instaladas tales como la Internet o redes privadas del tipo LAN.

Tienen la función de entregar al usuario una plataforma de software sobre la cual pueda correr su aplicación específica.

2.1.2. OPERACIONES FINANCIERAS

Son equipos dedicados, que utilizan microprocesadores convencionales con programas de aplicación específica orientados a dar soluciones móviles o fijas sin cable a problemas financieros. La interconexión entre estos equipos y la matriz (o el banco de datos principal) se la ejecuta usando CDPD.

Dentro de este grupo se encuentran los cajeros automáticos, los equipos para validación de tarjetas de crédito, software para el manejo de cuentas, operaciones dentro de la bolsa de valores electrónica, informes de cotización de monedas, etc.

2.1.3. TELEMETRÍA

Son equipos en general robustos que pueden ser expuestos al medio ambiente con la capacidad de ser programados para realizar mediciones de distintos ámbitos y luego usando la red CDPD informar sobre los resultados o alarmas definidas. Pueden ser usados estacionariamente o en forma móvil y además tienen la capacidad de realizar sus reportes en tiempo real, sin perder una base de datos generada en función de una unidad de tiempo establecida.

Por su capacidad de adaptación a diferentes tipos de problemas, están siendo usados por operadores de oleoductos y represas hidroeléctricas, compañías de explotación de recursos naturales como gas natural, petróleo, etc., departamentos estatales o privados de sismología y meteorología, sistemas de alarmas, control de consumo y distribución de energía eléctrica a nivel rural o dentro de la ciudad, etc.

2.1.4. TRANSPORTE

Las aplicaciones orientadas hacia el transporte se basan en dos acciones, la primera es proporcionar la ubicación del vehículo y la segunda informar sobre la tarea específica realizada.

Así, casi todas las aplicaciones en esta área están provistas de GPS (Geographic Position System) que permite por medio de triangulación satelital obtener el posicionamiento geográfico con una precisión de hasta unos pocos metros; este dato es enviado a la central de control por medio de un modem CDPD, donde se procesa adecuadamente para ser usada en el control de rutas para despachadores o autos blindados o en la supervisión de operaciones policiales estratégicas.

2.1.5. OFICINA MÓVIL

La oficina móvil se orienta hacia todo tipo de organizaciones públicas, negocios y oficinas particulares, que requieran el manejo de archivos, inventarios o bases de datos desde cualquier sitio y en cualquier instante. Dentro de las entidades públicas es importante nombrar a la policía, los bomberos, Cruz Roja, etc.

El software de las aplicaciones específicas del servicio de oficina móvil usando CDPD incluye:

- Acceso a servidores para equipos móviles o fijos (proporciona la infraestructura de la red CDPD)
- Acceso a la Internet.

- Servicios de mensajería escrita (E-mail) o de voz (voice mail), buscapersonas (paging), fax, etc.
- Transferencia de archivos e impresión remota.
- GPS
- Acceso a bases de datos y ficheros.

2.1.6. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

Son equipos dedicados específicamente a proporcionar datos de pruebas de redes CDPD o inclusive a simular dichas redes con el objeto de determinar y focalizar posibles errores y problemas de las mismas.

2.1.7. EQUIPOS DE PRUEBA

La operación y el mantenimiento de las redes CDPD requiere de equipos especializados que permitan su análisis monitoreando los enlaces en el interfaz A y con la capacidad de decodificar tanto el mensaje como sus direccionamientos. Usando los equipos de prueba de redes CDPD se puede determinar exactamente el área de cobertura que tiene el sistema o específicamente cada MDDBS. Los equipos sofisticados permiten digitalizar mapas con el uso de GPS y altímetros que son enviados a una computadora central, la cual recoge los datos y los asocia con un patrón establecido.

Otro grupo de equipos de prueba permite la planificación de las redes CDPD, también usando mapas digitalizados y parámetros de las estaciones base de datos por móvil.

2.2. RELACIÓN CON SISTEMAS FIJOS DE CONMUTACIÓN DE PAQUETES

Los servicios que mantiene una red de conmutación de paquetes fija son principalmente orientados hacia mercados que tienen una necesidad de transmisión de datos desde estaciones estáticas, tales como: sucursales bancarias, cajeros automáticos, computadores personales en oficinas o establecimientos comerciales, terminales para actualización de inventarios, etc.

Por esta razón aún cuando la teoría y las aplicaciones básicas de la red fija de conmutación de paquetes y la red CDPD son similares, los mercados hacia los que están orientados una y otra son diferentes. Esto lleva a pensar que la red CDPD puede ser tratada como un complemento de las redes fijas.

El establecimiento de una red exclusivamente para transmisión de datos genera costos mucho mayores que la integración de servicios dentro de una red ya construida. El segundo es el caso de la red CDPD, ingresa como un servicio agregado a la telefonía celular y

además permite el uso de su red tanto para aplicaciones móviles como fijas, lo cual es evidentemente una ventaja sobre las redes públicas o privadas para conmutación de paquetes.

Las redes fijas de conmutación de paquetes son administradas en el Ecuador por empresas privadas. En la actualidad el EMETEL S.A. no posee un interfaz X.25, para este tipo de comunicaciones lo que detiene su participación en el mercado.

Sin embargo casi todas las redes instaladas hacen uso de circuitos dedicados de EMETEL S.A. o de enlaces satelitales. Existen en el país algunas compañías autorizadas a prestar servicios de transmisión de datos que son ofrecidos principalmente a la banca o a compañías de seguros.

2.3. EQUIPOS DESARROLLADOS PARA CDPD

Las aplicaciones que se nombraron en la sección 2.1. se refieren básicamente a los campos dentro de los cuales puede ser útil una red de datos que permita movilidad, todas estas aplicaciones utilizan un elemento interno o externo (modem) que garantiza el acceso a la red CDPD. La continua evolución de los procesos de integración a gran escala y de los microcontroladores dedicados para telecomunicaciones ha permitido desarrollar equipos que acepten conexiones con cualquier tipo de red que permita movilidad, desde redes LAN Wireless, hasta sistemas que utilicen satélite como enlace de última milla, pasando por CDPD y el sistema convencional.

En este sentido las empresas más grandes como IBM, Motorola, Sierra Wireless, etc. han proporcionado al mercado sus soluciones, en lo que a modems se refiere, y como se explicó en el capítulo I se toma como norma al CDPD System Specification en sus versiones 1.0 y 1.1

2.3.1. MODEMS CDPD

En general un modem CDPD está conformado por 3 elementos:

- El *interfaz de datos*

que de acuerdo al proveedor puede ser del tipo RS-232 C (con conector DB 9 como se acostumbra en los puertos COM para comunicaciones seriales de las computadoras personales), puede utilizar también tarjetas del tipo PCMCIA. Cuando se trata de modems internos usan conectores de 30 pines normalizados para el manejo de lectores de disquetes (30 pin ZIF, Zero Insertion Force).

- El *interfaz con el medio*

Los equipos pueden utilizar transmisores/receptores de acuerdo a las normas establecidas y revisadas en el capítulo I para sistemas celulares analógicos AMPS (EIA/TIA-553) o para sistemas celulares digitales TDMA (IS-54). Cumple básicamente las recomendaciones IS-19B que especifica los estándares de los equipos en cuanto a modulación, ancho de canal, sensibilidad de recepción, potencia de transmisión, etc.

Las conexiones de antena varían de fabricante a fabricante pero se usan tres tipos de conectores coaxiales: mini UHF, SMB o TNC. y en general las antenas son provistas de un grado de libertad que permite movimientos de hasta 90 o 180 grados.

- *Soporte de Software*

Los protocolos de software utilizados soportan plataformas DOS, y fundamentalmente Windows y como se sugiere en la norma CDPD V1.0 protocolos de transporte y red como TCP/IP.

2.4. GUÍA PARA USUARIOS DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE EQUIPOS COMERCIALES

La tabla 2.1. presenta a los equipos divididos de acuerdo al *Campo de aplicación* y considerando las categorías discutidas en la sección 2.1. Además se ha incluido a los modems CDPD existentes en el mercado. Los siguientes datos son también mostrados:

- *Nombre comercial:* Representa el nombre con el cual se encuentra en el mercado a los distintos paquetes de software o equipos de hardware.
- *Compañía:* El nombre de la compañía que lo ha producido que no necesariamente corresponde al de la empresa que lo comercializa.
- *Funciones:* Un resumen conciso de las funciones y las aplicaciones puntuales de cada equipo y/o paquete de software.
- *Teléfono:* Un número al cual se puede conseguir mayor información. Importante para usuarios, asesores en Telecomunicaciones y posibles inversionistas que deseen referencias específicas de tal o cual equipo.

Campo de Aplicación	Nombre Comercial	Compañía	Funciones	Teléfono
Servicios de Campo	CadPak	ACT	Ayudas computacionales de despacho basado en GPS	
	Keyware	RACOTEK	Aplicaciones con acceso a CDPD	612-832-9800
	TalkThru RF	SCA	Conectividad de equipos sobre red CDPD	203-359-2773 Tom Doyle
	Wireless MLS	SCA	Presta multiservicios de datos	203-359-2773 Tom Doyle
	Service Vision	Pen Vision	manejo de servicios de datos por móvil con arquitectura cliente servidor, soportado por Apple, Macintosh y Windows	908-572-6528 Roman Yudkin
Operaciones Financieras	AireTrans	Gensar Merchant	Transacciones financieras y de verificación de tarjetas	800-288-9295
	Transaction Air	Processing. Inc.	Transacciones financieras y de verificación de tarjetas	800-288-9295
	Connect System	dba FirstNet	Transacciones financieras y de verificación de tarjetas.	800-288-9295
	CDPD-POP	Celltel Data	Transacciones de punto de venta	800-230-4334
Telemetría	InfAct range of monitoring & control products	Clover Systems, Inc	Adquisición de datos, alarmas locales y remotas, Telemediciones, monitoreo y control continuo	908-464-2646
	Distributed Acquisition	Kimray	Hardware, Software y servicio de datos por paquetes para pozos y oleoductos con aplicaciones SCADA	405-525-6601 Frederick Hayes
	Communication & Control System	Kimray	Hardware, Software y servicio de datos por paquetes para pozos y oleoductos con aplicaciones SCADA	405-525-6601 Frederick Hayes

Continúa...

Viene...

Campo de aplicación	Nombre comercial	Compañía	Funciones	Teléfono
Transporte	EnRoute	SEI	Manejo de Rutas y de cooperativas de transporte	312-440-8383 Fidelis Umeh
	AvTrak	Advanced Systems group	Para localización de vehículos con GPS y sistemas de monitoreo	810-348-5774
	Premier Mobile Data Terminal (MDT)	SCA	Acceso a bases de datos, CAD integration, GPS	203-359-273 Tom Doyle
	Mobile Dispatch	SCA	Terminal para despacho móvil sobre red CDPD	203-359-2773 Tom Doyle
Oficina Móvil	Keyware	Racoteck	Aplicaciones con acceso a CDPD	612-832-9800
	Radio Mail Connection	Radiomail Corp.	E-mail, Internet, operación y asistencia de despachos, fax, mensajes, broadcasting	415-286-4820 G. Goodfellow
	Transmail Wireless E-mail	TEKnique, Inc	E-mail cliente servidor sin conexión, soporta internet, CDPD, DOS y Windows	708-706-9700 Herb Pavey
	Tlepath SUSC	Aldiscon Inc.	Servicios de mensajería de dos vías, casilla de voz y de mensajes, fax sobre red celular	614-764-2490
	LSM Protocol	Aldiscon Inc.	Servicios de mensajería de dos vías, casilla de voz y de mensajes, fax sobre red celular	614-764-2490
	Mobile Ware v2,5	Mobile Ware Corp.	Cliente/Servidor remoto, mensajes usando E-mail, fax, transferencia de archivos, impresión remota, soporta CDPD, LAN, conmutación de circuitos.	214-952-1271 Rick Rodriguez

Continúa...

Viene...

Campo de Aplicación	Nombre Comercial	Compañía	Funciones	Teléfono
Herramientas de desarrollo	Desktop CDPD	Wireless Connect	Diseño, pruebas y optimización sobre aplicaciones CDPD, emulación de redes CDPD	408-296-1546
	CDPD Starter Kit	Wireless Connect	Plataforma para aplicaciones múltiples que permiten desarrollar los servicios CDPD	408-296-1546
Equipos de Prueba	AirLink CDPD Protocol Analyzer 9300	AirLink Communications	Análisis de datos CDPD entre MDBS y uno o más M-ES. Monitoreo y decodificación de tramas Forward y Reverse.	408-261-6601 Jim Baichtail
	AirLink CDPD cell Modelo 9300-GPS	AirLink Communications	Medición de cobertura CDPD, mantenimiento de redes CDPD, Recolección de datos para determinar niveles de señal, hand-offs, etc.	408-261-6601 Jim Baichtail
	AirLink CDPD Network emulator	AirLink Communications	Permite especificar parámetros del MD-IS y el MDBS pues agrupa todos los protocolos necesarios.	408-261-6601 Jim Baichtail
MODEMS	MC-DART 100/200	Cincinnati Microwave	Modem CDPD, Típico para aplicaciones móviles y de Telemetría	513-489-5400
	Wireless modem for celular CDPD	IBM	Modem CDPD portable, puede ser integrado a una PC del tipo ThinkPad o externo con el uso de interfaz PCMCIA.	919-254-2100
	Spider	Inet Inc.	Modem CDPD, portable completamente hermético.	214-578-6135
	CDPD Mobile Modem	Motorola	Fax Modem dual CDPD/línea física, por tanto para uso móvil, portátil o fijo.	800-894-7353

Continúa...

Viene...

Campo de Aplicación	Nombre Comercial	Compañía	Funciones	Teléfono
MODEMS	Ubiquity 1000/200	PCSI	Modem CDPD para uso portátil externo/Interno a una PC.	619-535-9500
	UB-1	PCSI	Es un modem CDPD orientado hacia aplicaciones particulares desarrolladas específicamente para el abonado.	619-535-9500
	PocketPlus 210W	Sierra Wireless	Modem CDPD externos soporta sistemas Macintosh	604-232-1100

Tabla 2.1. Equipos disponibles para diferentes aplicaciones CDPD¹

¹ Recopilado de diferentes fuentes en E.U.A. hasta junio de 1996.

CAPITULO III

ESTUDIO DE DEMANDA

3.1. CONCEPTOS PRELIMINARES

El Objetivo general del presente capítulo es *establecer cuántos abonados potenciales existen en el medio*. Una vez hallado este valor se podrá definir tres aspectos:

a. LA DIMENSIÓN DEL SISTEMA

Con el número de abonados y las estadísticas del tráfico típico generado por aplicación, se puede definir el tráfico que será tramitado por la red y con ello hallar la cantidad adecuada de recursos necesarios para la implementación de la misma.

b. LA VIABILIDAD DEL PROYECTO

Paralelamente al diseño, hay que analizar los gastos e inversiones que existirán dentro del proyecto y en general deberá estructurarse un "plan de negocios" que contenga el flujo de caja para corto, mediano y largo plazo.

Dicho plan de negocios, junto con el plan de tarifas y el número de abonados esperado, serán los que determinen si el negocio es o no rentable.

c. EL PLAN DE TARIFAS

La tarifa que se establezca para cada uno de los servicios por parte de la operadora CDPD, puede influenciar en el mercado potencial y viceversa, el número de abonados estimados determina el programa de tarifas. Es importante evaluar la competencia para determinar un costo adecuado de cada servicio.

3.2. MÉTODO UTILIZADO

Se utilizan tres métodos para la determinación de la demanda potencial de los servicios CDPD. Todos ellos están basados en recomendaciones hechas por ASETA (Asociación de Empresas de Telecomunicaciones del Pacto Andino) en 1994, dentro del "Plan Maestro del Sistema Andino de Telecomunicaciones". A continuación se resumen los tres métodos utilizados.

3.2.1. MÉTODO DE LA SEGMENTACIÓN DEL MERCADO CELULAR

Considerando las planillas mensuales de consumo de telefonía celular, se puede determinar el número de abonados potenciales que tendrían los servicios CDPD. Con este criterio se ubican tres categorías de clientes del servicio celular:

- CLIENTE 1. Para usuarios que en un mes planillan sobre el millón de sucres
- CLIENTE 2. Para abonados con planillas comprendidas entre 600 mil y un millón de sucres.
- CLIENTE 3. Para usuarios que facturan menos de 600 mil sucres.

En este método se considera que los abonados pertenecientes al grupo de CLIENTES 1 son los que estarán interesados en cualquiera de los servicios que pueden prestarse usando la técnica de CDPD.

3.2.2. MÉTODO DE LA SEGMENTACIÓN DE EMPRESAS COMERCIALES

Para la determinación del mercado potencial por este método, se considera a los miembros de la Cámara de Comercio de Quito (CCQ) agrupados en tres sectores que representan a las principales aplicaciones de CDPD.

Transacciones Aquellos relacionados con movimientos bancarios, puestos de venta, verificación de tarjetas, etc.

Telemetría Aquellos miembros de la CCQ, que requieren un monitoreo remoto y periódico de sus equipos

Oficina Móvil Entidades relacionadas con el manejo de inventarios, despachos, pedidos, actualización de bases de datos, etc.

De acuerdo a estas definiciones y utilizando la guía Comercial y de servicios de Quito 1996 - 1997, donde se divide a los afiliados de la CCQ de acuerdo al tipo de servicio que prestan, se muestra a continuación la relación existente entre la clase de empresa y el tipo de servicio.

Transacciones:	Bancos y Compañías Financieras Casas de Cambio Transporte y boletos aéreos Agentes vendedores y cobradores Arrendamiento de vehículos Expendios de gasolina y estaciones de servicio Tarjetas de crédito
Telemetría:	Explotación minera, petrolera Investigación de mercado Servicios de seguridad

- NC, son las siglas presentadas para "no contesta", es decir el grupo de objetos muestrales que se negaron a contestar.
- Cambios en teléfonos, congestiones o daños en las líneas se representan con TELÉFONO,
- El Universo considerado son 9000 socios (N) de la CCQ, se toma 87 objetos (n) para realizar la encuesta, lo que representará un error (e) del 10.67%, de acuerdo a la siguiente expresión:¹

$$e = \sqrt{\frac{1}{n} - \frac{1}{N}} \quad (\text{Ec. 3.})$$

- Con el mismo criterio que en la parte 3.3.2. se extienden a Guayaquil los resultados considerando que el número de afiliados a la Cámara de Comercio de Guayaquil es de 28.932.
- De acuerdo a los resultados de la tabla 3.3. se tiene un éxito en la encuesta del 75.86%, que está dentro de las expectativas.

3.3. DEMANDA DE LA CONMUTACIÓN DE PAQUETES EN SISTEMAS CELULARES

3.3.1. ESTUDIO DE DEMANDA EN QUITO, GUAYAQUIL, CUENCA Y AMBATO

a. Método de la segmentación del mercado celular

Los datos para diciembre de 1996 se los ha dividido en cuatro ciudades: Quito, Guayaquil, Cuenca y Ambato, como se muestra en la tabla 3..

DICIEMBRE	CLIENTE 1	CLIENTE 2	CLIENTE 3
TOTAL NACIONAL	3.196	4.538	48.093
QUITO	1.577	2.113	21.333
GUAYAQUIL	1.402	2.060	22.362
CUENCA	55	123	1.863
AMBATO	15	55	713
OTROS	146	187	1.822

Tabla 3.1: Estratificación de abonados por facturación mensual²

¹ [Ref. 45] pag. 379

² Fuente, Empresas operadoras. El total a la fecha de abonados celulares es de 55.826 a nivel nacional.

Los posibles abonados, en el método de la encuesta, con la misma consideración anterior (Cuenca y Ambato: 46) son 4.404 a nivel nacional, de acuerdo a la tabla 3.3. La encuesta fue realizada entre noviembre y diciembre de 1996

	Muestra	Porcentaje	QUITO (9000)	GUAYAQUIL (28932)	TOTAL
SI	10	11,49	1.034	3.324	4.358
NO	19	21,84	1.966	6.319	8.285
FUTURO	37	42,53	3.828	12.305	16.133
NC	4	4,60	413	1.337	1.744
TELÉFONO	17	19,54	1.759	5.653	7.412
TOTAL	87	100	9.000	28.932	37.932

Tabla 3.3. Resultados de la encuesta

3.3.2 COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS UTILIZADOS

Se han presentado tres métodos para la obtención de la demanda potencial que tendría el sistema CDPD a nivel nacional. A continuación se reúnen los resultados anteriores:

1. Segmentación en función de planillas mensuales : 3.196
2. Segmentación en función al sector económico : 3.339
3. Encuesta : 4.404

Se ha considerado como método más confiable al primero, es decir, la estratificación de los abonados celulares por tarifas basado en tres razones:

1. Limita al mercado global y centra la investigación en un grupo que representa aproximadamente el 0,026% de la población total ecuatoriana (12 millones), que tienen como denominador común el uso de la movilidad como herramienta de trabajo. (aproximadamente 80% de los usuarios de telefonía celular usan las facilidades móviles que presta el sistema).
2. A la fecha, el servicio celular es adquirido por un grupo de la sociedad que se puede decir se encuentra fundamentalmente en estratos sociales alto y medio alto. Es decir, el grupo de estudio tiene el potencial económico para invertir en Telecomunicaciones.
3. Es la cifra más conservadora y esto permite la orientación específica para la promoción del servicio.
4. Es el único método que ha permitido valorar la demanda potencial a nivel nacional.

3.3.3. FACTOR DE ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA A NIVEL NACIONAL

El grupo de 3196 posibles abonados corresponden al 5,72% sobre el total de usuarios celulares (55.827), para diciembre de 1996. En el futuro, luego de que el sistema celular básico haya sido instalado en alguna otra ciudad del país y se requiera instalar CDPD, la estimación de la demanda debe hacerse usando el factor de 5,72% de los abonados locales de telefonía celular.

De acuerdo a cifras internacionales se considera que entre un 4% y un 8% de los abonados celulares utilizan sus equipos para la transmisión de datos³. Esto es, la cifra hallada para el Ecuador se encuentra enmarcada en la franja de desarrollo del servicio.

3.3.4. INFLUENCIA DE LOS SERVICIOS PRESTADOS POR LOS SISTEMAS FIJOS

En la actualidad existen algunas empresas que dan servicios de datos punto a punto o punto a multipunto. Para lo cual utilizan diferentes medios de transmisión como por ejemplo, la red de cobre de EMETEL S.A., los sistemas satelitales, las redes privadas de microondas, etc. Estos servicios han sido orientados hacia abonados con equipos fijos. Las velocidades usadas son variadas desde 9.600 hasta 128.000 bps (velocidades superiores en pocos casos). Los canales se utilizan fundamentalmente para transmisión de datos, pero el número de usuarios con señales de voz y video digitales (videoconferencia) está creciendo.

El sistema CDPD ofrece servicios de datos punto a punto o punto a multipunto a velocidades de hasta 19.200 bps para equipos fijos o móviles.

Desde el punto de vista de la velocidad de transmisión, existe una parte del mercado que es común entre los servicios prestados por las redes fijas y por la red CDPD. En este campo los usuarios deben considerar dos factores: el costo del servicio y la confiabilidad de la red.

Sin embargo la red CDPD es la única que siendo pública permite la transmisión de datos para equipos móviles. Por este motivo se espera que CDPD sea un complemento de las redes fijas como última milla de los equipos móviles.

Actualmente existen un sin número de redes privadas tipo LAN y algunas tipo WAN, estas redes pueden ingresar a la red CDPD y toda la infraestructura que ya se halla montada es un soporte para el crecimiento y la complementación de la red CDPD.

³ [Ref. 12]

3.4. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA HASTA EL AÑO 2006

3.4.1. MÉTODO UTILIZADO

Se ha logrado establecer la demanda potencial de usuarios CDPD, sin embargo, acceder a este mercado depende de las soluciones individuales que presente el proveedor de servicios a cada uno de sus posibles clientes. Es decir, la penetración del servicio es una función del tiempo⁴.

Para la proyección de la demanda se utilizarán tres métodos, todos basados en crecimientos históricos de abonados y bajo las siguientes condiciones:

1. El primero y segundo año son de arranque y promoción, por tanto se considera que al término del primer año se tiene 799 abonados CDPD (que representan el 25% de la demanda potencial calculada, 3196, en párrafos anteriores).
2. El segundo año termina con 1598 abonados, (que representan el 50% de la demanda potencial calculada).
3. Para el final del tercer año se alcanzan los 3196 abonados.
4. A partir del cuarto año, se utilizan diferentes porcentajes de crecimiento de acuerdo al método.

3.4.1.a. PROYECCIÓN DE ACUERDO AL CRECIMIENTO CELULAR EN EL ECUADOR

La historia celular en el Ecuador empieza a finales de 1993 y ha tenido un crecimiento importante detallado en la tabla 3.4.

AÑO	MES	TOTAL ABONADOS ⁵	CRECIMIENTO
1993	Diciembre	1500	
1994	Diciembre	16205	980%
1995	Diciembre	52400	223%
1996	Diciembre	55.827	6.53%

Tabla 3.4 Comportamiento del mercado celular ecuatoriano desde 1993

Para la proyección a partir del cuarto año se utilizan los siguientes parámetros:

1. Para el final del año 4, se registra un crecimiento del 223% respecto del anterior, correspondiente al crecimiento registrado por el mercado celular en el tercer año.
2. El final del año 5, tiene un crecimiento de 6.53% respecto del anterior, correspondiente al crecimiento registrado por el mercado celular el cuarto año.
3. En adelante, a partir del año 6, se utiliza una proyección lineal considerando la recta que une los puntos extremos de los datos obtenidos, esto es el número de abonados al final del primero y quinto años, como se ve en la tabla 3.5

⁴ [Ref. 8] pag. 120

⁵ Datos proporcionados por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y las empresas Operadoras.

Año	Porcentaje	Crecimiento	Abonados
1		799	799
2	100	799	1598
3	100	1.598	3196
4	223	7.127	10323
5	6,53	674	10997
6	23,18	2.549	13546
7	18,82	2.549	16095
8	15,84	2.549	18644
9	13,67	2.549	21193
10	12,02	2.549	23742

Tabla 3.5. Proyección del mercado CDPD por el método de abonados celulares en el Ecuador.

3.4.1.b. PROYECCIÓN DE ACUERDO AL CRECIMIENTO DE CDPD EN EL MUNDO

El sistema CDPD es nuevo relativamente en el mundo de las telecomunicaciones, sin embargo se tienen tendencias de crecimiento halladas en función de datos históricos. En la tabla 3.6. se muestran los datos obtenidos en la conferencia "Tecnología CDPD" dictada por el Ing. Diego Galarza, vicepresidente de Bismark, en el marco de la feria Expo-Compu 96, realizada en Quito en octubre de 1.996.

AÑO	ABONADOS CDPD MUNDIAL (MILLONES)	CRECIMIENTO		Año para la proyección
		Abonados	Porcentaje	
1994	1,2			
1995	2,1	0.9	75%	4
1996	3,8	1.7	81%	5
1997	5,9	2.1	55%	6
1998	7,3	1.4	24%	7
1999	8,6	2.0	27%	8
2000	9,9	1.3	15%	9

Tabla 3.6. Valores reales y proyección de abonados CDPD a nivel mundial

La proyección de la demanda para el Ecuador se hará en los siguientes términos:

1. Se utiliza el porcentaje de crecimiento de abonados CDPD a nivel internacional para proyectar los abonados en el Ecuador del cuarto al noveno año de acuerdo a la tabla 3.6.
2. Para el año 10, se utiliza una proyección lineal tomando los valores extremos (año 1 y año 9).

Este procedimiento da como resultado la tabla 3.7.

	Año	Porcentaje	Crecimiento	Abonados
1	1.996		799	799
2	1.997	100	799	1.598
3	1.998	100	1.598	3.196
4	1.999	75	2.397	5.593
5	2.000	81	4.530	10.123
6	2.001	55	5.568	15.691
7	2.002	24	3.766	19.457
8	2.003	27	5.253	24.710
9	2.004	15	3.706	26.178
10	2.005	12,15	3452	31.868

Tabla 3.7. Proyección del mercado CDPD por el método de abonados CDPD a nivel mundial.

3.4.1.c. PROYECCIÓN DE ACUERDO AL CRECIMIENTO DE CELULAR EN EL MUNDO

A nivel internacional el sistema celular tiene una historia de vida más larga y en función de la misma se puede también proyectar la demanda de CDPD en el Ecuador. En la tabla 3.8. se muestra la historia de los abonados celulares en el mundo con el respectivo porcentaje de crecimiento:

Año	Abonados Celulares Mundial (Millones)	Crecimiento		Año para la proyección
		Abonados	Porcentaje	
1.993	35			
1.994	50	15	43%	4
1.995	75	25	50%	5
1.996	100	25	33%	6
1.997	110	10	10%	7
1.998	150	40	36%	8
1.999	175	25	17%	9
2.000	210	35	20%	10

Tabla 3.8. Abonados celulares a nivel mundial⁶.

⁶ [Ref. 5]

La proyección de la demanda de CDPD se la realiza siguiendo estos pasos:

1. Los dos primeros años con el mismo proceso común para todos los métodos.
2. El porcentaje de crecimiento para el año tres y siguientes con los porcentajes de la tabla 3.8.

Los resultados se muestran en la tabla 3.9

Año	Porcentaje	Crecimiento	Abonados
1	1.996	799	799
2	1.997	100	799
3	1.998	100	1.598
4	1.999	43	1.374
5	2.000	50	2.285
6	2.001	33	2.262.
7	2.002	10	912
8	2.003	36	3.611
9	2.004	17	2.319
10	2.005	20	3.192

Tabla 3.9. Proyección de la demanda por el método de los abonados celulares a nivel mundial

Con los valores de la tabla 3.5, 3.7 y 3.9, se presenta el gráfico 3.1 que muestra la relación existente entre los tres métodos utilizados.

Por último si se considera los valores para el año 1995:

- Abonados celulares en el Ecuador : 52400
- Abonados celulares a nivel mundial : 75 millones

El porcentaje de abonados celulares en el Ecuador respecto del contexto mundial es de 0.070%, Aplicando este porcentaje a los abonados CDPD a nivel mundial para 1995 (3.8 millones) se tiene 1470 abonados en el Ecuador para el segundo año de operación. Este valor se encuentra en el mismo rango del valor estimado en este estudio.

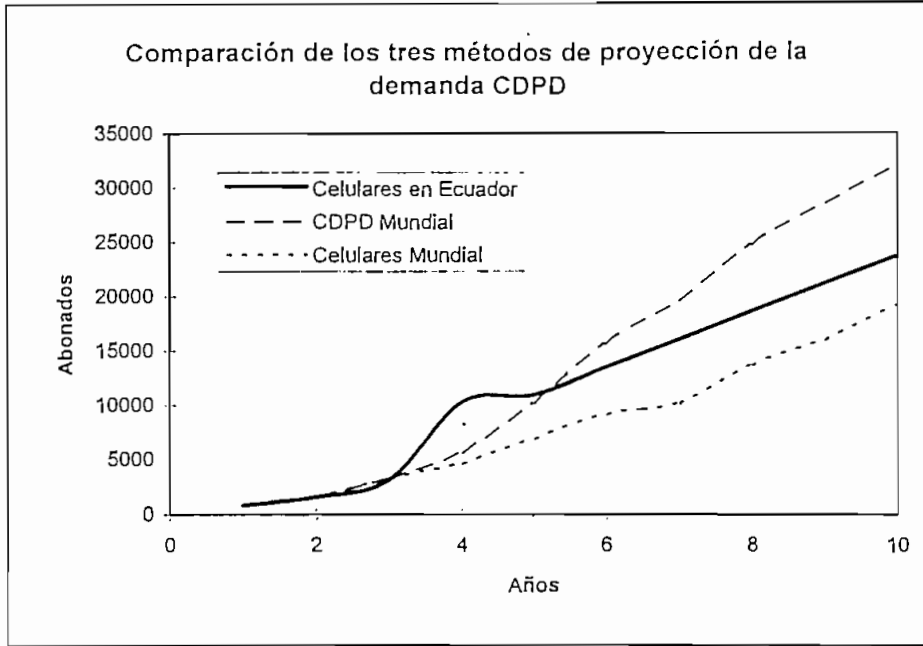


Gráfico 3.1. Comparación de los métodos usados para la proyección dela demanda

CAPITULO IV

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA

4.1. CRITERIOS DE DISEÑO DE REDES CDPD

4.1.1. PARÁMETROS DE COBERTURA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED CDPD

Se entiende por cobertura, al sector geográfico que está dentro del área de influencia de una o más celdas o sitios celulares y que mantiene un campo eléctrico superior al límite establecido.

Se debe garantizar la calidad dentro del área de cobertura, la cual está definida por la suma de algunos elementos como son: la sensibilidad del equipo, la relación portadora a interferencia, la influencia de la velocidad de un móvil en el campo recibido, etc. A continuación se revisan cada uno de estos parámetros.¹

4.1.1.1. PARÁMETROS DE RADIOFRECUENCIA

a. SENSIBILIDAD DE RECEPCIÓN

Se define como la potencia recibida (máximo -113 dBm) por la antena de entrada de un terminal para la frecuencia nominal, que produce una tasa de bloques errados de 0.05. Donde la tasa de bloques errados para la codificación Reed-Solomon está definida como:

$$\frac{\text{Bloques enviados} - \text{Bloques corregibles}}{\text{Bloques enviados}} \quad (\text{Ec. 4.1})$$

Esto quiere decir que cuando la señal recibida por un equipo de usuario de cualquiera de los servicios de CDPD sea de -113 dBm se producirá correcciones en un 95% de los paquetes que se reciban. Es importante señalar que este valor es determinado asumiendo la presencia de ruido gaussiano.²

b. SENSIBILIDAD DE RECEPCIÓN CONSIDERANDO EFECTOS DEL MOVIMIENTO

Se define como el nivel en dBm recibido por la antena de entrada de un terminal para la frecuencia nominal bajo la presencia de desvanecimiento generado por el movimiento de la estación receptora³, que produce una tasa de bloques errados de 0.05.

¹ [Ref. 10] parte 409 "Minimum performance standard for CDPD mobile end systems".

² Ruido gaussiano es aquel cuya densidad espectral de potencia sigue una función normal.

³ Efecto conocido como desvanecimiento de Rayleigh

Los valores de potencia de señal recibida aceptables dependen de la velocidad del móvil como se muestra en la tabla 4.1:

Valor máximo aceptable [dBm]	Velocidad del móvil receptor [Km/h]
-98	8
-100	50
-101	100

Tabla 4.1. Sensibilidad de recepción para equipos en movimiento⁴

c. RECHAZO A LA INTERFERENCIA COCANAL

Es la capacidad de un equipo para recibir una señal modulada en determinada frecuencia con la presencia de otra señal interferente modulada y en la misma frecuencia la cual produce para 8 Km/h una tasa de bloques errados de 0.05 y para 80 Km/h de 0.15 .

El valor mínimo aceptable de la relación portadora a interferencia es de 17 dB.

d. SELECTIVIDAD PARA CANAL ADYACENTE Y ALTERNO

Selectividad de canal adyacente es la habilidad de un receptor para procesar una señal modulada a una frecuencia determinada con la presencia de otra señal interferente modulada a una frecuencia que difiere de la anterior en máximo ± 30 KHz y genera una tasa de bloques errados de 0.05.

La selectividad de canal alterno se refiere a la interferencia de señales moduladas a una frecuencia de ± 60 KHz respecto de la señal deseada.

El mínimo aceptable es 16 dB para canal adyacente y de 60 dB para canal alterno.

e. RESPUESTA A PRODUCTOS DE INTERMODULACIÓN

Es una medida de la atenuación que presenta un receptor ante la acción de una señal provocada por la mezcla no lineal de dos portadoras que cae precisamente en la frecuencia de trabajo. El producto de intermodulación más importante es el de tercer orden.

Para una tasa de bloques errados de máximo 0.05 la atenuación a productos de tercer orden debe ser mayor o igual a 57 dB.

⁴ [Ref. 10] pag. 409-14

4.1.1.2. EL USO DEL ESPECTRO

De acuerdo a las características dadas para los canales de radiofrecuencia en la banda de 800 MHz, (sistema AMPS), se dispone de 790 canales de 30 KHz de ancho de banda, cualquiera de ellos puede ser utilizado para transmitir datos en modo de paquetes usando CDPD. La selección de las frecuencias dependerá del plan celular establecido, es decir plan de 7, 4 o 12 celdas de acuerdo a la cantidad de usuarios y tráfico a procesarse; hay que considerar también todos los parámetros del punto anterior con el objeto de manejar adecuadamente los rangos de calidad establecidos.

Una condición importante es que los canales utilizados en CDPD, ya sea que se traten de celdas omnidireccionales o sectorizadas, deben tener una cobertura semejante a la que proporcionan los canales de voz celulares. Esta equidad permite que el diseño y el reuso de los canales pueda ser manejado en conjunto. Violar esta norma implica un minucioso análisis de los efectos de interferencia y ruido que provocan los canales CDPD dentro del sistema de telefonía celular.

4.1.1.3. NIVEL DE SEÑAL PARA LA FRONTERA DE COBERTURA

El código detector y corrector de errores que se utiliza en CDPD es el de Reed-Solomon⁵, RS(63,47) definido así:

número de palabras	=	$n = q^s - 1$	= 63
bits por palabra	=	s	= 6
número de palabras de control	=	$n - k = 2t$	= 16
número de palabras corregibles	=	t	= 8
número de palabras de información	=	k	= 47

Para determinar el umbral de cobertura, se analizarán dos aspectos: los parámetros de radiofrecuencia dados en 4.1.1.1. y el comportamiento de este código y de la BER (tasa de bits errados) en el canal, respecto de la señal recibida.

El CDPD utiliza una modulación conocida como GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) que puede ser considerada como un caso particular de la FSK, en el cual las señales que representan a los datos binarios (uno y cero) son ortogonales, es decir, $|\omega_0 - \omega_1| = \pi$ y el filtro utilizado en la modulación es del tipo gaussiano. Ver anexo 2.

⁵ [Ref. 1]

a. CANAL DE GAUSS

Se conoce como canal de Gauss a un canal de telecomunicaciones en el cual la distribución de la función de ruido corresponde o puede ser aproximada a una distribución normal o gaussiana. Esta condición evalúa la incidencia del ruido térmico en el canal⁶. Además se considera que el ruido es aditivo. (AWGN, additive white gaussian noise)

Cada modulación y en especial la forma que se utilice para ejecutar la demodulación afecta en la relación existente entre la probabilidad de error P_e y la relación de la energía de bit (E_b) a la densidad espectral de ruido (N_0). Para un canal gaussiano con modulación GMSK de producto $BT = 0.5$ (ancho de banda por período de bit) la probabilidad de error de bit (es decir, que un "uno" sea confundido con un "cero".) $P_{e_{bit}}$ de bit está dada por:⁷

$$P_{e_{bit}} = Q\left[\sqrt{\frac{2\alpha E_b}{N_0}}\right] \quad (\text{Ec. 4.2})$$

Donde:

α está definida como 0.68 para un $BT = 0.25$ y como 0.85 para $BT = \text{infinito}$. (Una aproximación adecuada para α es de 0.7, pues $BT = 0.5$).

$Q(z)$ representa a la función de distribución de probabilidad definida como:⁸

$$Q(z) = \int_z^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-y^2/2} dy \quad (\text{Ec. 4.3})$$

En el gráfico 4.1. se muestra a la P_e de bit Vs E_b/N_0 en dB, para un canal de gauss.

b. CANAL CON DESVANECIMIENTO DE RAYLEIGH

El desvanecimiento con distribución de Rayleigh describe estadísticamente las variaciones naturales de la envolvente de la señal recibida en un canal de radio para equipos en movimiento, o con multitrayectorias. En el caso de CDPD este tipo de desvanecimiento es predominante, la evaluación debe hacerse considerando a un canal de gauss con modulación GMSK. La $P_{e_{(RAY)}}$ está dada por:⁹

$$P_{e_{(RAY)}} = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{\delta \Gamma}{\delta \Gamma + 1}} \right) \quad (\text{Ec. 4.4})$$

Donde:

$$\Gamma = E_b/N_0$$

⁶ Una explicación matemática completa se halla en [Ref. 31]

⁷ [Ref. 41] pag. 264

⁸ [Ref 41] pag. 596

⁹ [Ref 41] pag. 287

δ está definida como 0.68 con $BT = 0.25$ y como 0.85 para $BT = \infty$. (Una aproximación adecuada para δ es de 0.7, pues se usa $BT = 0.5$).

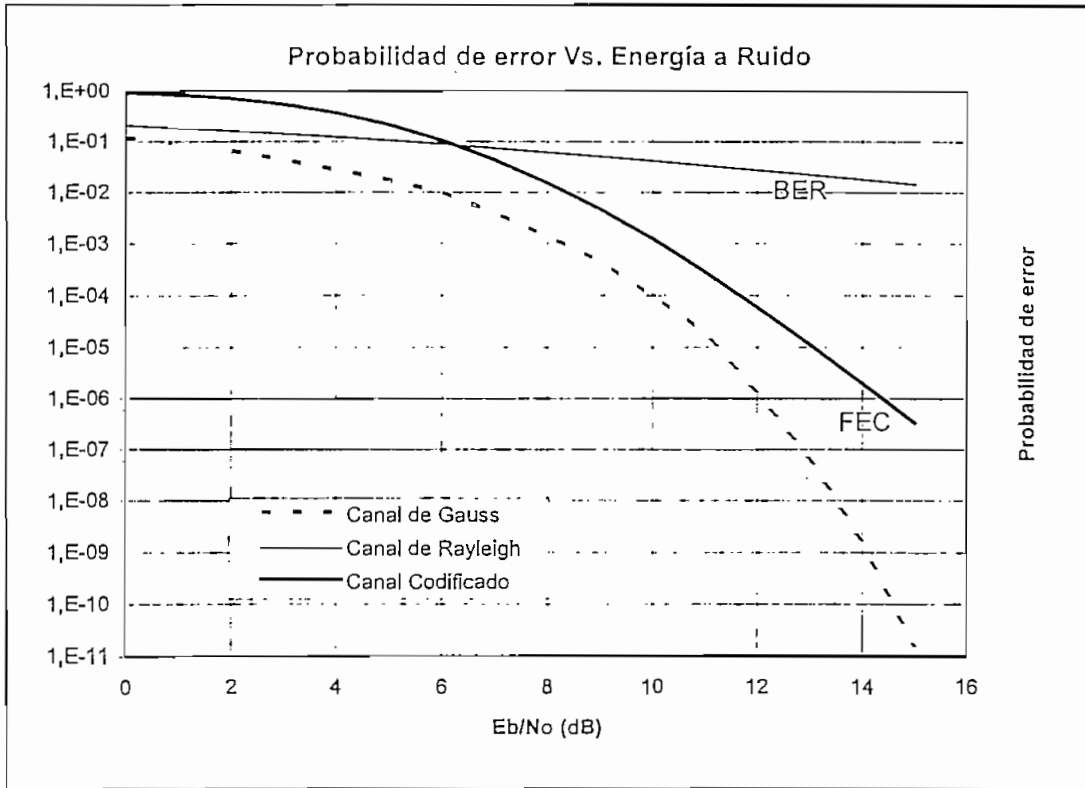


Gráfico 4.1. Probabilidad de error Vs E_b/N_0 (dB)¹⁰

c. RELACIÓN E_b/N_0 CONSIDERANDO LA FORMACIÓN DE BLOQUES (63,47)

E_b/N_0 representa la relación de energía de bit respecto de la densidad de ruido del *mensaje* (para los bits de información antes de la generación de bloques RS, se la conoce como: Y_b). Esta relación se modifica cuando se incluyen bits para el control de errores, la energía promedio por bit del *código* está dada por $R_c E_b$ (donde $R_c = k/n$) y por tanto la energía promedio de bit del código a la densidad de ruido (Y_c) toma la forma:¹¹

$$Y_c = \frac{R_c E_b}{N_0} = \frac{k E_b}{n N_0} = \frac{47 E_b}{63 N_0} = \frac{47}{63} Y_b \quad (\text{Ec. 4.5})$$

¹⁰ BER: Bit Error Rate, Tasa de bits errados, FEC: Forward Error Correct, Corrección de errores hacia adelante

¹¹ [Ref. 2.] pag. 576 - 570

Entonces, la evaluación de la probabilidad de error para un canal de Rayleigh debe hacerse considerando el valor de Y_c , lo cual se muestra en el gráfico 4.1. y representa la tasa de bits errados (BER) dentro del canal.

d. PROBABILIDAD DE ERROR DE BLOQUE

Como se ha dicho el código RS(63,47) es capaz de corregir hasta 8 errores, entonces si un bloque tiene 9 o más palabras código con falla se considera que el bloque está errado. Preocupa entonces hallar una relación entre la probabilidad de error de bloque P_b y la relación energía de bit a ruido, o directamente respecto de la señal recibida.

La probabilidad de error de bloque P_b se halla evaluado el siguiente sumatorio:¹²

$$P_b = \sum_{i=9}^n \binom{n}{i} p_e^i (1-p_e)^{n-i} \quad (\text{Ec. 4.6})$$

donde: $\binom{n}{i}$ representa las combinaciones de i elementos en un universo de n objetos, para el caso de CDPD: $n = 63$, $i = 9$ y P_e es la correspondiente a un canal con desvanecimiento de Rayleigh y considerando el valor de Y_c .

El RS(63,47) es un código de corrección de errores tipo FEC (Corrección hacia adelante), se puede notar en los gráficos 4.1 al 4.3 que es muy importante el comportamiento del FEC con señales mayores a un umbral, en este caso -113 dBm (ver el gráfico 4.2). Otro punto importante que se debe hacer notar es que un bloque errado tiene al menos 9 símbolos falsos, esto es entre 9 y 54 (9x6) bits errados, lo que da un alto rendimiento frente a errores en ráfaga como los que ocurren en CDPD.

La relación existente entre E_b/N_0 y la potencia de señal recibida está dada por:¹³

¹² [Ref. 31] pag. 7

¹³ [Ref. 3] pag. 14 - 17.

$$\frac{C}{N} = \frac{Eb}{No} - 10\log(BT) = \frac{Eb}{No} + 3 \quad (dB)$$

$$P_{Rx} = \left(\frac{C}{N}\right)_{dB} + 10\log(kT(AB)) + NF_{dB} \quad (dBw)$$

$$P_{Rx} = \left(\frac{C}{N}\right)_{dB} - 159 + 5 + 30 \quad (dBm)$$

$$P_{Rx} = \left(\frac{Eb}{No}\right)_{dB} - 121 \quad (dBm)$$

(Ec. 4.7)

Donde: C/N es la relación portadora a ruido.

k es la constante de Boltzman = 1.38 E-23 J°K

T es la temperatura en grados Kelvin = 300°K

AB es el ancho de banda del canal

NF es la figura de ruido, tomada típicamente como 5 dB.

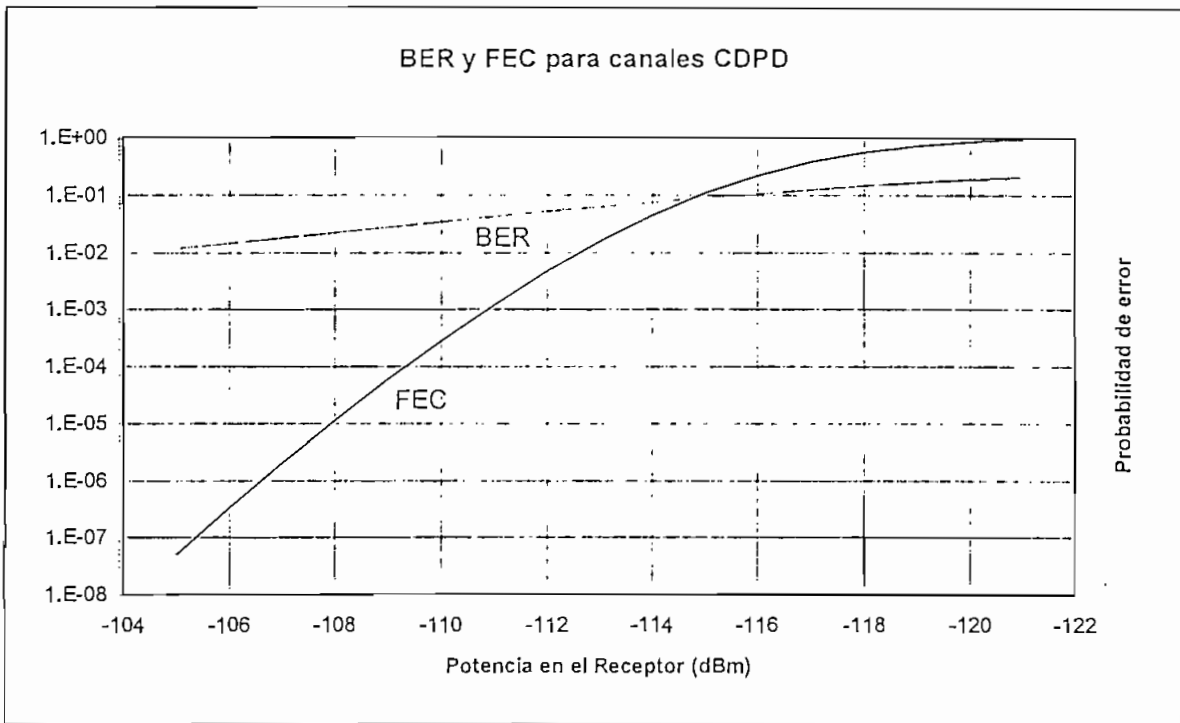


Gráfico 4.2. Probabilidad de error Vs. Potencia en el receptor (dBm)

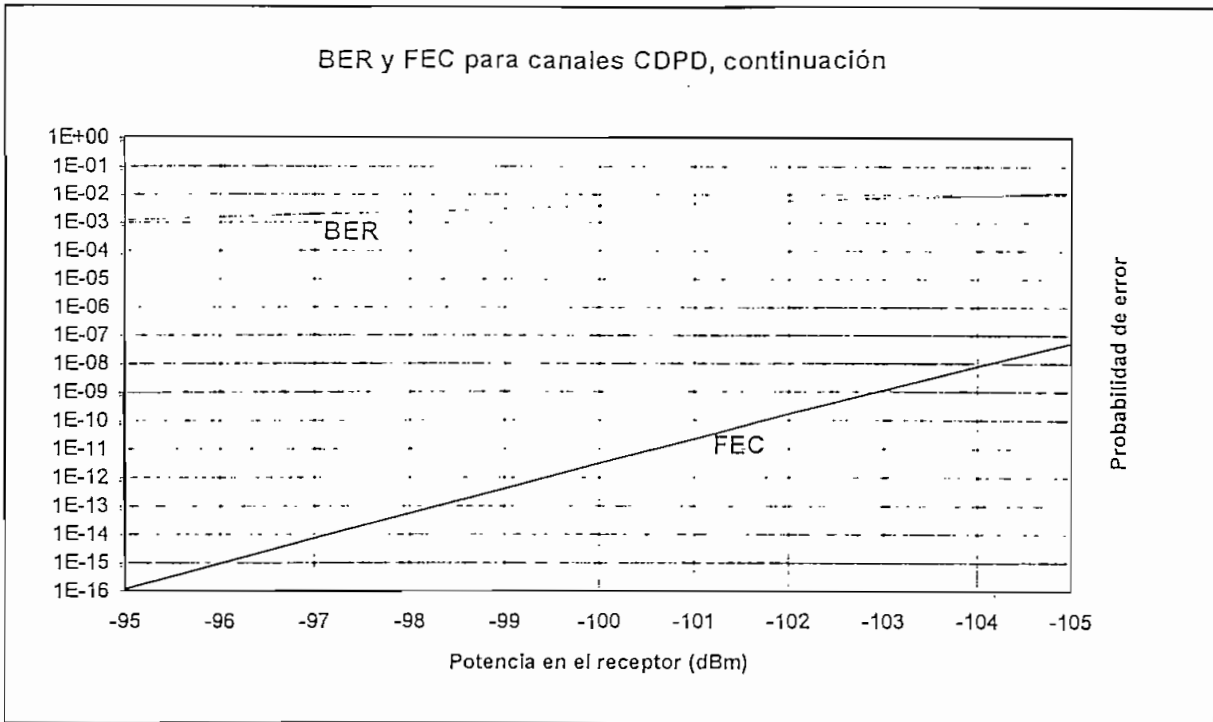


Gráfico 4.3. Probabilidad de error Vs. Potencia en el Receptor (dBm), Continuación

e. UMBRAL PARA EL ÁREA DE COBERTURA

De acuerdo a a lo anotado anteriormente cuando un usuario CDPD se mueve a 50 Km/h el umbral de recepción debe ser de -100 dBm (ver tabla 4.1) nivel de señal que representa una Pe de bloque de 10^{-12} (con FEC) y un BER de 10^{-3} .

Si se considera como margen de desvanecimiento 5 dB, entonces la señal de recepción para el área e cobertura será de -95 dBm.

4.1.2. CAPACIDAD

4.1.2.1. RELACIÓN ENTRE EL TRAFICO DE VOZ Y DE DATOS

El objetivo primordial de una red celular es proveer un servicio de comunicación móvil de voz. La red CDPD es un servicio agregado a la red celular, por tal motivo debe pensarse que solamente existe cuando ya se ha establecido el servicio de telefonía celular. De esta manera, en un inicio, todos los recursos instalados estarán dedicados a la prestación del servicio básico celular y posteriormente, una parte de ellos se destinará al sistema CDPD.

Para conseguir que la transmisión de paquetes sea transparente a la de voz, se han desarrollado básicamente tres estrategias, la primera consiste en dedicar en cada sitio celular canales específicos para CDPD, la segunda es compartir los canales dentro de una misma celda y la tercera forma de manejo de datos CDPD es la unión de los dos métodos nombrados, es decir destinar a CDPD un grupo de canales en forma exclusiva y una lista de canales hacia los cuales pueda "saltarse" cuando no estén ocupados en la transmisión de voz.

La conmutación de voz en la telefonía es principalmente una conmutación de circuitos, esto es, se establece la comunicación, se recibe y proporciona el mensaje y se deja libre el camino para otra llamada. En cambio el tráfico de datos en CDPD se lo hace como paquetes, así, un canal no es exclusivo de un abonado hasta que termina de enviar su mensaje, sino que puede ser compartido por varios abonados. Esta es la diferencia básica entre los dos servicios que deben interactuar sin interferirse ni degradarse.

En el caso de la conmutación de circuitos, se hacen algunas aproximaciones que permiten utilizar las tablas de Erlang para manejar la congestión de un canal de acuerdo al grado de servicio que se establezca como parámetro aceptable. Así, se calcula el número de abonados, se establece un tráfico por abonado (en función de estadísticas o comportamientos históricos), se toma como parámetro el grado de servicio y se halla el número de canales necesarios en cada estación.

En cambio cuando se diseña un sistema de conmutación de paquetes las consideraciones hay que realizarlas en las diferentes capas del modelo OSI y especialmente en las capas de red y de enlace, considerando la longitud del paquete, el tamaño de las cabeceras, la velocidad de transmisión y la aplicación específica.

En conclusión:

- las técnicas usadas para el dimensionamiento de la red telefónica celular y de la red CDPD son intrínsecamente diferentes.
- Debe garantizarse la transparencia de un servicio respecto del otro.
- La reducción de costos solo se consigue cuando el servicio agregado (CDPD) comparte en gran escala las instalaciones del servicio básico celular.

Estos tres criterios deben ser tomados en cuenta en el momento del diseño de la red CDPD.

4.2. LINEAMIENTOS GENERALES PARA EL DISEÑO DE UNA RED CDPD CON CAPACIDAD NACIONAL

En esta sección se detallarán los elementos y conceptos que deben ser considerados en el diseño de la red y también se justificarán todos los parámetros que serán usados en la sección 4.3. Se ha creído conveniente dividir el diseño en dos entidades, la primera que se relaciona específicamente con el interfaz de aire, la última milla para los abonados y que es la parte donde se utiliza la tecnología y el concepto de celular. La segunda entidad pone énfasis en la conectividad con otras redes ya existentes y los protocolos que manejan esta comunicación.

4.2.1. COBERTURA

Cuatro son los criterios a considerar para establecer la cobertura de CDPD en este trabajo:

1. El nivel mínimo de potencia en el receptor del móvil, debe ser de -95 dBm. Como se mostró en la sección 4.1.1.3.e.
2. La Superintendencia de Telecomunicaciones en su resolución ST-95-058 aprobó "La norma técnica de calidad de servicio para telefonía móvil celular", en la sección 5.3.1. "Intensidad de campo dentro del área de cobertura de la celda" se determina un umbral de campo mínimo de 23 dB μ V/m (-90 dBm) para teléfonos portátiles (de 0.6 W) y de 16 dB μ V/m (-97 dBm) para teléfonos móviles transportables (de 3 W).
3. En función de la norma técnica citada, las empresas operadoras de telefonía celular han instalado su red y tienen ya una cobertura definida en las principales regiones del País. Esto es, existe cobertura en Quito, Guayaquil, Cuenca y Ambato, que son las ciudades sobre las cuales se ejecuta el presente estudio y donde se realizará el diseño detallado de la red CDPD.
4. Los equipos de CDPD pueden ser de 4 clases¹⁴ de la cuales las más frecuentes son: la I (4 W) y la III (0.6 W).

Los niveles dados en el punto 1 y 2 son comparables y por tanto se puede decir que la cobertura de CDPD, es la misma que para la telefonía celular.

¹⁴ [Ref. 10] pag. 409-28

Por lo anotado, no es pertinente ejecutar un análisis profundo de la ubicación de cada una de las celdas, toda vez que ya se encuentran instaladas. Además, los sitios escogidos por una y otra empresa son diferentes, pero basados en el mismo patrón:

- El plan de siete celdas para distribución de frecuencias y
- La localización de los sitios con mayor densidad de tráfico.

Esto lleva a una estrategia fundamental para la comprensión de la sección 4.3.:

La ubicación de las celdas es en esencia teórica y está basada en la distribución relativa de tráfico, por tanto no se ajusta perfectamente al mapa de celdas de ninguna de las dos operadoras.

La distribución de tráfico que permite la ubicación de las celdas se la halla con datos obtenidos de las operadoras para agosto de 1996 validados y cruzados con datos proporcionados por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y procesados adecuadamente, con el objeto de mantener la reserva pedida por las empresas celulares.

Sección	Tráfico (Erlangs)	Canales al 2%
1	0	0
2	3,456	8
3	0	0
4	5,331	11
5	5,331	11
6	30,150	40
7	1,500	5
8	40,250	50
9	54,250	65
10	17,280	25
11	40,250	50
12	17,280	25
13	17,280	25
Total		315
Promedio de canales para 21 sectores		15

Tabla 4.2. Canales por sección en la ciudad de Quito

En el anexo 3: "MAPAS" se presenta a Quito y Guayaquil, dividido en zonas geográficas (secciones), de 25 Km² de superficie cada una. Esto permite realizar una distribución de tráfico que se resume en la tabla 4.2. y 4.4. Donde partiendo de los datos proporcionados por las fuentes ya mencionadas, se halla el tráfico esperado en cada una de las secciones y

considerando un grado de servicio del 2%¹⁵ se obtiene el número de canales necesarios por sección (de acuerdo a las tablas B de Erlang) y el número promedio de canales si se utiliza el plan de siete celdas con tres sectores cada una.

Como se puede ver, el mínimo número de canales que se deben ubicar en Quito para solventar la demanda celular es de 315. Nótese que si se implementan 7 celdas de tres sectores, se deja un margen de crecimiento considerable, resumido en la tabla 4.3.

Sector	Grupo A		Grupo B	
	# de canales	Erlangs	# de canales	Erlangs
A1	19	12,333	19	12,333
A2	18	11,491	19	12,333
A3	19	12,333	19	12,333
B1	19	12,333	19	12,333
B2	18	11,491	19	12,333
B3	20	13,182	19	12,333
C1	18	11,491	19	12,333
C2	19	12,333	19	12,333
C3	20	13,182	19	12,333
D1	18	11,491	19	12,333
D2	19	12,333	19	12,333
D3	20	13,182	19	12,333
E1	18	11,491	18	11,491
E2	19	12,333	19	12,333
E3	19	12,333	18	11,491
F1	18	11,491	19	12,333
F2	19	12,333	19	12,333
F3	19	12,333	18	11,491
G1	18	11,491	19	12,333
G2	19	12,333	19	12,333
G3	19	12,333	18	11,491

Tabla 4.3. Capacidad máxima por sector

En la tabla 4.4. se resumen las condiciones para el diseño de Guayaquil, donde se requiere 377 canales para cubrir la demanda celular

La densidad de tráfico de las ciudades de Cuenca y Ambato se resumen en la tabla 4.5. En estas ciudades por su topografía y el tráfico que generan se utilizará en el diseño celdas omnidireccionales.

¹⁵ [Ref. 44] pag. 20

Sección	Tráfico (Erlangs)	Canales al 2%
1	4,000	9
2	12,020	19
3	10,041	17
4	62,452	74
5	10,041	17
6	38,539	48
7	50,454	61
8	10,041	17
9	10,041	17
10	42,301	52
11	4,000	9
12	20,040	28
13	4,000	9
Total		377
Promedio de canales con 21 sectores		18

Tabla 4.4. Canales por sección en la ciudad de Guayaquil

Ciudad	Tráfico (Erlangs)	Canales al 2%
CUENCA	14,89	22
AMBATO	4,39	10

Tabla 4.5. Canales para las ciudades de Cuenca y Ambato

De acuerdo a la tabla 4.3 el impacto de dedicar un canal por sector a CDPD, no afectará a las necesidades actuales de tráfico de voz, pero cuando el crecimiento de los abonados celulares lo requiera puede compartirse también el canal que en el diseño se usa para CDPD. Sin embargo la tendencia es hacia la digitalización de la red, donde la capacidad para manejo de abonados, en números redondos, se multiplica por tres.

El grupo de frecuencias escogido es el "A" y el grupo de canales seleccionado para proveer específicamente de servicios CDPD es el comprendido entre el 696 y el 716 incluidos que corresponden a la banda A". Adicionalmente, los canales seleccionados para ejecutar saltos son los comprendidos entre el 271 y el 312 incluidos. Esto permitirá tener un canal dedicado a CDPD por cada uno de los sectores y de acuerdo a las exigencias de tráfico la posibilidad de tener dos canales adicionales para compartir el tráfico CDPD, con el de voz.

4.2.2. ARQUITECTURA, CONECTIVIDAD Y PROTOCOLOS

En esta sección se tratan los protocolos que soportan los diferentes tipos de nodos que conforman la red. Además se presenta la filosofía en función de la cual se ejecuta el diseño en la sección siguiente.

CDPD, es una red completamente versátil que se adapta a las necesidades de interconexión con otras redes ya existentes, manteniendo como elemento de interconexión fundamental el MDIS (Mobile Data Intermediate System), que viene a ser el encargado de manejar todos los direccionamientos al interior de la red, así mismo las tablas estadísticas y demás facilidades de administración de la red.

Con el objeto de que el estudio sea más estructurado se ha decidido analizar cada una de las siguientes interconexiones por separado, las mismas que soportan uno o más conjuntos de protocolos que toman el nombre de "perfiles".

ETMD - MDBS

La conexión que se produce entre el equipo de usuario (ETMD: equipo terminal móvil de datos) y la estación base de datos para móvil (MDBS), se la ejecuta al nivel de enlace; por lo tanto intervienen los siguientes protocolos, que se los ha explicado detalladamente en el capítulo I, los mismos que conforman un perfil único:

- Capa Física : Canal de RF AMPS o TDMA [IS 553 o IS - 54]
- Capa de enlace : MDLP (Protocolo de enlace de datos para móviles) [CDPD.S.S. 403]
- Subcapa MAC : MAC (Control de acceso al medio) para CDPD [CDPD S.S 402]¹⁶

ETMD - MDIS

El equipo de usuario (ETMD) se comunica con el sistema intermedio de datos para móvil (MDIS) utilizando la capa de red, por lo que el MDIS se convierte prácticamente en un gateway de la red CDPD y en este nivel utiliza exclusivamente Internet Protocol (IP) [RFC- 791] junto con un controlador de mensajes que hace las veces de SNDCCP, conocido como: ICMP (Internet Control Message Protocol) [RFC - 792]

Pero la comunicación no es directa, hace falta el establecimiento de un puente para los niveles bajos que se habilita por medio de la MDBS.

¹⁶ CDPD S.S, como una abreviación de CDPD System Specification

MDBS - MDIS

En la conexión entre la estación base de datos para móvil (MDBS) y el sistema intermedio de datos para móvil (MDIS), se aplican protocolos a nivel de enlace. En esta conexión se puede utilizar algunos perfiles, autorizados por CDPD S.S., que dependen fundamentalmente de las necesidades y los objetivos de la red; sin embargo el factor determinante en nuestro medio será, sin duda, el proveedor de los equipos. Además, el objetivo de cualquiera de dichos perfiles es "retransmitir" los mensajes que se envían desde el equipo terminal en su capa de enlace usando el MDLP (Protocolo de enlace de datos para móvil) hacia el MDIS:

Perfil X.25 WAN

- Capa Física : EIA RS-232, hasta 19.2 Kbps.
CCITT V.35 , sobre 19.2 Kbps.
EIA RS-530, velocidades mayores a 20 kbps.
- Capa de enlace : LAPB (Protocolo para el acceso al enlace de datos en un canal Balanceado) [ISO-7776].
- Capa de red : PLP (Packet layer protocol) [ISO-8208]

Perfil PVC - Frame Relay¹⁷

- Capa física : T1.403
: V.35
: RS-422
: G.703; G.704
- Capa de enlace : T1.618 CA
- Capa de red : T1.617 anexo D y F.

Perfil Punto a Punto (PPP)

- Capa física : V.32, V.42, V.35
: EIA RS-530
- Capa de enlace : HDLC (Control de alto nivel para el enlace de datos) [ISO-3309],
[ISO-3309, Adendum 1]
: Protocolos de control para la capa de red PPP+PPP [RFC's-1171,
1172, 1173]

¹⁷ PVC: Permanent virtual circuit [RFC-1290]

Perfil LAN

- Capa física : De acuerdo al protocolo elegido en la capa de enlace.
- Capa de enlace : CSMA/CD (Control de acceso por detección de portadora) [ISO-8802-3]
- : FDDI [ISO-9314-2,1]
- : Token Bus [ISO-88022-4]
- : Token Ring [ISO-88022-5]
- : Control lógico para el enlace [ISO-8802-2]

SISTEMA TERMINAL - SISTEMA TERMINAL

Se conoce como sistema terminal a cualquier equipo que pertenece a la red CDPD, y que soporta una aplicación, es decir son sistemas terminales los ETMD, los gateways que manejan funciones administrativas, etc. Estos sistemas terminales ejecutan la comunicación en el nivel de transporte y será el tipo de aplicación que se corra sobre cada uno de los terminales, lo que determinará el tipo de protocolo a usarse en este nivel. A continuación se muestra una lista de los posibles interfaces:

Perfil COTS - CLNS

COTS (Conection oriented transport services) - CLNS (Conectionless network services). Este perfil reúne dos grupos de protocolos a nivel de Transporte y a nivel de Red en el ETMD. Son estándares tomados de las normas ISO que manejan básicamente las transacciones realizadas en las aplicaciones de soporte de usuario.

- Capa de transporte : TP4 (Protocolo de transporte clase 4) [ISO-8073]
- Capa de red : CLNP (Protocolo de red orientado a desconexión) [ISO-8473]

Perfil CLTS - CLNS

CLTS (Conectionless transport services) - CLNS (Conectionless network services). Es un perfil obligatorio para las interoperabilidad de las estaciones base de datos para móvil. Los protocolos que utiliza son:

- Capa de transporte : CLTP (Protocolo para el transporte de datos sin conexión [ISO-8062]
- Capa de red : CLNP [ISO-8473]
- : Protocolo para el enrutamiento ETMD - IS [ISO-9472]

Perfil COTS - CLNS usando las normas Internet

Permite la interoperabilidad de todos los servicios de aplicación orientados a CDPD. Utiliza el protocolo IP, lo que le permite asegurar la transferencia de datos entre los diferentes ETMD's.

- Capa de transporte : Implementa el COTS usando TCP (protocolo para el control de transmisión). [RFC-793]
- Capa de red : CLNP, IP [RFC-791]
: ICMP (Protocolo para el control de mensajes entre redes) [RFC-792].

Perfil CLTS - CLNS usando las normas internet

Destinado a los sistemas de administración de la red:

- Capa de transporte : UDP (User Datagram Protocol), [RFC-768]
- Capa de red : CLNP, IP [RFC-791]
: ICMP (Protocolo para el control de mensajes entre redes) [RFC-792].

Perfil CDPD CLNS-Repertidores

Todos los sistemas CDPD que operan como sistemas intermedios deben hacer uso de este perfil.

- Capa de red : ICMP [RFC-792]
: OSPF (protocolo de enrutamiento para habilitar el primer camino más corto) [RFC-1247]
: BGP3 (Protocolo para el gateway de frontera) [RFC-1267]
: IP & ARP (Protocolo para la resolución de direcciones) [RFC-791 & RFC-826]
: Protocolo para el enrutamiento entre los equipos terminales y los sistemas intermedios [ISO-9542]
: CLNP [ISO-8473]
: Protocolo para el enrutamiento al interior de dominios IS-IS [ISO-10589]
: Protocolo para el enrutamiento entre dominios IS-IS [ISO-10747]

Perfil CDPD móvil CLNS-Repertidores

Es obligatorio para todos los sistemas que están operando como MDIS's.

- Capa de red : ICMP [RFC-792]
: IP [RFC-791]
: OSPF (protocolo de enrutamiento para habilitar el primer camino más corto) [RFC-1247]
: MNLP (Protocolo de enlace de datos para móvil) [CDPD S.S. 501]
: CLNP [ISO-8473]
: Protocolo para el enrutamiento al interior de dominios IS-IS [ISO-10589]

Perfil CDPD ETMD - CLNS

Este perfil es recomendado para todos los sistemas de la red CDPD con funciones de ETMD, con dos posibilidades, nombradas con Capa de red 1 y 2:

- Capa de red 1 : SMP (Protocolo para el manejo de seguridad) [CDPD s.s. 406]
 : CLNP [ISO-8473]
 : MNRP (Protocolo para el registro de móviles en la red) [CDPD s.s. 407]
 : RRMP (Protocolo para la administración de recursos de radio) [CDPD s.s. 405]
- Capa de red 2 : SMP (Protocolo para el manejo de seguridad) [CDPD s.s. 406]
 : ICMP (Protocolo para el control de mensajes interred)[ISO-8473]
 : IP [RFC - 791]
 : MNRP (Protocolo para el registro de móviles en la red) [CDPD s.s. 407]
 : RRMP (Protocolo para la administración de recursos de radio) [CDPD s.s. 405]

Perfil ETD - CLNS

Es el perfil soportado por todos los equipos terminales de datos "fijos" en la red CDPD. Puede ser implementado de acuerdo a las normas ISO o de acuerdo a normas Internet como se muestra en los protocolos resumidos en capa de red 1 y 2

- Capa de red 1 : CLNP [ISO-8473]
 : Protocolo para el enrutamiento entre los equipos terminales y los sistemas intermedios [ISO-9542]
- Capa de red 2 : ICMP [RFC - 792]
 : IP [RFC - 791]

4.2.3. CAPACIDAD**4.2.3.1. DATOS EN UN CANAL CDPD**

Sobre un canal se puede cruzar datos a una razón de hasta 19,2 Kbps, sin embargo como ya se ha estudiado la trama transportada contiene datos de información, señalización control y sincronismo, disminuyendo la velocidad de transmisión de datos de información como se resume en la tabla 4.6.

USO	# de bits
Bits de paridad RS(63,47)	96
Bits para el código de color	8
Bits para indicación de continuidad	7
Palabra de sincronización y estado libre/ocupado	35
Cabecera/parada	16
Bits de datos desde la subcapa MAC	274
TOTAL	436

Tabla 4.6. Detalle de bits para la trama CDPD

De 436 bits transmitidos en cada bloque solamente 274 bits corresponden a datos de información provenientes de la subcapa MAC, por tanto, la velocidad de información "MAC" es un 62,84% de la del canal, es decir, 12,07 Kbps.

Supóngase que se inyectan alrededor del 3,125%¹⁸ de ceros para evitar secuencias de 6 unos consecutivos, entonces la velocidad efectiva de información será 11,69 kbps.

Los datos desde el ETMD pasan hacia la MDBS y se retransmiten a nivel de la capa de enlace hacia el MDIS donde se manejan a nivel de la capa de red, por tanto, se requiere ahora considerar el direccionamiento y demás cabeceras de control involucradas en la capa de red y en la capa de transporte:

Cabecera IP sin opciones	:	20 Bytes
Cabecera TCP sin opciones	:	20 Bytes
Datos	:	2008 Bytes
Cabecera MDLP	:	96 Bytes
Cabecera SNDCP	:	16 Bytes
TOTAL	:	2160 Bytes

Esto provoca que la velocidad efectiva de transmisión de datos para la capa de red sea de 10,86 Kbps.

¹⁸ [Ref. 37] pag. 7.5

4.2.3.2. CANTIDAD DE INFORMACIÓN QUE DEBE SER PROCESADA

El canal de RF, es el limitante en el acceso a la red CDPD por las siguientes razones:

- Tiene un ancho de banda y una velocidad de transmisión que nunca puede ser superior a 19,2 Kbps y como se ha demostrado redundante en una velocidad efectiva de 10,86 Kbps.
- El desvanecimiento de la señal, los saltos de celda y el movimiento en si del equipo, provoca que la velocidad efectiva disminuya en un porcentaje que debe ser medido una vez que el sistema esté funcionando y que debe tender a cero con modificaciones en el diseño.
- Los flujos de datos hacia el MDIS y de allí hacia el IS, son recursos manejables y dependientes del proveedor, siendo mucho más fiables, rápidos y efectivos que el canal celular.

Por estos motivos el análisis fundamental corresponde a la cantidad de información que el canal CDPD deba procesar y retransmitir tanto en la dirección Forward como en la Reverse. Para deducir el porcentaje de ocupación del canal CDPD, se efectúan los siguientes pasos:

- Hallar el número de usuarios que tiene cada servicio, para lo cual se toman los datos de la tabla 3.2, y se halla el porcentaje de cada aplicación CDPD sobre el total como se ve en la tabla 4.7.

Servicios	Abonados	Porcentaje
Transacciones	156	19,90%
Telemetría	284	36,23%
Oficina móvil.	344	43,87%
Total	784	100%

Tabla 4.7. Porcentaje de abonados por tipo de servicio

De la tabla 3.1, se hallan los porcentajes de abonados por cada una de las ciudades en función del total nacional, se obtiene los resultados mostrados en la tabla 4.8.

	Abonados	Porcentaje
Total Nacional	3.196	100%
Quito	1.577	49,34%
Guayaquil	1.402	43,87%
Cuenca	55	1,72%
Ambato	15	0,47%
Otros	146	4,56%

Tabla 4.8. Porcentaje de abonados por ciudad

Se aplican los porcentajes de las tablas 4.7 y 4.8 a los datos de la tabla 3.7, para el final del primer año de operación.

Por último se halla el número de abonados en cada ciudad por aplicación CDPD al término del primer año de operación.(Tabla 4.9).

SERVICIOS	QUITO	GUAYAQUIL	CUENCA	AMBATO	Total
Transacciones	78	70	3	1	152
Telemetría	143	127	5	1	276
Oficina móvil	173	154	6	2	335
Total	394	351	14	4	763

Tabla 4.9. Abonados esperados por tipo de servicio y por ciudad

- Establecer la velocidad promedio que requiere un abonado de cada una de las tres aplicaciones estudiadas, de la forma que se presenta en la tabla 4.10 y se detalla a continuación:
 1. Se establece una longitud promedio para cada una las transacciones, esta ha sido tomada de la experiencia de algunos administradores de red y validada con los datos proporcionados en la referencia 15.
 2. De la misma manera se establecen promedios de operaciones por hora.

Servicio	tamaño típico (Bytes)	operaciones / hora	bps / abonado
Transacciones	150	12	4
Telemetría	1000	0.125 ¹⁹	0.28
Oficina móvil	2000	2	8.89

Tabla 4.10. Velocidad requerida por abonado

- Por último en la tabla 4.11 se halla la velocidad necesaria del canal, para abastecer a "todos" los usuarios de cada ciudad.

Los valores hallados, como ya se dijo, corresponden al total de los usuarios en cada ciudad, es decir, no se ha considerado dos importantes criterios, el primero, la distribución estadística de los usuarios en la ciudad y el segundo, la presencia de la otra operadora con el mismo servicio.

¹⁹ Esto es 3 operaciones por día, una cada 8 horas.

Estos dos hechos modifican substancialmente los resultados puesto que la distribución de tráfico no es uniforme y como el servicio CDPD no puede ser un monopolio, hay que dividir el mercado.

Servicio	bps				Total
	Quito	Guayaquil	Cuenca	Ambato	
Transacciones	312	280	12	4	608
Telemetría	39,7	35,3	1,4	0,3	76,7
Oficina Móvil	1.537,8	1.368,9	53,3	17,8	2.977,8
Total	1.889,5	1.684,2	66,7	22,1	3.662,5

Tabla 4.11. Velocidad requerida por los usuarios en cada ciudad

La densidad de tráfico se considera usando el peor caso, es decir, para Quito la sección 9, de 65 canales que representa el 20.63% y para Guayaquil la sección 4, de 74 canales con el 19,62% del tráfico total.

En tanto que la existencia de competencia se evalúa suponiendo que el mercado se divide proporcionalmente de acuerdo al porcentaje de abonados celulares. Esto es prácticamente mitad y mitad.

Por lo dicho el tráfico real, en el peor de los casos será:

Para Quito	: 195 bps
Para Guayaquil	: 165 bps
Para Cuenca	: 33 bps
Para Ambato	: 11 bps

Si se establece que cada canal CDPD trabaja a 10,86 Kbps, como velocidad de información efectiva; se requiere únicamente un canal CDPD por sector en cada celda. Entonces la ubicación de canales CDPD depende exclusivamente de la cobertura antes que de la capacidad.

4.2.3.3. CANTIDAD DE INFORMACIÓN PROCESADA EN LOS DIEZ PRIMEROS AÑOS DE OPERACIÓN

- En la tabla 4.11 se puede ver el tráfico total por segundo para Quito, Guayaquil, Cuenca y Ambato es 3662 bps con 763 abonados (ver tabla 4.9), esto representa un promedio de 4,8 bps por abonado. Con este valor y usando las tablas 3.5, y 4.8 se puede obtener el crecimiento anual del tráfico por ciudad (ver la tabla 4.12), se considera el sector de mayor densidad de tráfico, de acuerdo a lo calculado en la sección 4.2.3.2.

Año	Detalle	Total	Por operadora	Ciudad				
				Quito	Guayaquil	Cuenca	Ambato	Otros
1	Abonados	799	400	41	34	7	2	19
	Kbps	3,84	1,92	0,2	0,17	0,03	0,01	0,09
2	Abonados	1.598	799	81	69	14	4	39
	Kbps	7,67	3,84	0,39	0,33	0,06	0,02	0,19
3	Abonados	3.196	1.598	163	138	27	7	78
	Kbps	15,34	7,67	0,78	0,66	0,13	0,03	0,37
4	Abonados	10.323	5.162	525	444	87	23	250
	Kbps	49,55	24,78	2,52	2,13	0,42	0,11	1,2
5	Abonados	10.947	5.474	557	471	93	25	265
	Kbps	52,55	26,27	2,67	2,26	0,44	0,12	1,27
6	Abonados	13.546	6.773	689	583	114	30	328
	Kbps	65,02	32,51	3,31	2,8	0,55	0,15	1,58
7	Abonados	16.095	8.048	819	693	136	36	390
	Kbps	77,26	38,63	3,93	3,33	0,65	0,17	1,87
8	Abonados	18.644	9.322	949	803	158	42	452
	Kbps	89,49	44,75	4,55	3,85	0,76	0,2	2,17
9	Abonados	21.193	10.597	1.079	912	179	48	514
	Kbps	101,73	50,86	5,18	4,38	0,86	0,23	2,47
10	Abonados	23.742	11.871	1.208	1.022	201	53	576
	Kbps	113,96	56,98	5,8	4,91	0,96	0,26	2,76

Tabla 4.12. Abonados y tráfico CDPD en los primeros 10 años, para la sección más cargada de cada ciudad.

En la tabla 4.12. se puede ver que con un canal CDPD es suficiente para manejar el tráfico hasta el final del año 10.

4.3. DISEÑO

En la sección 4.2. se hicieron las deducciones respectivas que justifican el presente diseño. Por este motivo aquí se aplicarán los conceptos ya establecidos directamente sin ahondar en razonamientos al respecto.

4.3.1. COBERTURA

4.3.1.1. COBERTURA DE LA CIUDAD DE QUITO

La ciudad de Quito puede ser comparada por su estructura geográfica con una batea, limitada al oriente y occidente por nudos montañosos y dividida de norte a sur por el Panecillo.

Económicamente, las entidades financieras y comerciales se han establecido en la parte norte de la capital específicamente a lo largo de las avenidas Amazonas y 10 de agosto. En tanto que las industrias y centros fabriles se ubican en los bordes mismos de la ciudad, tanto al norte como al sur. Por otro lado los sectores residenciales pudientes tienden a localizarse en los valles aledaños a Quito, como es el caso de Cumbaya y San Rafael, además de sitios estratégicos ya identificados dentro de la ciudad como son El Bosque, El Condado, Monteserrín, etc. Estas características se han reflejado en las tablas de distribución de tráfico halladas anteriormente.

Celda	Sector	Canales	Celda	Sector	Canales
SUR	X	17	AMAZONAS	X	17
	Y	17		Y	15
	Z	17		Z	17
CENTRO	X	15	AEROPUERTO	X	17
	Y	15		Y	17
	Z	12		Z	17
LA GASCA	X	5	NORTE	X	16
	Y	17		Y	16
	Z	12		Z	16
G. SUAREZ	X	15			
	Y	10			
	Z	15			

Tabla 4.13. Distribución de celdas en Quito

Entonces, en la ciudad de Quito se ubicarán siete celdas con tres sectores cada una, en tanto que los valles de San Rafael y Cumbaya estarán cubiertos por una celda sectorizada para cada uno de ellos. Esta distribución se muestra en el anexo "MAPAS", junto con la asignación respectiva de grupos de frecuencias. Las hojas de datos técnicos de cada uno de los sectores

de las celdas de Quito se presentan en el anexo "HOJAS DE DATOS". El número de canales de voz por sector se lo halla cruzando los datos de densidad de tráfico por sección y la ubicación de cada una de las celdas, dando como resultado la tabla 4.13

4.3.1.2. COBERTURA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Guayaquil, la ciudad comercialmente más importante y con la población más alta del país, está asentada al margen occidental de los ríos Daule y Guayas, y con centros agrícolas, industriales y camaroneras, en el margen oriental del río Babahoyo y Guayas.

Celda	Sector	Canales	Celda	Sector	Canales
NORTE	X	10	LA PUNTILLA	X	10
	Y	17		Y	10
	Z	17		Z	10
SAN FRANCISCO	X	15	URDANETA	X	12
	Y	15		Y	15
	Z	10		Z	17
LA ALBORADA	X	17	9 DE OCTUBRE	X	17
	Y	10		Y	17
	Z	10		Z	17
LOS CEIBOS	X	15	CANTA GALLO	X	8
	Y	12		Y	8
	Z	6		Z	8
URDESA	X	17	SUR	X	10
	Y	15		Y	15
	Z	15		Z	6

Tabla 4.14. Distribución de celdas en Guayaquil

Para la ubicación de las celdas se ha considerado las secciones: 3, 4, 6, 7, 9 y 10 como las zonas de mayor tráfico (ver tabla 4.3), y por ello se distribuye en esta área un grupo de siete celdas sectorizadas, y las zonas que corresponden al El Guasmo y La Pradera(1 y 2); Canta Gallo y Durán (5 y 8) y Pascuales, San Fernando y El recreo (11, 12 y 13) serán cubiertas por una celda en cada bloque completándose 10 celdas y 30 sectores en la ciudad de Guayaquil.

En el anexo "MAPAS" se presenta la zonificación y la distribución de celdas para Guayaquil, en tanto en el anexo "HOJAS DE DATOS". se hallan los parámetros relativos a cada sector de las celdas nombradas. El criterio para determinar el número de canales es el mismo que el seguido en la distribución celular en Quito.

4.3.1.3. COBERTURA PARA LAS CIUDADES DE CUENCA Y AMBATO

El tamaño, distribución geográfica y de población de las ciudades de Cuenca y Ambato, facilitan la ubicación de la estación celular base, de tal manera que con solo una celda en cada ciudad, se puede cubrir toda la zona urbana y productiva.

La densidad de tráfico de la celda Ambato y la celda Cuenca, permiten establecer las hojas de datos respectivas, que se adjuntan en el anexo "HOJAS DE DATOS". y las coberturas mostradas en el anexo "MAPAS".

4.3.2. ARQUITECTURA CONECTIVIDAD Y PROTOCOLOS

4.3.2.1. ARQUITECTURA DE LA RED CDPD A NIVEL NACIONAL

En la sección anterior se ha asignado a cada sector de las celdas en Quito y Guayaquil un canal CDPD, y también se ha demostrado que es suficiente un canal en las celdas omnidireccionales, para manejar el tráfico esperado. Aquí se muestra el esquema general que tiene toda la red con las siguientes consideraciones:

- Las red CDPD está dividida en dos subredes ubicadas una en Quito y otra en Guayaquil, sitios donde se ubicarán los MDIS's.
- Las MDIS's que corresponden a las celdas de Quito (con sus valles) y Ambato están sujetas a la MDIS de Quito llamada MDIS-Q.
- Las MDIS's que corresponden a las celdas de la ciudad de Guayaquil y de Cuenca, están administradas por el nodo MDIS de Guayaquil, que toma el nombre de MDIS-G.
- Se supone que la red CDPD es una subred de un backbone (estructura) mayor que es el que provee de la interconexión entre los nodos MDIS-Q con MDIS-G, y también con cualquier otra red externa, como pueden ser redes privadas o públicas de datos por paquetes. así mismo este backbone se comunicará con la red CDPD de la otra empresa celular.
- El backbone tiene una estructura tipo Frame relay con nodos de acceso y conmutación en Quito Guayaquil, Cuenca y Ambato. Esto es los puntos de acceso de las redes externas (sean públicas o privadas) se los ubicó en las ciudades nombradas.

En el gráfico 4.4. se presenta la arquitectura propuesta para este trabajo.

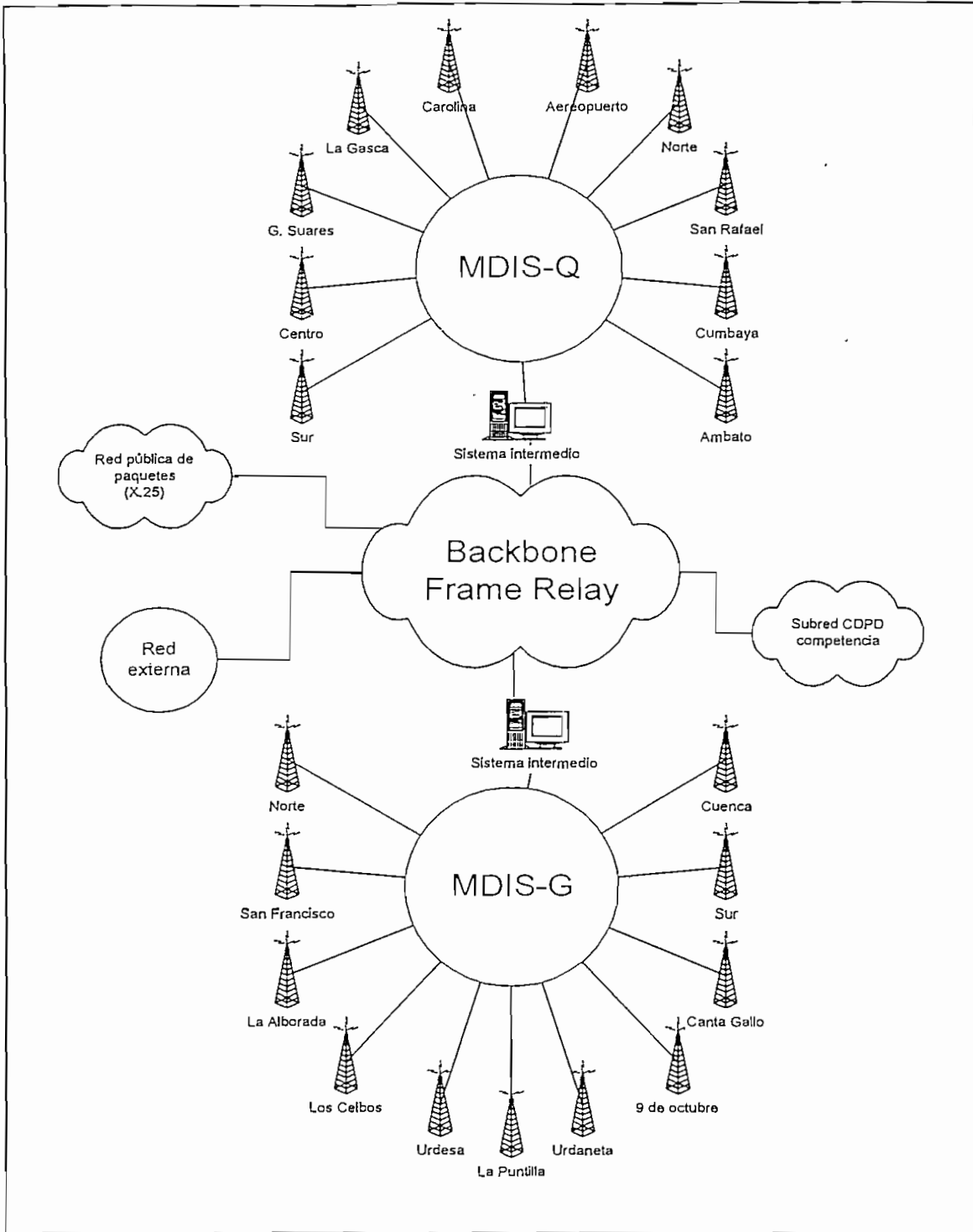


Gráfico 4.4. Arquitectura de la red CDPD

4.3.2.2. PROTOCOLOS USADOS EN LA RED CDPD

En la tabla 4.15 se resumen los protocolos que se utilizarán en el diseño de la red:

	ETMD		MDBS		MDIS		IS	
ETMD	CT	TCP	CE	MDLP	CR	ISO		
				MAC		SNDCP		
	CR	IP	CF	cdpd				
MDBS	CE	MDLP			CE	MDLP		
		MAC						
	CF	cdpd			CF	X.25		
MDIS	CR	ISO	CE	MDLP			CR	IP
		SNDCP					CE	HDLC
			CF	X.25			CF	V.35
IS					CR	IP	CR	IP
					CE	HDLC	CE	
					CF	V.35	CF	FR

Tabla 4.15. Protocolos usados en el diseño CDPD

LEYENDA:

- ETMD : Equipo Terminal móvil de datos : CDPDs.s. 205
- MDBS : Estación base de datos para móviles : CDPDs.s. 225
- MDIS : Sistema intermedio de datos para móviles : CDPDs.s. 210
- IS : Sistema intermedio : CDPDs.s. 230
- CF : Capa física : Capa ISO
- CE : Capa de enlace : Capa ISO
- CR : Capa de red : Capa ISO
- CT : Capa de transporte : Capa ISO
- TCP : Protocolo para el control de transmisión : RFC - 793
- MDLP : Protocolo de enlace de datos para móviles : CDPDs.s. 205
- MAC : Control de acceso al medio : CDPDs.s. 402
- cdpd : Trama CDPD : CDPDs.s. 401
- IP : Protocolo interred : RFC 791
- SNDCP : Protocolo de convergencia para subredes : CDPDs.s. 404

HDLC	: Control de alto nivel para el enlace de datos	: ISO-3309
FR	: Frame Relay	: RFC 1490

4.3.2.3 CONECTIVIDAD

Los criterios que se siguen para establecer la estructura y direcciones de la red CDPD, tienen relación directa con lo dicho en los puntos 4.3.2.1 y 4.3.2.2 de la siguiente manera:

1. La red CDPD tiene direccionamiento IP tipo B, donde se reservan tres bits para subredes (siete subredes) y por lo tanto se tiene una capacidad de 8192 abonados por MDIS (13 bits para IP de host por subred).
2. Utiliza una red Frame relay para la interconexión entre sus subredes y con las redes externas, públicas o privadas.
3. La dirección de red CDPD es proporcionada por el CDPD Forum, con el objeto de evitar duplicaciones. En este trabajo se asumirá la dirección de red 129.10.0.0.
4. La red CDPD está dividida en dos subredes, administradas por los nodos MDIS-Q y MDIS-G, ubicados en Quito y Guayaquil, respectivamente.
5. Cada estación base sectorizada tiene tres canales dedicados a CDPD, entonces, se puede decir que son tres MDBS's diferentes.

La tabla 4.16. que es tomada del CDPD S.S. 801-4 y 801-5, muestra todos los parámetros que hay que especificar para definir completamente a los elementos de la red, así también se muestra la entidad responsable de asignar su valor.

Identificador	Formato	Asignado por	Comentarios
Service Provider Identifier (SPI) <i>Identificador del proveedor de servicios</i>	Número: 16 bits, (0 - 65.535) Nombre: 64 Caracteres	CDPD NIC (Network Information Center)	- Universalmente distinto
Service Provider Network Identifier (SPNI) <i>Identificador del proveedor de servicios de red</i>	Número: 16 bits, (0 - 65.535) Nombre: 64 Caracteres	CDPD NIC (Network Information Center)	- Universalmente distinto - Está presente en el mensaje de identificación del canal - Se almacena en el ETMD
Routing domain Identifier <i>Identificador del enrutador de dominio</i>	Número: 16 bits, (0 - 65.535) Nombre: 64 Caracteres	CDPD NIC (Network Information Center)	- Universalmente distinto - Es el campo RD en el OSI NEI
Local service area identifier (LSAI) <i>Identificador para el área de servicio local</i>	Número: 16 bits, (0 - 65.535) Nombre: 64 Caracteres	CDPD NIC (Network Information Center)	- Universalmente distinto - Está presente en el mensaje de identificación del canal - Se almacena en el ETMD.
Cell identifier - global <i>Identificador universal de celda</i>	Número: 32 bits (0 - 65.535 para SPNI)	Proveedor de los servicios de red	- Universalmente distinto - los 16 bits más significativos son el SPNI

Continúa...

Cell identifier - local (LCI) <i>Identificador local de celda</i>	Número: 8 bits (0 - 255)	Proveedor de los servicios de red	- Único dentro del grupo de celdas adyacentes - Está presente en el mensaje de identificación del canal
Channel stream identifier (CSI) <i>Identificador del flujo del canal</i>	Número: 6 bits (0 - 63)	Proveedor de los servicios de red	- Único dentro de la celda - Está presente en el mensaje de identificación del canal
Color code - cell group <i>Código de color</i>	Número: 5 bits (0 - 61)	Proveedor de los servicios de red	- Está presente en el forward del canal
Color code - Area <i>Código de color de área</i>	Número: 3 bits (0 - 7)	Proveedor de los servicios de red	- Está presente en el forward del canal
Equipment Identifier <i>Identificador del equipo</i>	Número: 48 bits	Fabricante del equipo, es una dirección IEEE-MAC	- lo envía el ETMD en el requerimiento de identificación y el ETD en los mensajes de inicio
Routing area identifier <i>Identificador del área de enrutamiento</i>	Número: 16 bits (0 - 65.535)	Proveedor de los servicios de red	- Es único en el dominio de enrutamiento. - Es parte del campo OSI NEI
System identifier <i>Identificador del sistema</i>	Número: 6 octetos	Proveedor de los servicios de red	- Es único en el área de enrutamiento. - Es parte del campo OSI NEI
Internet network identifier (netid) <i>Identificador IP de red</i>	Clase A, B o C	Internet, CDPD NIC, Proveedor de los servicios de red	- Es único en la interred. - Es la parte más significativa del NEI
Host identifier (hostid) <i>Identificador IP del ETMD</i>	Clase A, B o C	Internet, CDPD NIC, Proveedor de los servicios de red	- Es único en la interred. - Es la parte menos significativa del NEI
Subscriber identifier <i>Identificación del suscriptor</i>	Número: 32 bits	Proveedor de servicios	
RF channel identifier <i>Identificador del canal RF</i>	10 bits (1 - 1023)	EIA / TIA - 553	- CDPD uses standard identifiers
Temporary equipment identifier <i>Identificador temporal del equipo</i>	Número: 27 bits (0 - 134.217.727)	Servidor MDIS	- Asignado al ETMD en el mensaje de asignación de identificador
Customer identifier <i>Identificador de usuario</i>	32 bits	Proveedor de servicios	
Serving accounting distributor identifier <i>Identificador para el servicio de tarificación</i>	Número: 16 bits (0 - 65.535)	Proveedor de servicios de red	
Home accounting distributor identifier <i>Identificador para el servicio de tarificación de locales</i>	Número: 16 bits (0 - 65.535)	Proveedor de servicios	
Accounting area identifier <i>Identificador para el servicio de tarificación por áreas</i>	Número: 16 bits (0 - 65.535)	Proveedor de servicios	

Tabla 4.16 Identificadores para la red CDPD.

En tanto que en la tabla 4.17 se hallan los valores asignados para el presente diseño, de los cuales se puede decir lo siguiente:

1. En el presente diseño todos los identificadores son asumidos, toda vez que acceder a los identificadores reales implica la afiliación al CDPD Forum. En general ha sido imposible acceder a los identificadores usados por proveedores en otros países.
2. Los número o nombres asignados pueden ser divididos en tres categorías: Generales (designados por el CDPD NIC), Comerciales (designados por el proveedor o comercializador de los servicios), de Red (designado por el operador o proveedor de la red celular). Esto lleva a pensar que la institución que administra la red puede ser diferente de la que comercializa los servicios.
3. Por lo dicho se ha prestado mayor detalle a los identificadores que tiene que ver con la administración de la red. Definiéndose los siguientes parámetros:
 - IP de red : 129.10.0.0 : netid
 - Máscara : 255.255.224.0
 - MDIS-Q : 129.10.0.0.
 - MDIS-G : 129.10.32.0
 - Rango (Quito) : 129.10.10.1 al 129.10.31.254 : hostid
 - Rango (Gyquil) : 129.10.32.1 al 129.10.62.254 : hostid
 - Broadcast (Quito) : 129.10.31.255
 - Broadcast (Gyquil) : 129.10.63.255

Identificador	Asignación	Comentarios
Service Provider Identifier (SPI) <i>Identificador del proveedor de servicios</i>	band_a.cdpd.serv.prov.ec	Son números asignados por el CDPD NIC, aquí y para efectos del diseño se los describe en su modo de Caracteres.
Service Provider Network Identifier (SPNI) <i>Identificador del proveedor de servicios de red</i>	band_a.cdpd.net.ec (59300)	Son números asignados por el CDPD NIC, aquí y para efectos del diseño se los describe en su modo de nombre y se asume un número representativo.
Routing domain Identifier <i>Identificador del enrutador de dominio</i>	band_a.cdpd.ec	Son números asignados por el CDPD NIC, aquí y para efectos del diseño se los describe en su modo de nombre.
Local service area identifier (LSAI) <i>Identificador para el área de servicio local</i>	lsai_mdiss_g.ec lsai_mdiss_g.ec	Son números asignados por el CDPD NIC, aquí y para efectos del diseño se los describe en su modo de nombre.
Cell identifier - global <i>Identificador universal de celda</i>	59300.XX	Los 16 primeros corresponden al SPNI, los restantes 16 dependen de la celda. Ver en las tablas de datos.

Continúa...

Cell identifier - local (LCI) <i>Identificador local de celda</i>	(0 - 255)	Un valor por sector en cada celda, de cada MDIS. Consta en las hojas de datos de cada celda.
Channel stream identifier (CSI) <i>Identificador del flujo del canal</i>	(0 ; 63)	Un número por cada canal CDPD, se lo puede ver en la hoja de datos técnicos de cada celda.
Color code - cell group <i>Código de color</i>	(0 ; 31)	Ver en las hojas de datos de cada celda.
Color code - Area <i>Código de color de área</i>	(0 ; 7)	Ver en las hojas de datos de cada celda.
Equipment Identifier <i>Identificador del equipo</i>	Número: 48 bits	Depende de cada uno de los equipos de usuario, es ingresado a las respectivas tablas en el momento de la activación.
Routing area identifier <i>Identificador del área de enrutamiento</i>	59301 59302	Designado por el proveedor de la red, en este diseño existen dos, uno para el MDIS-Q y otro para el MDIS-G
System identifier <i>Identificador del sistema</i>	129.10.0.0.59.3	Es un valor que debe ser internacionalmente asignado, Como ejemplo se lo ha definido con la dirección IP de red y el código de acceso internacional para el Ecuador.
Internet network identifier (netid) <i>Identificador IP de red</i>	129.10.0.0.	Un IP de red tipo B, asumiendo tres bits para subredes internas, MDIS's
Host identifier (hostid) <i>Identificador IP del ETMD</i>	(129.10.0.0. ; 129.10.255.255)	Rango de direcciones asignado para los ETMD's, tiene una capacidad de siete MDIS's y 8192 ETMD's por MDIS.
Subscriber identifier <i>Identificación del subscriptor</i>	(0 ; 2 ³²)	Es un número asignado por el proveedor de servicios a cada uno de los abonados.
RF channel identifier <i>Identificador del canal RF</i>	[696 ; 716]	Este rango fue establecido en la sección 4.3.1. Consta en las hojas de datos de las celdas
Temporary equipment identifier <i>Identificador temporal del equipo</i>	(0 ; 2 ²⁷)	Es un número que dinámicamente es asignado por la MDIS a cada uno de los enlaces que se establecen.
Customer identifier <i>Identificador de usuario</i>	(0 ; 2 ³²)	Es un número asignado por el proveedor de la red a cada uno de los equipos de abonado.
Serving accounting distributor identifier <i>Identificador para el servicio de tarificación</i>	(0 ; 2 ¹⁶)	Es un número asignado para el manejo de la facturación. Depende del sistema que se utilice.
Home accounting distributor identifier <i>Identificador para el servicio de tarificación de locales</i>	(0 ; 2 ¹⁶)	Es un número asignado para el manejo de la facturación. Depende del sistema que se utilice.
Accounting area identifier <i>Identificador para el servicio de tarificación por áreas</i>	(0 ; 2 ¹⁶)	Es un número asignado para el manejo de la facturación. Depende del sistema que se utilice.

Tabla 4.17 Asignación de identificadores.

CAPITULO V

ANÁLISIS DE COSTOS Y TARIFAS

5.1. COSTOS DE LA IMPLEMENTACION DEL CDPD

Dentro de la cuantificación del costo que tendría la implementación del CDPD, en función del esquema planteado en el capítulo IV, es necesario hacer tres puntualizaciones:

1. El objetivo más importante es el uso de los equipos ya instalados, por tanto se debe buscar la oferta que basada en los parámetros del CDPD System Specification, cumpla con el diseño planteado y sea completamente compatible con el sistema celular existente.
2. El segundo criterio es balancear cuatro factores:
 - El precio.
 - La asesoría y el respaldo tecnológico.
 - La transferencia de tecnología, esto es, cursos de capacitación, manuales de servicio, etc.
 - El tiempo de entrega e instalación.
3. Un último criterio importante es la parte de administración del sistema, la cual debe ser global, versátil y adaptativa a la arquitectura de supervisión del sistema celular.

En función de estos criterios se hace un estimativo del costo del proyecto considerando los siguientes aspectos: Hardware (MDBS, MDIS, IS); Software; instalación; capacitación; operación y mantenimiento; administración y diseño del proyecto; publicidad y ventas; planificación de la aplicación de cada usuario.

La implementación celular en América con la norma AMPS, se la ha realizado usando equipos fundamentalmente de las marcas Motorola, Ericsson y Nortel, de las cuales solamente Ericsson, no posee soluciones globales que incluyen CDPD. A nivel internacional y específicamente en el mercado más grande de CDPD que son los Estados Unidos, la empresa proveedora de equipos es mayoritariamente Hughes. En tanto que Motorola y Nortel tienen equipos instalados ya sea como demostración o comercialmente pero ocupando una parte muy pequeña del mercado.

La solución Hughes tiene una arquitectura que obliga a los operadores a comprar los equipos de transmisión y control de la MDBS, y toda la parte física y lógica de la MDIS. Este esquema lo mantienen otros proveedores que han incursionado en el mercado, como son PCSI, Racotek, etc. En tanto que Motorola y Nortel, han utilizado su plataforma existente para implementar su sistema.

En el Ecuador, las empresas operadoras celulares utilizan equipos Ericsson y Nortel. Por este motivo se presentarán cotizaciones aproximadas de un integrador tipo Hughes o PCSI y también se hará una comparación de precios para sistemas tipo Motorola o Nortel.

5.1.1. COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN CDPD CON ARQUITECTURA TIPO HUGHES

En las tablas 5.1 se resume los montos de la inversión inicial para la instalación de un sistema CDPD con la solución dada por un integrador de servicios, se utilizan nombres genéricos para detallar los equipos y como unidad monetaria el dólar

	Cantidad	Precio unitario (Dólares)	Cantidad	Total (Dólares)
MDBS (Sectorizada)		73.500	19	1'396.500
Bastidor	2	2.000		
Transmisor / Receptor	3	24.000		
Amplificador	3	21.000		
Monitoreo	1	800		
Tarjetas de control	12	24.000		
Cables y accesorios	1	200		
Licencia de uso	3	1.500		
MDBS (Omni)		42.500	2	85.000
Bastidor	2	2.000		
Transmisor / Receptor	1	8.000		
Amplificador	1	7.000		
Monitoreo	1	800		
Tarjetas de control	12	24.000		
Cables y accesorios	1	200		
Licencia de uso	1	500		
MDIS		350.000	2	700.000
Bastidor	2	61.000		
Tarjetas de control	16	288.000		
Cables y accesorios	1	1.000		
Licencia		150.000	1	150.000
Diseño del sistema		25.000	1	25.000
IS		30.000	2	60.000
Software		150.000	1	150.000
Instalación		15.000	23	345.000
Capacitación		9.000	2	18.000
Total				2'929.500

Tabla 5.1 Costo del proyecto con una solución tipo Hughes

Los permisos de uso o licencias son fórmulas que utilizan los integradores de equipos para mantener un control y una dependencia de las operadoras, son ejecutadas generalmente a manera de llaves de software (Password) aplicables en la configuración de los sistemas.

Hay que considerar adicionalmente que es necesario ejecutar una campaña publicitaria, enfocada en la imagen de servicios globales y otra con un enfoque personalizado a los potenciales abonados; elementos que se consideran en el desglose de inversión para los primeros cinco años de operación dado en la tabla 5.2. Para lo cual se ha hecho la siguiente consideración:

Los costos anuales de operación y mantenimiento de los equipos se los calcula como el 1% de la inversión inicial (aproximadamente) y rigen a partir del segundo año de operación.

Año	Operación y mantenimiento (Dólares)	Publicidad (Dólares)	Total (Dólares)
1		100.000	100.000
2	30.000	100.000	130.000
3	30.000	100.000	130.000
4	30.000	100.000	130.000
5	30.000	100.000	130.000

Tabla 5.2. Gastos anuales para los primeros cinco años de operación del sistema CDPD

5.1.1. ANÁLISIS COMPARATIVO CON UNA SOLUCIÓN TIPO NORTEL

	Cantidad	Precio unitario (Dólares)	Cantidad	Total (Dólares)
MDBS (Sectorizada)		48.500	19	921.500
Transmisor / Receptor	3	24.000		
Amplificador	3	21.000		
Cables y accesorios	1	500		
Licencia de uso	3	3.000		
MDBS (Omni)		16.500	2	33.000
Transmisor / Receptor	1	8.000		
Amplificador	1	7.000		
Cables y accesorios	1	500		
Licencia de uso	1	1.000		
MDIS		82.000	2	164.000
Tarjetas	4	80.000		
Cables y accesorios	1	2.000		
Licencia		400.000	1	400.000
Diseño del sistema		25.000	1	25.000
IS		30.000	2	60.000
Software		100.000	1	100.000
Instalación		5.000	23	115.000
Capacitación		15.000	2	30.000
Total				1'848.500

Tabla 5.3 Costo del proyecto con una estructura tipo Nortel

La diferencia radica fundamentalmente en que el uso de los equipos ya instalados se hace más intensivo, la parte de control de la MDBS y el interfaz con la MDIS se comparten con los equipos de telefonía celular, de la misma manera el diseño modular de estos sistemas permite utilizar los bastidores y algunos otros elementos de la MDIS. (ver en la tabla 5.3.)

En la tabla 5.4 se muestran los costos corrientes necesarios por año de operación.

Año	Operación y mantenimiento (Dólares)	Publicidad (Dólares)	Total (Dólares)
1		100.000	100.000
2	17.500	100.000	117.500
3	17.500	100.000	117.500
4	17.500	100.000	117.500
5	17.500	100.000	117.500

Tabla 5.4. Gastos anuales para los primeros cinco años de operación del sistema CDPD, solución tipo Nortel

5.2. DEPRECIACIÓN Y VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Esta sección tiene un objetivo básico: "Estimar el valor de los equipos al final de cualquiera de los primeros cinco años de uso de la tecnología CDPD. Es necesario tener una aproximación de su valor porque son equipos y tecnologías en constante desarrollo. En la tabla 5.5 se presenta la depreciación de los equipos.

Año	Propuesta 1 (Dólares)		Propuesta 2 (Dólares)	
	Depreciación	Valor	Depreciación	Valor
0		2'391.500		1'278.500
1	478.300	1'913.200	255.700	1'022.800
2	478.300	1'434.900	255.700	767.100
3	478.300	956.600	255.700	511.400
4	478.300	478.300	255.700	255.700
5	478.300	0	255.700	0

Tabla 5.5. Depreciación de los activos.

5.3. RÉGIMEN DE TARIFAS Y RECUPERACIÓN DE CAPITAL

El régimen de tarifas y la recuperación de capital son dos parámetros que dependen el uno del otro, por tal motivo, se utilizarán dos métodos para evaluar la rentabilidad del proyecto.

El primero, establece una tarifa para el servicio 25% mayor que los gastos incurridos en la producción del mismo. Con ello se obtiene la TIR y el tiempo necesario para la recuperación del capital.

El segundo, asumen tarifas a nivel internacional, con las que se hallan los mismos parámetros anteriores.

5.3.1. CALCULO DEL TRAFICO CURSADO PARA LOS CINCO PRIMEROS AÑOS

Para hallar el tráfico que la red tramitará durante los cinco primeros años de prestación de los servicios CDPD se siguen los siguientes pasos.

1. Usando los datos de la tabla 4.9 "Abonados esperados por tipo de servicio y por ciudad", y dividiendo el total entre dos operadoras, se hallan los resultados de la tabla 5.6.

Servicios	Abonados por operadora
Transacciones	76
Telemetría	138
Oficina Móvil	168
Total	382

Tabla 5.6. Abonados CDPD por operadora para el primer año

2. El número de bytes transmitido de acuerdo al tipo de servicio para el primer año se resume en la tabla 5.7 y es una consecuencia de la tabla 4.10

Servicios	bps / abonado	bytes por año / abonado	Abonados por operadora	Kbytes para el primer año
Transacciones	4	15'552.000	76	1'181'952.
Telemetría	0.28	1'088.640	138	150.232
Oficina Móvil	8.89	34'564.320	168	5'806.805
Total de tráfico para el primer año de operación				7'138.989

Tabla 5.7. Tráfico en Kbytes para el final del primer año

3. Tomando la tabla 3.5 y los resultados de la tabla 5.7. se puede hallar la cantidad de tráfico cursado al final de cada uno de los primeros cinco años de operación. Ver tabla 5.8.

Año	Abonados	Relación al primer año	Tráfico por año
1	799	1	7'138.989
2	1.598	2	14'277.978
3	3.196	4	28'555.956
4	10.323	12,92	92'235.023
5	10.997	13,76	98'257.149

Tabla 5.8. Tráfico en Kbytes para el final de los cinco primeros años de operación

5.3.2. RECUPERACIÓN DEL CAPITAL SUPONIENDO UNA GANANCIA POR KILOBYTE TRANSMITIDO

El primer paso para la aplicación de este método es hallar el costo que tiene para la operadora del servicio la transmisión de un Kbyte de información de usuario. En la tabla 5.9 y 5.10 se muestran los costos de operación, mantenimiento, depreciación y amortización del capital en los cinco primeros años de operación, para cada una de las dos posibles implementaciones del sistema.

Año	Costos			Total
	Operativos	Depreciación	Amortización	
1	100.000	478.300	107.600	685.900
2	130.000	478.300	107.600	715.900
3	130.000	478.300	107.600	715.900
4	130.000	478.300	107.600	715.900
5	130.000	478.300	107.600	715.900
Total		2'391.500	538.000	2'929.500

Tabla 5.9. Costos para los cinco primeros años de operación, solución 1

Año	Costos			Total
	Operativos	Depreciación	Amortización	
1	100.000	255.700	114.000	469.700
2	117.500	255.700	114.000	487.200
3	117.500	255.700	114.000	487.200
4	117.500	255.700	114.000	487.200
5	117.500	255.700	114.000	487.200
Total		1'278.500	570.000	1'848.500

Tabla 5.10. Costos para los cinco primeros años de operación, solución 2

El costo por Kbyte transmitido será para el primer año:

$$\text{Solución 1: } 685.900 / 7.138.989 = 9.60 \text{ Centavos.}$$

$$\text{Solución 2: } 469.700 / 7.138.989 = 6.57 \text{ Centavos.}$$

Con una ganancia del 25% sobre el costo del servicio se tiene:

$$\text{Solución 1: } 9.60 * 1.25 = 12 \text{ Centavos.}$$

$$\text{Solución 2: } 6.57 * 1.25 = 8.2 \text{ Centavos.}$$

Con estos precios el flujo de caja para los cinco primeros años de operación se muestra en las tablas 5.11 y 5.12. La recuperación del capital se da durante tercer año en las dos soluciones.¹

	0	1	2	3	4	5
Ingresos		856.679	1'713.357	3'426.715	11'068.203	11'790.858
Valor de salvamento						0
Costos		-685.900	-715.900	-715.900	-715.900	-715.900
Utilidad 1 ² ..		170.779	997.457	2'710.815	10'352.303	11'074.958
Reparto de Utilidades		25.617	149.619	406.622	1'552.845	1'661.244
Impuestos		36.290	211.960	576.048	2'199.864	2'353.429
Utilidad Neta		108.871	635.879	1'728.144	6'599.593	7'060.286
Depreciación		478.300	478.300	478.300	478.300	478.300
Amortización		107.600	107.600	107.600	107.600	107.600
Inversiones	-2929500					
FLUJO DE CAJA	-2929500	694.771	1'221.779	2'314.044	7'185.493	7'646.186

Tabla 5.11. Flujo de caja, solución 1

	0	1	2	3	4	5
Ingresos		586.110	1'172.221	2'344.443	7'572.495	8'066.911
Valor de salvamento						0
Costos		-469.700	-487.200	-487.200	-487.200	-487.200
Utilidad 1.		116.410	685.021	1'857.243	7'085.295	7'579.711
Reparto de Utilidades		17.461	102.753	2'785.86	1'062.794	10'136.956
Impuestos		24.737	145.567	394.664	1'505.625	1'610.688
Utilidad Neta		74.212	436.701	1'183.993	4'516.875	4'832.066
Depreciación		255.700	255.700	255.700	255.700	255.700
Amortización		114.000	114.000	114.000	114.000	114.000
Inversiones	-1'848.500					
FLUJO DE CAJA	-1'848.500	443.912	806.401	1'553.693	4'886.575	5'201.766

Tabla 5.12. Flujo de caja, solución 2

Con estos resultados y utilizando la siguiente fórmula se puede hallar la TIR (Tasa Interna de Retorno) para las dos soluciones.³

¹ [Ref. 7] pag. 175

² Utilidad 1, referida al monto de utilidad antes de repartir a los empleados y de pagar impuestos

³ [Ref. 47] pag. 358

$$\sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} - I_o = 0 \quad (\text{Ec. 5.1})$$

Donde: $(FC)_t$: (Flujo de capital)_{en el año t} = (Ingresos - Egresos)_{en el año t}
 TIR : Tasa interna de retorno
 t : Año
 n : último año
 I_o : Valor presente de la inversión total.

Solución 1: TIR = 66%

Solución 2: TIR = 69%

5.3.3. RECUPERACIÓN DE CAPITAL FIJANDO TARIFAS DE ACUERDO AL MERCADO INTERNACIONAL

En el "cdpd FORUM news" correspondiente al primer trimestre de 1996, se muestra el plan de precios que la operadora estadounidense GTE, estaba próxima a implementar. Este plan sugiere tarifas planas por tipo de servicio. En la tabla 5.13 se reproduce íntegramente este cuadro.

Aplicación	Uso típico Kbytes / mes	Precio / mes
Servicios de Campo Verificación de tarjetas Actualización de inventarios Pedidos	150 - 1000 (1000 Kbytes representan aprox. 190 hojas de texto)	18 - 49,95 (dólares / mes) (5 centavos por Kbyte hasta 1000 Kbytes. Luego 8 centavos por Kbyte)
Telemetría Telemetría Móvil Localización de vehículos Despacho automático	10 - 125 (Representan aprox. 24 páginas de texto)	15 (dólares / mes) (12 centavos por Kbyte)
Reportes de ventas	300 - 2500	36 - 99,95 (dólares / mes)
Oficina móvil Correo electrónico	700 - 3000	49,95 - 99,95 (dólares / mes) (3,3 centavos por Kbyte hasta 3000 Kbytes)

Tabla 5.13. Tabla de precios de la GTE, para principios de 1996

Se puede notar que los grupos de servicios corresponden prácticamente a los que se sugiere en el presente trabajo. Esto permite utilizar las siguientes tarifas, tomando la mayor en cada campo de servicios:

Transacciones: 50 dólares por mes
 Telemetría: 15 dólares por mes
 Oficina móvil: 100 dólares por mes

Entonces para el primer año de operación, usando los datos de la 5.6, los ingresos por operadora serán los presentados en la tabla 5.14.

	Abonados por operadora para el año 1	Tarifa mensual (dólares)	Ingreso Primer año (dólares)
Transacciones	76	50	45.600
Telemetría	138	15	24.840
Oficina móvil	168	100	201.600
Total	382		272.040

Tabla 5.14. Ingreso para el primer año de operación del sistema CDPD

Con el resultado de la tabla 5.14 y la relación de la tabla 5.8 se halla ahora los ingresos anuales en los primeros cinco años de operación (ver tabla 5.15).

Año	Relación al primer año	Ingresos por año
1	1	272.040
2	2	544.080
3	4	1.088.160
4	12,92	3.514.756
5	13,76	3.743.270

Tabla 5.15. Ingresos el final de los cinco primeros años de operación

El flujo de caja se muestra en las tablas 5.16 y 5.17. Nótese que en este caso la recuperación de capital se produce en el transcurso del cuarto año de operación.

	0	1	2	3	4	5
Ingresos		272.040	544.080	1'088.160	3'514.756	3'743.270
Valor de salvamento						0
Costos		-685.900	-715.900	-715.900	-715.900	-715.900
Utilidad 1.		-413.860	-171.820	372.260	2'798.856	3'027.370
Reparto de Utilidades		0	0	55.839	419.828	454.106
Impuestos		0	0	79.105	594.757	643.316
Utilidad Neta		-413.860	-171.820	237.316	1'784.271	1'929.948
Depreciación		478.300	478.300	478.300	478.300	478.300
Amortización		107.600	107.600	107.600	107.600	107.600
Inversiones	-2929500					
FLUJO DE CAJA	-2929500	172.040	414.080	823.216	2'370.171	2'515.848

Tabla 5.16. Flujo de caja, solución 1

	0	1	2	3	4	5
Ingresos		272.040	544.080	1.088.160	3.514.756	3.743.270
Valor de salvamento						-
Costos		-469.700	-487.200	-487.200	-487.200	-487.200
Utilidad 1.		-197.660	56.880	600.960	3.027.556	3.256.070
Reparto de Utilidades		-	8.532	90.144	454.133	488.411
Impuestos		-	12.087	127.704	643.356	691.915
Utilidad Neta		-197.660	36.261	383.112	1.930.067	2.075.745
Depreciación		255.700	255.700	255.700	255.700	255.700
Amortización		114.000	114.000	114.000	114.000	114.000
Inversiones	-1.848.500					
FLUJO DE CAJA	-1.848.500	172.040	405.961	752.812	2.299.767	2.445.445

Tabla 5.17. Flujo de caja, solución 2

Además

Solución 1:	TIR	=	21%
Solución 2:	TIR	=	36%

Es importante notar que la GTE propone una tarifa inicial a manera de costo de puesta en servicio con un valor de 45 dólares. Evento que debería ser considerado para solventar impuestos y autorizaciones implementadas por los entes de control estatales.

A continuación se presenta el gráfico 5.1. que compara las tarifas obtenidas por los dos métodos. Desde el punto de vista del usuario CDPD, es mejor utilizar tarifas en función del tráfico real cursado hasta un monto máximo de aproximadamente 1000 Kbytes por mes

5.4. RELACIÓN BENEFICIO COSTO

La relación Beneficio Costo (RBC) se la obtiene de acuerdo a la siguiente ecuación⁴:

$$\frac{\sum_{i=1}^n \frac{Ingresos_i}{(1+TIR)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{Egresos_i}{(1+TIR)^i} + I_0} = RBC \quad (\text{Ec. 5.2})$$

⁴ [Ref. 7] pag. 180

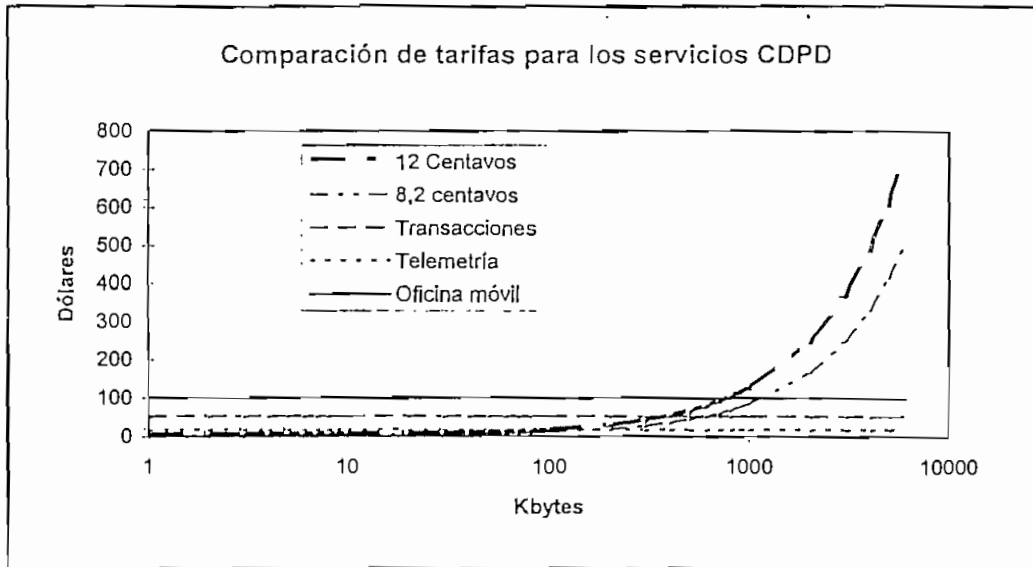


Gráfico 5.1. Comparación de tarifas, el eje x, está en escala logarítmica

Es decir, es la relación de la suma de los valores presentes de los ingresos respecto de los valores presentes de los egresos y la inversión inicial.

Los resultados para el primer método son:

Relación beneficio costo para la propuesta uno = 3.6

Relación beneficio costo para la propuesta dos = 3.8

Para el método de las tarifas planas los resultados son:

Relación beneficio costo para la propuesta uno = 1.16

Relación beneficio costo para la propuesta dos = 1.76

Con esto criterios se puede decir que:

- La propuesta dos es más rentable, tiene un TIR mayor que la propuesta uno.
- El uso de una tarifa plana puede ser recomendable en la medida que permita ganar mercado.
- Otra forma sería mantener tarifas duales, es decir que consideren una tasa fija y un adicional por tráfico cursado.
- La aplicación de una tarifa depende además del mercado y de la competencia, hay que ejecutar un análisis de mercado previo a la imposición de uno u otro método.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. CONCLUSIONES GENERALES

Las redes de datos y el manejo de la información a grandes velocidades, con un óptimo uso de los recursos y a bajos costos, es una de las principales metas de los gobiernos de los países desarrollados. Este impulso ha permitido que el número de redes de datos en el mundo crezca en forma geométrica y también la necesidad de transmitir o recibir información en tiempo real y desde cualquier sitio.

Para dar solución a estos requerimientos se han adoptado diferentes estrategias, una de ellas es la de compartir los recursos ya instalados (reduce costos), más específicamente usar a la red celular como el elemento de última milla para llegar al abonado con un terminal de red que permita movimiento, sea confiable y de bajo costo.

La transmisión de datos en paquetes usando la red celular está en un proceso de desarrollo y normalización. Sin embargo, cualquiera que sea el sistema celular que se implemente en el futuro o la banda de frecuencias que se utilice, el CDPD será la norma internacional para este servicio. Por dos razones principales:

1. El CDPD está estructurado sobre el modelo OSI de capas para redes. Lo que permite ser lo suficientemente versátil como para adaptarse a los cambios futuros, sobre todo aquellos que se den en la capa física del abonado (el enlace A).
2. El concepto celular se mantiene en cualquier sistema, lo que varía son los tipos de modulación, los anchos de banda y las bandas de frecuencia usadas.

El CDPD desde el punto de vista del proveedor de la red tiene las siguientes ventajas:

1. Revaloriza la red, es un servicio que utiliza los recursos "ociosos" de las estaciones, no satura ni bloquea ni degrada la calidad del sistema de telefonía celular.
2. Incrementa la imagen de la empresa, como un proveedor no de telefonía, sino de telecomunicaciones, es decir de soluciones globales a los problemas de comunicación de sus usuarios.
3. La rentabilidad de los servicios de CDPD ha justificado su permanencia en el mercado.
4. La tendencia actual de las empresas es la de abarcar todos los campos de las telecomunicaciones. Así a nivel internacional, las mismas operadoras de telefonía celular, manejan tráfico internacional, son portadores para transmisión de datos, tienen una parte del servicio de telefonía fija, comercializan Internet, etc. En este panorama el CDPD es considerado como el medio para prestar la gama completa de los servicios de datos.
5. La implementación tiene un costo inicial respetable, pero el servicio tiene una alta rentabilidad.

El CDPD desde el punto de vista del usuario final:

1. Le permite mantener un control total sobre sus negocios.
2. Es transparente y solo requiere de la condición de tener una señal celular adecuada.
3. Grandes empresas han desarrollado equipos cada vez más pequeños y manejables, al mismo tiempo, paquetes de software más versátiles y avanzados, es decir, se tiene el respaldo de empresas como IBM y Motorola, por citar a dos.
4. Las tarifas no son onerosas y el beneficio costo es siempre a favor del usuario.
5. La imagen de la empresa que utiliza CDPD crece y por tanto sus ingresos.

2. CONCLUSIONES PARTICULARES

Este trabajo tiene tres partes definidas, la presentación de la tecnología, el diseño de un sistema CDPD en las cuatro principales ciudades del Ecuador y el análisis de la rentabilidad del proyecto. A continuación se analizan los objetivos logrados en cada una de ellas así como sus limitaciones.

Los fundamentos teóricos del CDPD fueron explicados en el primero y cuarto capítulos. Rescatando los conceptos fundamentales y proporcionando la mayor cantidad de referencias para ahondar en el tema si así lo requiere el lector. Con este método se consiguió uno de los objetivos fundamentales de la tesis, esto es, entregar a los futuros ingenieros un compendio de la información técnica de un servicio que ya se está utilizando en el Ecuador y sobre el cual los textos de telecomunicaciones editados hasta 1996 hablan muy superficialmente.

El diseño de la red CDPD presentado en este trabajo, es un diseño estrictamente teórico, no se adapta a las características del sistema de ninguna de las dos operadoras, esto tiene dos ventajas fundamentales:

1. Es una red general, y permite ver claramente los parámetros y criterios necesarios para el diseño de una red particular.
2. La ubicación de las estaciones base celulares siguiendo un plan estándar de siete celdas y el hecho de que no es crítico el parámetro de capacidad, sino el de calidad y costo, lleva a pensar que la optimización de la red (sobre todo en costo) incluye la modificación conceptual de CDPD.

Esto es, la tendencia actual de la red celular es a crecer en el número de celdas, disminuir la cobertura de cada una de ellas y focalizar los sectores de alto índice de tráfico. Para lo cual se utiliza microceldas y picoceldas. Tradicionalmente la red CDPD debe seguir los pasos de la red celular, pero como se ha visto no se requiere de un gran número de canales dedicados a CDPD, entonces la estrategia debería ser, manejar dos distribuciones de cobertura diferentes, una para la telefonía y otra para CDPD.

La rentabilidad del proyecto muestra dos alternativas, en la una se utiliza un equipamiento adicional que infla los costos, en tanto que, en la otra se optimiza los recursos más eficientemente y esto lleva a que la segunda alternativa (equipos Nortel) sea más rentable que la otra. Este hecho redundará en la política de precios que cada una de las operadoras maneje en el mercado.

La comercialización de los servicios debe ser hecha usando personal con formación académica en telecomunicaciones y además con experiencia en programación. Por los siguientes motivos:

1. Se vende una solución a los problemas de manejo de datos de una empresa, lo cual abarca tres frentes, conectividad, capacidad y aplicación.

La conectividad se refiere al enlace con la red CDPD y la asesoría necesaria en el manejo de los protocolos para la subred interna del abonado.

El análisis de la cantidad de datos y ancho de banda que requiere el usuario, permitirá establecer si es o no conveniente el uso de CDPD en su red y los efectos que provocará dentro de la red del proveedor.

Cada empresa tiene sus necesidades de software específicas y por tanto muchos usuarios requerirán del desarrollo de un programa que se adapte completamente a sus requerimientos en el campo.

2. La versatilidad y el ingenio de las soluciones propuestas a los clientes basadas en soportes teóricos fuertes permitirán la mayor penetración de los servicios CDPD.

El perfil seleccionado para los protocolos de interconexión entre los elementos internos a la red CDPD (MDBS, MDIS, IS), contiene aquellos que son los más comúnmente usados por los fabricantes de los equipos y en nuestro medio.

3. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la implementación de CDPD en las dos empresas celulares.
2. El manejo del sistema, tanto en el diseño como en la operación, administración y mantenimiento debe ser ejecutado por el personal técnico dedicado a estas labores de la red celular.
3. La comercialización de los servicios puede ser realizada por la misma operadora o por otra empresa paralela, que se dedique exclusivamente al servicio a los clientes finales. Se

- recomienda que la misma empresa tome a cargo estas actividades con un grupo de personas capacitadas y el respaldo de su departamento técnico.
4. La innovación de los diseños depende de la red específica de análisis, sin embargo con pocas modificaciones puede ser utilizado el diseño que se presentó en esta tesis.
 5. La adquisición de los equipos debe ser ejecutada teniendo en cuenta los siguientes factores:
 - Máximo uso de la tecnología ya instalada.
 - Completa transparencia con el sistema celular de telefonía.
 - Total adecuación al diseño óptimo.
 - El equipo debe acogerse completamente al CDPD System Specification.
 - Los protocolos de conectividad interna deben ser compatibles con el Backbone usado.
 - La instalación y puesta en marcha debe realizarse con el asesoramiento respectivo y con la transferencia de tecnología adecuada.
 - Respaldo técnico adecuado.
 6. Es importante seguir de cerca el comportamiento del mercado para ejecutar las correcciones necesarias a la proyección realizada en el capítulo 3.
 7. Se recomienda realizar trabajos, en forma de asesoría técnica a las empresas y/o tesis considerando los siguientes tópicos:
 - Impacto de la separación de la cobertura entre el sistema CDPD y la telefonía celular.
 - Verificación empírica de los parámetros teóricos hallados en el capítulo IV, referentes a la relación señal a ruido y la tasa de bloques errados.
 - Análisis de los procedimientos implementados por CDPD para evitar fraude.
 - El CDPD en CDMA (Code Division Multiple Access)
 - La migración de AMPS hacia D-AMPS.
 - La migración de AMPS hacia CDMA.
 - Impacto de la implementación de CDMA en Quito.
 - Diseño y Factibilidad de redes usando CDPD.

BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA, Rodrigo; Estudio Teórico Práctico de los Códigos no binarios de Reed Solomon para la detección y corrección múltiple de errores usando el método matricial, Tesis de grado, Ecuador 1994.
2. AHCJET, TUJSNAIDER / KUSTRA; Comunicación Digital, AHCJET.
3. ARES, Roberto, Servicios Enlaces y Redes, Telecomunicaciones Internacionales, 1996.
4. ASETA, Plan Maestro del Sistema Andino de Telecomunicaciones, 1993
5. BATHIA KEITH (Nokia Telecommunications Inc.), Solutions for PCS, Radio Resource International Magazine, Quarte 4, 1996
6. BLACK, Uyles, Redes de Computadoras, Macrobit, México 1990.
7. CALDAS MOLINA, Marco; Preparación y evaluación de proyectos, manual práctico, Publicaciones H, Quito Ecuador, 1994.
8. CARRION, Hugo, Estudio de demanda para el servicio móvil telefónico en el Ecuador, JIEE, Vol. 13, Ecuador 1992.
9. CCQ, Guía Comercial de Quito, Cámara de comercio de Quito, 1996 - 1997.
10. CDPD FORUM, Cellular Digital Packet Data System Specification. Release 1.0, 1993.
11. CDPD FORUM, News, (Varias publicaciones de 1996).
12. Conferencia sobre CDPD, Octubre 1996, Centro de Exposiciones Quito; Expositor Ing. Patricio Galarza, Vicepresidente de Bismark.
13. GTE, CDPD Security Technical Overview, GTE Mobile data Services, 1995
14. GTE, CDPD. Internet Connectivity, GTE Mobile data Services, 1995
15. GTE, CDPD. Service Overview, GTE Mobile data Services, 1995
16. GTE, CDPD. SNA Connectivity, GTE Mobile data Services, 1995
17. GTE, CDPD. TCP/IP Connectivity, GTE Mobile data Services, 1995
18. GTE, CDPD. X.25 Connectivity, GTE Mobile data Services, 1995
19. GTE, Wireless Data Communications A Business Perspective, GTE Mobile data Services, 1995
20. HEWLETT PACKARD, Digital Communication System Basics, HP Company RF communications Forum 1992.
21. HEWLETT PACKARD, Dual Mode Cellular Adapter HP 8321A, User's Guide, HP 1995.
22. HEWLETT PACKARD, High Capacity Cellular for Wireless Telephony, HP 1994.
23. HNS WIRELESS DATA BUSINESS UNIT, HNS CDPD System, Hughes Network Systems, 1995
24. HUGHES NETWORK SYSTEMS, Varios folletos de divulgación, 1996
25. IEEE, Personal Communications (Global Wireless Communications), Octubre 1995
26. IEEE, Personal Communications (Issues in Mobile Computing Systems), Diciembre 1995
27. IEEE, Personal Communications (Security for Wireless Systems), Agosto 1995

28. IEEE, Transactions on Communications (Vol. Com 28. No 4), Abril 1980.
29. INTERNET, <http://www.cdpd.org>.
30. IRA GERSON & MARK JASIUK, Vector Sum Excited Linear Prediction (VSELP) Speech Coding at 8 Kbps, Proc. ICASSP'90
31. McELIECE, ROBERT; Encyclopedia of Mathematics and its applications, Addison-Wesley Company, USA, 1979²
32. NIEL J. BOUCHER, Cellular Radio Hand Book, Quantum Publishing. Inc, California EUA, 1992
33. NOBUHIKO KITAWAKI E HIRAKU MISHIMA, PSI-CELP Speech Coding Doubles The Capacity Of Radio Waves, Revista NTT
34. NORTEL, 16th Wireless User Group Meeting (Dallas), Northern Telecom, 1996
35. NORTEL, CDPD, Deployment Guide, Northern Telecom, 1996
36. NORTEL, CDPD, Training, Northern Telecom, 1995
37. NORTEL, DMS-MTX, CDPD Deployment Guide, Northern Telecom, 1996
38. NORTEL, Introduction to CDPD Applications and Business Issues, Northern Telecom, 1995
39. NORTEL, IP/CLNP gateway User Guide, Northern Telecom, 1996
40. PCSI, MDBS, User's Guide, Pacific Communications Sciences, Inc. 1995.
41. RAPPAPORT, Theodore, Wireless Communications, Prentice Hall PTR, USA 1996.
42. SCHWARTZ, Mischa, Redes de Telecomunicaciones, Addison-Wesley Iberoamericana, USA, 1994
43. Seminario de telefonía celular, Julio 1995, EPN; Expositor: Ing. Patricio Ortega, Gerente Técnico de Otecell.
44. Superintendencia de Telecomunicaciones, Norma Técnica de Calidad de Servicio para Telefonía Celular, Ecuador 1995.
45. TARO YAMANE, Estadística, edt Harla, México, 1979⁴
46. VARIOS AUTORES, Colección Estrategias de Harvard, edt. Educar, Bogotá Colombia, 1988, TOMOS III, V, X y XII.
47. WESTON-COPELAND, Finanzas en Administración, Vol I y II, McGraw - Hill, México, 1995¹⁰.

NUMERO:.....

SERVICIO DE TRANSMISION DE DATOS VIA MÓVIL, CDPD

- RAZON SOCIAL

- SOCIO

- ACTIVIDAD

- COMUNICACIONES/DATOS
 - CELULAR..... COMPUTADORA.....
 - MODEM..... COMPUTADORA EN RED.....

- MOVILIDAD
 - LAS ACTIVIDADES DE UNO O ALGUNOS DE SUS EMPLEADOS SON EJECUTADAS FUERA DE LA OFICINA?

SI..... NO.....

 - CUANTOS?

DE 1 A 10..... DE 10 A 20....
MAS DE 20.....

 - EL USO DE UNA COMPUTADORA PORTATIL AYUDARIA AL DESEMPEÑO DE LAS LABORES DE SUS EMPLEADOS EN EL CAMPO.

SI..... NO.....

muv/96.11

A.2.1. CÓDIGO PARA CONTROL DE ERRORES

El código que se utiliza en CDPD para el control (detección y corrección) de errores es el Reed Solomon, a continuación se presenta un resumen de este código basado en la tesis de grado del Ing. Rodrigo Acosta Arias y en los libros de Tujsnaider/Kustra publicado por Ahciet y Rappaport de la Prentice Hall.

Una de las características dentro de la propagación en el aire es la degradación de la señal en forma repentina, intensa y fugaz. Esto genera que se introduzcan errores en ráfagas otros ejemplos son la grabación y reproducción de cintas magnéticas¹. Reed Solomon es un código no binario capaz de corregir este tipo de errores y se define con los siguientes parámetros:

Número de palabras	=	$n = 2^s - 1$	=	63
Bits por palabra	=	s	=	6
Número de palabras de información	=	k	=	47
Número de palabras de control	=	$n - k = 2t$	=	16
Número de palabras corregibles	=	t	=	8
Distancia mínima	=	$2t + 1$	=	15

A la derecha se presentan los valores para los cuales se implementa el código destinado a CDPD, esto es, se genera un RS(63,47). Por el hecho de que $s = 6$ utiliza un polinomio generador de sexto orden de la forma:²

$$P_{\text{CDPD}}(X) = 1 + X + X^6$$

Para formar los elementos pertenecientes al campo $G(64)$ (es un campo de Galois³), se establecen las siguientes reglas:

- Los elementos son generados por el $P(X) = 0$, definido como:

$$\alpha^6 + \alpha + 1 = 0$$

- Los elementos se generan empezando por α^0 definido como 1.

- Los siguientes elementos se hallan multiplicando al anterior por α .

- α^6 no pertenece al campo por tanto cuando aparece un α^6 se lo sustituye por $\alpha + 1$.

- $\alpha^{62} \cdot \alpha^6 = \alpha^{63} = \alpha^0 = 1$.

- La suma está definida como un OR exclusivo.

¹ [Ref. 2] pag. 563.

² [Ref. 41] pag. 345

³ [Ref. 1]

En la página 348 de Rappaport se encuentran todas las palabras que pertenecen al campo $G(64)$.

La secuencia de datos corresponde al grupo comprendido entre el símbolo 62 y el 16, en tanto que la secuencia de paridad se numera desde el símbolo 15 al símbolo cero. La siguiente nomenclatura será utilizada más adelante para explicar la codificación y decodificación del RS:

$d(x)$	=	Polinomio de información.	=	$c_{n-1}x^{n-1} + c_{n-2}x^{n-2} + \dots + c_{2i+1}x^{2i+1} + c_{2i}x^{2i}$
$p(x)$	=	Polinomio de paridad	=	$c_0 + c_1x^1 + \dots + c_{2i-1}x^{2i-1}$
$c(x)$	=	Bloque codificado	=	$d(x) + p(x)$
$g(x)$	=	Polinomio generador	=	$(x + \alpha)(x + \alpha^2) \dots (x + \alpha^{2i})$
$q(x)$	=	Polinomio Cuociente		
$r(x)$	=	Polinomio residuo		

Entonces, el objetivo es hallar el polinomio $p(x)$, para lo cual se divide $d(x)$ para $g(x)$ obteniéndose como resultado un cuociente $q(x)$ y un residuo que pueden ser escritos como:

$$d(x) = g(x) q(x) + r(x)$$

Si se define al $p(x)$ como $r(x)$ entonces se anularán de la siguiente manera:

$$c(x) = p(x) + g(x) q(x) + r(x) = g(x) q(x).$$

El proceso de decodificación y corrección de errores se lo realiza de la siguiente forma, supóngase que se transmite el bloque $c(x) = v_0 + v_1x^1 + \dots + v_{n-1}x^{n-1}$ pero se recibe el bloque: $r(x) = r_0 + r_1x^1 + \dots + r_{n-1}x^{n-1}$, entonces se produce un error $e(x)$ dado por:

$$e(x) = r(x) - c(x) = e_0 + e_1x^1 + \dots + e_{n-1}x^{n-1}$$

Supóngase que existen $k \leq t$ errores ubicados en las posiciones x^j , donde $1 \leq j \leq k$, es indispensable entonces hallar la posición de cada uno de los errores y los valores de e_i , para lo cual se utiliza un conjunto de ecuaciones definidas en función de localizadores así:

$$\begin{aligned} S_1 = r(\alpha) &= e_{j_1}\beta_1 + e_{j_2}\beta_2 + \dots + e_{j_k}\beta_k \\ S_2 = r(\alpha^2) &= e_{j_1}\beta_1^2 + e_{j_2}\beta_2^2 + \dots + e_{j_k}\beta_k^2 \\ &\dots\dots\dots \\ S_{2i} = r(\alpha^{2i}) &= e_{j_1}\beta_1^{2i} + e_{j_2}\beta_2^{2i} + \dots + e_{j_k}\beta_k^{2i} \end{aligned}$$

Donde S_i representa el valor y posición del síndrome. El siguiente paso es hallar el polinomio localizador de error:

$$\begin{aligned}\sigma(X) &= (1 + \beta_1 X) (1 + \beta_2 X) \dots (1 + \beta_k) \\ \sigma(X) &= \sigma_0 + \sigma_1 X + \sigma_2 X^2 + \dots + \sigma_k X^k\end{aligned}$$

Para lo cual se utiliza el proceso iterativo de Berlekamp.

Ahora corresponde hallar el valor de los errores para lo cual se define el polinomio $Z(X)$ de la siguiente manera:

$$Z(X) = 1 + (S_1 + \sigma_1)X + (S_2 + \sigma_1 S_1 + \sigma_2)X^2 + \dots + (S_z + \sigma_1 S_{z-1} + \sigma_2 S_{z-2} + \dots + \sigma_z)X^z$$

Y el valor del error en la posición $\beta_i = \alpha_{ji}$ está dado por:

$$e_{ji} = \frac{Z(\beta_i^{-1})}{\prod_{\substack{l=1 \\ l \neq i}}^k (1 + \beta_l \beta_i^{-1})}$$

Un decodificador Reed-Solomon usa cinco distintos algoritmos, el primero calcula los $2t$ síndromes parciales S_i . El segundo paso en la decodificación es el proceso de Berlekamp-Massey con el cual se calcula el polinomio localizador $\sigma(x)$. Con el uso del algoritmo de Chien se busca la ubicación específica del error usando el polinomio localizador. El cuarto paso es el cálculo de la magnitud del error. Por último se implementa un algoritmo para la corrección de los t errores posibles.

A.2.2. MODULACIÓN EN CDPD

El método de modulación usado en CDPD es el GMSK, Gaussian-Minimum Shift Keying, tanto en el camino forward como en el reverse. Tiene un índice de modulación de 0.5 y un "uno" se representa con un valor de frecuencia instantánea mayor que el de la frecuencia portadora, en tanto que a un "cero" le corresponde un valor de frecuencia menor al de la portadora. La velocidad de transmisión usada es de 19.2 Kbps.⁴

La modulación GMSK es una variante del MSK donde la señal es filtrada con un filtro de Gauss, a continuación se describe en detalle la modulación MSK y se dan las características del filtro en mención.

⁴ [Ref. 10] pag. 401-9

A.2.2.1. MSK

La modulación MSK es un caso particular del FSK (Frequency shift keying, modulación en frecuencia) en el cual no se presentan discontinuidades de fase. Para la modulación FSK se define el índice de modulación como⁵ $k_{FSK} = 2\Delta f / R_b$, donde R_b es la velocidad de transmisión, y $2\Delta f$ es la diferencia entre los picos de frecuencia (Δf , desviación de frecuencia) cuando $k_{FSK} = 0.5$ entonces, $R_b = 4\Delta f$. Un resultado similar se produce cuando se analiza el coeficiente de correlación que mide el grado de semejanza entre las señales S_1 (para representar un "uno") y S_0 (para representar un "cero"). El coeficiente de correlación γ está definido por:⁶

$$\gamma = \frac{\int_0^T S_1(t) \cdot S_0(t) dt}{E} = \frac{\text{Sen}(\omega_1 - \omega_0)T}{(\omega_1 - \omega_0)T} = \text{Sinc}(4\Delta f T)$$

Cuando $\gamma = 0$ se producen señales $S_0(t)$ y $S_1(t)$ ortogonales y la probabilidad de error disminuye. El primer cruce por cero de esta función se halla cuando $4\Delta f T = 1$, entonces es la mínima condición de ortogonalidad (por eso MSK). Por tanto $f_1 - f_0 = 1 / 2T$; esto significa que en un intervalo de tiempo T un "cero" produce f_0 períodos de la portadora, en tanto que un "uno" produce $f_0 + 0.5 T$, es decir, una diferencia de 180 grados y por lo tanto no existen saltos de fase. Así la señal MSK puede estar representada como:⁷

$$S_{MSK}(t) = \text{Cos} \left[2\pi f_c t - m_1(t) m_0(t) \frac{\pi t}{2T_b} + \phi_k \right]$$

Donde $m_1(t)$ y $m_0(t)$ son los bits de una señal NRZ con valores ± 1 dados por el modulador en fase y en cuadratura, f_c es la frecuencia central de portadora, T_b es el período de bit y ϕ_k es cero o π , dependiendo de que se trate de m_1 o m_0 . Además $f_0 = f_c - 1/4T$ y $f_1 = f_c + 1/4T$.

A.2.2.2. ESPECTRO DE POTENCIA PARA EL MSK⁸

En el gráfico 5.20 (De Rappaport y el 8.15 de Tujsnaider) se puede ver el espectro de potencia MSK comparado con el 2PSK (Phase shift Keying) y el QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) apreciándose tres características básicas:

⁵ [Ref. 41] pag. 259

⁶ [Ref. 2] pag. 455

⁷ [Ref. 41] pag. 259

⁸ [Ref. 41] pag. 261

1. El MSK es más compacto, es decir, el 99% de la potencia está presente en un ancho de banda de $1.2/T_b$ en tanto que para el QPSK, este valor corresponde a $8/T_b$.
2. El rápido decrecimiento de la señal (el segundo lóbulo más de 20 dB por debajo del primero), permite usar pulsos menos cuadrados, más suaves.
3. Comparando el ancho del primer lóbulo responde mejor MSK frente a 2PSK, pero no ante QPSK, es decir la eficiencia del espectro del MSK es menor que la QPSK.

A.2.2.3. FILTRO DE GAUSS

Una particularidad del espectro en la transmisión digital es que para determinado instante de tiempo todo el espectro transmitido le corresponde al mismo bit. El espectro de la señal digital antes del modulador es recortado mediante un filtro pasabajos y luego de la modulación mediante un filtro pasabanda. Una señal de banda base o de frecuencia intermedia consiste de una envolvente tipo $\text{Sinc}(f)$, con armónicas separadas entre ellas por una distancia dada por el inverso del período expresado en segundos. Cuando se limita la banda en un canal, el espectro así truncado da como resultado en el tiempo una función no limitada. Por esta razón se produce la interferencia intersímbolo ISI, que corresponde al producto de la superposición de las colas de un pulso sobre los adyacentes.

Según Nyquist, la ISI se anula cuando la frecuencia de corte del filtro es igual a la mitad de la velocidad de transmisión expresada en Hz. Para la implementación de este filtro se ha utilizado la función coseno levantado que tiene la particularidad de mantener a la ISI acotada a un mínimo y es "realizable" electrónicamente.⁹

Sin embargo se puede utilizar un filtro limitador de pulso con una función de transferencia Gaussiana que es muy eficiente cuando se trabaja en sistemas modulados (especialmente con MSK) y tiene buena respuesta al uso de amplificadores no lineales. La función de transferencia de un filtro de gauss pasa bajos está dada por:

$$H_G(f) = \exp(-\alpha^2 f^2)$$

Y la respuesta ante una señal impulso es:

$$h_G(t) = (\sqrt{\pi}/\alpha) \exp(-\pi^2 t^2/\alpha^2)$$

Donde $\alpha = 1,1774/B$ y B es el ancho de banda a -3 dB.

⁹ [Ref. 3]

A diferencia del filtro coseno levantado, el filtro de gauss no genera cruces por cero, pero no cumple con el criterio de Nyquist para la cancelación de la interferencia intersímbolo (ISI), pero reduce el ancho de banda ocupado.

A.2.2.4. GMSK

El GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying), es un tipo de modulación binario en el cual se utiliza un filtro premodulador con una función de transferencia de gauss. La señal digital que será modulada es tipo NRZ (sin retorno a cero). El uso del filtro de gauss limita los lóbulos laterales del espectro de transmisión. La inclusión de un filtro de gauss produce un incremento en la ISI, pero no es relevante cuando se trabaja con productos de Ancho de banda de 3 dB por período de duración (BT), mayores a 0.5.

Con la introducción del filtro premodulador, se mejora notablemente (en 10 dB) la relación entre el primero y el segundo lóbulo del espectro de la señal, ahora la diferencia es de 30 dB.¹⁰

Una mayor eficiencia del espectro se produce cuando el producto BT_b disminuye, pero en cambio la interferencia intersímbolo aumenta. Ishizuka demostró que con un producto de 0.5887, existe 0.14 dB de degradación, respecto del caso en que ISI es nulo.

La probabilidad de error para el GMSK en función del producto BT_b , está dada por :

$$P_e = Q \left[\sqrt{\frac{2 \alpha E_b}{N_o}} \right]$$

Donde E_b es la energía de bit, N_o , es la potencia de ruido, α es una función de BT dada como 0.68 para $BT = 0.25$ y 0.85 cuando BT tiende a infinito. $Q(k)$, representa el área bajo la curva de una función gaussiana.

¹⁰ [Ref. 41] pag 263

ANEXO 3

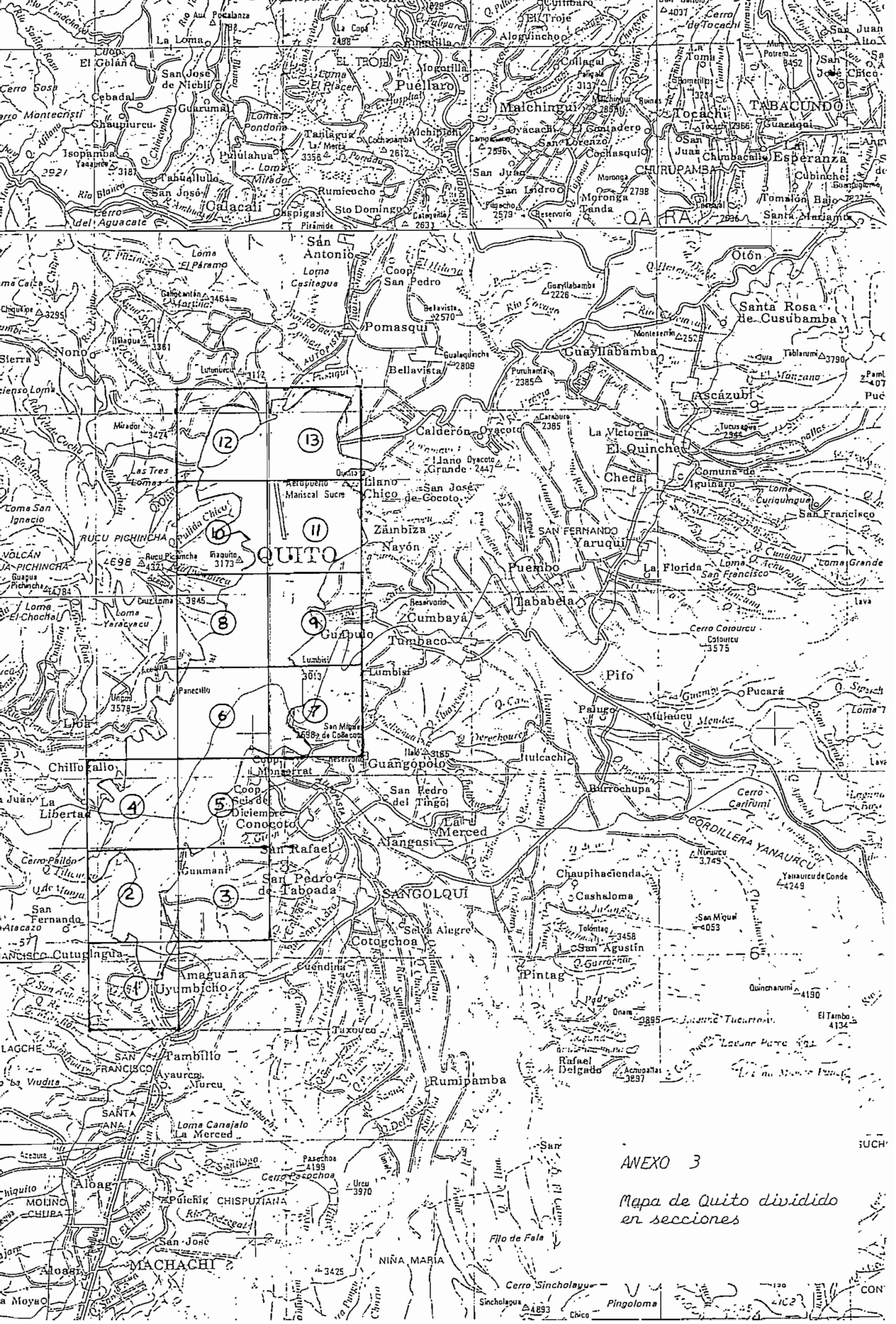
MAPAS

Mapa de Quito dividido en secciones

Mapa de Guayaquil dividido en secciones

Distribución y Cobertura de celdas en Quito y Ambato

Distribución y Cobertura de celdas en Guayaquil y Cuenca



ANEXO 3

Mapa de Quito dividido en secciones

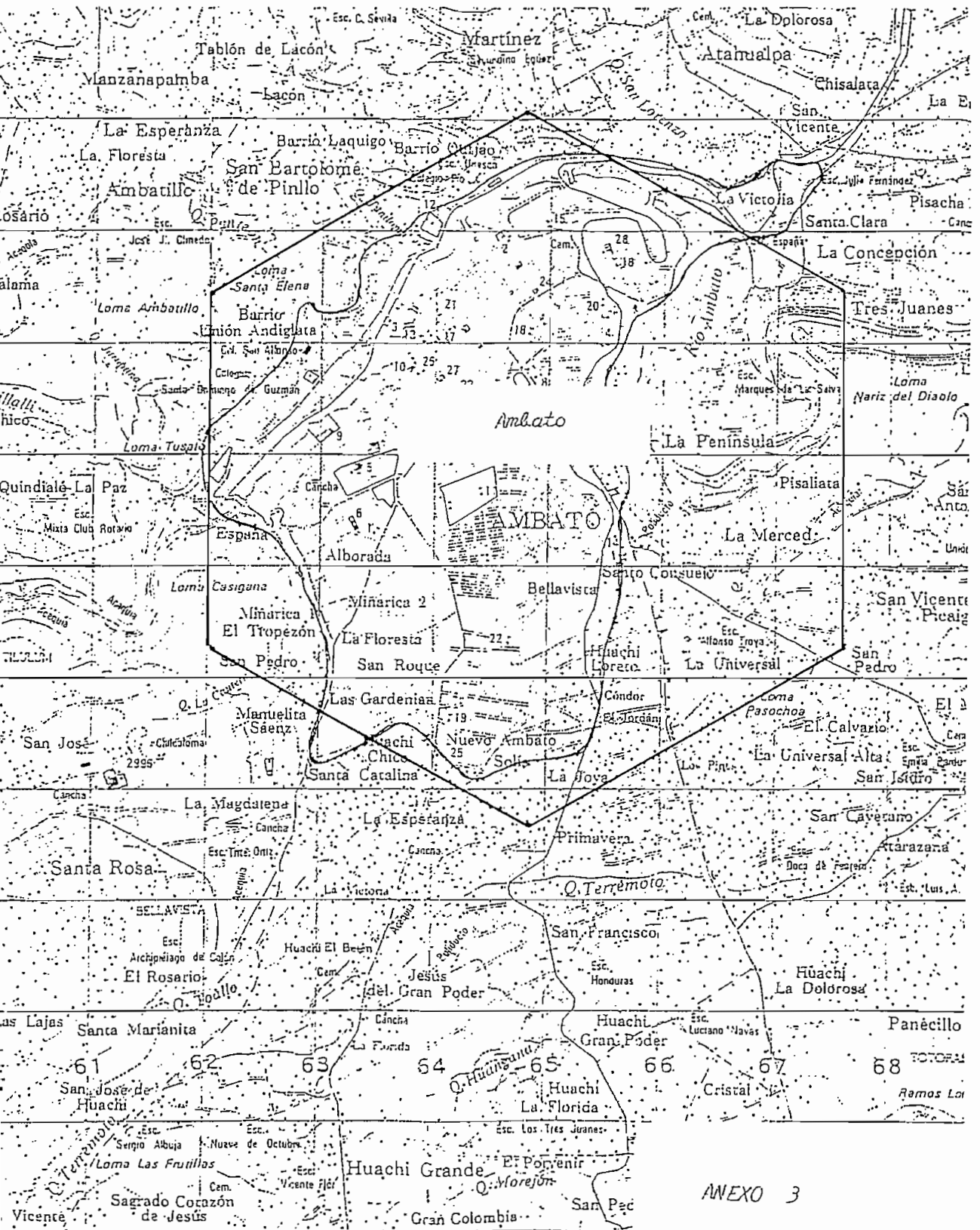
UCH

CON



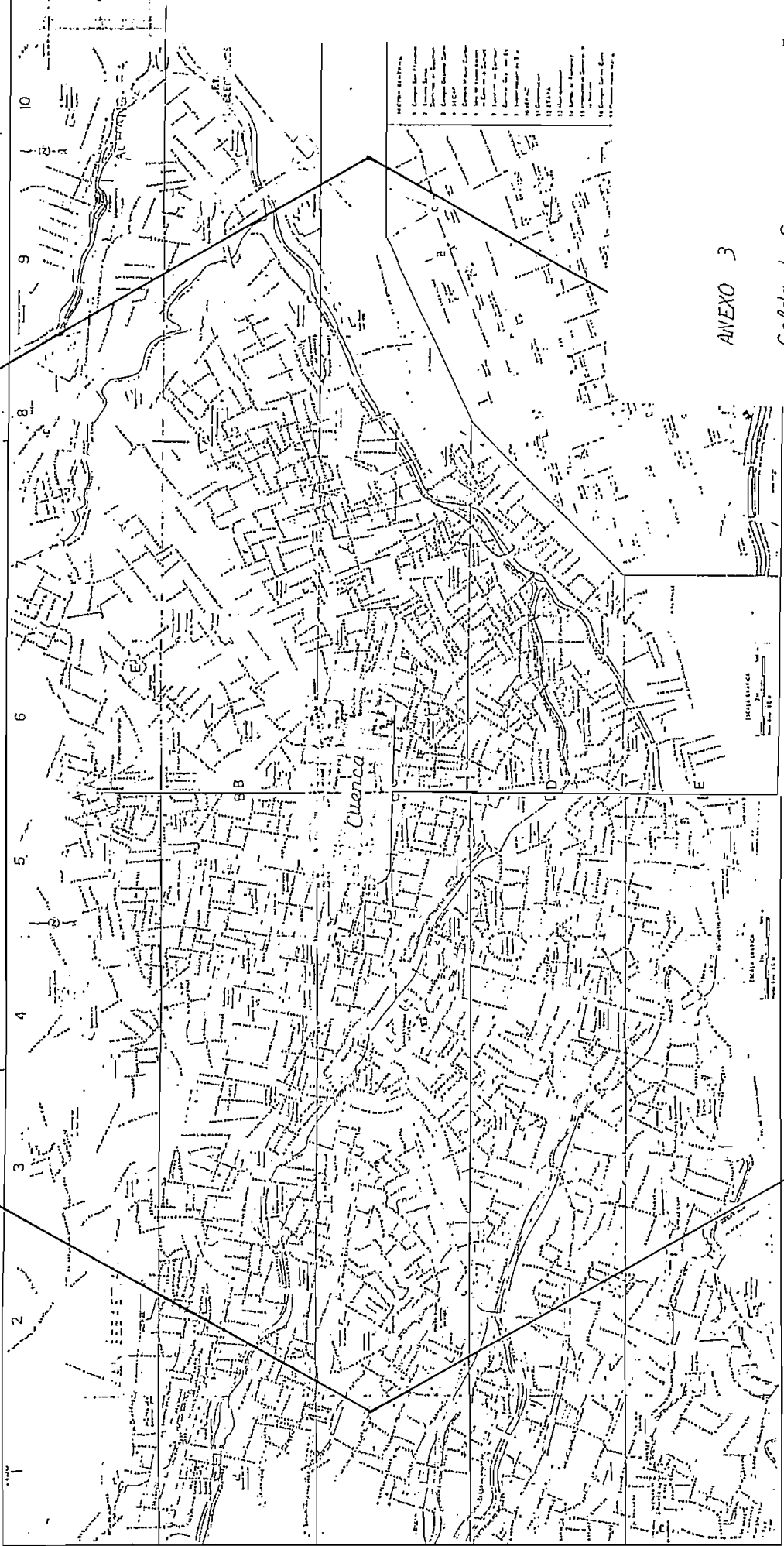
ANEXO 3

Celda de Cumbaya



ANEXO 3

Celda de ambato



ANEXO 3

Celda de Cuenca

INSTITUTO NACIONAL DE SERVICIOS CATASTRALES

INSTITUTO NACIONAL DE SERVICIOS CATASTRALES

ANEXO 4
HOJAS DE DATOS

**A.4.1. HOJAS DE DATOS TÉCNICOS PARA LAS CELDAS DE QUITO,
AMBATO**

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "SUR"

Nombre	: Sur "X"	Nombre	: Sur "Y"	Nombre	: Sur "Z"
Sector	: "X"	Sector	: "Y"	Sector	: "Z"
Azimuth	: -90 grad	Azimuth	: 30 grad.	Azimuth	: 150 grad.
Ancho del lóbulo	: 120 grad.	Ancho del lóbulo	: 120 grad.	Ancho del lóbulo	: 120 grad.
Angulo de inclinación	:	Angulo de inclinación	:	Angulo de inclinación	:
Potencia de salida	: 10 watos	Potencia de salida	: 10 watos	Potencia de salida	: 12 watos
Grupo de frecuencias	: A1	Grupo de frecuencias	: A2	Grupo de frecuencias	: A3
Canales habilitados	: 17	Canales habilitados	: 17	Canales habilitados	: 17
Cell identifier - global	: 59301	Cell identifier - global	: 59301	Cell identifier - global	: 59301
Cell identifier - local	: 001	Cell identifier - local	: 002	Cell identifier - local	: 003
Color code-cell GROUP	: 01	Color code-cell GROUP	: 01	Color code-cell GROUP	: 01
Color code area	: 1	Color code area	: 1	Color code area	: 1

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
Sur "Y"	- 85	5
Sur "Z"	- 85	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
Sur "X"	- 85	5
Sur "Z"	- 85	5
Centro "X"	-90	5
Centro "Z"	-90	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
Sur "X"	- 85	5
Sur "Y"	- 85	5

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
316	CCH	Habilitado
295	VCH	Habilitado
274	VCH	Habilitado
253	VCH	Habilitado
232	VCH	Habilitado
211	VCH	Habilitado
190	VCH	Habilitado
169	VCH	Habilitado
148	VCH	Habilitado
127	VCH	Habilitado
106	VCH	Habilitado
85	VCH	Habilitado
64	VCH	Habilitado
43	VCH	Habilitado
22	VCH	Habilitado
1	VCH	Habilitado
1003	VCH	Habilitado
715	CDPD (1)	Habilitado stream
694	VCH	Habilitado
673	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
323	CCH	Habilitado
302	VCH	Habilitado
281	VCH	Habilitado
260	VCH	Habilitado
239	VCH	Habilitado
218	VCH	Habilitado
197	VCH	Habilitado
176	VCH	Habilitado
155	VCH	Habilitado
134	VCH	Habilitado
113	VCH	Habilitado
92	VCH	Habilitado
71	VCH	Habilitado
50	VCH	Habilitado
29	VCH	Habilitado
8	VCH	Habilitado
1011	VCH	Habilitado
702	CDPD (2)	Habilitado stream
681	VCH	Habilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
330	CCH	Habilitado
309	VCH	Habilitado
288	VCH	Habilitado
267	VCH	Habilitado
246	VCH	Habilitado
225	VCH	Habilitado
204	VCH	Habilitado
183	VCH	Habilitado
162	VCH	Habilitado
141	VCH	Habilitado
120	VCH	Habilitado
99	VCH	Habilitado
78	VCH	Habilitado
57	VCH	Habilitado
36	VCH	Habilitado
15	VCH	Habilitado
1017	VCH	Habilitado
996	VCH	Habilitado
709	CDPD (3)	Habilitado stream
688	VCH	Deshabilitado
667	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "CENTRO"

Nombre	: Centro "X"	Nombre	: Centro "Y"	Nombre	: Centro "Z"
Sector	: "X"	Sector	: "Y"	Sector	: "Z"
Azimuth	: -90 grad	Azimuth	: 30 grad.	Azimuth	: 150 grad.
Ancho del lóbulo	: 120 grad.	Ancho del lóbulo	: 120 grad.	Ancho del lóbulo	: 120 grad.
Angulo de inclinación	:	Angulo de inclinación	:	Angulo de inclinación	:
Potencia de salida 8	: 8 watos	Potencia de salida	: 8 watos	Potencia de salida	: 10 watos
Grupo de frecuencias	: C1	Grupo de frecuencias	: C2	Grupo de frecuencias	: C3
Canales habilitados	: 15	Canales habilitados	: 15	Canales habilitados	: 12
Cell identifier - global	: 59301	Cell identifier - global	: 59301	Cell identifier - global	: 59301
Cell identifier - local	: 004	Cell identifier - local	: 005	Cell identifier - local	: 006
Color code-cell GROUP	: 02	Color code-cell GROUP	: 02	Color code-cell GROUP	: 02
Color code area	: 1	Color code area	: 1	Color code area	: 1

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
Centro "Y"	- 80	5
Centro "Z"	- 80	5
Sur "Y"	-85	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
Centro "X"	-80	5
Centro "Z"	-80	5
La Gasca "Z"	-90	5
G. Suarez "x"	-90	

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
Centro "X"	- 90	5
Centro "Y"	- 85	5
Sur "Y"	- 90	5

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
318	CCH	Habilitado
297	VCH	Habilitado
276	VCH	Habilitado
255	VCH	Habilitado
234	VCH	Habilitado
213	VCH	Habilitado
192	VCH	Habilitado
171	VCH	Habilitado
150	VCH	Habilitado
129	VCH	Habilitado
108	VCH	Habilitado
87	VCH	Habilitado
66	VCH	Habilitado
45	VCH	Habilitado
24	VCH	Habilitado
3	VCH	Habilitado
1005	VCH	Deshabilitado
696	CDPD (1)	Habilitado stream
675	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
325	CCH	Habilitado
304	VCH	Habilitado
283	VCH	Habilitado
262	VCH	Habilitado
241	VCH	Habilitado
220	VCH	Habilitado
199	VCH	Habilitado
178	VCH	Habilitado
157	VCH	Habilitado
136	VCH	Habilitado
115	VCH	Habilitado
94	VCH	Habilitado
73	VCH	Habilitado
52	VCH	Habilitado
31	VCH	Habilitado
10	VCH	Habilitado
1012	VCH	Deshabilitado
991	VCH	Deshabilitado
703	CDPD (2)	Habilitado stream
682	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
332	CCH	Habilitado
311	VCH	Habilitado
290	VCH	Habilitado
269	VCH	Habilitado
248	VCH	Habilitado
227	VCH	Habilitado
206	VCH	Habilitado
185	VCH	Habilitado
164	VCH	Habilitado
143	VCH	Habilitado
122	VCH	Habilitado
101	VCH	Habilitado
80	VCH	Habilitado
59	VCH	Deshabilitado
38	VCH	Deshabilitado
17	VCH	Deshabilitado
1019	VCH	Deshabilitado
998	VCH	Deshabilitado
710	CDPD (3)	Habilitado stream
689	VCH	Deshabilitado
668	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "LA GASCA"

Nombre	: La Gasca "X"	Nombre	: La Gasca "Y"	Nombre	: La Gasca "Z"
Sector	: "X"	Sector	: "Y"	Sector	: "Z"
Azimuth	: -90 grad	Azimuth	: 30 grad.	Azimuth	: 150 grad.
Ancho del lóbulo	: 120 grad.	Ancho del lóbulo	: 120 grad.	Ancho del lóbulo	: 120 grad.
Angulo de inclinación	:	Angulo de inclinación	:	Angulo de inclinación	:
Potencia de salida	: 6 wattios	Potencia de salida	: 8 wattios	Potencia de salida	: 8 wattios
Grupo de frecuencias	: E1	Grupo de frecuencias	: E2	Grupo de frecuencias	: E3
Canales habilitados	: 5	Canales habilitados	: 17	Canales habilitados	: 12
Cell identifier - global	: 59301	Cell identifier - global	: 59301	Cell identifier - global	: 59301
Cell identifier - local	: 007	Cell identifier - local	: 008	Cell identifier - local	: 009
Color code-cell GROUP	: 03	Color code-cell GROUP	: 03	Color code-cell GROUP	: 03
Color code area	: 1	Color code area	: 1	Color code area	: 1

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
La Gasca "Y"	-90	7
La Gasca "Z"	-90	7

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
La Gasca "X"	- 85	5
La Gasca "Z"	- 85	5
Amazonas "X"	- 90	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
La Gasca "X"	- 85	5
La Gasca "Y"	- 85	5
Centro "Y"	- 90	5
G. Suarez "X"	-90	5

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
320	CCH	Habilitado
299	VCH	Habilitado
278	VCH	Habilitado
257	VCH	Habilitado
236	VCH	Habilitado
215	VCH	Habilitado
194	VCH	Deshabilitado
173	VCH	Deshabilitado
152	VCH	Deshabilitado
131	VCH	Deshabilitado
110	VCH	Deshabilitado
89	VCH	Deshabilitado
68	VCH	Deshabilitado
47	VCH	Deshabilitado
26	VCH	Deshabilitado
5	VCH	Deshabilitado
1007	VCH	Deshabilitado
698	CDPD (1)	Habilitado stream
677	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
327	CCH	Habilitado
306	VCH	Habilitado
285	VCH	Habilitado
264	VCH	Habilitado
243	VCH	Habilitado
222	VCH	Habilitado
201	VCH	Habilitado
180	VCH	Habilitado
159	VCH	Habilitado
138	VCH	Habilitado
117	VCH	Habilitado
96	VCH	Habilitado
75	VCH	Habilitado
54	VCH	Habilitado
33	VCH	Habilitado
12	VCH	Habilitado
1014	VCH	Habilitado
993	VCH	Habilitado
705	CDPD (2)	Habilitado stream
684	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
313	CCH	Habilitado
292	VCH	Habilitado
271	VCH	Habilitado
250	VCH	Habilitado
229	VCH	Habilitado
208	VCH	Habilitado
187	VCH	Habilitado
166	VCH	Habilitado
145	VCH	Habilitado
124	VCH	Habilitado
103	VCH	Habilitado
82	VCH	Habilitado
61	VCH	Habilitado
40	VCH	Deshabilitado
19	VCH	Deshabilitado
1021	VCH	Deshabilitado
1000	VCH	Deshabilitado
712	CDPD (3)	Habilitado stream
691	VCH	Deshabilitado
670	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "G. SUAREZ"

Nombre	: G. Suarez "X"	Nombre	: G. Suarez "Y"	Nombre	: G. Suarez "Z"
Sector	: "X"	Sector	: "Y"	Sector	: "Z"
Azimuth	: -90 grad	Azimuth	: 30 grad.	Azimuth	: 150 grad.
Ancho del lóbulo	: 120 grad.	Ancho del lóbulo	: 120 grad.	Ancho del lóbulo	: 120 grad.
Angulo de inclinación	:	Angulo de inclinación	:	Angulo de inclinación	:
Potencia de salida	: 8 wattios	Potencia de salida	: 8 wattios	Potencia de salida	: 10 wattios
Grupo de frecuencias	: G1	Grupo de frecuencias	: G2	Grupo de frecuencias	: A1
Canales habilitados	: 15	Canales habilitados	: 10	Canales habilitados	: 15
Cell identifier - global	: 59301	Cell identifier - global	: 59301	Cell identifier - global	: 59301
Cell identifier - local	: 010	Cell identifier - local	: 011	Cell identifier - local	: 012
Color code-cell GROUP	: 04	Color code-cell GROUP	: 04	Color code-cell GROUP	: 04
Color code area	: 1	Color code area	: 1	Color code area	: 1

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
G. Suarez "Y"	- 85	5
G. Suarez "Z"	- 85	5
La Gasca "Z"	- 90	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
G. Suarez "X"	- 85	5
G. Suarez "Z"	- 85	5
Amazonas "Z"	- 90	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
G. Suarez "X"	- 85	5
G. Suarez "Y"	- 85	5
Centro "Z"	- 90	5

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
322	CCH	Habilitado
301	VCH	Habilitado
280	VCH	Habilitado
259	VCH	Habilitado
238	VCH	Habilitado
217	VCH	Habilitado
196	VCH	Habilitado
175	VCH	Habilitado
154	VCH	Habilitado
133	VCH	Habilitado
112	VCH	Habilitado
91	VCH	Habilitado
70	VCH	Habilitado
49	VCH	Habilitado
28	VCH	Habilitado
7	VCH	Habilitado
1009	VCH	Deshabilitado
700	CDPD (1)	Habilitado stream
679	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
329	CCH	Habilitado
308	VCH	Habilitado
287	VCH	Habilitado
266	VCH	Habilitado
245	VCH	Habilitado
224	VCH	Habilitado
203	VCH	Habilitado
182	VCH	Habilitado
161	VCH	Habilitado
140	VCH	Habilitado
119	VCH	Habilitado
98	VCH	Deshabilitado
77	VCH	Deshabilitado
56	VCH	Deshabilitado
35	VCH	Deshabilitado
14	VCH	Deshabilitado
1016	VCH	Deshabilitado
995	VCH	Deshabilitado
707	CDPD (2)	Habilitado stream
68	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
315	CCH	Habilitado
294	VCH	Habilitado
273	VCH	Habilitado
252	VCH	Habilitado
231	VCH	Habilitado
210	VCH	Habilitado
189	VCH	Habilitado
168	VCH	Habilitado
147	VCH	Habilitado
126	VCH	Habilitado
105	VCH	Habilitado
84	VCH	Habilitado
63	VCH	Habilitado
42	VCH	Habilitado
21	VCH	Habilitado
1023	VCH	Habilitado
1002	VCH	Deshabilitado
714	CDPD (3)	Habilitado stream
693	VCH	Deshabilitado
672	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "AMAZONAS"

Nombre : Amazonas "X"
Sector : "X"
Azimuth : -90 grad.
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 10 waltos
Grupo de frecuencias : B1
Canales habilitados : 17
Cell identifier - global : 59301
Cell identifier - local : 013
Color code-cell GROUP : 05
Color code area : 1

Nombre : Amazonas "Y"
Sector : "Y"
Azimuth : 30 grad.
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 10 waltos
Grupo de frecuencias : B2
Canales habilitados : 15
Cell identifier - global : 59301
Cell identifier - local : 014
Color code-cell GROUP : 05
Color code area : 1

Nombre : Amazonas "Z"
Sector : "Z"
Azimuth : 150 grad.
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 10 waltos
Grupo de frecuencias : B3
Canales habilitados : 17
Cell identifier - global : 59301
Cell identifier - local : 015
Color code-cell GROUP : 05
Color code area : 1

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
Amazonas "Y"	- 85	5
Amazonas "Z"	- 85	5
Aereopuerto "X"	- 90	5
La Gasca "X"	-90	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
Amazonas "X"	- 85	5
Amazonas "Z"	- 85	5
Aereopuerto "Z"	- 90	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
Amazonas "X"	- 85	5
Amazonas "Y"	- 85	5
G. Suarez "Y"	- 90	5

Distribución de canales

Canal	Uso	Estado
317	CCH	Habilitado
296	VCH	Habilitado
275	VCH	Habilitado
254	VCH	Habilitado
233	VCH	Habilitado
212	VCH	Habilitado
191	VCH	Habilitado
170	VCH	Habilitado
149	VCH	Habilitado
128	VCH	Habilitado
107	VCH	Habilitado
86	VCH	Habilitado
65	VCH	Habilitado
44	VCH	Habilitado
23	VCH	Habilitado
2	VCH	Habilitado
1004	VCH	Habilitado
716	CDPD (1)	Habilitado stream
695	VCH	Habilitado
674	VCH	Deshabilitado

Distribución de canales

Canal	Uso	Estado
324	CCH	Habilitado
303	VCH	Habilitado
282	VCH	Habilitado
261	VCH	Habilitado
240	VCH	Habilitado
219	VCH	Habilitado
198	VCH	Habilitado
177	VCH	Habilitado
156	VCH	Habilitado
135	VCH	Habilitado
114	VCH	Habilitado
93	VCH	Habilitado
72	VCH	Habilitado
51	VCH	Habilitado
30	VCH	Habilitado
9	VCH	Habilitado
1011	VCH	Deshabilitado
702	CDPD (2)	Habilitado stream
681	VCH	Deshabilitado

Distribución de canales

Canal	Uso	Estado
331	CCH	Habilitado
310	VCH	Habilitado
289	VCH	Habilitado
268	VCH	Habilitado
247	VCH	Habilitado
226	VCH	Habilitado
205	VCH	Habilitado
184	VCH	Habilitado
163	VCH	Habilitado
142	VCH	Habilitado
121	VCH	Habilitado
100	VCH	Habilitado
79	VCH	Habilitado
58	VCH	Habilitado
37	VCH	Habilitado
16	VCH	Habilitado
1018	VCH	Habilitado
997	VCH	Habilitado
709	CDPD (3)	Habilitado stream
688	VCH	Deshabilitado
667	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "AEREOPUERTO"

Nombre "X"	:Aereopuerto	Nombre "Y"	:Aereopuerto	Nombre Sector	:Aereopuerto "Z"
Sector	: "X"	Sector	: "Y"	Azimuth	: 150 grad.
Azimuth	: -90 grad	Azimuth	: 30 grad.	Ancho del lóbulo	: 120 grad.
Ancho del lóbulo	: 120 grad.	Ancho del lóbulo	: 120 grad.	Angulo de inclinación	:
Angulo de inclinación	:	Angulo de inclinación	:	Potencia de salida	: 10 watos
Potencia de salida	: 10 watos	Potencia de salida	: 10 watos	Grupo de frecuencias	: D3
Grupo de frecuencias	: D1	Grupo de frecuencias	: D2	Canales habilitados	: 17
Canales habilitados	: 17	Canales habilitados	: 17	Cell identifier - global	: 59301
Cell identifier - global	: 59301	Cell identifier - global	: 59301	Cell identifier - local	: 018
Cell identifier - local	: 016	Cell identifier - local	: 017	Color code-cell GROUP	: 06
Color code-cell GROUP	: 06	Color code-cell GROUP	: 06	Color code area	: 1
Color code area	: 1	Color code area	: 1		

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
Aereopuerto "Y"	- 85	5
Aereopuerto "Z"	- 85	5
Norte "Z"	- 90	5
Amazonas "X"	-90	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
Aereopuerto "X"	- 85	5
Aereopuerto "Z"	- 85	5
Amazonas "Z"	- 90	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
Aereopuerto "X"	- 85	5
Aereopuerto "Y"	- 85	5
Amazonas "Y"	- 90	5

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
319	CCH	Habilitado
298	VCH	Habilitado
277	VCH	Habilitado
256	VCH	Habilitado
235	VCH	Habilitado
214	VCH	Habilitado
193	VCH	Habilitado
172	VCH	Habilitado
151	VCH	Habilitado
130	VCH	Habilitado
109	VCH	Habilitado
88	VCH	Habilitado
67	VCH	Habilitado
46	VCH	Habilitado
25	VCH	Habilitado
4	VCH	Habilitado
1006	VCH	Habilitado
267	CDPD (1)	Habilitado stream
676	VCH	Habilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
326	CCH	Habilitado
305	VCH	Habilitado
284	VCH	Habilitado
263	VCH	Habilitado
242	VCH	Habilitado
221	VCH	Habilitado
200	VCH	Habilitado
179	VCH	Habilitado
158	VCH	Habilitado
137	VCH	Habilitado
116	VCH	Habilitado
95	VCH	Habilitado
74	VCH	Habilitado
53	VCH	Habilitado
32	VCH	Habilitado
11	VCH	Habilitado
1013	VCH	Habilitado
992	VCH	Habilitado
704	CDPD (2)	Habilitado stream
683	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
333	CCH	Habilitado
312	VCH	Habilitado
291	VCH	Habilitado
270	VCH	Habilitado
249	VCH	Habilitado
228	VCH	Habilitado
207	VCH	Habilitado
186	VCH	Habilitado
165	VCH	Habilitado
144	VCH	Habilitado
123	VCH	Habilitado
102	VCH	Habilitado
81	VCH	Habilitado
60	VCH	Habilitado
39	VCH	Habilitado
18	VCH	Habilitado
1020	VCH	Habilitado
999	VCH	Habilitado
711	CDPD (3)	Habilitado stream
690	VCH	Deshabilitado
670	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "NORTE"

Nombre : Norte "X"
Sector : "X"
Azimuth : -90 grad
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 10 wattios
Grupo de frecuencias : F1
Canales habilitados : 16
Cell identifier - global : 59301
Cell identifier - local : 019
Color code-cell GROUP : 07
Color code area : 1

Nombre : Norte "Y"
Sector : "Y"
Azimuth : 30 grad.
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 12 wattios
Grupo de frecuencias : F2
Canales habilitados : 16
Cell identifier - global : 59301
Cell identifier - local : 020
Color code-cell GROUP : 07
Color code area : 1

Nombre : Norte "Z"
Sector : "Z"
Azimuth : 150 grad.
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 12 wattios
Grupo de frecuencias : F3
Canales habilitados : 16
Cell identifier - global : 59301
Cell identifier - local : 021
Color code-cell GROUP : 07
Color code area : 1

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFS ET
Norte "Y"	- 85	5
Norte "Z"	- 85	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
Norte "X"	- 85	5
Norte "Z"	- 85	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
Norte "X"	- 85	5
Norte "Y"	- 85	5
Aeropuerto "X"	- 90	5
Aeropuerto "Y"	- 90	5

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
321	CCH	Habilitado
300	VCH	Habilitado
279	VCH	Habilitado
258	VCH	Habilitado
237	VCH	Habilitado
216	VCH	Habilitado
195	VCH	Habilitado
174	VCH	Habilitado
153	VCH	Habilitado
132	VCH	Habilitado
111	VCH	Habilitado
90	VCH	Habilitado
69	VCH	Habilitado
48	VCH	Habilitado
27	VCH	Habilitado
6	VCH	Habilitado
1008	VCH	Habilitado
699	CDPD (1)	Habilitado stream
678	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
328	CCH	Habilitado
307	VCH	Habilitado
286	VCH	Habilitado
265	VCH	Habilitado
244	VCH	Habilitado
223	VCH	Habilitado
202	VCH	Habilitado
181	VCH	Habilitado
160	VCH	Habilitado
139	VCH	Habilitado
118	VCH	Habilitado
97	VCH	Habilitado
76	VCH	Habilitado
55	VCH	Habilitado
34	VCH	Habilitado
13	VCH	Habilitado
1015	VCH	Habilitado
994	VCH	Deshabilitado
706	CDPD (2)	Habilitado stream
685	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
314	CCH	Habilitado
293	VCH	Habilitado
272	VCH	Habilitado
251	VCH	Habilitado
230	VCH	Habilitado
209	VCH	Habilitado
188	VCH	Habilitado
167	VCH	Habilitado
146	VCH	Habilitado
225	VCH	Habilitado
104	VCH	Habilitado
83	VCH	Habilitado
62	VCH	Habilitado
41	VCH	Habilitado
20	VCH	Habilitado
1022	VCH	Habilitado
1001	VCH	Habilitado
713	CDPD (3)	Habilitado stream
692	VCH	Deshabilitado
671	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "CUMBAYA"

Nombre : Cumbaya "X"
 Sector : "X"
 Azimuth : 0 grados
 Ancho del lóbulo : 120 grad.
 Angulo de inclinación :
 Potencia de salida : 10 vatios
 Grupo de frecuencias : C1
 Canales habilitados : 10
 Cell identifier - global : 59301
 Cell identifier - local : 022
 Color code-cell GROUP : 08
 Color code area : 1

Nombre : Cumbaya "Y"
 Sector : "Y"
 Azimuth : 120 grad.
 Ancho del lóbulo : 120 grad.
 Angulo de inclinación :
 Potencia de salida : 10 vatios
 Grupo de frecuencias : C2
 Canales habilitados : 10
 Cell identifier - global : 59301
 Cell identifier - local : 023
 Color code-cell GROUP : 08
 Color code area : 1

Nombre : Cumbaya "Z"
 Sector : "Z"
 Azimuth : 240 grad.
 Ancho del lóbulo : 120 grad.
 Angulo de inclinación :
 Potencia de salida : 12 vatios
 Grupo de frecuencias : C3
 Canales habilitados : 10
 Cell identifier - global : 59301
 Cell identifier - local : 024
 Color code-cell GROUP : 08
 Color code area : 1

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFS ET
Cumbaya "Y"	- 85	5
Cumbaya "Z"	- 85	5
Norte "Y"	- 90	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
Cumbaya "X"	- 85	5
Cumbaya "Z"	- 85	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
Cumbaya "X"	- 85	5
Cumbaya "Y"	- 85	5
G. Suarez "X"	- 90	5
G. Suarez "Y"	-90	5

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
318	CCH	Habilitado
297	VCH	Habilitado
276	VCH	Habilitado
255	VCH	Habilitado
234	VCH	Habilitado
213	VCH	Habilitado
192	VCH	Habilitado
171	VCH	Habilitado
150	VCH	Habilitado
129	VCH	Habilitado
108	VCH	Habilitado
87	VCH	Deshabilitado
66	VCH	Deshabilitado
45	VCH	Deshabilitado
24	VCH	Deshabilitado
3	VCH	Deshabilitado
1005	VCH	Deshabilitado
696	CDPD (1)	Habilitado stream
675	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
325	CCH	Habilitado
304	VCH	Habilitado
283	VCH	Habilitado
262	VCH	Habilitado
241	VCH	Habilitado
220	VCH	Habilitado
199	VCH	Habilitado
178	VCH	Habilitado
157	VCH	Habilitado
136	VCH	Habilitado
115	VCH	Habilitado
94	VCH	Deshabilitado
73	VCH	Deshabilitado
52	VCH	Deshabilitado
31	VCH	Deshabilitado
10	VCH	Deshabilitado
1012	VCH	Deshabilitado
991	VCH	Deshabilitado
703	CCPD (2)	Habilitado stream
682	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
332	CCH	Habilitado
311	VCH	Habilitado
290	VCH	Habilitado
269	VCH	Habilitado
248	VCH	Habilitado
227	VCH	Habilitado
206	VCH	Habilitado
185	VCH	Habilitado
164	VCH	Habilitado
143	VCH	Habilitado
122	VCH	Habilitado
101	VCH	Deshabilitado
80	VCH	Deshabilitado
59	VCH	Deshabilitado
38	VCH	Deshabilitado
17	VCH	Deshabilitado
1019	VCH	Deshabilitado
998	VCH	Deshabilitado
710	CDPD (3)	Habilitado stream
689	VCH	Deshabilitado
668	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "SAN RAFAEL"

Nombre : San Rafael "X"
Sector : "X"
Azimuth : 0 grados
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 10 watos
Grupo de frecuencias : D1
Canales habilitados : 10
Cell identifier - global : 59301
Cell identifier - local : 025
Color code-cell GROUP : 09
Color code area : 1

Nombre : San Rafael "Y"
Sector : "Y"
Azimuth : 120 grad.
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 10 watos
Grupo de frecuencias : D2
Canales habilitados : 10
Cell identifier - global : 59301
Cell identifier - local : 026
Color code-cell GROUP : 09
Color code area : 1

Nombre : San Rafael "Z"
Sector : "Z"
Azimuth : 240 grad.
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 10 watos
Grupo de frecuencias : D3
Canales habilitados : 10
Cell identifier - global : 59301
Cell identifier - local : 027
Color code-cell GROUP : 09
Color code area : 1

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
San Rafael "Y"	- 85	5
San Rafael "Z"	- 85	5
Sur "Y"	- 90	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
San Rafael "X"	- 85	5
San Rafael "Z"	- 85	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET
San Rafael "X"	- 85	5
San Rafael "Y"	- 85	5
Sur "Y"	- 90	5

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
319	CCH	Habilitado
298	VCH	Habilitado
277	VCH	Habilitado
256	VCH	Habilitado
235	VCH	Habilitado
214	VCH	Habilitado
193	VCH	Habilitado
172	VCH	Habilitado
151	VCH	Habilitado
130	VCH	Habilitado
109	VCH	Habilitado
88	VCH	Deshabilitado
67	VCH	Deshabilitado
46	VCH	Deshabilitado
25	VCH	Deshabilitado
4	VCH	Deshabilitado
1006	VCH	Deshabilitado
267	CDPD (1)	Habilitado stream
676	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
326	CCH	Habilitado
305	VCH	Habilitado
284	VCH	Habilitado
263	VCH	Habilitado
242	VCH	Habilitado
221	VCH	Habilitado
200	VCH	Habilitado
179	VCH	Habilitado
158	VCH	Habilitado
137	VCH	Habilitado
116	VCH	Habilitado
95	VCH	Deshabilitado
74	VCH	Deshabilitado
53	VCH	Deshabilitado
32	VCH	Deshabilitado
11	VCH	Deshabilitado
1013	VCH	Deshabilitado
992	VCH	deshabilitado
704	CDPD (2)	Habilitado stream
683	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
333	CCH	Habilitado
312	VCH	Habilitado
291	VCH	Habilitado
270	VCH	Habilitado
249	VCH	Habilitado
228	VCH	Habilitado
207	VCH	Habilitado
186	VCH	Habilitado
165	VCH	Habilitado
144	VCH	Habilitado
123	VCH	Habilitado
102	VCH	Deshabilitado
81	VCH	Deshabilitado
60	VCH	Deshabilitado
39	VCH	Deshabilitado
18	VCH	Deshabilitado
1020	VCH	Deshabilitado
999	VCH	Deshabilitado
711	CDPD (3)	Habilitado stream
690	VCH	Deshabilitado
670	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "AMBATO"

Nombre : Ambato
 Sector : Omnidireccional
 Azimuth :
 Ancho del lóbulo : Omnidireccional
 Angulo de inclinación : 0 grados
 Potencia de salida : 14 watos
 Grupo de frecuencias : A1, A2
 Canales habilitados : 24
 Cell identifier - global : 59302
 Cell identifier - local : 028
 Color code-cell GROUP : 10
 Color code area : 1

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
316	CCH	Habilitado
295	VCH	Habilitado
274	VCH	Habilitado
253	VCH	Habilitado
232	VCH	Habilitado
211	VCH	Habilitado
190	VCH	Habilitado
169	VCH	Habilitado
148	VCH	Habilitado
127	VCH	Habilitado
106	VCH	Habilitado
85	VCH	Deshabilitado
64	VCH	Deshabilitado
43	VCH	Deshabilitado
22	VCH	Deshabilitado
1	VCH	Deshabilitado
1003	VCH	Deshabilitado
715	CDPD (1)	Habilitado stream
694	VCH	Deshabilitado
673	VCH	Deshabilitado

ANEXO 4
HOJAS DE DATOS

**A.4.2. HOJAS DE DATOS TÉCNICOS PARA LAS CELDAS DE
GUAYAQUIL Y CUENCA**

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "NORTE"

Nombre : Norte "X"
 Sector : "X"
 Azimuth : 0 grad.
 Ancho del lóbulo : 120 grad.
 Angulo de inclinación :
 Potencia de salida : 15 vatios
 Grupo de frecuencias : C1
 Canales habilitados : 10
 Cell identifier - global : 59302
 Cell identifier - local : 001
 Color code-cell groupe : 01
 Color code area : 2

Nombre : Norte "Y"
 Sector : "Y"
 Azimuth : 120 grad.
 Ancho del lóbulo : 120 grad.
 Angulo de inclinación :
 Potencia de salida : 15 vatios
 Grupo de frecuencias : C2
 Canales habilitados : 17
 Cell identifier - global : 59302
 Cell identifier - local : 002
 Color code-cell groupe : 01
 Color code area : 2

Nombre : Norte "Z"
 Sector : "Z"
 Azimuth : 240 grad..
 Ancho del lóbulo : 120 grad.
 Angulo de inclinación :
 Potencia de salida : 15 vatios
 Grupo de frecuencias : C3
 Canales habilitados : 17
 Cell identifier - global : 59302
 Cell identifier - local : 003
 Color code-cell groupe : 01
 Color code area : 2

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Norte "Y"	- 80	5
Norte "Z"	- 80	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Norte "X"	- 80	5
Norte "Z"	- 80	5
Alborada "X"	- 85	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Norte "X"	- 80	5
Norte "Y"	- 80	5
S. Francisco "X"	- 85	5

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
322	CCH	Habilitado
301	VCH	Habilitado
280	VCH	Habilitado
259	VCH	Habilitado
238	VCH	Habilitado
217	VCH	Habilitado
196	VCH	Habilitado
175	VCH	Habilitado
154	VCH	Habilitado
133	VCH	Habilitado
112	VCH	Habilitado
91	VCH	Deshabilitado
70	VCH	Deshabilitado
49	VCH	Deshabilitado
28	VCH	Deshabilitado
7	VCH	Deshabilitado
1009	VCH	Deshabilitado
700	CDPD (1)	Habilitado stream
679	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
329	CCH	Habilitado
308	VCH	Habilitado
287	VCH	Habilitado
266	VCH	Habilitado
245	VCH	Habilitado
224	VCH	Habilitado
203	VCH	Habilitado
182	VCH	Habilitado
161	VCH	Habilitado
140	VCH	Habilitado
119	VCH	Habilitado
98	VCH	Habilitado
77	VCH	Habilitado
56	VCH	Habilitado
35	VCH	Habilitado
14	VCH	Habilitado
1016	VCH	Habilitado
995	VCH	Habilitado
707	CDPD (2)	Habilitado stream
686	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
315	CCH	Habilitado
294	VCH	Habilitado
273	VCH	Habilitado
252	VCH	Habilitado
231	VCH	Habilitado
210	VCH	Habilitado
189	VCH	Habilitado
168	VCH	Habilitado
147	VCH	Habilitado
126	VCH	Habilitado
105	VCH	Habilitado
84	VCH	Habilitado
63	VCH	Habilitado
42	VCH	Habilitado
21	VCH	Habilitado
1023	VCH	Habilitado
1002	VCH	Habilitado
714	CDPD (3)	Habilitado steam
693	VCH	Deshabilitado
672	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "S. FRANCISCO"

Nombre : S.Fran. "X"
Sector : "X"
Azimuth : 0 grad.
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 10 watos
Grupo de frecuencias : F1
Canales habilitados : 15
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 004
Color code-cell groupe : 02
Color code area : 2

Nombre : S.Fran. "Y"
Sector : "Y"
Azimuth : 120 grad.
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 10 watos
Grupo de frecuencias : F2
Canales habilitados : 15
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 005
Color code-cell groupe : 02
Color code area : 2

Nombre : S.Fran. "Z"
Sector : "Z"
Azimuth : 240 grad..
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 12 watos
Grupo de frecuencias : F3
Canales habilitados : 10
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 006
Color code-cell groupe : 02
Color code area : 2

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
S. Francisco "Y"	- 80	5
S. Francisco "Z"	- 80	5
Norte "Z"	- 85	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
S. Francisco "X"	- 80	5
S. Francisco "Z"	- 80	5
Alborada "Z"	- 85	5
Urdesa "X"	- 85	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
S. Francisco "X"	- 80	5
S. Francisco "Y"	- 80	5
Los Ceibos "X"	- 85	5

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
321	CCH	Habilitado
300	VCH	Habilitado
279	VCH	Habilitado
258	VCH	Habilitado
237	VCH	Habilitado
216	VCH	Habilitado
195	VCH	Habilitado
174	VCH	Habilitado
153	VCH	Habilitado
132	VCH	Habilitado
111	VCH	Habilitado
90	VCH	Habilitado
69	VCH	Habilitado
48	VCH	Habilitado
27	VCH	Habilitado
6	VCH	Habilitado
1008	VCH	Deshabilitado
699	CDPD (1)	Habilitado stream
678	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
328	CCH	Habilitado
307	VCH	Habilitado
286	VCH	Habilitado
265	VCH	Habilitado
244	VCH	Habilitado
223	VCH	Habilitado
202	VCH	Habilitado
181	VCH	Habilitado
160	VCH	Habilitado
139	VCH	Habilitado
118	VCH	Habilitado
97	VCH	Habilitado
76	VCH	Habilitado
55	VCH	Habilitado
34	VCH	Habilitado
13	VCH	Habilitado
1015	VCH	Deshabilitado
994	VCH	Deshabilitado
706	CDPD (2)	Habilitado stream
685	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
314	CCH	Habilitado
293	VCH	Habilitado
272	VCH	Habilitado
251	VCH	Habilitado
230	VCH	Habilitado
209	VCH	Habilitado
188	VCH	Habilitado
167	VCH	Habilitado
146	VCH	Habilitado
225	VCH	Habilitado
104	VCH	Habilitado
83	VCH	Deshabilitado
62	VCH	Deshabilitado
41	VCH	Deshabilitado
20	VCH	Deshabilitado
1022	VCH	Deshabilitado
1001	VCH	Deshabilitado
713	CDPD	Habilitado
692	VCH (3)	Deshabilitado stream
671	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "LA ALBORADA"

Nombre	: Alborada "X"	Nombre	: Alborada "Y"	Nombre	: Alborada "Z"
Sector	: "X"	Sector	: "Y"	Sector	: "Z"
Azimuth	: 0 grad.	Azimuth	: 120 grad.	Azimuth	: 240 grad..
Ancho del lóbulo	: 120 grad.	Ancho del lóbulo	: 120 grad.	Ancho del lóbulo	: 120 grad.
Angulo de inclinación	:	Angulo de inclinación	:	Angulo de inclinación	:
Potencia de salida	: 10 wattos	Potencia de salida	: 8 wattos	Potencia de salida	: 8 wattos
Grupo de frecuencias	: A1	Grupo de frecuencias	: A2	Grupo de frecuencias	: A3
Canales habilitados	: 17	Canales habilitados	: 10	Canales habilitados	: 10
Cell identifier - global	: 59302	Cell identifier - global	: 59302	Cell identifier - global	: 59302
Cell identifier - local	: 007	Cell identifier - local	: 008	Cell identifier - local	: 009
Color code-cell groupe	: 03	Color code-cell groupe	: 03	Color code-cell groupe	: 03
Color code area	: 2	Color code area	: 2	Color code area	: 2

CELDA ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Alborada "Y"	- 80	5
Alborada "Z"	- 80	5
Norte "Y"	-80	5

CELDA ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Alborada "X"	- 80	5
Alborada "Z"	- 80	5
La Puntilla "X"	-85	5

CELDA ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Alborada "X"	- 80	5
Alborada "Y"	- 80	5
S. Francisco "Y"	-85	5
Urdesa "X"	-85	5

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
316	CCH	Habilitado
295	VCH	Habilitado
274	VCH	Habilitado
253	VCH	Habilitado
232	VCH	Habilitado
211	VCH	Habilitado
190	VCH	Habilitado
169	VCH	Habilitado
148	VCH	Habilitado
127	VCH	Habilitado
106	VCH	Habilitado
85	VCH	Habilitado
64	VCH	Habilitado
43	VCH	Habilitado
22	VCH	Habilitado
1	VCH	Habilitado
1003	VCH	Habilitado
715	CDPD (1)	Habilitado stream
694	VCH	Habilitado
673	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
323	CCH	Habilitado
302	VCH	Habilitado
281	VCH	Habilitado
260	VCH	Habilitado
239	VCH	Habilitado
218	VCH	Habilitado
197	VCH	Habilitado
176	VCH	Habilitado
155	VCH	Habilitado
134	VCH	Habilitado
113	VCH	Habilitado
92	VCH	Deshabilitado
71	VCH	Deshabilitado
50	VCH	Deshabilitado
29	VCH	Deshabilitado
8	VCH	Deshabilitado
1011	VCH	Deshabilitado
702	CDPD (2)	Habilitado stream
681	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
330	CCH	Habilitado
309	VCH	Habilitado
288	VCH	Habilitado
267	VCH	Habilitado
246	VCH	Habilitado
225	VCH	Habilitado
204	VCH	Habilitado
183	VCH	Habilitado
162	VCH	Habilitado
141	VCH	Habilitado
120	VCH	Habilitado
99	VCH	Deshabilitado
78	VCH	Deshabilitado
57	VCH	Deshabilitado
36	VCH	Deshabilitado
15	VCH	Deshabilitado
1017	VCH	Deshabilitado
996	VCH	Deshabilitado
709	CDPD (3)	Habilitado stream
688	VCH	Deshabilitado
667	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "LA PUNTILLA"

Nombre : La Puntilla "X"
Sector : "X"
Azimuth : 0 grad.
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida 8 : 10 watos
Grupo de frecuencias : C1
Canales habilitados : 10
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 010
Color code-cell groupe : 04
Color code area : 2

Nombre : La Puntilla "Y"
Sector : "Y"
Azimuth : 120 grad.
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 12 watos
Grupo de frecuencias : C2
Canales habilitados : 10
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 011
Color code-cell groupe : 04
Color code area : 2

Nombre : La Puntilla "Z"
Sector : "Z"
Azimuth : 240 grad..
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 8 watos
Grupo de frecuencias : C3
Canales habilitados : 10
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 012
Color code-cell groupe : 04
Color code area : 2

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
La Puntilla "Y"	- 80	5
La Puntilla "Z"	- 80	5
Alborada "Y"	- 85	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
La Puntilla "X"	- 80	5
La Puntilla "Z"	- 80	5
Canta Gallo "X"	- 85	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
La Puntilla "X"	- 80	5
La Puntilla "Y"	- 80	5
9 de Oct. "X"	- 85	5
Urdesa "Y"	- 85	5

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
318	CCH	Habilitado
297	VCH	Habilitado
276	VCH	Habilitado
255	VCH	Habilitado
234	VCH	Habilitado
213	VCH	Habilitado
192	VCH	Habilitado
171	VCH	Habilitado
150	VCH	Habilitado
129	VCH	Habilitado
108	VCH	Habilitado
87	VCH	Deshabilitado
66	VCH	Deshabilitado
45	VCH	Deshabilitado
24	VCH	Deshabilitado
3	VCH	Deshabilitado
1005	VCH	Deshabilitado
696	CDPD (1)	Habilitado stream
675	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
325	CCH	Habilitado
304	VCH	Habilitado
283	VCH	Habilitado
262	VCH	Habilitado
241	VCH	Habilitado
220	VCH	Habilitado
199	VCH	Habilitado
178	VCH	Habilitado
157	VCH	Habilitado
136	VCH	Habilitado
115	VCH	Habilitado
94	VCH	Deshabilitado
73	VCH	Deshabilitado
52	VCH	Deshabilitado
31	VCH	Deshabilitado
10	VCH	Deshabilitado
1012	VCH	Deshabilitado
991	VCH	Deshabilitado
703	CDPD (2)	Habilitado stream
682	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
332	CCH	Habilitado
311	VCH	Habilitado
290	VCH	Habilitado
269	VCH	Habilitado
248	VCH	Habilitado
227	VCH	Habilitado
206	VCH	Habilitado
185	VCH	Habilitado
164	VCH	Habilitado
143	VCH	Habilitado
122	VCH	Habilitado
101	VCH	Deshabilitado
80	VCH	Deshabilitado
59	VCH	Deshabilitado
38	VCH	Deshabilitado
17	VCH	Deshabilitado
1019	VCH	Deshabilitado
998	VCH	Deshabilitado
710	CDPD (3)	Habilitado stream
689	VCH	Deshabilitado
668	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "URDESA"

Nombre : Urdesa "X"
Sector : "X"
Azimuth : 0 grad.
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 10 wátios
Grupo de frecuencias : E1
Canales habilitados : 17
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 013
Color code-cell groupe : 05
Color code area : 2

Nombre : Urdesa "Y"
Sector : "Y"
Azimuth : 120 grad.
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 8 wátios
Grupo de frecuencias : E2
Canales habilitados : 15
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 014
Color code-cell groupe : 05
Color code area : 2

Nombre : Urdesa "Z"
Sector : "Z"
Azimuth : 240 grad..
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 8 wátios
Grupo de frecuencias : E3
Canales habilitados : 15
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 015
Color code-cell groupe : 05
Color code area : 2

CELDA ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Urdesa "Y"	- 80	5
Urdesa "Z"	- 80	5
S. Francisco "Y"	- 85	5
Alborada "Z"	- 85	5

CELDA ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Urdesa "X"	- 80	5
Urdesa "Z"	- 80	5
La Puntilla "Z"	- 85	5
9 de Oct. "X"	- 85	5

CELDA ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Urdesa "X"	- 80	5
Urdesa "Y"	- 80	5
Los Ceibos "Y"	- 85	5
Urdaneta "X"	- 85	5

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
320	CCH	Habilitado
299	VCH	Habilitado
278	VCH	Habilitado
257	VCH	Habilitado
236	VCH	Habilitado
215	VCH	Habilitado
194	VCH	Habilitado
173	VCH	Habilitado
152	VCH	Habilitado
131	VCH	Habilitado
110	VCH	Habilitado
89	VCH	Habilitado
68	VCH	Habilitado
47	VCH	Habilitado
26	VCH	Habilitado
5	VCH	Habilitado
1007	VCH	Habilitado
698	CDPD (1)	Habilitado stream
677	VCH	Habilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
327	CCH	Habilitado
306	VCH	Habilitado
285	VCH	Habilitado
264	VCH	Habilitado
243	VCH	Habilitado
222	VCH	Habilitado
201	VCH	Habilitado
180	VCH	Habilitado
159	VCH	Habilitado
138	VCH	Habilitado
117	VCH	Habilitado
96	VCH	Habilitado
75	VCH	Habilitado
54	VCH	Habilitado
33	VCH	Habilitado
12	VCH	Habilitado
1014	VCH	Deshabilitado
993	VCH	Deshabilitado
705	CDPD (2)	Habilitado stream
684	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
313	CCH	Habilitado
292	VCH	Habilitado
271	VCH	Habilitado
250	VCH	Habilitado
229	VCH	Habilitado
208	VCH	Habilitado
187	VCH	Habilitado
166	VCH	Habilitado
145	VCH	Habilitado
124	VCH	Habilitado
103	VCH	Habilitado
82	VCH	Habilitado
61	VCH	Habilitado
40	VCH	Habilitado
19	VCH	Habilitado
1021	VCH	Habilitado
1000	VCH	Deshabilitado
712	CDPD (3)	Habilitado stream
691	VCH	Deshabilitado
670	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "LOS CEIBOS"

Nombre : Los Ceibos "X"
Sector : "X"
Azimuth : 0 grad.
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 10 waltios
Grupo de frecuencias : D1
Canales habilitados : 15
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 016
Color code-cell groupe : 06
Color code area : 2

Nombre : Los Ceibos "Y"
Sector : "Y"
Azimuth : 120 grad.
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 8 waltios
Grupo de frecuencias : D2
Canales habilitados : 12
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 017
Color code-cell groupe : 06
Color code area : 2

Nombre : Los Ceibos "Z"
Sector : "Z"
Azimuth : 240 grad.,
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 12 waltios
Grupo de frecuencias : D3
Canales habilitados : 6
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 018
Color code-cell groupe : 06
Color code area : 2

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Los Ceibos "Y"	- 80	5
Los Ceibos "Z"	- 80	5
S. Francisco "Z"	- 85	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Los Ceibos "X"	- 80	5
Los Ceibos "Z"	- 80	5
Urdaneta "X"	- 85	5
Urdesa "Z"	- 85	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Los Ceibos "X"	- 80	5
Los Ceibos "Y"	- 80	5
Urdaneta "Z"	- 85	5

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
319	CCH	Habilitado
298	VCH	Habilitado
277	VCH	Habilitado
256	VCH	Habilitado
235	VCH	Habilitado
214	VCH	Habilitado
193	VCH	Habilitado
172	VCH	Habilitado
151	VCH	Habilitado
130	VCH	Habilitado
109	VCH	Habilitado
88	VCH	Habilitado
67	VCH	Habilitado
46	VCH	Habilitado
25	VCH	Habilitado
4	VCH	Habilitado
1006	VCH	Deshabilitado
697	CDPD (1)	Habilitado stream
676	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
326	CCH	Habilitado
305	VCH	Habilitado
284	VCH	Habilitado
263	VCH	Habilitado
242	VCH	Habilitado
221	VCH	Habilitado
200	VCH	Habilitado
179	VCH	Habilitado
158	VCH	Habilitado
137	VCH	Habilitado
116	VCH	Habilitado
95	VCH	Habilitado
74	VCH	Habilitado
53	VCH	Deshabilitado
32	VCH	Deshabilitado
11	VCH	Deshabilitado
1013	VCH	Deshabilitado
992	VCH	Deshabilitado
704	CDPD (2)	Habilitado stream
683	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
333	CCH	Habilitado
312	VCH	Habilitado
291	VCH	Habilitado
270	VCH	Habilitado
249	VCH	Habilitado
228	VCH	Habilitado
207	VCH	Habilitado
186	VCH	Deshabilitado
165	VCH	Deshabilitado
144	VCH	Deshabilitado
123	VCH	Deshabilitado
102	VCH	Deshabilitado
81	VCH	Deshabilitado
60	VCH	Deshabilitado
39	VCH	Deshabilitado
18	VCH	Deshabilitado
1020	VCH	Deshabilitado
999	VCH	Deshabilitado
711	CDPD (3)	Habilitado stream
690	VCH	Deshabilitado
670	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "9 DE OCTUBRE"

Nombre : 9 de Oct. "X"
Sector : "X"
Azimuth : 0 grad.
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 8 wattios
Grupo de frecuencias : G1
Canales habilitados : 17
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 019
Color code-cell groupe : 07
Color code area : 2

Nombre : 9 de Oct. "Y"
Sector : "Y"
Azimuth : 120 grad.
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 10 wattios
Grupo de frecuencias : G2
Canales habilitados : 17
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 020
Color code-cell groupe : 07
Color code area : 2

Nombre : 9 de Oct. "Z"
Sector : "Z"
Azimuth : 240 grad..
Ancho del lóbulo : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 8 wattios
Grupo de frecuencias : A1
Canales habilitados : 17
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 021
Color code-cell groupe : 07
Color code area : 2

CELDA ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
9 de Oct. "Y"	- 80	5
9 de Oct. "Z"	- 80	5
Puntilla "Z"	- 85	5
Urdesa "Y"	- 85	5

CELDA ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
9 de Oct. "X"	- 80	5
9 de Oct. "Z"	- 80	5
Canta Gallo "Z"	- 85	5
Sur "X"		

CELDA ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
9 de Oct. "X"	- 80	5
9 de Oct. "Y"	- 80	5
Urdaneta "Y"	- 85	5
Sur "X"	- 85	5

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
322	CCH	Habilitado
301	VCH	Habilitado
280	VCH	Habilitado
259	VCH	Habilitado
238	VCH	Habilitado
217	VCH	Habilitado
196	VCH	Habilitado
175	VCH	Habilitado
154	VCH	Habilitado
133	VCH	Habilitado
112	VCH	Habilitado
91	VCH	Habilitado
70	VCH	Habilitado
49	VCH	Habilitado
28	VCH	Habilitado
7	VCH	Habilitado
1009	VCH	Habilitado
700	CDPD (1)	Habilitado stream
679	VCH	Habilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
329	CCH	Habilitado
308	VCH	Habilitado
287	VCH	Habilitado
266	VCH	Habilitado
245	VCH	Habilitado
224	VCH	Habilitado
203	VCH	Habilitado
182	VCH	Habilitado
161	VCH	Habilitado
140	VCH	Habilitado
119	VCH	Habilitado
98	VCH	Habilitado
77	VCH	Habilitado
56	VCH	Habilitado
35	VCH	Habilitado
14	VCH	Habilitado
1016	VCH	Habilitado
995	VCH	Habilitado
707	CDPD (2)	Habilitado stream
686	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
315	CCH	Habilitado
294	VCH	Habilitado
273	VCH	Habilitado
252	VCH	Habilitado
231	VCH	Habilitado
210	VCH	Habilitado
189	VCH	Habilitado
168	VCH	Habilitado
147	VCH	Habilitado
126	VCH	Habilitado
105	VCH	Habilitado
84	VCH	Habilitado
63	VCH	Habilitado
42	VCH	Habilitado
21	VCH	Habilitado
1023	VCH	Habilitado
1002	VCH	Habilitado
714	CDPD (3)	Habilitado stream
693	VCH	Habilitado
672	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "URDANETA"

Nombre : Urdaneta "X"
 Sector : "X"
 Azimuth : 0 grad.
 Ancho del lóbulo : 120 grad.
 Angulo de inclinación :
 Potencia de salida : 12 watos
 Grupo de frecuencias : B1
 Canales habilitados : 15
 Cell identifier - global : 59302
 Cell identifier - local : 022
 Color code-cell groupe : 08
 Color code area : 2

Nombre : Urdaneta "Y"
 Sector : "Y"
 Azimuth : 120 grad.
 Ancho del lóbulo : 120 grad.
 Angulo de inclinación :
 Potencia de salida : 8 watos
 Grupo de frecuencias : B2
 Canales habilitados : 17
 Cell identifier - global : 59302
 Cell identifier - local : 023
 Color code-cell groupe : 08
 Color code area : 2

Nombre : Urdaneta "Z"
 Sector : "Z"
 Azimuth : 240 grad..
 Ancho del lóbulo : 120 grad.
 Angulo de inclinación :
 Potencia de salida : 8 watos
 Grupo de frecuencias : B3
 Canales habilitados : 17
 Cell identifier - global : 59302
 Cell identifier - local : 024
 Color code-cell groupe : 08
 Color code area : 2

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Urdaneta "Y"	- 85	5
Urdaneta "Z"	- 80	5
Urdesa "Z"	- 85	5
Los Ceibos "Y"	- 85	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Urdaneta "X"	- 78	5
Urdaneta "Z"	- 78	5
9 de Oct. "Z"	- 85	5
Sur "X"	- 85	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Urdaneta "X"	- 80	5
Urdaneta "Y"	- 85	5
Sur "X"	- 85	5
Los Ceibos "Z"	- 85	5

Distribución de canales

Canal	Uso	Estado
317	CCH	Habilitado
296	VCH	Habilitado
275	VCH	Habilitado
254	VCH	Habilitado
233	VCH	Habilitado
212	VCH	Habilitado
191	VCH	Habilitado
170	VCH	Habilitado
149	VCH	Habilitado
128	VCH	Habilitado
107	VCH	Habilitado
86	VCH	Habilitado
65	VCH	Habilitado
44	VCH	Habilitado
23	VCH	Habilitado
2	VCH	Habilitado
1004	VCH	Deshabilitado
716	CDPD (1)	Habilitado stream
695	VCH	Deshabilitado
674	VCH	Deshabilitado

Distribución de canales

Canal	Uso	Estado
324	CCH	Habilitado
303	VCH	Habilitado
282	VCH	Habilitado
261	VCH	Habilitado
240	VCH	Habilitado
219	VCH	Habilitado
198	VCH	Habilitado
177	VCH	Habilitado
156	VCH	Habilitado
135	VCH	Habilitado
114	VCH	Habilitado
93	VCH	Habilitado
72	VCH	Habilitado
51	VCH	Habilitado
30	VCH	Habilitado
9	VCH	Habilitado
1011	VCH	Habilitado
702	CDPD (2)	Habilitado stream
681	VCH	Habilitado

Distribución de canales

Canal	Uso	Estado
331	CCH	Habilitado
310	VCH	Habilitado
289	VCH	Habilitado
268	VCH	Habilitado
247	VCH	Habilitado
226	VCH	Habilitado
205	VCH	Habilitado
184	VCH	Habilitado
163	VCH	Habilitado
142	VCH	Habilitado
121	VCH	Habilitado
100	VCH	Habilitado
79	VCH	Habilitado
58	VCH	Habilitado
37	VCH	Habilitado
16	VCH	Habilitado
1018	VCH	Habilitado
997	VCH	Habilitado
709	CDPD (3)	Habilitado stream
688	VCH	Deshabilitado
667	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "CANTA GALLO"

Nombre : Canta Gallo
 "X"
 Sector : "X"
 Azimuth : 0 grad.
 Ancho del lóbulo : 120 grad.
 Angulo de inclinación :
 Potencia de salida : 15 wattios
 Grupo de frecuencias : D1
 Canales habilitados : 8
 Cell identifier - global : 59302
 Cell identifier - local : 025
 Color code-cell groupe : 09
 Color code area : 2

Nombre : Canta Gallo
 "Y"
 Sector : "Y"
 Azimuth : 120 grad.
 Ancho del lóbulo : 120 grad.
 Angulo de inclinación :
 Potencia de salida : 15 wattios
 Grupo de frecuencias : D2
 Canales habilitados : 80
 Cell identifier - global : 59302
 Cell identifier - local : 026
 Color code-cell groupe : 09
 Color code area : 2

Nombre : Canta Gallo
 "Z"
 Sector : "Z"
 Azimuth : 240 grad..
 Ancho del lóbulo : 120 grad.
 Angulo de inclinación :
 Potencia de salida : 15 wattios
 Grupo de frecuencias : D3
 Canales habilitados : 8
 Cell identifier - global : 59302
 Cell identifier - local : 027
 Color code-cell groupe : 09
 Color code area : 2

CELDA ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Canta Gallo "Y"	- 80	5
Canta Gallo "Z"	- 80	5
La Puntilla "Y"	- 85	5

CELDA ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Canta Gallo "X"	- 80	5
Canta Gallo "Z"	- 80	5
9 de Oct. "Y"	- 85	5
Sur "Y"	- 85	5

CELDA ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Canta Gallo "X"	- 80	5
Canta Gallo "Y"	- 80	5
Alborada "Y"	- 85	5

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
319	CCH	Habilitado
298	VCH	Habilitado
277	VCH	Habilitado
256	VCH	Habilitado
235	VCH	Habilitado
214	VCH	Habilitado
193	VCH	Habilitado
172	VCH	Habilitado
151	VCH	Habilitado
130	VCH	Deshabilitado
109	VCH	Deshabilitado
88	VCH	Deshabilitado
67	VCH	Deshabilitado
46	VCH	Deshabilitado
25	VCH	Deshabilitado
4	VCH	Deshabilitado
1006	VCH	Deshabilitado
267	CDPD (1)	Habilitado stream
676	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
326	CCH	Habilitado
305	VCH	Habilitado
284	VCH	Habilitado
263	VCH	Habilitado
242	VCH	Habilitado
221	VCH	Habilitado
200	VCH	Habilitado
179	VCH	Habilitado
158	VCH	Habilitado
137	VCH	Deshabilitado
116	VCH	Deshabilitado
95	VCH	Deshabilitado
74	VCH	Deshabilitado
53	VCH	Deshabilitado
32	VCH	Deshabilitado
11	VCH	Deshabilitado
1013	VCH	Deshabilitado
992	VCH	Deshabilitado
704	CDPD (2)	Habilitado stream
683	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
333	CCH	Habilitado
312	VCH	Habilitado
291	VCH	Habilitado
270	VCH	Habilitado
249	VCH	Habilitado
228	VCH	Habilitado
207	VCH	Habilitado
186	VCH	Habilitado
165	VCH	Habilitado
144	VCH	Deshabilitado
123	VCH	Deshabilitado
102	VCH	Deshabilitado
81	VCH	Deshabilitado
60	VCH	Deshabilitado
39	VCH	Deshabilitado
18	VCH	Deshabilitado
1020	VCH	Deshabilitado
999	VCH	Deshabilitado
711	CDPD (3)	Habilitado stream
690	VCH	Deshabilitado
670	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "SUR"

Nombre : Sur "X"
Sector : "X"
Azimuth : 0 grad.
Ancho del lóbulos : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 10 watos
Grupo de frecuencias : F1
Canales habilitados : 10
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 028
Color code-cell groupe : 10
Color code area : 2

Nombre : Sur "Y"
Sector : "Y"
Azimuth : 120 grad.
Ancho del lóbulos : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 15 watos
Grupo de frecuencias : F2
Canales habilitados : 15
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 029
Color code-cell groupe : 10
Color code area : 2

Nombre : Sur "Z"
Sector : "Z"
Azimuth : 240 grad.,
Ancho del lóbulos : 120 grad.
Angulo de inclinación :
Potencia de salida : 15 watos
Grupo de frecuencias : F3
Canales habilitados : 6
Cell identifier - global : 59302
Cell identifier - local : 030
Color code-cell groupe : 10
Color code area : 2

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Sur "Y"	- 80	5
Sur "Z"	- 80	5
9 de Oct. "Z"	- 85	5
Urdaneta "Y"	- 85	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Sur "X"	- 80	5
Sur "Z"	- 80	5
Canta Gallo "Z"	- 85	5

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	offset
Sur "X"	- 80	5
Sur "Y"	- 80	5
Urdaneta "Z"	- 85	5

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
321	CCH	Habilitado
300	VCH	Habilitado
279	VCH	Habilitado
258	VCH	Habilitado
237	VCH	Habilitado
216	VCH	Habilitado
195	VCH	Habilitado
174	VCH	Habilitado
153	VCH	Habilitado
132	VCH	Habilitado
111	VCH	Habilitado
90	VCH	Deshabilitado
69	VCH	Deshabilitado
48	VCH	Deshabilitado
27	VCH	Deshabilitado
6	VCH	Deshabilitado
1008	VCH	Deshabilitado
699	CDPD (1)	Habilitado stream
678	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
328	CCH	Habilitado
307	VCH	Habilitado
286	VCH	Habilitado
265	VCH	Habilitado
244	VCH	Habilitado
223	VCH	Habilitado
202	VCH	Habilitado
181	VCH	Habilitado
160	VCH	Habilitado
139	VCH	Habilitado
118	VCH	Habilitado
97	VCH	Habilitado
76	VCH	Habilitado
55	VCH	Habilitado
34	VCH	Habilitado
13	VCH	Habilitado
1015	VCH	Deshabilitado
994	VCH	Deshabilitado
706	CDPD (2)	Habilitado stream
685	VCH	Deshabilitado

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
314	CCH	Habilitado
293	VCH	Habilitado
272	VCH	Habilitado
251	VCH	Habilitado
230	VCH	Habilitado
209	VCH	Habilitado
188	VCH	Habilitado
167	VCH	Deshabilitado
146	VCH	Deshabilitado
225	VCH	Deshabilitado
104	VCH	Deshabilitado
83	VCH	Deshabilitado
62	VCH	Deshabilitado
41	VCH	Deshabilitado
20	VCH	Deshabilitado
1022	VCH	Deshabilitado
1001	VCH	Deshabilitado
713	CDPD (3)	Habilitado stream
692	VCH	Deshabilitado
671	VCH	Deshabilitado

HOJA DE DATOS TECNICOS DE LA CELDA "CUENCA"

Nombre : Cuenca
 Sector : Omnidireccional
 Azimuth :
 Ancho del lóbulo : Omnidireccional
 Angulo de inclinación : 0 grados
 Potencia de salida : 14 wátios
 Grupo de frecuencias : A1, A2
 Canales habilitados : 24
 Cell identifier - global : 59302
 Cell identifier - local : 031
 Color code-cell GROUP : 11
 Color code area : 2

CELDAS ADYACENTES

Celda	Hand off (dBm)	OFFSET

DISTRIBUCIÓN DE CANALES

Canal	Uso	Estado
316	CCH	Habilitado
295	VCH	Habilitado
274	VCH	Habilitado
253	VCH	Habilitado
232	VCH	Habilitado
211	VCH	Habilitado
190	VCH	Habilitado
169	VCH	Habilitado
148	VCH	Habilitado
127	VCH	Habilitado
106	VCH	Habilitado
85	VCH	Habilitado
64	VCH	Habilitado
43	VCH	Habilitado
22	VCH	Habilitado
1	VCH	Habilitado
1003	VCH	Habilitado
715	CDPD (1)	Habilitado stream
694	VCH	Habilitado
673	VCH	Habilitado
302	VCH	Habilitado
281	VCH	Habilitado
260	VCH	Habilitado
239	VCH	Habilitado
218	VCH	Habilitado
197	VCH	Habilitado
176	VCH	Habilitado