

BIBLIOTECA

T  
621.3804222  
6AL

D19158  
950.000  
14104/94  
T621.3804222/6AL



Fac. Eléctrica y Computación  
Bibliotecaria

# ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

## FACULTAD DE INGENIERIA DE ELECTRICIDAD Y COMPUTACION

06/03/98  
LIT

Trabajo de graduación :

**“Estudio de Radio-Frecuencia de una Microcelda  
instalada en el Centro Comercial Riocentro Ceibos,  
interconectada a la red Celular de Conecel.”**

Previa a la obtención del Título de :

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD,  
ESPECIALIZACION ELECTRONICA**

Presentada por:

**Paola Galecio Zavala.  
Carlos Crespo Medina.  
Roberto Veintimilla Grijalva.**

GUAYAQUIL-ECUADOR

1998

## AGRADECIMIENTO

Al ING. WASHINGTON MEDINA,

Director de la Tesis, por sus enseñanzas a lo largo de este tópico de graduación.

A la compañía CONECEL y NORTEL junto con su personal, por su ayuda, apoyo, colaboración y todas las facilidades brindadas para la realización de la presente tesis.

## **DEDICATORIA**

A NUESTROS PADRES,  
Por su paciencia y apoyo diario

## **DECLARACION EXPRESA**

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

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL).

Paola Galecio Z.

Carlos Crespo Medina

Roberto Veintimilla Grijalva

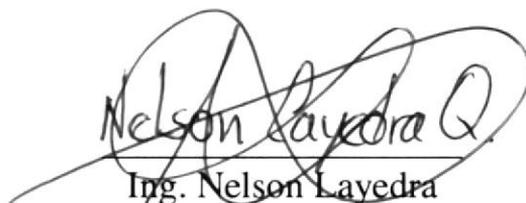
## TRIBUNAL DE GRADO

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Washington Medina', written over a horizontal line.

Ing. Washington Medina  
Director de Tesis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rebeca Estrada', written over a horizontal line.

Ing. Rebeca Estrada  
Miembro del Tribunal

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Nelson Layedra Q.', written over a horizontal line.

Ing. Nelson Layedra  
Miembro del Tribunal

## Resumen

Dada la gran importancia que existe entre los seres humanos de comunicarnos, la ingeniería en telecomunicaciones inventa día a día nuevas formas para transmitir la información de un lugar a otro. Estos avances tecnológicos en ciertas ocasiones presentan problemas, que la misma Ingeniería trata de solucionarlos; tal es el caso del presente proyecto, el cual resuelve el gran problema de no poder comunicarnos a través de la telefonía celular en ciertos lugares de gran afluencia de usuarios, como son los centros comerciales, edificios, estadios, coliseos, etc. Este problema se debe en muchas ocasiones a la falta de cobertura, saturación de los canales de voz, problemas de baja potencia, etc.

Este proyecto trata del ANALISIS Y DISEÑO de la instalación de una MICROCELDA en sitios cerrados de escasa cobertura; para este caso específico, el Centro Comercial Riocentro los Ceibos. La selección de este centro comercial se debió a que en éste no se tenía servicio de Telefonía Celular, cabe recalcar que el centro comercial prestó todas las facilidades de acceso al mismo, para poder conseguir la información necesaria para la realización de este tópico. Gracias a la colaboración que prestaron las compañías NORTEL y CONECEL, se pudo participar en la elaboración del estudio de radiofrecuencia que realizaron en el centro comercial.

El contenido de este tópico comienza con la explicación de un sistema de telefonía celular (CAPITULO I) desde su evolución hasta su funcionamiento, para luego seguir con lo que tiene que ver con el Tráfico de las Comunicaciones Celulares (CAPITULO II). Ya en el CAPITULO III hacemos un análisis más profundo sobre el funcionamiento de las microceldas: sus componentes básicos, organización, descripción de componentes de una estación base de una microcelda, etc.; es decir, todos los conceptos necesarios para una total comprensión de este tópico.

Finalmente, el CAPITULO IV se describe con más detalle el proyecto propiamente dicho. En él se presenta el estudio de campo que se realizó en el centro comercial,

el cual nos ayudó a obtener la información necesaria para poder determinar los niveles de señal que fueron utilizados en el desarrollo del análisis y diseño del sistema, como son: Dimensionamiento de la Microcelda, ubicación de las antenas y de los equipos, y el cableado para las antenas. En los anexos presentamos las tablas y gráficos que resultaron de las pruebas de Radio-Frecuencia realizadas.

# Indice General.

<b>Resumen</b> .....	VI
<b>Indice General</b> .....	VIII
<b>Indice de ilustraciones</b> .....	XII
<b>Indice de tablas</b> .....	XIV
<b>Introducción</b> .....	XV
<b>1 EVOLUCIÓN Y DEFINICIÓN DE LA TELEFONÍA CELULAR</b> .....	<b>1</b>
1.1 <i>INICIOS DEL RADIOMÓVIL</i> .....	1
1.2 <i>EL CONCEPTO CELULAR</i> .....	5
1.2.1 Handoff.....	6
1.2.2 Celdas.....	7
1.2.2.1 Tamaño De La Celda.....	7
1.2.3 Cluster.....	8
1.3 <i>COMPONENTES DE UN SISTEMA CELULAR</i> .....	9
1.3.1 Central de Conmutación.....	10
1.3.2 Estación Base.....	13
1.3.2.1 Fuentes de Alimentación.....	13
1.3.2.2 Equipo De Interfases.....	14
1.3.2.3 Bastidor de Radio.....	14
1.3.2.4 Sistemas de antenas.....	14
1.3.3 Estación Móvil.....	16
1.3.3.1 Potencia De Salida De La Estación Móvil.....	17
1.3.3.2 Unidades Funcionales De La Estación Móvil.....	19
1.3.3.3 Rastreo De Los Canales De Control Por La Estación Móvil.....	20
1.3.3.4 Pre-Programación De Una Estación Móvil.....	20
1.3.3.5 Memoria Dinámica.....	20
1.4 <i>TRANSMISIONES CELULARES</i> .....	21
1.4.1 Transmisión Analógica.....	22
1.4.2 Transmisión Digital.....	22
1.5 <i>MÉTODOS DE ACCESO MÚLTIPLE</i> .....	24
1.5.1 FDMA.....	25
1.5.2 TDMA.....	27
1.5.3 CDMA.....	28
1.6 <i>SISTEMA AMPS</i> .....	29

1.6.1	Canales De Control	32
1.6.2	Frecuencias Celulares	33
1.6.3	Número De Identificación	33
1.7	<i>PLAN DE FRECUENCIAS Y SUS REUSOS</i>	35
1.7.1	CI y ACI	36
1.8	<i>CANALES DE SEÑALIZACIÓN</i>	37
1.8.1	Tonos De Control	38
1.8.2	SAT (Tono De Supervisión De Audio)	38
1.8.3	ST (Tono De Señalización)	39
1.9	<i>EXPANSIÓN CELULAR, PLAN DE EXPANSIÓN SUCESIVA</i>	39
1.9.1	Protección Contra Interferencia De Canales	40
<b>2</b>	<b>TRÁFICO EN LA TELEFONÍA CELULAR</b>	<b>42</b>
2.1	<i>MEDIDAS DE TRÁFICO</i>	42
2.1.1	Características del tráfico	43
2.1.1.1	Variaciones de tiempo de retención de llamada	43
2.1.1.2	Variaciones de horario	43
2.1.1.3	Variaciones diarias	44
2.1.1.4	Variaciones de temporada	44
2.1.1.5	Variaciones a largo plazo	44
2.1.2	Variación Del Tráfico Diario	44
2.2	<i>UNIDAD DE TRÁFICO</i>	46
2.2.1	Erlangs	46
2.2.2	Centi-Call Second (CCS)	47
2.2.3	Cálculo De La Capacidad De Trafico De La Celda	47
2.3	<i>INTERVALOS DE TRÁFICO</i>	48
2.3.1	Hora Ocupada Semana A Semana	48
2.3.2	Hora Ocupada Día A Día	49
2.3.3	Distribución Del Tráfico En Las 24 Horas	50
2.3.4	Hora Ocupada (Bh)	51
2.4	<i>ANOMALÍAS DEL TRÁFICO</i>	52
2.5	<i>CARGA DE TRÁFICO</i>	53
2.5.1	Grado De Servicio (GOS)	54
2.6	<i>TABLAS DE ERLANGS</i>	55
2.6.1	Tabla De Erlangs-B	55
2.6.2	Tabla De Erlangs-C	56
2.6.3	Tabla De Poisson	56
2.7	<i>CASOS DE TRÁFICO</i>	58
2.7.1	Supervisión De Llamada	59
2.7.1.1	Relación De Señal/Ruido En SAT	59
2.7.1.2	Intensidad De Señal En Radio Frecuencia (RF)	60
2.7.2	Procesamiento de Llamadas	60
2.7.3	Regulación De Tráfico	63
2.8	<i>SEÑALIZACIÓN DE DATOS ENTRE UNA ESTACIÓN MÓVIL Y UNA ESTACION BASE</i>	64
2.8.1	Canal De Control Hacia Adelante (FOCC)	65
2.8.2	Canal De Control Hacia Atrás (RECC)	66
2.8.3	Canal De Voz Hacia Adelante (FVC)	67
2.8.3.1	Mensajes FVC	68
2.8.4	Canal De Voz Hacia Atrás (RVC)	69
2.8.4.1	Mensajes RVC	69

<b>3</b>	<b>MICROCELDAS .....</b>	<b>70</b>
3.1	<i>COMPONENTES BÁSICOS DE LA MICROCELDA.....</i>	<i>71</i>
3.2	<i>ORGANIZACIÓN DE LA MICROCELDA.....</i>	<i>72</i>
3.3	<i>DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES DE UNA ESTACIÓN BASE DE MICROCELDA.....</i>	<i>73</i>
3.3.1	TRU.....	75
3.3.2	Matriz De Antena / Oscilador Máster Del Compacto Simplex (AMO) Y Matriz De Antena Modificada (MAM).....	76
3.3.3	Unidad De Suministro De Poder (APS) Y Alarmas.....	77
3.3.4	Ensamblaje Del Ventilador.....	80
3.4	<i>DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL CSI.....</i>	<i>80</i>
3.4.1	Convertidor De Poder AC/DC.....	81
3.4.2	Convertidor De Poder DC.....	81
3.4.3	Interfase DS1.....	81
3.4.4	Puerto Digital Del Modulo Remoto (RMDP).....	81
3.4.5	Procesador De Control Del Modulo Remoto (RMCP).....	81
3.4.6	Switch En Tiempo Del Modulo Remoto (RMTS).....	82
3.4.7	Alarma Del Compacto Y Unidad De Control (CACU).....	82
3.5	<i>SISTEMAS DE ANTENAS.....</i>	<i>83</i>
<b>4</b>	<b>DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>84</b>
4.1	<i>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</i>	<i>86</i>
4.1.1	Áreas donde se dará el servicio.....	86
4.1.2	Análisis de tráfico en el centro comercial.....	88
4.1.3	Dimensionamiento De La Microcelda.....	88
4.1.4	Ubicación De Las Antenas.....	90
4.1.5	Ubicación De Equipos.....	91
4.2	<i>CABLEADO PARA LAS ANTENAS.....</i>	<i>91</i>
4.2.2	Sistema de Microondas.....	92
4.2.3	Interferencia.....	93
4.2.4	Canal De Control.....	93
<b>5</b>	<b>COSTOS.....</b>	<b>96</b>
5.1	<i>Recursos.....</i>	<i>96</i>
5.1.1	Recursos Materiales.....	96
5.1.2	Recursos Humanos.....	99
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>100</b>
	<b>ANEXO 1.....</b>	<b>102</b>
	Posición actual de las antenas en el CenComercial.....	103
	Recorrido definitivo posición A1.....	106
	Recorrido definitivo posición A2.....	114
	Recorrido definitivo posición A3.....	120
	Recorrido definitivo posición B2.....	125

Recorrido definitivo posición B3 .....	132
Recorrido definitivo posición B4 .....	141
<b>Anexo 2</b> .....	147
<b>Glosario</b> .....	148
Enlace de Microondas entre Riocentro Ceibos y el Cerro de Mapasingue.....	156
Patrón de irradiación de las antenas.....	160
Fotografías del equipo usado para realizar el estudio de RF.....	162
Modelo de Microcelda instalada en el Centro Comercial.....	165
<b>Bibliografía</b> .....	166

## Índice de Ilustraciones

<b>Fig 1-1</b>	Operación unidireccional.....	18
<b>Fig 1-2</b>	Conexión con la PSTN.....	19
<b>Fig 1-3</b>	Sistema de radio móvil con operador.....	20
<b>Fig 1-4</b>	Arquitectura del sistema celular.....	21
<b>Fig 1-5</b>	El Handoff es transparente al usuario.....	22
<b>Fig 1-6</b>	Custers aconsejable a usar es $N=7$ .....	25
<b>Fig 1-7</b>	Comunicación entre centrales y abonados.....	26
<b>Diagrama de flujo.....</b>		<b>28</b>
<b>Fig 1-8</b>	Componentes de una estación base.....	29
<b>Fig 1-9</b>	Enlace hasta la estación móvil.....	32
<b>Fig 1-10</b>	Componentes de una estación móvil.....	34
<b>Fig 1-11</b>	FDMA.....	41
<b>Fig 1-12</b>	TDMA.....	43
<b>Fig 1-13</b>	CDMA.....	44
<b>Fig 1-14</b>	Espectro de la banda celular.....	47
<b>Fig 1-15</b>	Sub-celdas para disminución de tráfico.....	52
<b>Fig 1-16</b>	C/I.....	53
<b>Fig 2-1</b>	Variación del trafico diario.....	60
<b>Fig 2-2</b>	Triángulo de conversión de unidades.....	62
<b>Fig 2-3</b>	Hora ocupada semana a semana.....	65
<b>Fig 2-4</b>	Horas ocupadas día por día.....	66
<b>Fig 2-5</b>	Distribución del trafico.....	67
<b>Fig 2-6</b>	Llamada originada de red fija a celular.....	77
<b>Fig 2-7</b>	Llamada originada de celular a red fija.....	77
<b>Fig 2-8</b>	Realización del Handoff.....	78
<b>Fig 2-9</b>	Terminación de llamada de red fija a móvil.....	78
<b>Fig 2-10</b>	Terminación de llamada de un móvil a red fija.....	79
<b>Fig 2-11</b>	Formato de flujo de datos FOCC.....	82
<b>Fig 2-12</b>	Formato de flujo de datos RECC.....	82
<b>Fig 2-13</b>	Formato del FVC.....	84
<b>Fig 3-1</b>	Configuración del sistema de la microcelda.....	88
<b>Fig 3-2</b>	Componentes de un MBS.....	89
<b>Fig 3-3</b>	Diagrama de bloques de la MBS.....	90
<b>Fig 3-4</b>	El radio TRU.....	91
<b>Fig 3-5</b>	El CSMO es un proveedor de estabilidad de señal.....	92
<b>Fig 3-6</b>	Diagrama de bloques del CSI.....	96
<b>Fig 3-7</b>	Sistemas de antenas.....	99

<b>Fig 4-1</b>	Diagrama de bloque de la microcelda de Riocentro Ceibos.....	106
<b>Fig 4-2</b>	Canales de control de la banda A.....	110
<b>Fig 4-3</b>	El CSI.....	111

## Indice de Tablas

<b>Tabla 1-1</b>	Pasos de atenuación.....	34
<b>Tabla 1-2</b>	Cuadro comparativo entre transmisión analógica y digital.....	40
<b>Tabla 2-1</b>	Trafico en Erlang.....	69
<b>Tabla 2-2</b>	Comparación de modelos de tablas.....	74
<b>Tabla 4-1</b>	Posición de las antenas.....	103
<b>Tabla 5-2</b>	Dimensionamiento de la microcelda.....	105
<b>Tabla 4-3</b>	Ubicación de las antenas.....	106
<b>Tabla 4-4</b>	Longitudes de cables para calcular las perdidas.....	108
<b>Tabla 4-5</b>	Cuadro de interferencias.....	111
<b>Tabla 5-1</b>	Equipos de RF.....	113
<b>Tabla 5-2</b>	Micro estación base.....	113
<b>Tabla 5-3</b>	CSI.....	114
<b>Tabla 5-4</b>	Costo total de equipos.....	113

## **Introducción**

La telefonía móvil celular es un servicio público de telecomunicaciones cuyo primordial objetivo es facilitar la comunicación entre usuarios adscritos al sistema sin imponer ningún tipo de restricción en cuanto a ubicación y desplazamiento de los mismos.

La tecnología celular constituye el avance más importante dentro de la industria de las telecomunicaciones, la misma que avanza rápidamente y que esta a la vanguardia del desarrollo.

Como es de conocer, celular digital no es sinónimo de pureza en la calidad de voz. Ciertos analistas del mundo de la tecnología celular aseguraban que para el año 2000, 700.000 clientes se suscribirían al sistema, hoy en día solo en USA esa cantidad de subscriptores se da mensualmente. Este cambio a sistema digital fue realizado con el único propósito de brindar un servicio de buena calidad pero con el triple de clientes que en el sistema analógico.

En el mundo entero no existe un sistema celular perfecto, que no presente interferencia, que no se encuentre bloqueado, que no presente caídas de llamadas y que además dentro de grandes zonas de cobertura no se de la presencia de agujeros. Debido a esto muchas compañías hacen gran cantidad de inversiones con el objetivo de dar un excelente servicio, y un ejemplo sin duda son las “Microceldas” las cuales a bajo costo proporcionan soluciones para cubrir aquellos espacios sin cobertura o también para resolver problemas de tráfico, dentro de coberturas donde trabajan las macroceldas.

El presente proyecto tiene la finalidad de proporcionarle a usted un conocimiento más claro de cómo se realiza un estudio de radiofrecuencia dentro de centros comerciales, edificios, túneles, hoteles, etc., es decir espacios cerrados donde las macroceldas tiene difícil acceso.

# CAPITULO I

## *1. Evolución y definición de la Telefonía Celular*

En su moderna tecnología la telefonía celular utiliza como medio de propagación el aire obviando el empleo de conexiones físicas como el uso del cable. A este servicio se le denomina móvil ya que permite el desplazamiento del suscriptor o usuario mientras se esta desarrollando una llamada. Usted habla mientras se encuentra en movimiento sin necesidad de estar conectado a un cable.

La palabra celular obedece a la forma como se diseña y planean los sistemas, que consiste en la división de la zona de cobertura en pequeñas porciones llamadas células o celdas. Estas células conforman una estructura similar a la de un panal de abejas, en donde las células o celdas son las unidades estructurales básicas, de ahí que el sistema se denomine celular.

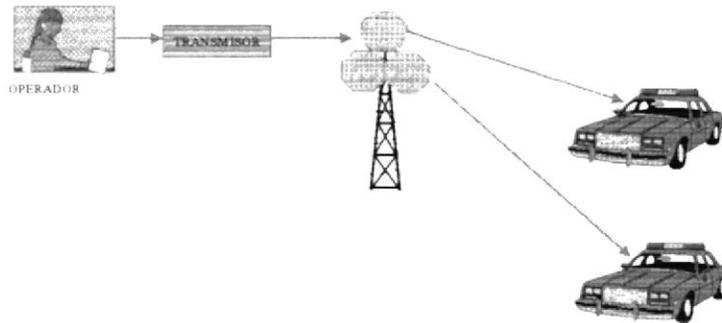
Las celdas se encargan de transmitir las comunicaciones de los usuarios. La zona de cubrimiento de cada célula se denomina "área de cobertura". Las celdas están enlazadas entre sí y a su vez con una central telefónica celular.

### *1.1. Inicios del Radiomóvil*

En la década de los 20 el departamento de policía de Detroit, llevo a cabo experimentos con radios transmisores unidireccionales a las patrullas de policía; una vez recibida una llamada el policía se detenía en un teléfono para responder dicha llamada.

Operación muy similar a los sistemas actuales de bipper (radiolocalizador), con la diferencia de que estos eran muy voluminosos y requerían de mucha energía. Se intentó utilizar la comunicación de voz y el telégrafo, pero no se pudo lograr un

modo de comunicación confiable. Luego de presentado este sistema, fue cerrado ya que no fue bien utilizado y no soportaba inconvenientes del ambiente móvil. La figura 1-1 nos muestra claramente de manera gráfica lo que se está mencionando.



**Fig. 1-1 Operación Unidireccional**

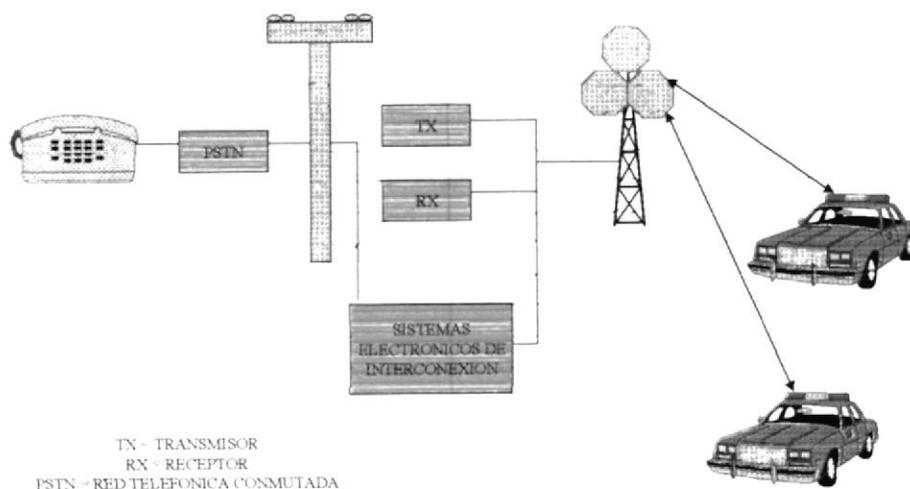
En la década de los 30 en Nueva Jersey se instaló el primer sistema operativo bidireccional en las patrullas, cuyo sistema creció con gran rapidez, aunque sus equipos seguían siendo muy voluminosos.

La suma de la comunicación bidireccional fue un avance en la tecnología, pero había problemas de tipo técnico. Los radio móviles presentaban desvanecimientos, obstrucción y otras degradaciones de la señal.

Con los avances tecnológicos, el equipo móvil redujo su tamaño convirtiendo este sistema en algo común para la policía, bomberos, compañías de transporte, etc.

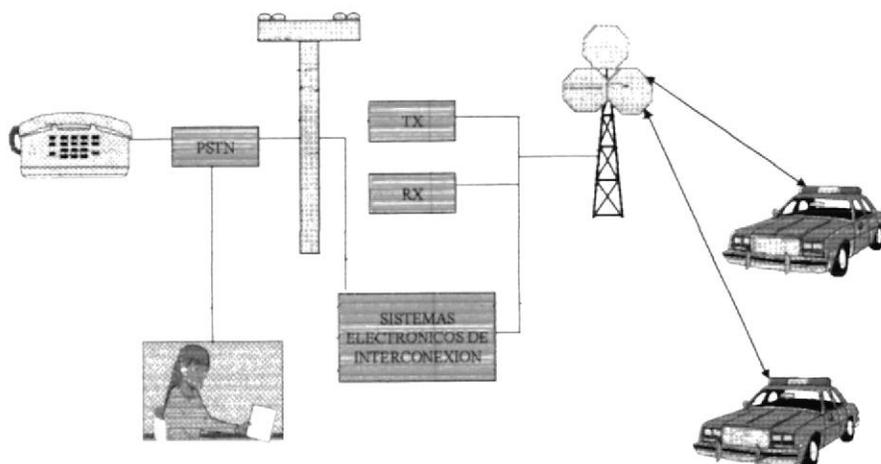
Para dar mayor flexibilidad al sistema, los ingenieros diseñaron una forma de conectar el transmisor y el receptor de la estación base a la línea telefónica. En ese momento, el equipo de la estación base era un radiotransmisor, un radiorreceptor y los componentes electrónicos que conectaban a un sistema telefónico de línea

terrestre. El equipo de radio se había unido con el sistema telefonico de linea terrestre. Esto lo podemos observar en la fig. 1-2.



**Fig 1-2 Conexión con la PSTN**

Un operador de telefonía móvil fue agregado al sistema interconectado PSTN naciendo así el primer sistema de telefonía móvil (MTS). El sistema funcionaba tomando la voz del hablante de la línea terrestre y enviándola a la compañía telefónica local o a la red pública telefónica conmutada (PSTN). La PSTN realizaba la conexión con el transmisor de la estación base. El transmisor llevaba el audio de la línea terrestre por un radio hacia el receptor de la unidad móvil. El usuario de la unidad móvil transmitía su voz al receptor de la estación base. Luego, este audio se enviaba a la PSTN y después al auricular de línea terrestre. Las conexiones físicas y la marcación las realizaba el operador del servicio móvil en la PSTN. Como se muestra en la figura 1-3

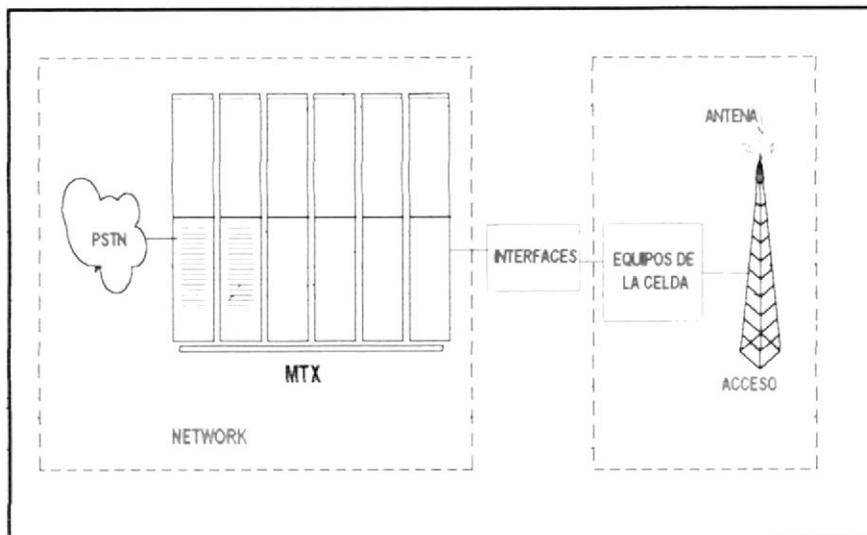


**Fig. 1-3 Sistema de radio móvil con operador**

La FCC (Federal Communication Commission) permitió que la AT&T instale el primer servicio de MTS. El sistema requería que el operador móvil colocara las llamadas y únicamente se soportaba la operación de presionar para hablar (push-to-talk), es decir una de las partes podía hablar a la vez (figura anterior). La operación totalmente dúplex (transmitir y recibir al mismo tiempo) fue posible hasta la siguiente generación de teléfonos móviles.

A mediados de 1960 surge el servicio mejorado de telefonía móvil (imts, improved mobile telephone service) que ofrece acceso a la red telefónica sin necesidad de “oprimir para hablar”, que introduce: sistemas selectores de canales automático; operación dúplex mediante dos canales y sistemas de radio más potentes (transmisores de 125-250 watt) con una zona de separación para la reutilización de frecuencia de 50-100 millas; operaban seleccionando el primer canal disponible para la transmisión de los 44 canales asignados en las bandas de 35-44 mhz, 152-158 mhz y 454-512 mhz.

Los conceptos claves de radio celular fueron descubiertos por los investigadores en los laboratorios Bell al menos hace 40 años pero a causa de la complejidad necesaria en el equipo móvil y la red de comunicación no había sido posible su implementación. En 1978, AT&T (American Telephone & Telegraph) desarrollo una propuesta técnica para el uso eficiente del espectro de comunicaciones celulares en la porción de 800-900 Mhz y realizó la primera demostración en la ciudad de Chicago; subsecuentemente formo el servicio de telefonía móvil avanzado (AMAS) pero fue en 1981 que la FCC finalmente asigna 666 canales de radio divididos en dos portadoras, para la explotación comercial del sistema antes mencionado. La fig. 1-4 nos muestra la arquitectura del sistema celular.



**Fig. 1-4** Arquitectura del sistema celular

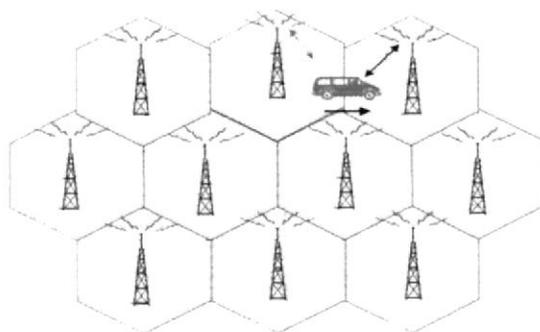
## ***1.2. El Concepto Celular***

El servicio móvil tradicional estaba estructurado en forma similar al sistema de transmisión de televisión. Un transmisor de gran potencia localizado en el punto más

alto de un área, realizaba transmisiones en un radio hasta de 50Km. El concepto celular estructuró la red telefónica móvil en una forma muy diferente. En lugar de utilizar un transmisor de gran potencia, se instalaron numerosos transmisores de menor potencia por toda el área de cobertura. Por ejemplo, al dividir una región en 100 áreas diferentes con transmisores de baja potencia que utilizaban 12 canales cada uno, la capacidad del sistema pudo aumentarse de 12 canales (un transmisor de gran potencia) a 1200 canales (100 transmisores de baja potencia), permitiendo así dar este servicio a un mayor número de usuarios.

### 1.2.1 Handoff

El obstáculo final en el desarrollo de la red celular era superar el problema que se creaba cuando un teléfono móvil se trasladaba de un área a otra durante una llamada. Ya que las áreas adyacentes no utilizan los mismos canales de radio, una llamada debe desconectarse o transferirse desde un canal de radio a otro cuando un teléfono móvil cruza la línea entre las áreas. Desconectar la llamada no era una opción aceptable por lo que se creó el proceso de handoff. En el handoff, la red de telefonía móvil transfiere automáticamente la llamada de un canal de radio a otro a medida que un teléfono móvil cruza las celdas adyacentes. Ver figura 1-5



**Fig. 1-5 El Handoff es transparente al usuario**

## 1.2.2 Celdas

Suele dárseles forma hexagonal pero solamente para simplificar la planeación y diseño de un sistema celular, ya que de esta manera se evita el solapamiento entre ellos, por lo que una forma circular se aproxima más al área de cobertura ideal de potencia, pero la forma real de la celda guardará cambios de dualidad de las condiciones que prevalezcan.

La celda puede ser definida por:

- El tamaño físico
- El tamaño de su población y patrones de tráfico

Siendo este último el que determinará el subconjunto fijo de canales de radio que dispondrá.

### 1.2.2.1 Tamaño De La Celda

La longitud promedio de las celdas oscila entre 0.5 y 50 Km, generalmente es mayor en áreas rurales porque existe menor cantidad de suscriptores en comparación con el área urbana. La extensión del área de cobertura de una estación base depende principalmente de los siguientes factores:

- Potencia de salida del radio transmisor
- Banda de frecuencia usada
- Altura y posición de la torre de la antena
- El tipo de antena
- Topografía del área

- Sensitividad del radio receptor

En sistemas convencionales, la cobertura más eficiente se obtiene desde un sitio elevado, combinado con una gran potencia de salida. Esta aproximación, como se vera después, no puede ser usada en sistemas celulares, excepto en áreas donde se requiere la baja densidad de tráfico. Normalmente, se emplean de manera común dos tipos de antenas (determinando el tipo y tamaño de celda):

- Antena omnidireccional, transmitiendo igualmente en todas direcciones y cubriendo típicamente un área con radios de 15Km aproximadamente.
- Antenas direccionales, concentrado la potencia radiada en sectores de 120 grados, cada una cubriendo una distancia de 2 a 4 km.

Si se ajusta la potencia de salida en los transmisores en la estación base, la cobertura puede ajustarse siempre que se requiera. Actualmente las celdas más pequeñas en algunos países poseen un radio de unos 500 mts.

Las ondas de radio transmitidas desde una estación base tienden a propagarse en una dirección de línea de vista recta a través del aire. Esto significa que una estación móvil localizada detrás de un gran obstáculo, como montañas, en un túnel, etc., podría encontrarse temporalmente en la “sombra de radio”.

Las grandes construcciones en las ciudades son sin embargo, no tan críticas, gracias a las propiedades de reflexión de las ondas de radio en la banda de los 900Mhz, de igual manera, el gran número de pequeñas celdas usualmente empleadas en áreas con alta densidad de tráfico, las cuales proporcionan un buen relleno de “espacios” y “sombras”.

### 1.2.3 Cluster

Un cluster es un grupo de celdas con diferentes frecuencias. Existen cluster de  $N=1$ ,  $N=4$ ,  $N=6$ ,  $N=7$ ,  $N=12$ . Ningún canal vuelve a utilizarse dentro de un cluster.

Ver figura 1-6

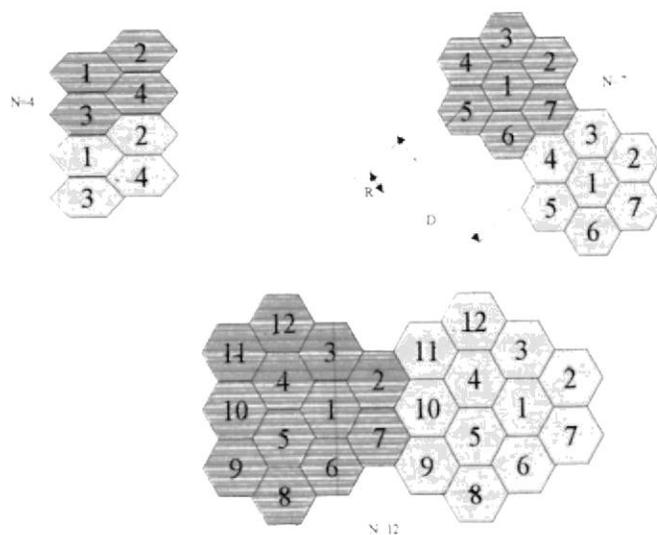


Fig. 1-6 El Clusters aconsejable a usar es N=7

### 1.3 Componentes de un Sistema Celular

Un sistema se compone de varios elementos cuyo funcionamiento es conjunto y los conlleva a un mismo objetivo que para nuestro caso es proporcionar el servicio de telefonía con una serie de características que lo distinguen de otros. Sus componentes más importantes son:

- La Central de Conmutación, también conocida como  
MTX Mobile Telephone Exchange.  
MSC Mobile Service Center.  
MTSO Mobile Telephone Service Office o simplemente Switch.
- La(s) Radiobase(s) o Estaciones Base.

- Los Teléfonos Celulares también conocidos como  
Equipo Terminal  
Unidades Móviles

Los enlaces o medios de transmisión que sirven para unir o enlazar los componentes del sistema. Un sistema de telefonía celular por definición funciona en interconexión con la Red de Telefonía Pública Conmutada (PSTN), por lo que no forma parte integral del mismo, pero es considerado como un elemento más de su operación. Ver figura 1-7

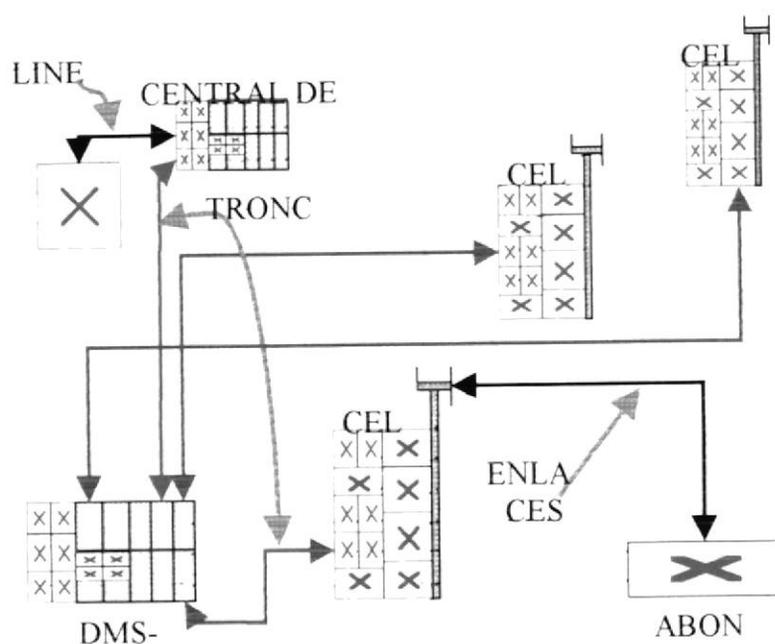


Fig. 1-7 Comunicación entre centrales y abonados

Ahora explicaremos con más detalle acerca de cada uno de sus elementos.

### 1.3.1 Central de Conmutación.

Es la parte más importante del sistema celular en cuanto a que es, quien controla todo su funcionamiento.

Se compone de dos grandes sistemas:

- Sistema de computación.
- Sistema de procesamiento de datos.

Actualmente existen dos versiones de central celular:

- MTX o central celular convencional.
- MS MTX de baja capacidad, comúnmente denominada Miniswitch.

Las grandes tareas o funciones que realizan las centrales son:

- Manejo y control de cada uno de los otros elementos del sistema es decir, Radiobases, Unidades Móviles, Enlaces.
- Establecimiento y supervisión de llamadas en las que intervienen suscriptores celulares.
- Elaboración, procesamiento y almacenaje de la información relativa a su propio funcionamiento así como la referente a la actividad del resto de los elementos, teniéndose una mayor cantidad en la parte correspondiente a las llamadas (números de suscriptor, duración origen y destino, etc.). Con el fin de utilizarla en tiempo real o a través de un postproceso.

Existe en una área determinada o de cobertura la presencia de “señal” celular, que la RB proporciona permanentemente a través del “canal de control”, los teléfonos que se encuentren dentro de esa área, encendidos y programados en la banda ya sea A o B, automáticamente se sintonizarán a dicho canal por lo que estarán en posibilidades de usarlo para transmitir/recibir a través de él.

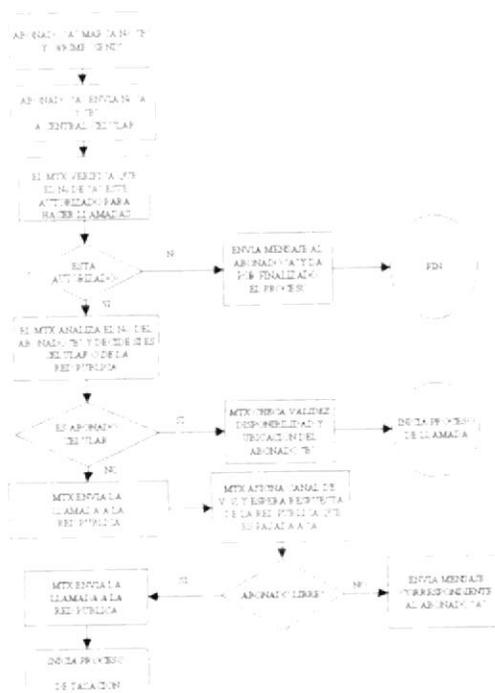
El canal de control es utilizado por el MTX para intercambiar información con los teléfonos celulares, la radiobase actúa únicamente como medio de enlace entre ambos.

Con la información recibida de cada teléfono, el MTX se entera de su presencia y además compara los datos de identificación de cada aparato con los que él tiene registrados o dados de alta como propios, de casa o “homers”, en caso de coincidir son clasificados como activos o disponibles.

Cuando no coinciden son verificados respecto a una tabla de “visitantes autorizados” y si resultan aprobados se les asigna un número de casa y también son clasificados como activos visitantes o roamers. En caso de no aparecer en ninguno de los dos grupos su presencia es ignorada y el MTX no realiza registro alguno.

A continuación explicaremos cómo se establece una llamada generada por un teléfono celular, para lo cual nos basaremos en el diagrama de flujo y en las siguientes consideraciones:

Cuando un usuario desea hacer una llamada, en este caso abonado “A”, lo primero que hace es marcar el número al que desea llamar o abonado “B” y oprimir “SEND” con ésta acción el teléfono transmite al MTX a través del canal de control la información indicada anteriormente y se establece el procedimiento descrito en el siguiente diagrama de flujo.



### 1.3.2 Estación Base

El termino estación base celular se utiliza para referirse a la ubicación física del equipo de radio que proporciona cobertura dentro de una celda. Una lista de Hardware ubicada en una estación base celular incluye lo siguiente:

- Fuente de Alimentación.
- Equipo de Interfases (equipo común)
- Transceptores de frecuencia de radio
- Sistemas de antena.

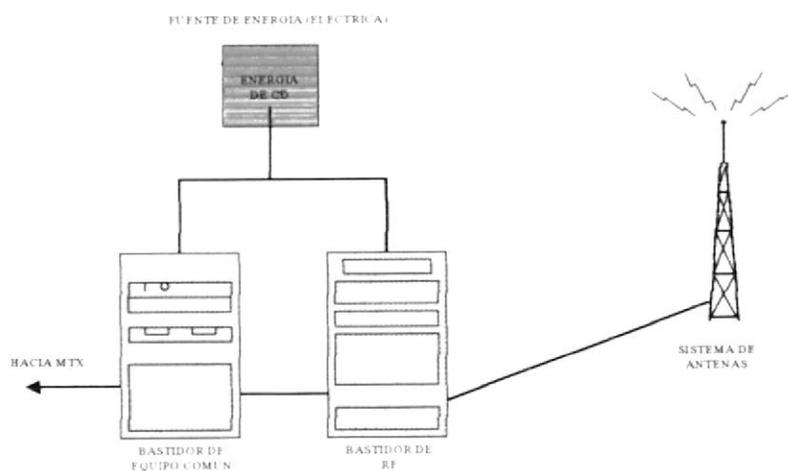


Fig. 1-8 Componentes de una estación base

#### 1.3.2.1 Fuentes de Alimentación

Las fuentes de alimentación suministran al equipo en la estación base celular la energía necesaria para su funcionamiento adecuado. Por ejemplo las estaciones base

urbanas utilizan energía eléctrica de CA. Con sistemas de baterías de respaldo, mientras que algunas áreas rurales pueden utilizar generadores

### **1.3.2.2 Equipos de Interfases.**

El equipo de interfases es responsable de comunicarse con los transmisores de radio y asegurar una interfases confiable de mensajes entre el canal de radio y la central de multiplexación digital. El equipo común también contiene equipo para monitoreo de la estación base celular

### **1.3.2.3 Bastidor de Radio.**

La sección del transmisor del transceptor prepara la señal de información en un formato adecuado para su transmisión. La señal se recibe desde las antenas y la sección del receptor decodifica la señal a un formato mas comprensible a partir del cual la información puede extraerse fácilmente.

### **1.3.2.4 Sistemas de antenas**

Los sistemas de antenas son responsables de transmitir/recibir las ondas de radio. EL tipo de sistema de antena que se utiliza es un factor determinante en el tamaño y ubicación del área de cobertura

Una radiobase realiza en esencia las siguientes funciones:

- Mantener permanentemente una cobertura de señal celular en una área determinada por medio de la presencia del canal de control a fin de permitir la comunicación MTX-Móviles.
- Proporcionar canales de voz a los móviles cuando se establecen comunicaciones entre éstos o hacia/desde la RTPC.

Los componentes básicos de una radiobase son los siguientes:

- Canales, transreceptores o unidades de radio.
- Interfaz para interconexión con el MTX.
- Equipo asociado para transmisión/recepción (antenas, combinadores acopladores o multiplexores, guía de onda, etc.).

Las radiobases pueden ser clasificadas de varias formas en función de sus características:

- Por su tipo de cobertura.
  - Omnidireccional.
  - Sectorial
  - Omni/sectorial
- Por su tecnología.
  - Análogicas (hardware compacto / no compacto).
  - Digitales.

Cada radiobase y de acuerdo al tipo de cobertura da servicio a una o más áreas denominadas células, las cuales en función de su tamaño se clasifican en:

- Macrocela.
- Microcela.
- Minicela.

Las radiobases se dimensionan básicamente de acuerdo a dos parámetros:

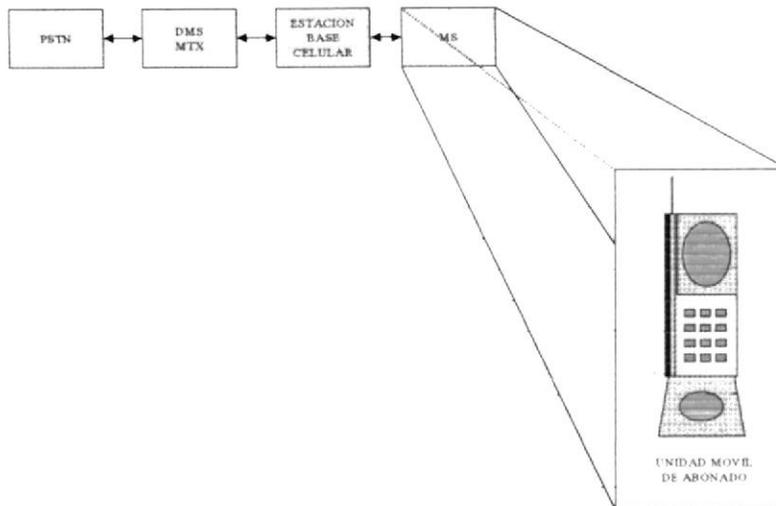
- Cobertura.

- Capacidad de usuarios.

Cabe mencionar que existen otros equipos complementarios a las radiobases y cuya función es únicamente modificar y/o ampliar su cobertura, por lo que se denominan **repetidores celulares**.

### 1.3.3 Estación Móvil

Al equipo del abonado móvil se le llama estación móvil (MS). Las estaciones móviles son construidas por un número de fabricantes independientes. Esto es porque el diseño de las estaciones móviles y las facilidades del abonado implementadas en ellos puede variar. Ver figura 1-10



**Fig. 1-9 Enlace hasta la estación móvil.**

Las estaciones móviles pueden ser usadas para diferentes aplicaciones tales como:

La estación móvil instalada en un auto.

Transportable.- Es decir que puede ser llevada a mano.

Esto es a menudo un doble papel, que puede ser usado como un teléfono móvil instalado en un carro pero también puede ser fácilmente removido para ser llevado por ejemplo, en una maleta o simplemente llevado a la mano cuando se necesita

Manual.- Una pequeña unidad portable con baja potencia de salida.

Permanentemente.- Usados como sustituto de teléfonos ordinarios en lugares remotos fuera del área PSTN, pero con una cobertura celular determinada.

Usados como teléfonos públicos.- Usados en trenes, embarcaciones, etc.

Esto requerirá de información de tasación que se enviará en el canal de radio de voz.

### **1.3.3.1 Potencia De Salida De La Estación Móvil.**

Se emplean niveles de potencia bajos en estaciones móviles, comparados con la estación base. Gracias a la diversidad de avanzados sistemas receptores en la estación base, se puede aceptar señales de nivel bajo recibidas desde las estaciones móviles.

La máxima potencia de salida es de alrededor de 3W para la estación móvil instalada en el carro y alrededor de 1W para el teléfono manual. La estación móvil en el acceso a MSC, envía su marca de clase de estación (SCM), la cual indica su máxima potencia de salida disponible.

Todas las estaciones son informadas en el canal de control acerca del nivel de potencia inicial que deben usar.

En celdas pequeñas la potencia debe de ser menor que en las celdas mayores. Esto es muy importante para el reuso de frecuencias, porque dos celdas usando las misma frecuencia en una configuración de celda pequeña, están muy cerca la una de la otra y puede originarse fácilmente la interferencia de canales.

Durante una conversación en progreso, la estación móvil puede ser requerida por la estación base para subir o bajar su potencia de salida. Esto es porque la estación

móvil puede estar, en algún momento lejos de la estación base la cual cubre la conversación, y en otro momento se puede mover cerca de la estación base.

Por estas razones la estación móvil puede atenuar automáticamente su nivel de potencia máxima en 8 pasos:

Tabla 1-1 Pasos de atenuación:

Paso	Nivel de Atenuación
0	No atenuado es decir 3(para una estación móvil instalada en el auto)
1	4 dB
2	8 dB
3	12 dB
4	16 dB
5	20 dB y en 30mW
6	24 dB
7	28 dB y en 5 mW

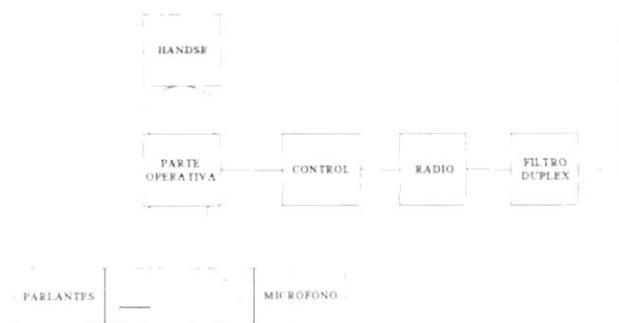


Fig. 1-10 Componentes de una estación móvil.

### 1.3.3.2 Unidades Funcionales De La Estación Móvil

- La estación móvil es controlada a través de un microprocesador, el cual es propio del fabricante.
- La parte operacional contiene un teclado (push-button) y una pantalla (display) para los dígitos marcados. La sensibilidad de las teclas marcadas y la operación del display de cristal líquido son manejados por el microprocesador antes mencionado.
- La parte de control, la cual está también basada en un microprocesador, maneja las siguientes tareas:

Control de la parte de radio tal como la selección de canal, inicio del transmisor, apertura de una trayectoria de canal, decisión acerca de cuando el SAT puede o no ser introducido en un bucle, etc.

La comunicación con la parte operacional.

- La parte de radio (transmisor, receptor y amplificador de potencia), cuyas funciones son de manera muy similar a la parte de radio en las estaciones base.
- Filtro Dúplex, que es usado para transmisión y recepción simultáneas vía la misma antena en la trayectoria de radio.
- Bocina y micrófono adicionales pueden ser instalados para la operación a manos libres.

### **1.3.3.3 Rastreo De Los Canales De Control Por La Estación Móvil**

Con el objeto de sintonizar el mejor canal de control, la estación móvil debe buscar a través de los canales de control existentes. El rastreo puede ser iniciado porque la unidad lógica de la estación móvil automáticamente inserta el primer número de canal de control en el generador de frecuencia.

El receptor detectará si la calidad de recepción es buena. Si no, el rastreo continuará de manera que el próximo canal pueda ser seleccionado, etc, Hasta que se han tratado con los 21 canales de control. Por supuesto, uno de los canales de control debe tener buena calidad, de otra forma la estación móvil está fuera del radio de cobertura.

El tiempo para sintonizar de un canal a otro, también llamado tiempo de conmutación de canal, es aproximadamente de 20 mseg. para los canales adyacentes lo cual es el caso cuando los canales de control son rastreados. El tiempo correspondiente a los canales no adyacentes es de 40 mseg.

### **1.3.3.4 Pre-Programación De Una Estación Móvil.**

Entre las partes de información, que deben ser pre-programadas antes de la instalación de la estación móvil, las más importantes son:

El número de la estación móvil (MSNB) el cual es siempre el número de identidad usado en la trayectoria de radio. El MSNB está dividido en dos partes: 3 dígitos más significativos y 7 dígitos menos significativos.

### **1.3.3.5 Memoria Dinámica.**

La Memoria Dinámica (lectura/escritura) significa que la información contenida puede ser cambiada por el programa del microprocesador. Esto significa también que

cuando la estación móvil esta en OFF y fuera de uso por más de 24 horas, la información será borrada. La memoria se actualiza continuamente con los datos recibidos desde el MSC.

Las acciones de la estación móvil serán determinadas por estos datos, aquí se dan algunos ejemplos:

- Envío del número de serie.
- Envío solo de 7 dígitos como el número de la estación móvil.
- Uso del nivel de potencia inicial específico durante el acceso.

#### ***1.4 Transmisiones Celulares.***

Con el aumento del volumen del mercado y el número de usuarios adscritos al sistema de telefonía móvil celular, la modernización de estos sistemas ha sido el objetivo del vertiginoso desarrollo que han presentado. Así pues, el proceso de miniaturización de las terminales o teléfonos no se detiene; existen en la actualidad, teléfonos móviles cuyo peso es inferior a 200 gramos.

Por otra parte hay que recordar que los teléfonos móviles iban instalados en los automóviles u otros vehículos ahora el teléfono de bolsillo es e que se impone.

De igual forma el peso de la tecnología celular analógica (que sin embargo algunos operadores actualmente utilizan), a la tecnología digital a proporcionado una capacidad 5 a 10 veces mayor que la anterior, extendiendo la cobertura a amplias zonas geográficas y mejorando notablemente la calidad en el servicio (en un teléfono bajo sistema digital es casi imposible interferir o interceptar una llamada). Podemos decir entonces que el sistema de transmisión celular puede ser analógico o digital.

### **1.4.1 Transmisión Analógica.**

Hace referencia a la onda radial por la cual se transmite y es una señal frágil y transmitida a baja potencia desde los inicios de la telefonía celular la transmisión ha sido analógica. Este sistema produce una onda similar a aquella que produce la voz humana. En el sistema análogo, una conversación ocupa totalmente un canal y limita la capacidad de procesar llamadas simultáneamente.

Las ondas de radio análogas se distorsionan fácilmente por factores naturales (lluvia), o por obstáculos (árboles, estructuras, líneas electrónicas), que ocasionan pérdidas de la calidad y llamadas perdidas. Estas redes no pueden ser ampliadas.

Los laboratorios Bell experimentaron la multiplexación por división de frecuencias FDM. Este proceso divide un medio de transmisión en bandas de frecuencias separadas en donde cada banda transporta una conversación. Sin embargo, existen problemas con este método ya que hay demasiado ancho de banda limitando así el número de conversaciones que pueden transportarse

### **1.4.2 Transmisión Digital.**

Se implementó luego una nueva técnica de transmisión para aumentar la eficiencia de los sistemas de transmisión de voz. Esta técnica se denomina multiplexación por división de tiempo (TDM). Este método de multiplexación divide la capacidad de un medio de transmisión en ranuras de tiempo. A cada ranura de tiempo se le asigna un canal o una conversación.

Los laboratorios Bell empezaron a desarrollar una forma de dividir un medio de transmisión en ranuras de tiempo e insertar la voz (o datos) en dichas ranuras. De esta manera nació el T1. El T1 codifica 24 canales (o conversaciones bidireccionales) en palabras digitales binarias de 8 bits. Para cada canal existe una señalización de transmisión y una de recepción. Estos bits se transmiten a 1.544 Mbits/s (24 canales a 64Kbits/s=1.536Mbits/s); los 8Kbits/s adicionales se utilizan para señalización).

El E1 es el TDM equivalente al T1 estadounidense ambos utilizan el mismo estándar de PCM (modulación por pulsos codificados), aunque la señal resultante se cuantifica a una velocidad diferente (T1=1.544Mbits/s E1=2.048Mbits/s). El E1 proporciona un total de 32 canales (30 para voz/datos y 2 para señalización), mientras que el T1 proporciona 24 canales con información de señalización que se pasa a cada canal (se dedican diferentes canales para control y los canales restantes se dedican para voz). El rendimiento por canal en cada sistema es de 64Kbits/s

El sistema digital es mas seguro, porque evita la posibilidad de que su llamada sea interferida. Esta tecnología es la plataforma para los nuevos y diversos sistemas en telecomunicaciones.

Ventajas:

Menor costo

Señalización mas fácil de implementar

Facilidad de multiplexacion

Reducción de diafonía

Resistencia al ruido

Mayor ancho de banda

Codificación

Desventajas:

Internase con facilidades analógicas.

Sincronización de tiempo

Modulación por pulsos codificados.

Muestreo.

Tabla 1-2 Cuadro Comparativo

<b>Transmisión Digital</b>	<b>Transmisión Analógica</b>
Traduce los sonidos a códigos binarios	Imita la onda de la voz humana
Transporta tres llamadas simultaneas por canal	Una llamada por canal
Mayor privacidad y menor riesgo de intersección de llamadas	Posibilidad de intersección de llamada
La tecnología de hoy y del futuro	La tecnología de ayer y hoy

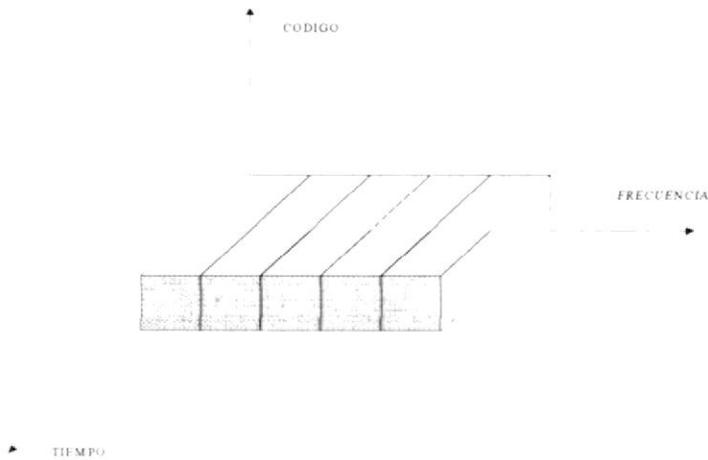
### ***1.5 Métodos de Acceso Múltiple.***

Un método de acceso múltiple es una definición de cómo el espectro de radio es dividido en canales internos y como esos canales son localizados por muchos usuarios del sistema. ; uno de ellos es el sistema FDMA.

Con la aparición y evolución de los circuitos integrados y con ellos los microprocesadores, que cada vez resultan más diminutos y potentes, capaces de realizar un enorme número de operaciones (modulación, corrección de errores, compresión de datos, adaptabilidad, etc.) en periodos muy cortos; se establecen las pautas a una segunda generación ya que resulta hoy práctica y económica la

construcción de sistemas de multicanalización tales como el TDMA (Time División Múltiple Access) y el CDMA (Code Division Multiple Access).

### 1.5.1 FDMA.



**Fig. 1-11 FDMA**

Es método tradicional para los sistemas celulares analógicos conocidos como “primera generación” es el **FDMA** (Frequency Division Multiple Access), el cual asigna canales individuales a usuarios individuales.

Estos canales son asignados de acuerdo a la demanda de los usuarios quienes requieren del servicio. Durante el periodo de una llamada, ningún otro usuario puede compartir la misma banda de frecuencia.

Las características de esta técnica son las siguientes:

El canal FDMA lleva un circuito telefónico a la vez.

Si un canal FDMA no está en uso, este no puede ser usado por otros usuarios necesariamente es un recurso desperdiciado.

Después del asignamiento de un canal de voz, la estación base y el móvil transmiten simultáneamente y continuamente.

El ancho de banda de un canal en FDMA es relativamente angosto (30Khz), o sea, cada canal soporta un circuito por portadora.

La complejidad en estos sistemas es mucho menor comparada con TDMA.

La unidad móvil en el sistema FDMA usa duplexores, ya que tanto el transmisor y el receptor operan al mismo tiempo.

FDMA requiere “filtros de muy buen ajuste”, para minimizar la interferencia en canales adyacentes.

El número de canales que puede soportar un sistema FDMA está dado por:

$$N = (B_t - 2B_{\text{guard}}) / B_c$$

Donde  $B_t$  es todo el espectro asignado

$B_{\text{guard}}$  es la separación necesaria que debe haber entre canales

$B_c$  es el ancho de banda del canal.

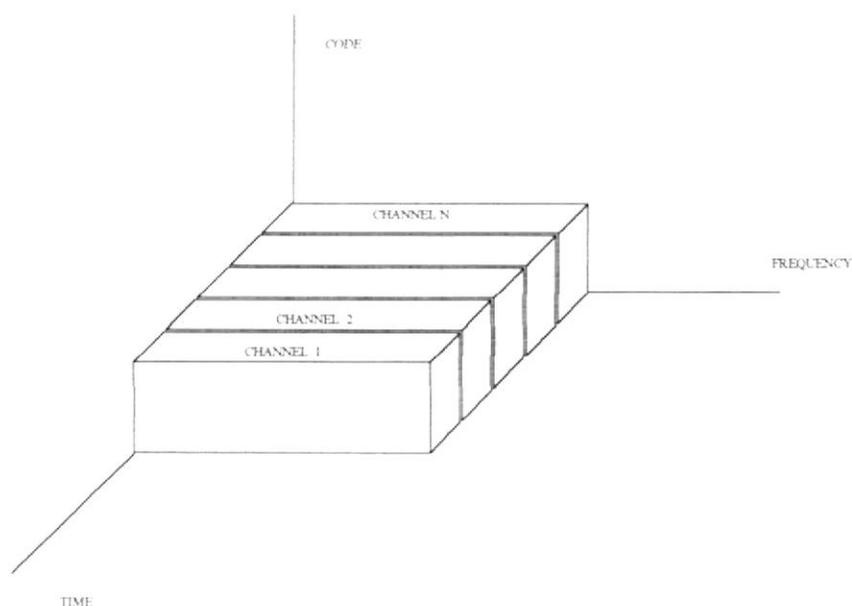
Ej. Considere un sistema donde  $B_t = 12.5\text{Mhz}$ ,  $B_{\text{guard}} = 10\text{Khz}$ ,  $B_c = 30\text{Khz}$ .

Encuentre el número de canales de este sistema.

$$N = (12.5 \times 10^6 - 2 \times 10^4) / 30 \times 10^3$$

$$N = 416$$

## 1.5.2 TDMA



**Fig. 1-12 TDMA**

Es un método que permite a los usuarios acceder a todo el ancho de banda pero solo ocupa una fracción de tiempo, llamado slot.

La figura muestra el concepto de como opera un sistema TDMA. En este sistema una trama consiste de  $N_{ch}$  slots, y su longitud dura  $T_f$  segundos. En el uplink cada terminal transmite información usando una asignada fracción del tiempo evitando así la colisión entre los slots. Por otro lado en el downlink todos los slots son transmitidos por la estación base.

Características del TDMA.

TDMA comparte una sola portadora con muchos usuarios.

La transmisión de datos no es continua pero ocurre en “destellos de tiempo” (Burst) y esto se ve reflejado en el ahorro de la batería.

Debido a la transmisión no continua en TDMA el proceso de Hand Off resulta más simple debido a que el móvil está habilitado a escoger otra estación base cuando hay un time slot vacante (segmento de tiempo libre).

### 1.5.3 CDMA.

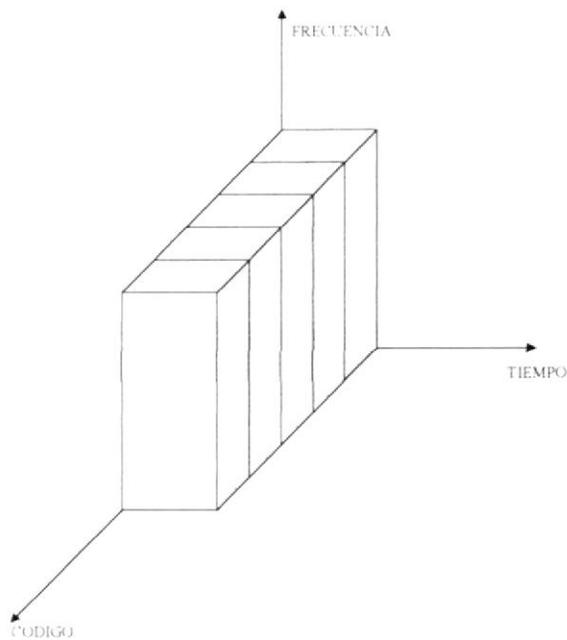


Fig. 1-13 CDMA

En un sistema CDMA la información o data es multiplicada (operación lógica) por otra señal llamada “the spreading signal”.

Esta señal es simplemente un código que se le asigna al usuario, evidentemente cada usuario tiene su propio código, además todos los usuarios usan la misma portadora y pueden transmitir simultáneamente.

El receptor en este sistema actúa de tal manera que solo detecta el código que se le ha asignado y los demás códigos existentes él los toma como ruido, entonces para la detección de la señal mensaje el receptor necesita conocer el código del transmisor.

Tenemos un problema cuando muchos usuarios comparten el mismo canal (The near far problem). La señal mas fuerte incrementa en la estación base por consiguiente decreta la posibilidad de que las señales más débiles sean recibidas. Para combatir este problema se usa un “control de potencia” que asegura que cada usuario dentro de la cobertura de una estación base emita el mismo nivel de señal a la estación base receptora

## ***1.6 Sistema Amps***

AMPS es un sistema celular móvil común que ha sido usado en los Estados Unidos y algunos otros países.

Consecuentemente AMPS fue diseñado basándose en los conceptos de celdas a través de la adaptación de celdas subdivididas, donde las frecuencias pueden continuar siendo reusadas.

A finales de 1970 aparece el término AMPS en el espectro de los 800Mhz.

El espectro de los 800Mhz fue escogido en el espacio disponible de las bajas frecuencias.

Los sistemas de televisión y FM operan en frecuencias bien bajas donde tenemos a FM operando alrededor de los 100Mhz y TV operando en el rango de 41 a 960Mhz. Otros sistemas como el servicio marítimo también operan en rangos de frecuencias bien bajos.

AMPS fue desarrollado a finales de 1983 en áreas urbanas y suburbanas de Chicago.

En 1983 un total de 40 Mhz de espectro en la banda de los 800Mhz fue determinado por la Federal Communications Commission para AMPS. Para 1987 el número de canales se expandió a 790 canales de voz conocida como E-AMPS.

En 1989, como la demanda para los servicios de sistema celular se incrementaron, entonces la Federal Communications Commission determinó extender el espectro en unos 10Mhz para telecomunicaciones celulares. El primer sistema celular AMPS usó grandes celdas y antenas en las estaciones bases para minimizar la necesidad de equipos; el sistema fue diseñado en Chicago para cubrir aproximadamente 2100 millas. En 1991 Motorola Inc anuncia sistemas N-AMPS, que proveen 2370 canales de voz. Finalmente en 1992 la misma compañía desarrolla la norma digital del sistema conocida como D-AMPS. AMPS es usado a través del mundo y es particularmente popular en los Estados Unidos, Sudamérica, Australia y China.

Mientras que el sistema en Estados Unidos ha sido creado para un mercado dual, o sea dos competidores, algunos países tienen solo un proveedor. Es ventajoso conocer que la exacta localización de frecuencias para AMPS difiere de país en país.

#### El Espectro Amps y Asignación de Canales

AMPS ocupa parte del espectro que va desde los 824Mhz a 894Mhz, el espectro de frecuencias es dividido dentro de dos categorías o grupos también llamadas bandas.

Banda A:

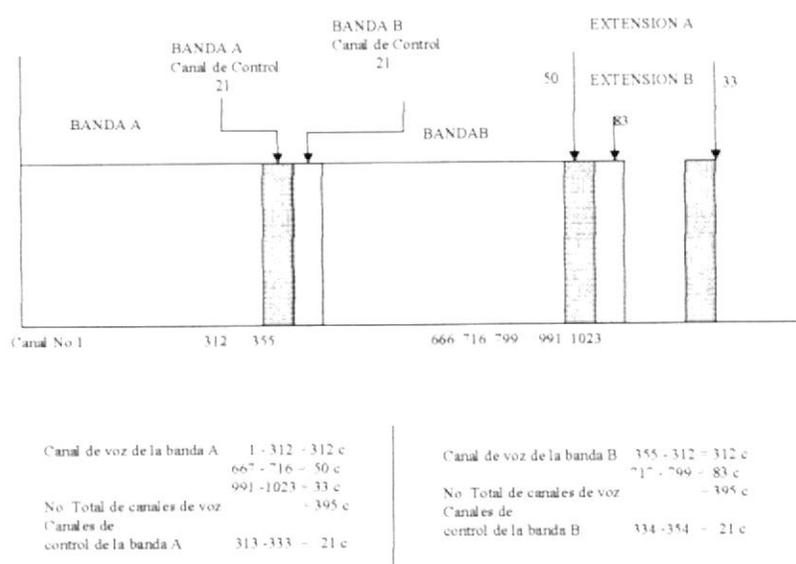
Transmite: 824-835Mhz y 845-846.5Mhz

Recibe: 869-880Mhz y 890-891.5Mhz

Banda B:

Transmite: 835-845Mhz y 846.5-849Mhz

Recibe: 880-890Mhz y 891.5-894Mhz



**Fig. 1-14 Espectro de la banda celular**

El objetivo de esta estructura es que asegure que exista competencia en todos los mercados. Además restringe la proliferación de algunas otras compañías que complican el espectro y degradan la eficiencia.

Cada una de estas dos operadoras están localizadas a la mitad del ancho de banda disponible en sus respectivas áreas de mercado.

En la tabla anterior se presenta cómo está localizado el espectro de frecuencias AMPS para las bandas A y B.

Cada estación base transmite y recibe canales, los mismos que están separados 45Mhz (separación dúplex).

Un total de 416 canales son determinados para canales de tráfico (TCH), los cuales son usados para las llamadas.

La banda A tiene de 1 a 334 canales, y la banda B de 335 a 666 canales.

Cada portadora tiene 312 canales de voz que están a disposición.

### **1.6.1 Canales De Control**

Son usados por la móvil y las estaciones bases para armar, montar y limpiar llamadas, además de ir provisionando mensajes.

Ambas bandas contienen 21 canales de control para un total de 42 canales. La banda A tiene sus canales de control del 313 al 333 y la banda B tiene sus canales del 334 al 354. El proveedor está libre para usar los canales de control en algún momento que considere apropiado.

Una forma lógica para aprovechar la localización de los canales de control es agrupándolos para controlar los canales de voz, de allí que cada canal de control puede ser asociado con un grupo de canales de voz. Es decir que un grupo de canales de voz pueden ser agrupados y asociados con un canal de control. Ver Anexo.

## 1.6.2 Frecuencias Celulares.

Por lo general, a los números de canal se les denomina frecuencias. Es posible convertir los números de canal a frecuencias asociadas y las frecuencias a número de canal. Las formulas son:

Frecuencia de transmisión (Mhz)=(0.03N+870):espectro no expandido.

= $[0.03(N-1023)+870]$ :espectro expandido.

Frecuencia de recepción (Mhz)=(0.03N+825):espectro no expandido.

= $[0.03(N-1023)+825]$ :espectro expandido

Donde N es igual a numero de canal: N=1,2,3..... 1023

Existe un separación de 45Mhz entre cada par de frecuencia de canal, con una estación base que transmite en la frecuencia superior. El espacio entre frecuencia (transmisión a transmisión o recepción a recepción) es de 30Khz.

## 1.6.3 Número de Identificación

Los números de identificación los leerá el móvil en su memoria una vez que éste sea encendido.

Son tres los números de identificación usados en AMPS. Ellos son:

Número de serie de la estación móvil (SN)

Número de identificación del sistema del sistema móvil (SID)

Número de identificación móvil de la estación móvil (MIN)

El FCC requiere un número de serie también llamado número de serie electrónico ESN para ser usado por cada estación móvil en servicio en el sistema celular. El SN es un número binario de 32 bit que únicamente identifica a una unidad celular.

El SN es un número binario de 32 bit que únicamente identifica a una unidad celular. El SN para una estación móvil es establecido por el fabricante y no ha sido creado para ser fácilmente alterado.

El SID es un número de 15 bit que es asignado a los sistemas celulares. Cada sistema celular es identificado por un único Número SID.

La estación móvil en la celda debe transmitir el SID a la estación base entonces el receptor celular puede determinar el sistema a través del cual ellos se están comunicando. Un propósito adicional del SID es que determina si dos estaciones están en una situación de Roaming.

El FCC asigna un SID a cada sistema celular y estos sistemas deben transmitir solo un SID asignado. Un teléfono celular en el sistema solo necesita un número limitado de canales de control para encontrar la mejor estación base.

Esto hace que los proveedores de servicio aseguren que las estaciones basen vecinas con un sistema, estén asignados a canales de control forward que no causen interferencia de canales adyacentes en suscriptores los cuales trabajan con diferentes canales de control en estaciones bases cercanas.

En cada celular de Estados Unidos, los proveedores del servicio en este caso la banda A se le asigna un número de identificación del sistema y la proveedora de servicio de la banda B tiene un SID asignado. El SID asignado es transmitido una vez cada 0.8 seg en cada FCC, para luego con otro dato aéreo reporte el estatus del sistema celular.

El MIN es un número de 34 bits que es derivado del número telefónico de 10 dígitos de la estación móvil. La especificación se refiere para MIN 1 (24 bits que corresponden a los 7 dígitos del directorio telefónico) y el MIN 2 (10 bits que corresponden a los 3 dígitos del código de área).

### ***1.7 Plan de frecuencias y sus reusos.***

El plan de reuso de frecuencia de un sistema celular (a menudo llamado plan de frecuencias) describe como los canales de radio son colocados en las celdas para minimizar problemas de interferencia y para asegurar que usuarios en diferentes celdas puedan usar el mismo canal de frecuencia simultáneamente. Los canales aprovechados están divididos dentro de grupos, los cuales a su vez son subdivididos ampliamente para prevenir interferencia con los demás grupos.

De la banda de frecuencia la cual esta formada por 333 canales , se asignan una serie de canales (frecuencias) a cada celda (normalmente de 10 a 30 canales de voz diferentes y 1 canal de control).

Se deben asignar siempre diferentes series de frecuencias a las celdas vecinas, con el objeto de mantener una cobertura de radio completa de las celdas que se traslapan unas con otras. Esto es porque se debe guardar siempre una distancia significativa entre dos celdas que usan la misma frecuencia. La distancia se denomina distancia de repetición, y el hecho de usar las mismas frecuencias para celdas, se denomina a su vez reuso de frecuencia.

El beneficio del reuso de frecuencia es obvio, el número máximo de canales de voz, permitiendo conversaciones simultaneas puede llegar a ser ahora un múltiplo de 333 o quizá un múltiplo de 312. El reuso de frecuencias depende del contorno geográfico, alturas de las antenas, potencia transmitida, y el número de celdas co-canales existentes en el área. La interferencia co-canal (interferencia debido al uso común del

mismo canal) entre celdas define el reuso de un canal de frecuencia en diferentes celdas.

Cuando el número de subscriptores aprovecha lo máximo que una celda puede soportar, la celda original puede ser dividida en celdas más pequeñas. Además la división de celdas lleva a incrementarse en un número potencial la cantidad de subscriptores sin incrementar la banda. Estas celdas más pequeñas pueden ser divididas aun más a futuro de tal manera que esto llevara a que el tráfico de llamadas llegue a su densidad máxima.

Una celda es dividida dentro de cuatro celdas más pequeñas. La decisión de cómo dividir una celda, son factores importantes que debe considerar la operadora tanto en lo económico como en lo practico.

Normalmente las celdas más pequeñas tienen un radio alrededor de 1Km en áreas urbanas, y sobre los 15Km en áreas rurales.

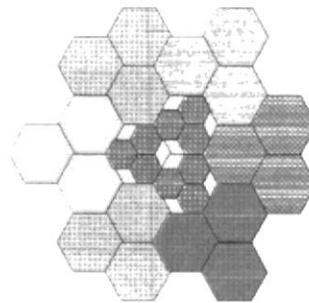
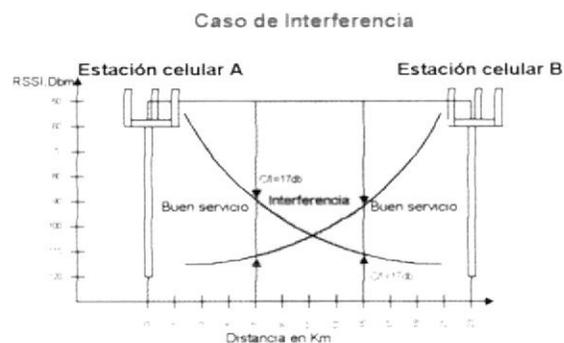


Fig. 1-15 Sub-celdas para disminución de tráfico

### 1.7.1 C/I y ACI.

En el sistema AMPS celular tendremos una buena recepción si nuestra señal deseada es por lo menos 17db mas fuerte que cualquier otra señal proveniente de otras celdas. Esta relación se la conoce como portadora versus interferencia (C/I).

Suponga que dos celdas utilizan los mismos canales. Existirá una región cercana a cada celda en donde su señal sea por lo menos 17db mas potente que la señal de la otra, pero existirá una región en la que ninguna de las dos señales será por lo menos 17db mejor, por lo tanto lo que se presentara será una gran interferencia



**Fig. 1-16 C/I**

## 1.8 Canales de señalización.

En la red AMPS se utilizan cuatro caminos de señalización, los cuales son usados para dirigir conversaciones.

**FCC.-** ( Forward Control Channels) Canales de control hacia delante. Establece la llamada de la estación base al móvil, y;

**RCC.-**( Reverse Control Channels) Canales de control de retorno. Establece la llamada del móvil a la estación base, los que se utilizan para establecer comunicaciones y dirigir los móviles en el sistema.

**FVC.-** (Forward Voice Channels) Canales de voz hacia delante. Realiza la ejecución de las conversaciones desde la estación base hacia el móvil y;

**RVC.**-(Reverse voice channels) Canales de voz de retorno. Realiza la ejecución de las conversaciones desde el móvil hacia la estación base.

### **1.8.1 Tonos de control.-**

Una característica del sistema AMPS es el uso de dos tonos de supervisión, que se envían por el canal de voz asignado.

### **1.8.2 SAT (Tono de Supervisión de Audio). -**

Son frecuencias que se transmiten en los canales de voz analógicos que permiten supervisar el circuito, validar la identidad de las señales medidas durante el proceso de localización.

El SAT se asigna de tal modo que ninguna celda vecina de canales asociados tengan el mismo SAT, también que ninguna celda adyacente tenga el mismo SAT. Su frecuencia puede ser: 5970 Hz, 6000 Hz, 6030 Hz.

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

Para mantener un lazo cerrado de identificación para la estación base al perderse el SAT durante una llamada; la unidad móvil arranca un contador de tiempo y si el SAT no se recibe antes de que expire en el tiempo prefijado se da por terminada la llamada.

**1.8.3 ST (Tono de Señalización).** Es un tono modulado con una desviación nominal de 8Khz generado por el móvil cuando el teléfono esta en reposo, o sea “colgado”, se envía en el RVC hasta que se levanta “se descuelga”. Se lo utiliza para varios servicios:

Confirmación de transferencia de llamada, desconexión, confirmación de alerta, etc.

### ***1.9 Expansión celular. plan de expansión sucesiva.***

Supongamos que vamos a introducir un nuevo sistema para cubrir una gran ciudad con sus alrededores. Si podemos predecir que la densidad de abonados, en un futuro cercano, va a ser baja, y que no se necesita expandir el sistema rápidamente, y como sabemos esto origina sobrecapacidad y al mismo tiempo grandes costos sin el reembolso inmediato.

El primer paso puede ser establecer una estación base con una antena alta y máxima potencia de salida para aprovechar un rango de cobertura por decir, 20 km. Acorde a la estructura del grupo mencionado, esta posición puede usar la distribución de canales por ejemplo, de acuerdo al grupo A (A1, A2, A3) y consecuentemente, estará limitado a, aproximadamente 45 canales de voz y 3 canales de control.

Una manera adecuada de obtener mayor capacidad dentro de la misma cobertura, consiste en agregar tres posiciones distantes. Estos tres nuevos puntos trabajaran como celdas omnidireccionales pero mas tarde serán reemplazados por celdas sectorizadas.

Observando detenidamente la tabla del plan se encontrará que la distancia de canal entre esos grupos es considerable, lo cual, como se mencionó antes es benéfico para

la buena calidad de transmisión. La capacidad en este momento se incrementará a otros 45 canales.

El siguiente paso será brindar mayor capacidad en el área central que en los suburbios aledaños. La cobertura de la posición A se decrementa, disminuyendo la potencia de salida para cubrir el distrito central, pero son originalmente destinadas para las áreas suburbanas, obteniendo mayor capacidad para el área central disminuyendo la cobertura de la posición A.

El hecho de dividir una celda mayor en muchas celdas pequeñas, implica que la distancia de repetición para el reuso de frecuencia se vuelve más pequeña y el número de canales con la misma área geográfica se incrementa. Por lo tanto, se incrementa entonces la capacidad del sistema.

### **1.9.1 Protección contra interferencia de canales.**

Como se mencionó previamente, en un sistema celular extenso, las celdas reusan las frecuencias y se pueden tener varios grupos; ahora cuando se implementa el reuso de frecuencia, una estación móvil puede ser perturbada por la interferencia de canal. Esto significa que, por ejemplo, durante una conversación en progreso, la estación móvil esta recibiendo señales de otra estación base reusando el canal de voz normal de la primera estación móvil.

Las medidas de seguridad para evitar tales situaciones están implementadas en la forma de tres tonos de supervisión de audio (SAT), los cuales están localizados en el sistema de la siguiente manera:

- SAT 0 = 5970Hz
- SAT 1 = 6000Hz

- SAT 2 = 6030Hz

De tal forma que los canales de voz cercanos, reusando frecuencias, transmiten diferentes SAT's, que pueden ser reconocidos por la estación móvil. Cada vez que una estación móvil es direccionada para usar un canal de voz (establecimiento de llamada, Handoff) esta también será informada, acerca de cual SAT esta siendo transmitido en ese canal.

Si el SAT, en cualquier instante durante la conversación, no es el mismo que se esperaba, no será enviado de regreso a la estación base, lo cual origina un handoff inmediato o la liberación de llamada. La interferencia del canal puede ser también detectada por la estación base.

## CAPITULO II

### 2 Tráfico en la telefonía celular

#### *Introducción.*

La capacidad del sistema celular depende de varios factores. Uno de los factores principales es el número de canales disponibles para voz y datos. Encontrar el número correcto de canales para un área específica requiere el entendimiento de la teoría de tráfico. La teoría de tráfico usa ciertos criterios acerca del comportamiento del abonado y cómo el sistema manejará estos abonados; con estos criterios y el correspondiente modelo matemático, la teoría de tráfico puede ser usada para calcular el número de canales necesarios para una demanda de tráfico dado.

#### **2.1 Medidas De Tráfico.**

La ingeniería de tráfico se encarga de proveer todos los requerimientos necesarios para la red celular, ya sea:

- En un área de servicio determinada.
- Para un número determinado de abonados.
- Con un grado determinado de servicio.

La ingeniería de tráfico también es un medio de predicción de ingresos. El objetivo, es diseñar un sistema de red celular que satisfaga las necesidades del abonado a un costo razonable

El tráfico telefónico que fluye a través de cualquier MTX varía de acuerdo a la hora del día, día de la semana, mes del año y días feriados. Esta variación del tráfico pasa desde un nivel muy bajo hasta pico de uso. Para que las compañías operativas sean capaces de ofrecer una buena calidad de servicio a un precio razonable es importante que este comportamiento de tráfico sea estudiado.

El estudio del tráfico telefónico encierra un intento de cuantificar estas variaciones de tráfico y de ese modo permitir a los ingenieros de las compañías operativas estimar la cantidad y tipos de equipamiento a ser dimensionados para el sistema. La mejor manera de reunir información confiable es observar el tráfico presentado en un intercambio durante un periodo de tiempo preestablecido. Después de un número de observaciones o muestreo, el dato promedio de este tráfico es calculado.

### **2.1.1 Características del tráfico.**

Las características del tráfico se componen de las siguientes variables:

- Variaciones de tiempo de retención de llamada
- Variaciones de horario.
- Variaciones diarias.
- Variaciones de temporada.
- Variaciones a largo plazo.

#### **2.1.1.1 Variaciones de tiempo de retención de llamada**

El tiempo de retención de llamada varía dependiendo del abonado. Los tiempos de retención de llamada típicas varían entre 120 segundos y 180 segundos.

#### **2.1.1.2 Variaciones de horario.**

El tráfico generalmente es bajo durante la noche y se incrementa de manera rápida en las mañanas cuando las oficinas, las tiendas y las fábricas inician sus actividades.

laborales. La intensidad de tráfico disminuye de manera gradual durante la hora de almuerzo y nuevamente se eleva en la tarde. Antes del mediodía y antes del anochecer son las dos horas pico podemos verlo en la figura.

### 2.1.1.3 Variaciones diarias.

Los patrones de incremento y disminución de flujo de tráfico se observan también durante el curso de la semana; por ejemplo, el promedio mas alto de intensidad es en días hábiles y las actividades mas bajas, durante los fines de semana y vacaciones.

### 2.1.1.4 Variaciones de temporada.

Antes de Navidad, antes de pascua, etc.

### 2.1.1.5 Variaciones a largo plazo.

Crecimiento gradual de abonados en años. La ingeniería de tráfico calcula los promedios de trafico en horas cargadas por un intervalo de 60 minutos durante un día. Esta hora pico es constante y predecible.

## 2.1.2 Variación del tráfico diario.

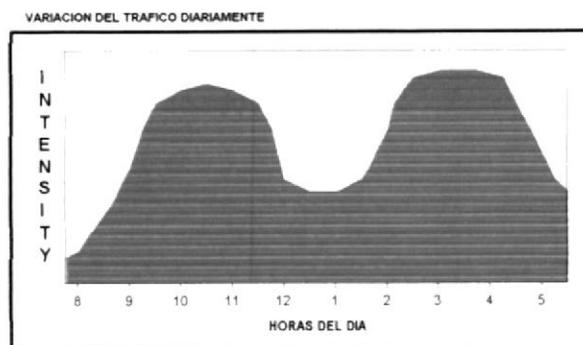


Fig. 2-1 Variación del tráfico diario

La “Variación del tráfico diario” ilustra la naturaleza variable del tráfico telefónico durante un día en un sistema celular.

El flujo de tráfico es definido como el producto del número de llamadas durante un periodo de tiempo y su longitud promedio, llamada tiempo de sostenimiento. El flujo de tráfico por lo tanto puede ser expresado como:

$$A = C \times T$$

Donde C designa el número de llamadas originadas durante un periodo de una hora, T es el tiempo de sostenimiento promedio y A es el flujo de tráfico.

Por ejemplo, si 200 llamadas de un tiempo de duración promedio de dos minutos son generadas durante un periodo de una hora, entonces el flujo de tráfico es igual a:

$$200 \times 2 = 400 \text{ minutos de uso.}$$

El flujo de tráfico expresado en llamadas-hora es la intensidad de tráfico. En el ejemplo, la intensidad de tráfico es igual a:

$$400 / 60 = 6.67 \text{ llamadas horas.}$$

Se debe tomar en consideración la diferencia entre densidad de tráfico e intensidad de tráfico, donde la densidad representa el número de llamadas simultáneas en un momento dado, e intensidad representa la densidad de tráfico promedio durante un periodo dado, usualmente una hora.

Otra distinción será hecha entre los términos **tráfico transportado** y **tráfico ofrecido**. Ambos términos son usados al tratar con tráfico real. El tráfico transportado es el volumen de tráfico actualmente manejado y es tomado de las medidas de tráfico. El tráfico ofrecido es generalmente definido como la cantidad de tráfico transportado mas la cantidad de tráfico que se ha perdido o bloqueado. La cantidad de tráfico ofrecido para un sistema puede solamente ser estimado. El **tráfico bloqueado** es el tráfico que no pudo manejarse

## 2.2 Unidad De Tráfico.

La unidad básica de volumen de tráfico telefónico es el Call Second, o, el número de llamadas versus su duración (o también llamado **Erlangs**). Las medidas de volumen de tráfico son aplicables a la mayoría de los dispositivos tales como troncales, switchadores, o matrices responsables por el tiempo de duración total de una llamada o parte de una llamada.

### 2.2.1 Erlangs.

Nombrado después de A.K.Erlang, fundador de la teoría del tráfico telefónico, un Erlang es un circuito continuamente usado durante un periodo de observación de una hora.

Globalmente el tráfico es medido en Erlangs, (1 Erlang equivale a 36 CCSs). La capacidad para el número de llamadas intentadas dentro de un DMS-MTX es definida en Erlangs. Para convertir CCS en Erlangs, Erlangs a minutos de uso, etc, el triángulo de conversión mostrado en la figura 1-3, "Triángulo de conversión" puede ser usado. Por ejemplo para convertir Erlangs a minutos de uso, use la formula que apunta desde Erlangs a minutos de uso, Erlangs x 60.

TRIANGULO DE CONVERSION

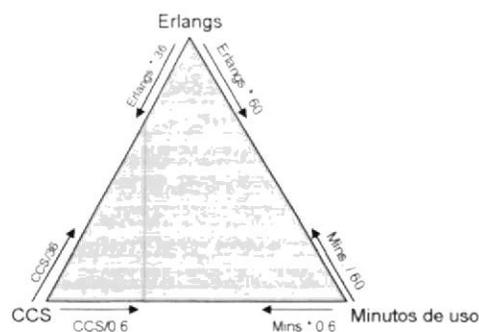


Fig. 2-2 Triángulo de conversión de unidades.

### **2.2.2 Centi-Call Second (CCS).**

Es una unidad de medida de tráfico la cual expresa la suma del número de circuitos ocupados provenientes del número de troncales ocupadas las cuales son observadas una vez cada 100 segundos (36 observaciones en una hora). La observación de las muestras son recolectadas en registros activos sobre un periodo de tiempo conocido como el periodo de transferencia OM. Este periodo de tiempo recomendado puede ser variable en el sistema DMS-MTX como 15, 30, o 60 minutos

### **2.2.3 Cálculo de la capacidad de tráfico de la celda**

La siguiente pregunta es de consideración esencial en la planeación celular:

Cuantos abonados pueden ser atendidos por una celda con X-número de canales de voz?

Para responder a esta pregunta debemos tomar en cuenta la calidad de servicio, llamada “grado de servicio”, que estamos preparados para ofrecer, en otras palabras, el porcentaje de congestión de llamadas permitido.

Para un grado de servicio específico, se sigue el tradicional diagrama de ERLANG, acerca de la relación entre el número de canales existentes y la máxima densidad de tráfico por canal.

Un ejemplo que nos puede ayudar a entender mejor este término (ERLANG), es el siguiente:

Asuma que una celda contiene 20 canales de voz y un 1% de las llamadas que son permitidas se pierden por congestión.

El valor de tráfico por canal de acuerdo a una tabla ya establecida por el sistema nos indica que es 0.6 Erlang. La capacidad total de la celda será entonces de  $20 \times 0.6 = 12$  Erlang.

Para encontrar cuantos abonados pueden ser atendidos por esta celda, debemos saber cuantos de ellos hablan durante las horas pico (horas críticas o de mucho trafico).

Esto nos da un estimado de que las llamadas originadas por abonados móviles caen cerca de los 0.02E y las llamadas hacia los abonados móviles están cerca de los 0.01E, conjuntamente hacen un total aproximadamente de 0.03E. El total de los abonados que pueden ser servidos es consecuentemente:

Capacidad total de la celda/Capacidad Requerida por un Abonado y es  $12E/0.03E = 400$  Abonados, mas adelante veremos con mayor detalle

### ***2.3 Intervalos De Tráfico.***

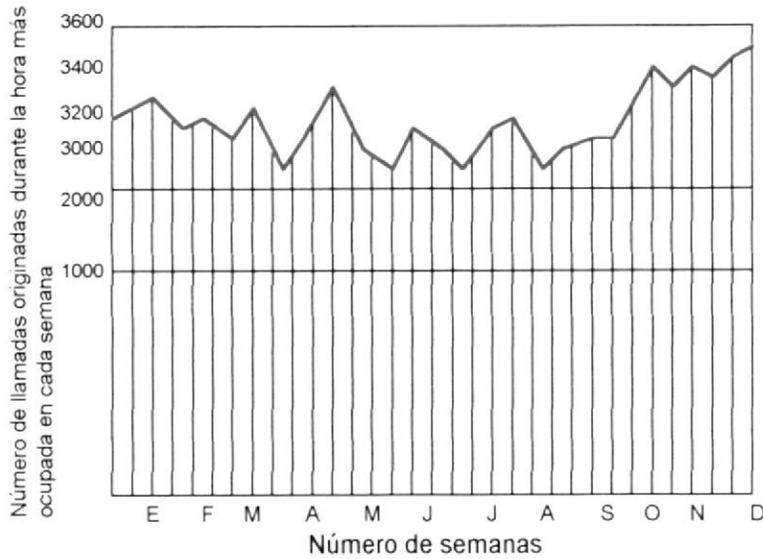
El tráfico varia grandemente de un periodo a otro, de manera no uniforme, pero de acuerdo a las necesidades de los subscriptores. El volumen del tráfico varia de estación a estación, mes a mes, día a día y hora a hora.

Las variaciones existen de minuto a minuto en la misma hora así como también de subscriptor a subscriptor.

#### **2.3.1 Hora ocupada semana a semana.**

La figura 2-3, "Ejemplo de la hora mas ocupada semana a semana" muestra las variaciones estacionales durante un periodo de un año. Asumiendo que el promedio de conversación es el mismo dentro de las 52 semanas, este tipo de gráfico representa las variaciones estacionales de la hora mas ocupada de la semana. Este gráfico

también muestra que la estación más ocupada se extiende desde Octubre hasta Diciembre.



**Fig. 2-3 Hora ocupada semana a semana**

El tráfico ocupado varía diferentemente en varias ciudades, en amplitud como en tiempo de duración. Estas variaciones son causadas por muchos factores tales como si la ciudad es un sitio de descanso o un centro industrial.

Dentro de una estación ocupada, cada oficina también experimenta semanalmente y diariamente variaciones de tráfico. Debido a las condiciones peculiares del área servida por la celda, algunas semanas tiene mas tráfico que otras.

### **2.3.2 Hora ocupada Día a Día.**

La figura 2-4, "Hora ocupada día a día" muestra las variaciones típicas diarias del tráfico. El volumen de tráfico dentro de la semana usualmente forma un patrón

consistente, usualmente siendo bajo en Lunes y progresivamente incrementándose al Jueves y Viernes. Días feriados que ocurren dentro de la semana afectan el patrón. Otras influencias variables, tales como el clima, los eventos promocionales o accidentes, también afectaran el patrón de tráfico. Las variaciones de tráfico también ocurren de hora a hora durante el día.

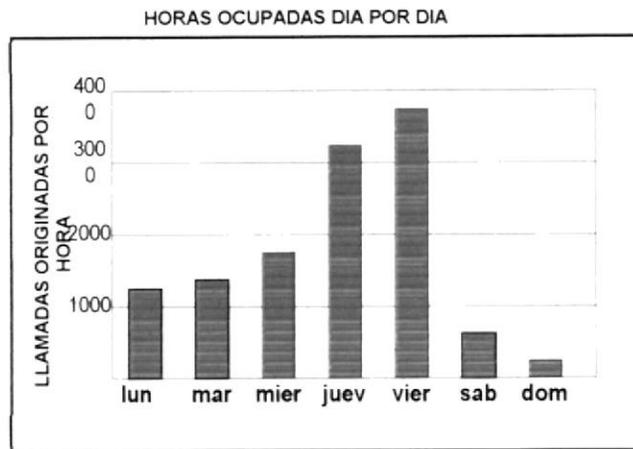
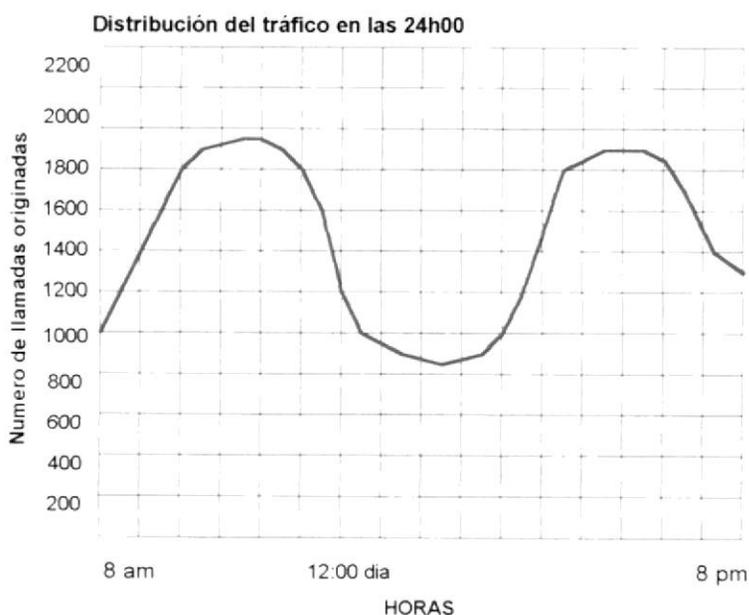


Fig. 2-4 Horas ocupadas día por día

### 2.3.3 Distribución del tráfico en las 24 horas

El grado de variaciones horarias es mas grande que sobre cualquier otro periodo. La figura 2 5, “Distribución 24 horas” muestra la distribución de llamadas durante un periodo típico de 24 horas. Estas variaciones también seguirán un patrón definido dentro de una celda específica. Así como el volumen de tráfico en todas las horas es significativo, solamente las horas mas ocupadas son de interés primario para el ingeniero de tráfico.

Variaciones en tráfico telefónico impactan el sistema durante el día, semana y mes. Cuando intentamos dimensionar un MTX algunas definiciones de periodos de tiempo del volumen de tráfico serán necesarias. Para caracterizar los periodos donde hay sobrecargas en el tratamiento del tráfico, las compañías operativas hacen uso de varias formas de muestreo tales como Hora Ocupada (BH), Hora Ocupada Limite (BBH), Dia Ocupado (BD) y en todos los días (24 Horas).



**Fig. 2-5 Distribución del tráfico**

### 2.3.4 Hora ocupada (Bh).

La administración de Ingresos y servicios del usuario son los objetivos primordiales de la ingeniería de tráfico, se aplican a los servicios con promedio de todas las horas del día y hora por hora antes de tratar con promedios diarios o semanales. Tradicionalmente una celda es tratada sobre la intensidad de tráfico durante la “Hora Ocupada” en la estación ocupada.

La BH puede ser definida de varias maneras: la hora mas ocupada de una estación, mes o semana ocupada entera o la hora mas ocupada del día mas ocupado de la estación , mes o semana.

## ***2.4 Anomalías Del Tráfico***

Las anomalías del tráfico son usualmente referidas como eventos inesperados e impredecibles que interrumpen la operación normal del sistema. Estos eventos son diferentes a las interrupciones predecibles. Las anomalías están asociadas con desastres naturales tales como tornados, huracanes, y terremotos. Otras formas de anomalías ocurren cuando los usuarios reaccionan a las campañas promocionales de las cuales el proveedor no está notificado y por lo tanto no puede manejar. Este tipo de casos puede sobrecargar el sistema y causar una ruptura. Para prevenir este tipo de problemas, los proveedores del sistema deben tener alguna forma de bloqueo de llamadas, por ejemplo control de sobrecargas, también como una comprensión con los usuarios sobre cualquier tipo de campaña promocional la cual debe ser controlada anticipadamente.

Las siguientes recomendaciones deberían ser observadas par minimizar los problemas potenciales del sistema:

- Un sitio debería ser equipado con antenas redundantes o radios.
- Una combinación de transmisor/receptor o separados.
- Cada sitio debería tener un respaldo de poder de emergencia.
- Un generador diesel o un respaldo de batería DC.
- Partes repositoras para cada sitio deberían estar disponibles.
- Los edificios deberían ser resistentes a terremotos y todos los equipos deberían ser montados sobre materiales absorbentes a choques.
- Materiales resistentes al fuego deben ser utilizados en celdas y switches.
- Un sitio debe tener sistemas de respaldo para calentamiento y enfriamiento.

- Alguna forma de seguridad deberia existir para prevenir acceso no autorizado.

## 2.5 Carga de Tráfico.

Un método para poder estimar la carga del tráfico es posible, dado un número de subscriptores, los Erlang por usuario, y el porcentaje de bloqueo permitido, logrando así calcular el número de canales necesarios en un sitio celular dado.

Ejemplo: Hay 20 subscriptores en un área de servicio dado. Cada subscriptor genera 0.3 Erlang/hora y el bloqueo requerido es de 2%. ¿Cuántos canales va a necesitar el sitio celular?

$$20 \times 0.3 = 6 \text{ Erlangs}$$

Cuando el ingeniero calcula el tráfico total en Erlangs es posible entonces determinar el número de radios necesarios. Para este ejemplo el número requerido de radios o canales es 12 para AMPS y 4 para TDMA, como es mostrado en la tabla 2-1.

Radios	Porcentaje de Bloqueo en Erlang B					
	1%		2%		5%	
	AMPS	TDMA	AMPS	TDMA	AMPS	TDMA
1	0.0101	0.455	0.0204	0.602	0.0526	0.899
2	0.153	1.91	0.223	2.28	0.381	2.96
3	0.455	3.78	0.602	4.34	0.899	5.37
4	0.869	5.88	1.09	6.61	1.52	7.95
5	1.36	8.11	1.66	9.01	2.22	10.6
6	1.91	10.4	2.28	11.5	2.96	13.4
7	2.5	12.8	2.94	14	3.74	16.2
8	3.13	15.3	3.63	16.6	4.54	19
9	3.78	17.8	4.34	19.3	5.37	21.9
10	4.46	20.3	5.08	21.9	6.22	24.8
11	5.16	22.9	5.84	24.6	7.08	27.7
12	5.88	25.5	6.61	27.3	7.95	30.7
13	6.61	28.1	7.4	30.1	8.83	33.6
14	7.35	30.8	8.2	32.8	9.73	36.6
15		33.4		35.6		39.6

Tabla 2.1 Tráfico en Erlangs

### 2.5.1 Grado de servicio (GOS).

El grado de servicio (GOS) de un MTX es definido como un componente de la calidad del servicio celular, el cual permite cualificar el resultado de las variaciones del tráfico mientras permanece libre de problemas internos y fallas.

El GOS mide el porcentaje de llamadas no exitosas causadas por congestión en equipos o troncales. Por ejemplo, un GOS de 0.02 significa que un 2% del total de llamadas durante una hora pico va probablemente a ser bloqueada por un problema de congestión.

Nota: El bloqueo móvil típico esta entre 2% y 5% , mientras que el bloqueo de una troncal es 1%. Un 2% de bloqueo significa que el sistema procesara al menos 98% de todas las llamadas, el porcentaje de bloqueo exacto de cada sitio celular en el sistema, sin embargo puede ser mayor o menor que el 2% en las horas ocupadas.

El bloqueo es afectado por el número de requerimientos al servicio en un tiempo dado y la habilidad de la infraestructura para manejar estos requerimientos. El número de intentos del llamadas cambia sobre el periodo de un día, el día de la semana, el mes, y aun la estación.

El número de circuitos de voz necesarios para un sitio celular depende de la cantidad de tráfico transportado en horas ocupadas, el porcentaje de bloqueo y el tipo de tabla de tráfico usado. La cantidad de tráfico transportado por un sitio celular puede ser determinada de varias maneras: predicciones de tráfico, herramientas de análisis del tráfico (existen software que pueden ayudar al ingeniero a analizar el tráfico) o mediante recolección de datos del DMS-MTX sobre un periodo de tiempo. La cantidad de tráfico también puede ser calculada usando la siguiente formula:

$$\text{Erlangs/celda} = \text{CHT} * \text{BHCA}/3600$$

donde CHT es el tiempo de sostenimiento promedio de llamadas, en segundos y BHCA es el número de llamadas atendidas en la hora ocupada (hora pico).

GOS esta usualmente distribuido a lo largo del DMS-MTX, así es menos costoso y más eficiente bloquear una llamada en el punto de origen, que permitir que la llamada prosiga y entonces ser bloqueada. Sin embargo el diseño del sistema en conjunto puede hacer esta aplicación difícil si los orígenes así como los destinos usan las mismas troncales de interconexión o espectros de radio.

Por ejemplo en el sistema DMS-MTX los canales de voz entre celdas y la central están divididos en llamadas originadas y llamadas terminadas. Un GOS similar puede ser aplicado para cualquier dirección pero una llamada terminada puede tratar solamente un reintento antes de ser enrutada. Un originador por otra parte, tratara nuevamente mas tarde cuando el tono del dial no es obtenido después del primer intento. El tratamiento de la recepción por el terminador tiende a cambiar la conducta del suscriptor y espacia los reintentos sobre un periodo de tiempo.

## **2.6 Tablas de Erlangs**

### **2.6.1 Tabla de Erlangs-B.**

La tabla de Erlangs-B es la mas usada para sistemas celulares. Esta tabla asume que las llamadas bloqueadas son caídas. En otras palabras quien llama no puede obtener una espera de canal de voz antes de tratar otra vez mas tarde. La formula Erlangs-B esta dada por:

$$P = \frac{A^N / N!}{\sum (A^i / i!)}$$

donde P es el porcentaje de bloqueo o GOS. N es el número de canales/troncales, y A es el tráfico transportado o la capacidad de tráfico en Erlangs.

### 2.6.2 Tabla De Erlangs-C.

La tabla de Erlangs-C esta basada en la asunción de que las llamadas encuentran bloqueo y son encoladas y servidas tan pronto como sea posible cuando se encuentre un canal disponible.

La formula Erlangs-C esta dada por:

$$P = \frac{\frac{A^N N}{N!(N-1)}}{\sum_{i=0}^{N-1} \frac{A^i}{i!} + \frac{A^N N}{N!(N-1)}}$$

donde P es el porcentaje de bloqueo o GOS, N es el número de canales o troncales, y A es el tráfico transportado o la capacidad de tráfico en Erlangs.

### 2.6.3 Tabla de Poisson.

La tabla de Poisson esta basada en que las llamadas bloqueadas son sostenidas. Comparando con la tabla Erlangs-B, la tabla de Poisson es más conservativa; esto es para el mismo número de porcentajes de bloqueo y canales, la capacidad de tráfico es menor.

La formula de Poisson está dada por:

$$P = 1 - e^{-A} \sum_{i=0}^{N-1} \frac{A^i}{i!}$$

donde P es el porcentaje de bloqueo o GOS, N es el número de troncales o canales, A es el tráfico transportado o la capacidad de tráfico en Erlangs, y  $e=2.71828$ .

La siguiente tabla “Tabla de tráfico” muestra un ejemplo de una tabla donde los tres modelos son comparados.

<i>No. de Radios</i>	POISSON TRAFICO EN ERLANGS			ERLANG-B TRAFICO EN ERLANGS			ERLANG-C TRAFICO EN ERLANGS		
	P=1%	P=2%	P=5%	P=1%	P=2%	P=5%	P=1%	P=2%	P=5%
1	0.01	0.02	0.05	0.01	0.02	0.06	0.01	0.02	0.05
2	0.15	0.21	0.35	0.15	0.23	0.38	0.15	0.21	0.34
3	0.43	0.57	0.82	0.46	0.60	0.90	0.43	0.55	0.79
4	0.82	1.01	1.37	0.87	1.09	1.53	0.81	0.99	1.32
5	1.28	1.53	1.97	1.36	1.66	2.22	1.26	1.50	1.91
6	1.78	2.09	2.61	1.91	2.28	2.96	1.76	2.05	2.53
7	2.33	2.68	3.29	2.50	2.93	3.74	2.29	2.63	3.19
8	2.91	3.31	3.98	3.13	3.63	4.54	2.86	3.25	3.87
9	3.51	3.95	4.7	3.78	4.34	5.37	3.46	3.89	4.57
10	4.13	4.62	5.43	4.46	5.08	6.22	4.08	4.54	5.28
11	4.77	5.3	6.17	5.16	5.84	7.08	4.71	5.21	6.02
12	5.43	6	5.92	5.87	6.62	7.95	5.36	5.90	6.76
13	6.1	6.7	7.69	6.61	7.40	8.84	6.03	6.61	7.51
14	6.78	7.42	8.46	7.35	8.20	9.73	6.70	7.32	8.27
15	7.48	8.15	9.24	8.11	9.01	10.64	7.40	8.04	9.04
16	8.18	8.89	10.03	8.87	9.83	11.54	8.10	8.76	9.82
17	8.89	9.64	10.83	9.65	10.66	12.46	8.80	9.50	10.61
18	9.62	10.39	11.64	10.44	11.49	13.38	9.52	10.25	11.40
19	10.34	11.15	12.44	11.23	12.34	14.31	10.24	11.01	12.19
20	11.08	11.91	13.25	12.03	13.18	15.25	10.98	11.77	13.00
21	11.83	12.69	14.07	12.84	14.04	16.19	11.71	12.54	13.80
22	12.57	13.47	14.9	13.65	14.90	17.13	12.46	13.30	14.62
23	13.33	14.95	15.72	14.47	15.76	18.08	13.20	14.08	15.43
24	14.09	15.04	16.55	15.29	16.63	19.03	13.96	14.86	16.25
25	14.85	15.83	17.38	16.12	17.50	19.99	14.72	15.65	17.08
26	15.62	16.62	18.22	16.96	18.38	20.94	15.49	16.44	17.91
27	16.4	17.43	19.06	17.80	19.26	21.91	16.26	17.23	18.74
28	17.17	18.23	19.9	18.64	20.15	22.87	17.03	18.03	19.57
29	17.96	19.04	20.74	19.49	21.04	23.83	17.81	18.83	20.41
30	18.74	19.85	21.59	20.34	21.93	24.80	18.59	19.63	21.25
31	19.53	20.66	22.45	21.19	22.83	25.77	19.37	20.45	22.09
32	20.32	21.48	23.3	22.05	23.73	26.74	20.16	21.26	22.93

33	21.12	22.3	24.15	22.91	24.63	27.72	20.95	22.07	23.78
34	21.92	23.12	25.01	23.77	25.53	28.70	21.75	22.89	24.63
35	22.72	23.94	25.87	24.64	26.44	29.68	22.55	23.71	25.48
36	23.53	24.77	26.73	25.51	27.34	30.66	23.35	24.53	26.33
37	24.33	25.6	27.59	26.38	28.25	31.64	24.15	25.36	27.19
38	25.14	26.44	28.46	27.25	29.17	32.63	24.96	26.18	28.05
39	25.96	27.27	29.33	28.13	30.08	33.61	25.77	27.01	28.91
40	26.77	28.11	30.2	29.01	31.00	34.60	26.58	27.84	29.77
41	27.59	28.95	31.07	29.89	31.91	35.58	27.39	28.67	30.63
42	28.41	29.78	31.94	30.77	32.84	36.57	28.21	29.51	31.50
43	29.23	30.66	32.81	31.66	33.76	37.56	29.02	30.35	32.36
44	30.05	31.47	33.69	32.55	34.68	38.56	29.84	31.19	33.23
45	30.88	32.32	34.56	33.43	35.60	39.55	30.67	32.03	34.10
46	31.7	33.16	35.44	34.33	36.54	40.55	31.49	32.87	34.97
47	32.54	34.02	36.32	35.21	37.46	41.54	32.32	33.72	35.84
48	33.36	34.87	37.2	36.11	38.39	42.54	33.14	34.56	36.72
49	34.2	35.72	38.08	37.01	39.32	43.53	33.97	35.41	37.59
50	35.03	36.57	38.97	37.90	40.26	44.54	34.81	36.26	38.46

**Tabla 2-2 Comparación demodelos**

Lo que podemos concluir con respecto a las tablas de tráfico es que como en la mayoría de los sistemas celulares no tienen la capacidad necesaria para poner un sistema en espera, entonces la tabla Erlang-B es la más utilizada

## **2.7 Casos De Tráfico.**

A continuación describiremos los más interesantes casos de tráfico, donde se pone énfasis en la parte del radio. El trabajo interno de MTX, así como la comunicación con la PSTN, se trata de manera breve.

Describiremos como se supervisa una llamada, así como los casos de tráfico tales como: llamada desde y hacia un abonado móvil, handof, registro de la estación móvil, etc.

## **2.7.1 Supervisión De Llamada.**

Durante una llamada en progreso, el equipo del canal de voz en la estación base esta supervisando continuamente la calidad de la radio de transmisión, efectuando los siguientes chequeos:

- Relación de señal/ruido en la señal de supervisión de audio (SAT).
- La intensidad de la señal en la radio frecuencia (RF).

Si alguna de esas inspecciones indica una pobre calidad de transmisión, se deben de tomar algunas medidas.

### **2.7.1.1 Relación De Señal/Ruido En SAT.**

La unidad del canal de voz genera un tono continuo, SAT, el cual es adicionado a la voz transmitida. SAT no interferirá con la voz transmitida porque su frecuencia esta por arriba de las frecuencias de voz.

Cada canal de voz, dirigido inicialmente por MTX cuando se pone en servicio la estación base, usa uno de los tres SATs existentes. El SAT es continuamente transmitido por la unidad de canal de voz, recibido por la estación móvil y regresado a la estación base. Aquí se evalúa la relación señal/ruido tomado de la trayectoria de radio.

La unidad de control del canal de voz determina si la calidad es aceptable o no. Las operadoras de ambas bandas tienen sus parámetros definidos que permiten determinar limites de relación señal ruido en el momento justo de realizar ya sea una petición de handoff o una liberación de llamada

Si el resultado de la relación señal/ruido cae por debajo de uno de esos parámetros, se solicita el handoff. En caso de que el handoff, por alguna razón, no sea ejecutado, la calidad de habla continuará deteriorándose. Tarde o temprano el resultado alcanzará el umbral para la liberación de la llamada, y la llamada será liberada.

#### **2.7.1.2 Intensidad de señal en Radio Frecuencia (RF).**

Cada receptor del canal de voz realiza continuas mediciones de la intensidad de señal en su propio receptor de radio frecuencia. La unidad de control evalúa también estos resultados contra los siguientes valores almacenados (parámetros inicializados por comando, almacenados en las unidades de control de cada canal de voz):

- SSD Valor de Intensidad de Señal para petición de disminución de potencia
- SSI Valor de Intensidad de Señal para petición de incremento de potencia.
- SSH Valor de Intensidad de Señal para petición de handoff.
- SSB Valor de Intensidad de Señal para bloqueo.

No es deseable tener innecesariamente, una potencia de salida de las estaciones móviles elevadas, por que esto puede causar problemas a las otras celdas.

#### **2.7.2 Procesamiento de Llamadas.**

Para poder tener una idea más clara de cómo se realiza el procesamiento de una llamada, las siguientes gráficas nos mostrarán la forma de cómo se las lleva a cabo:

Llamada originada por red fija hacia celular

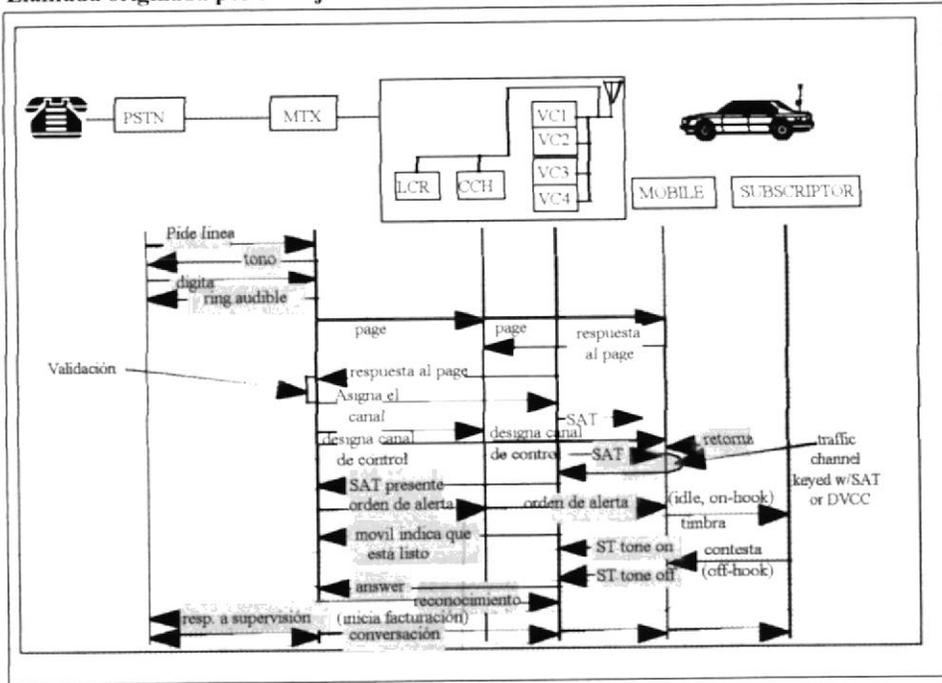


Fig. 2-6 Llamada originada de red fija a celular

De celular a red fija

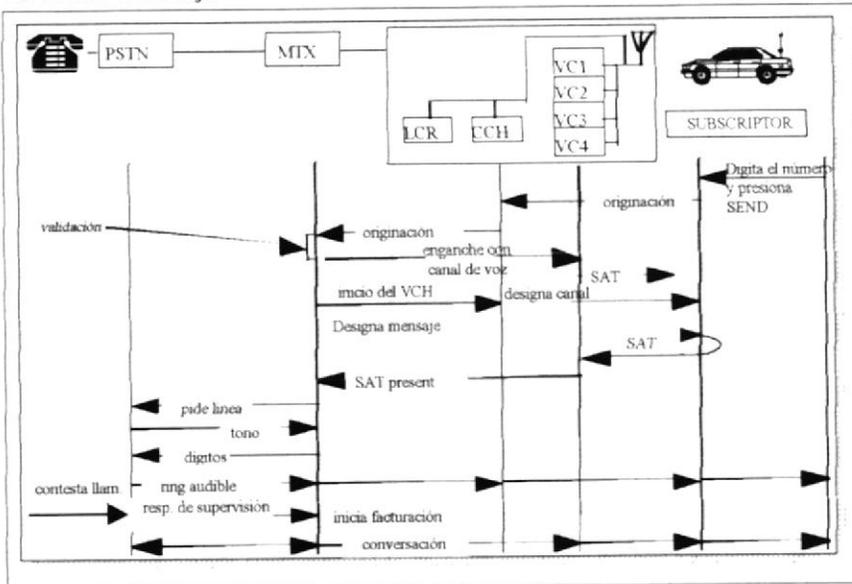
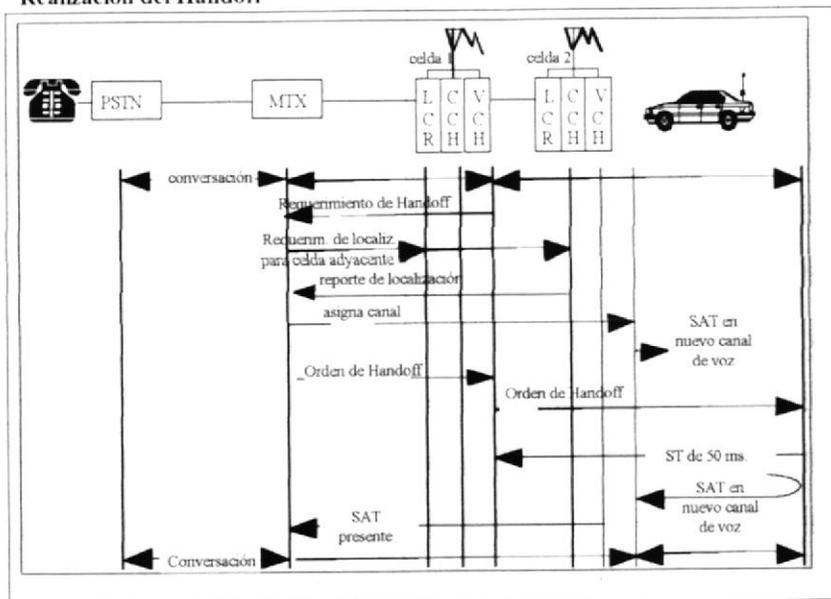


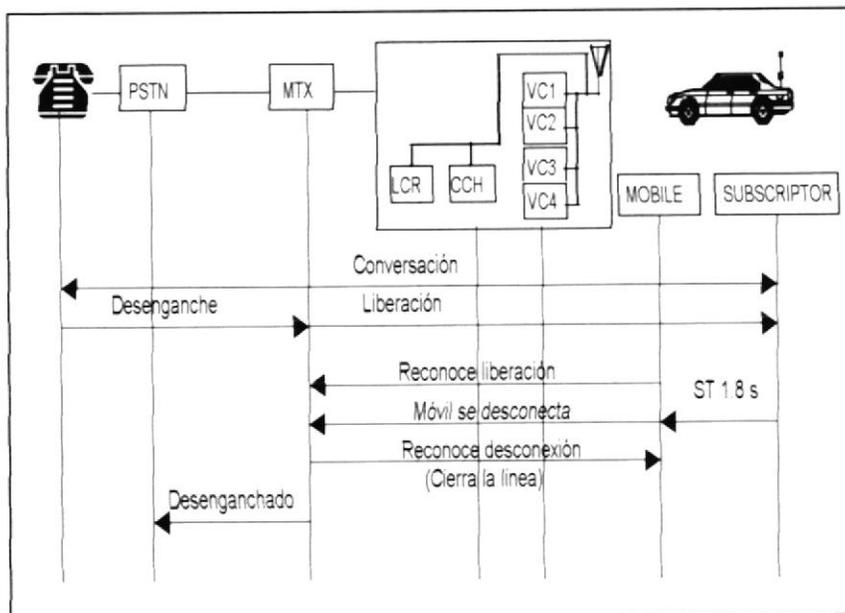
Fig. 2-7 Llamada originada de celular a red fija

**Realización del Handoff**



**Fig. 2-8 Procesamiento del Handoff**

**Terminación de llamada de red fija a un móvil**



**Fig. 2-9 Terminación de llamada de red fija a móvil.**

Terminación de llamada de un móvil a red fija

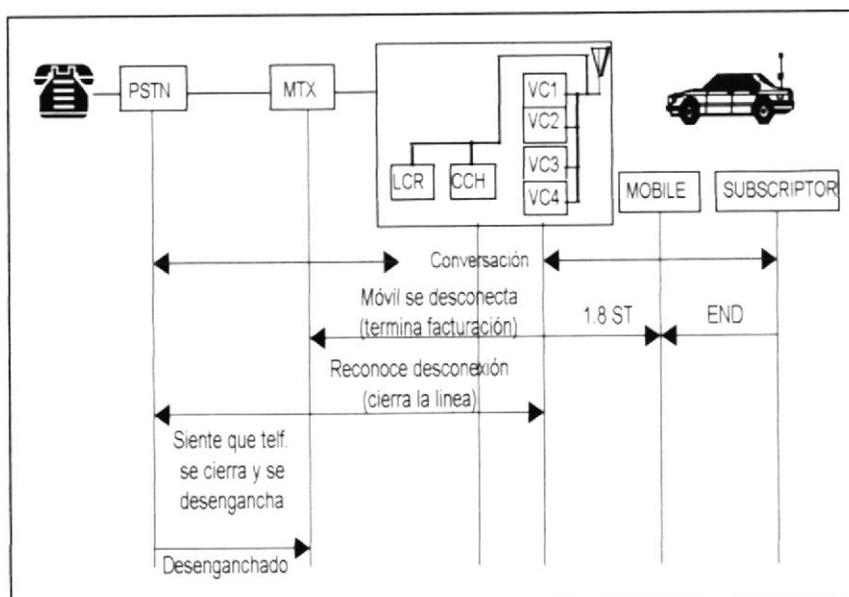


Fig. 2-10 Terminación de llamada de un móvil a red fija.

### 2.7.3 Regulación de Tráfico.

Ahora asumimos que una celda sirve a una área de densidad de tráfico muy alta (una avenida principal en una gran ciudad por ejemplo) y las celdas vecinas tienen mucho menor tráfico (todas las celdas vecinas normalmente están traslapadas unas con otras). Existe una manera para transferir algunas de las conversaciones a las celdas vecinas. Esto puede ser acompañado si el handoff es forzado. El handoff forzado se realiza activando un valor de umbral más grande en nuestra celda, que en las celdas vecinas. Sin embargo, en una configuración de celdas pequeñas es importante tener las estaciones móviles contenidas en sus celdas óptimas. Esto es para evitar el riesgo de interferencias con llamadas que usan la misma frecuencia en la distancia de repetición.

## ***2.8 Señalización de datos entre una estación móvil y una estación base.***

La señalización de datos en la trayectoria de radio tiene lugar en los canales de control y puede también ocurrir en los canales de voz. El flujo de datos es generado en el rango de:

- 10 Kbits/s (especificación FCC)
- 8 Kbits/s (especificación TACS)

Previo a la transmisión, el flujo de datos binarios es modulado en el transmisor acorde al principio de la clave de cambio de frecuencias (FSK), lo cual significa que un “1” da una frecuencia constante por arriba de la frecuencia portadora del transmisor, y un “0” da una frecuencia constante por debajo de la frecuencia portadora. El canal de control en la dirección desde la estación base hacia el móvil es llamado canal de control hacia adelante (FOCC), y la información se envía como un flujo continuo de mensajes de datos. El canal de control en la dirección desde el móvil hacia la estación base es llamado canal de control hacia atrás (RECC), y la información es enviada solo cuando cualquiera de las estaciones móviles que esta sintonizada por el canal de control, genera un mensaje de datos.

Los canales de voz pueden portar datos también en la trayectoria de radio, así como la transmisión de datos, un canal de voz perteneciente a la estación base es llamado canal de voz hacia adelante (FVC), mientras que en la dirección desde una estación móvil este es llamado canal de voz hacia atrás (RVC).

Puesto que los canales de voz están diseñados principalmente para portar la conversación, la información de datos se envía en casos excepcionales.

### 2.8.1 El canal de control hacia adelante (FOCC).

- **Formato De Señalización.**

El flujo de datos de FOCC se muestra en la fig 2 11-. Los mensajes de señalización son transmitidos en forma de “palabras”. Cada palabra se forma de 28 bits los cuales por razones de seguridad, son codificados con un código de corrección de error. Este código puede corregir errores de un bit en el flujo de datos. Este código de corrección de error suma 12 bits a la una palabra, y así incrementa su tamaño de 40 bits.

Cada mensaje iniciara con bits de sincronización seguidos por un par de palabras. Por seguridad extra, cada palabra se repite cinco veces, lo cual implica, que  $A1=A2=-----A5$  y que  $B1=B2=-----B5$ .

Después del bit y la sincronización de la palabra y después de cada diez bits de mensaje, un bit llamado “ocupado-desocupado” se inserta, para indicar si el RECC esta libre en ese momento.

Debido a que RECC se encuentra compartido normalmente por todas las estaciones móviles contenidas en una célula, existe un riesgo de colisión durante el intento de acceso simultáneo de los diferentes abonados móviles. Por medio del monitoreo del cambio de FOCC a desocupado y ocupado se pueden evitar muchas de las colisiones.

Tan pronto como una estación móvil accesa a el canal de control, es decir, inicia una llamada, la estación base cambia el estatus de los bits “ocupado-desocupado” de “0” a “1” para informar a las otras estaciones móviles que no se permite enviar mensaje alguno hasta que el estatus haya cambiado a “0” de nuevo.

## **2.8.4 Canal de Voz Hacia Atrás (RVC).**

- **Formato De Señalización.**

El flujo de datos del RVC es similar a uno de FVC, pero cada palabra se repite solo cinco veces.

### **2.8.4.1 Mensajes (RVC).**

Se pueden enviar dos tipos de mensajes en RVC:

- Confirmación de orden.
- Dirección de llamada.

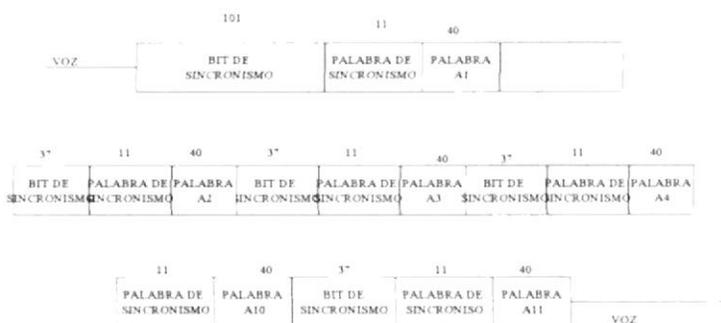


FIG 2.13 Estructura del FVC

### 2.8.3.1 Mensajes FVC.

El canal de voz hacia delante envía los siguientes mensajes:

- Orden.
- Designación del canal de voz durante el handoff.
- Tasa de cobro

- **Orden.**

Una orden puede ser enviada para, por ejemplo, el cambio de la potencia de salida, liberación de llamada, etc.

- **Designación del canal de voz durante el handoff.**

Este mensaje le dice a la estación móvil que conmute del canal de voz que usa a un nuevo canal de voz

El flujo de datos de canal de control hacia atrás RECC se muestra en la fig 2 12. Cada trama esta precedida por bits de sincronización y por el código de color digital codificado (7 bits). Cada palabra contiene 36 bits, y 12 bits de paridad, y se repite cinco veces, por lo tanto  $A1=A2\dots=A5$  y  $B1=B2\dots=B5$ .

Una de cuatro secuencias es para identificar el lugar de la célula hacia el cual se dirige el mensaje = Código de color digital codificado (DCC).

DCC recibido	7 bits de DCC codificado
00	0000000
01	0011111
10	1100011
11	1111100

### 2.8.3 Canal de Voz hacia Adelante (FVC).

- **Formato de señalización.**

El flujo de control de datos FVC se muestra en la figura 2-13 Cada palabra es precedida por los bits de sincronización 101, y se repite 11 veces.

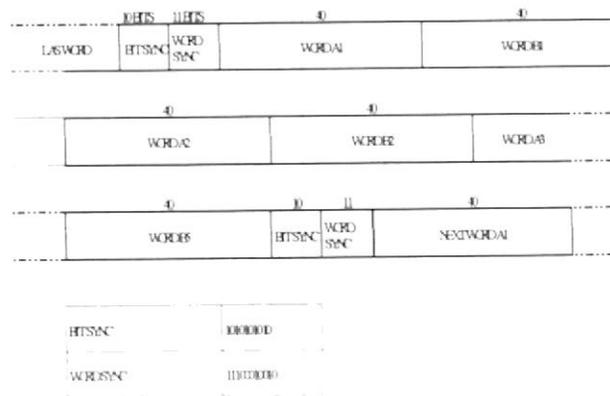
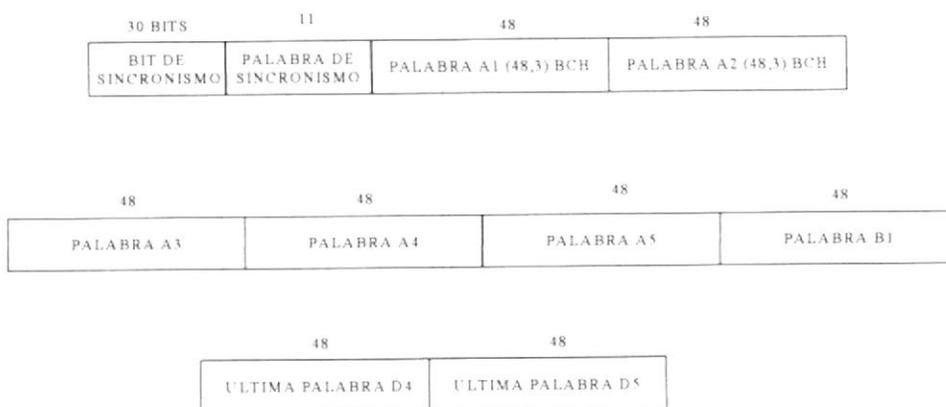


Fig. 2-11 Formato del flujo de datos FOCC

## 2.8.2 Canal de Control hacia atrás (RECC).

### Formato De Señalización.



FORMATO DEL FLUJO DE DATOS RECC

Fig. 2-12 Formato del flujo de datos RECC.

## CAPITULO III

### 3 Microceldas

#### *Introducción.*

Una Microcelda es una pequeña celda que usualmente funciona como un aditamento a una macrocelda. Su propósito es proveer relevo de sistema en áreas de alto trafico, o proveer servicios a áreas donde la cobertura por macroceldas existentes es inferior a lo ideal.

La Microcelda utiliza pequeñas estaciones bases microcelulares para proporcionar soluciones de cobertura celular a bajo costo dentro de edificios corporativos, centros comerciales y otros lugares públicos o como estaciones base celulares exteriores de baja potencia. Estas microceldas tienen la apariencia de celdas normales en el ambiente macrocelular, pero están diseñadas para proporcionar cobertura celular de baja potencia dentro del local del cliente.

La MBS no esta diseñada para montarse en el exterior o soportar sistemas de antena que utilizan antenas exteriores. En los lugares donde se requiere cobertura exterior se puede utilizar una MBS modificada.

Entre las ventajas y desventajas de la microcelda tenemos las siguientes: es mas pequeña sus recursos de radios son menores, es mas económica, su potencia es menor, utiliza el sistema de antenas distribuidas o el sistema de antena única convencional

### ***3.1 Componentes Básicos De La Microcelda.***

La organización lógica de la Microcelda es algo diferente de la típica estación base de macroceldas.

El hardware de la Microcelda puede ser dividido en tres principales bloques funcionales: el CSI, el cual funciona como una interfaces a los enlaces de portadora digital hacia el MTX; los grupos de estaciones bases microcelulares (MBS), con cada grupo conectado a un simple sistema de antena; y los sistemas de antenas.

- El CSI (Compacto Simplex ICRM) lleva a cabo funciones similares al ICRM en una estación base. Proporciona la interfaces de mensajes a los radios, brinda la capacidad de cargarlos de manera dinámica, finalmente tiene la capacidad de detectar cualquier falla y proceder a encender la alarma correspondiente eliminando así todo un sistema de alarmas por separado como los que poseen las macroceldas.
- La MBS es la que se encarga de enviar toda la información a los radios provenientes del sistema de antenas. Un MBS es algo equivalente a una estructura RF celular que está soportando un equipamiento común pero sin el ICRM. No es equivalente a un sitio celular entero. El equipamiento común es duplicado en cada MBS para máxima facilidad y flexibilidad al expandir el sistema, pero un grupo de MBSs conectados a un simple sistema de antena es similar a un sitio celular.
- El sistema de antenas no es otra cosa que un grupo de antenas distribuidas a lo largo de todo el centro comercial, edificios, túneles, etc. El sistema de antena es equivalente a una simple antena dúplex. Uno o dos híbridos de 8 puertos dualmente empaquetados los cuales pueden ser usados para enlazar las antenas

dentro de un sistema simple. Cada MBS soporta una interfaces dúplex para cada antena. Esta distribución de la señal también soporta diversidad en recepción, y es soportada por el MBS manteniendo las trayectorias de recepción A y B.

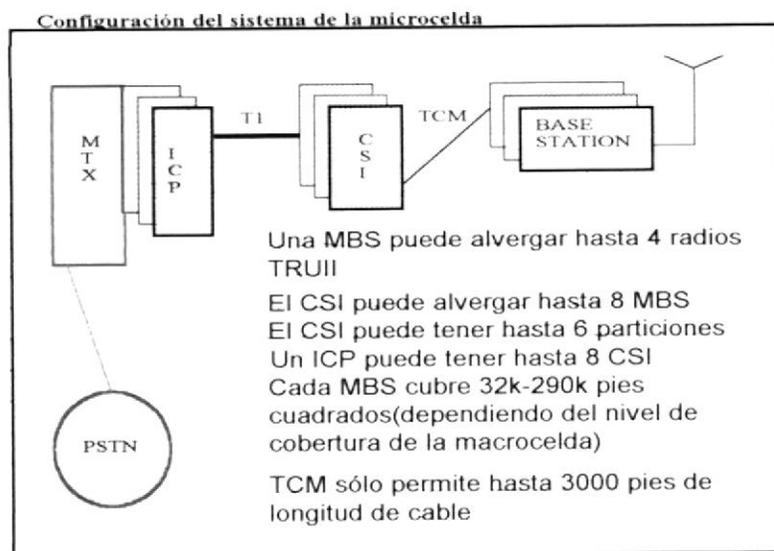


Fig. 3-1 Configuración del sistema de la microcelda.

### 3.2 Organización De La Microcelda

El área servida por un sistema de antena simple forma una partición lógica. Cuando la palabra partición es usada en este sentido, significa un lugar particular donde un teléfono puede hacer o recibir una llamada, la partición es única dentro del sistema

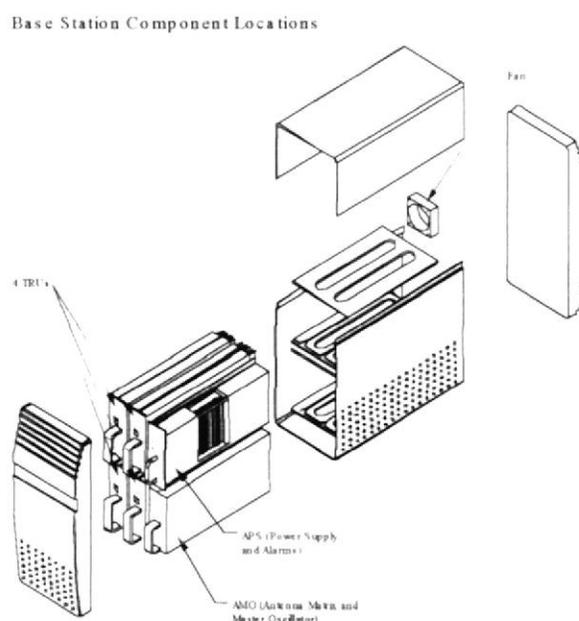
El equipo que soporta un sistema de antena simple forma una partición física. Esto incluye todos los transceptores en todos los MBS que sirven a esa partición.

El software MTX maneja la Microcelda como una macrocelda modificada. Cada partición se muestra sobre la Posición de Mantenimiento y Administración (MAP) como un sector (x,y,z,u,v,w). Sin embargo, las particiones individuales actualmente operan como omniceidas, así las relaciones que existirían normalmente entre sectores

adyacentes no aparecen dentro del ambiente de las Microceldas. En lugar de eso, las relaciones deben ser explícitamente llenadas de acuerdo a la manera en que las particiones son desplegadas dentro de una microcelda.

Finalmente, el CSI y todos los MBS anexos forman el equivalente de una celda sectorizada. La diferencia más obvia es que mientras una celda puede tener solamente 3 o 6 sectores, una Microcelda puede tener entre 1 y 6 sectores.

### 3.3 Descripción de Componentes de una Estación Base de Microcelda.



**Fig. 3-2 Componentes de un MBS**

La micro estación base guarda todos los componentes de radiofrecuencia de la Microcelda y consiste hasta de 4 radios TRU, la matriz de antena, y el oscilador máster del compacto Simplex (AMO- encerrado en el mismo modulo), y la unidad de

suministro de poder con la alarma (APS) en el mismo modulo. Todas son unidades reemplazables (TRUs).

La configuración mínima para el modo de operación AMPS es tres radios; un canal de control, 1 receptor de localización, y un canal de voz simple. En modo TDMA, un mínimo de tres radios es recomendable: un canal de Control, un receptor de localización digital, y un transceptor de voz.

La siguiente sección describe:

Unidad Transmisora Receptora (TRU).

Matriz de antena/CSMO o matriz de antena modificada (AMO/MAM).

Suministro de poder y alarma (APS).

Ensamble del ventilador.

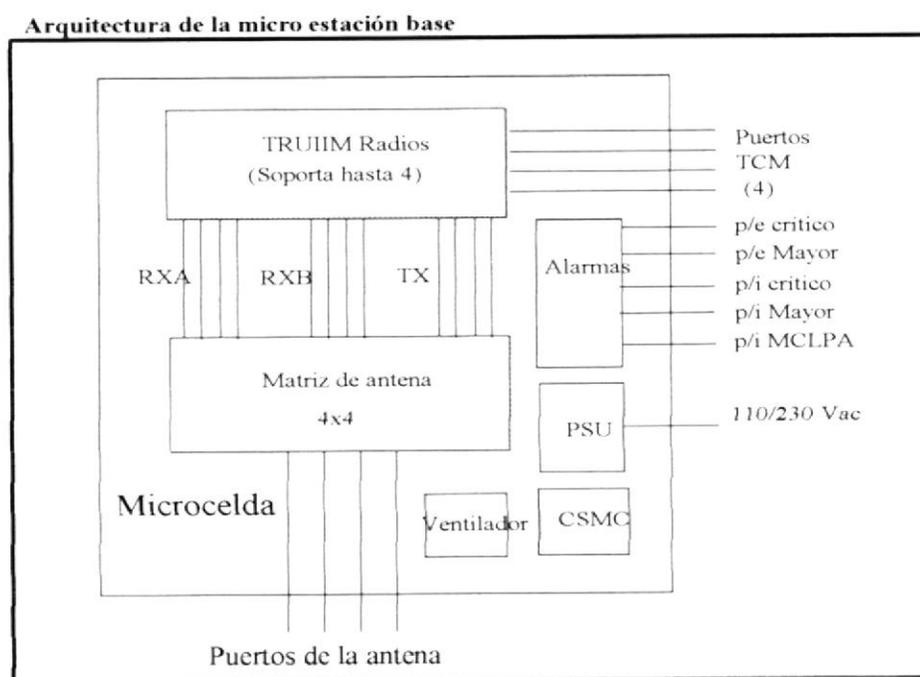


Fig. 3-3 Diagrama de bloques de la MBS

### 3.3.1 TRU.

El TRU (unidad transmisora receptora ) provee la interfaces celular de radiofrecuencia para la estación base. Genera una salida RF modulada de baja potencia sin el uso de un amplificador de potencia externo. Puede funcionar como un canal de voz, canal de control, o receptor de localización.

Los TRUs son llenados como analógicos para el sistema AMPS, digitales para el sistema TDMA o ambos, desde la Posición de Mantenimiento y Administración (MAP) al MTX. Cuando son llenados como modo dual, los TRUs operan dinámicamente en modo AMPS o TDMA, basado en el control desde el switch.

Un puerto de acceso es provisto en la parte frontal del radio a la cual una terminal ASCII puede ser conectado para propósitos de mantenimiento.

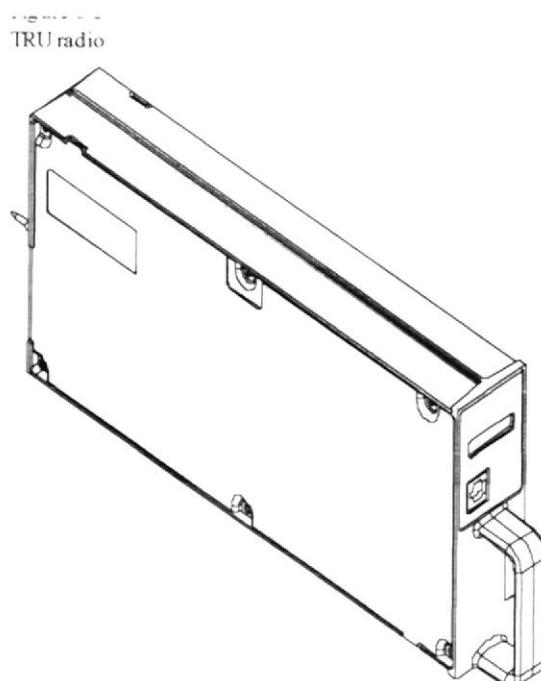


Fig. 3-4 El radio TRU

### 3.3.2 Matriz De Antena / Oscilador Máster Del Compacto Simplex (AMO) Y Matriz De Antena Modificada (MAM).

Los módulos AMO y MAM combinan 2 componentes funcionales en un solo paquete. El AMO puede ser usado en interiores como edificios, centros comerciales, etc. o en MBS modificadas para exteriores. El MAM es usado exclusivamente en el MBS modificado.

La matriz de antena en el AMO provee una función de combinación de 4x4 radio frecuencias soportando el sistema de antenas distribuido. Provee la función combinador de transmisión/ duplexador y la función duplexador/ multiacoplador de recepción para la interfaces entre 4 radios TRU y el sistema de antena distribuido con híbridos externos. Todos los radios tienen acceso a todas las antenas (hasta 16). La matriz de antenas es pasiva y no provee salidas de alarma.

En el MAM, la matriz de antena esta presente solamente en la trayectoria de recepción. El oscilador máster del compacto Simplex (CSMO) provee la alta estabilidad de señal de 4.8 Mhz usada por las radios TRU para generar sus señales RF. La señal desde el CSMO puede ser monitoreada desde un puerto de la parte frontal de la unidad para verificar su precisión en frecuencia. La circuitería CSMO es idéntica en el AMO y en el MAM.

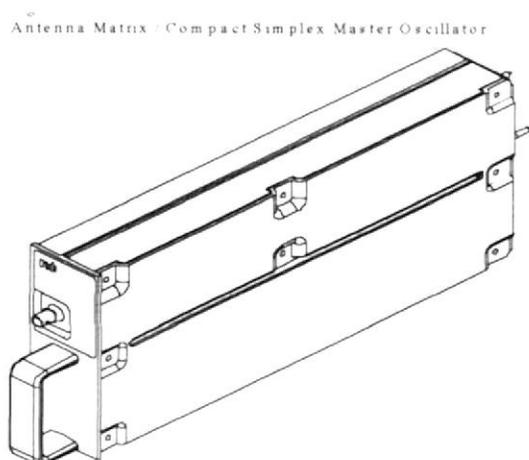


Fig. 3-5 CSMO es un proveedor de estabilidad de señal

El CSMO puede generar tres indicaciones de alarma:

Alarma del Monitor de Corriente; esta alarma crítica indica que el flujo de corriente sobre el filamento esta fuera de límites.

Alarma de nivel del oscilador controlado por cristal; esta alarma crítica indica amplitud muy baja de la señal.

Alarma indicadora de calentamiento; esta alarma es generada durante la fase de calentamiento; la salida del oscilador es inhabilitada.

La alarma del monitor de corriente censa condiciones que no son esperadas una vez que se ha completado el ciclo de calentamiento. Si la corriente es mas baja ( filamento abierto ) o mas alta (circuitos de control fallido) que ciertos valores umbrales, una condición de alarma es generada.

La alarma de monitor de corriente también provee un detector de falla en el voltaje de entrada, puesto que una ausencia en el voltaje de entrada al CSMO también genera esta alarma. Esta alarma será activa durante el periodo de calentamiento, así el indicador de calentamiento también estará activo durante un encendido normal.

La alarma del monitor de corriente estará también activa si el sistema de poder/alarma CSMO no esta conectado en el MBS. La alarma del nivel de salida es activada si la amplitud de la señal de salida desde la división esta por debajo del umbral. Estas alarmas son críticas; el indicador de calentamiento es clasificado como principal.

### **3.3.3 Unidad De Suministro De Poder (APS) Y Alarmas.**

Este módulo combina todos sus componentes en un solo paquete. El suministro de poder, que usa una fuente de 115 Vac/230 Vac 50/60 Hz para generar el voltaje DC

requerido por los módulos de la estación base, suministra +28Vdc, +15Vdc y +12Vdc (la cual se suministra al ventilador).

La tarjeta de alarma local reporta 3 alarmas principales y 5 alarmas críticas desde la estación base a la Unidad (CACU) de control y alarmas del compacto CSI. Dos entradas de alarma (una principal y una crítica) son definibles por el usuario; las otras son predefinidas. Desde el CACU, las alarmas son enviadas al MTX. Indicación de alarma local es provista vía 8 LEDs sobre el panel frontal de la unidad. Al recibir una alarma MBS al MTX primeramente se examina el estado de los LEDs. Las etiquetas de los LEDs y sus indicaciones son como sigue:

LED Osc Warm-Up indica una alarma principal; activo cuando el Oscilador controlado por cristal es inicialmente calentado después de un encendido o durante la instalación inicial. Esto deshabilita la salida del CSMO puesto que la precisión en la frecuencia no está asegurada hasta que se haya alcanzado la temperatura operativa. Normalmente, la alarma es automáticamente aclarada una vez que el periodo de calentamiento (menos de 20 minutos) haya transcurrido. Si la alarma permanece encendida, hay que reemplazar la unidad.

LED Major I/P indica la generación de una entrada de alarma definible por el usuario.

La alarma crítica OSC Fault indica que el oscilador máster del compacto Simplex ha fallado por una de dos razones:

La amplitud de la señal ha caído debajo de niveles aceptables.

Corriente del filamento del horno está fuera de los límites. La unidad debería ser reemplazada. La alarma principal Fan Fail indica que el ventilador ha fallado. Una falla por alta temperatura probablemente va a ocurrir también.

La alarma crítica High Temp indica que la máxima temperatura operativa medida por un sensor localizado dentro del paquete APS, ha sido excedida.

Si ninguna acción es tomada, los componentes de la estación base pueden dañarse. Debido a esto la fuente de 28 Vdc es deshabilitada, cuando esta alarma es generada. Si la temperatura cae por debajo del umbral, se rehabilitan los 28 Vdc automáticamente.

Una condición de alta temperatura puede ser el resultado de una falla en el equipo del ventilador.

Led Critical I/P indica la generación de una entrada de alarma crítica definible por el usuario.

Led verde PSU OK indica que el módulo APS está siendo encendido, y los voltajes 28 y 15 Vdc están alcanzando límites aceptables.

Es posible que el MBS continúe operando propiamente cuando esta alarma está activa (led PSU OK apagado). Esto no necesariamente implica que un haya poder para el MBS, o que no está funcionando. La razón es cualquiera de lo siguiente:

15 o 28 Vdc están fuera de sus valores nominales en un 10% aprox. Esto puede ser ocasionado por un fusible de 28Vdc\_A quemado , en tal caso el MBS puede seguir funcionando normalmente desde la línea 28Vdc\_B (TRUs 3 y 4).

28Vdc\_B está abajo de su valor nominal en un 10% aprox. Esto puede ser ocasionado por un fusible de 28Vdc\_B quemado , en tal caso el MBS puede seguir funcionando normalmente desde la línea 28Vdc\_A (TRUs 1 y 2).

La fuente interna PSU de alto voltaje no está dentro del rango de voltaje operativo. Esto puede ser causado por la pérdida de la entrada AC por más de 20 milisegundos.

### 3.3.4 Ensamblaje Del Ventilador.

El ventilador reduce la posibilidad de que componentes sensibles al calor en la estación base fallen por alta temperatura. Ver figura 3-2

### 3.4 Descripción De Los Componentes Del CSI

El CSI (Compacto Simplex ICRM ) provee la interfaces de mensajes a las radios y la capacidad de dinámicamente cargar software dentro de ellos. También provee funcionalidad de detección de puntos de alarma. Los componentes del CSI son:

- Convertidor de Poder AC/DC.
- Interfase DS1.
- Puerto digital del modulo remoto (RMDP).
- Procesador de Control del modulo remoto (RMCP).
- Switch en Tiempo del Modulo Remoto (RMTS).
- Alarma compacta y unidad de control (CACU).

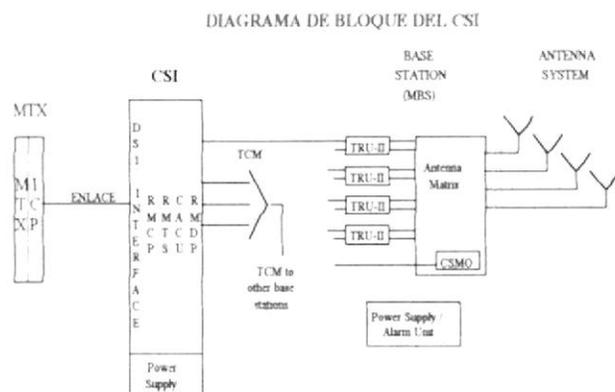


Fig. 3-6 Diagrama de bloques del CSI

### **3.4.1 Convertidor De Poder AC/DC.**

Este modulo convierte 115/230 Vac en +24Vdc. El voltaje resultante es enviado al Convertidor de poder DC para procesamiento adicional.

### **3.4.2 Convertidor De Poder DC.**

Este convertidor de poder DC convierte los +24Vdc desde el Convertidor de Poder AC en +5V y +12Vdc para los paquetes de circuitos CSI. También provee control de encendido/apagado, reset, y controles manuales.

Se verifica la salida apropiada del suministro de poder probando puntos localizados en el panel frontal. Note que el LED del panel frontal nunca iluminara.

### **3.4.3 Interfaces DS1.**

La interfaces DS1 provee facilidades T1 para el MTX, y comunica con una tarjeta similar en el ICP. Dos expansiones T1 son usadas, con 24 canales en una, 8 en otra.

### **3.4.4 Puerto Digital Del Modulo Remoto (RMDP).**

El RMDP es una interfaces TCM de 16 puertos para los TRUs, es requerida solamente si hay mas de 15 TRUs los cuales son direccionados por los 15 puertos TCM sobre el CACU.

### **3.4.5 Procesador De Control Del Modulo Remoto (RMCP).**

El RMCP provee recursos de procesamiento de llamadas y realiza mantenimiento y diagnostico para el CSI.

Un bloque procesador 68020 es el centro de control del RMCP. El bloque contiene:

2 Mbytes de memoria de programa y datos (RAM).

Un controlador de DRAM con detención de error de paridad.

3 timers de 16 bits.

128 Kbytes de ROM.

### **3.4.6 Switch En Tiempo Del Modulo Remoto (RMTS).**

El RMTS provee conectividad de canal y switcheo en base al tiempo entre los enlaces del lado de control CSI (MTX) y los enlaces del lado de periféricos (MBS).

El RMTS también provee interfaces DS30A para conexión al Procesador de Control del Modulo Remoto (RMCP). El RMTS y RMCP, trabajando juntos como una unidad, componen el complejo de control del CSI. El RMTS maneja el switcheo de mensajes LAPD para mensajes de control desde el RMCP. El RMCP, a través del RMTS, controla la destinación de canales.

El RMTS también realiza funciones de soporte tales como mantenimiento y diagnostico.

### **3.4.7 Alarma Del Compacto Y Unidad De Control (CACU).**

Este modulo reúne las alarmas principales y criticas desde todas las estaciones base y las despacha al MAP del MTX. Provee los primeros 15 canales TCM a los TRUs. Para sistemas con mas de 15 TRUs, 16 canales adicionales TCM son provistos añadiendo una tarjeta RMDP (Remote Module Digital Port) al CSI.

Dos bancos de switchs DIP (pines duales in-line) son usados para configurar la alarma reportando características del CACU.

### 3.5 *Sistemas de Antenas*

El sistema de antenas consiste en un grupo de antenas que trabajan a una sola frecuencia, en un mismo sistema.

Dependiendo de lo que se desee cubrir, la microcelda puede ser subdividida en particiones y así poder trabajar en una misma microcelda con diferentes grupos de frecuencia, una vez que se haya realizado el estudio de RF.

El sistema de antenas usa de uno a dos híbridos de 8 puertos, dualmente empaquetados.

En la figura podemos apreciar los tipos de antenas con las que trabaja la microcelda, pueden ser omnidireccionales como para cubrir grandes salones, o direccionales para cubrir áreas específicas.

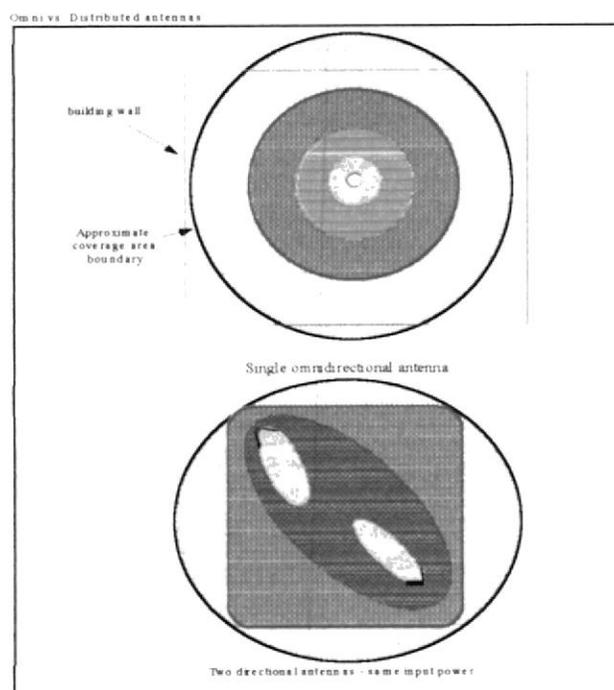


Fig.3-7

Areas internas.- edificios de oficinas, galerías, centros de conferencias, aeropuertos, subterráneos, etc.

Areas externas.- pasillos céntricos, campos universitarios, valles, etc.

## **CAPITULO IV**

### **4 Desarrollo del proyecto.**

La idea del montaje de una microcelda en el Ecuador, salió a partir de la gran cantidad de quejas que se recibieron con la creación de nuevos malls comerciales en cuyos cuales la señal no penetraba de manera óptima y además la inversión para instalar una macrocelda sólo para apuntar a dichos centros comerciales era ilógica, por tanto la instalación de las mismas fue todo un éxito tanto para el cliente como para la operadora, en este caso CONECEL.

CONECEL cuenta en la actualidad con una red celular de alrededor de 80 celdas dentro de las cuales 3 son microceldas y una microcelular instalada recientemente en el Hotel Hilton Colón. Cabe recalcar que una microcelda trabaja de manera similar a una microcelular, con la diferencia de que esta funciona como una mini central telefónica integrada a un PBX tipo Meridian proporcionando un servicio de tipo privado en la cual los teléfonos celulares operan como una extensión mientras son utilizados dentro de los límites físicos en este caso el Hotel, evitando que llamadas importantes se pierdan. Los costos de las llamadas entrantes y salientes dentro de los límites donde se está dando la cobertura, tienen el valor de una llamada convencional.

Esta operadora trabaja en la banda A con unos 80.000 abonados, su tecnología y soporte técnico es proporcionado por la compañía Northern Telecom, la cual ya se encuentra brindando sus servicios en el país desde hace 2 años aproximadamente.

CONECCEL junto con el asesoramiento técnico de Nortel decidieron realizar el estudio de RadioFrecuencia para la instalación de la Microcelda. Con una duración de 3 días durante el mes de Junio; los trabajos comenzaron a partir de las 10:00 PM y culminaron a las 5:00 AM de cada día, analizando así la cobertura en todos los pasillos, escaleras, plaza de comidas, etc., e inclusive la administración del Mall proporcionó los planos para que de esta manera se pudiera determinar la ubicación tanto de los equipos de la microcelda como de las antenas, torre para el enlace de microondas, y cableado.

Lo primero que se realizó fue una visita a la terraza para determinar el lugar adecuado donde se debería colocar la torre con la respectiva antena de microonda y que a su vez tenga línea de vista con cualquiera de las macroceldas que se encontraban alrededor.

Las celdas que se encontraron fueron:

Celda de Mapasingue ubicada en el cerro del mismo nombre.

Celda de Ceibos ubicada en la urbanización de la Cumbre.

Celda de Cerro Azul ubicada en el cerro del mismo nombre.

Además un repetidor ubicado en la urbanización de Puerto Azul fue considerado mas adelante en el estudio.

Dentro de estas celdas la que mejor línea de vista proporcionaron fueron la celda de Ceibos pero esta tenía su capacidad ocupada al máximo.

Finalmente el enlace salió de la celda de Mapasingue.

Cabe indicar además que como la microcelda brinda un servicio de tipo público entonces fue necesario definir los Handoff tanto a la entrada como a la salida del centro comercial.

La intensidad de la señal decaerá una vez que se sale del centro comercial.

La intensidad de la señal en el interior del centro comercial debe de ser mejor que -75 dBm, con un grado de confianza del 90%.

La microcelda trabajará en un 100% de manera digital.

#### **4.1 Descripción del proyecto**

Como uno de los principales objetivos es el ahorro de antenas, entonces se procedió a recorrer el centro comercial en su totalidad.

El equipo de medición utilizado consistía en un trípode en donde se le colocó una de las antenas la cual emitía señales con 0db de ganancia, la misma que fue conectada con un transmisor. El ingeniero en RF recorrió cada uno de los diferentes pasillos junto con un teléfono y un receptor modelo ZKSAM el cual tomaba todas las muestras que emitía la antena, en los diferentes puntos donde se colocaba el trípode. En el ZKSAM se programó un canal de frecuencia una vez analizadas las frecuencias que eran emitidas por las macroceldas.

La ubicación de los equipos y de las antenas la podemos encontrar en el diagrama 1.

El centro comercial esta formado por dos plantas, la planta baja y la planta alta, se lo dividió en dos particiones a las cuales las denominó A y B respectivamente. Dentro de estas particiones se tomaron mediciones en diversos lugares denominándolos A1, A2,...., B1, B2,....

##### **4.1.1 Areas donde se dará el servicio.**

Para tener una visión mas clara de cómo se realizaron los recorridos, cada posición tiene su respectivo diagrama

### Posiciones de las antenas

<b>Posición</b>	<b>Planta</b>	<b>Diagrama de Recorrido</b>	<b>Observación</b>
A1	BAJA	A1	Posición definitiva
A2	BAJA	A2	Posición definitiva
A3	BAJA	A3	Posición definitiva
B2	ALTA	B2	Posición definitiva
B3	ALTA	B3	Posición definitiva
B4	ALTA	B4	Posición definitiva

**TABLA 4.1** Posición de las antenas.

La planta baja tiene una área de 13000 m<sup>2</sup> aproximadamente, en esta planta se encuentran Mi Comisariato, Mi juguetería, Departamento Store y los locales comerciales a lo largo del corredor principal. Ver diagrama 1

La planta alta, de similares dimensiones que la planta baja, tiene como partes principales los corredores, a lo largo de los cuales se ubican los locales comerciales; el área de comidas o de restaurantes; el área de cines y el área de juegos. El área de los cines será el único sitio donde se evitó brindar cobertura ya que por parte de la administración del Mall se pidió que no se la proporcione, por lo que en los cines se trata en lo posible que los teléfonos celulares se mantengan apagados.

### 4.1.2 Análisis del tráfico en el centro comercial.

Basándonos en el criterio del tráfico presentado por la administración del centro comercial en este circulan alrededor de unos 10.000 clientes, con una asistencia máxima de 18000 entonces el cálculo de tráfico es el siguiente:

Estadísticas y consideraciones

Asistencia promedio	:	10.000 clientes
Asistencia máxima	:	18.000 clientes
Asistencia en la hora pico	:	1.500 – 2.000 clientes
Horas de atención	:	13 horas (9:00 hasta las 22:00)
Potenciales usuarios de celular	:	40 %

Por tanto:

Usuarios de celular	:	800 usuarios
Promedio del trafico por usuario	:	25mE
Tráfico total del centro comercial	:	(800 usuarios)(25 mE/usuario)
		20 Erlangs

De los valores de tráfico de la tabla Erlang B tenemos:

Grado de servicio	:	2 %
Con 28 troncales se tiene	:	20.2 Erlangs

### 4.1.3 Dimensionamiento De La Microcelda

De las características del sistema digital TDMA:

27 troncales (TCH) se obtiene con 9 radios (TRU-II)

30 troncales (TCH) se obtienen con 10 radios (TRU-II)

La microcelda requirió de:

Un canal de control digital (DCCH) que necesita 1 radio (TRU-II)

Un localizador digital (DLR) que necesita 1 radio (TRU-II)

#### **Dimensionamiento de la microcelda**

<b>Descripción</b>	<b>Denominación</b>	<b>Radios (TRU-II)</b>
Canales de voz	30 TCH	10
Canal digital de control	1 DCCH	1
Localizador digital	1 DLR	1
	<b>TOTAL</b>	<b>12</b>

**Tabla 4.2 Dimensionamiento de la microcelda**

Por lo tanto se requiere de 12 radios.

De la capacidad de los equipos de la microcelda:

Un (1) MBS alberga 4 radios, por tanto se necesitan 3 MBS.

Del estudio de campo se determina la necesidad de:

Seis (6) antenas, tres de ellas en la planta baja y las otras tres en la planta alta.

En la figura 4-1 se muestra un diagrama de la configuración de la microcelda, del Centro Comercial Riocentro Los Ceibos.

Las partes con líneas entrecortadas sugieren una futura expansión.

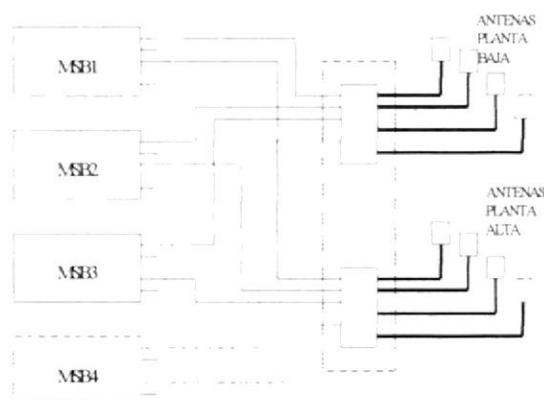


Fig. 4-1 Diagrama de Bloques de la microcelda de Riocentro Ceibos.

#### 4.1.4 Ubicación De Las Antenas.

Del estudio de campo se determinó las siguientes ubicaciones de las antenas.

##### Descripción de la posición de las antenas

Antena	Planta	Ubicación
A1	BAJA	Almacén Deparment Store. Parte central del corredor principal interno
A2	BAJA	Supermercado Mi Comisariato. Parte posterior izquierda.
A3	BAJA	Almacén juguetería. Parte delantera
B2	ALTA	Entre los locales L-67 y L-66
B3	ALTA	En la parte anterior del área de confluencia de los Corredores que se dirigen a las áreas de cines y restaurantes.
B4	ALTA	En la parte frontal del local L-55.

Tabla 4.3 Ubicación de las antenas

La orientación de las antenas son especificadas en los diagramas de recorridos.

#### **4.1.5 Ubicación De Equipos.**

El lugar para los equipos estuvo ubicado en la parte anterior derecha de Mi Comisariato. (Ver diagrama 1). Dicho lugar era el único que estaba lo suficientemente cerca de la antena de microondas, por ende no se presentaron grandes pérdidas en los cables; de lo contrario se hubiera construido una repisa por los falsos techos.

- Un (1) controlador de la microestación (CSI)
- Tres (3) microestaciones base (MBS)
- Bastidor para el equipo de microondas
- Regleta de interconexión (BIX) y el híbrido del sistema de antenas.

Mi comisariato cuenta con un sistema de aire acondicionado. De ser necesario se recomendó hacer una extensión de los ductos para tener una salida de aire en el lugar donde se instalaron los equipos.

La estructura (torre) para la antena del enlace de microondas se ubico en la terraza (techo) del centro comercial, sobre el lugar demarcado en el diagrama de la planta alta.

#### **4.2 *Cableado para Las Antenas.***

El cableado para la antenas de la planta baja se efectuará por el tumbado falso existente.

El cableado de la planta alta se lo realizó por el tumbado falso de la planta baja hasta alcanzar el piso del compartimento de extintores ubicado entre los locales L- 79 y L- 80 de la planta alta, donde se hizo un paso y ducto para los cables hasta el tumbado de la planta alta. Alcanzado este punto, los cables se corrieron por encima del tumbado falso hasta los respectivos lugares de las antenas. Por razones prácticas los ingenieros civiles del centro comercial recomendaron correr los cables cerca de los centro de luz (sport lights). La tabla resume las longitudes del cable para cada antena

#### **Longitudes de cables para las antenas**

Antena	Planta	Longitud Máxima	Longitud Preferida
A1	BAJA	72 m	60 m
A2	BAJA	42 m	
A3	BAJA	28 m	
B2	ALTA	78 m	50 m
B3	ALTA	47 m	38 m
B4	ALTA	116 m	90 m

**Tabla 4.4 Longitudes de cables para calcular las pérdidas.**

#### **4.2.1 Sistema de Microondas.**

El equipo de microondas posee 65 m de cable desde la unidad externa ubicada en la torre hasta unidad interna ubicada en el bastidor.

Para el enlace de microondas se comprobó la línea de vista hacia las estaciones de Mapasingue y Ceibos. Para el case de Mapasingue se debe establecer la claridad necesaria con la obstrucción de un árbol sobre la ruta del radio enlace.

### **4.2.2 Interferencia.**

Para determinar las diferentes señales que llegaban al centro comercial se hizo un muestreo de todos los canales de control de la Banda A. Esto lo podemos observar en la fig. 4-2.

En general el objetivo de la elección de frecuencia fue cumplir con las siguientes condiciones:

C/I interferencia cocanal mejor que 17 dB

ACI interferencia de canal adyacente mejor que 5dB.

En la tabla 4.5 se muestran las intensidades promedio de los canales de control en los diferentes puntos de muestreo.

La fig. 4-2 resume de manera gráfica las intensidades promedio de los canales de control. Los puntos de muestreo para estas mediciones son indicadas en los diagramas 1 y 2 respectivamente.

### **4.2.3 Canal De Control.**

Para elegir el canal de control de esta microcelda, se efectuó un monitoreo de todos los canales de control de la banda A. Este muestreo se realizó en todos los lugares por donde las señales de las macroceldas ingresan al centro comercial. Los puntos de monitoreo son generalmente las puertas de acceso, ventanas y cúpulas de vidrio por ejemplo. En el gráfico 4-2 se resume los resultados de este monitoreo.

Del análisis del gráfico 4-2 y para cumplir con los objetivos de interferencia se eligió el canal de control digital 1018 pertenecientes al grupo C1.

## Muestreo de interferencias del Down Link

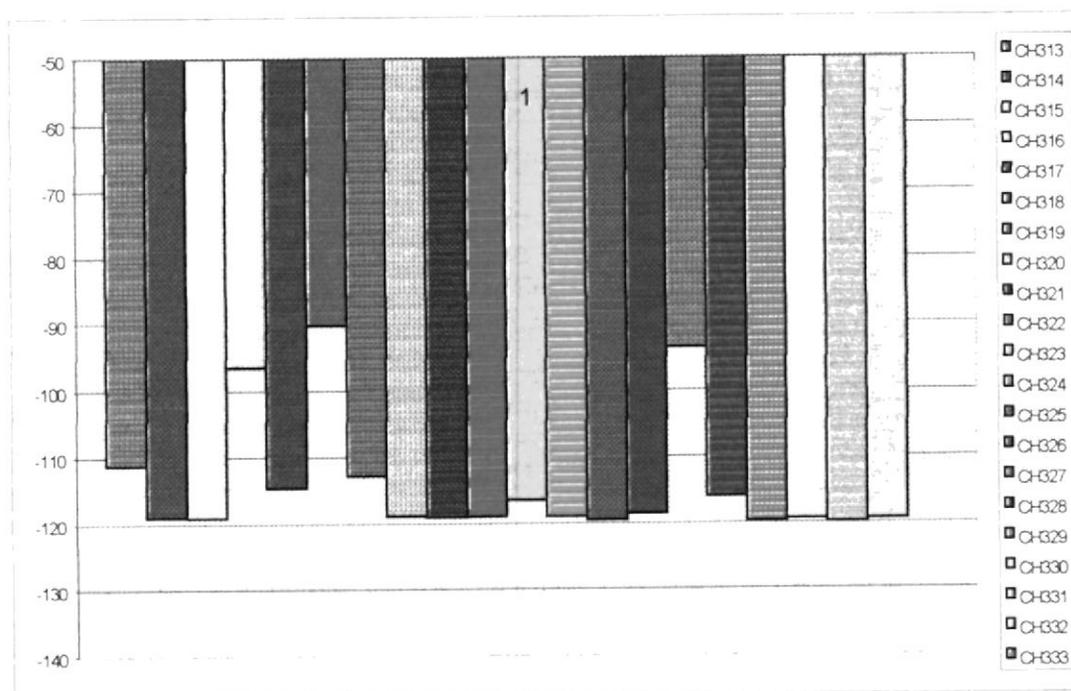


Fig. 4-2 Canales de control de la banda A

Finalmente una vez que fue instalada la microcelda en el centro comercial esta quedó montada de la siguiente manera:

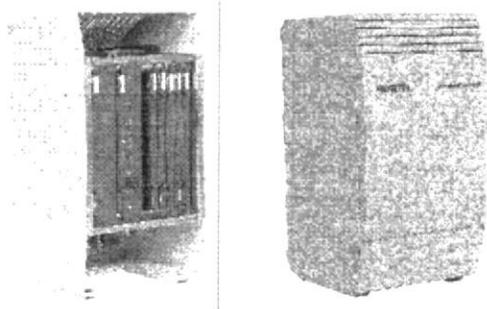


Fig. 4-5 Distribución de los equipos en Mi comisariato de Riocentro Ceibos

En la fig. se indica también el dimensionamiento del lugar.

El CSI va encerrado en una carcasa, tal como lo muestra la figura 4-6.

Figure 7-3  
CSINTAX99CA module (front view) with circuit cards in the cabinet



411-2131-100 Standard 08.02 October 1997

Fig. 4-6 El CSI

## TABLA DE LAS INTERFERENCIAS MUESTREADAS

CANAL	PUNTO1	PUNTO2	PUNTO3	PUNTO4	PUNTO5	PROMEDIO
313	-103.61	-119088	-104.46	-109.33	-118.86	-111.23
314	-117.13	-120.00	-120.00	-117.95	-120.00	-119.02
315	-119.06	-120.00	-119.69	-117.03	-120.00	-119.16
316	-87.65	-104.69	-91.14	-90.06	-108.77	-96.46
317	-108.60	-120.00	-112.95	-111.81	-120.00	-114.67
318	-83.75	-98.22	-85.63	-84.45	-99.31	-90.27
319	-107.56	-120.00	-111.60	-105.87	-119.72	-112.95
320	-116.88	-120.00	-119.65	-118.27	-120.00	-118.96
321	-118.37	-120.00	-119.93	-117.60	-120.00	-119.18
322	-117.56	-120.00	-119.10	-118.50	-120.00	-119.03
323	-114.44	-119.95	-118.67	-110.11	-119.89	-116.61
324	-119.06	-120.00	-118.18	-118.20	-120.00	-119.09
325	-119.57	-120.00	-119.44	-119.00	-120.00	-119.60
326	-117.88	-120.00	-118.61	-116.96	-120.00	-118.69
327	-89.59	-99.12	-95.85	-86.74	-97.16	-93.69
328	-110.14	-120.00	-117.52	-112.93	-120.00	-116.12
329	-119.70	-120.00	-119.54	-119.88	-120.00	-119.82
330	-119.43	-120.00	-119.80	-118.51	-120.00	-119.55
331	-120.00	-120.00	-120.00	-120.00	-120.00	-120.00
332	-119.26	-120.00	-119.06	-119.26	-120.00	-119.52
333	-113.47	-120.00	-115.73	-114.08	-119.90	-116.64

TABLA 4-5 Cuadro de interferencias

# CAPITULO V

## 5. Costos

En este capítulo se identificarán los recursos materiales necesarios para la implementación de un sistema de una Microcelda en el Centro Comercial RioCentro los Ceibos, el análisis del uso del recurso humano solo lo hemos realizado en lo que tiene que ver con el personal contratado para el estudio de radio-frecuencia y para las instalaciones de los equipos, antenas, cableado; es decir, el personal de infraestructura e Ingenieros de RF.

Se determinara además los distintos costos presentados en el sistema.

A su vez lo que queremos dar es simplemente una idea aproximada del valor que le costaría a una persona ya sea natural o jurídica instalar un sistema de microcelda en un centro comercial.

### 5.1 *Recursos*

El desarrollo de la instalación del sistema de una microcelda requiere de manera primordial el uso de recursos tanto propios como prestados, las contrataciones por servicios prestados se hizo presente. Los recursos utilizados en esta instalación involucran costos y/o tiempo, es por ello que es necesario identificarlos claramente para implementar este proyecto, estos recursos pueden clasificarse en dos grupos: Recursos Materiales y Recursos Humanos.

#### 5.1.1 Recursos Materiales

En los recursos materiales haremos primeramente un análisis del costo de los equipos utilizados para hacer el estudio de radio-frecuencia, los cuales consistían en tomar

mediciones de los niveles de potencia de las señales que se transmitieron en las pruebas.

A continuación mostramos un listado de estos equipos y sus respectivos valores. (Ver tabla 5.1, 5.2, 5.3)

## EQUIPOS DE RF

<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO S</b>	<b>PRECIO TOTAL S</b>
Radios TRUII	31	3,416	105,896
Antenas Direccionales	16	176	2,816
Superflex de cable 1/2'	1400	5	7,000
Puerto hibrido dual de 8	2	1,224	2,448
Conectores macho	32	56	1,792
<b>Sub-total</b>			<b>119,952</b>
<b>Descuento</b>			<b>22,000</b>
<b>Total</b>			<b>97,952</b>

Tabla 5-1

## MICRO ESTACION BASE

<b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO S</b>	<b>PRECIO TOTAL S</b>
Micro Estación Base	4	9,439	37,756
Cable de entrada de poder AC	1	11	11
Cable para el CSI	1	73	73
MBS frame	1	3,675	3,675
Cable para antena RF	16	81	1,296
Terminales TNC de 50oh.	16	12	192
Armazón de la MBS	8	516	4,128
<b>Sub-total</b>			<b>47,131</b>
<b>Descuento</b>			<b>7500</b>
<b>Total</b>			<b>39,631</b>

Tabla 5-2

## CSI

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S	PRECIO TOTAL S
CSI para E1	1	16,838	16,838
RMTSC	1	10,000	10000
Cobertura frontal del CSI	1	851	851
Armazón del CSI	1	105	105
Cable del DS1	1	38	38
Cable de poder AC	1	16	16
Fuente de poder DC/DC	1	3,255	3,255
CACU	1	4,454	4,454
RMDP	1	2,673	2,673
Manual de instalación	1	68	68
Convertidor de poder AC/DC	1	791	791
<b>Sub-total</b>			39,089
<b>Descuento</b>			4103
<b>Total</b>			<b>34,986</b>

TABLA 5.3

Por lo tanto el costo total sólo en equipos lo podemos ver en la tabla 5.4 el cual fue de:

DESCRIPCION	PRECIO TOTAL S
Equipo de RF	97,952
MBS	39,631
CSI	34,986
<b>Total</b>	<b>172,569</b>

TABLA 5.4

Del valor total a pagar por los equipos para dicho estudio, podemos observar que este es muy elevado, por lo que sería más aconsejable para la empresa que desee implementar un sistema como este, que considere la posibilidad de utilizar los servicios prestados de una empresa que se dedique a este tipo de estudios, lo que resultaría más económico. Para el caso de este proyecto, las mediciones fueron realizadas por NORTEL y que a su vez es la que le vendió los equipos.

Los costos de contratación del personal técnico especializado en la instalación y el encargado de tomar las mediciones los detallaremos en Recursos Humanos.

También hay otros detalles muy importantes que debemos considerar, como es el gasto de alquiler del espacio físico que van a ocupar los equipos y las antenas, este costo es de \$200 mensuales.

### **5.1.2 Recursos Humanos**

Los recursos humanos lo podemos dividir en dos grupos:

El grupo que corresponde al personal técnico especializado, perteneciente a Nortel para realizar el estudio de radio frecuencia, que consiste en tomar las mediciones de todas las diferentes áreas del centro comercial definidas en el CAP 4, y determinar la mejor ubicación de los equipos y de las antenas; y el grupo del personal pertenecientes a la compañía CONECEL para la instalación del sistema.

En la siguiente tabla indicamos el costo de las actividades realizadas por el personal, tanto de Nortel como el de CONECEL. Además hemos considerado conveniente incluir los costos de transportación de los equipos ya que estos no encajan dentro de los recursos materiales.

El costo del estudio de radiofrecuencia y de la instalación asciende a:  
35,000 dólares.

Hay que recordar que no se han incluido gastos de mantenimiento y operación de la Microcelda, los cuales corren por cuenta de la operadora.

## Conclusiones y Recomendaciones

Una vez concluido el estudio de RF por parte de CONECEL y Nortel, la instalación de los equipos por parte del departamento de infraestructura de la compañía, y la puesta en funcionamiento realizado por el departamento de Transmisiones, se levantó la microcelda el día 11 de Septiembre de 1998.

Una vez montada, se realizaron las respectivas pruebas en este caso ya con las 6 antenas instaladas, tomando muestras en un teléfono celular Nokia 2160 haciendo y recibiendo llamadas, se concluyó así que dentro del centro comercial se tuvieron niveles de  $-75$  dBm. funcionando de manera óptima.

Los Handoff de las Macrocelas con la Microcelda tanto a la entrada como a la salida del centro comercial fueron un éxito

En Department Store, los puntos de referencia A1-1, A1-2, A1-3 registraron valores cercanos a  $-75$  dBm (ver Anexo 1 Recorrido Definitivo Posición A1) que no representan problema alguno ya que la única señal existente en este lugar es la proveniente de la microcelda, por tanto se consigue el objetivo para interferencias, lo mismo ocurrió con Mi Comisariato y Mi Juguetería.

Todo usuario y cliente del Centro Comercial necesariamente deberá portar un teléfono digital ya que el sistema es puramente digital.

Una vez instalada la Microcelda el tráfico presentado después de ser instalada presentó un pequeño porcentaje de disminución de caídas de llamadas en las Macros, ayudando un poco en su descongestión.

El promedio total de llamadas atendidas y completadas a lo largo de la primera semana fueron de 300, notando así que no se presentó congestión en la misma.

Se recomienda para futuras instalaciones de Microcelda que se monten radios de tipo analógico para que los usuarios con teléfonos analógicos puedan realizar sus llamadas.

Para futuras ampliaciones en caso de que se presente gran bloqueo se recomienda que cuando se instalen las antenas se busquen rutas cortas para evitar en lo posible las pérdidas en los cables.

No se debe olvidar a la Microcelda al momento de realizar cualquier cambio de frecuencias en las Macrocelas de alrededor.

Finalmente algo que es muy importante mencionar, es que la Microcelda es inteligente en comparación a otros sistemas que realizan funciones similares, como es la de servir a coberturas donde no hay señal, tal es el caso de los repetidores o los extensores, pero estos son sistemas tontos.

Es inteligente en el sentido de que permite modificar las diferentes tarifas tanto para los clientes o dueños de los locales como para los usuarios del servicio, es decir otorgando tarifas económicas a los propietarios de los locales comerciales.

## ANEXO 1

**POSICION ACTUAL DE LAS ANTENAS EN EL CENTRO  
COMERCIAL**

OBRA



# RIOCENTRO SHOPPING

Los Cellos

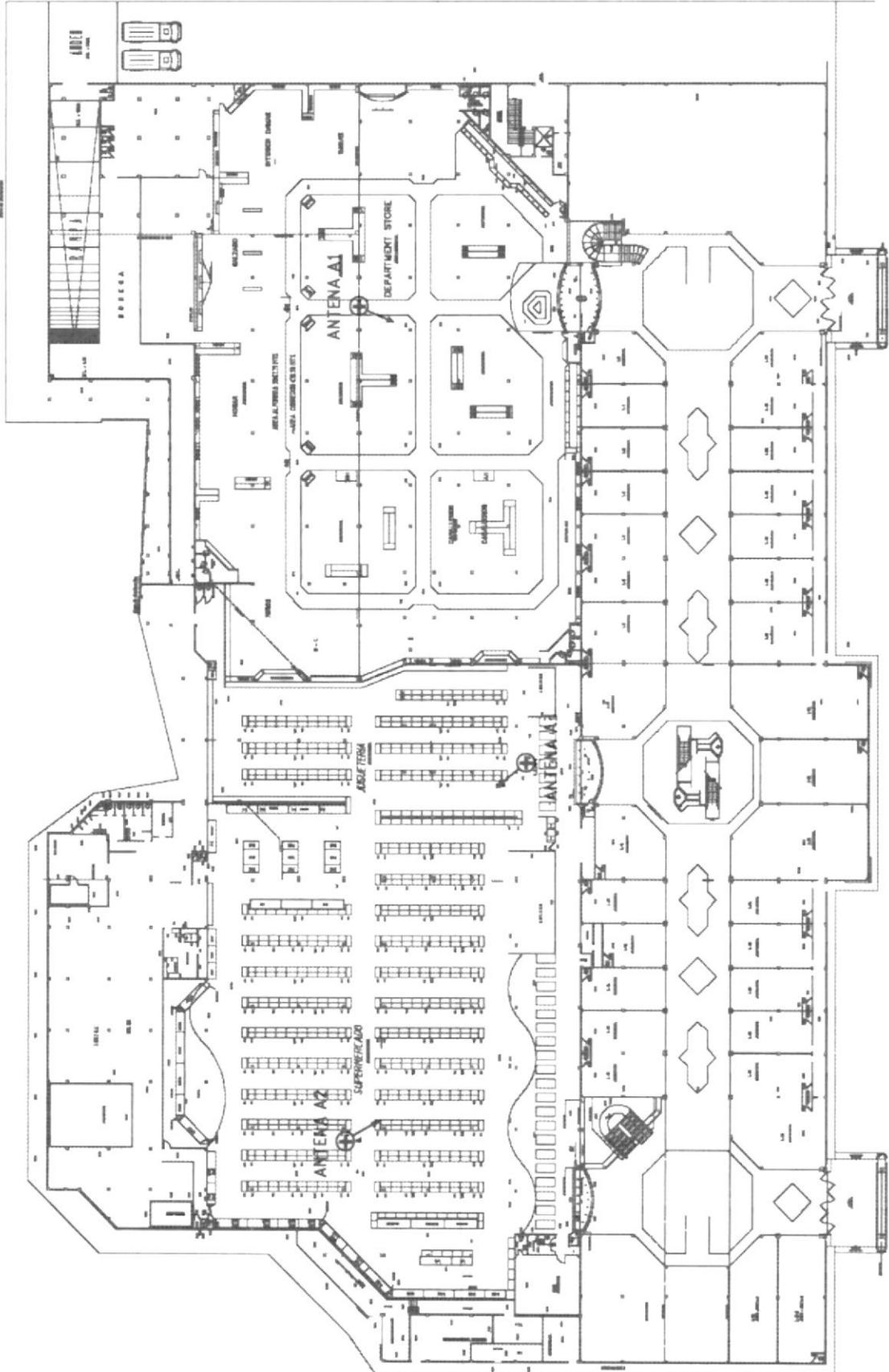


DIAGRAMA 1: PLANTA BAJA

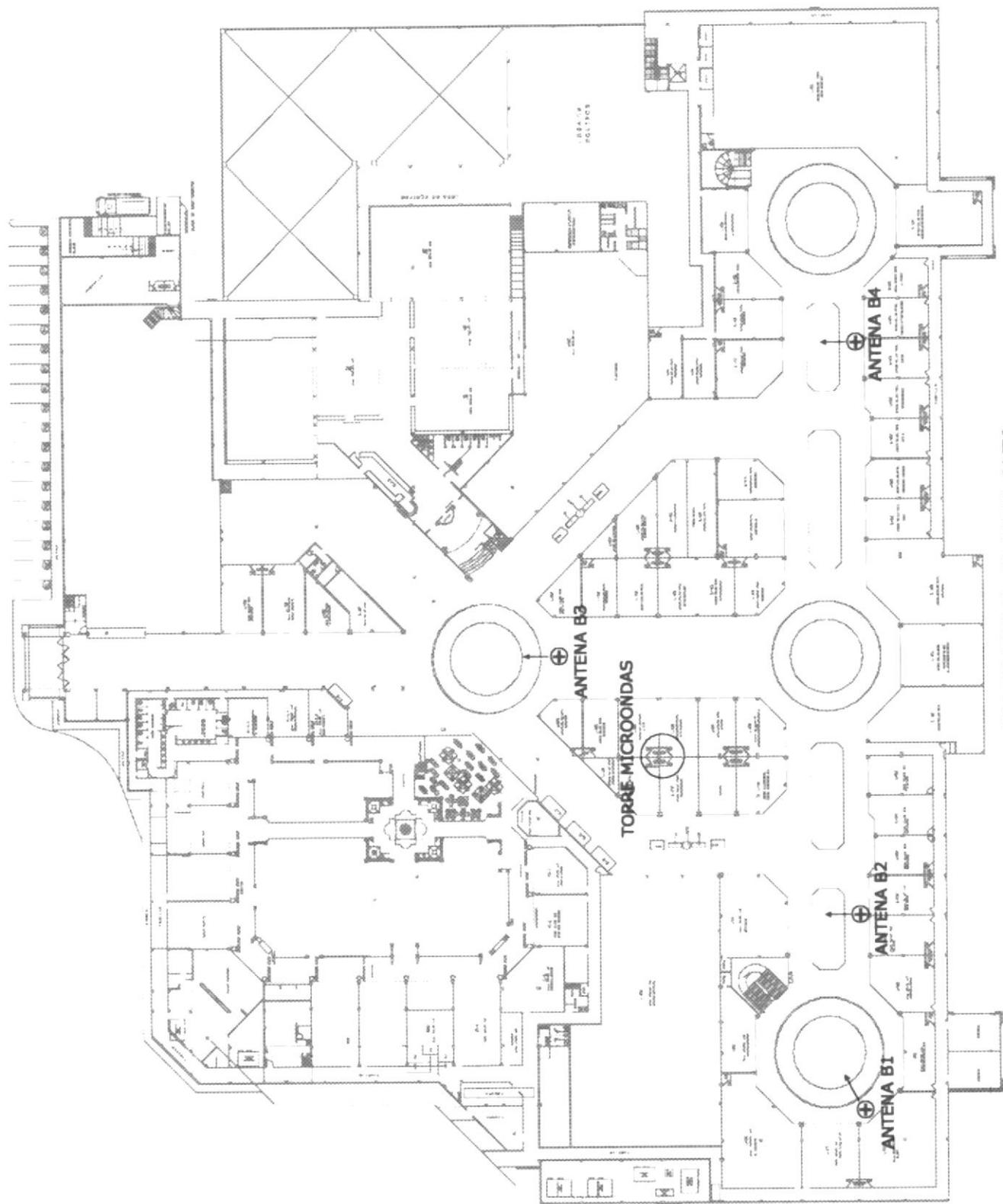


DIAGRAMA 2: PLANTA ALTA

**RECORRIDO DEFINITIVO POSICION A1**

OBRA



# RIOCENTRO SHOPPING

Los Celbos

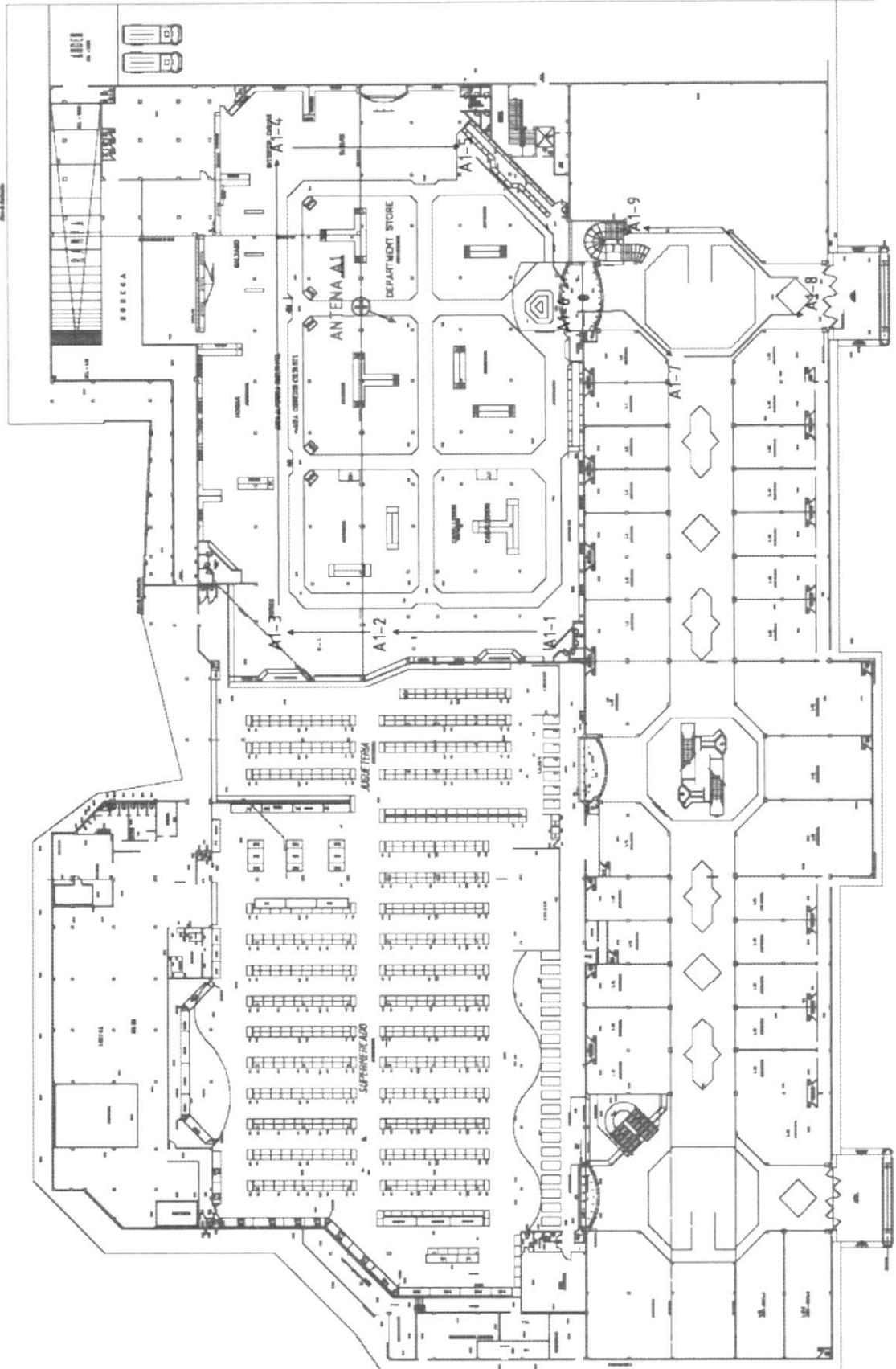


DIAGRAMA DE RECORRIDO A1 PLANTA BAJA



**TABULACIÓN DE RECORRIDO PARA LA ANTENA A1 (PLANTA BAJA)**

<b>Punto</b>	<b>Nivel</b>	<b>Canal</b>
	-56	333
	-60	333
	-67	333
	-56	333
	-61	333
	-56	333
	-57	333
17	-61	333

TABULACIÓN DE RECORRIDO PARA LA ANTENA A1 (PLANTA BAJA)

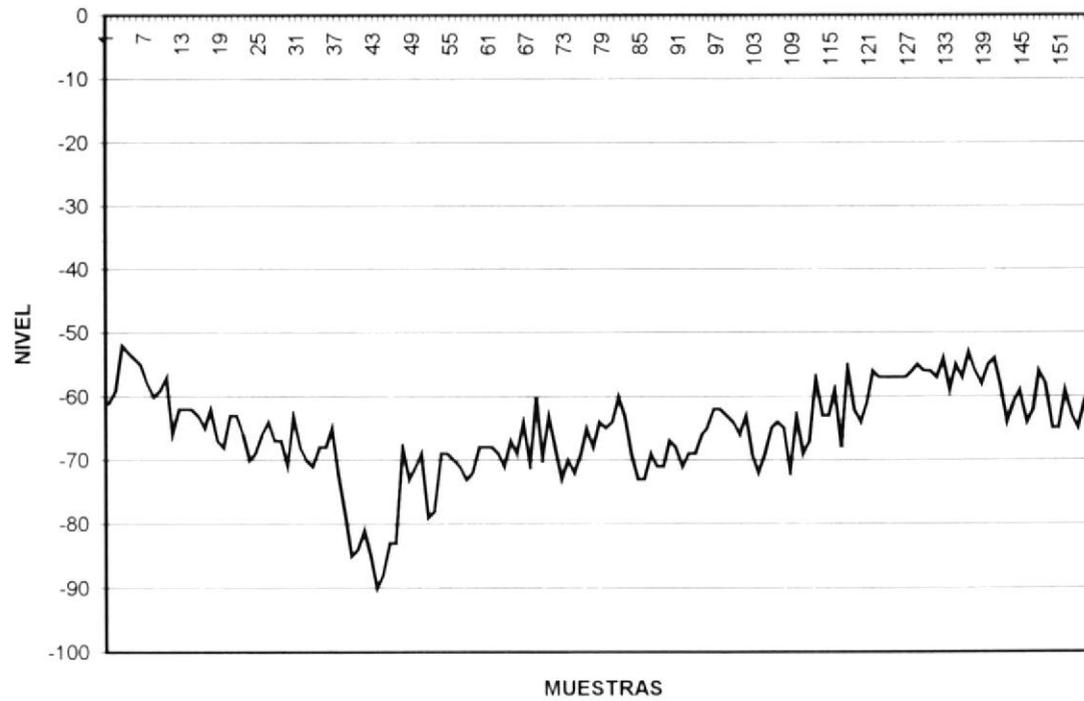
Punto	Nivel	( anal
17	-61	333
18	-59	333
	-52	333
	-53	333
	-54	333
	-55	333
	-58	333
	-60	333
	-59	333
	-57	333
	-57	333
19	-61	333
	-63	333
	-63	333
	-67	333
	-62	333
	-67	333
	-68	333
	-73	333
	-70	333
	-72	333
20(A1.4)	-69	333
	-70	333
	-66	333
	-66	333
	-64	333
	-67	333
	-71	333
	-63	333
	-68	333
	-70	333
21	-78	333
	-81	333
	-84	333
	-85	333
	-81	333
	-85	333
	-88	333
	-90	333
	-85	333
	-81	333
22	-61	333
	-59	333
	-62	333
	-67	333
	-67	333
	-64	333
	-68	333
	-71	333
	-72	333
	-78	333
23	-69	333
	-72	333
	-68	333
	-68	333
	-68	333
	-68	333
	-72	333
	-73	333
	-71	333
	-70	333
24	-69	333
	-70	333
	-63	333
	-68	333
	-73	333
	-70	333
	-72	333
	-69	333
	-65	333
	-64	333
25	-60	333
	-60	333
	-63	333
	-69	333
	-73	333
	-73	333
	-69	333
	-71	333
	-71	333
	-67	333
26	-68	333
	-71	333
	-71	333
	-67	333
	-69	333
	-71	333
	-69	333
	-66	333
	-65	333
	-62	333
27	-69	333
	-72	333
	-69	333
	-63	333
	-66	333
	-64	333
	-63	333
	-62	333
	-61	333
	-64	333
28	-65	333
	-64	333
	-65	333
	-72	333
	-63	333
	-69	333
	-67	333
	-57	333
	-63	333
	-63	333
29(A1.5)	-61	333
	-56	333
	-57	333
	-57	333
	-57	333
	-56	333
	-56	333
	-55	333
	-55	333
	-54	333
30	-54	333
	-59	333
	-55	333
	-57	333
	-54	333
	-54	333
	-59	333
	-55	333
	-57	333
	-54	333
31	-58	333
	-64	333
	-61	333
	-59	333
	-64	333
	-59	333
	-62	333
	-56	333
	-58	333
	-54	333
32	-61	333
	-64	333
	-61	333
	-65	333
	-63	333
	-59	333
	-65	333
	-65	333
	-58	333
	-56	333



**TABULACIÓN DE RECORRIDO PARA LA ANTENA A1 (PLANTA BAJA)**

<b>Punto</b>	<b>Nivel</b>	<b>Canal</b>
	-76	333
	-76	333
	-78	333
	-84	333
	-83	333
	-81	333
	-83	333
48	-74	333
	-79	333
	-77	333
	-78	333
	-78	333
	-78	333
	-78	333
	-79	333
	-78	333
	-78	333
	-78	333
49(A1 9)	-78	333
	-77	333
	-75	333
	-74	333
	-79	333

## ANTENA A1 (PLANTA BAJA)



— Serie1

**RECORRIDO DEFINITIVO POSICION A2**

OBRA



# RIOCENTRO SHOPPING

Los Celbos

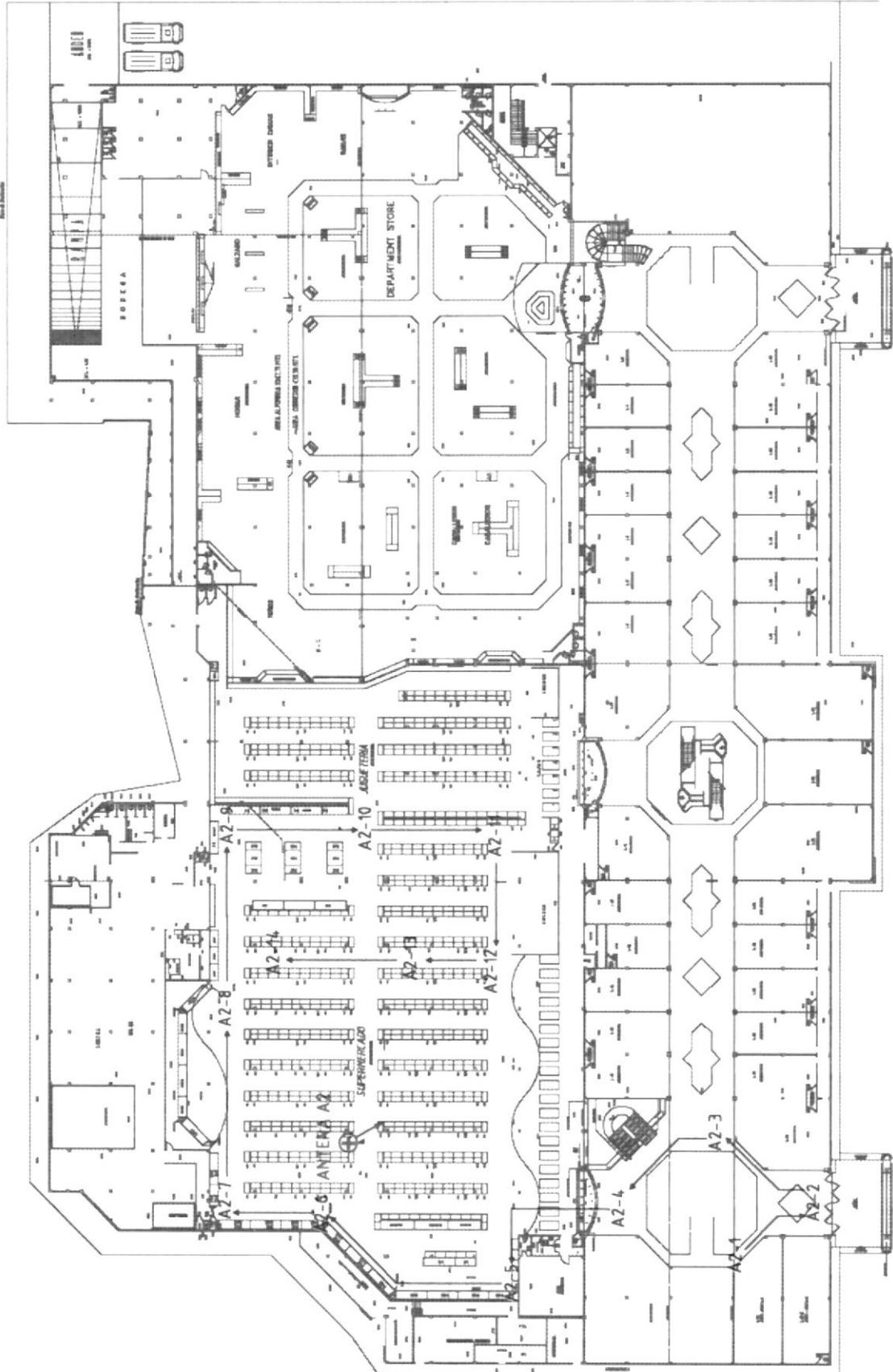


DIAGRAMA DE RECORRIDO A2 PLANTA BAJA

TABULACIÓN DE RECORRIDO PARA LA ANTENA A2 (PLANTA BAJA)

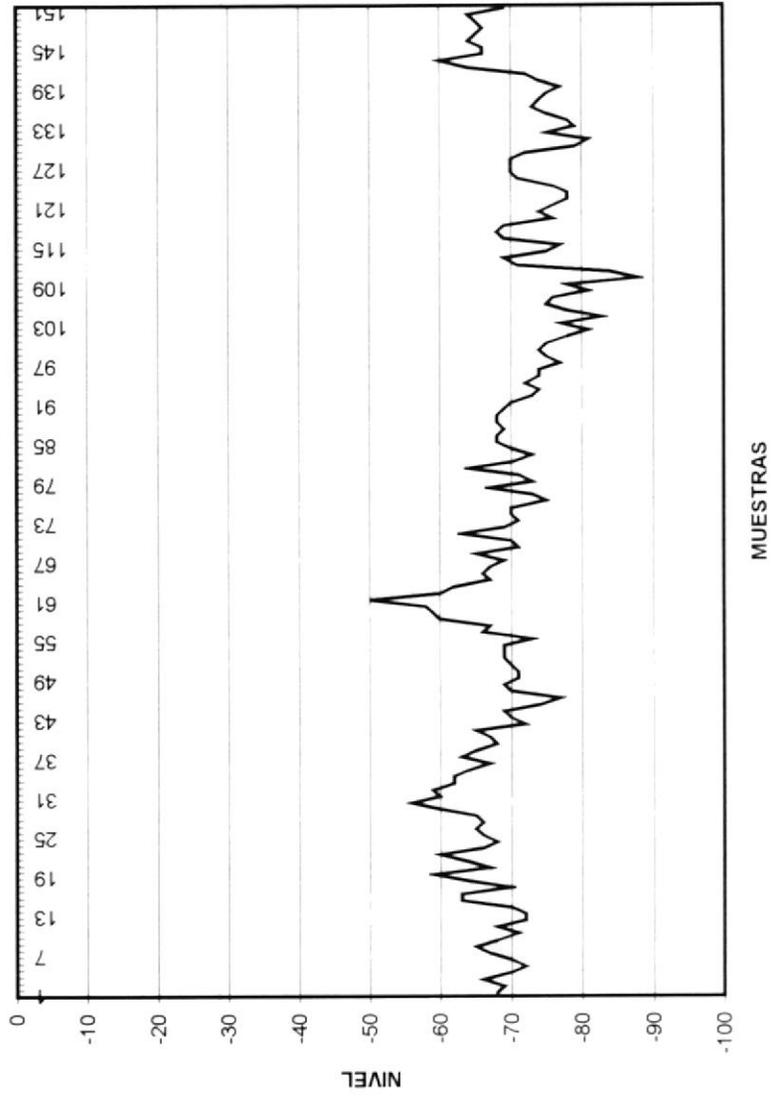
Punto	Nivel	(anal)	
50(A2)	-72	333	
	-71	333	
	-71	333	
	-72	333	
	-71	333	
	-72	333	
	-71	333	
	-72	333	
	-71	333	
	-72	333	
	-71	333	
	-72	333	
	-71	333	
	-72	333	
	-71	333	
	-72	333	
	-71	333	
	-72	333	
	-71	333	
	51	-76	333
-74		333	
-72		333	
-72		333	
-71		333	
-72		333	
-71		333	
-72		333	
-71		333	
-72		333	
-71		333	
-72		333	
-71		333	
-72		333	
-71		333	
-72		333	
-71		333	
-72		333	
52(A2.1)		-66	333
		-67	333
	-68	333	
	-68	333	
	-69	333	
	-71	333	
	-70	333	
	-72	333	
	-71	333	
	-76	333	
	-80	333	
	-76	333	
	-74	333	
	-75	333	
	-78	333	
	-68	333	
	-65	333	
	-71	333	
	53(A2.2)	-74	333
		-72	333
-70		333	
-72		333	
-72		333	
-72		333	
-72		333	
-72		333	
-75		333	
-78		333	
-68		333	
-65		333	
-71		333	
-76		333	
-80		333	
-76		333	
-74		333	
-72		333	
54		-69	333
		-70	333
	-72	333	
	-73	333	
	-69	333	
	-71	333	
	-72	333	
	-72	333	
	-74	333	
	-74	333	
	-73	333	
	-75	333	
	-72	333	
	-72	333	
	-72	333	
	-72	333	
	-71	333	
	-69	333	
	55	-70	333
		-76	333
-74		333	
-74		333	
-78		333	
-72		333	
-69		333	
-73		333	
-72		333	
-70		333	
-69		333	
-71		333	
-72		333	
-72		333	
-74		333	
-73		333	
-75		333	
-72		333	
-72		333	
56(A2.3)		-67	333
	-64	333	
	-73	333	
	-72	333	
	-72	333	
	-61	333	
	-68	333	
	-73	333	
	-78	333	
	-78	333	
	-78	333	
	-74	333	
	-74	333	
	-73	333	
	-74	333	
	-74	333	
	-73	333	
	-72	333	
	-72	333	
	57	-72	333
-73		333	
-72		333	
-73		333	
-72		333	
-73		333	
-72		333	
-73		333	
-72		333	
-73		333	
-72		333	
-73		333	
-72		333	
-73		333	
-72		333	
-73		333	
-72		333	
-73		333	
-72		333	
58		-65	333
	-71	333	
	-71	333	
	-67	333	
	-71	333	
	-69	333	
	-79	333	
	-70	333	
	-74	333	
	-79	333	
	-70	333	
	-76	333	
	-74	333	
	-75	333	
	-72	333	
	-73	333	
	-72	333	
	-73	333	
	-73	333	
	-75	333	
-74	333		
-73	333		
-74	333		
-74	333		
-78	333		
-78	333		
-78	333		
-73	333		
-68	333		
-61	333		
-72	333		
-73	333		
-64	333		
-67	333		
59(A2.4)	-67	333	
	-64	333	
	-67	333	
	-68	333	
	-68	333	
	-68	333	
	-68	333	
	-67	333	
	-67	333	
	-69	333	
	-68	333	
	-67	333	
	-67	333	
	-64	333	
	-68	333	
	-71	333	
	-71	333	
	-73	333	
	-68	333	
	-71	333	
-67	333		
-67	333		
-65	333		
-69	333		
-68	333		
-67	333		
-67	333		
-67	333		
-67	333		
-65	333		
-65	333		
-64	333		
-66	333		
-67	333		
-65	333		
-65	333		
-67	333		
-67	333		
-72	333		
-70	333		
-68	333		
-73	333		
-64	333		
-68	333		
-65	333		
-65	333		
-67	333		
-63	333		
-66	333		
-62	333		
-59	333		
-65	333		
-66	333		
-67	333		
-68	333		
-70	333		
-73	333		
-75	333		
-71	333		
-65	333		
-58	333		
-66	333		
-74	333		
-71	333		
-69	333		
-68	333		
60			
61			
62			
64			



TABULACIÓN DE RECORRIDO PARA LA ANTENA A2 (PLANTA BAJA)

Punto	Nivel	Canal
79	-69	333
80	-73	333
	-76	333
	-73	333
	-73	333
	-62	333
	-59	333
	-66	333
	-78	333
	-78	333
	-79	333
	-73	333
	-78	333
	-78	333
	-78	333
81(A2.11)	-76	333
	-82	333
	-78	333
	-80	333
	-83	333
	-81	333
	-82	333
	-76	333
	-78	333
	-79	333
	-78	333
	-77	333
	-77	333
	-77	333
82	-76	333
	-77	333
	-77	333
	-77	333
	-78	333
	-78	333
	-78	333
	-79	333
	-78	333
	-77	333
	-77	333
	-77	333
	-78	333
	-78	333
83	-74	333
	-76	333
	-71	333
	-73	333
	-73	333
	-72	333
	-75	333
	-69	333
	-69	333
	-71	333
	-71	333
	-71	333
	-71	333
	-71	333
84(A2.12)	-70	333
	-67	333
	-63	333
	-64	333
	-64	333
	-64	333
	-64	333
	-64	333
	-64	333
	-64	333
	-63	333
	-63	333
	-63	333
	-63	333
85	-66	333
	-72	333
	-62	333
	-60	333
	-60	333
	-60	333
	-60	333
	-60	333
	-60	333
	-60	333
	-60	333
	-60	333
	-60	333
	-60	333
86	-70	333
	-69	333
	-63	333
	-65	333
	-65	333
	-65	333
	-59	333
	-66	333
	-64	333
	-62	333
	-62	333
	-63	333
	-63	333
	-63	333
87	-70	333
	-67	333
	-63	333
	-64	333
	-64	333
	-64	333
	-64	333
	-64	333
	-64	333
	-64	333
	-63	333
	-63	333
	-63	333
	-63	333
88(A2.13)	-78	333
	-78	333
	-84	333
	-76	333
	-62	333
	-61	333
	-61	333
	-63	333
	-65	333
	-66	333
	-66	333
	-66	333
	-66	333
	-66	333
89	-68	333
	-67	333
	-66	333
	-66	333
	-65	333
	-67	333
	-69	333
	-65	333
	-66	333
	-68	333
	-68	333
	-61	333
	-58	333
	-55	333
90	-61	333
	-61	333
	-62	333
	-65	333
	-61	333
	-65	333
	-78	333
	-71	333
	-70	333
	-70	333
	-70	333
	-76	333
	-72	333
	-70	333
-66	333	
91(A2.14)	-68	333
	-67	333
	-66	333
	-66	333
	-65	333
	-69	333
	-65	333
	-67	333
	-65	333
	-68	333
	-68	333
	-61	333
	-61	333
	-66	333

# ANTENA A2 (PLANTA BAJA)



**RECORRIDO DEFINITIVO POSICION A3**

OBRA



# RIOCENTRO SHOPPING

Los Ceibos

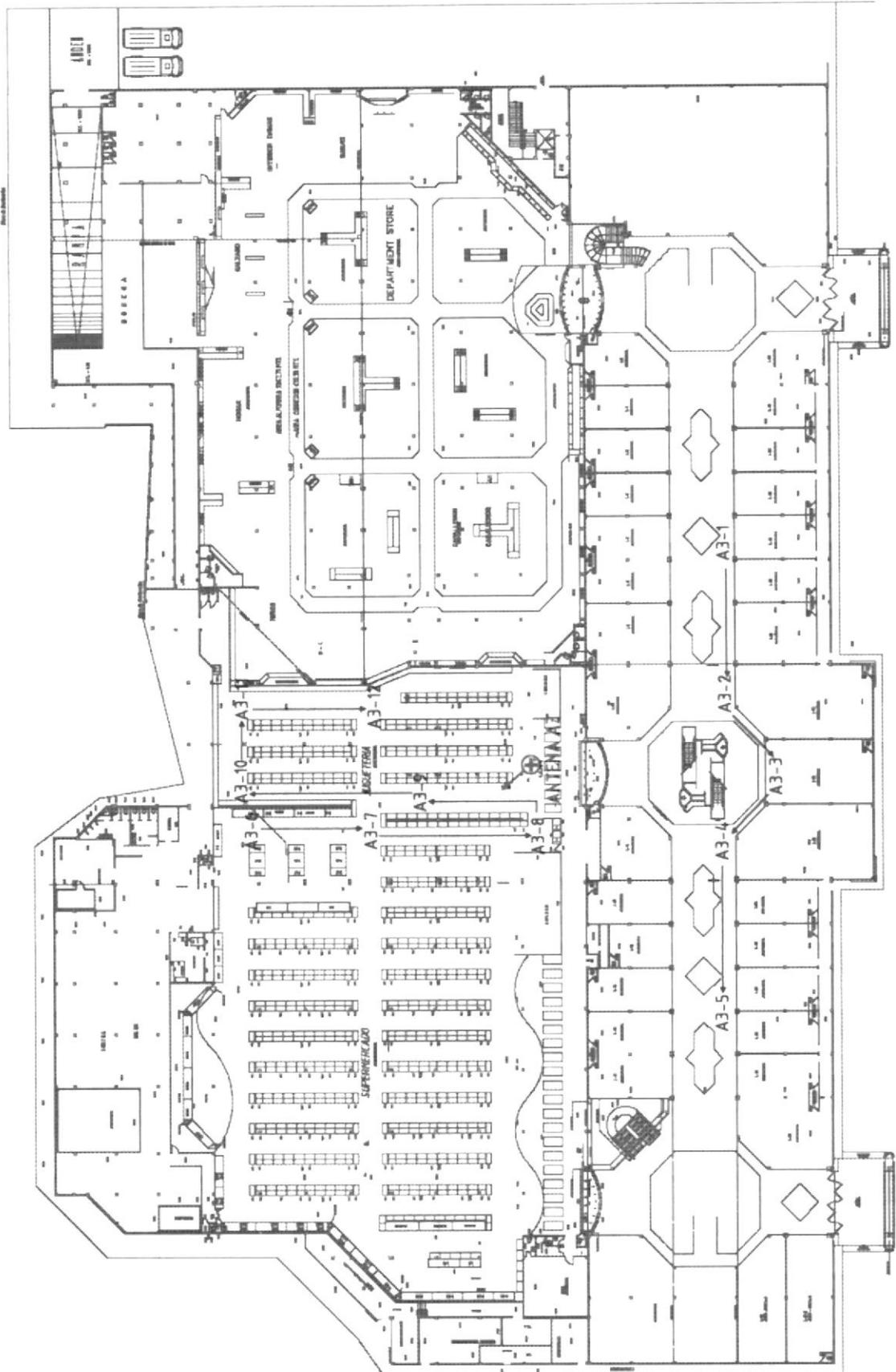


DIAGRAMA DE RECORRIDO A3 PLANTA BAJA

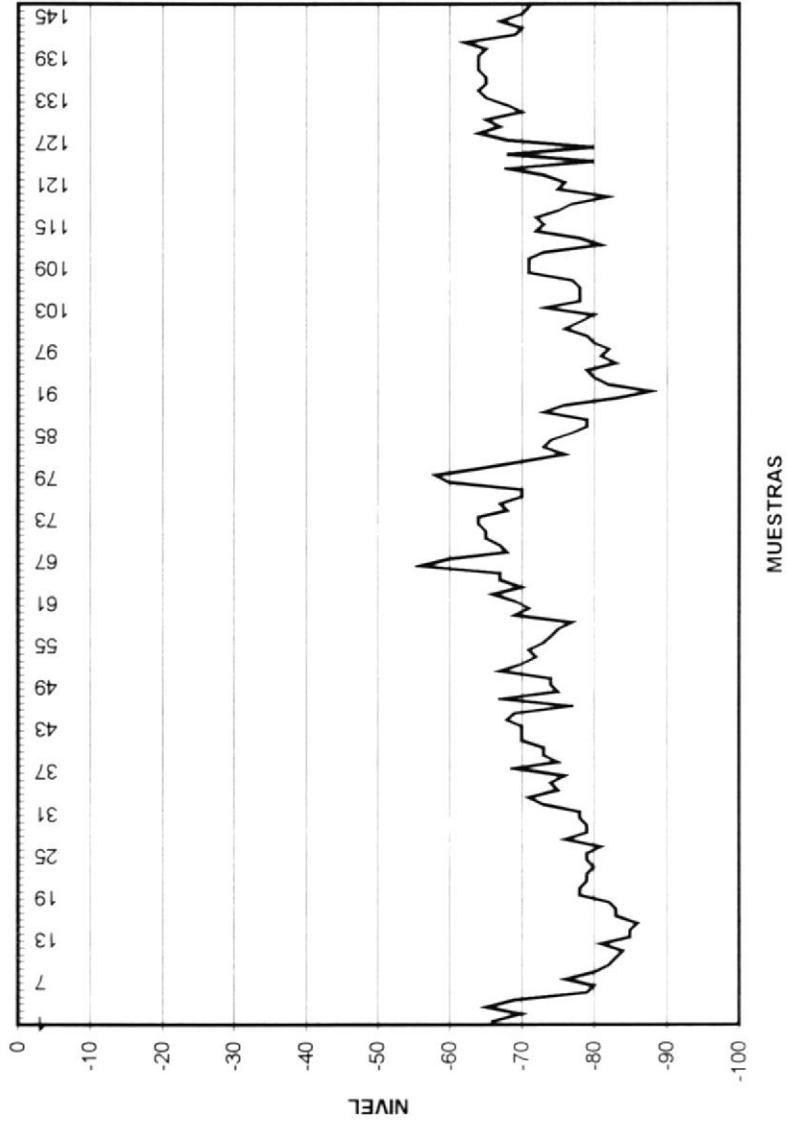
TABULACIÓN DE RECORRIDO PARA LA ANTENA A3 (PLANTA BAJA)

Punto	Nivel	Canal
92	95(A3.2)	92
		94
		93(A3.1)
		96
		97(A3.3)
		98(A3.4)
		99
		100
		101(A3.5)
		102
103(A3.6)	104	102
		107
		105(A3.7)
		106
		107
		108
		109
		110
		111
		112
113	114	113
		114
		115
		116
		117
		118
		119
		120
		121
		122
123	124	123
		124
		125
		126
		127
		128
		129
		130
		131
		132
133	134	133
		134
		135
		136
		137
		138
		139
		140
		141
		142
143	144	143
		144
		145
		146
		147
		148
		149
		150
		151
		152
153	154	153
		154
		155
		156
		157
		158
		159
		160
		161
		162
163	164	163
		164
		165
		166
		167
		168
		169
		170
		171
		172
173	174	173
		174
		175
		176
		177
		178
		179
		180
		181
		182
183	184	183
		184
		185
		186
		187
		188
		189
		190
		191
		192
193	194	193
		194
		195
		196
		197
		198
		199
		200
		201
		202

TABULACION DE RECORRIDO PARA LA ANTENA A3(PLANTA BAJA)

Punto	Nivel	Canal	
107	-71	333	
	-72	333	
	-67	333	
	-73	333	
	-69	333	
	-63	333	
	-63	333	
	-64	333	
	-59	333	
	-55	333	
	-58	333	
	-52	333	
	-49	333	
	-45	333	
	-46	333	
	-47	333	
	108(A3.8)	-47	333
-48		333	
-49		333	
-50		333	
-50		333	
-50		333	
-53		333	
-43		333	
-47		333	
-55		333	
-54		333	
-54		333	
-57		333	
-54		333	
-49		333	
110		-41	333
		-44	333
	-46	333	
	-46	333	
	-56	333	
	-54	333	
	-49	333	
	-49	333	
	-49	333	
	-49	333	
	-49	333	
	-49	333	
	-49	333	
	-49	333	
	-49	333	
	-49	333	
	111(A3.9)	-49	333
-49		333	
-49		333	
-49		333	
-49		333	
-49		333	
-49		333	
-49		333	
-49		333	
-49		333	
-49		333	
-49		333	
-49		333	
-49		333	
-49		333	
112		-70	333
		-73	333
	-69	333	
	-73	333	
	-72	333	
	-72	333	
	-63	333	
	-63	333	
	-68	333	
	-68	333	
	-69	333	
	-69	333	
	-63	333	
	-63	333	
	-63	333	
	113	-70	333
		-61	333
-60		333	
-63		333	
-65		333	
-61		333	
-62		333	
-58		333	
-55		333	
-60		333	
-65		333	
-65		333	
-67		333	
-64		333	
-64		333	
114(A3.10)		-72	333
		-68	333
	-66	333	
	-67	333	
	-69	333	
	-64	333	
	-64	333	
	-67	333	
	-65	333	
	-70	333	
	-64	333	
	-64	333	
	-64	333	
	-65	333	
	-65	333	
	-72	333	
	115	-66	333
-66		333	
-67		333	
-62		333	
-62		333	
-67		333	
-67		333	
-67		333	
-67		333	
-67		333	
-67		333	
-67		333	
-67		333	
-67		333	
-67		333	
-67		333	
116(A3.11)		-73	333
	-67	333	
	-66	333	
	-67	333	
	-61	333	
	-64	333	
	-69	333	
	-73	333	
	-73	333	
	-72	333	
	-72	333	
	-73	333	
	-73	333	
	-73	333	
	-73	333	
	117	-73	333
		-69	333
-73		333	
-69		333	
-73		333	
-73		333	
-73		333	
-73		333	
-73		333	
-73		333	
-73		333	
-73		333	
-73		333	
-73		333	
-73		333	
118		-67	333
		-68	333
	-67	333	
	-68	333	
	-69	333	
	-69	333	
	-67	333	
	-68	333	
	-68	333	
	-67	333	
	-66	333	
	-66	333	
	-70	333	
	-70	333	
	-68	333	
	119	-61	333
		-65	333
-65		333	
-67		333	
-65		333	
-66		333	
-66		333	
-69		333	
-72		333	
-75		333	
-70		333	
-67		333	
-67		333	
-68		333	
-76		333	
-76		333	
120(A3.12)		-61	333
	-58	333	
	-66	333	
	-72	333	
	-64	333	
	-68	333	
	-66	333	
	-65	333	
	-65	333	
	-67	333	
	-65	333	
	-65	333	
	-66	333	
	-69	333	
	-72	333	
	-69	333	

# ANTENA A3 (PLANTA BAJA)



— Serie1

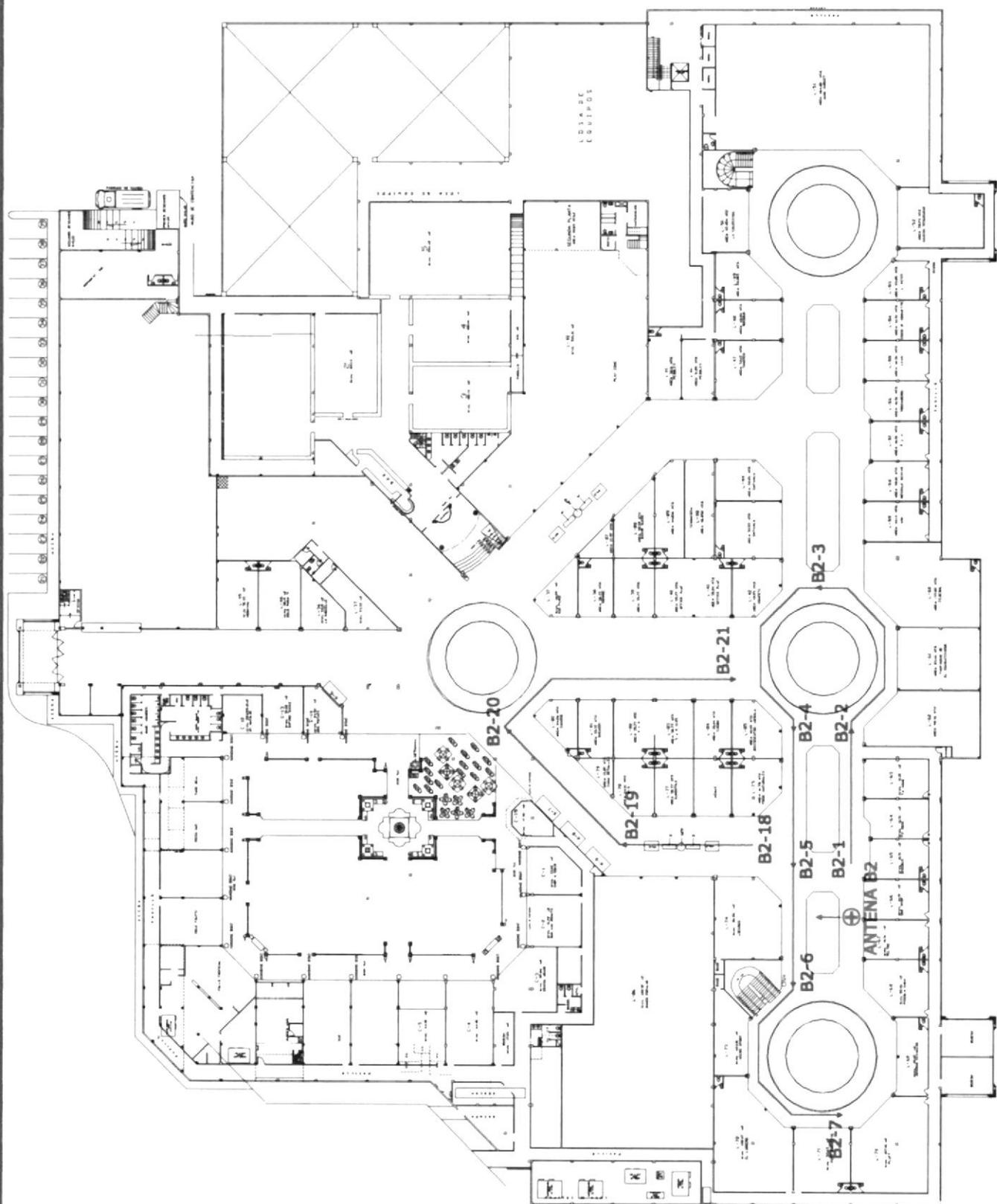
**RECORRIDO DEFINITIVO POSICION B2**

OBRA



# RIOCENTRO SHOPPING

Los Ceibos



PLANTA ALTA

DIAGRAMA DE RECORRIDO B2: PLANTA ALTA

**TABULACIÓN DE RECORRIDO PARA LA ANTENA B2 (PLANTA ALTA)**

Punto	Nivel	Canal
121(B2)	-67	333
	-70	333
	-67	333
	-72	333
	-73	333
	-68	333
	-70	333
	-70	333
	-65	333
	-63	333
122	-64	333
	-65	333
	-67	333
	-67	333
	-66	333
	-63	333
	-65	333
	-59	333
	-64	333
	-68	333
123	-63	333
	-62	333
	-70	333
	-66	333
	-63	333
	-63	333
	-64	333
	-63	333
	-65	333
	-61	333
124	-63	333
	-65	333
	-67	333
	-63	333
	-65	333
	-66	333
	-62	333
	-64	333
	-60	333
	-58	333
125	-56	333
	-53	333
	-53	333
	-53	333
	-47	333

Punto	Nivel	Canal
126(B2.1)	-46	333
	-50	333
	-50	333
	-46	333
	-45	333
	-41	333
	-40	333
	-40	333
	-42	333
	-46	333
127	-44	333
	-44	333
	-45	333
	-51	333
	-51	333
	-48	333
	-48	333
	-54	333
	-58	333
	-57	333
128	-47	333
	-53	333
	-51	333
	-54	333
	-61	333
	-60	333
	-61	333
	-57	333
	-50	333
	-53	333
129(B2.2)	-53	333
	-50	333
	-51	333
	-58	333
	-60	333
	-61	333
	-55	333
	-57	333
	-57	333
	-61	333
	-61	333
	-63	333
	-67	333
	-68	333
	-65	333

Punto	Nivel	Canal
131	-68	333
	-68	333
	-66	333
	-69	333
	-70	333
	-68	333
	-64	333
	-69	333
	-64	333
	-65	333
131	-69	333

TABULACIÓN DE RECORRIDO PARA LA ANTENA B2 (PLANTA ALTA)

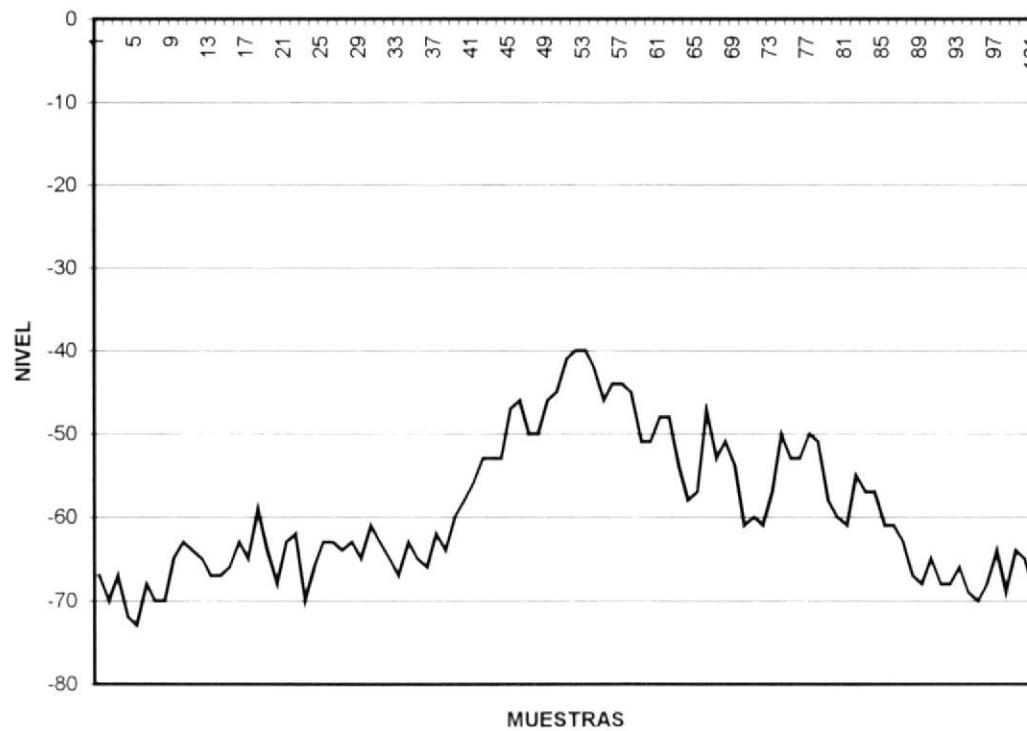
Punto	Nivel	Canal
129	-69	333
	-61	333
	-66	333
	-63	333
	-65	333
	-63	333
	-66	333
	-61	333
	-62	333
	-58	333
	-57	333
	-54	333
130(12.3)	-55	333
	-57	333
	-57	333
	-70	333
	-60	333
	-58	333
	-56	333
	-54	333
	-54	333
	-53	333
	-55	333
	-54	333
131	-57	333
	-56	333
	-57	333
	-55	333
	-56	333
	-55	333
	-57	333
	-54	333
	-54	333
	-53	333
	-55	333
	-54	333
132	-57	333
	-58	333
	-56	333
	-55	333
	-56	333
	-57	333
	-58	333
	-57	333
	-57	333
	-62	333
	-59	333
	-62	333
133(12.4)	-64	333
	-63	333
	-65	333
	-67	333
	-61	333
	-60	333
	-62	333
	-64	333
	-62	333
	-64	333
	-59	333
	-59	333
-62	333	
-57	333	
-58	333	
-56	333	
-55	333	
-57	333	
-56	333	
-57	333	
-54	333	
-55	333	
-53	333	
-54	333	
-54	333	
-56	333	
-58	333	
-60	333	
-61	333	
-67	333	
-65	333	
-63	333	
-64	333	
-64	333	
-61	333	
-57	333	
-56	333	
-53	333	
-53	333	
-52	333	

Punto	Nivel	Canal
134	-52	333
	-54	333
	-57	333
	-54	333
	-48	333
	-47	333
	-46	333
	-47	333
	-48	333
	-54	333
	-54	333
	-57	333
135(12.6)	-48	333
	-52	333
	-53	333
	-47	333
	-46	333
	-47	333
	-51	333
	-50	333
	-53	333
	-55	333
	-48	333
	-44	333
136	-45	333
	-43	333
	-48	333
	-55	333
	-48	333
	-43	333
	-44	333
	-45	333
	-43	333
	-40	333
	-40	333
	-47	333
-42	333	
-42	333	
-43	333	
-45	333	
-42	333	
-46	333	
-46	333	
-49	333	
-46	333	
-49	333	
-46	333	
-49	333	
-49	333	
-49	333	
-58	333	
-55	333	
-53	333	
-56	333	
-53	333	
-55	333	
-55	333	
-61	333	
-61	333	
-61	333	
-61	333	
-64	333	
-64	333	
-56	333	
-55	333	
-55	333	
-61	333	
-57	333	

Punto	Nivel	Canal
139	-60	333
	-58	333
	-57	333
	-54	333
	-57	333
	-57	333
	-54	333
	-54	333
	-57	333
	-59	333
	-52	333
	-52	333
140	-59	333
	-57	333
	-60	333
	-66	333
	-63	333
	-64	333
	-52	333
	-48	333
	-56	333
	-60	333
	-61	333
	-61	333
141(12.7)	-61	333
	-60	333
	-56	333
	-56	333
	-48	333
	-52	333
	-52	333
	-64	333
	-63	333
	-66	333
	-60	333
	-60	333
-57	333	
-52	333	
-52	333	
-59	333	
-57	333	
-59	333	
-60	333	
-56	333	
-58	333	
-57	333	
-57	333	
-54	333	
-54	333	
-57	333	
-58	333	
-60	333	

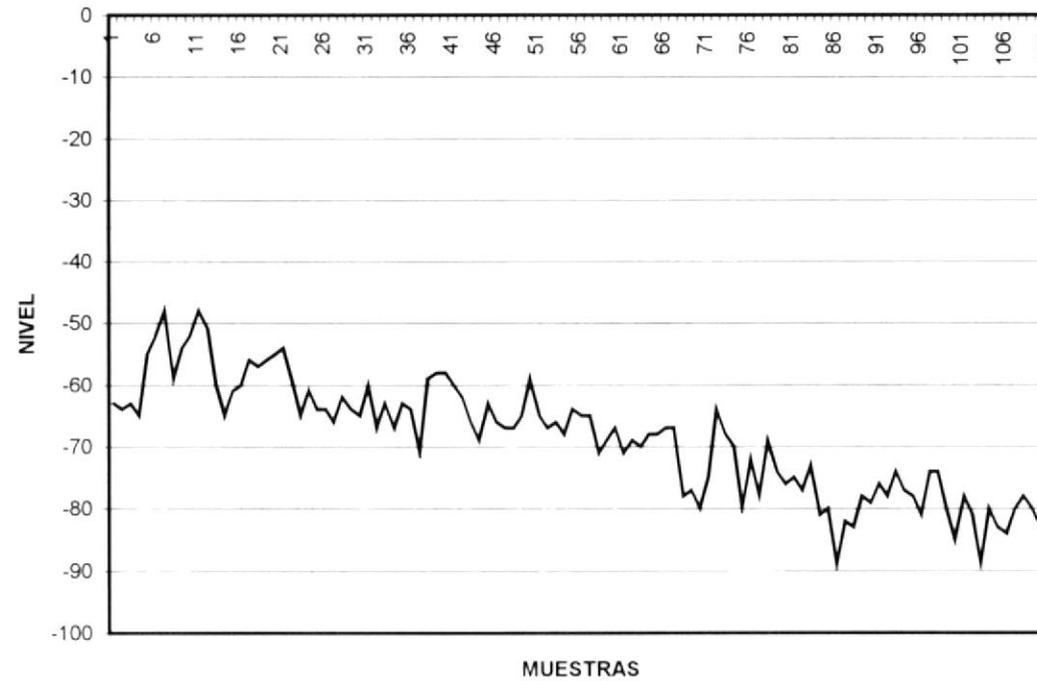


## ANTENA B2 (PLANTA ALTA)



— Serie1

## ANTENA B2 (PLANTA ALTA)



— Serie1

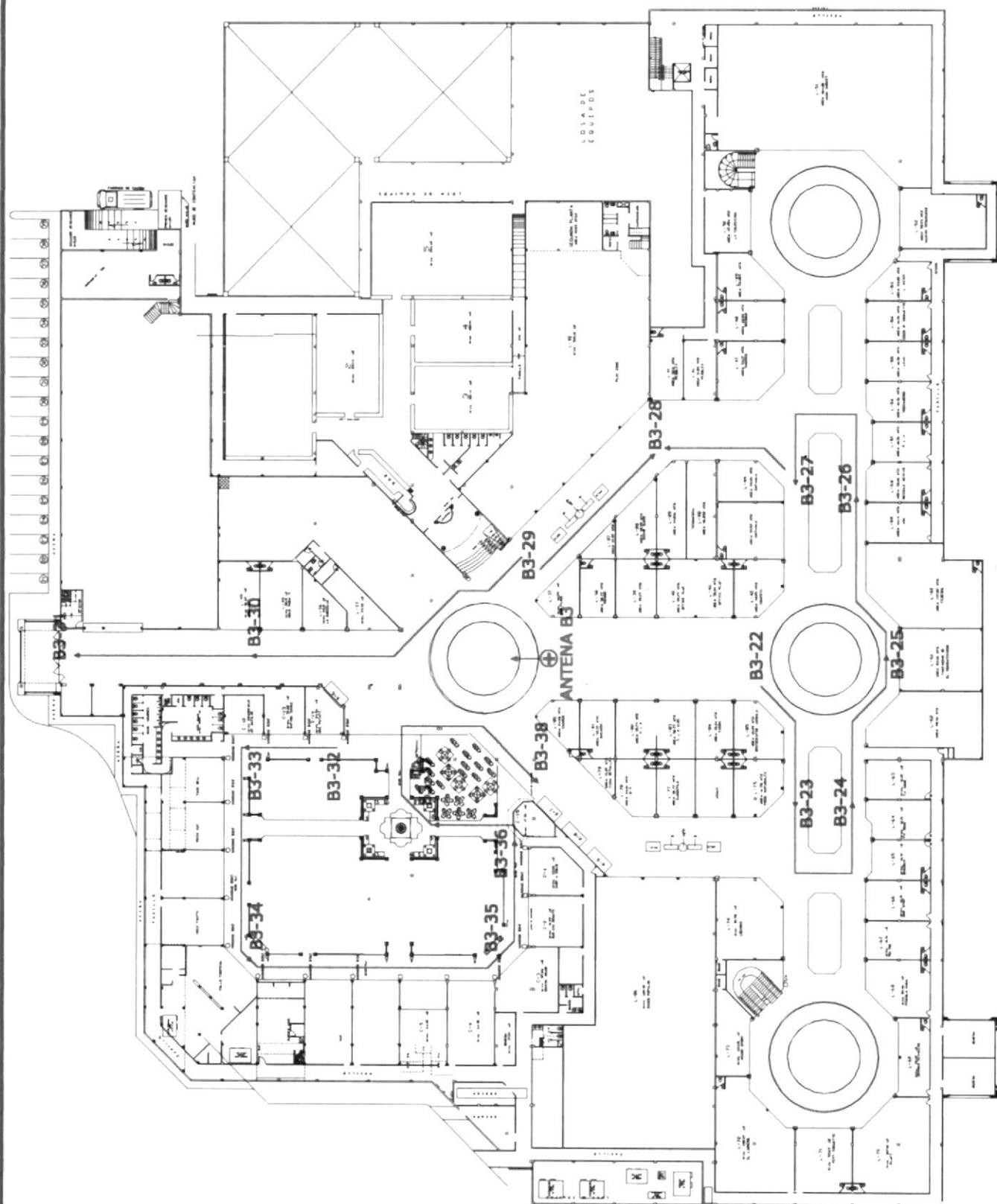
**RECORRIDO DEFINITIVO POSICION B3**

DBRA



# RIOCENTRO SHOPPING

Los Ceibos



PLANTA ALTA

DIAGRAMA DE RECORRIDO B3: PLANTA ALTA

TABULACION DE RECORRIDO PARA LA ANTENA B3 (PLANTA ALTA)

Punto	Nivel	Canal
156(13,22)	-67	333
	-66	333
	-67	333
	-68	333
	-70	333
	-75	333
	-65	333
	-72	333
	-73	333
	-71	333
	-73	333
	-73	333
157	-73	333
	-73	333
	-72	333
	-65	333
	-75	333
	-70	333
	-68	333
	-67	333
	-66	333
	-67	333
	-71	333
	-73	333
158(13,23)	-93	333
	-82	333
	-83	333
	-84	333
	-81	333
	-79	333
	-81	333
	-80	333
	-79	333
	-80	333
	-81	333
	-93	333
159	-87	333
	-87	333
	-85	333
	-87	333
	-87	333
	-88	333
	-90	333
	-84	333
	-87	333
	-84	333
	-83	333
	-91	333
160	-88	333
	-89	333
	-91	333
	-83	333
	-87	333
	-84	333
	-90	333
	-88	333
	-87	333
	-85	333
	-87	333
	-88	333
-89	333	
-88	333	
161(13,24)	-92	333
	-88	333
	-92	333
	-95	333
	-88	333
	-92	333
	-94	333
	-92	333
	-90	333
	-99	333
	-88	333
	-88	333
-92	333	
162	-83	333
	-84	333
	-82	333
	-82	333
	-90	333
	-85	333
	-88	333
	-90	333
	-92	333
	-94	333
	-89	333
	-92	333
-88	333	
163(13,25)	-78	333
	-78	333
	-74	333
	-75	333
	-78	333
	-78	333
	-76	333
	-78	333
	-79	333
	-80	333
	-78	333
	-83	333
-81	333	
164	-81	333
	-83	333
	-78	333
	-80	333
	-79	333
	-79	333
	-76	333
	-78	333
	-78	333
	-75	333
	-74	333
	-78	333
-78	333	
165(13,26)	-87	333
	-83	333
	-81	333
	-80	333
	-80	333
	-79	333
	-83	333
	-80	333
	-80	333
	-79	333
	-83	333
	-80	333
-87	333	
166	-90	333
	-88	333
	-86	333
	-86	333
	-85	333
	-90	333
	-85	333
	-89	333
	-86	333
	-94	333
	-85	333
	-93	333
-93	333	
167	-81	333
	-82	333
	-83	333
	-84	333
	-83	333
	-82	333
	-81	333
	-91	333
	-91	333
	-88	333
	-88	333
	-86	333
-86	333	
168	-79	333
	-84	333
	-88	333
	-86	333
	-82	333
	-82	333
	-84	333
	-79	333
	-74	333
	-74	333
	-77	333
	-84	333
-90	333	

**TABULACION DE RECORRIDO PARA LA ANTENA B3 (PLANTA ALTA)**

<b>Punto</b>	<b>Nivel</b>	<b>Canal</b>
169(B3 27)	-90	333
	-88	333
	-89	333
	-88	333
	-86	333
	-88	333
	-84	333
	-79	333
	-82	333
	-94	333
	-99	333
	-96	333
	-96	333
	-96	333
-96	333	
170	-95	333
	-93	333
	-93	333
	-92	333
	-93	333
	-90	333
	-91	333
	-90	333
	-89	333
	-88	333
171(B3 28)	-86	333
	-82	333
	-76	333
	-76	333
	-77	333
	-75	333
	-74	333
	-77	333
	-77	333
	-80	333
	-84	333
	-79	333
	-82	333
	-78	333
172	-83	333
	-76	333
	-77	333
	-76	333
	-75	333
	-78	333
	-80	333
	-76	333
	-78	333
	-74	333
173	-78	333
	-74	333
	-74	333



**TABULACION DE RECORRIDO PARA LA ANTENA B3 (PLANTA ALTA)**

Punto	Nivel	Canal
	-60	333
	-59	333
	-59	333
	-58	333
	-59	333
	-51	333
	-62	333
	-62	333
187	-62	333
	-60	333
	-64	333
	-62	333
	-65	333
	-60	333
	-63	333
	-69	333
	-67	333
	-70	333
188(13.33)	-73	333
	-64	333
	-67	333
	-70	333
	-71	333
	-82	333
	-86	333
	-83	333
	-85	333
	-83	333
189(13.34)	-72	333
	-74	333
	-70	333
	-68	333
	-73	333
	-71	333
	-77	333
	-75	333
	-71	333
	-71	333
	-71	333
190	-71	333
	-70	333
	-71	333
	-73	333
	-74	333
	-73	333
	-81	333
	-73	333
	-75	333
	-74	333
191	-73	333
	-75	333
	-76	333
	-72	333
	-69	333
	-70	333

**TABULACION DE RECORRIDO PARA LA ANTENA B3 (PLANTA ALTA)**

<b>Punto</b>	<b>Nivel</b>	<b>Canal</b>
	-63	333
	-60	333
	-72	333
	-75	333
	-75	333
	-72	333
	-73	333
192	-66	333
	-66	333
	-67	333
	-66	333
	-66	333
	-70	333
	-78	333
	-75	333
	-78	333
	-77	333
193(B3.38)	-76	333
	-77	333
	-74	333
	-74	333
	-80	333
	-84	333
	-84	333
	-85	333
	-81	333
	-82	333
194	-89	333
	-83	333
	-86	333
	-81	333
195	-87	333
	-80	333
	-77	333
	-81	333

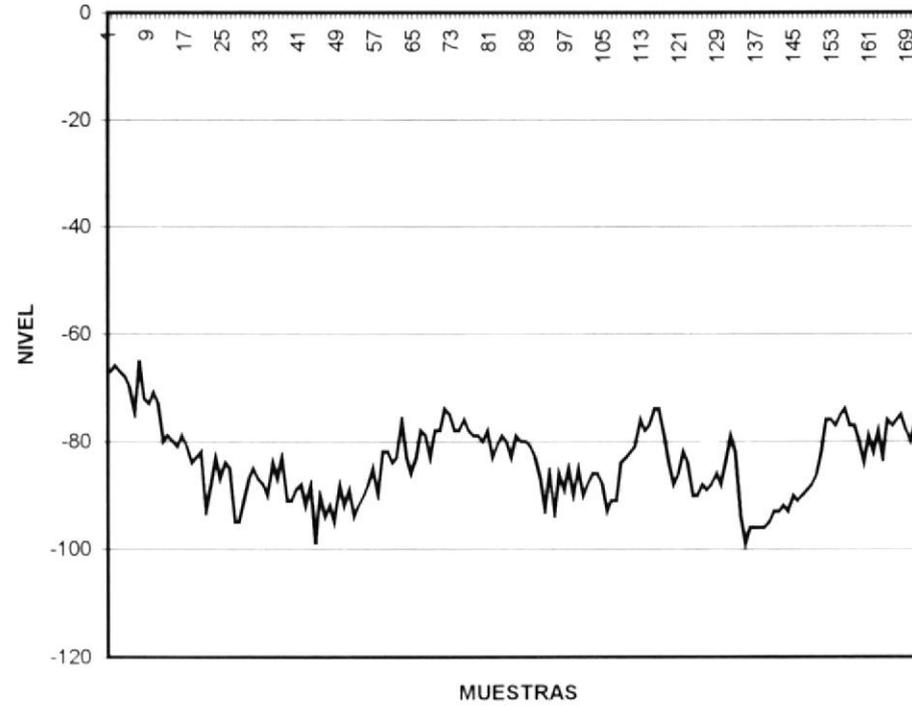
**TABULACION DE RECORRIDO PARA LA ANTENA B3 (PLANTA ALTA)**

Punto	Nivel	Canal
196	-70	333
	-75	333
	-76	333
	-70	333
	-69	333
	-66	333
	-67	333
	-69	333
	-73	333
	-71	333
	-73	333
197	-70	333
	-71	333
	-68	333
	-67	333
	-67	333
	-71	333
	-69	333
	-70	333
	-65	333
	-68	333
	-67	333
198(B3.35)	-73	333
	-73	333
	-72	333
	-67	333
	-72	333
	-69	333
	-79	333
	-68	333
	-68	333
	-67	333
	-69	333
199	-73	333
	-70	333
	-78	333
	-70	333
	-70	333
	-72	333
	-71	333
	-67	333
	-67	333
	-69	333
	-67	333
200	-67	333

Punto	Nivel	Canal
201(B3.36)	-74	333
	-69	333
	-71	333
	-69	333
	-71	333
	-71	333
	-69	333
	-73	333
	-72	333
	-71	333
	-73	333
202	-72	333
	-74	333
	-77	333
	-72	333
	-67	333
	-67	333
	-68	333
	-69	333
	-69	333
	-68	333
	-68	333
203	-64	333
	-66	333
	-58	333
	-65	333
	-66	333
	-60	333
	-65	333
	-64	333
	-66	333
	-65	333
	-60	333
204(B3.37)	-58	333
	-61	333
	-67	333
	-66	333
	-65	333

Punto	Nivel	Canal
205(B3.39)	-93	333
	-92	333
	-94	333
	-97	333
	-95	333
	-94	333
	-94	333
	-95	333
	-91	333
	-85	333
	-91	333
206	-82	333
	-85	333
	-90	333
	-95	333
	-90	333
	-86	333
	-92	333
	-84	333
	-86	333
	-54	333
	-61	333
207	-51	333
	-54	333
	-55	333
	-56	333
	-58	333
	-48	333
	-50	333
	-50	333
	-47	333
	-48	333
	-48	333
208	-47	333
	-48	333
	-48	333
	-47	333
	-48	333
	-52	333
	-62	333
	-61	333
	-61	333
	-69	333
	-63	333
209	-60	333
	-60	333

## ANTENA B3 (PLANTA ALTA)



— Serie1

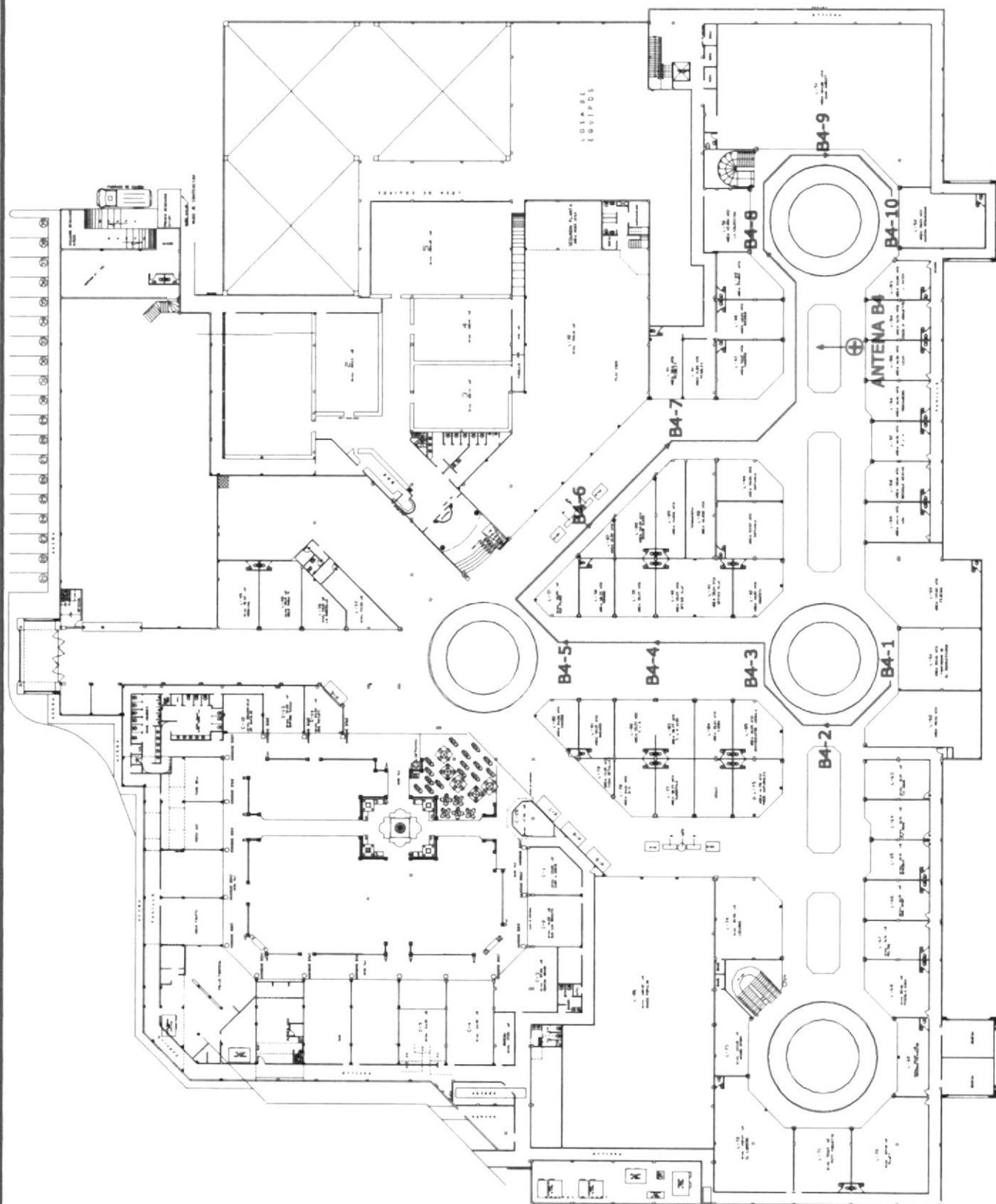
**RECORRIDO DEFINITIVO POSICION B4**

OBRA



# RIOCENTRO SHOPPING

Los Ceibos



PLANTA ALTA

DIAGRAMA DE RECORRIDO B4: PLANTA ALTA

TABULACIÓN DE RECORRIDO PARA LA ANTENA B4 (PLANTA ALTA)

Punto	Nivel	Canal
210	-64	333
211(B4.1)	-67	333
	-69	333
	-65	333
	-62	333
	-64	333
	-61	333
	-59	333
	-57	333
	-64	333
	-72	333
	-73	333
	-71	333
212	-69	333
	-69	333
	-67	333
	-66	333
	-66	333
	-66	333
	-67	333
	-67	333
	-65	333
	-64	333
	-63	333
	-63	333
213(B4.2)	-60	333
	-58	333
	-61	333
	-61	333
	-63	333
	-62	333
	-63	333
	-61	333
	-61	333
	-58	333
	-60	333
	-62	333
214(B4.3)	-60	333
	-61	333
	-71	333
	-70	333
	-71	333
	-72	333
	-75	333
	-77	333
	-71	333
	-1	333
	-75	333
	-76	333
215	-69	333
	-69	333
	-77	333
	-73	333
	-69	333
	-72	333
	-71	333
	-78	333
	-75	333
	-77	333
	-78	333
	-82	333
216	-74	333
	-73	333
	-73	333
	-73	333
	-73	333
	-73	333
	-73	333
	-73	333
	-73	333
	-72	333
	-73	333
	217(B4.4)	-84
-77		333
-77		333
-81		333
-82		333
-79		333
-79		333
-79		333
-80		333
-76		333
-82		333
-78		333
218	-73	333
	-73	333
	-73	333
	-73	333
	-73	333
	-73	333
	-73	333
	-73	333
	-73	333
	-73	333
	-73	333
	-73	333
219	-84	333
	-80	333
	-77	333
	-80	333
	-81	333
	-80	333
	-80	333
	-80	333
	-80	333
	-80	333
	-81	333
	-81	333
220(B4.5)	-81	333
	-90	333
	-86	333
	-84	333
	-89	333
	-82	333
	-87	333
	-87	333
	-87	333
	-86	333
	-93	333
	-83	333
221	-79	333
	-77	333
	-79	333
	-81	333
	-82	333
	-83	333
	-83	333
	-83	333
	-83	333
	-93	333
	-93	333
	-93	333
222	-77	333
	-80	333
	-85	333
	-83	333
	-82	333
	-81	333
	-79	333
	-77	333
	-79	333
	-83	333
	-83	333

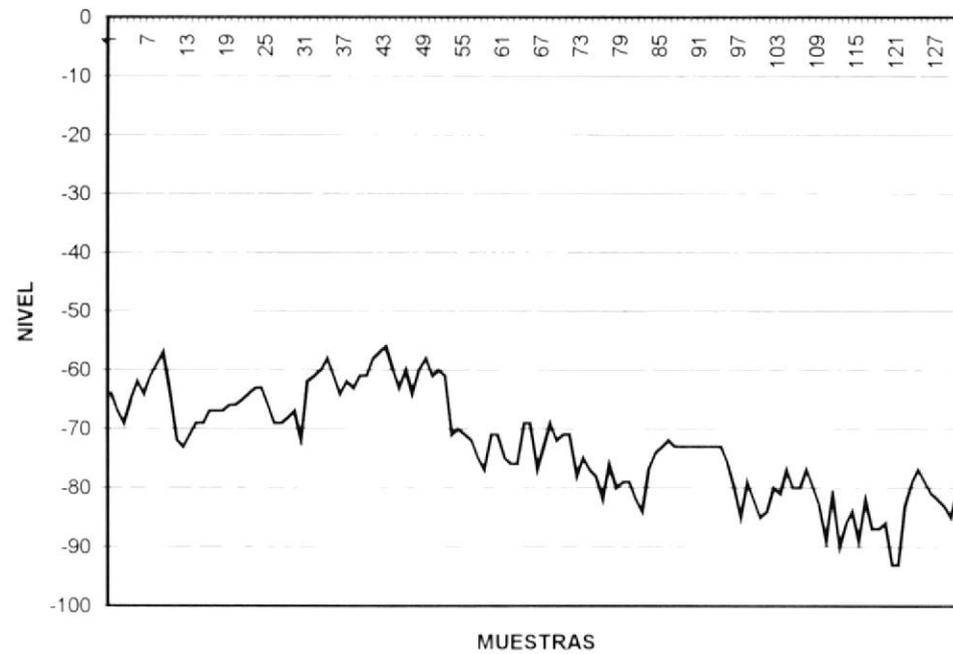
**TABULACIÓN DE RECORRIDO PARA LA ANTENA B4 (PLANTA ALTA)**

Punto	Nivel	Canal
223	-77	333
	-76	333
	-80	333
	-80	333
	-75	333
	-71	333
	-73	333
	-69	333
	-69	333
	-70	333
224(B4.6)	-67	333
	-65	333
	65	333
	-65	333
	-65	333
	-65	333
	-69	333
	-71	333
	-69	333
	-71	333
225	-73	333
	-73	333
	-70	333
	-67	333
	-67	333
	-63	333
	-67	333
	-69	333
	-69	333
	66	333
226(B4.7)	65	333
	-59	333
	-61	333
	-60	333
	-58	333
	-59	333
	-57	333
	-56	333
	-56	333
	-57	333
227	-63	333
	-65	333
	-63	333
	-63	333
	-65	333
	-59	333
	-55	333
	-57	333
	-58	333
	-59	333

Punto	Nivel	Canal
228	-59	333
	-58	333
	-61	333
	-59	333
	-59	333
	-55	333
	-57	333
	-54	333
	-59	333
	-54	333
229	-57	333
	-54	333
	-53	333
	-50	333
	-43	333
	-44	333
	-46	333
	-54	333
	-52	333
	-53	333
230(B4.8)	-51	333
	-55	333
	-50	333
	-52	333
	-50	333
	-50	333
	-65	333
	-58	333
	-48	333
	-48	333
231	59	333
	-62	333
	-60	333
	-61	333
	-63	333
	-71	333
	-66	333
	60	333
	-59	333
	-57	333
232	-55	333
	65	333
	-58	333
	-53	333
	-56	333
	63	333
	-58	333
	-55	333
	58	333
	-58	333

Punto	Nivel	Canal
233(B4.9)	-62	333
	-67	333
	-64	333
	-62	333
	-58	333
	-57	333
	-59	333
	-60	333
	-56	333
	-57	333
234	-57	333
	-57	333
	-57	333
	-57	333
	-57	333
	-56	333
	-63	333
	-55	333
	-55	333
	-59	333
235	-59	333
	-63	333
	-64	333
	-63	333
	-63	333
	-60	333
	-62	333
	-57	333
	-60	333
	-60	333
236(B4.10)	61	333
	-60	333
	-58	333
	-57	333
	-57	333
	-56	333
	-57	333
	-58	333
	-58	333
	-57	333
237	-59	333
	-62	333
	-59	333
	-58	333
	-58	333
	-59	333
	-63	333
	-60	333
	-53	333
	-53	333

## ANTENA B4 (PLANTA ALTA)



— Serie1

## ANEXO 2

## **Apendice :**

### **Glosario**

**ACCH** Canal de control analógico.

**ACU** Unidad del control de alarmas. Dispositivo de hardware que reside en el bastidor de equipo común (CE) que se localiza en la estación base celular y proporciona una interfaces entre los sensores de alarma, puntos de control y el módulo remoto celular integrado (ICRM). El ICRM transmite datos de la ACU de regreso al periférico celular inteligente (ICP).

**ALC** Control automático de nivel. Método para ajustar una señal entrante a un nivel predeterminado.

**AMPS** Servicio avanzado de telefonía móvil. Servicio telefónico celular analógico.

**ARL** Roaming automático local. Función que permite que una unidad móvil origine llamadas solamente en su región de servicio de unidad móvil (MSR) local.

**ARU** Unidad de radio analógica. Transceptor de radio que funciona sólo en el modo analógico

**ATT** Prueba automática de troncales. La ATT se refiere a la prueba automática de las troncales salientes.

**BANDA A** Los 416 canales inferiores de la banda celular, normalmente asignados al operador sin hilo en E.A.U. y Canadá.

**BANDA B** Los 416 canales superiores de la banda superior, normalmente asignados al operador sin hilo en E.A.U. y Canadá.

**BCCH** Canal de control de transmisión.

**BST** Transceptor de la estación base. Unidad de radio analógica (ARU) diseñada para operar en la estación base celular.

**C/I** Proporción portadora a interferencia

**CCH** Canal de control, algunas conocido como canal de señalización. Interfase de establecimiento y manejo de llamadas entre la estación base y la unidad móvil.

**CDMA** Acceso múltiple por división de códigos. Método para permitir a usuarios múltiples tener acceso al mismo sistema, asignándoles diferentes códigos, los cuales pueden utilizar para decodificar su información deseada de banda. Existen dos tipos de CDMA, secuencia directa y salto de frecuencia. La telefonía celular inalámbrica utiliza el CDMA de secuencia directa.

**CE** Equipo común. El bastidor de CE en la estación base celular aloja el equipo de control, de prueba y de interfaces.

**CELULA** Area definida localmente de cobertura de radio que recibe servicio de uno o más transceptores de estación base (BST).

**CENTRAL** Centro de conmutación telefónica o área definida que recibe servicio de una portadora común de comunicaciones. La portadora proporciona servicio a la tasa de cambio bajo los reglamentos del área, según se determina en las tarifas archivadas de la portadora.

**CPU** Unidad de procesamiento central. Entidad de hardware dentro del conmutador que contiene el procesador central de datos para el sistema.

**CSI** ICRM simple compactado. ICRM pequeño que se utiliza con las microceldas.

**DCCH** Canal de control digital. Canal de radiofrecuencia (RF) que transmite información de establecimiento y control de llamadas a las unidades móviles que operan en el modo digital.

**DRU** Unidad de radio DualMode. Radio celular que puede operar, ya sea en modo analógico o digital.

**DTCH** Canal de tráfico digital.

**EAMPS** Servicio de telefonía móvil avanzado extendido. Servicio avanzado de telefonía móvil (AMPS) que opera en las frecuencias extendidas asignadas por la Federal Communications Commission (FCC)

**EPROM** Memoria solo para lectura que puede programarse y borrarse.

**ERLANG** Unidad de intensidad de tráfico sin dimensiones. Un erlang indica una ocupación del 100% de un canal de tráfico.

**ES** Espectro expandido. Asigna el área del ancho de banda que se utiliza para signar canales.

**ETRU** Unidad de transmisión/recepción mejorada. También conocida como TRUII

**FCC** Federal Communications Commission. Dependencia reguladora federal de los EUA que se encarga de regular el uso de los espectros de frecuencia.

**FDMA** Acceso múltiple por división de frecuencias. Disposición de asignación de frecuencias en donde todos los usuarios comparten las asignaciones de frecuencia y cada frecuencia está asignada en forma individual a un usuario determinado, de acuerdo con el acceso múltiple.

**FILTRO** Dispositivo selectivo de frecuencia que está sintonizado para pasar ciertas frecuencias y atenuar otras. Los tipos de filtros comunes incluyen filtros de paso superior, filtro de paso inferior, de pasa banda y de muesca.

**FSK** Manipulación de desplazamiento de frecuencia. Método de transportación de información cambiando en secuencia la frecuencia de una señal de radio entre varios niveles distintos que representan la señal que está siendo transmitida.

**FVC** Canal de voz analógico de señalización directa. Anal de voz analógico que se utiliza de una estación base celular a una estación móvil.

**HANDOFF** . Proceso para transferir una conversación de una unidad móvil de un canal de radiofrecuencia (RF) en una célula con un indicador de intensidad de señal recibida (RSSI) a un canal de RF en otra célula con un RSSI más alto.

**HANDOFF ENTRE SISTEMAS** El handoff entre sistemas proporciona la capacidad de realizar handoff de llamadas entre dos células que están controladas por dos centrales diferentes en la red que tiene áreas de servicio adyacente.

**HANDOVER** Handover. Proceso para transferir una conversación de la unidad móvil a un canal de radiofrecuencia (RF) localizado en el nivel externo de una célula.

**HORA PICO** La hora seleccionada para el análisis de tráfico con la que se representa la hora más ocupada del día.

**ICP** Periférico celular inteligente. Periférico de la estación base de conmutación que cuenta con una interfaces entre la estación base celular y la central. El ICP también supervisa las operaciones de la estación base celular.

**ICRM** Modulo remoto celular integrado. Periférico de la estación base celular que funciona como una interfaces entre el periférico celular inteligente (ICP) y los subsistemas de transmisión de radio. El ICRM está diseñado para soportar tanto equipo de radiofrecuencia (RF) analógica como digital.

**INTERFASE** Límite común entre dos sistemas asociados. Traductor entre objetos distintos en una jerarquía de comunicaciones.

**ISDN** Red digital de servicios integrados. Estándar internacional de transmisión de voz digital, datos y señalización.

**Kbits/s** Kilobits por segundo. Medida de rendimiento. Mil bits por segundo.

**KHz** KiloHertz. Medida de frecuencia. Mil ciclos por segundo.

**LED** Diodo emisor de luz. Diodo semiconductor que emite luz cuando pasa corriente a través de él.

**MACROCELULA** Estación base celular digital ready (dr) que opera en el margen de frecuencia de 800 mhz y está equipada con transceptores de modo dual. la

estación base funciona como una interfaces inteligente entre el sistema celular inalámbrico y las unidades móviles registradas. la macrocelda incluye tanto equipo analógico como dual.

**MICROCELDA** Producto celular que se basa en la unidad de radio DualModo evolucionada para cubrir requerimientos de cobertura del operador, así como capacidad. La microcelda es pequeña, no es estorbosa y es de bajo costo; además puede colocarse en lugares controlados ambientalmente en interiores o exteriores. La microcelda se conecta al ICP del DMS-MTX mediante el ICRM simple compacto (CSI). Cada estación base microcelular (MBS) cuenta con cuatro unidades de transmisión/recepción (TRU) mejoradas que tienen capacidades tanto digitales como analógicas.

**MIN** Número de identificación de la unidad móvil. Número de identificación de diez dígitos para los abonados de unidades móviles. En esencia, el MIN es el número telefónico de la unidad móvil.

**MODEM** Modulador-demodulador. dispositivo que convierte una forma de señal a otra para que exista compatibilidad entre facilidades. por ejemplo, un módem se utiliza para convertir una señal digital de una computadora a una señal analógica con el fin de habilitarla para que sea transmitida en una red analógica.

**MSA** Area metropolitana desde el punto de vista estadístico. Area designada determinada por la densidad de población alrededor de una o más ciudades.

**MSR** Región de servicio de la unidad móvil. Grupo de áreas de servicio de la unidad móvil (MSA) en el cual se permite que un abonado reciba servicio.

**OMNI** Diseño de antena que permite la radiación básicamente en todos los azimuts del plano H. En las estaciones base celulares, la configuración omni significa que todos los canales están utilizando un solo conjunto de antenas.

**P/4DQPSK** Variación de manipulación de desplazamiento de fase de cuadratura diferencia que se utiliza en el TDMA D-AMPS para mejorar las características del espectro y la resolución en fase. Los cambios de fase permisibles son múltiplos enteros de  $\pi/4$  (45 grados). P/4 se utiliza para reducir los requerimientos de la proporción de pico a media cuadrática para PA lineales.

**PORTADORA** Señal de radio sin modulación. Normalmente, es una onda sinusoidal pura de frecuencia, amplitud y fase constante.

**PROPAGACION** Conducción de energía RF, generalmente a través del aire, de una antena a otra.

**PSTN** Red telefónica pública conmutada. Red telefónica de voz a nivel mundial accesible para todos aquellos que cuentan con teléfonos y privilegios de acceso.

**RECC** Canal de control de señalización inversa

**RF** Radiofrecuencia. Grupo de energía electromagnética cuyas longitudes de onda se encuentran entre el rango de audio y luz. Las ondas de RF se utilizan para transmitir voz y datos entre una unidad móvil y el sistema celular inalámbrico.

**SAT** Tono de audio de supervisión. Tono de identificación de 5970, 6000 ó 6030 Hz que modula el canal de voz AMPS junto con el audio de la voz.

**SCC** Código de color del SAT. Los valores del llenado de datos corresponde a las diferentes frecuencias de SAT: 00 para 5970 Hz., 01 para 6000 Hz., 10 para 6030 Hz.

**TDMA** Acceso múltiple por división de tiempo. Formato de transmisión que permite varias conversaciones digitales (3 en el TDMA-3) en el mismo canal de radiofrecuencia (RF). Las unidades móviles se turnan para transmitir/recibir datos en ranuras de tiempo de un bastidor TDMA.

**TRU** Unidad de transmisión/recepción. Componente del trnsceptor que funciona como un receptor de diversidad y como una interfaces de multiplexión de compresión de tiempo entre los subsistemas de la unidad de radio DualMode y el módulo remoto de potencia de modulación.

**UNIDAD MOVIL** Unidad celular del abonado que debe instalarse en forma semipermanente en un vehículo, con una antena externa y una conexión al suministro de energía del vehículo. Su salida normal máxima de potencia es de 3 watts

**UNIDAD PORTATIL** Unidad móvil clase III, que frecuentemente se conoce como unidad manual del abonado celular, normalmente con 0.6 watts de potencia máxima

**VCH** Canal de voz. Canal de radiofrecuencia RF que se utiliza para transmitir conversaciones celulares de voz. El VCH también es una parte integral del establecimiento de llamadas, handoff y desconexión

Elevation values from:  
Manual data entry

GUAYAQUIL

RIOCENTRO CEIBOS

Lat 2:10:22.0S Lon 79:56:28.0W

Azimuth (Deg T)	Distance (km)	Elevation (m )
45.4	.00	5.00
45.4	.03	13.00
45.4	.90	25.00
45.4	1.05	25.00
45.4	1.35	25.00
45.4	1.60	25.00
45.4	1.75	25.00
45.4	1.95	25.00
45.4	2.10	25.00
45.4	3.37	75.00

Microwave System Summary

Name	Transmit 171	Non-div RX 2
	RIOCENTRO CEIBOS	MAPASINGUE
	CIUDADELA CEIBOS	CERRO DE MAPASINGUE
Latitude	2:10:22.0	2:09:05.0
Longitude	79:56:28.0	79:55:10.4
Elv (m AMSL)	5.0	75.0
Twr (m AGL)	12.0	30.0
Bearing (deg T)	45.41	225.41
Distance (km)	3.37	
Path attn (dB)	126.54	(Frequency 15000.000000 MHz)
Line #1		
Loss dB/100 m	.00	.00
Length (m )	.00	.00
Line loss (dB)	1.20 (SPEC)	1.20 (SPEC)
Circ loss (dB)	.60	.60
Conn loss (dB)	.20	.20
Jumper loss (dB)	.30	.30
Antenna	ANDREW	ANDREW
Ant size (m )	.30	.30
Ant gain (dBi)	30.88 (CALC)	30.88 (CALC)
Ant hgt (m AGL)	12.00	12.00
Total gain (dB)	61.77	
Total loss (dB)	131.14	
TX power (dBm)	18.00	
RX threshold (dBm)	-80.00	
(DIGITAL 10-6 BER)		
Received signal (dBm)	-51.37	
Thermal fade margin (dB)	28.63	
DFM=+99.0dB AIFM=+99.9dB EIFM=+99.9dB		
Reliability (%)		99.999976426
Outage (sec/yr)		7.43

Microwave Path Specifications

TX Site Number: 171 RIOCENTRO CEIBOS  
 CIUDADELA CEIBOS  
 2:10:22.0 N 79:56:28.0 W  
 Frequency: 15000.000000 MHz  
 Effective radiated power (EIRP): +46.58 dBm

RX Site Number: 2 MAPASINGUE  
 CERRO DE MAPASINGUE  
 2:09:05.0 N 79:55:10.4 W  
 Threshold: -80.00 dBm  
 (DIGITAL 10-6 BER)

Path 171- 2 Length: 3.37 km  
 TX to RX bearing: 45.41 deg True  
 Tilt: +1.39 deg  
 RX to TX bearing: 225.41 deg True  
 Tilt: -1.39 deg  
 Path attenuation: -126.54 dB  
 Absorption loss: .00 dB ( )  
 Rain attenuation: .00 dB ( )  
 Alignment loss: .00 dB

Received signal level: -51.37 dBm

Fade margin: +28.63 dB

Terrain factor (a): 1.000 (SPEC)  
 Climate factor (b): .500 (SPEC)

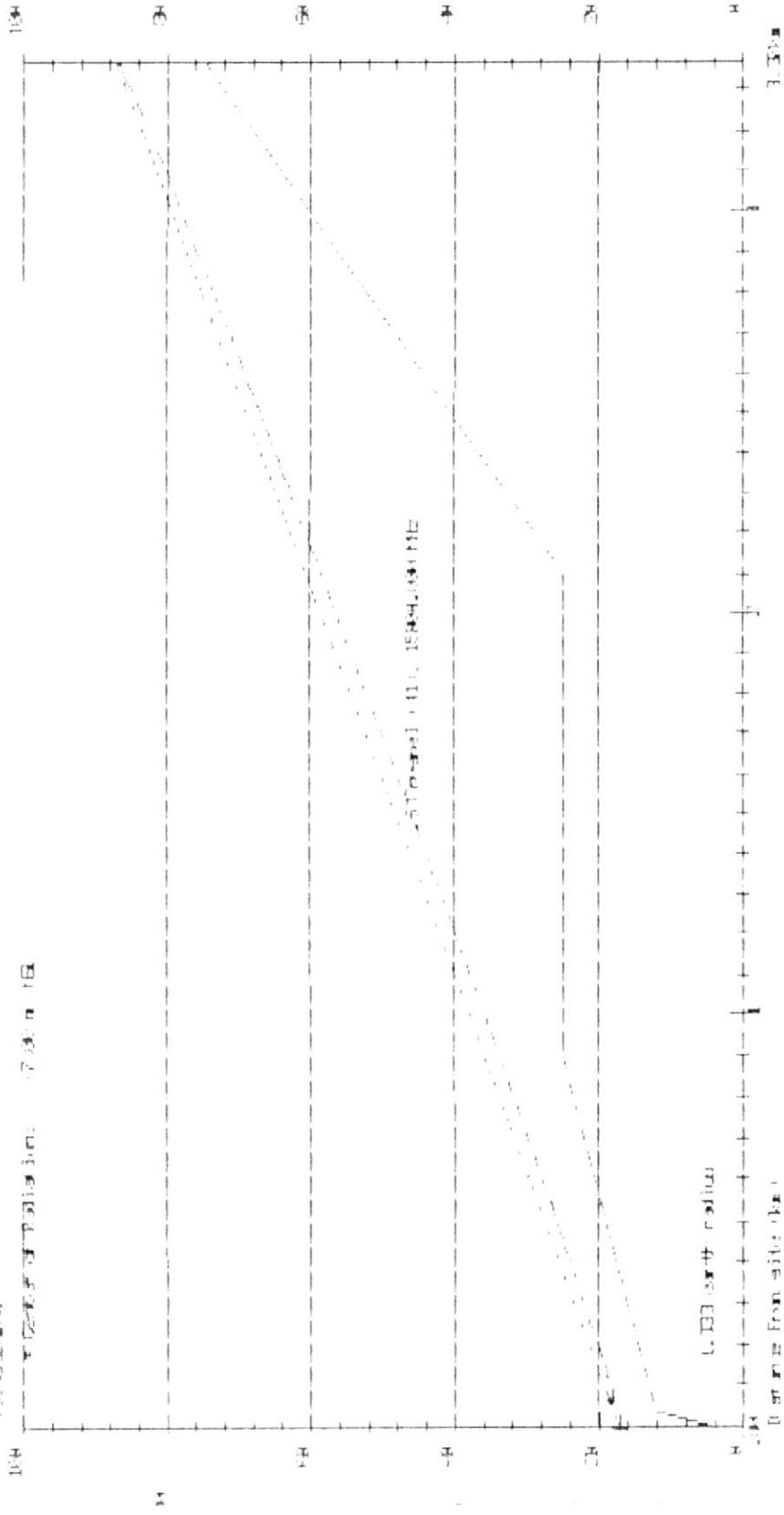
Reliability: 99.999976426%  
 Outage: 7.43 sec/yr

START TIME: 07:00

STOP TIME: 07:30

DATE: 06/21/00

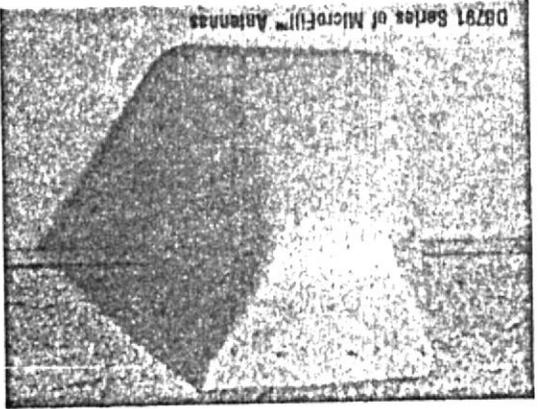
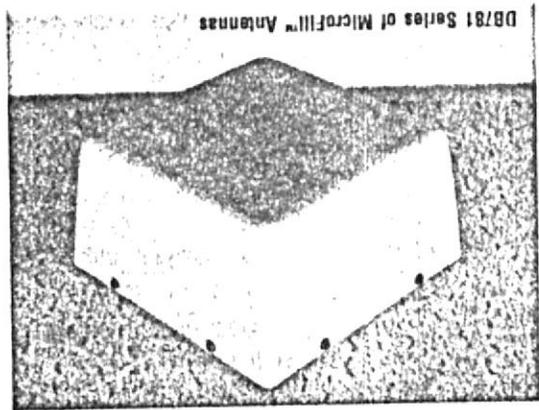
WIND DIRECTION: 070 @ 10



GRAPHED BY: J. J. ...

DATE: 6/21/00

- MicroFill System Antennas radiate signals inside buildings, tunnels and other structures to improve coverage so that portable cellular phones and PCN-type service can be used without co-channel interference, dropped calls, fading or poor voice quality.
- RF Sources - Cellular signals can be fed to the antennas from repeater amplifiers, such as PrismPlus™ and MicroLite™ from ATG's Systems Division.
- Signal Distribution - New or existing 50 or 75 ohm CATV, LANs or TV coaxial cable can carry signals to the antennas.
- Applications - MicroFill antennas can serve buildings and structures with no coverage as well as those that are already covered, where coverage continues but with reduced power and interference.
- Customized - A variety of gain and radiation patterns permits signals to be custom fitted to the use areas, whether offices, meeting rooms or hallways.
- Four Basic Models - MicroFill antennas are offered for 824-894 MHz in four models, either 50 or 75 ohms impedance, 50 watts input and a VSWR of less than 1.5 to 1. (See patterns for gains.)
- Small and Inexpensive - Specially designed radiation elements are enclosed inside tough plastic radomes, whose off-white color blends with walls and ceilings.
- Additional Antenna - DB471N-XY is



Indoor/Outdoor  
 DB471N-XY  
 5.5 dBi Directional  
 Antenna

Ordering Information  
 See specifications and patterns and order by model number. Contact Decibel or ATG Systems Division Engineers for assistance.

also available for interior/exterior use, with up to 5 dBi gain and high directivity in a single direction for large elongated areas that require coverage.

Model	Impedance - ohms	Termination	Frequency range - MHz	Gain - dBi	VSWR	Beamwidth (3 dB from max) or pattern	Polarizations	Input power - watts (maximum)	Application	Weight - lbs. (kg)	Material	Back panel	Radiating elements	Radome	Color	Mounting	Size (WDH) - in. (mm)	Packing size - in. (mm)	Shipping weight - lbs. (kg)
DB781S50N-C	50 (Special), 75	N-Female	824-894	See patterns	< 1.5:1	Butterfly pattern with freespace null directly below antenna	Perpendicular to C-C plane	50	Indoor Tx/Rx	1.7 (77)	Brass	Brass	ABS Plastic	Off-white	Four holes in backplate	8.25 x 8.25 x 4.5 (210 x 210 x 114)	12 x 12 x 12 (305 x 305 x 305)	2.7 (12)	DB781S75F-C
DB781D75F-C	50 (Special), 75	N-Female	824-894	See patterns	< 1.5:1	225° A plane 120° B plane N/A C plane	Perpendicular to C-C plane	50	Indoor Tx/Rx	2.2 (99)	Brass	Brass	ABS Plastic	Off-white	Four holes in backplate	8.25 x 8.25 x 4.5 (210 x 210 x 114)	12 x 12 x 12 (305 x 305 x 305)	3.2 (15)	DB781D75F-C
DB781P50N-C	50 (Special), 75	N-Female	824-894	See patterns	< 1.5:1	70° A plane 90° B plane 85° C-C plane	Perpendicular to B-B plane	50	Indoor Tx/Rx	1.7 (77)	Brass	Brass	ABS Plastic	Off-white	Four holes in backplate	8.25 x 8.25 x 4.5 (210 x 210 x 114)	12 x 12 x 12 (305 x 305 x 305)	2.7 (12)	DB781P50N-C
DB791S50N-C	50 (Special), 75	N-Female	824-894	See patterns	< 1.5:1	80° A plane 120° B plane 105° C-C plane	Perpendicular to C-C plane	50	Indoor Corner Tx/Rx	1.4 (63)	Brass	Brass	ABS Plastic	Off-white	Four holes in backplate	6.25 x 6 x 6 (159 x 152 x 152)	12 x 12 x 12 (305 x 305 x 305)	2.4 (11)	DB791S75F-C



MicroFill Antenna Patterns

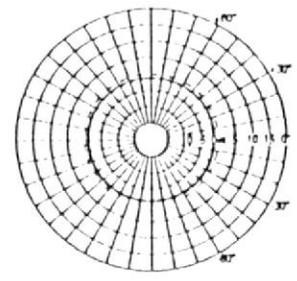
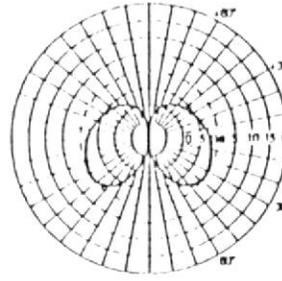
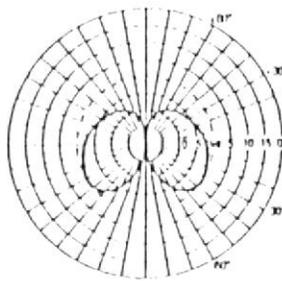
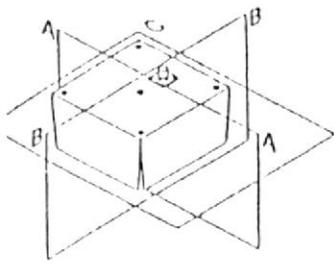
Model

Plane A A

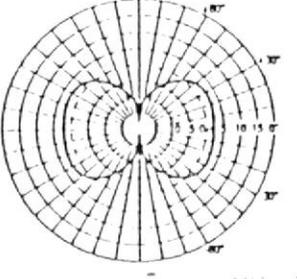
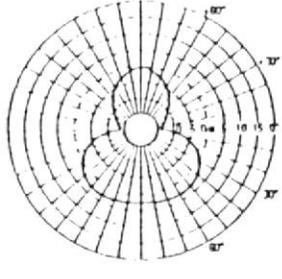
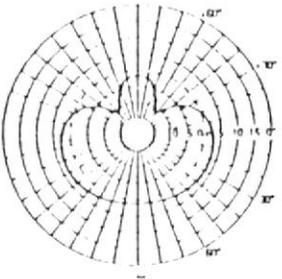
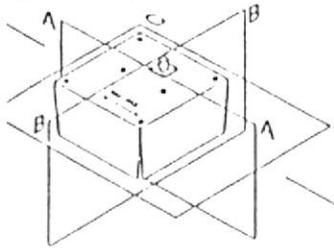
Plane B B

Plane C C

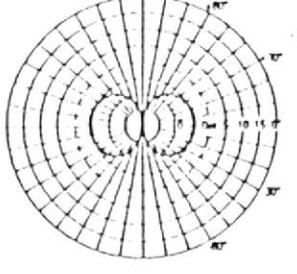
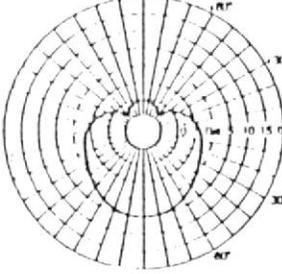
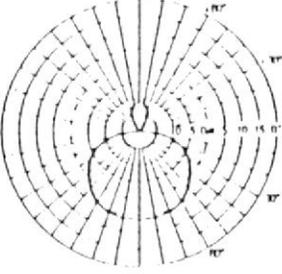
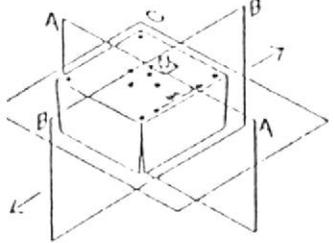
DB781S50N-C, DB781S75F-C



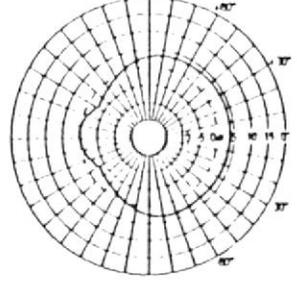
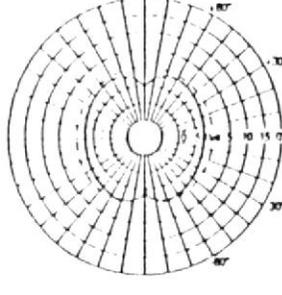
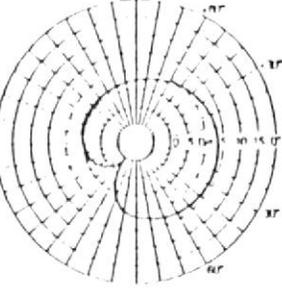
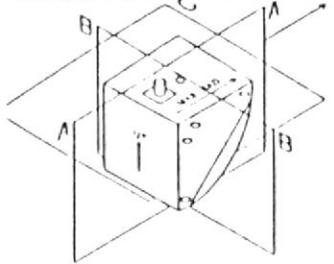
DB781D50N-C, DB781D75F-C



DB781LP50N-C, DB781LP75F-C

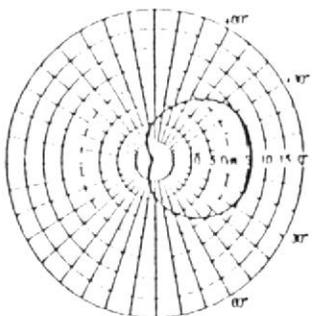


DB791S50N-C, DB791S75F-C

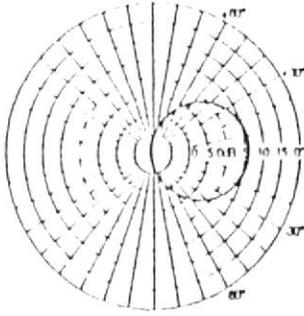


Indoor/Outdoor DB471H XY Antenna

Typical Pattern



Horizontal



Vertical

DB471H XY Electrical Data

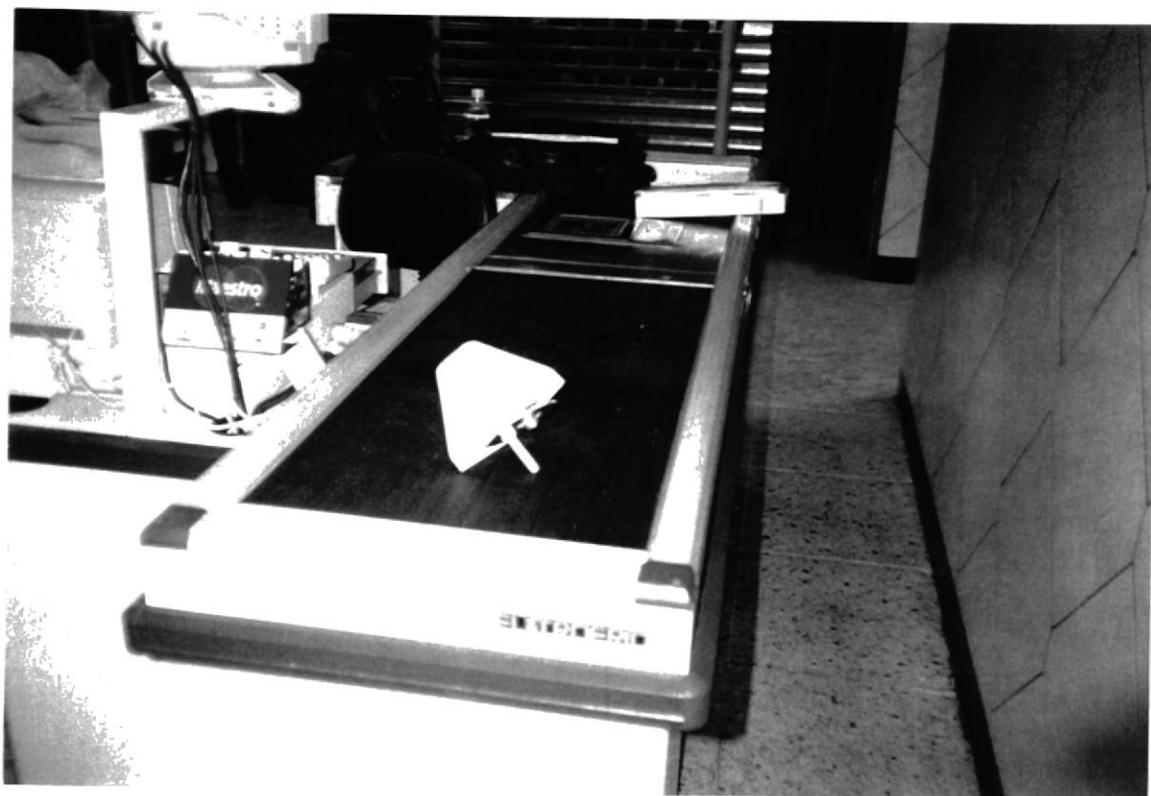
Frequency range - MHz	806-960
VSWR	< 1.5:1
Nominal impedance - ohms	50
Gain (over half wave dipole) - dB	5.5
Maximum power input - watts	125
Front-to-back ratio - dB	30
Beamwidth "E" plane (half power)	65°
Beamwidth "H" plane (half power)	110°
Lightning protection	Direct ground
Standard termination	7/16 DIN

## SOPORTE DE ANTENA (TRIPODE)



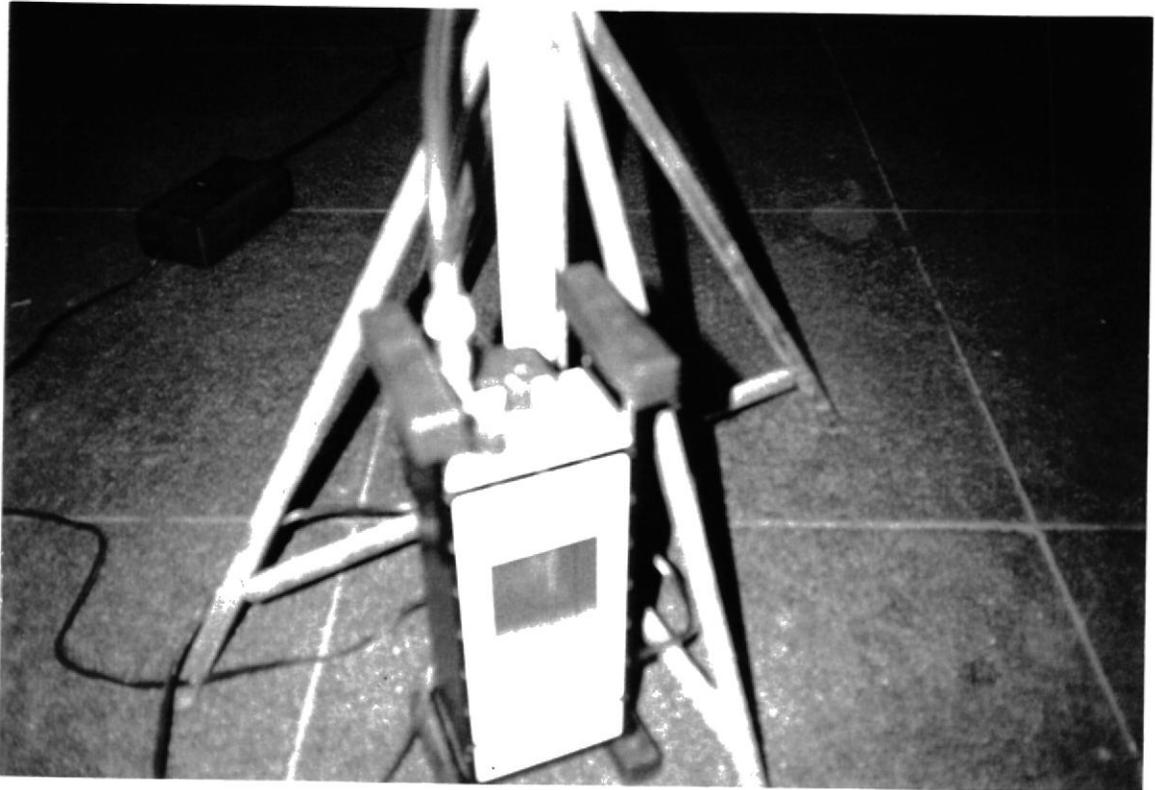
Fotografia N. 1

## ANTENA



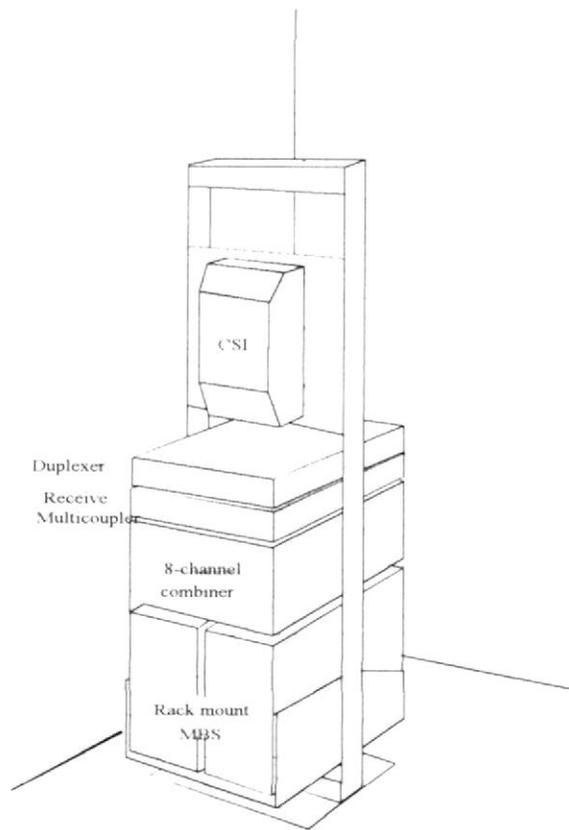
Fotografia N. 2

## TRANSMISOR DE SEÑAL



Fotografía N. 3

## Modelo de la Microcelda del Centro Comercial



## Referencias Bibliográficas

“Mobile Celular Telecommunication”. William C. Y. Lee. Mc. Graw Hill, 2da. Edición.

“The Celular Radio Handbook”. Nell Boucher. Mc. Graw Hill, 3ra. Edición.

“Wireless Networks Trainig and Documentación”. Course 992, Northern Telecom.

“Wireless Networks Trainig and Documentación”. Course 1000, Northern Telecom.

“D-Amps. Is-136 Standard, www. Ericsson.com”

“CMS 88 Sistema de Telefonía Móvil por Ericsson”.

“Mobile and Wireless Networks”, Black, Uyles D, Library of Cogres Cataloging in Publication Data.

“Cellular concept, The Bell System Technical Journal”, January 1979.

[www.com/bbcc/Celltech.html](http://www.com/bbcc/Celltech.html)

[www.webproforum.com/sponsorme2/topic06.html](http://www.webproforum.com/sponsorme2/topic06.html)

[www.celumovil.com](http://www.celumovil.com)



A.F. 142128