ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE INGENIERÍA

ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS NECESARIOS PARA LA DIVISIÓN DE LA RED DOMSAT EN DOS REDES INDEPENDIENTES CON ESTACIONES MAESTRAS EN QUITO Y GUAYAQUIL

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

FREDDY ROLAND SALTOS PÁEZ

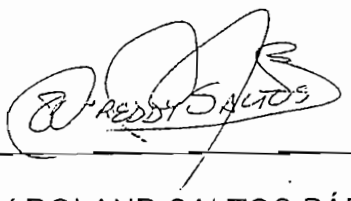
DIRECTOR : ING. PABLO HIDALGO

Quito, Marzo 2002

DECLARACIÓN

Yo, FREDDY ROLAND SALTOS PÁEZ, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

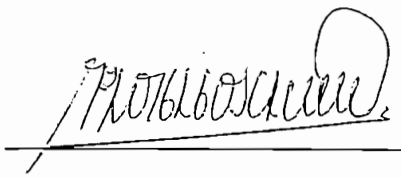
A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



FREDDY ROLAND SALTOS PÁEZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por FREDDY ROLAND SALTOS PÁEZ, bajo mi supervisión.



Ing. Pablo Hidalgo
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Al término del presente trabajo, dirijo mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que extendieron su mano bondadosa, para brindarme su desinteresado apoyo.

A la Escuela Politécnica Nacional, por todos los conocimientos impartidos durante mis años de formación académica.

Al Ing. Pablo Hidalgo, por encaminar mi proyecto de titulación con absoluta eficiencia y ayuda oportuna.

Al Ing. Jaime Jaramillo y a la Sra Silvia de Vargas, por haberme brindado la oportunidad de cumplir metas y objetivos a través de mi trabajo diario en DIGITEC S.A., los mismos que han sido un valioso aporte para el presente trabajo.

A mis compañeros de trabajo por todo el apoyo brindado.

A mi querida esposa, a mis hijos y a mis padres por todo el apoyo y comprensión recibidos.

Agradezco al SEÑOR por iluminar mis pensamientos día a día.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, fruto del esfuerzo compartido, a mi querida esposa Catalina y a mis pequeños hijos Valeria, Vinicio y Andrea.

CONTENIDO

RESUMEN i

PRESENTACIÓN iii

CAPÍTULO 1

CONFIGURACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA RED SATELITAL DOMÉSTICA DEL ECUADOR 1

1.1 GENERALIDADES 1

1.1.1 MARCO HISTÓRICO 1

1.2 TEORÍA BÁSICA DE COMUNICACIÓN DIGITAL 7

1.2.1 MODULACIÓN 7

1.2.1.1 Modulación de cuatro estados de fase o QPSK 8

1.2.1.2 Modulación por Pulsos 9

1.2.1.3 Modulación de Pulsos Codificados o PCM 9

1.2.1.4 La Modulación Diferencial Adaptiva de Pulsos Codificados (ADPCM) 12

1.2.1.5 Codificación Predictiva Lineal (LPC) 12

1.2.2 MULTIPLEXACIÓN 13

1.2.2.1 Multicanalización por División de Tiempo o TDM 13

1.3 COMUNICACIÓN SATELITAL 14

1.3.1 BANDAS DE FRECUENCIA UTILIZADAS EN LOS SISTEMAS SATELITALES. 15

1.3.2 ÓRBITAS SATELITALES 17

1.3.2.1 Órbita Ecuatorial Circular 17

1.3.2.2 Órbita Geoestacionaria 18

1.3.3 TÉCNICAS DE ACCESO AL SATÉLITE 21
1.3.3.1 Acceso Múltiple por División de Frecuencia o FDMA 21
1.3.4 ESTÁNDARES DE INTELSAT PARA ESTACIONES TERRENAS 22
1.3.5 ELEMENTOS DEL ENLACE SATELITAL 24
1.3.5.1 El segmento Terrestre o Estación Terrena. 24
1.3.5.2 Equipos de Banda Base 25
1.3.5.2.1 Convertidor Análogo / Digital 25
1.3.5.2.2 Multiplexor 25
1.3.5.2.3 El Codec 27
1.3.5.3 Equipos de Frecuencia Intermedia 30
1.3.5.3.1 El modem 30
1.3.5.4 Equipos de Radio Frecuencia (RF) 32
1.3.5.4.1 El Transceptor 32
1.4 DESCRIPCIÓN, CONFIGURACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA RED SATELITAL DOMÉSTICA DEL ECUADOR (DOMSAT) 33
1.4.1 ESTACIÓN MAESTRA DE QUITO 35
1.4.1.1 Estación de Quito Centro 39
1.4.1.1.1 Multiplexor Digital Megamux TMS 41
1.4.1.1.2 Equipo Convertidor de Señalización 44
1.4.1.1.3 Equipos Canceladores de Eco 48
1.4.1.1.4 Bancos de Canales 50
1.4.1.1.5 Equipos Convertidores de 4 a 2 hilos 50
1.4.1.2 Estación Terrena Maestra 53
1.4.1.2.1 Multiplexor digital Megamux TMS 54
1.4.1.2.2 Modems satelitales y conmutadores de redundancia 57
1.4.1.2.3 Sistema de Monitoreo y Control (MCS) 59
1.4.2 DATOS DE CONFIGURACIÓN DE LA RED DOMSAT DE QUITO ORIGINAL ... 62

CAPÍTULO 2

CONFIGURACIÓN DE LA RED DOMSAT POR IMPLEMENTARSE EN GUAYAQUIL..... 65

2.1 INTRODUCCIÓN 65

2.2 CONFIGURACIÓN DE LA RED DOMSAT DE GUAYAQUIL 66

2.2.1 ESTACIÓN MAESTRA DE GUAYAQUIL 69

2.2.1.1 Estación de Guayaquil Centro 71

2.2.1.1.1 Multiplexor Digital Megamux TMS *72*

2.2.1.1.2 Equipo Convertidor de Señalización *85*

2.2.1.1.3 Bancos de Canales *88*

2.2.1.1.4 Equipos Canceladores de Eco *88*

2.2.1.1.5 Equipos Convertidores de 4 a 2 hilos *89*

2.2.1.2 Estación Terrena Maestra 89

2.2.1.2.1 Multiplexor digital Megamux TMS *93*

2.2.1.2.2 Modems satelitales y conmutadores de redundancia *100*

2.3 DATOS DE CONFIGURACIÓN DE LA RED DOMSAT DE GUAYAQUIL 101

2.3.1 PLAN DE FRECUENCIAS DE LA RED DOMSAT DE GUAYAQUIL 102

2.3.2 PLAN DE RUTAS DE LA RED DOMSAT DE GUAYAQUIL 109

2.3.3 DIAGRAMAS DE UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS 116

2.3.4 DIAGRAMAS DE CONEXIONES DE LOS EQUIPOS 117

2.4 DETERMINACIÓN DE LOS EQUIPOS MÍNIMOS NECESARIOS PARA LA RED DE GUAYAQUIL 118

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA CONFIGURACIÓN FINAL DE LA RED DOMSAT DE QUITO 121

3.1 INTRODUCCIÓN 121

3.2 CONSIDERACIONES BÁSICAS 121

3.2.1 CONDICIONES DE TRÁFICO EXISTENTES 122

3.2.2 CONSIDERACIONES DE ENRUTAMIENTO 123
3.2.3 CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN FÍSICA Y DE CONEXIONES 124
3.3 CONFIGURACIÓN FINAL DE LA RED DOMSAT DE QUITO 125
3.3.1 DIMENSIONAMIENTO Y CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN QUITO CENTRO .....
3.3.1.1 Dimensionamiento y configuración del Multiplexor Digital Megamux TMS 129
3.3.1.1.1 Dimensionamiento del número de módulos ACM 129
3.3.1.1.2 Dimensionamiento del número de módulos CELP 131
3.3.1.1.3 Dimensionamiento del número de Gabinetes de Expansión 132
3.3.1.1.4 Dimensionamiento del número de módulos de Expansión (EXP) 132
3.3.1.1.5 Dimensionamiento del número de módulos de Interfaz de Canal (CIC) 132
3.3.1.1.6 Dimensionamiento del número de módulos de Control de Agregado para los enlaces entre Quito Centro y la Estación Terrena (ACC-G704) 133
3.3.1.1.7 Dimensionamiento del número de nodos TMS 135
3.3.1.1.8 Dimensionamiento del número de módulos de Control de Agregado para los enlaces internodales (ACC-V.35) 135
3.3.1.2 Dimensionamiento y Configuración del Equipo Convertidor de Señalización 136
3.3.1.2.1 Configuración del convertidor de señalización TSC100 136
3.3.1.2.2 Dimensionamiento del convertidor de señalización MUX100 137
3.3.1.3 Dimensionamiento y configuración de los Bancos de Canales 138
3.3.1.4 Dimensionamiento y configuración de los Equipos Canceladores de Eco 138
3.3.1.5 Dimensionamiento de los Equipos Convertidores de 4 a 2 hilos 139
3.3.2 DIMENSIONAMIENTO Y CONFIGURACIÓN DE LA NUEVA ESTACIÓN TERRENA MAESTRA DE QUITO 140
3.3.2.1 Dimensionamiento y configuración del Multiplexor Digital Megamux TMS 140
3.3.2.1.1 Dimensionamiento del número de módulos de Control de Agregado para los enlaces con la estación de Quito Centro (ACC-G704) 142
3.3.2.1.2 Dimensionamiento del número de módulos de Control de Agregado para los enlaces con las estaciones remotas tipo 3, 4, 5, 6 y 7 (ACC-V35) 143

3.3.2.1.3 Dimensionamiento del número de módulos de Agregado Digital Combinado para los enlaces con las estaciones remotas tipo 2 (CDA-E1) *146*

3.3.2.1.4 Dimensionamiento del número de módulos de datos UDC-V35 para los enlaces con las estaciones remotas tipo 2 ..... *147*

3.3.2.1.5 Dimensionamiento del número de módulos de datos UDC-RS232 para los canales de M&C *147*

3.3.2.1.6 Dimensionamiento del número de Gabinetes de Expansión *148*

3.3.2.1.7 Dimensionamiento del número de módulos de Expansión (EXP) *149*

3.3.2.1.8 Dimensionamiento del número de módulos de Interfaz de Canal (CIC) *149*

3.3.2.1.9 Dimensionamiento del número de nodos TMS *150*

3.3.2.1.10 Dimensionamiento del número de módulos de Control de Agregado para los enlaces internodales (ACC-V.35) *150*

3.3.2.2 Dimensionamiento y Configuración de los Modems satelitales y conmutadores de redundancia 152

3.4 DATOS DE LA CONFIGURACIÓN FINAL DE LA RED DOMSAT DE QUITO 153

3.4.1 PLAN DE FRECUENCIAS DE LA RED DOMSAT DE QUITO 154

3.4.2 PLAN DE RUTAS DE LA RED DOMSAT DE QUITO 157

3.4.3 DIAGRAMAS DE UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS 161

3.4.4 DIAGRAMAS DE CONEXIONES DE LOS EQUIPOS 166

3.5 DETERMINACIÓN DE LOS EQUIPOS DISPONIBLES PARA EL TRASLADO HACIA GUAYAQUIL 166

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS NECESARIOS PARA LA DIVISIÓN DE LA RED DOMSAT 170

4.1 INTRODUCCIÓN 170

4.2 ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS 171

4.2.1 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE AMPLIACIÓN DE CADA RED 172
4.2.1.1 Análisis de la capacidad de ampliación para la red de Guayaquil 173
4.2.1.2 Análisis de la capacidad de ampliación para la red de Quito 176
4.2.2 LISTADO FINAL DE EQUIPOS QUE DEBEN SER TRANSFERIDOS DE QUITO A GUAYAQUIL 176
4.2.3 REQUERIMIENTOS ADICIONALES 185
4.3 ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS DE CONFIGURACIÓN 186
4.3.1 ANÁLISIS SOBRE LAS RUTAS DE TRÁFICO 187
4.3.2 ANÁLISIS SOBRE EL SINCRONISMO DE LA RED 188
4.3.3 ANÁLISIS DE LAS MODIFICACIONES DE CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS .. 194
4.4 PLAN DE TRANSFERENCIA Y REQUERIMIENTOS NECESARIOS 195
4.4.1 PRESUPUESTO ECONÓMICO 198
4.5 PRUEBAS FINALES 200
4.5.1 PRUEBA DE AJUSTE PROVISIONAL DE PORTADORAS SATELITALES 202
4.5.2 PRUEBAS DE INTEGRACIÓN A LA RED NACIONAL 205
4.5.3 ACLARACIONES SOBRE LAS PRUEBAS FINALES 213

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 215
5.1 CONCLUSIONES 215
5.2 RECOMENDACIONES 217

BIBLIOGRAFÍA 219

ANEXOS

Anexo A- La relación Eb/No.

Anexo B. Estructura de la trama E1.

Anexo C. Diagramas de configuración de las Estaciones Remotas de la Red DOMSAT.

Anexo D. Datos de Configuración de la Red DOMSAT original de Quito.

Anexo E. Diagramas de ubicación y de conexiones de la Red DOMSAT de Guayaquil.

Anexo F. Diagramas de ubicación y de conexiones de la nueva Red DOMSAT de Quito.

Anexo G. Plan de Transferencia detallado, Formularios de Entrada-Salida de unidades y Cálculos de Presupuesto.

Anexo H. Formularios de las pruebas realizadas para estaciones tipo.

RESUMEN

El presente trabajo es un estudio detallado de los requerimientos que fueron necesarios considerar para llevar a cabo la división de la Red DOMSAT del Ecuador, adquirida por EMETEL S.A. en 1993 para dar servicio telefónico a poblaciones rurales de todas las regiones del Ecuador; y que por efecto de la escisión de EMETEL S.A. en las empresas ANDINATEL S.A. y PACIFICTEL S.A. debió ser dividida en dos redes independientes con estaciones maestras en Quito y Guayaquil.

En el primer capítulo se realiza un estudio detallado de la configuración que tiene la red DOMSAT original, trabajando a través de la estación central en Quito; se describen los diferentes componentes de la estación Quito Centro y de la estación Terrena de Quito, entendiéndose su operación y la relación entre los diferentes equipos.

En el capítulo dos se lleva a cabo el diseño del dimensionamiento y configuración de los subsistemas de banda base y de modems de la red que será implementada en Guayaquil, con la finalidad de conocer las unidades que son necesarias transferir desde la red de Quito, para cubrir los requerimientos básicos de tráfico que tendrá la red, al trabajar con todas las estaciones que pertenecen a PACIFICTEL S.A. En los cálculos de dimensionamiento se considera también un 20% de capacidad de ampliación y la existencia de unidades adquiridas como parte del contrato de ampliación del sistema DOMSAT.

En el capítulo tres se rediseña la configuración que deberá tener la red de Quito una vez que se transfieran las unidades que pertenecen a la red de Guayaquil, tomándose en consideración una capacidad de ampliación similar a la de Guayaquil. El análisis de configuración y dimensionamiento de la nueva red, da como resultado la lista de unidades que estarían disponibles para ser transferidas a Guayaquil.

En el capítulo cuarto se lleva a cabo el análisis de los requerimientos que son necesarios para realizar la división de la red original, buscando la manera de afectar lo menos posible el tráfico telefónico que cursa por la red DOMSAT original; se determina la lista definitiva de unidades que serán trasladadas desde Quito y se elabora el Plan de Transferencia que permita llevar a cabo la división. Al final se describen las pruebas necesarias de realizar durante el proceso de transferencia para confirmar la operación adecuada de la red de Guayaquil.

PRESENTACIÓN

Con el presente Proyecto de Titulación se ha intentado aclarar la manera en que trabaja la red satelital doméstica del Ecuador, que por la variedad en el tipo de servicios de telefonía que brinda, conlleva una complejidad propia, pero que no obstante puede ser controlada, para brindar un rendimiento y confiabilidad acorde con las necesidades de los usuarios.

Con el análisis de dimensionamiento realizado, y los criterios de configuración que se tomaron, se ha conseguido dividir la red DOMSAT en dos redes independientes, que trabajan actualmente en condiciones satisfactorias, brindando servicios de telefonía que cumplen con los parámetros de calidad que ANDINATEL S.A. y PACIFICTEL S.A. manejan.

El análisis de los distintos requerimientos necesarios para llevar a cabo la división de la red DOMSAT, estando en operación normal y llevando tráfico telefónico, puede ser aplicado en otro tipo de sistemas de comunicación, que estando en operación, requieran realizar ampliaciones de su capacidad o diversificación de sus servicios y se busque la manera de evitar cortes de tráfico prolongados y degradación del servicio.

El presente trabajo podría complementarse con proyectos relacionados con la ampliación de capacidad de las dos redes DOMSAT, que cuentan con una infraestructura suficiente para crecer en forma rápida y con un bajo costo, o con estudios que permitan ampliar el tipo de servicios que se brinda a través de esta red, sin olvidarse que, en un país como el Ecuador, siempre existirán lugares a los que solamente se llegue a través de sistemas satelitales, para poder brindarles acceso al desarrollo y progreso que significa disponer de comunicaciones.

CAPÍTULO 1

CONFIGURACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA RED SATELITAL DOMÉSTICA DEL ECUADOR

CAPÍTULO 1

CONFIGURACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA RED SATELITAL DOMÉSTICA DEL ECUADOR

1.1 GENERALIDADES

En el presente capítulo se presenta una visión histórica del proyecto DOMSAT y su evolución desde los inicios anteriores a la firma del contrato, hasta el momento en que se debía llevar a cabo su división en dos redes independientes trabajando a través de Quito y Guayaquil, permitiendo tener un conocimiento de la situación que obligó a la división de la red DOMSAT.

Se presenta la teoría básica sobre comunicación digital, y posteriormente sobre los sistemas de comunicación satelital, para facilitar el desarrollo de la investigación, así como el manejo de los términos utilizados y el conocimiento teórico involucrado.

En la parte final del capítulo se presenta un estudio detallado de la red DOMSAT que se encuentra funcionando a través de la estación maestra de Quito, y que proporciona servicio de telecomunicaciones a 44 estaciones remotas a lo largo y ancho del Ecuador, entre ellas 26 estaciones que pertenecen a PACIFICTEL S.A. Se expone este estudio con la finalidad de comprender los requerimientos que demanda la división de la red DOMSAT, especialmente si se considera que se encuentra cursando tráfico telefónico hacia y desde sus estaciones remotas.

1.1.1 MARCO HISTÓRICO

La Empresa Estatal de Telecomunicaciones S.A. (EMETEL S.A.), pensando en mejorar el tráfico telefónico nacional y ampliar el servicio a importantes zonas del país, decidió llevar a cabo varios proyectos de

telefonía rural, entre ellos el Proyecto Satelital Doméstico, que constituye el mayor proyecto con tecnología satelital del país.

Es así como el EMETEL S.A., de conformidad con la resolución adoptada por la Comisión Ejecutiva, el 3 de marzo de 1993, convoca al concurso N° CE-93-03 / EMETEL, para la provisión e instalación de un Sistema Satelital Doméstico – DOMSAT, bajo las siguientes características, según lo especifican las bases del concurso:

> "El objeto del Concurso es la provisión e instalación de un sistema de comunicaciones por satélite compuesto de una estación maestra y cuarenta y cuatro estaciones remotas, incluyendo los bienes y servicios asociados, SISTEMA DOMSAT." [1]

La compañía *Satellite Transmission Systems* fue adjudicada para la ejecución de la obra, firmándose el contrato "930917/STS/PROVISIÓN DE UN SISTEMA DOMSAT", en septiembre de 1993. Los trabajos de prospección, adecuación y construcción de obras civiles empezaron en forma inmediata, y a partir de enero de 1994 se procedió con la instalación, pruebas y puesta en marcha del sistema.

Para finales de 1997, la red DOMSAT se encontraba funcionando en su totalidad, permitiendo que 44 estaciones remotas, una de ellas móvil y otra transportable, cuenten con un servicio de telecomunicaciones confiable y de alta calidad, utilizando tecnología satelital digital.

En la tabla 1.1 se presenta la lista de estaciones del sistema DOMSAT, indicando la capacidad de canales por estación.

El sistema cuenta con pequeñas estaciones terrenas en cada una de las poblaciones, y una estación maestra en Quito, a través de las cuales se ha

[1] EMETEL; Concurso N° CE-93-03 / EMETEL Provisión e Instalación de un Sistema Satelital para uso Doméstico - DOMSAT; 1993; Pg. 1

integrado a miles de ecuatorianos de todas las regiones del país a las comunicaciones nacionales e internacionales.

El EMETEL S.A., considerando su futura escisión en dos compañías, decide contratar en mayo de 1996 la modificación de la estructura de la red DOMSAT, con la finalidad de adaptar la red a la nueva situación del EMETEL S.A. y a su vez llevar a cabo una ampliación de la misma, según se lo puede apreciar en las bases del concurso denominado "PROCESO N° CE-96-14 / EMETEL, AMPLIACIÓN DEL SISTEMA RURAL DE TRANSMISIÓN VÍA SATÉLITE, DOMSAT":

> "El objeto del presente proceso es modificar la estructura del sistema DOMSAT contratado a la compañía S.T.S. en septiembre de 1993, con el objeto de adaptar esta red a la nueva situación de EMETEL cuando se escinda en dos compañías separadas. Esta transformación consiste en crear dos sistemas estrella, uno de ellos con la estación central (HUB) en Quito y la otra con la estación central (HUB) en Guayaquil. El proyecto incluye también la ampliación del sistema original con 5 estaciones remotas localizadas en la región amazónica del Ecuador." [2]

Los trabajos de instalación y montaje de la estación maestra de Guayaquil, se realizaron entre junio y noviembre de 1996; luego de las pruebas respectivas, la antena de la estación terrena de Guayaquil, fue aprobada por INTELSAT[3] en mayo de 1997, para transmitir señales a través de sus satélites.

La tabla 1.2 presenta las 5 nuevas estaciones adquiridas a través del contrato de ampliación del Sistema DOMSAT, y la figura 1.1 presenta la ubicación geográfica de las estaciones de los dos proyectos.

---

[2] EMETEL; Proceso N° CE-96-14 / EMETEL Ampliación del Sistema Rural de Transmisión Vía Satélite, DOMSAT; 1996; Pg. 7

[3] INTELSAT : Organización Internacional de Telecomunicaciones por Satélite.

Tabla 1.1 El Sistema DOMSAT del Ecuador.

SISTEMA DOMSAT DEL ECUADOR					
NUM	ESTACIÓN	PROVINCIA	CANTÓN	CAPACIDAD	SERVICIO
1	SAN PLÁCIDO	MANABÍ	PORTOVIEJO	4	REMOTOS
2	AYACUCHO	MANABÍ	SANTA ANA	4	REMOTOS
3	CONVENTO	MANABÍ	CHONE	4	REMOTOS
4	GUALE	MANABÍ	PAJÁN	4	REMOTOS
5	PAQUISHA	ZAMORA	ZAMORA	4	REMOTOS
6	VALLADOLID	ZAMORA	ZUMBA	4	REMOTOS
7	BALSAS	EL ORO	BALSAS	8	REMOTOS
8	OLMEDO	MANABÍ	SANTA ANA	8	REMOTOS
9	P.VILLAMIL	GALÁPAGOS	ISABELA	8	REMOTOS
10	28 DE MAYO	ZAMORA	ZAMORA	8	REMOTOS
11	GUAYZIMI	ZAMORA	GUAYZIMI	8	REMOTOS
12	LOGROÑO	MORONA	SUCÚA	8	REMOTOS
13	MOLLETURO	AZUAY	CUENCA	8	REMOTOS
14	SANTIAGO	MORONA	SANTIAGO	8	REMOTOS
15	TAISHA	MORONA	MACAS	8	REMOTOS
16	CASCALES	SUCUMBÍOS	CASCALES	8	REMOTOS
17	LA BONITA	SUCUMBÍOS	LA BONITA	8	REMOTOS
18	LAS NAVES	BOLÍVAR	GUARANDA	8	REMOTOS
19	S.J. TAMBO	BOLÍVAR	CHILLANES	8	REMOTOS
20	PUTUMAYO	SUCUMBÍOS	CARMEN DEL PUTUMAYO	8	REMOTOS
21	TIPUTINI	ORELLANA	NUEVO ROCAFUERTE	8	REMOTOS
22	MONTALVO	PASTAZA	PASTAZA	8	REMOTOS
23	MÓVIL	-	-	8	CENTRAL
24	EL PANGUI	ZAMORA	EL PANGUI	16	CENTRAL
25	SAN CARLOS (Transportable)	ZAMORA	ZAMORA	16	CENTRAL
26	BORBÓN	ESMERALDAS	VALDEZ	16	CENTRAL
27	ZUMBA	ZAMORA	ZUMBA	16	CENTRAL
28	ALLURIQUÍN	PICHINCHA	STO. DOMINGO	16	CENTRAL
29	PALLATANGA	CHIMBORAZO	PALLATANGA	16	CENTRAL
30	MALDONADO	CARCHI	TULCAN	16	CENTRAL
31	ROCAFUERTE	ESMERALDAS	ESMERALDAS	16	CENTRAL
32	FLAVIO ALFARO	MANABÍ	FLAVIO ALFARO	30	CENTRAL
33	MACHALILLA	MANABÍ	JIPIJAPA	30	CENTRAL
34	MARCABELÍ	EL ORO	MARCABELÍ	30	CENTRAL
35	AMALUZA	LOJA	ESPÍNDOLA	30	CENTRAL
36	GUALAQUIZA	MORONA	GUALAQUIZA	30	CENTRAL
37	YANZATZA	ZAMORA	YANZATZA	30	CENTRAL
38	SACHA	ORELLANA	LA JOYA DE LOS SACHAS	30	CENTRAL
39	MACAS	MORONA	MACAS	60	CENTRAL
40	PUERTO AYORA	GALÁPAGOS	SANTA CRUZ	60	CENTRAL
41	SHUSHUFINDI	SUCUMBÍOS	SHUSHUFINDI	60	CENTRAL
42	LAGO AGRIO	SUCUMBÍOS	LAGO AGRIO	120	CENTRAL
43	COCA	ORELLANA	ORELLANA	120	CENTRAL
44	TENA	NAPO	TENA	120	CENTRAL
45	ESTACION MAESTRA DE QUITO	PICHINCHA	QUITO	-	-
TOTAL				1038	

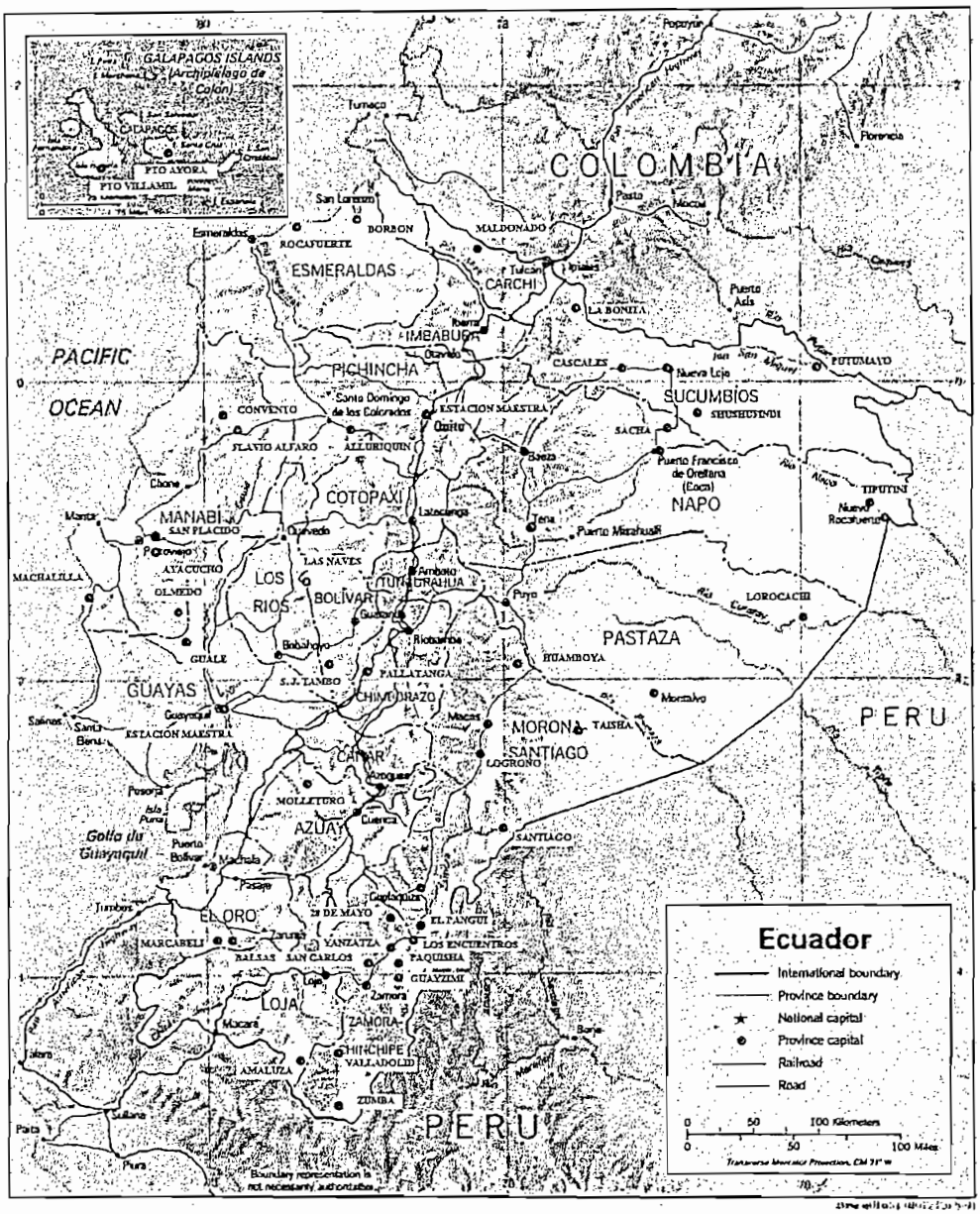


Figura 1.1 Ubicación geográfica de las estaciones del Sistema DOMSAT y su ampliación.

Tabla 1.2 Ampliación del Sistema DOMSAT del Ecuador.

AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DOMSAT					
NUM	ESTACIÓN	PROVINCIA	CANTÓN	CAPACIDAD	SERVICIO
1	LOS ENCUENTROS	ZAMORA	YANTZAZA	8	REMOTOS
2	HUAMPOYA	MORONA	HUAMBOYA	8	REMOTOS
3	LOROCACHI	PASTAZA	ARAJUNO	8	REMOTOS
4	NUEVO ROCAFUERTE	ORELLANA	NUEVO ROCAFUERTE	16	CENTRAL
5	BAEZA	NAPO	QUIJOS	30	CENTRAL
6	ESTACIÓN MAESTRA DE GUAYAQUIL	GUAYAS	GUAYAQUIL	-	-
TOTAL				70	

En noviembre de 1997 la empresa EMETEL S.A. se escindió efectivamente en dos empresas independientes, ANDINATEL S.A. y PACIFICTEL S.A., cada una de las cuales en esa fecha, proveía servicio de telecomunicaciones a regiones específicas del Ecuador, de la siguiente manera:

ANDINATEL S.A. tenía a su cargo estrictamente las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Esmeraldas, Sucumbíos, Orellana, Napo, Pastaza y Bolívar.

PACIFICTEL S.A. se ocupaba estrictamente de Manabí, Guayas, El Oro, Los Ríos, Loja, Azuay, Cañar, Zamora, Morona y Galápagos.

Para llevar a cabo la división de la red DOMSAT, fue necesario reubicar hacia Guayaquil, una gran parte de los equipos que se encontraban trabajando en la estación maestra de Quito, por lo que era necesario terminar el contrato original, antes de empezar con el movimiento de las unidades.

Es así como el 30 de julio de 1998 se procedió a realizar la firma del acta de entrega recepción provisional total del contrato 930917, fecha a partir de la cual se dio inicio a los trabajos de investigación, preparación y ejecución

para dividir la Red Satelital Doméstica del Ecuador en dos redes independientes con estaciones maestras en Quito y Guayaquil, trabajos que finalizaron en junio de 1999.

1.2 TEORÍA BÁSICA DE COMUNICACIÓN DIGITAL

Durante los últimos años, el campo de las comunicaciones ha experimentado un avance tecnológico importante a partir del aparecimiento de la tecnología digital, la cual presenta grandes ventajas respecto de los sistemas analógicos convencionales; esto ha permitido que sistemas de comunicación que algún momento fueron eminentemente analógicos, como es el caso de los sistemas satelitales, hoy en día se encuentren cursando la mayor parte de su tráfico utilizando técnicas digitales.

Al utilizar señales digitales, es posible generar una nueva señal a partir de la señal original degradada, permitiendo que estos sistemas sean más resistentes al ruido. Los sistemas digitales presentan mayor facilidad de almacenamiento y permiten el uso más eficiente del ancho de banda, a través de un mismo canal es posible transmitir diferentes tipos de información: voz, vídeo y datos.

Al ser las señales digitales fáciles de medir y evaluar, se puede mejorar el rendimiento utilizando técnicas para la detección y corrección de errores, y debido a que las señales son codificadas, se dispone de mecanismos de protección para transmisiones de alta seguridad.

1.2.1 MODULACIÓN

Debido a que la información que se desea transmitir, en la mayoría de los casos no es directamente transmisible en su forma original, se la debe convertir a una forma más apropiada, a través del proceso que se conoce como "modulación".

La modulación es el proceso por el cual se incorpora la información que se desea transmitir, a una señal de audio o radio frecuencia llamada portadora, variando sistemáticamente uno de sus parámetros (amplitud, frecuencia o fase).

En los sistemas satelitales, la no linealidad de los transpondedores[4] y los efectos en el rendimiento de potencia, obligan a que el tipo de modulación no presente variaciones mayores en la amplitud de la señal transmitida; adicionalmente se debe optimizar el ancho de banda utilizado. Estas consideraciones han dado lugar a que el método de modulación comúnmente utilizado en este tipo de sistemas sea la modulación por desplazamiento de fase o PSK y en el caso del sistema DOMSAT, se utiliza uno de los tipos de modulación PSK denominado QPSK o modulación de cuatro estados de fase.

1.2.1.1 Modulación de cuatro estados de fase o QPSK

Esta modulación permite obtener 4 fases de salida de la señal portadora con una diferencia entre ellas de 90°, lo cual permite disponer de cuatro condiciones diferentes de la señal de entrada, esto se consigue utilizando dos bits en forma simultánea.

La modulación QPSK tiene como una de sus principales ventajas el hecho de que permite la misma eficiencia de potencia de la modulación BPSK (modulación por desplazamiento de fase binaria), utilizando únicamente la mitad del ancho de banda; esto ha originado que la modulación QPSK se utilice de forma generalizada para la transmisión de información por satélite.

En la figura 1.2 se presentan los diagramas fasorial y de constelación, y la relación entre la señal de entrada y de salida para una señal QPSK.

[4] Transpondedores: Repetidores de radio localizados en el satélite.

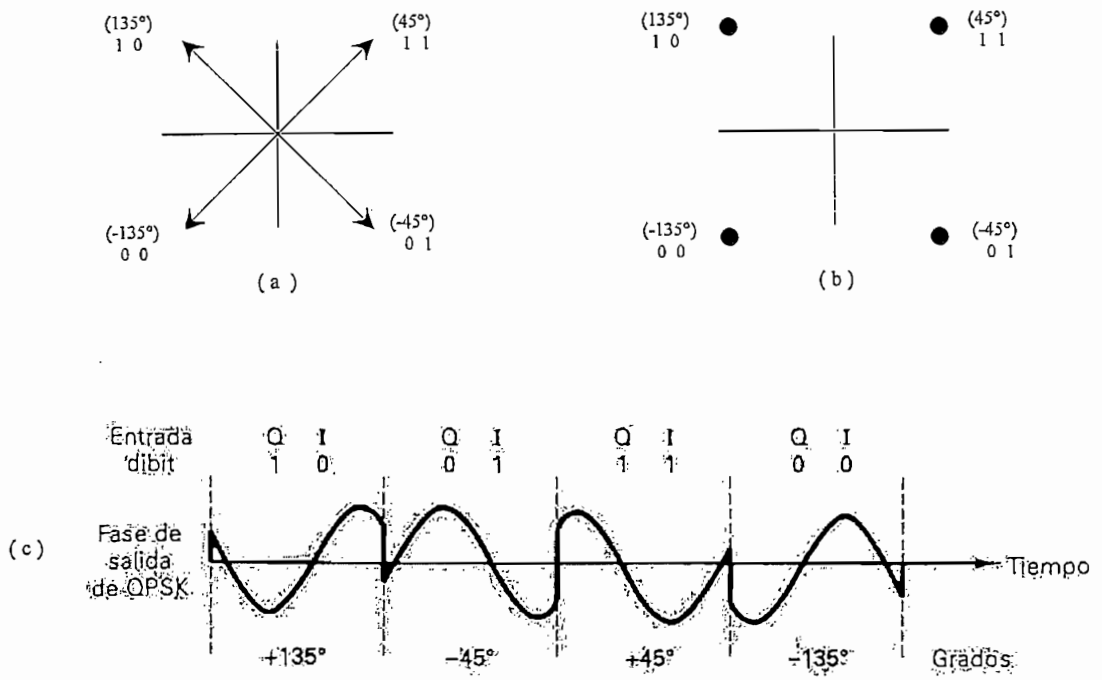


Figura 1.2 Modulación QPSK : (a) diagrama fasorial, (b) diagrama de constelación, (c) relación entre la señal de entrada y de salida.

1.2.1.2 Modulación por Pulsos

Si la información que se desea transmitir es analógica, para convertirla en digital se puede utilizar la modulación por pulsos, siendo la más común la modulación de pulsos codificados o PCM.

1.2.1.3 Modulación de Pulsos Codificados o PCM

Es el método de modulación por pulsos que mayor utilización tiene en los sistemas de comunicación digitales, el proceso se lo realiza en tres etapas: muestreo, cuantificación y codificación.

Durante el proceso de muestreo, la señal analógica es modulada con PAM (modulación por amplitud de pulso), dando lugar a un tren de pulsos; cada muestra es luego comparada con niveles discretos predefinidos (cuantificación) y posteriormente se codifica para obtenerse un número binario que representa la amplitud de la señal analógica de entrada.

La frecuencia de muestreo está definida por el teorema de Nyquist. Según lo indica Wayne Tomasi en su libro "Sistemas de Comunicaciones Electrónicas", el teorema de Nyquist puede definirse como se indica a continuación.

> " El teorema de muestreo de Nyquist establece la *mínima razón de muestreo* (f_s) que puede usarse para un sistema PCM específico. Para que una muestra sea reproducida correctamente en el receptor, cada ciclo de la señal de entrada analógica (f_a) debe muestrearse por lo menos dos veces. Consecuentemente, la mínima razón de muestreo es igual al doble de la frecuencia de entrada de audio más alta. Si f_s es menor que el doble de f_a , resultará en una distorsión...." [5]

Para la codificación se utiliza un número definido de estados o bits, según el tipo de información que se vaya a transmitir, esto determina la velocidad del flujo de bits a la salida del modulador, así para el caso de las señales de voz se tiene:

Señal de frecuencia más alta:	4 KHz
Frecuencia de muestreo:	8 KHz
Tasa de muestreo:	8000 muestras por segundo
Codificación:	8 bits por muestra
Velocidad digital de datos:	64 Kbps

De acuerdo a lo que se ha visto, la velocidad de información de un canal de voz, modulado con PCM, es de 64 Kbps, sin embargo existen varias alternativas a la modulación convencional de pulsos codificados, que permiten velocidades binarias inferiores para los canales de voz, como por ejemplo la modulación PCM *Diferencial Adaptable* (ADPCM) y la *Codificación Predictiva Lineal* (LPC), que son utilizadas en la red DOMSAT para reducir el ancho de banda de los canales de voz en el satélite.

[5] TOMASI Wayne; Sistemas de Comunicaciones Electrónicas; 1996; Pg. 612

En la figura 1.3 se tiene un gráfico explicativo que permite ver en forma general las tres etapas de la modulación de pulsos codificados.

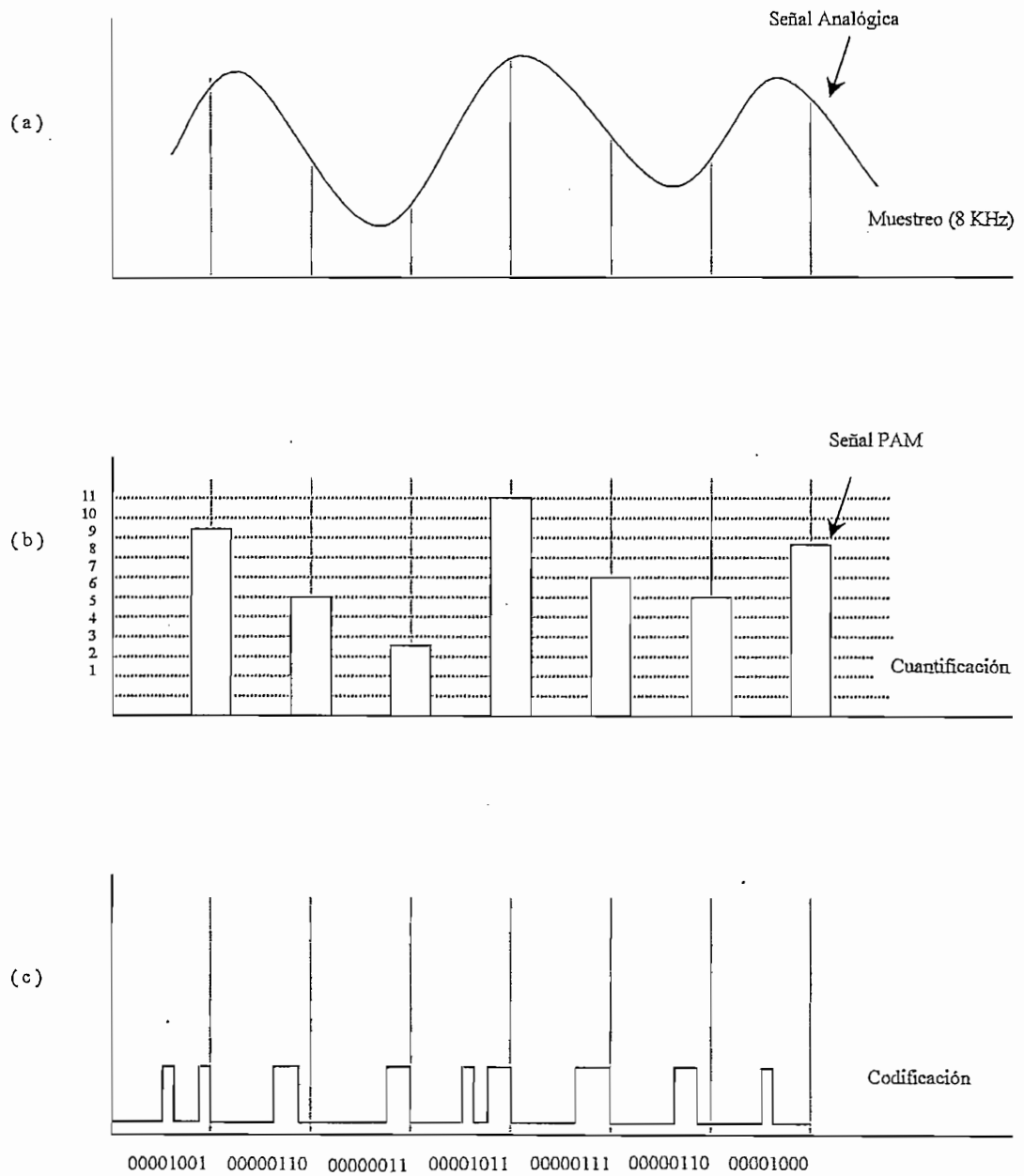


Figura 1.3 Modulación PCM: (a) Muestreo, (b) Cuantificación, (c) Codificación

1.2.1.4 La Modulación Diferencial Adaptiva de Pulsos Codificados (ADPCM)

Este tipo de modulación recibe las muestras codificadas de señales analógicas utilizando 8 bits, y las compara con una estimación de lo que será esa palabra. Luego se transmite la diferencia entre la señal real y la señal estimada.

Si la estimación utilizada es muy cercana a la señal real, la diferencia entre las dos representaciones digitales será poca y podrá codificarse utilizando menos bits. La eficiencia del sistema depende de la precisión de la estimación, la misma que se obtiene a través de algoritmos especiales, que han sido normalizados por el UIT (Recomendación G.723), para permitir la compatibilidad entre los distintos fabricantes.

Utilizando la modulación ADPCM, se tiene la posibilidad de comprimir la velocidad de los canales de 64 Kbps a velocidades de 40, 32, 24 o 16 Kbps, por lo que ha sido utilizada generalmente para tráfico de voz y datos en sistemas satelitales.

1.2.1.5 Codificación Predictiva Lineal (LPC)

Este tipo de codificación se utiliza cuando la forma de onda de las señales analógicas es producto de un proceso que puede modelarse como un sistema lineal, en el cual solamente se codifican las características significativas del proceso y no las muestras de la forma de onda.

En el caso de las frecuencias vocales se tiene por ejemplo la ganancia, el tono y la información integrada en formato vocal y no vocal.

La Codificación predictiva Lineal se ha empleado en sistemas que requieren un gran ahorro del ancho de banda, como es el caso de los

sistemas satelitales, permitiendo tener canales con velocidades bajas de hasta 2.4 Kbps, y con una calidad vocal aceptable.

1.2.2 MULTIPLEXACIÓN

La multiplexación, también conocida como multicanalización o multiplaje, es una técnica que permite aprovechar de una manera más eficiente el medio de transmisión ya sea éste cable de cobre, cable coaxial, fibra óptica o espacio libre, al compartirlo entre varias señales de información que son transmitidas a través del medio de transmisión.

Para el caso del sistema DOMSAT, se utiliza la multiplexación por división de tiempo (TDM).

1.2.2.1 Multicanalización por División de Tiempo o TDM

A través de esta técnica de multicanalización, se permite que varios canales utilicen el ancho de banda total del medio de transmisión, pero no de manera simultánea, sino intercalándose en el tiempo.

En la figura 1.4 se observa el principio de operación de la multicanalización por división de tiempo.

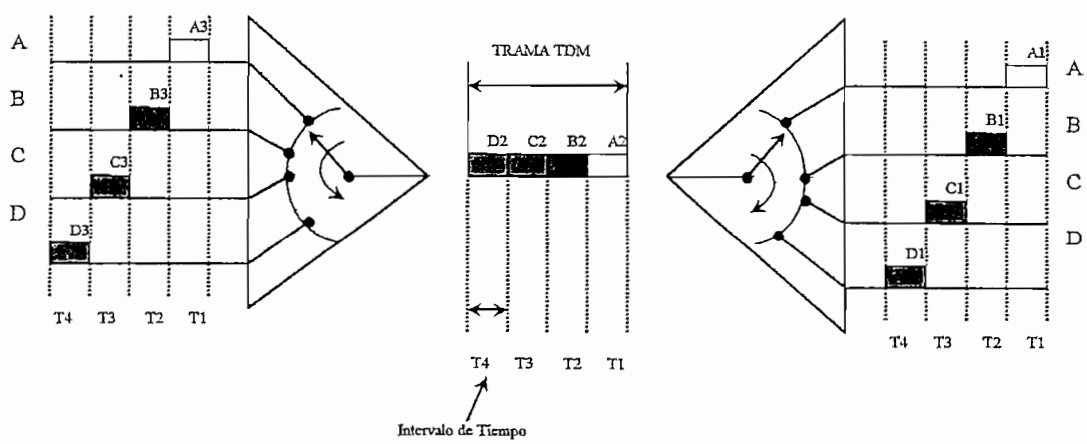


Figura 1.4 Multicanalización por división de tiempo (TDM).

A la salida del equipo multiplexor, se tiene una secuencia de bits con información intercalada de cada uno de los canales entrantes y que recibe el nombre de trama digital. En definitiva las tramas están formadas por intervalos de tiempo, existiendo diferentes tipos de tramas de acuerdo al número de intervalos de tiempo utilizados.

Las tramas así formadas reciben el nombre de tramas de primer orden, las mismas que se agrupan nuevamente dando lugar a tramas de orden superior, permitiendo hablar de jerarquías digitales diferentes basadas en tramas de primer orden.

En el sistema DOMSAT se utiliza tramas de la jerarquía "europea" (países de la CEPT[6]), basada en una trama de primer orden de 32 intervalos de tiempo y con una velocidad de transmisión primaria de 2048 Kbits/s.

Esta jerarquía también es utilizada en varios países no Europeos, especialmente en Latinoamérica; la trama de primer orden también recibe el nombre de trama CEPT o trama E1.

En la tabla 1.3 se encuentran las principales características de la trama básica E1.

1.3 COMUNICACIÓN SATELITAL

A pesar de que en su inicio no tuvieron un desarrollo acelerado, las comunicaciones a través de los satélites se han convertido hoy en día en una de las áreas de mayor importancia en las telecomunicaciones a nivel mundial; una muestra de eso representa el hecho de que en el Ecuador se encuentre en operación una red satelital con tecnología digital, proporcionando servicios de telefonía rural a todo el país.

[6] CEPT : Conferencia de Administraciones Postales y de Telecomunicaciones Europeas.

Tabla 1.3 Principales características de la trama E1.

	Características	Trama E1 (CEPT)
a	Frecuencia de muestreo	8 KHz
b	Número de muestras por intervalo de tiempo	8000 muestras/s
c	Duración de la trama	1/b = 1/8000/s = 125 μs
d	Número de bits por muestra	8 bits
e	Velocidad de canal	b*d = 8000/s*8bits = 64 Kbits/s
f	Ley de codificación (número de segmentos)	Ley A 13
g	Número de intervalos de tiempo por trama	32
h	Número de bits por trama	d*g = 8*32 = 256 bits
i	Duración de un intervalo de tiempo	c/g = 125 μs/32 ≈ 3.9 μs
j	Velocidad de la trama	b*h = 8000/s*256 bits = 2048 Kbits/s

La red satelital del Ecuador utiliza los recursos de INTELSAT para establecer la comunicación entre las diferentes estaciones del sistema, a través del arrendamiento a largo plazo de un transpondedor en el satélite Intelsat 709.

1.3.1 BANDAS DE FRECUENCIA UTILIZADAS EN LOS SISTEMAS SATELITALES

En el proceso de comunicaciones satelitales se puede hablar de dos secciones: El enlace ascendente desde la estación terrena hacia el satélite, y el enlace descendente desde el satélite hacia la estación terrena.

Existe por tanto una banda de frecuencia ascendente o de subida y una banda de frecuencia descendente o de bajada, las mismas que se encuentran lo suficientemente espaciadas para evitar la interferencia entre ellas.

Las bandas de frecuencia disponibles para los sistemas satelitales son asignadas por la UIT, de tal manera que se puedan utilizar de manera global alrededor de la Tierra y también pensando en minimizar la interferencia con otros sistemas. La tabla 1.4 presenta un resumen de las principales bandas.

Tabla 1.4 Bandas de frecuencia para los sistemas satelitales[7].

BANDA	ENLACE ASCENDENTE (MHz)		ENLACE DESCENDENTE (MHz)		UTILIZACIÓN
	FRECUENCIAS	BW	FRECUENCIAS	BW	
C	5.925-6.425	500	3.700-4.200	500	Comunicaciones tradicionales por satélites geosíncronos, utilizados por Canadá, Francia, Indonesia, Estados Unidos e INTELSAT
	5.725-6.275	550	3.400-3.900	500	INTERSPUTNIK, RUSIA
X	7.925-8.425		7.250-7.750		Satélites de telecomunicaciones militares y del gobierno
Ku	14.000-14.500	500	10.700-11.200	500	INTELSAT, EUTELSAT y satélites RUSOS
K	14.000-14.500	500	11.700-12.200	500	Satélites de telecomunicaciones utilizados por Canadá, Francia y Estados Unidos
	14.000-14.250	250	12.500-12.750	250	
Ka	27.500-31.000	3500	17.700-21.200	3500	Satélites de investigación tecnológica utilizados por Europa, Japón y Estados Unidos

[7] MINOLI Daniel; Telecommunications Technology Handbook; 1991; Pg. 291

La banda C es la más utilizada para tráfico comercial ya que los efectos de la atenuación debido a la lluvia no son tan críticos como en banda Ku, adicionalmente el costo de los amplificadores y el costo de los satélites en sí es menor para banda C. Sin embargo presenta ciertas dificultades como lo indican algunos autores:

"La mayoría de los satélites domésticos utilizan la banda de 6/4 GHz. desafortunadamente, esta banda también se usa extensamente para los sistemas de microondas terrestres. Se debe tener cuidado cuando se diseña una red satelital para evitar interferencia de, o interferencia con enlaces de microondas establecidas" [8]

Para el caso particular del sistema DOMSAT del Ecuador, se presentaron problemas de interferencia con sistemas terrestres en varias estaciones de la zona nororiental del país, situación que obligó a realizar un cambio en las frecuencias de operación asignadas a tales estaciones.

1.3.2 ÓRBITAS SATELITALES

Básicamente existen tres tipos de órbitas por las que podrían estar moviéndose los satélites alrededor de la Tierra y son: polar, ecuatorial e inclinada. La forma de la órbita puede ser circular o elíptica y se puede tener cualquier combinación entre tipo y forma, sin embargo solo se analizará la órbita geoestacionaria, por ser la que utiliza el sistema DOMSAT.

1.3.2.1 Órbita Ecuatorial Circular

Es aquella en la cual el satélite gira alrededor de la Tierra sobre la línea ecuatorial. El caso que interesa es cuando la velocidad de rotación del satélite es igual a la de la Tierra, de tal manera que el satélite aparece en

[8] TOMASI Wayne; Sistemas de Comunicaciones Electrónicas; 1996; Pg. 730

una posición fija con respecto a la Tierra, esta órbita se denomina *geoestacionaria* y se la analizará con más detalle.

1.3.2.2 Órbita Geoestacionaria

En esta órbita el satélite se encuentra a 35.810 Km. de altura y tiene un período de rotación de prácticamente 24 horas, por lo cual permanece relativamente fijo sobre un punto de la superficie terrestre. Desde ese punto es posible cubrir un tercio del globo, por lo cual con tres satélites se tendría cobertura sobre toda la superficie terrestre, excepto los polos norte y sur.

En la figura 1.5 se puede observar los diferentes tipos y formas de las órbitas satelitales anteriormente mencionadas y que son de uso común en las comunicaciones satelitales.

Debido a su posición relativamente fija no se requiere de sistemas de rastreo costosos en las estaciones terrenas; sin embargo debido a la gran altitud a la que se encuentra el satélite, existe un retardo significativo en los tiempos de propagación de las señales. Adicionalmente se requiere de amplificadores de alta potencia y receptores muy sensibles en las estaciones terrenas.

Otra desventaja tiene que ver con la necesidad de realizar maniobras de gran precisión para colocar y mantener un satélite geoestacionario en órbita.

En la órbita geoestacionaria, la posición de los satélites está dada por la longitud en grados del punto sobre el cual se encuentra fijo sobre la línea ecuatorial. Por ejemplo el satélite INTELSAT 709 que se utiliza para las comunicaciones del Sistema DOMSAT, se encuentra ubicado a 310 ° Este sobre la línea Ecuatorial.

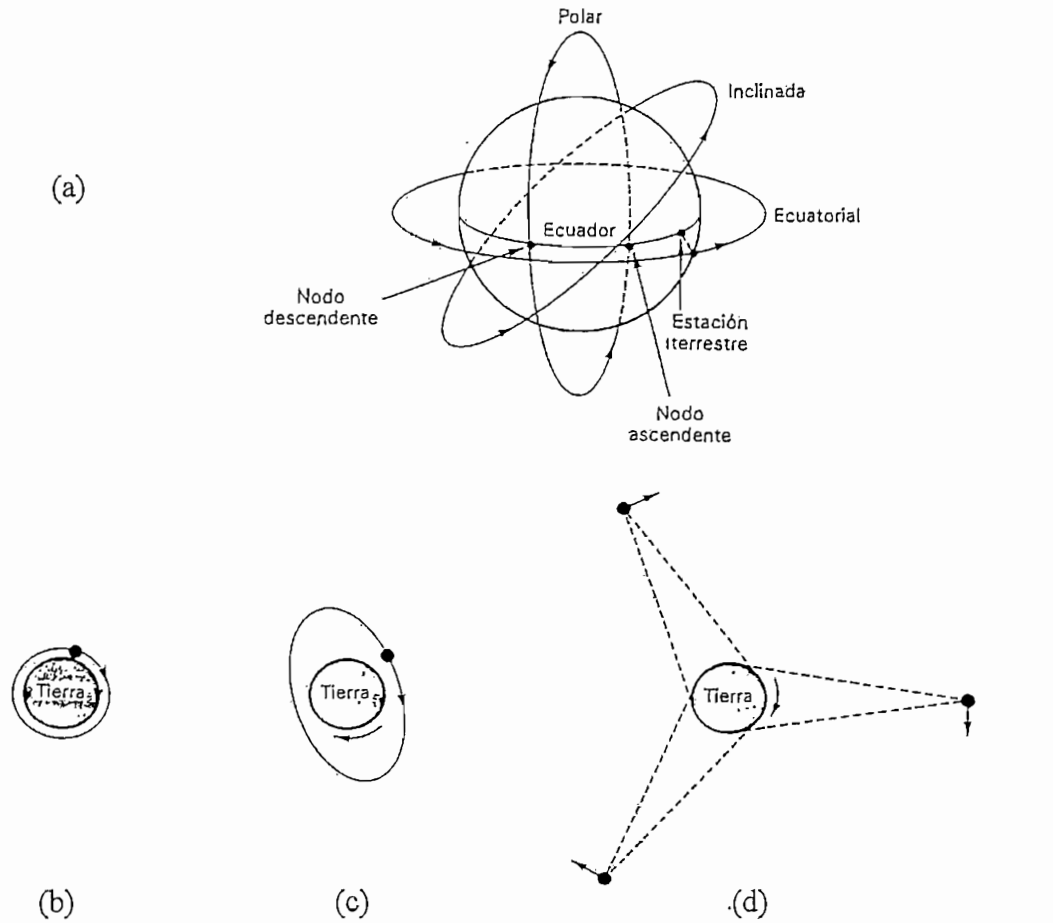


Figura 1.5 Órbitas satelitales: (a) órbitas: polar, inclinada y ecuatorial, (b) órbita circular de baja altitud, (c) órbita elíptica, (d) órbita geoestacionaria

Los satélites en la órbita geoestacionaria comparten tanto la frecuencia de trabajo como un espacio en el arco visible de la órbita, por tal motivo deben estar separados en el espacio lo suficiente como para que no interfieran entre sí. Generalmente se tiene un espaciamiento de 3 a 6 grados, dependiendo de varios factores como son los siguientes:

1. El ancho del haz radiado por las antenas tanto de la estación terrena como del satélite.
2. Los niveles de los lóbulos laterales de los patrones de radiación de las antenas.

3. La frecuencia de transmisión utilizada.
4. La técnica tanto de modulación como de codificación que se esté utilizando.
5. Los niveles de degradación en el rendimiento, debidos a interferencia y que son considerados como aceptables.
6. La potencia de transmisión de la señal.

La figura 1.6 presenta un gráfico referente a la separación espacial.

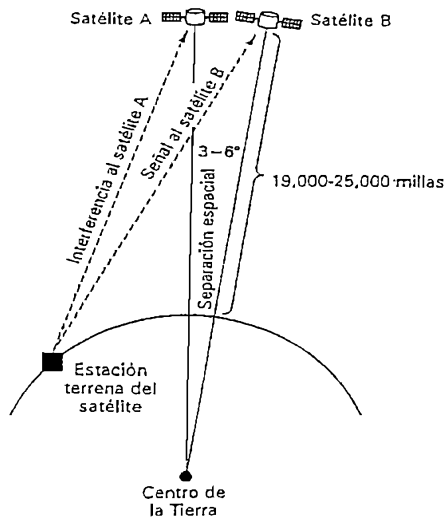


Figura 1.6 Separación Espacial de los satélites en la órbita geoestacionaria.

Para el caso de estaciones terrenas localizadas en el territorio Ecuatoriano, por ejemplo aquellas que pertenecen al sistema DOMSAT, la presencia de varios satélites en la órbita geoestacionaria espaciados unos pocos grados, puede ocasionar ciertas dificultades ya que al encontrarnos muy próximos a la línea ecuatorial, con pequeños cambios del ángulo de elevación en los sistemas de movimiento de las antenas, se puede incursionar en la zona de radiación de otros satélites y por consiguiente estar sujetos a los efectos de interferencia que puedan presentarse. Durante las pruebas de aceptación de las antenas se observó la presencia de los satélites cercanos, como resultado de los movimientos en elevación de las antenas.

1.3.3 TÉCNICAS DE ACCESO AL SATÉLITE

Los sistemas satelitales sirven a múltiples usuarios, por lo cual en algún momento varias estaciones deberán tener la capacidad de comunicarse entre ellas, pero considerando que el ancho de banda en el satélite es limitado y que el número de transpondedores que pueden estar activos al mismo tiempo también es restringido, se ve la necesidad de tener un esquema de acceso al satélite, que permita utilizar al máximo los recursos disponibles con el mínimo de interferencia entre los usuarios.

Para el manejo apropiado del transpondedor se utiliza la denominada Técnica de Acceso Múltiple. Se utilizan diferentes técnicas entre las que se tienen: Acceso múltiple por división de frecuencia o FDMA, acceso múltiple por división de Tiempo o TDMA, acceso múltiple por división de código o CDMA y acceso múltiple de asignación por demanda o DAMA. En este caso únicamente se mencionará el FDMA.

1.3.3.1 Acceso Múltiple por División de Frecuencia o FDMA

Con FDMA se le asigna a cada usuario una frecuencia de portadora dentro del ancho de banda del transpondedor. Las frecuencias asignadas deben tener un espaciamiento mínimo de tal manera que los espectros de las portadoras moduladas no se sobrepongan. La figura 1.7 representa el principio de la técnica FDMA.

Debido a que la potencia del transpondedor es compartida por todas las portadoras, es necesario controlar el número máximo de usuarios y la potencia de cada uno, para evitar que el transpondedor trabaje en la zona no lineal y genere productos de intermodulación que afecten la calidad de las señales.

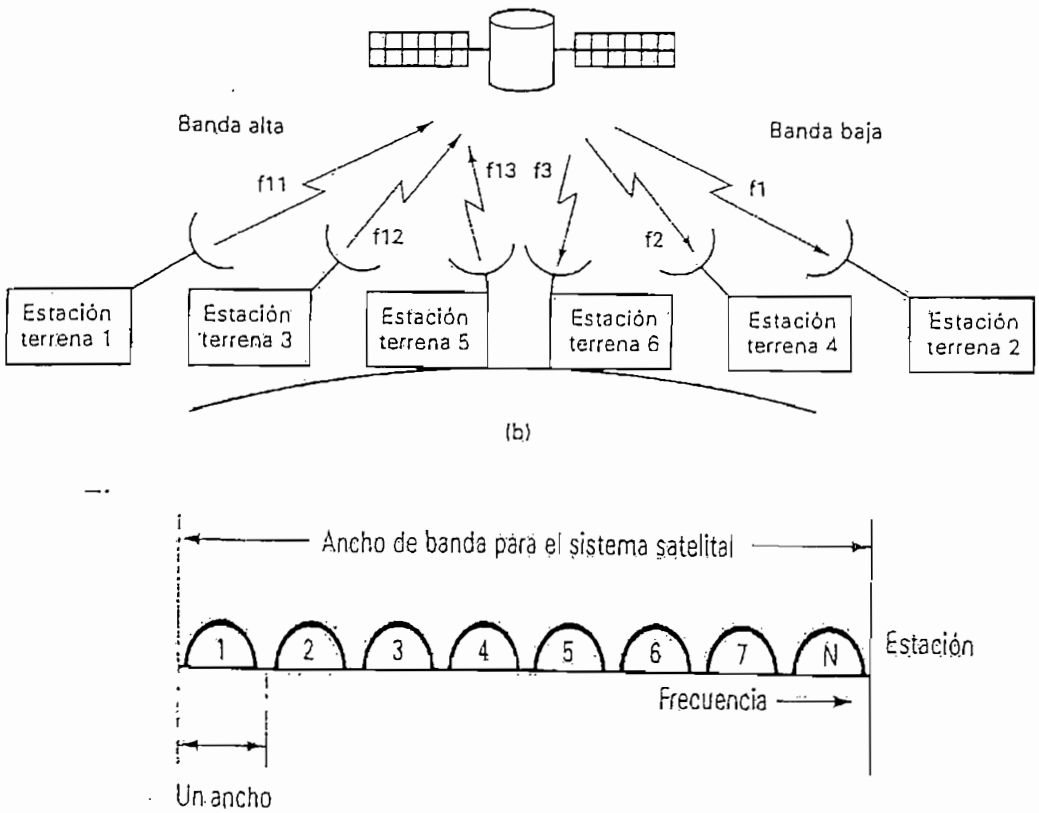


Figura 1.7 Principio del FDMA.

Cada estación tiene asignada una frecuencia de transmisión y de recepción, las mismas que pueden ser fijas o variar con la demanda. Cuando a cada canal de tráfico por separado se le modula y asigna una señal portadora, se suele hablar de portadoras monocanal o *SCPC* [9], tal es el caso del sistema DOMSAT.

1.3.4 ESTÁNDARES DE INTELSAT PARA ESTACIONES TERRENAS

INTELSAT ha establecido varios estándares que requiere sean cumplidos para permitir las comunicaciones a través de sus satélites, tal es el caso de los estándares para las estaciones terrenas. La tabla 1.5 resume los más importantes.

[9] SCPC: Portadora única por canal (*Single Channel Per Carrier*)

En el caso de la red DOMSAT, la estación maestra de Quito es una estación que cumple con el estándar A y las estaciones remotas son estándares F1 y F2.

Tabla 1.5 Estándares para las Estaciones Terrenas.

ESTÁNDAR	TAMAÑO DE ANTENA (m.)	TIPO DE SERVICIO	BANDA DE FRECUENCIA (GHz)
A	15 – 18	Voz, datos y TV internacional incluyendo IBS e IDR	6/4
B	10 – 13	Voz, datos y TV internacional incluyendo IBS e IDR	6/4
C	11 – 13	Voz, datos y TV internacional incluyendo IBS e IDR	14/11 – 14/12
D1	4.5 – 6	Sistema VISTA	6/4
D2	11	Sistema VISTA	6/4
E1	3.5 – 4.5	IBS	14/11 – 14/12
E2	5.5 – 6.5	IDR	14/11 – 14/12
E3	8 – 10	IBS e IDR	14/11 – 14/12
F1	4.5 – 5	IBS e IDR	6/4
F2	7 – 8	IBS e IDR	6/4
F3	9 – 10	Voz, datos y TV internacional incluyendo IBS e IDR	6/4
G	Cualquiera	Servicios de arrendamiento Internacional	6/4 – 14/11 – 14/12
Z	Cualquiera	Servicios de Arrendamiento Doméstico	6/4 – 14/11 – 14/12

1.3.5 ELEMENTOS DEL ENLACE SATELITAL

De una manera general todo enlace satelital se compone básicamente de tres elementos que son:

- El segmento terrestre: Se refiere básicamente a las estaciones terrenas entre las cuales se desea mantener comunicación.

- El segmento espacial: Es la sección correspondiente al satélite propiamente dicho.

- El medio de transmisión: En todo enlace satelital el medio de transmisión es el espacio libre.

A fin de facilitar el análisis que se realizará más adelante para la división de la red DOMSAT, se revisarán únicamente los equipos que conforman la estación terrena.

1.3.5.1 El segmento Terrestre o Estación Terrena

Las señales de información están sujetas a varias transformaciones antes de ser transmitidas por la antena de la estación terrena hacia el satélite y de igual manera después de ser recibidas desde el satélite; este proceso se realiza en los diferentes elementos que componen el segmento terrestre, y que se encuentran instalados en la estación terrena.

En la figura 1.8 se tiene la configuración típica de los equipos que conforman la estación terrena para un sistema satelital digital, y que básicamente están divididos en tres secciones: Banda Base (BB), Frecuencia Intermedia (FI) y Radio Frecuencia (RF). Adicionalmente existen los equipos de seguimiento al satélite.

1.3.5.2 Equipos de Banda Base

En la sección de Banda Base se encuentran las siguientes unidades:

1.3.5.2.1 Convertidor Análogo / Digital

Se encarga de convertir las señales analógicas a digitales y viceversa, utilizando técnicas de modulación diversas como son: PCM, ADPCM, LPC, etc.

1.3.5.2.2 Multiplexor

Se encarga de combinar las diferentes señales de información en una sola trama digital permitiendo utilizar el medio de transmisión en forma óptima; adicionalmente permite que el sistema satelital tenga la capacidad de transmisión a múltiples destinos.

El multiplexor determina la precisión del sistema de sincronismo, al igual que ciertos elementos relacionados como las capacidades de las memorias elásticas o *buffers*, que se requieren para compensar las diferencias entre los relojes de lectura y escritura a nivel de banda base.

A la salida del multiplexor se tienen datos digitales a una velocidad ***Vi*** que se refiere a la velocidad de información, la misma que dependerá de la capacidad de compresión del sistema.

Por ejemplo en el sistema DOMSAT los canales de voz de 64 Kbps son comprimidos a 16 Kbps mediante un algoritmo ADPCM y a 6.4 Kbps con un algoritmo LPC.

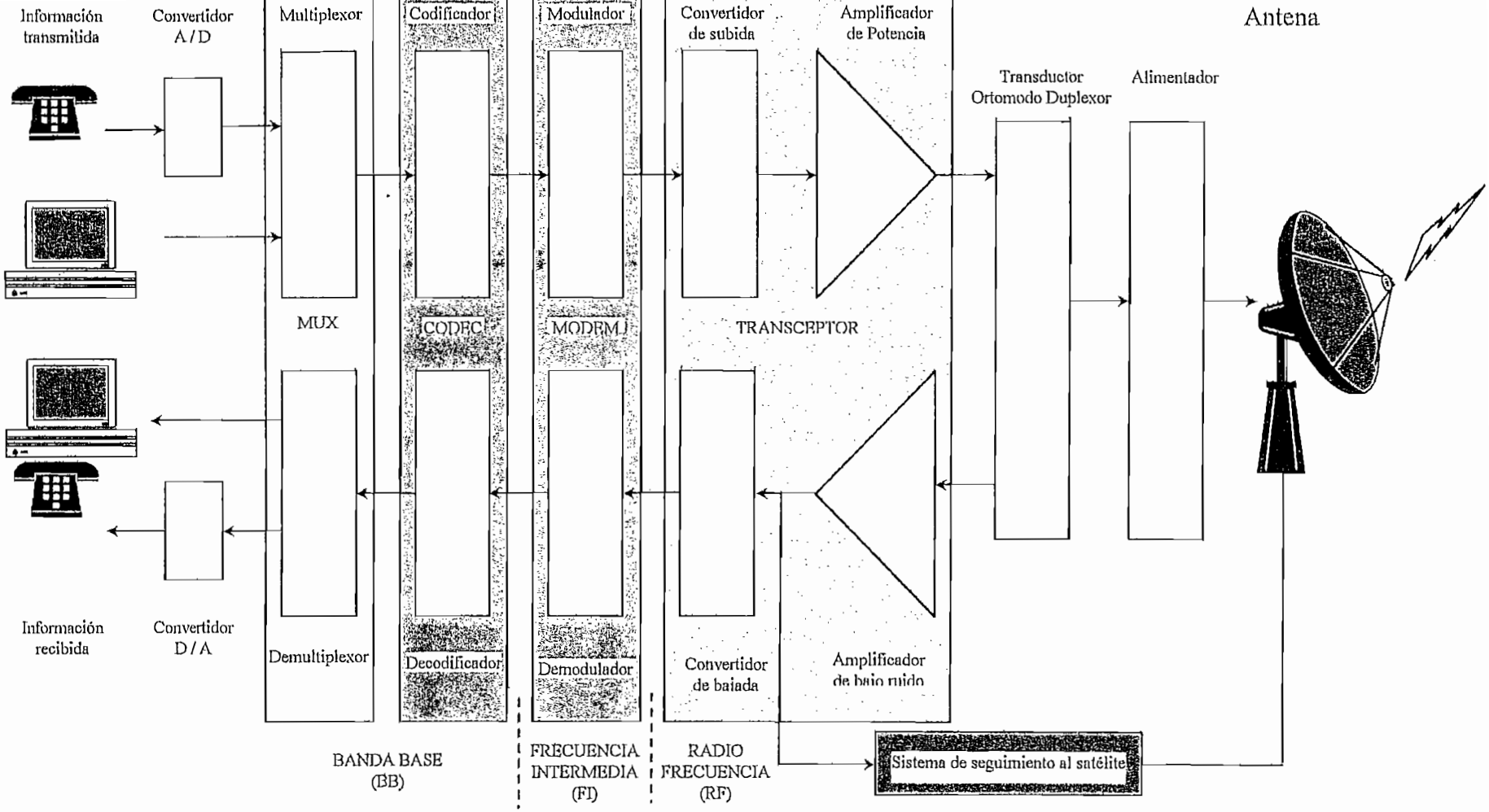


Figura 1.8 Diagrama de bloques del Segmento Terrestre (Estación Terrena) para un Sistema Satelital Digital.

1.3.5.2.3 El Codec

La función principal del codec es permitir el control de los errores que se puedan presentar en la señal de información luego del proceso de transmisión. En los sistemas digitales, la manera más elemental para determinar la calidad del enlace, es de acuerdo a la *tasa de bits errados,* conocida como BER (*Bit Error Rate*).

Los errores pueden producirse por ruido o interferencia en el sistema de comunicaciones, o por problemas relacionados con el sincronismo tales como son: los deslizamientos de reloj y la fluctuación de fase, denominada comúnmente *jitter*. La detección de los errores es posible realizarla mediante varios métodos como son: la verificación de la paridad, las violaciones de código y el chequeo redundante cíclico, también conocido como CRC (*Cyclic Redundancy Check*).

Una vez confirmada la presencia de errores, comúnmente se solicita la retransmisión de la información, sin embargo esto requiere de una memoria intermedia para almacenar tanto la información con errores, como la información siguiente, hasta que se realice la retransmisión de información. Además debido al retardo inherente a los sistemas satelitales, el proceso de retransmisión resulta ineficiente.

Es por esta razón que los *codecs* de los sistemas satelitales disponen de otro mecanismo, denominado corrección de errores hacia delante o corrección de errores sin canal de retorno, conocido como FEC (*Forward Error Correction*).

En los sistemas satelitales, la necesidad de limitar la potencia de transmisión, impide que se disponga de señales lo suficientemente fuertes como para superar al ruido o la interferencia, de tal manera que la tasa de bits errados no se vea afectada; sin embargo normalmente se dispone de ancho de banda suficiente como para dar cabida a la información del FEC.

1.3.5.2.3 El Codec

La función principal del codec es permitir el control de los errores que se puedan presentar en la señal de información luego del proceso de transmisión. En los sistemas digitales, la manera más elemental para determinar la calidad del enlace, es de acuerdo a la *tasa de bits errados,* conocida como BER (*Bit Error Rate*).

Los errores pueden producirse por ruido o interferencia en el sistema de comunicaciones, o por problemas relacionados con el sincronismo tales como son: los deslizamientos de reloj y la fluctuación de fase, denominada comúnmente *jitter*. La detección de los errores es posible realizarla mediante varios métodos como son: la verificación de la paridad, las violaciones de código y el chequeo redundante cíclico, también conocido como CRC (*Cyclic Redundancy Check*).

Una vez confirmada la presencia de errores, comúnmente se solicita la retransmisión de la información, sin embargo esto requiere de una memoria intermedia para almacenar tanto la información con errores, como la información siguiente, hasta que se realice la retransmisión de información. Además debido al retardo inherente a los sistemas satelitales, el proceso de retransmisión resulta ineficiente.

Es por esta razón que los *codecs* de los sistemas satelitales disponen de otro mecanismo; denominado corrección de errores hacia delante o corrección de errores sin canal de retorno, conocido como FEC (*Forward Error Correction*).

En los sistemas satelitales, la necesidad de limitar la potencia de transmisión, impide que se disponga de señales lo suficientemente fuertes como para superar al ruido o la interferencia, de tal manera que la tasa de bits errados no se vea afectada; sin embargo normalmente se dispone de ancho de banda suficiente como para dar cabida a la información del FEC.

La finalidad de los códigos utilizados en los *codecs*, es la de incluir redundancia dentro de la información que está siendo transmitida aumentando cierto número de bits.

En el lado receptor el decodificador tiene un algoritmo especial que permite, detectar y corregir los errores y de esta manera mejorar la tasa de bits errados del canal satelital. Según INTELSAT: "Con la codificación se obtiene una ganancia aparente de la intensidad de la señal en comparación con la potencia de ruido debido a la capacidad de las estructuras de código utilizadas para corregir errores. Esta ganancia aparente se conoce como *ganancia de codificación*." [10]

En el sistema DOMSAT se tienen portadoras tipo IDR que utilizan un FEC de relación ¾, esto significa que por cada 3 bits de entrada se entregan 4 bits a la salida.

Como se puede apreciar, la velocidad a la salida del codificador, denominada velocidad de transmisión ***Vt***, es superior a la velocidad de información.

En los equipos de canal de las portadoras IDR, previo al proceso de codificación, se realizan dos funciones adicionales importantes que son:

- La adición de bits de cabecera (en inglés *Overhead: OH*) a la trama de información y

- La aleatorización de la trama de información, proceso conocido en inglés como *Scrambling*.

Los bits de cabecera se utilizan para establecer circuitos de servicio de ingeniería (ESC[11]) y alarmas de mantenimiento entre las estaciones terrenas.

---

[10] INTELSAT; Tecnología Digital; Revisión 2; 1995; Pg. 3.87
[11] ESC: Engineering Service Circuits

El proceso de adición de los bits de cabecera cambia la velocidad de información, por lo tanto se habla de una velocidad compuesta, denominada ***Vc*** la misma que puede ser calculada de la siguiente manera:

$$Vc = Vi + OH \qquad \text{Ecuación 1.1}$$

Donde:

Vc : Velocidad compuesta
Vi : Velocidad de información
OH : bits de cabecera

Luego de la incorporación de la cabecera, se realiza un proceso de aleatorización, mediante el cual principalmente se consigue una dispersión de la energía de la señal, con la finalidad de reducir la posibilidad de interferencia con otras señales que se encuentren compartiendo el mismo transpondedor; y por otro lado, se garantiza que existan suficientes transiciones en los datos, para una operación apropiada de los circuitos de recuperación de reloj en los demoduladores satelitales.

A la salida del aleatorizador se tiene la misma velocidad compuesta ***Vc***, la cual ingresa al codificador y dependiendo de la tasa de codificación ***C*** se tendrá una velocidad de transmisión diferente, según la siguiente fórmula:

$$Vt = \frac{Vc}{C} \qquad \text{Ecuación 1.2}$$

Donde:

Vt : Velocidad de transmisión
Vc : Velocidad compuesta
C : Tasa de codificación

En el sentido inverso, la señal IDR que llega al demodulador satelital, es entregada al decodificador para que utilizando algoritmos apropiados realice la detección y corrección de errores, a la salida del decodificador se tiene nuevamente la velocidad compuesta que es menor que la velocidad recibida a la entrada del demodulador, pues los bits utilizados para la codificación han sido retirados.

La señal decodificada, es entonces sometida a un proceso de desaleatorización, retirándose la secuencia binaria pseudorandómica que fue añadida durante el proceso de aleatorización.

En el proceso final se retiran los bits de cabecera para la recuperación del canal de servicio y el análisis de las alarmas de mantenimiento, entregándose luego en la salida de banda base la velocidad de información esperada.

1.3.5.3 Equipos de Frecuencia Intermedia

A nivel de la sección de Frecuencia Intermedia, en términos generales, sólo se encuentra el modem.

1.3.5.3.1 El modem

Esta unidad se utiliza para incorporar la información de la señal de banda base en una señal portadora de Frecuencia Intermedia (FI) en el enlace ascendente y para realizar el proceso inverso en el enlace descendente.

Existen diferentes tipos de modulación, sin embargo para el caso del sistema DOMSAT, se utiliza la modulación QPSK, especialmente por el uso eficiente del ancho de banda, que es un factor de mucha importancia si se considera la necesidad de bits adicionales de cabecera e incremento de la velocidad de transmisión debido a la corrección de errores hacia adelante.

A la salida del modulador se tiene una velocidad ***Vs*** que se expresa en *baudios* (símbolos por segundo) y que de acuerdo a las características de la modulación QPSK equivale a la mitad de la velocidad de transmisión, teniéndose:

$$Vs = \frac{Vt}{2} \quad \text{(con QPSK)} \qquad \text{Ecuación 1.3}$$

Donde:

Vs : Velocidad de la señal modulada en baudios
Vt : Velocidad de transmisión en bits por segundo

Para evaluar el rendimiento de los modems digitales se debe realizar su análisis en función de la tasa de bits errados, la misma que depende de la relación de la potencia de la portadora con respecto al ruido o más específicamente de la energía por bit con respecto a la densidad de potencia de ruido, expresado como Eb/No.[12]

Un análisis un poco más detallado de la relación Eb/No y de otros parámetros de importancia en los sistemas satelitales se encuentra en el Anexo A.

A la salida del modulador y a la entrada del demodulador, se dispone de una señal de frecuencia intermedia (FI), la misma que ha sido estandarizada a una frecuencia de 70 MHz o 140 MHz y que puede ser ajustada alrededor de estas frecuencias en un rango de ± 35 MHz, para fijar la frecuencia de operación dentro del transpondedor. Los modems del sistema DOMSAT trabajan a una frecuencia intermedia de 140 MHz.

[12] TOMASI Wayne; Sistemas de Comunicaciones Electrónicas; 1996; Pg. 496

1.3.5.4 Equipos de Radio Frecuencia (RF)

1.3.5.4.1 El Transceptor

Este equipo se encarga de la conversión de frecuencia de IF a RF en la banda de frecuencia de trabajo del sistema satelital, adicionalmente realiza la amplificación de potencia de la señal.

El transceptor incluye varias unidades: el convertidor de subida, el convertidor de bajada, el amplificador de potencia y el amplificador de bajo ruido.

En el camino de transmisión, la señal de salida del modulador es entregada al convertidor de subida para realizar la conversión a la banda de RF apropiada. Adicionalmente en el convertidor de subida se puede tener una amplificación de la señal de IF y una ecualización para compensar pérdidas y establecer una respuesta de amplitud plana en el espectro de salida de RF del convertidor, el mismo que tiene un ancho de banda igual al de un transpondedor, es decir 72 MHz.

La señal de salida de RF es posteriormente entregada al amplificador de potencia para la amplificación final de la señal antes de ser radiada al satélite. El amplificador de potencia tiene un espectro de salida en toda la banda de RF.

Cuando más de una portadora son transmitidas simultáneamente, tanto en el convertidor de subida como en el amplificador de potencia, se pueden presentar problemas de intermodulación[13], debido a las características no lineales de estos elementos.

---

[13] INTERMODULACIÓN: Producción de frecuencias correspondientes a la suma y diferencia de las frecuencias fundamentales y sus armónicos de dos o más frecuencias transmitidas.

En el camino de recepción, la señal recibida por la antena, es entregada al amplificador de bajo ruido conocido como LNA (*Low Noise Amplifier*), en donde se amplifica toda la banda de recepción. El LNA es diseñado para que durante la amplificación de la señal recibida, su contribución de ruido térmico sea la mínima posible.

Luego la señal de salida del LNA (todavía en RF) es entregada al convertidor de bajada, en donde se convierte la señal de RF a IF, teniéndose a la salida un espectro que tiene un ancho igual al de un transpondedor, finalmente la señal de IF es entonces entregada al demodulador.

Por no ser de interés para el presente estudio, no se discutirá sobre la antena y sus componentes, al igual que tampoco analizaremos el sistema de seguimiento al satélite.

1.4 DESCRIPCIÓN, CONFIGURACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA RED SATELITAL DOMÉSTICA DEL ECUADOR (DOMSAT)

La red Satelital Doméstica del Ecuador, tiene una configuración tipo estrella, es de tecnología digital con portadoras tipo IDR; la red DOMSAT original disponía de un nodo central (estación maestra) ubicado en Quito y de 44 estaciones remotas localizadas en poblaciones rurales del Ecuador, una de las estaciones es de tipo transportable y otra de tipo móvil, según se vio en la tabla 1.1.

El objetivo fundamental de la red DOMSAT es el proveer tráfico telefónico entre cada una de las estaciones remotas y el resto del territorio ecuatoriano, a través de la estación maestra que se encuentra en Quito y que se interconecta con la central de tránsito nacional QTS2 y con la central local de Quito Centro. Adicionalmente el sistema incorpora cuatro portadoras IDR de 2048 Kbps para tráfico internacional a través de un equipo multiplicador de circuitos digitales, conocido como DCME.

A través de los enlaces satelitales existentes entre la estación maestra y las estaciones remotas, se puede proveer de canales telefónicos entre centrales (canales troncales), circuitos (números) telefónicos de abonados remotos, canales de datos para supervisión y gestión de la red y canales de servicio conocidos en inglés como *Order Wire*.

La información de los canales telefónicos es comprimida antes de ser transmitida al satélite, a fin de optimizar el ancho de banda ocupado, por lo que existen dos tipos de canales según el tipo de procesamiento utilizado:

- Canales ADPCM: Utilizan la modulación Diferencial Adaptiva de Pulsos Codificados, con lo cual se puede comprimir la información de la voz, permitiéndose velocidades de transmisión de 16, 24 y 32 Kbps. En el caso del sistema DOMSAT se utiliza una velocidad de 16 Kbps.

- Canales CELP: Utilizan un algoritmo predictivo denominado CELP (*Codebook Excited Linear Prediction*) que permite comprimir la información de la voz para transmitir a velocidades de 4.8, 6.4 y 9.6 Kbps, logrando una mayor eficiencia de ancho de banda pero menor calidad de la señal de voz. En el caso de los canales de la red DOMSAT se utiliza 6.4 Kbps.

Los canales de servicio son canales del tipo ADPCM, con una velocidad de 16 Kbps, y para las estaciones de menor capacidad son opcionales; estos canales permiten una conexión directa entre la estación maestra y cualquier estación remota, y se utilizan fundamentalmente para coordinación durante pruebas o para mantenimiento del sistema.

Los canales de datos para supervisión son canales con interfaz RS232 y permiten velocidades hasta 19.2 Kbps; en la red DOMSAT se utiliza la velocidad de 2.4 Kbps.

El tráfico doméstico se lo realiza con portadoras IDR con un acceso SCPC al satélite INTELSAT 709 / 310° Este, a través de un transpondedor de 72 MHz.

En la figura 1.9 se tiene un diagrama general de bloques del sistema DOMSAT, mientras que en la figura 1.10 se presenta el diagrama de red, con una estación maestra y siete diferentes tipos de estaciones remotas, según su capacidad de tráfico.

La tabla 1.6 presenta un detalle de todas las estaciones de la red DOMSAT original, indicando las poblaciones rurales servidas, el tipo de estación y la cantidad y tipo de canales de cada una.

A continuación se describe la estación maestra de Quito, se analiza únicamente las secciones que son de interés para el desarrollo del presente trabajo; el anexo C incluye información básica sobre las estaciones remotas.

1.4.1 ESTACIÓN MAESTRA DE QUITO

La estación maestra de Quito actúa como nodo central de la red, permitiendo que el tráfico originado en las estaciones remotas y transmitido a través del satélite INTELSAT 709, sea canalizado hacia la central de tránsito nacional o hacia la central local, para ser luego integrado con el resto del tráfico nacional.

Para cumplir con su objetivo, la estación maestra se compone de dos secciones fundamentales, la primera es la *Estación Terrena Maestra* ubicada en Conocoto y la segunda es la *Estación de Quito Centro*, las dos secciones se encuentran interconectadas a través de un enlace de microondas de 140 Mbps, que fuera implementado anteriormente por la empresa Alcatel.

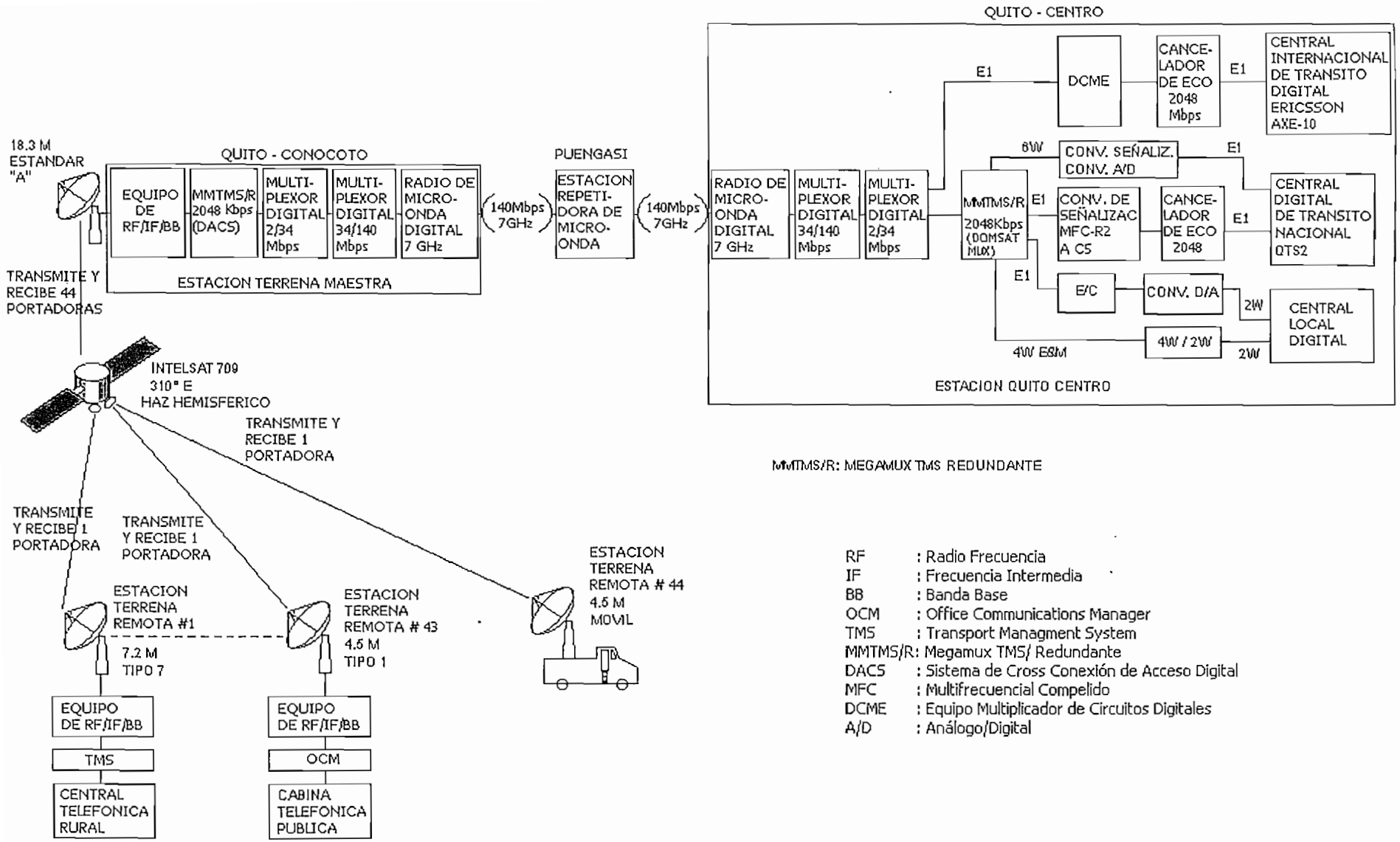


Figura 1.9 Diagrama General de Bloques del Sistema DOMSAT.

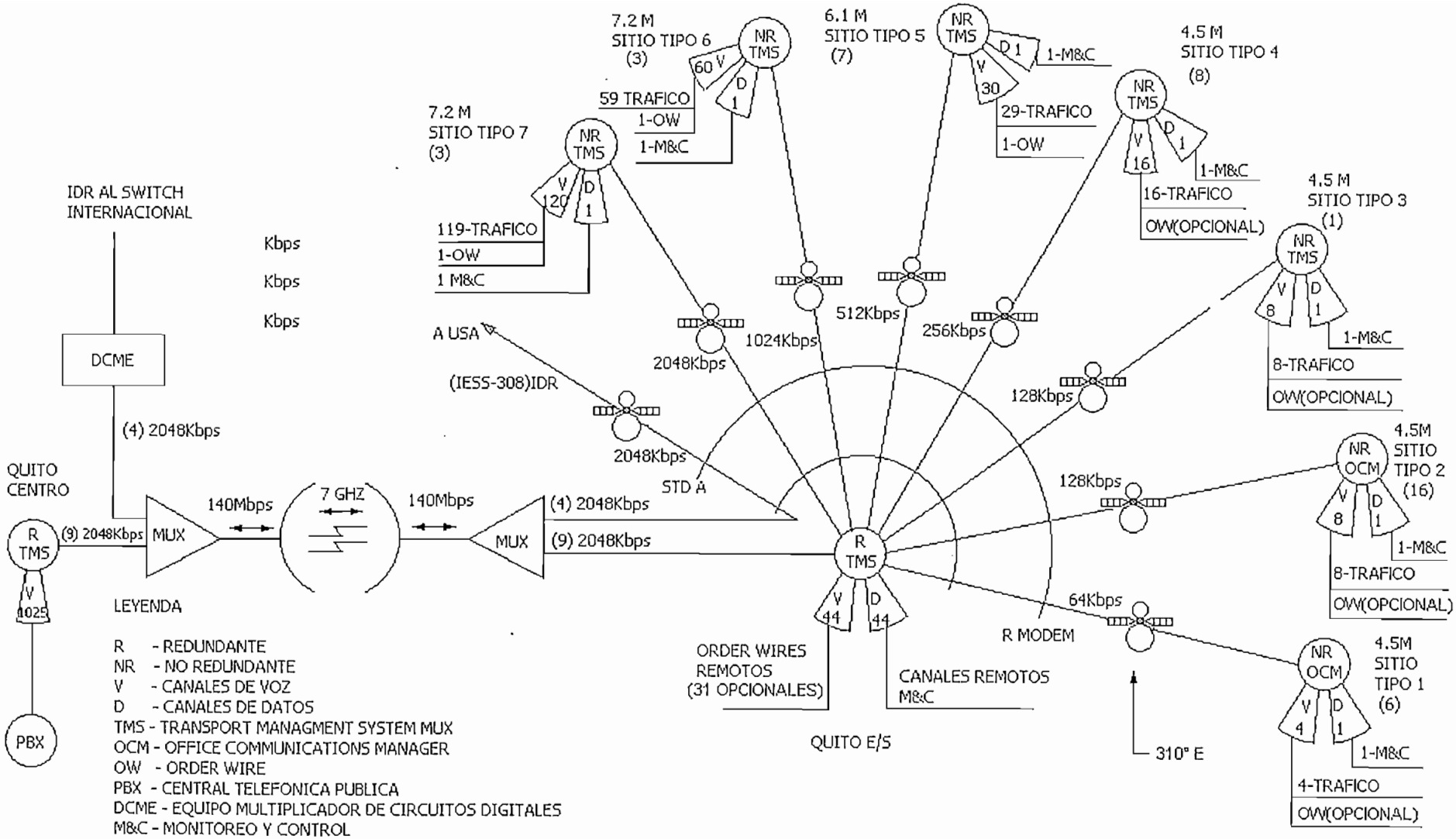


Figura 1.10 Diagrama de Red del Sistema DOMSAT.

Tabla 1.6 Estaciones del Sistema DOMSAT.

SISTEMA DOMSAT										
NUM	ESTACIÓN	SIGLA	TIPO	CANALES DE VOZ				O/W	TOTAL CANALES	C. DATOS
				TRONCALES		REMOTOS				
				ADPCM	CELP	ADPCM	CELP			M&C
1	SAN PLÁCIDO	PLD	1			3	1		4	1
2	AYACUCHO	ACU	1			3	1		4	1
3	CONVENTO	CVN	1			3	1		4	1
4	GUALE	GLO	1			3	1		4	1
5	PAQUISHA	PAQ	1			3	1		4	1
6	VALLADOLID	VLD	1			3	1		4	1
7	BALSAS	BSA	2			6	2		8	1
8	OLMEDO	OLM	2			6	2		8	1
9	P.VILLAMIL	PRT	2			6	2		8	1
10	28 DE MAYO	MYO	2			6	2		8	1
11	GUAYZIMI	GYZ	2			6	2		8	1
12	LOGROÑO	LGR	2			6	2		8	1
13	MOLLETURO	MLL	2			6	2		8	1
14	SANTIAGO	SIG	2			6	2		8	1
15	TAISHA	TSH	2			6	2		8	1
16	CASCALES	CLS	2			6	2		8	1
17	LA BONITA	LBT	2			6	2		8	1
18	LAS NAVES	NAV	2			6	2		8	1
19	S.J. TAMBO	TAM	2			6	2		8	1
20	PUTUMAYO	PUT	2			6	2		8	1
21	TIPUTINI	TIP	2			6	2		8	1
22	MONTALVO	MNT	2			6	2		8	1
23	MÓVIL	EQA	3	6	2				8	1
24	EL PANGUI	PGI	4	13	3				16	1
25	SAN CARLOS	CRL	4	13	3				16	1
26	BORBÓN	BBN	4	13	3				16	1
27	ZUMBA	ZUM	4	13	3				16	1
28	ALLURIQUÍN	ALL	4	13	3				16	1
29	PALLATANGA	PLL	4	13	3				16	1
30	MALDONADO	MLO	4	13	3				16	1
31	ROCAFUERTE	RCA	4	13	3				16	1
32	FLAVIO ALFARO	FLA	5	25	4			1	30	1
33	MACHALILLA	MCL	5	25	4			1	30	1
34	MARCABELÍ	MBL	5	25	4			1	30	1
35	AMALUZA	AML	5	25	4			1	30	1
36	GUALAQUIZA	GQZ	5	25	4			1	30	1
37	YANZATZA	YZT	5	25	4			1	30	1
38	SACHA	SCA	5	25	4			1	30	1
39	MACAS	MCS	6	55	4			1	60	1
40	PUERTO AYORA	PYR	6	55	4			1	60	1
41	SHUSHUFINDI	SHU	6	55	4			1	60	1
42	LAGO AGRIO	LGO	7	109	10			1	120	1
43	COCA	COC	7	109	10			1	120	1
44	TENA	TNA	7	109	10			1	120	1
	TOTAL			777	96	114	38	13	1038	44

A continuación la figura 1.11 presenta el diagrama de bloques de la interconexión que existe entre la estación Terrena Maestra de Quito con la estación de Quito Centro.

1.4.1.1 Estación de Quito Centro

En la estación de Quito Centro se encuentra todo el equipo de Banda Base digital que se requiere para "interconectarse con la red telefónica existente y con el sistema de microonda digital; el interfaz con las centrales telefónicas instaladas en Quito Centro se realizará a nivel de E1 (2.048 Mbps) para manejar el tráfico doméstico destinado a estaciones remotas con capacidades de 16, 30, 60 y 120 circuitos telefónicos y para los circuitos internacionales (DCME). Aquellas estaciones remotas que manejan tráfico telefónico en el orden de 4 y 8 circuitos del tipo teléfono remoto, usarán interfaz analógica a dos hilos (2-W)"[14]

Los siguientes equipos forman parte del subsistema de Banda Base digital que se encuentra en la estación de Quito Centro:

- Equipo multiplexor digital modelo Megamux TMS marca *General DataCom Inc.*
- Equipos convertidores de señalización R2 a señalización C5 marca *Anadigicom.*
- Equipos canceladores de eco marca *Tellabs.*
- Equipos bancos de canales marca *Anadigicom.*
- Equipos convertidores de 4 a 2 hilos marca *Tellabs.*
- Equipo Multiplicador de Circuitos Digitales (DCME) marca *ECI Telecom.*

[14] STS; Propuesta Técnica; 1993; Pg. 3-99

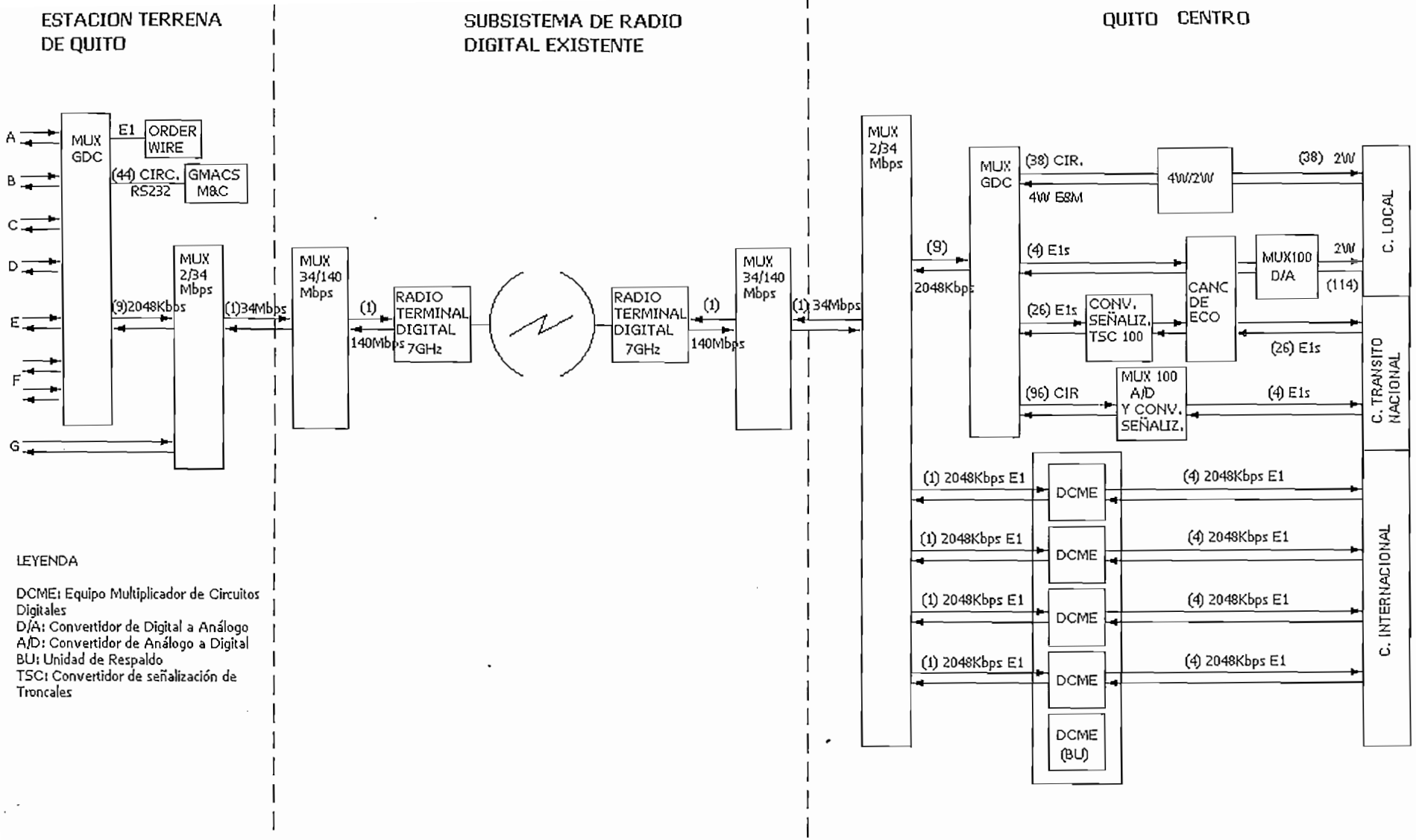


Figura 1.11 Interconexión entre Quito Centro y La Estación Terrena de Quito.

Como el presente trabajo trata sobre la división de la red DOMSAT en la parte correspondiente al tráfico doméstico, no se analizará la sección que se refiere a los equipos DCME.

Tampoco se insistirá sobre la forma en que trabaja cada uno de los componentes de la estación, lo que se hará es describir la función que cumple cada elemento y cómo se interconecta con el resto de unidades, a fin de poder determinar más adelante, los cambios que se requieren realizar en los equipos y en la configuración de las diferentes unidades para poder dividir la red DOMSAT sin afectar mayoritariamente el tráfico.

1.4.1.1.1 Multiplexor Digital Megamux TMS

Es el corazón del sistema de Banda Base y de la red DOMSAT en general, porque es "un multiplexor de red de tipo inteligente de la compañía *General DataComm Inc.*, el cual se encargará de administrar el transporte de señales que fluirán entre las centrales de conmutación (tránsito nacional y local) de Quito Centro y las centrales rurales o cabinas telefónicas de las cuarenta y cuatro localidades remotas"[15]

El multiplexor TMS realiza una multiplexación por división de tiempo (TDM) por intercalación de bit (*bit interleaved*), lo cual le permite combinar un bit a la vez por cada canal de entrada, para formar la trama de salida; de esta manera permite tener *buffers* de menor tamaño y posibilita multiplexar canales entrantes de velocidades diferentes, en un solo canal de salida de mayor velocidad, llamado *agregado*[16].

El multiplexor TMS se compone de un *chasis principal* y un *chasis de expansión*, los mismos que conforman un nodo de la red.

---

[15] STS; Propuesta Técnica; 1993; Pg. 3-100

[16] AGREGADO: Señal de salida del multiplexor, contiene todos los bits de los canales de baja velocidad.

La operación total del nodo TMS es controlada por una tarjeta llamada SCC (*System Control Card*), la misma que almacena la configuración del nodo local, almacena la configuración de los otros módulos SCC de la red, supervisa y controla todas las otras unidades, a través de un bus de comunicaciones compartido.

En el nodo TMS puede haber redundancia en casi todas las unidades, por lo que se requiere de una tarjeta de control de redundancia denominada RCC (*Redundancy Control Card*); adicionalmente las unidades redundantes van colocadas en posiciones (*slots*) adyacentes.

El chasis de expansión es conectado al chasis principal a través de una tarjeta denominada *módulo de expansión* (EXP), la misma que se comunica con la *Tarjeta de Interfaz de Canal* (CIC), que va en el chasis principal.

El multiplexor TMS puede realizar la compresión de canales de voz a través de módulos de compresión mediante la técnica ADPCM en el chasis principal, denominados módulos ACM (*ADPCM Compression Module*).

Se puede también disponer de canales de voz comprimidos mediante la técnica CELP a través de módulos denominados con el mismo nombre que se insertan en el chasis de expansión.

Adicionalmente el multiplexor TMS puede incorporar canales de datos a través de tarjetas universales de datos (UDC), que también se insertan en el chasis de expansión.

Los canales entrantes al nodo TMS son multiplexados a nivel de bit, dando a la salida una trama TDM propietaria, la misma que se comunica con otros nodos a través de módulos ACC (*Agregate Control Card*). Los módulos ACC pueden ser configurados para velocidades variables entre 4.8 Kbps y 2048 Kbps y pueden tener interfaces muy variadas, pero para la aplicación en la

red DOMSAT, se dispone de interfaces V.35[17] para la interconexión directa entre nodos, e interfaces G704 para la interconexión a través de la microonda existente.

El chasis principal del nodo TMS tiene 16 ranuras (*slots*) en los que se pueden alojar los módulos variables como son ACC, ACM, CIC, y tiene otras ranuras no numeradas, ubicadas en la parte central que sirven para los módulos comunes SCC y RCC.

El Chasis de expansión tiene 16 ranuras numeradas para alojar módulos de canales de voz (por ejemplo módulos CELP), o como se verá después, para alojar módulos de canales de datos. Adicionalmente en el extremo derecho tiene 2 ranuras no numeradas, que se utilizan para alojar a los módulos EXP para la comunicación con el chasis principal.

El multiplexor TMS cuenta con un controlador del sistema, el mismo que consiste de una computadora y el *software* de operación del sistema llamado MSO, a través del cual está en capacidad de llevar a cabo funciones como:

- Configuración de toda la red a nivel de nodos, tarjetas y canales.
- Presentación de información de todos los elementos de la red (inclusive a nivel de canal) sobre estados, alarmas y diagnósticos.
- Permite funciones especiales de red como el IAR (Re-enrutamiento Automático Inteligente), el TOR (Reconfiguración Orientada por Tiempo), DDR (Reconfiguración para Recuperación de Desastres).
- Permite conectar hasta 5 controladores esclavos; en el caso del DOMSAT se dispone de un controlador maestro en la Estación Terrena de Quito y un controlador esclavo en Quito Centro.

La figura 1.12 indica un nodo TMS típico, en el que se puede ver la disposición del chasis principal y del chasis de expansión, también se ve en el

[17] INTERFAZ V.35: Estándar de una interfaz digital balanceada para velocidades de datos superiores entre 19.2 Kbps y 2048 Kbps.

chasis principal la ubicación de los módulos comunes y de los módulos variables.

En el chasis de expansión se ve la ubicación de los módulos de canal (en este caso del tipo CELP) y la ubicación de los módulos EXP.

En la figura 1.13 se presenta el diagrama de interconexión del multiplexor TMS de la estación Quito Centro, en el que se puede ver que los canales del tipo ADPCM, salen a través de tarjetas ACM, mediante una interfaz E1 / G704; por otro lado, los canales del tipo CELP, lo hacen a nivel de una interfaz analógica a 6 hilos.

1.4.1.1.2 Equipo Convertidor de Señalización

Como se había mencionado anteriormente, los canales troncales entre centrales interconectan la central de tránsito nacional QTS2 con las centrales remotas, pero dado que la interconexión es a través de un enlace satelital, y por lo tanto existe un retardo inherente de alrededor de 500 ms., es necesario realizar una conversión de señalización del tipo R2 Digital, que maneja la central de tránsito nacional, al tipo C5 sobre el enlace satelital.

"La conversión de señalización es necesaria para cambiar el formato de tipo compelido hacia uno no compelido. De esta manera las comunicaciones telefónicas no serán afectadas por demoras que se derivan del uso de señalización compelida R2, a través del sistema DOMSAT"[18].

Señalización compelida es aquella en la que "la central que envía una señal hacia adelante obligatoriamente espera una señal hacia atrás, dentro de un determinado período de tiempo, antes de que una nueva señal hacia adelante sea enviada"[19].

[18] STS; Propuesta Técnica; 1993; Pg. 3-135
[19] SEÑALIZACIÓN MFCR2; Wandel & Goltermann Andina Ltda.; 1997; Pg. 7

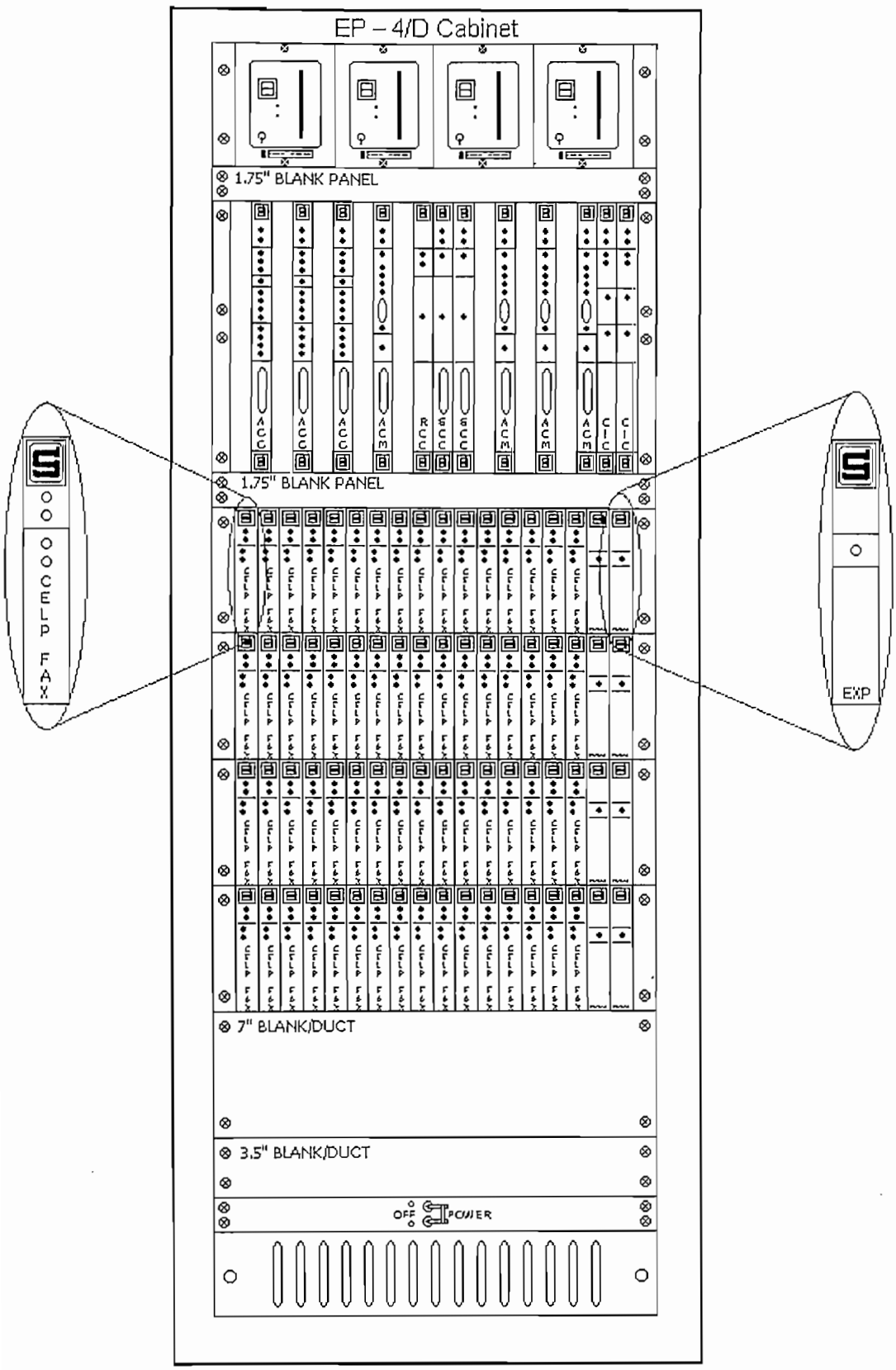


Figura 1.12 Nodo TMS Típico

Existen dos tipos de unidades que realizan la conversión de señalización en Quito Centro:

- El equipo TSC100 (*Trunk Signalling Converter*), el mismo que se utiliza para una conversión de señalización R2 Digital a señalización C5, pero entregándola con una interfaz digital; se utiliza para los canales troncales ADPCM, por lo tanto se conecta en el lado C5 directamente a las tarjetas ACM, mediante una interfaz E1. En el otro extremo, es decir en el lado R2, se conecta a los canceladores de eco, también mediante una interfaz E1.

  El TSC100 dispone de un chasis estándar para montaje en bastidor de 19" e incluye los siguientes tipos de tarjetas: PSU400-4 (Unidad de Fuente de Alimentación), CLK100-1 (Unidad de Reloj), CPU (Unidad de Procesamiento Central), TSM100-3 (Módulo de Señalización Troncal E1). La figura 1.14 presenta la vista frontal del equipo TSC100 y los módulos que dispone.

- Equipo MUX100: Este equipo también se utiliza para la conversión de señalización entre R2 y C5, pero con la diferencia de que en el lado en el cual entrega señalización C5, lo hace a través de una interfaz analógica. Este equipo se utiliza para los canales troncales CELP, por lo tanto en el lado C5 se conecta directamente a las tarjetas CELP a través de una interfaz analógica a 6 hilos (4 hilos + E&M).

  El MUX100 a más de realizar la conversión de señalización, trabaja como un banco de canales para formar la trama E1 en el lado digital que va hacia la central de tránsito, en el que se maneja la señalización R2 Digital.

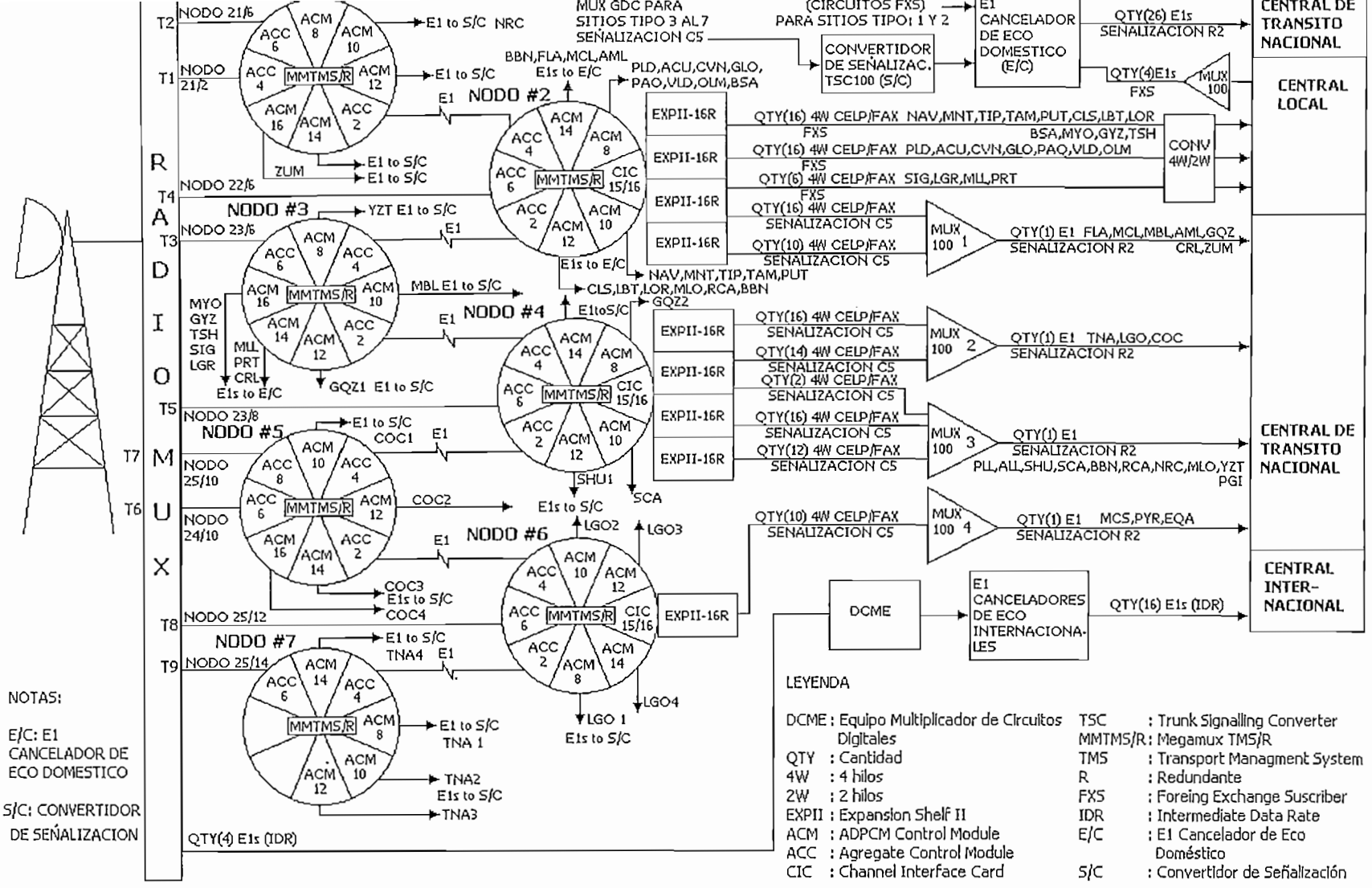


Figura 1.13 Interconexión del Multiplexor TMS en Quito Centro.

El MUX100 viene en un chasis estándar para montaje en bastidor de 19" y contiene las siguientes tarjetas: PSU401-1 (Unidad de Fuente de Alimentación), DSP400-1 (Procesador Digital de Señal), CPU (Unidad Central de Proceso), AGC400-2 (Unidad de Agregado E1), TEL303-4 (Tarjeta de canal a 4 hilos) y EM100-1 (tarjeta de señalización E&M).

Es importante mencionar que el MUX100 utiliza los módulos DSP400-1, para la detección y generación de las frecuencias específicas que se utilizan en la señalización de registro MFC (Multifrecuencial Compelida) del lado R2, así como de las frecuencias que se utilizan en la señalización C5.

Cada módulo DSP400-1 maneja la señalización de 15 canales simultáneamente.

En la figura 1.15 se tiene la vista frontal del equipo MUX100 y sus módulos.

1.4.1.1.3 Equipos Canceladores de Eco

Estas unidades sirven para "eliminar" la señal de eco en los canales telefónicos, producida por el retardo existente en el enlace satelital; se conectan entre los convertidores de señalización y la central de tránsito, a nivel de E1/G704.

Se utiliza una tarjeta canceladora de eco por trama E1, es decir que todos los 30 canales telefónicos de la trama E1 son procesados para la cancelación del eco de una manera simultánea.

Los canceladores de eco vienen en un chasis estándar de 19", con capacidad para 8 módulos. El modelo de tarjeta utilizada es la 256 PCM-30.

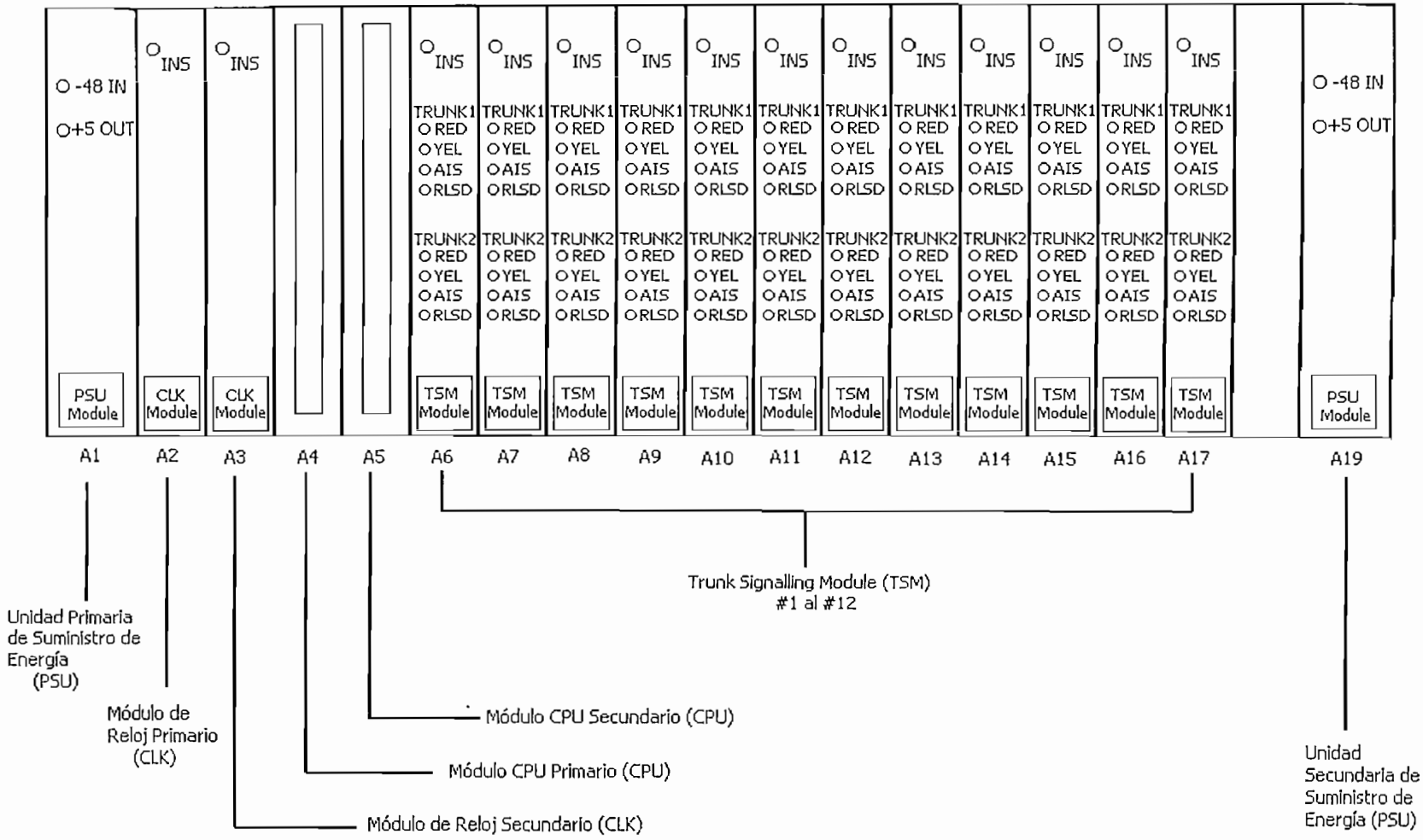


Figura 1.14 Vista frontal del equipo convertidor de señalización TSC100.

1.4.1.1.4 Bancos de Canales

Estas unidades se utilizan para recibir los circuitos telefónicos de abonados remotos del tipo ADPCM, los mismos que vienen en formato E1, ya que son entregados en Quito Centro a través de tarjetas ACM.

Los bancos de canales también son equipos MUX100, pero no tienen capacidad de conversión de señalización, por lo tanto no utilizan módulos DSP; además la salida en el lado analógico es con una interfaz a 2 hilos, ya que los circuitos telefónicos remotos se deben interconectar con la central local de Quito Centro a nivel de abonado, es decir a 2 hilos.

El banco de canales MUX100 viene en un chasis estándar de 19" e incluye los siguientes módulos: PSU401-1 (Unidad de Fuente de Alimentación), CPU (Unidad de Procesamiento Central), AGC100-2 (Unidad de Agregado E1), TEL303-2 (Módulo de canal FXO[20] a 2 hilos).

Es importante mencionar que este banco de canales puede manejar hasta 60 canales a 2 hilos, que corresponden en el lado digital a dos enlaces de agregado E1, para lo que se requiere tener instalado dos módulos AGC100-2 y 12 módulos de canal TEL303-2.

La figura 1.16 presenta la vista frontal del Banco de Canales MUX100, en la que se puede apreciar que no se requiere de tarjetas DSP400-1 y que las tarjetas de canal son a 2 hilos.

1.4.1.1.5 Equipos Convertidores de 4 a 2 hilos

Estos equipos se utilizan para convertir los circuitos telefónicos remotos tipo CELP, que son entregados a 6 hilos (4 hilos + E&M), a circuitos telefónicos a 2 hilos, a fin de que puedan interconectarse con la central local.

[20] FXO: Interfaz telefónica a 2 hilos en el lado de la central.

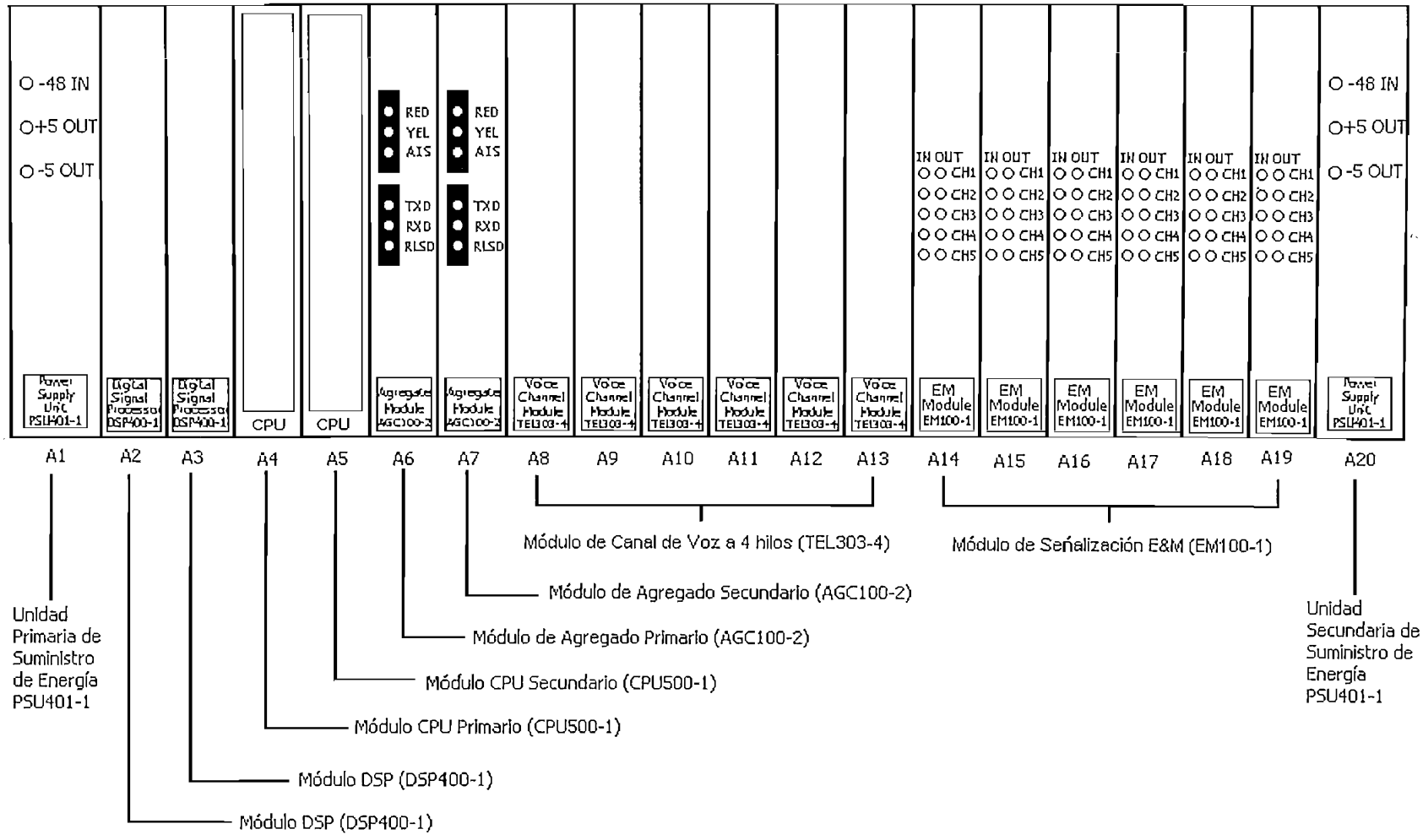


Figura 1.15 Vista frontal del equipo convertidor de señalización y Banco de Canales MUX100.

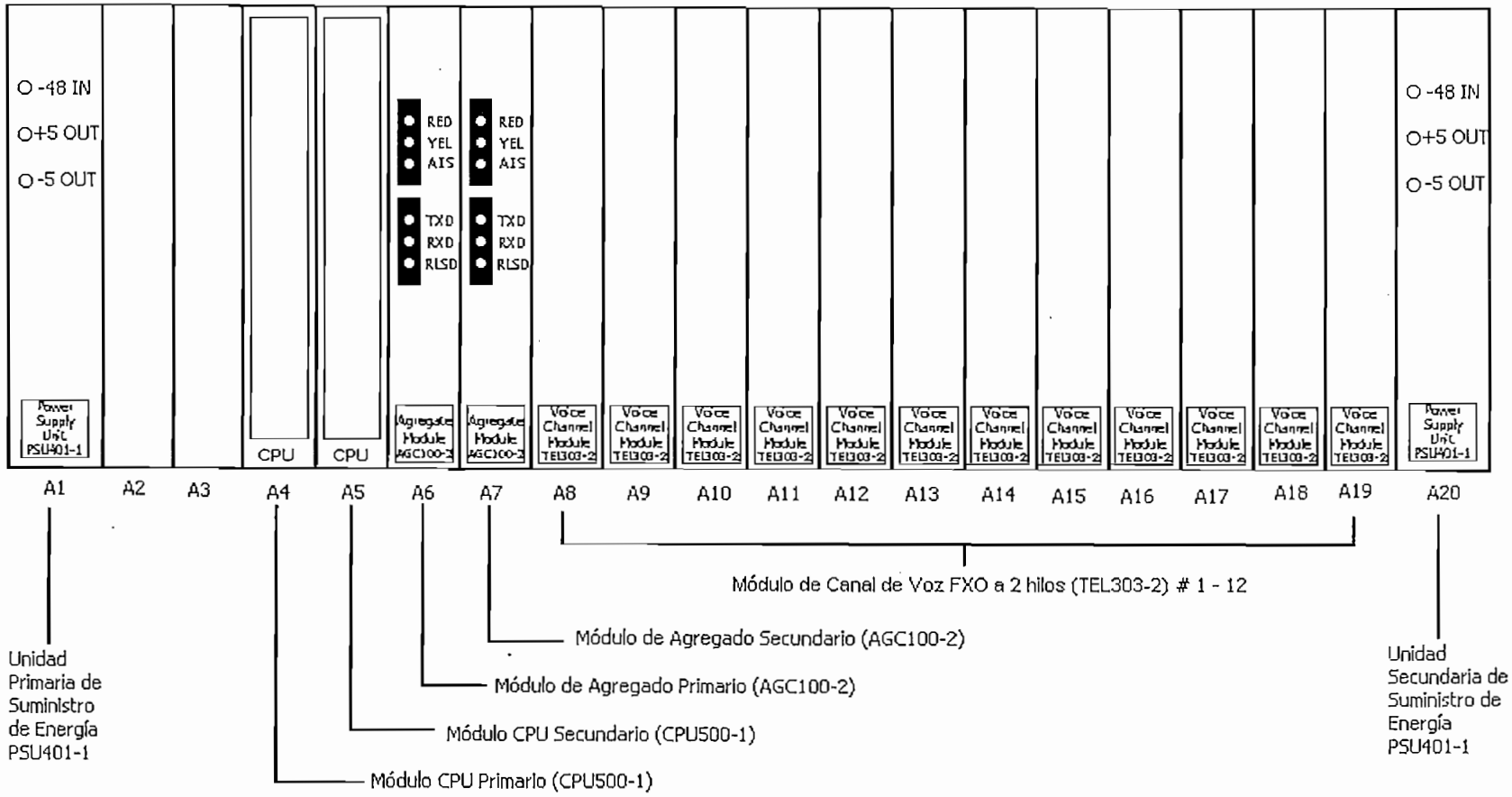


Figura 1.16 Vista frontal del equipo Banco de Canales MUX100.

Los convertidores de 4 a 2 hilos son módulos marca Tellabs, modelo 6131B y vienen instalados en un chasis estándar de 19", que tiene una capacidad para 12 módulos.

1.4.1.2 Estación Terrena Maestra

La Estación Terrena Maestra cumple con el estándar A de INTELSAT, incluye todos los equipos necesarios para recibir la información multiplexada, proveniente de Quito Centro, y entregarla a los diferentes modems satelitales, para que luego de los procesos respectivos sean transmitidas las portadoras satelitales SCPC (una por estación) hacia las diferentes estaciones remotas.

Los siguientes equipos forman parte de los subsistemas de banda base, Frecuencia Intermedia, Radio Frecuencia, Antena y otros que incluye la Estación Terrena Maestra:

- Equipo multiplexor digital modelo Megamux TMS marca *General DataComm Inc.*
- Modems satelitales marca *EF Data* en configuración redundante 1:8, incluyendo conmutadores de redundancia marca *EF Data.*
- Convertidores de subida y bajada marca *STS* en configuración redundante 1:2.
- Amplificadores de potencia de 700 W tipo TWT[21] marca *Varian* en configuración redundante 1:1 para cada polaridad.
- Amplificadores de Bajo Ruido marca *EF Data* en configuración redundante 1:2 para las dos polaridades.
- Antena parabólica de 18.3 m. de diámetro marca *VERTEX* para la banda C, incluyendo sistema de seguimiento al satélite.
- Sistema de Monitoreo y Control MCS.

[21] TWT: Tipo de Amplificador de Potencia en el que un haz de electrones interactúa continuamente con un campo electromagnético guiado para amplificar la señal.

El objeto de esta investigación se concentrará en los equipos multiplexores, los modems satelitales, los conmutadores de protección de los modems y el sistema MCS, ya que el resto de equipos no serán afectados por la reubicación hacia Guayaquil.

En la figura 1.17 se tiene un diagrama general de bloques de la Estación Terrena de Quito.

1.4.1.2.1 Multiplexor digital Megamux TMS

En esencia este es el mismo tipo de equipo que se encuentra en Quito Centro, y que fuera descrito anteriormente, sin embargo por la aplicación que tiene en esta parte del sistema, dispone de dos tipos de tarjetas adicionales que no existen en la otra estación, estas unidades son:

- Módulo de Agregado Digital Combinado (CDA): Este módulo permite al multiplexor TMS, que trabaja a nivel de bit, tener la posibilidad de interconectarse con otras redes, normalmente públicas, a nivel de byte. De esta manera se puede tener acceso a servicios en tramas fraccionales E1 (Nx64 Kbps), sin perder la eficiencia de la multiplexación en bit del multiplexor TMS.

  Con el módulo CDA se puede tener acceso a redes del tipo DACS[22] en las que varios subagregados MEGAMUX TMS son ubicados dentro de un canal de 64 Kbps, llevando de esta manera muchos canales a varias velocidades y a diferentes destinos, en lugar de llevar un solo canal de 64 Kbps a un solo destino.

  La utilización de módulos CDA permite "grandes capacidades para diseñar una red que provea desvío de la información por una diferente ruta en caso de desastres, acceso directo a centrales digitales o a

[22] DACS (Sistema de Cross-conexión de Acceso Digital): Servicio de red digital orientado a Byte.

bancos de canales digitales, acceso a servicios especiales tales como E1 fraccional ofrecido por compañías de comunicaciones públicas"[23].

En el caso del sistema DOMSAT, se utiliza el módulo CDA para poder transportar a través de los enlaces satelitales, subagregados de Nx64 Kbps, los mismos que se encuentran conteniendo canales de velocidades inferiores y diferentes entre sí. Especificamente se utiliza el módulo CDA para agrupar los circuitos telefónicos remotos tanto ADPCM como CELP en agregados de Nx64 Kbps, y poder transportarlos a las estaciones tipo 1 y tipo 2 (ver el anexo C para detalles sobre este tipo de estaciones remotas).

- Tarjetas Universales de Datos (UDC): Este tipo de módulos se utilizan para extraer los canales de datos que vienen desde las estaciones remotas con la información necesaria para el sistema de Monitoreo y Control; en el caso del sistema DOMSAT, se utilizan módulos UDC con interfaces tipo RS232 trabajando a una velócidad de 2.4 Kbps.

  Otra aplicación que tiene el sistema DOMSAT utilizando módulos UDC, es para recuperar los datos de los subagregados Nx64 Kbps, que fueron ensamblados por el módulo CDA y que llevan el tráfico tanto de los canales de voz como de los canales de datos, hacia las estaciones remotas tipo 1 y 2 que trabajan con circuitos de abonados remotos. En este caso el módulo UDC tiene un interfaz V.35 que le permite conectarse directamente al Modem satelital.

  Los módulos UDC se encuentran instaladas en el Gabinete de Expansión del multiplexor TMS y pueden compartir en el mismo gabinete con otros módulos de datos tipo UDC o con módulos de voz como el caso de los módulos CELP.

[23] STS; Propuesta Técnica; 1993; Pg. 3-110

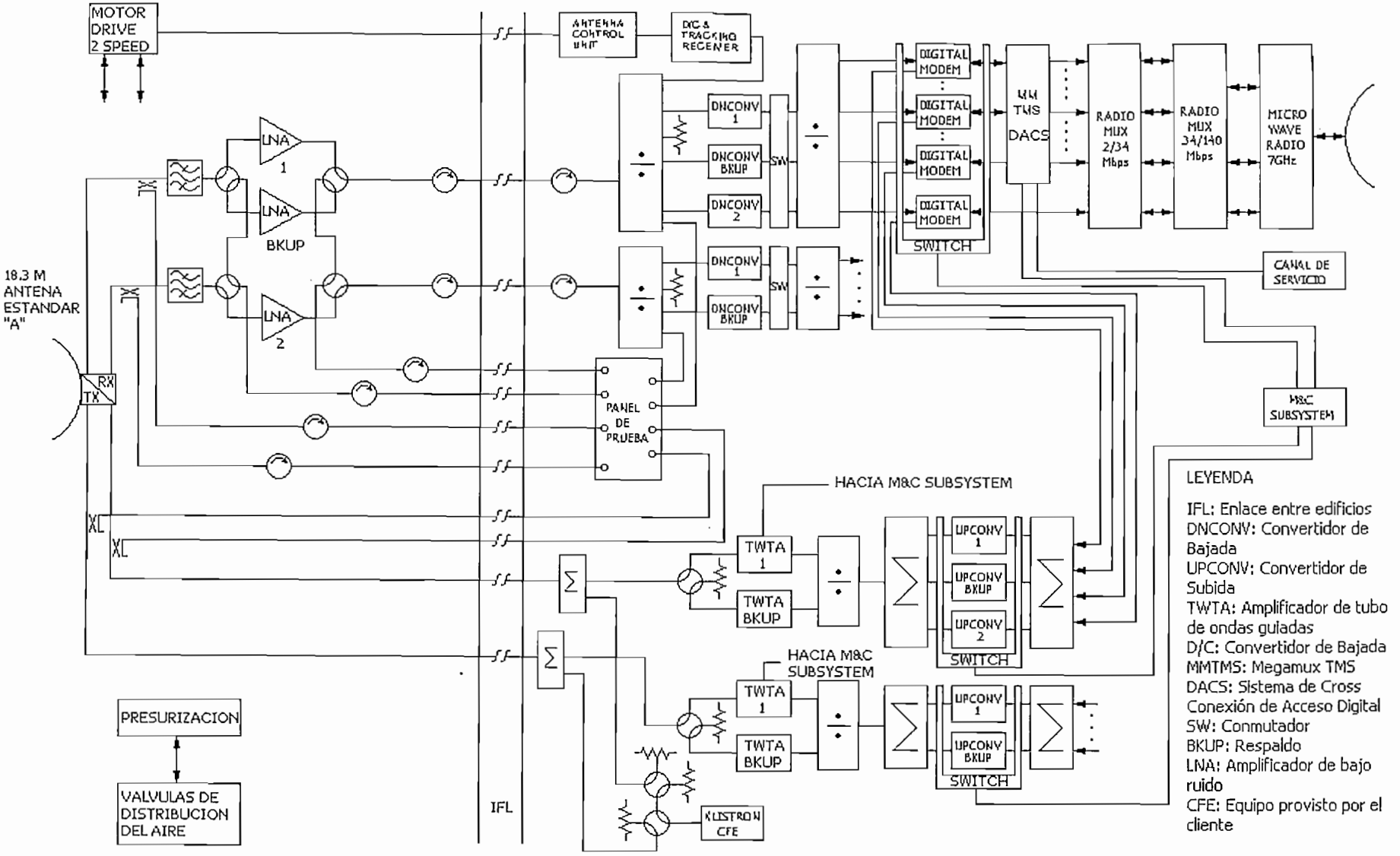


Figura 1.17 Diagrama general de bloques de la Estación Terrena de Quito.

Para el tráfico de los canales troncales entre centrales, que va hacia las estaciones tipo 3 a 7, el multiplexor TMS entrega la información al modem satelital de cada estación, a través de un agregado digital utilizando módulos ACC con interfaces V.35.

Este agregado contiene todos los canales troncales que corresponden a cada estación en particular, también incluye el canal de datos para el sistema de monitoreo y control y el canal de servicio de dicha estación.

Se debe recordar que anteriormente ya se había mencionado que la interconexión entre nodos también es con tarjetas ACC mediante una interfaz V.35, a través de enlaces internodales, mientras que la interconexión entre Quito Centro y la Estación Terrena de Quito es a través de módulos ACC con interfaz G704.

La figura 1.18 presenta el diagrama de interconexión del multiplexor TMS de la Estación Terrena de Quito.

1.4.1.2.2 Modems satelitales y conmutadores de redundancia

Los modems satelitales reciben los flujos de datos provenientes del multiplexor TMS, a través de interfaces V.35, con velocidades variables entre 64 Kbps y 2048 Kbps, según el tipo de estación hacia la que se conectarán.

La modulación utilizada es del tipo QPSK y se utiliza un FEC de ¾; la salida modulada es fijada en frecuencia alrededor de la frecuencia intermedia de 140 MHz, según el canal SCPC en el que deba transmitir al satélite.

Los modems también reciben las portadoras transmitidas desde las estaciones remotas y demodulan la información para entregarle al multiplexor TMS a través de las interfaces V.35.

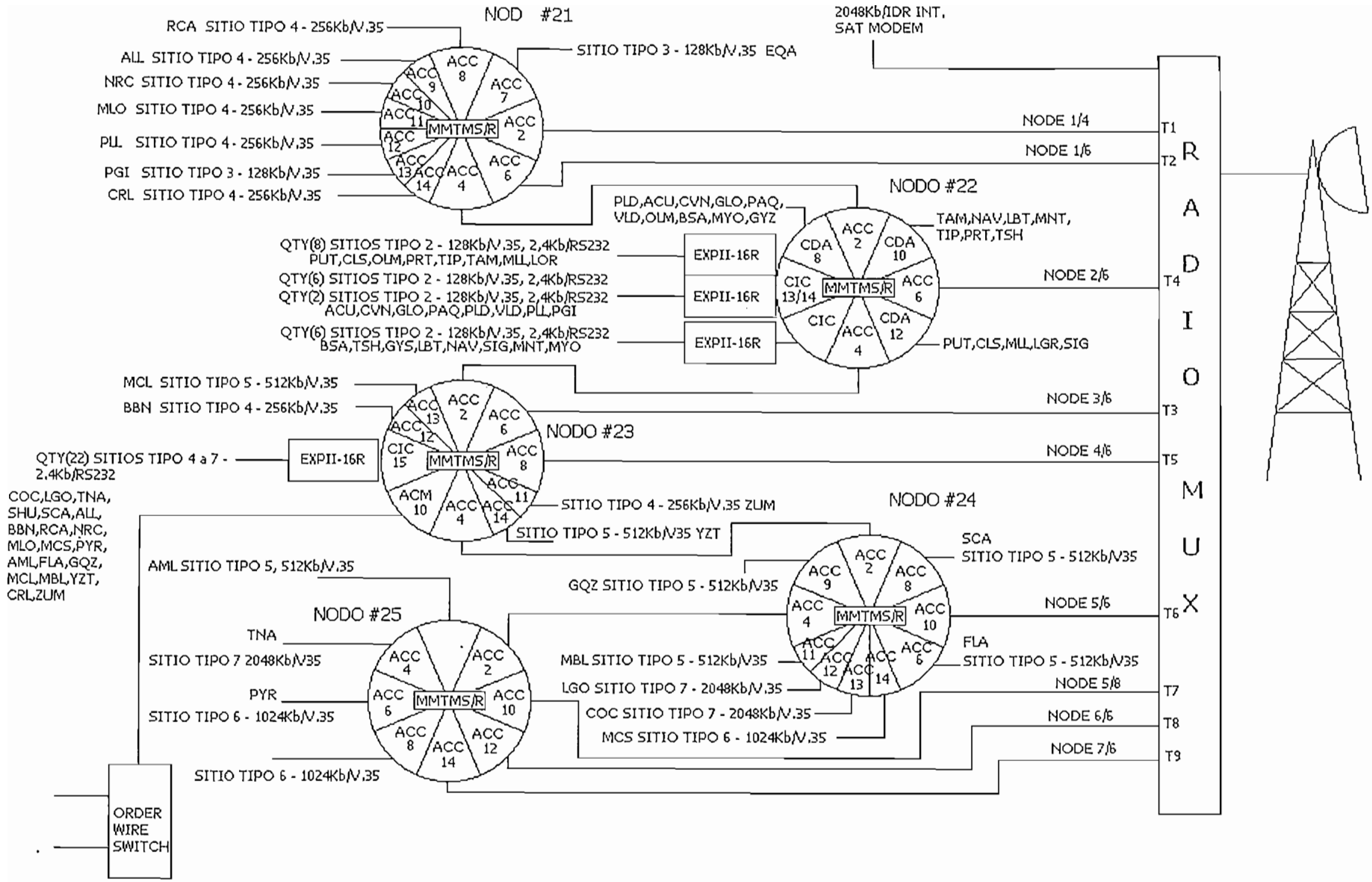


Figura 1.18 Interconexión del Multiplexor TMS en la Estación Terrena de Quito.

Los modems de la Estación Terrena tienen habilitado un *buffer* satelital que permite amortiguar las diferencias entre los relojes de transmisión y recepción, producidas por el retardo satelital.

Los conmutadores de redundancia están instalados uno en cada bastidor, es decir existen 6 conmutadores en total. Cada conmutador tiene una tarjeta de interfaz V.35 por modem (incluido el de respaldo).

La información proveniente del multiplexor TMS en realidad pasa a través del conmutador de protección antes de entrar al modem, de manera que si existiera una falla en el enlace del modem que está en línea, los datos serán internamente llevados hacia el modem de respaldo.

1.4.1.2.3 Sistema de Monitoreo y Control (MCS)

El sistema MCS permite el Monitoreo y Control tanto de la estación terrena maestra como de las estaciones terrenas remotas; el sistema se compone de dos computadoras denominadas Procesadores de Control del Sistema basados en PC (en inglés PCSCP), de varios módulos de control de entrada y salida denominados SCC (Controladores de una sola tarjeta) y un software gráfico de usuario, denominado GMACS (Sistema de Monitoreo y Control Gráfico).

Los equipos PCSCP se encuentran configurados con tarjetas multipuerto, a fin de poder conectarse a cada uno de los módulos UDC del multiplexor digital TMS que entregan la información del canal de datos de supervisión proveniente de cada una de las estaciones remotas a través del enlace satelital.

La interfaz de los puertos de datos en los multipuertos es del tipo RS232, pero adicionalmente disponen de puertos RS422/485 para conectarse a los equipos locales existentes en la estación terrena maestra, como por ejemplo

los modems, los amplificadores de potencia, los convertidores de subida y bajada, etc.

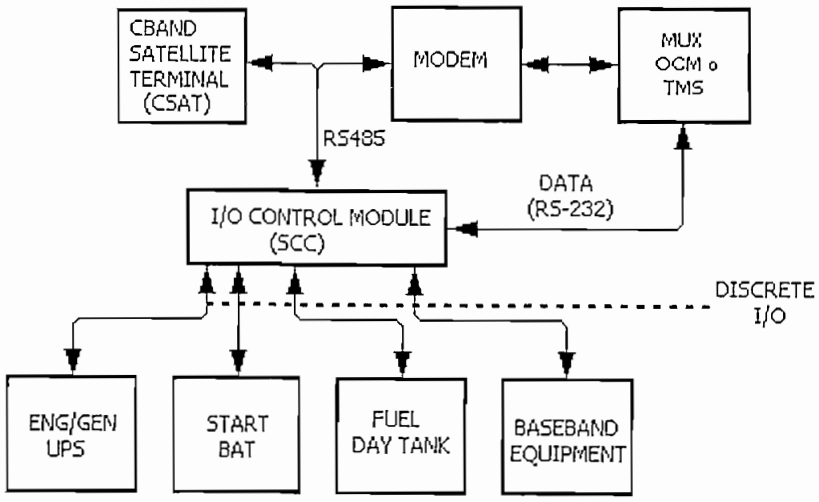
Todas las alarmas y estados discretos de los equipos de la estación maestra son recogidos por el equipo SCC y entregados a los PCSCP a nivel de RS485, para que sean combinados con el resto de información que llega por los puertos seriales, y luego ser enviada hacia el computador del GMACS.

El computador del GMACS es de tipo gráfico, y permite presentar un sinnúmero de pantallas con toda la información de configuración y estados de los diferentes componentes de la red, el software corre en ambiente Windows y es totalmente amigable, permitiendo el monitoreo y control de los equipos existentes en cada estación remota y en la estación terrena maestra.

A pesar de que el software permite enviar comandos y tener control sobre los equipos principales de las estaciones terrenas remotas, se puede considerar que es un sistema pasivo, porque en caso de producirse alguna falla en cualquier parte de la red, el sistema MCS no ejecuta acciones correctivas de ningún tipo en forma automática, únicamente detecta la falla, y tiene la posibilidad de presentar señales de alarma tanto audibles como visibles, así como de registrar los eventos sucedidos en una base de datos de alarmas y estados.

En la estación remota se dispone también de un módulo SCC para recoger todos los estados de los diferentes equipos y a través de una interfaz RS232, entregar la información al módulo UDC de la estación remota.

En la figura 1.19 se tiene un diagrama general de bloques del sistema de monitoreo y control MCS.



REMOTE SITE STATION

HUB EARTH STATION

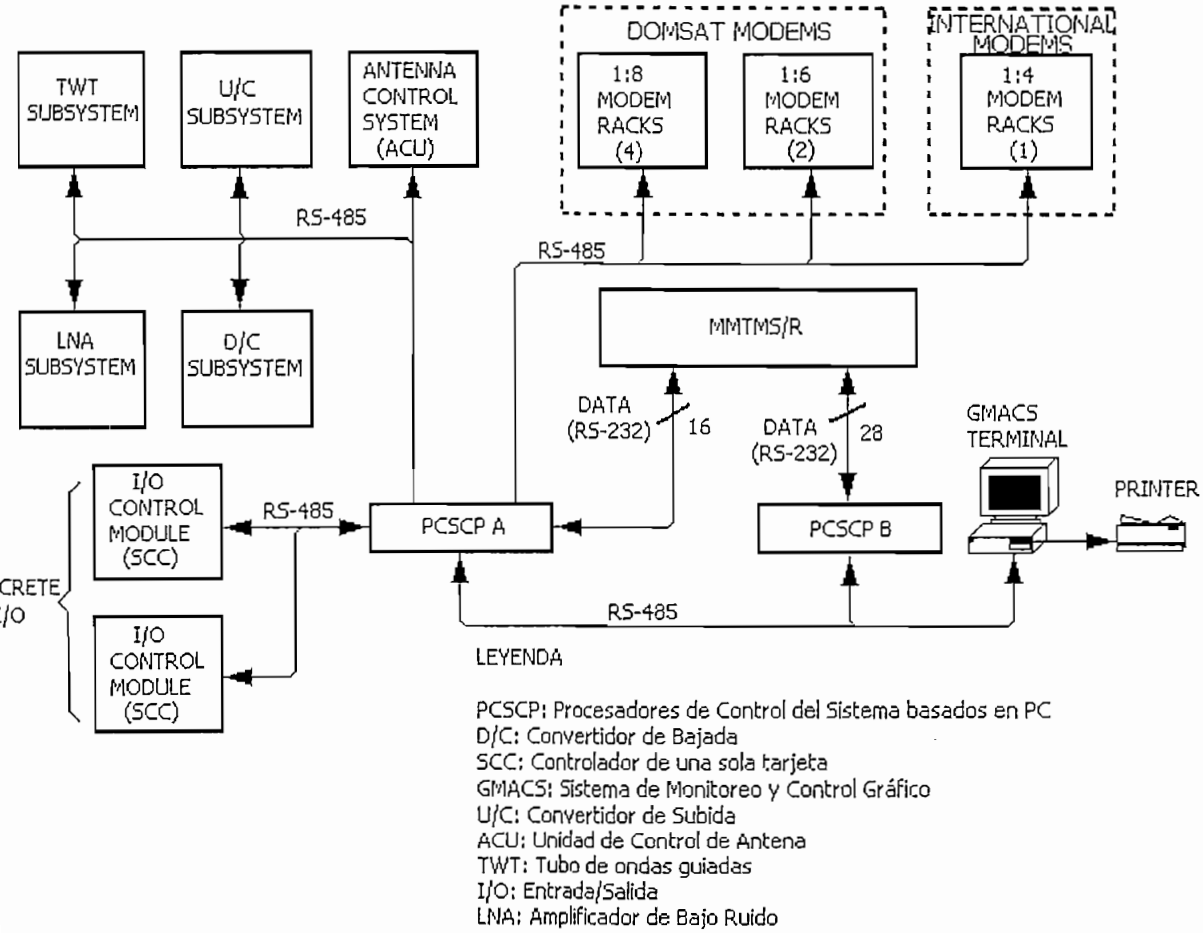


Figura 1.19 Diagrama de Bloques del Sistema de Monitoreo y Control.

1.4.2 DATOS DE CONFIGURACIÓN DE LA RED DOMSAT DE QUITO ORIGINAL

Con el propósito de poder mas adelante realizar un análisis de los requerimientos necesarios para la división de la red DOMSAT de Quito original, es necesario conocer con mucho detalle, datos específicos de la configuración de la red, especialmente de aquellos equipos que estarán sujetos a modificaciones físicas o a modificaciones en su configuración.

Modificaciones físicas se consideran a cambios relacionados con:

- El tipo de equipos a ser utilizados.
- Los modelos o números de serie de los equipos.
- La cantidad de equipos: bastidores, gabinetes, módulos, tarjetas, etc.
- La ubicación de los equipos: bastidores, gabinetes, módulos, tarjetas, etc.
- La interconexión de los equipos dentro de la estación, los bastidores o los gabinetes.

Modificaciones de configuración se consideran a cambios relacionados con:

- Direcciones (*Address*) de equipos, módulos o tarjetas.
- Programación de nodos, enlaces, rutas, circuitos, distribución del sincronismo, tipos de interfaz y otros.
- Parámetros de operación (niveles de potencia, frecuencias de trabajo, etc.).
- Conectividad dentro de la Red.
- Capacidad de tráfico.

Los siguientes datos fueron obtenidos cuidadosamente en todos los elementos involucrados en la división de la red:

- Tipo, marca, modelo de equipo.

- Número de serie en aquellas unidades en que fue factible hacerlo, considerando que la red estaba en operación normal y cursando tráfico telefónico intenso. En las unidades que no fue factible tomar este dato, se lo realizó durante el proceso de reubicación de equipos.
- Cantidades instaladas.
- Ubicación física.
- Números de cable e interconexiones (según la factibilidad).
- Condiciones de operación (en servicio, fuera de servicio, capacidad de tráfico, alarmas, frecuencia de operación, etc.).

Con toda la información obtenida, luego de clasificarla y filtrarla, se elaboraron tablas, diagramas, listados y otros que resumen la información realmente necesaria, la misma que se respalda con la información del anexo D y que incluye lo siguiente:

- Cuadro de Inspección física: Este cuadro es un detalle de los equipos existentes, tanto en la estación terrena de Quito, como en la estación de Quito Centro, antes de iniciar el proceso de división de la red y servirá para definir los equipos que están disponibles para realizar la transferencia hacia Guayaquil. El cuadro de inspección física incluye datos como el modelo y .número de serie de los equipos y se presenta en el anexo D1.
- Diagramas de ubicación de los equipos: Estos diagramas presentan la ubicación física de los diferentes equipos en la estación, tanto a nivel de bastidor, como de gabinete y módulo. Esta información ayudará para la determinación y ubicación de los equipos que se trasladarán a Guayaquil durante el proceso de división de la red. Los diagramas de ubicación se encuentran en el anexo D2.
- Diagramas de conexiones de los equipos: Tomando en consideración la configuración actual de la red, se elaboraron los diagramas de interconexión de los equipos, indicando número de cable, tipo de conector, punto de conexión y otros; estos datos

adicionalmente se incluyeron en los diagramas de ubicación de los equipos, para complementar la información. Los diagramas de conexiones de la estación de Quito Centro y de la estación Terrena de Quito, se encuentran en el anexo D3.

- Tabla del estado de Operación de la Red: En esta tabla se han resumido las condiciones de operación de la red antes del proceso de división, a fin de conocer cuáles estaciones estaban en servicio y cuáles estaban fuera de servicio, con qué capacidad de tráfico estaban trabajando (número y tipo de canales disponibles), la presencia de alarmas, las condiciones del sistema de energía. Esta tabla se presenta en el anexo D4.
- Plan de frecuencias: El plan de frecuencias con el cual están trabajando las estaciones se utilizará para evaluar la redistribución de frecuencias que se deberá llevar a cabo para independizar el espectro de frecuencia una vez que se divida la red DOMSAT. El plan de frecuencias actual se encuentra en el anexo D5.
- Plan de rutas: El plan de rutas presenta el camino de conexión existente entre la estación remota y el nodo terminal en Quito Centro, a través del cual se entregan los canales de tráfico a la Central Telefónica, esta información permitirá evaluar de qué manera se verá afectado el tráfico telefónico de cada una de las estaciones en el momento en que se realice la división de la red y la transferencia de equipos y del tráfico hacia Guayaquil. El plan de rutas de la red DOMSAT original se presenta en el anexo D6.
- Diagrama de Conectividad y distribución del sincronismo: El diagrama de conectividad presenta la manera en que se relacionan los diferentes componentes de la red y permite ver la distribución del reloj en toda la red, y así determinar cuáles son los enlaces críticos que no deben ser afectados durante la división de la red. El diagrama de conectividad y distribución del sincronismo se presenta en el anexo D7.

CAPÍTULO 2

CONFIGURACIÓN DE LA RED DOMSAT POR IMPLEMENTARSE EN GUAYAQUIL

CAPÍTULO 2

CONFIGURACIÓN DE LA RED DOMSAT POR IMPLEMENTARSE EN GUAYAQUIL

2.1 INTRODUCCIÓN

En el capítulo dos se presentará la configuración de la red DOMSAT que debe ser implementada en Guayaquil, como resultado de la división de la red de Quito, considerando las estaciones que serán interconectadas satelitalmente al nodo central denominado estación Maestra de Guayaquil, el tipo de servicio que será proporcionado a través de los canales de la nueva red, y tomando en cuenta factores importantes como la ubicación física, la facilidad de operación, la capacidad de expansión, la facilidad de monitoreo y diagnóstico.

En otra sección del capítulo se proporcionarán los datos más importantes de la red, tanto desde el punto de vista físico como desde el punto de vista de configuración, entre los que se encuentran la ubicación física, el tipo, marca y modelo de equipo, las cantidades de equipo, conexiones y otros. Es importante indicar que estos datos resumen la información relacionada con el equipamiento que fue adquirido por EMETEL como parte del contrato de ampliación y división del sistema DOMSAT.

Finalmente y luego del análisis de los datos obtenidos en la sección anterior, se elaborará un cuadro que resume todos los equipos mínimos requeridos para completar la red de Guayaquil y que deberán ser trasladados desde Quito, pues así establecen las bases del concurso cuando se menciona:

"Con el objeto de optimizar el proyecto, se deberá considerar la reubicación de algunos equipos actualmente instalados en la estación maestra de Quito y en Quito Centro, como MODEMS y parte del equipo Multiplex. Se tendrá en

cuenta la redundancia de los MODEMS y la ampliación futura del sistema en por lo menos 20%"[1]

2.2 CONFIGURACIÓN DE LA RED DOMSAT DE GUAYAQUIL

La red Satelital Doméstica de Guayaquil, tiene una configuración tipo estrella, con un nodo central (estación maestra) ubicado en Guayaquil y 28 estaciones remotas localizadas en poblaciones rurales del Ecuador, siendo 2 de ellas estaciones nuevas, adquiridas como ampliación del sistema DOMSAT y las otras 26 estaciones son aquellas que serán transferidas para que su tráfico salga a través de las centrales de Guayaquil.

Al igual que la red de Quito, el objetivo de la red DOMSAT de Guayaquil es proveer tráfico telefónico entre cada una de las estaciones remotas y el resto del territorio ecuatoriano, a través de la estación maestra que se encuentra en Guayaquil y que se interconectará con la central de tránsito nacional de Guayaquil (CTI) y con la central local de Guayaquil Centro.

A través de los enlaces satelitales entre la estación maestra y las estaciones remotas, se puede proveer de canales telefónicos entre centrales (canales troncales), números telefónicos de abonados remotos, canales de datos para supervisión y gestión de la red y canales de servicio.

Todas las características básicas de la red de Guayaquil son similares a las que se describieron en la red DOMSAT del Ecuador (red original), en la sección 1.4.

El tráfico que pasará a través de la red doméstica de Guayaquil se lo realizará con portadoras tipo IDR con un acceso SCPC al satélite INTELSAT 709 / 310° Este, a través de la mitad inferior del transpondedor 12. La figura 2.1 presenta un diagrama de la red con la distribución de canales.

---

[1] EMETEL; Proceso N° CE-96-14 / EMETEL Ampliación del Sistema Rural de Transmisión Vía Satélite, DOMSAT; 1996; Pg. 20

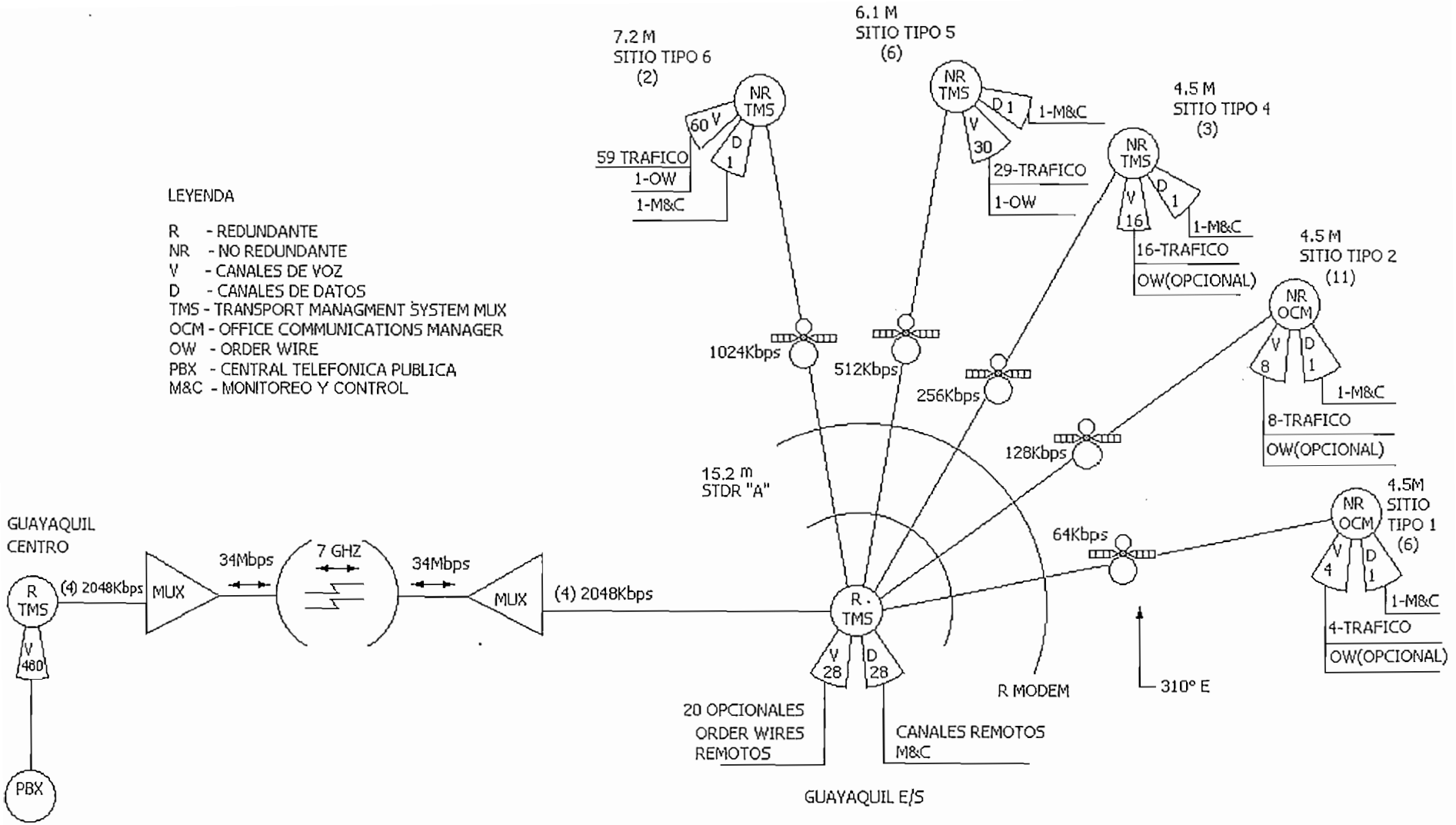


Figura 2.1 Diagrama de Red del Sistema DOMSAT de Guayaquil.

La red DOMSAT de Guayaquil tiene una estación maestra y cinco diferentes tipos de estaciones remotas según su capacidad de tráfico y el tipo de equipo requerido.

La tabla 2.1 presenta un detalle de todas las estaciones de la red de Guayaquil, indicando las poblaciones rurales servidas, el tipo de estación y sus capacidades de tráfico y diferenciando las estaciones originales de las estaciones nuevas.

Tabla 2.1 Estaciones del Sistema DOMSAT de Guayaquil.

SISTEMA DOMSAT										
NUM	ESTACIÓN	SIGLA	TIPO	CANALES DE VOZ				O/W	TOTAL CANALES	C. DATOS
				TRONCALES		REMOTOS				
				ADPCM	CELP	ADPCM	CELP			M&C
ESTACIONES ORIGINALES										
1	SAN PLÁCIDO	PLD	1			3	1		4	1
2	AYACUCHO	ACU	1			3	1		4	1
3	CONVENTO	CVN	1			3	1		4	1
4	GUALE	GLO	1			3	1		4	1
5	PAQUISHA	PAQ	1			3	1		4	1
6	VALLADOLID	VLD	1			3	1		4	1
7	BALSAS	BSA	2			6	2		8	1
8	OLMEDO	OLM	2			6	2		8	1
9	P.VILLAMIL	PRT	2			6	2		8	1
10	28 DE MAYO	MYO	2			6	2		8	1
11	GUAYZIMI	GYZ	2			6	2		8	1
12	LOGROÑO	LGR	2			6	2		8	1
13	MOLLETURO	MLL	2			6	2		8	1
14	SANTIAGO	SIG	2			6	2		8	1
15	TAISHA	TSH	2			6	2		8	1
16	EL PANGUI	PGI	4	13	3				16	1
17	SAN CARLOS	CRL	4	13	3				16	1
18	ZUMBA	ZUM	4	13	3				16	1
19	FLAVIO ALFARO	FLA	5	25	4			1	30	1
20	MACHALILLA	MCL	5	25	4			1	30	1
21	MARCABELÍ	MBL	5	25	4			1	30	1
22	AMALUZA	AML	5	25	4			1	30	1
23	MACAS	MCS	5	25	4			1	30	1
24	YANZATZA	YZT	5	25	4			1	30	1
25	GUALAQUIZA	GQZ	6	55	4			1	60	1
26	PUERTO AYORA	PYR	6	55	4			1	60	1
ESTACIONES NUEVAS										
27	HUAMBOYA	HUA	2			6	2		8	1
28	LOS ENCUENTROS	LEC	2			6	2		8	1
TOTAL				299	41	84	28	8	460	28

Vale la pena mencionar que por solicitud de PACIFICTEL S.A., en junio de 1998 se realizó un intercambio en el equipamiento de las estaciones Macas y Gualaquiza, a fin de aumentar la capacidad de la estación Gualaquiza de 30 a 60 canales, y por otro lado reducir la capacidad de la estación Macas de 60 a 30 canales, debido a que la estación Macas no se está utilizando, por existir un enlace de radio digital de mayor capacidad, mientras que en la estación Gualaquiza la demanda de tráfico obligó a incrementar el número de canales.

A continuación se describe la estación maestra de Guayaquil, realizándose un análisis únicamente de las secciones que son de interés para el desarrollo del presente trabajo, los otros tipos de estaciones se presentan de una manera simplificada en el anexo C.

2.2.1 ESTACIÓN MAESTRA DE GUAYAQUIL

La estación maestra de Guayaquil constituye el nodo central de la red, permitiendo que el tráfico originado en las estaciones remotas, sea canalizado hacia la central de tránsito nacional o hacia la central local, para luego ser integrado con el resto del tráfico nacional.

Tanto la central de tránsito nacional como la central local se encuentran ubicadas en el centro de Guayaquil, en el edificio llamado "El Correo".

La estación maestra se compone de dos secciones fundamentales, la primera es la *Estación Terrena Maestra de Guayaquil,* ubicada en el kilómetro 10 de la vía a Salinas, y la segunda es la *Estación de Guayaquil Centro,* ubicada en el segundo piso del edificio "El Correo"; las dos secciones se deben interconectar a través de un enlace de microondas existente de 34 Mbps.

La figura 2.2 presenta un diagrama de bloques de la interconexión de la estación de Guayaquil Centro con la estación Terrena Maestra de Guayaquil.

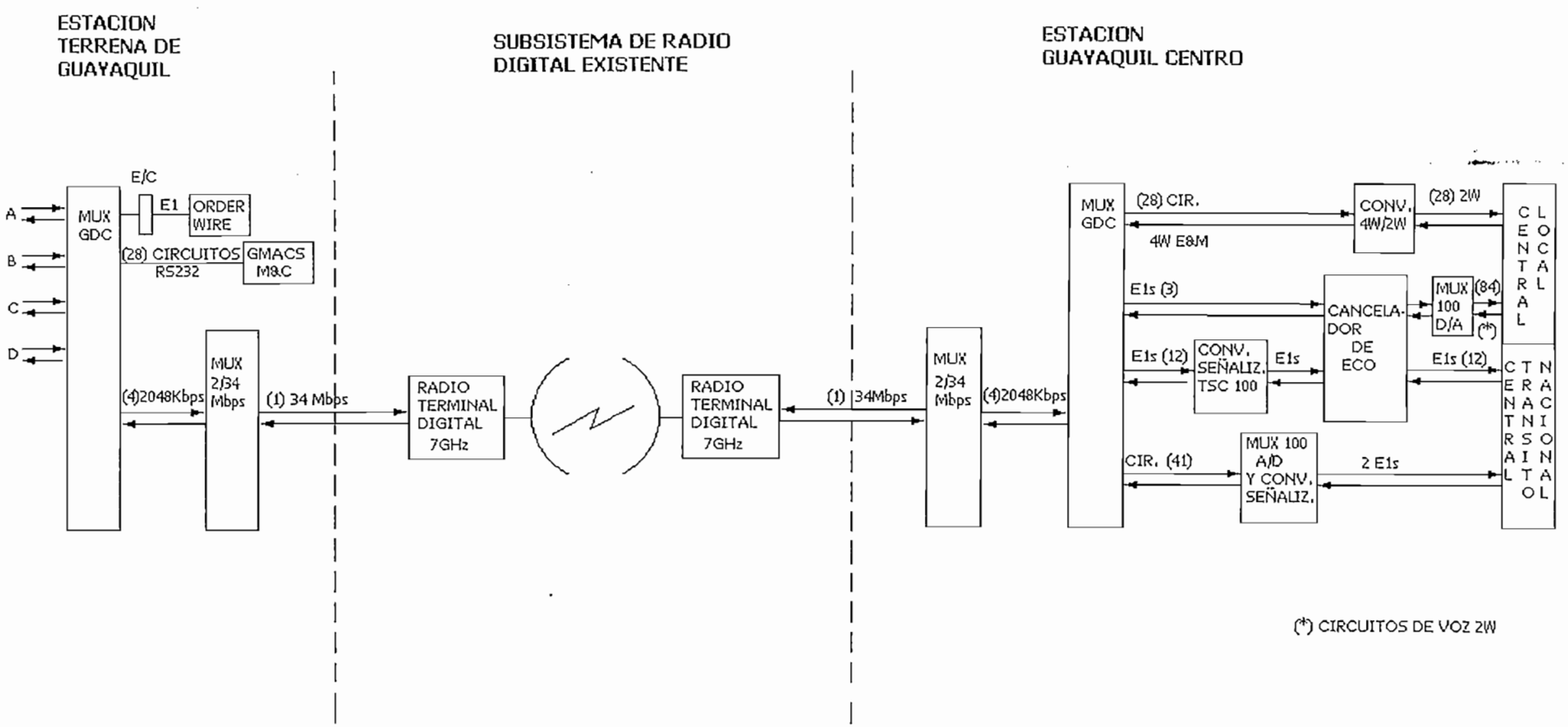


Figura 2.2 Interconexión entre Guayaquil Centro y la Estación Terrena de Guayaquil.

2.2.1.1 Estación de Guayaquil Centro

En la estación de Guayaquil Centro se encuentra todo el equipo de Banda Base digital que se adquirió como parte del contrato de ampliación, y adicionalmente deberá instalarse todo el equipo que se transfiera desde Quito, de tal manera que se pueda realizar la interconexión con la red telefónica existente y con el sistema de microonda digital.

El interfaz con la central telefónica de tránsito nacional instalada en Guayaquil Centro se realizará a nivel de E1 (2.048 Mbps), para manejar el tráfico de las estaciones remotas con capacidades de 16, 30 y 60 canales telefónicos troncales, mientras que las estaciones remotas que manejan tráfico telefónico en el orden de 4 y 8 circuitos del tipo teléfono remoto, se interconectarán a la central local de Guayaquil Centro con una interfaz analógica a dos hilos (2W).

Los siguientes equipos forman parte del subsistema de Banda Base digital que se deberá tener en la estación de Guayaquil Centro:

- Multiplexor Digital Megamux TMS marca General DataCom Inc.
- Equipos convertidores de señalización marca Anadigicom.
- Equipos canceladores de eco marca Tellabs.
- Bancos de canales marca Anadigicom.
- Equipos convertidores de 4 a 2 hilos marca Tellabs.

Considerando que estos equipos son del mismo tipo de los que se encuentran instalados en Quito Centro, y que fueron descritos en la sección 1.4.1.1, lo único que se hará aquí es indicar su función principal y realizar alguna aclaración pertinente; adicionalmente se mencionará la manera en que se realizó la configuración y el dimensionamiento básico del sistema de banda base, con la finalidad de definir las cantidades y el tipo de equipo requerido para completar la Red de Guayaquil.

2.2.1.1.1 Multiplexor Digital Megamux TMS

Es el equipo principal del sistema de Banda Base y de la red DOMSAT de Guayaquil, el mismo que se encargará de administrar el transporte del tráfico que existirá entre la central de tránsito nacional de Guayaquil Centro y las centrales rurales de las estaciones remotas tipo 4, 5 y 6, así como el tráfico entre la central local de Guayaquil Centro y las cabinas telefónicas rurales de las estaciones tipo 1 y 2.

El multiplexor TMS de Guayaquil Centro incluye los mismos tipos de componentes físicos ya descritos anteriormente como son: módulos SCC, RCC, ACC, ACM, CIC, EXP, CELP, localizados en el chasis principal o en el chasis de expansión.

El multiplexor TMS de Guayaquil, también cuenta con un controlador del sistema, el mismo que permitirá realizar las funciones ya descritas en la sección 1.4.1.1.1, y tendrá una configuración redundante, con el controlador maestro en la Estación Terrena de Guayaquil.

Para el dimensionamiento y la configuración del multiplexor TMS se deberá considerar las siguientes reglas que establece el fabricante[2], a fin de asegurar que el sistema esté equipado con todos los módulos necesarios que le permitan transportar los circuitos que la red DOMSAT requiere para dar la funcionalidad propuesta:

- El chasis principal del nodo TMS tiene 16 ranuras emparejadas (1 y 2, 3 y 4, 5 y 6, etc.), que pueden ser ocupadas por los módulos ACC, CIC, CDA o ACM. No se permite mezclar módulos diferentes en las parejas de ranuras, solo se pueden tener parejas redundantes de un mismo módulo o módulos no redundantes del mismo tipo ubicados juntos.

[2] GDC;Operating and Installation Instructions for Megamux TMS;1993; Pg. 3-1.

- Hasta un máximo de 4 gabinetes de expansión pueden ser conectados a un gabinete principal en un nodo TMS.
- Un circuito es el camino que lleva los datos entre dos puntos terminales del sistema multiplexor Megamux TMS, pasando a través de varios nodos, los puntos terminales son módulos de canal, por ejemplo módulos ACM, CELP, UDC.
- Un canal es un segmento de un circuito que proporciona un camino de datos entre dos componentes del multiplexor Megamux TMS, por ejemplo entre módulos ACC, o entre un módulo CIC y uno ACC.
- Una ruta es el camino entre dos nodos Megamux TMS en la red, la ruta comprende uno o más agregados o subagregados, a través de los nodos que intervienen. Las rutas pueden ser manuales o automáticas; cuando es una ruta automática, la rutina IAR (*Intelligent Automatic Re-routing*) utiliza algoritmos especiales para encontrar las rutas apropiadas entre dos nodos cualesquiera de la red, siempre y cuando cada nodo tenga al menos un enlace de agregado conectándolo a otro nodo. Todos los nodos de la red se deben interconectar con enlaces de agregado.
- El *ancho de banda*[3] total del nodo es de 16.896 Mbps, esto quiere decir que el *bus* de comunicación rápida, que transfiere la información entre el nodo y las tarjetas de agregado (ACC), el módulo de interfaz de canal (CIC), o el agregado digital combinado (CDA), lo hace a una velocidad de 16.896 millones de bits por segundo.
- Los bits que llevan la información entre los diferentes componentes, se pueden dividir en bits de usuario y en bits de cabecera. Los bits de usuario llevan la información de los circuitos (que es el objetivo fundamental del Megamux TMS), mientras que los bits de cabecera se utilizan para controlar toda la transferencia de los bits de usuario, incluyendo por ejemplo, datos de supervisión entre el controlador y

[3] ANCHO DE BANDA DEL NODO: En el megamux TMS se refiere al número total de bits que pueden transportarse a través del nodo en un segundo y no a la definición formal de Hz.

el nodo, intercambio de los datos de sincronismo entre los extremos de los enlaces de agregado, señales de control, bits de relleno.

- Cada módulo de agregado, ocupa un ancho de banda de 1.056 Mbps cuando su velocidad total es igual o menor a 1.056 Mbps, y ocupa un ancho de banda de 2.112 Mbps, si su velocidad total es mayor a 1.056 Mbps.
- Cada módulo de interfaz de canal ocupa un ancho de banda de 1.056 Mbps, si la suma de las velocidades de los circuitos que pasan a través suyo es menor o igual a 1.056 Mbps y ocupa un ancho de banda de 2.112 Mbps si es mayor a 1.056 Mbps.
- El ancho de banda del módulo CDA puede ser 1.056 Mbps si la suma de las velocidades de los canales de voz y datos es menor o igual a 1.056 Mbpso y 2.112 Mbps, si la suma de las velocidades de los canales es mayor a 1.056. Esto en realidad depende del número total de canales que se encuentren configurados.
- El ancho de banda del módulo ACM puede ser 1.056 o 2.112 Mbps, con igual criterio que los otros módulos, es decir dependiendo de las velocidades que tengan los circuitos que pasan a través del módulo. Los circuitos podrían tener velocidades de 64, 32, 24 o 16 Kbps, pero adicionalmente se tiene una cabecera por circuito de 800 bps, para supervisión, sincronismo y control de prioridad.
- Como existe información de control en los bits de cabecera, se debe considerar anchos de banda efectivos de 1.024 y 2.048 Mbps, para los módulos ACC,CIC y ACM.
- Existe un número máximo de canales que pueden soportar los módulos CIC, ACC, CDA y ACM.
- El módulo CIC soporta hasta un máximo de 64 canales de voz y datos. Si el módulo CIC está configurado como no redundante, la ranura adyacente debe estar libre; también se puede tener un par de módulos CIC ocupando ranuras adyacentes, pero siempre el máximo de canales es de 64.
- El módulo ACC configurado como no redundante, puede soportar 128 canales si la ranura adyacente está libre, como 2 canales se

utilizan para cabecera y para manejo del ancho de banda, únicamente 126 canales están disponibles. Se pueden tener dos módulos ACC no redundantes ubicados en ranuras adyacentes, pero en ese caso cada módulo ACC no redundante solamente maneja 64 canales (un canal se utiliza como cabecera, por lo que únicamente 63 canales por módulo están disponibles). Si un par de módulos ACC son configurados como un par redundante, y considerando que por definición sólo un módulo está en servicio, entonces el par de módulos redundantes pueden manejar 128 canales.

- Un par de módulos CDA configurados como redundantes pueden soportar hasta 254 canales. Un módulo CDA configurado como no redundante y teniendo la ranura adyacente libre, soporta también hasta 254 canales. Se puede tener un par de módulos CDA no redundantes, pero en ese caso cada módulo soporta 127 canales.
- El módulo ACM con interfaz E1 soporta hasta 32 canales y cumple con el formato de la trama estándar, es decir 30 canales de voz, un canal de señalización y un canal de sincronismo y alarmas. Se puede tener un par de módulos ACM configurados como redundantes ocupando el par de ranuras, se puede tener un módulo no redundante y la ranura adyacente libre o se puede tener dos módulos ACM no redundantes juntos. Máximo se pueden instalar hasta 12 módulos ACM en el chasis principal de un nodo, debido a que la temperatura de operación y el consumo de potencia son muy altos (5.8 Amperios de la fuente de +5 V.). En ambientes con mala ventilación, se recomienda dejar la ranura adyacente vacía.
- El chasis de expansión tiene una capacidad máxima de 16 ranuras, para instalar módulos de canal (CELP, UDC, etc.).

La figura 2.3 presenta el diagrama de interconexión del multiplexor TMS de la estación Guayaquil Centro, en el que se puede ver la manera en que se interconectan los diferentes equipos, el tipo de interfaz utilizada, los tipos y las cantidades de módulos requeridos, las rutas de tráfico, las estaciones

remotas y el tipo de servicio proporcionado (canales troncales o circuitos de abonados remotos).

Se utilizará la figura 2.3 para describir la configuración diseñada para la red de Guayaquil y de esa manera poder determinar los equipos que se requieren trasladar desde Quito.

- *Dimensionamiento del número de módulos ACM*

  Considerando que los canales ADPCM serán proporcionados a través de los módulos ACM y según los requerimientos de la tabla 2.1, el sistema DOMSAT de Guayaquil requiere de:

Canales Troncales ADPCM:	299
Circuitos de abonados remotos ADPCM:	84

  Considerando que los canales troncales se interconectan con la central de tránsito, mientras que los circuitos remotos lo hacen con la central local, se ve que no es posible mezclar estos dos tipos de servicios, por lo que se utilizarán módulos ACM independientes para cada uno de ellos.

  La capacidad de ampliación solicitada es del 20% del número de canales, por lo que se tiene:

Ampliación canales troncales ADPCM:	60
Ampliación circuitos remotos ADPCM:	17

  Adicionalmente, dado que los módulos ACM con interfaz E1 soportan 30 canales de voz, se requieren 12 módulos ACM para el total de canales troncales ADPCM incluida la ampliación.

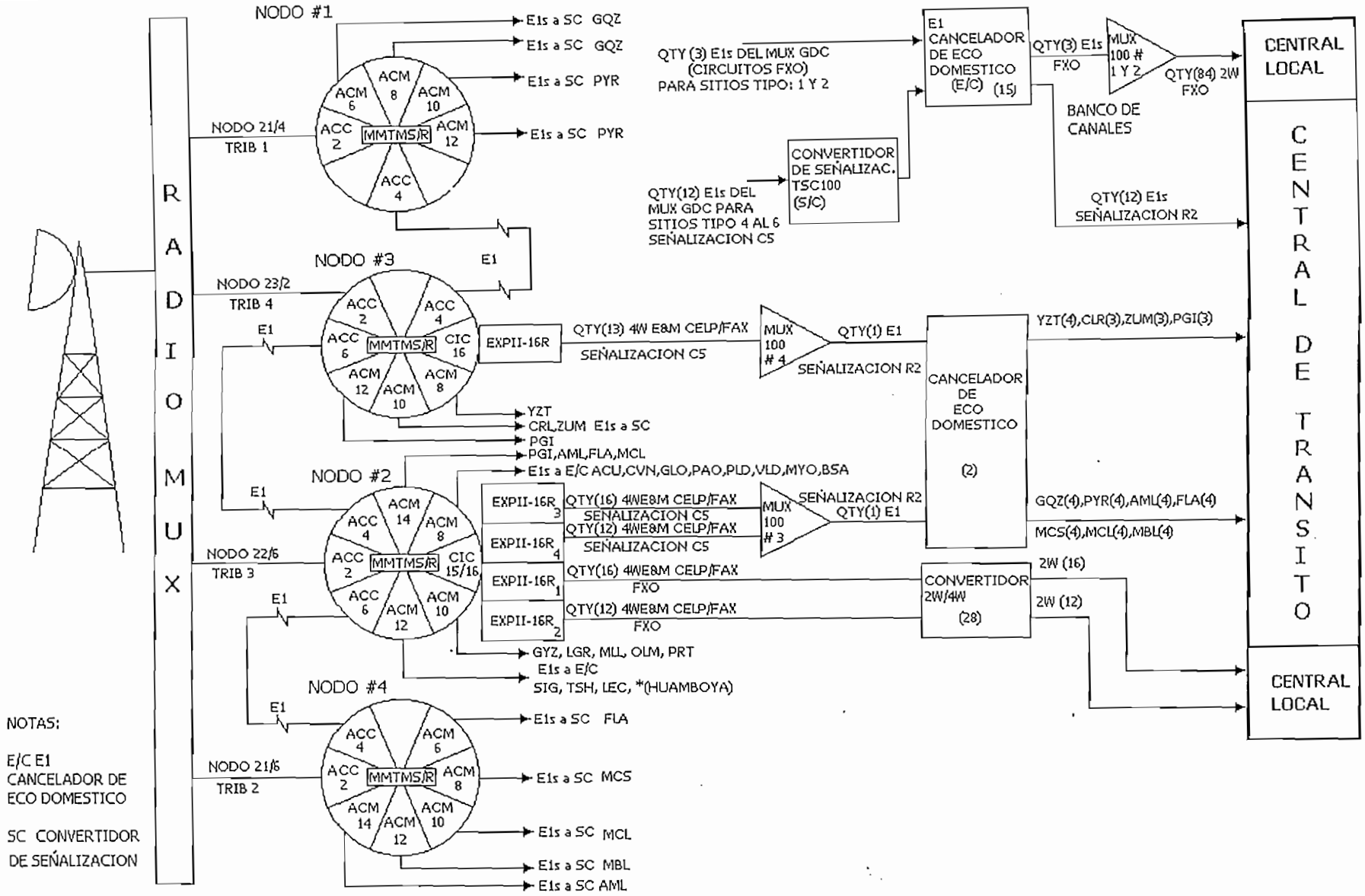


Figura 2.3 Interconexión del multiplexor TMS de Guayaquil Centro.

Por otro lado, considerando que desde el punto de vista de operación y mantenimiento de la red, es conveniente tener enlaces E1 independientes para las estaciones tipo 5 y 6 (30 y 60 canales), ya que requieren 25 y 55 canales ADPCM respectivamente, y que dos estaciones tipo 4 podrían compartir un enlace E1, se tiene que el número mínimo de módulos ACM para troncales ADPCM requerido es de:

ACM para canales ADPCM troncales de estaciones tipo 5: 6
ACM para canales ADPCM troncales de estaciones tipo 6: 4
ACM para canales ADPCM troncales de estaciones tipo 4: 2

Total módulos ACM para troncales ADPCM: 12

Por su parte los circuitos de abonados remotos tipo ADPCM de diferentes estaciones podrían compartir enlaces E1, por lo que se tiene:

ACM para circuitos de abonados remotos ADPCM: 3
ACM para ampliación de abonador remotos ADPCM: 1

Total módulos ACM para remotos ADPCM: . 3 + 1 de Ampliación

Entonces el total de módulos ACM que requiere la red DOMSAT de Guayaquil será:

Total módulos ACM: **15 + 1 de Ampliación**

- *Dimensionamiento del número de módulos CELP*

Según los requerimientos de la tabla 2.1 y la capacidad de ampliación solicitada, se requiere la siguiente cantidad de canales CELP:

Canales troncales CELP:	41
Circuitos de abonados remotos CELP:	28
Ampliación canales troncales CELP:	8
Ampliación abonados remotos CELP:	6

Tomando en cuenta que cada módulo CELP maneja un canal, se tendrá que el total de módulos CELP es:

Total CELP (troncales + abonados remotos): **69 + 14 de Ampliación**

- *Dimensionamiento del número de Gabinetes de Expansión*

Al igual que antes, no se deberían mezclar los canales troncales con los circuitos remotos en un solo gabinete; adicionalmente si tomando en cuenta que cada gabinete de expansión puede alojar 16 módulos de canal CELP, se requiere de la siguiente cantidad de Gabinetes de Expansión:

Gabinetes de Expansión canales troncales:	3
Gabinetes de Expansión abonados remotos	2
Total Gabinetes de Expansión (Incluido Ampliación):	**5**

Con este número de Gabinetes de Expansión, una tarjeta CELP no podrá ser instalada en los gabinetes de canales troncales y dos tarjetas CELP no podrán ser instaladas en los gabinetes de circuitos de abonados remotos.

Sin embargo se ha tomado la decisión de que es preferible reducir la capacidad de ampliación de los canales troncales CELP en un 3% y de los circuitos remotos CELP en un 6%, en lugar de requerir dos gabinetes de expansión adicionales que prácticamente estarían desocupados y cuyo costo no se justificaría.

- *Dimensionamiento del número de módulos de Expansión (EXP)*

En cada Gabinete de Expansión se pueden instalar uno o dos módulos EXP según se requiera redundancia o no. Si se considera redundancia de los módulos EXP, el requerimiento de módulos EXP, incluida la capacidad de ampliación será:

Total módulos de Expansión (con redundancia): **10**

- *Dimensionamiento del número de módulos de Interfaz de Canal (CIC)*

Se sabe que el módulo CIC puede manejar hasta 64 circuitos, por lo que aparentemente solo se necesitaría de dos módulos CIC, pero como el gabinete principal puede alojar únicamente 4 gabinetes de expansión, se necesitan dos nodos diferentes, es decir dos módulos CIC,

Considerando la cantidad de circuitos CELP, sería conveniente tener redundancia de los módulos CIC por lo menos en uno de los nodos, por lo que se requiere el siguiente número de módulos CIC incluyendo la capacidad de ampliación:

Total módulos CIC (troncales + remotos + Ampliación): **3**

- *Dimensionamiento del número de módulos de Control de Agregado para los enlaces entre Guayaquil Centro y la Estación Terrena (ACC-G704)*

Considerando que los módulos de agregado serán unidades no redundantes y tendrán la ranura adyacente libre, cada módulo ACC podrá manejar hasta 126 circuitos.

Según los requerimientos de la tabla 2.1, se tendrá:

Total de canales troncales ADPCM:	299
Total de abonados remotos ADPCM:	84
Total de canales CELP (Troncales + remotos)	69
Total canales Guayaquil Centro - Estación Terrena	452
Total ampliación de canales (Troncales + remotos):	91
Total módulos ACC-G704:	**4 + 1 de Ampliación**

Este resultado quiere decir que se debe tener cuatro (4) tributarios E1 con interfaz G704 entre la estación de Guayaquil Centro y la Estación Terrena de Guayaquil, a través del enlace de microonda existente, para poder llevar todo el tráfico de voz que requiere la red de Guayaquil.

Con esa cantidad de enlaces de agregado, existe una capacidad de ampliación de 52 canales, lo que equivale a un 11%; para llegar al porcentaje de ampliación solicitado del 20%, se requiere disponer de un enlace de agregado adicional.

También se debería comprobar que se disponga del ancho de banda suficiente para poder llevar todos los canales entre estas dos estaciones, por lo que se tiene:

Velocidad de un canal ADPCM:	16.8 Kbps
Total canales ADPCM (troncales + remotos):	383
Ancho de banda canales ADPCM:	6434.4 Kbps
Velocidad de un canal CELP:	6.4 Kbps
Total canales CELP (troncales + remotos):	69
Ancho de banda canales CELP:	441.6 Kbps

Total ancho de banda requerido: **6876 Kbps = 6.876 Mbps**

Si se considera que cada módulo ACC-G704 tiene un ancho de banda de 2.048 Mbps, entonces se ve que el ancho de banda total disponible a través de los cuatro enlaces de agregado del multiplexor TMS entre Guayaquil Centro y la Estación Terrena de Guayaquil es de:

Total ancho de banda disponible: 8.192 Mbps

Por lo tanto, el ancho de banda libre será:

Ancho de banda libre: 1.316 Mbps

Porcentaje de ancho de banda libre para Expansión: **19.14 %**

Se ve que se puede tener un crecimiento del ancho de banda de la red del 19.14 % sin necesidad de incrementar el número de enlaces de agregado entre las dos estaciones.

- *Dimensionamiento del número de nodos TMS*

Para establecer el número de nodos TMS que se necesita disponer en Guayaquil Centro, se debe analizar primeramente el número de ranuras que se requiere en base al dimensionamiento que se ha realizado para cada módulo, y considerando que los módulos ACC-G704 estarán configurados como unidades no redundantes con capacidad de manejar 126 canales, por lo que requieren de dos ranuras.

Por otro lado, se debe recordar que los módulos CIC también requieren tener dos ranuras disponibles, ya sea que se configuren como unidades redundantes o no redundantes.

En cuanto a los módulos ACM, considerando las condiciones de temperatura y humedad del sitio donde se ubicarán los equipos DOMSAT, y el consumo de potencia que requieren estos módulos, se ha visto conveniente seguir la recomendaciones del fabricante y mantener la ranura adyacente libre, por lo tanto se requieren dos ranuras por módulo ACM.

Con estas consideraciones, el número total de ranuras necesarias es de:

Ranuras módulos ACM (incluido ampliación):	32
Ranuras módulos CIC (incluido ampliación):	4
Ranuras módulos ACC-G704 (incluido ampliación):	10
Total ranuras requeridas:	46

Considerando que cada nodo dispone de 16 ranuras, aparentemente sería suficiente con tres nodos, pero se debe tomar en cuenta que los nodos requieren estar interconectados entre sí con enlaces internodales.

Para interconectar los tres nodos se requiere de dos enlaces internodales; si cada enlace internodal utiliza dos módulos de agregado ACC-V35 (uno en cada extremo del enlace internodal), entonces se utilizarán cuatro módulos de agregado. Cada módulo de agregado necesita tener disponibles dos ranuras, por lo que se requieren 8 ranuras adicionales.

Por lo tanto el número total de ranuras necesarias será de 54, cantidad que obliga a disponer de un nodo adicional, por lo que el requerimiento final será:

Número total de nodos (incluido ampliación):	**4**

- *Dimensionamiento del número de módulos de Control de Agregado para los enlaces internodales (ACC-V.35)*

Como se calculó anteriormente, se requiere de cuatro nodos, y cada uno de ellos debe estar interconectado con el nodo adyacente a través de enlaces de agregado con interfaz V.35, pues de esta manera se puede tener una velocidad variable de los enlaces internodales dependiendo de la cantidad de circuitos que pasen a través del enlace internodal, esta velocidad cambiará dependiendo de las condiciones operativas de las estaciones remotas que reciben esos circuitos, o de cambios en la configuración como son el ancho de banda de los circuitos, la ruta óptima, la prioridad de enrutamiento, o de las funciones especiales IAR, TOR, DDR.

Para interconectar los cuatro nodos se requiere de tres enlaces internodales y cada enlace utiliza un par de módulos de agregado, por lo que el requerimiento será de:

Total Módulos ACC-V35 (incluido ampliación): **6**

La ubicación de los módulos de ACC, ACM, CIC y CELP se la ha realizado tomando en consideración la capacidad de canales que pueden circular por cada nodo y por supuesto a través de cada tipo de módulo; adicionalmente se ha tomado en consideración la mejor ruta entre los diferentes nodos del multiplexor, a fin de minimizar el número de saltos entre nodos y por ende reducir el retardo en la transmisión de la información, lo cual garantiza condiciones apropiadas para mantener la señal de reloj del sistema y distribuirla por toda la red.

Otro criterio de diseño que ha sido tomado en consideración es buscar la facilidad de operación y mantenimiento de la red, para lo cual se han ordenado las rutas y por ende los módulos dentro de cada nodo, de acuerdo

con el orden que presentan las estaciones en el nuevo plan de frecuencias que será analizado más adelante.

De igual forma, las tarjetas de canal y por supuesto la configuración de los circuitos en el controlador del multiplexor TMS, también obedecen a este tipo de ordenamiento lógico.

También se ha diseñado la red de Guayaquil separando físicamente la sección que corresponde a los canales troncales, los cuales sirven a estaciones tipo 4, 5 y 6 que interconectan la central de tránsito CTI con las centrales rurales, de la sección que corresponde a los circuitos de abonados remotos, los cuales sirven a estaciones tipo 1 y 2.

2.2.1.1.2 Equipo Convertidor de Señalización

Las rutas de tráfico asignadas en la central de tránsito nacional de Guayaquil, también manejan señalización R2 Digital, por lo que es necesario disponer de convertidores de señalización R2 a C5, utilizándose los mismos tipos de equipos ya descritos en la sección 1.4.1.1.2

Se utilizarán por tanto los equipos convertidores de señalización TSC100 y MUX100, para los cuales se analizará el dimensionamiento que será necesario disponer en la red de Guayaquil.

Se debe recordar que el equipo convertidor de señalización TSC100 dispone para su operación de los siguientes tipos de módulos: PSU400-4, CLK100-1, CPU y TSM100-3.

Por su parte el equipo MUX100 con capacidad de conversión de señalización dispone de los siguientes módulos: PSU401-1, DSP400-1, CPU, AGC400-2, TEL303-4 y EM100-1.

- *Dimensionamiento del convertidor de señalización TSC100*

Según se había calculado en la sección anterior, la red de Guayaquil requiere de 12 tarjetas ACM para manejar los canales troncales ADPCM, los mismos que deben pasar a través de los convertidores de señalización digitales tipo TSC100 para poder interconectarse con la central de tránsito.

El TSC utiliza un módulo de señalización TSM100-3 por agregado E1 y para su operación normal requiere disponer en su chasis de los módulos PSU400-4, CLK100-1 y CPU.

Por la importancia del tráfico que se concentrará en este equipo, se ha considerado proveer redundancia en los módulos PSU400-4, CLK100-1 y CPU.

Como se vio en la figura 1.13, cada equipo TSC100 puede alojar en su chasis estándar para bastidor de 19", dos módulos de fuente PSU400-4 en una configuración redundante, dos módulos CLK100-1 redundantes, dos módulos CPU redundantes y hasta 12 módulos de señalización TSM100-3.

De acuerdo con el número de enlaces E1 requeridos para los canales troncales ADPCM, el dimensionamiento de módulos del equipo TSC100 necesario disponer en Guayaquil incluyendo la capacidad de ampliación es el siguiente:

Chasis estándar (incluido ampliación):	**1**
Módulos PSU400-4 redundantes (incluido ampliación):	**2**
Módulos CLK100-1 redundantes (Incluido ampliación):	**2**
Módulos CPU redundantes (incluido ampliación):	**2**
Módulos TSM100-3 (incluido ampliación):	**12**

- *Dimensionamiento del convertidor de señalización MUX100*

Este equipo se utiliza para la conversión de señalización en los canales troncales CELP, los mismos que según los requerimientos del sistema se necesitan en la siguiente cantidad:

Canales troncales CELP:	41
Ampliación de canales troncales CELP:	8
Total canales troncales CELP:	49

Como el equipo MUX100 es un banco de canales con capacidad de conversión de señalización, entonces cada equipo MUX100 puede manejar hasta 30 canales, también hay que mencionar que cada módulo DSP maneja 15 canales, cada módulo AGC100-2 maneja un E1, cada módulo TEL303-4 maneja 5 canales y cada módulo EM100-1 maneja 5 canales.

En este caso no se considera redundancia de módulos, por lo tanto el requerimiento final para estos equipos es el siguiente:

Chasis estándar de 19":	**2**
Módulos PSU401-1:	**2**
Módulos DSP400-1:	**3 + 1 Ampliación**
Módulos CPU:	**2**
Módulos AGC100-2:	**2**
Módulos TEL303-4:	**9 + 1 Ampliación**
Módulos EM100-1:	**9 + 1 Ampliación**

A la entrada de los equipos MUX100 se tendrán conexiones analógicas a 6 hilos con los módulos CELP con señalización C5, y a la salida de los equipos MUX100 existirán enlace E1 hacia la central de tránsito con señalización R2.

2.2.1.1.3 Bancos de Canales

Estas unidades se utilizan para recibir los circuitos telefónicos de abonados remotos del tipo ADPCM, los mismos que vienen en formato E1 porque son entregados en Guayaquil Centro a través de tarjetas ACM, y entregarlos a la central local a nivel de abonado, es decir con una interfaz a 2 hilos.

Los bancos de canales son equipos MUX100 sin capacidad de conversión de señalización, por lo tanto no requieren de módulos DSP. Su salida en el lado analógico es a nivel de abonado (2 hilos), para interconectarse con la central local de Guayaquil Centro.

Como se indicó en la figura 1.15 el chasis puede tener dos módulos de agregado E1 del tipo AGC100-2, con lo cual podría manejar hasta 60 circuitos. Para entregar salidas a 2 hilos en el lado analógico, deben utilizarse los módulos TEL303-2, los mismos que puede manejar 5 circuitos.

Se requieren de 84 circuitos de abonados remotos ADPCM y una ampliación de 17 circuitos, que da un total de 101 circuitos remotos ADPCM, con lo cual el requerimiento de este equipo es el siguiente:

Chasis estándar de 19":	**2**
Módulo PSU401-1:	**2**
Módulo CPU:	**2**
Módulo AGC100-2:	**3 + 1 de Ampliación**
Módulo TEL303-2:	**17 + 4 de Ampliación**

2.2.1.1.4 Equipos Canceladores de Eco

Estas unidades se utilizan en todos los enlaces a nivel de E1, es decir tanto en los canales troncales ADPCM (12 E1´s incluido ampliación), como en los canales troncales CELP (2 E1´s incluido ampliación), así como en los circuitos de abonados remotos ADPCM (3 E1´s + 1 E1 de ampliación).

Se requiere por tanto disponer de canceladores de eco para un total de 18 enlaces E1 (incluyendo 1 E1 de ampliación).

Como se mencionó anteriormente, los canceladores de eco vienen en un chasis estándar de 19" con capacidad para 8 módulos, por lo que el requerimiento de estos equipos será:

Chasis estándar de 19":	**3**
Módulos canceladores de eco 256 PCM-30:	**17 + 1 de Ampliación**

2.2.1.1.5 Equipos Convertidores de 4 a 2 hilos

Estos equipos se utilizan para convertir los circuitos telefónicos remotos tipo CELP, que son entregados a 6 hilos (4 hilos + E&M), a circuitos telefónicos a 2 hilos, para interconectarse con la central local. Se utiliza un módulo convertidor de 4 a 2 hilos por canal CELP.

Se requiere una capacidad para 28 circuitos CELP, más una capacidad de ampliación de 6 circuitos CELP adicionales, lo cual da un total de 34 circuitos CELP.

Considerando que los convertidores vienen instalados en un chasis estándar de 19", con capacidad para 12 módulos, el requerimiento de estos equipos será:

Chasis estándar de 19":	**3**
Módulo convertidor 4w/2w modelo 6131B:	**28 + 6 de Ampliación**

2.2.1.2 Estación Terrena Maestra

La Estación Terrena Maestra de Guayaquil tiene una antena de 15.2 m. que cumple con el estándar A de INTELSAT, e incluye todos los equipos

necesarios para recibir la información del multiplexor TMS, proveniente de Guayaquil Centro, y entregarla a los diferentes modems satelitales, para que luego de los procesos respectivos se transmitan las portadoras satelitales SCPC (una por estación) hacia las diferentes estaciones remotas de la red DOMSAT de Guayaquil.

Los siguientes equipos forman parte de los diferentes subsistemas que incluye la Estación Terrena Maestra de Guayaquil:

- Multiplexor Digital Megamux TMS marca General DataComm Inc.
- Modems satelitales marca EF Data en configuración redundante 1:8, incluyendo conmutadores de redundancia marca EF Data.
- Convertidores de subida y bajada marca STS en configuración redundante 1:2.
- Amplificadores de potencia de 700 W tipo TWT marca Varian en configuración redundante 1:2 para las dos polaridades.
- Amplificadores de Bajo Ruido marca EF Data en configuración redundante 1:2 para las dos polaridades.
- Antena parabólica de 15.2 m. de diámetro marca VERTEX para la banda C.
- Sistema de Monitoreo y Control MCS.

En la figura 2.4 se tiene un diagrama general de bloques de la Estación Terrena de Guayaquil.

El contrato de ampliación del sistema DOMSAT incluyó dentro de la provisión de equipos, todo lo necesario para los subsistemas de antena, amplificadores de bajo ruido, amplificadores de potencia, convertidores de subida y bajada, también incluyó una provisión básica del equipamiento necesario para el subsistema de modems y conmutadores de redundancia, así como para el subsistema del multiplexor TMS.

En cuanto al sistema de monitoreo y control se realizó la provisión de todos los equipos necesarios, excepto los módulos de datos que son parte del multiplexor TMS.

Se debe indicar que dentro del contrato de ampliación del sistema DOMSAT, también se proporcionaron los equipos básicos necesarios para las nuevas estaciones adquiridas:

Las estaciones nuevas para PACIFICTEL S.A corresponden a Los Encuentros y Huamboya.

Las estaciones nuevas para ANDINATEL S.A. corresponden a Baeza, Nuevo Rocafuerte y Lorocachi.

Adicionalmente al equipo que se adquirió, como parte del contrato de ampliación y reubicación del sistema DOMSAT, se deben determinar los equipos que se necesitan transferir desde la Estación Terrena de Quito hacia la de Guayaquil, para que el sistema DOMSAT de Guayaquil funcione en forma adecuada y permita cubrir los requerimientos de la tabla 2.1, en las estaciones que le corresponden a PACIFICTEL S.A.

Los únicos subsistemas afectados en la estación Terrena Maestra de Guayaquil, por la división del sistema DOMSAT original, son el subsistema de banda base y el subsistema de modems y conmutadores de redundancia para los modems.

Por lo tanto, para definir el equipamiento que debe ser transferido desde Quito, se necesita realizar el análisis de la configuración y el dimensionamiento de los equipos del Multiplexor TMS y de los modems y conmutadores de redundancia en la Estación Terrena Maestra de Guayaquil.

En cuanto al sistema MCS, únicamente se mencionarán los módulos del multiplexor TMS que se requieren en Guayaquil.

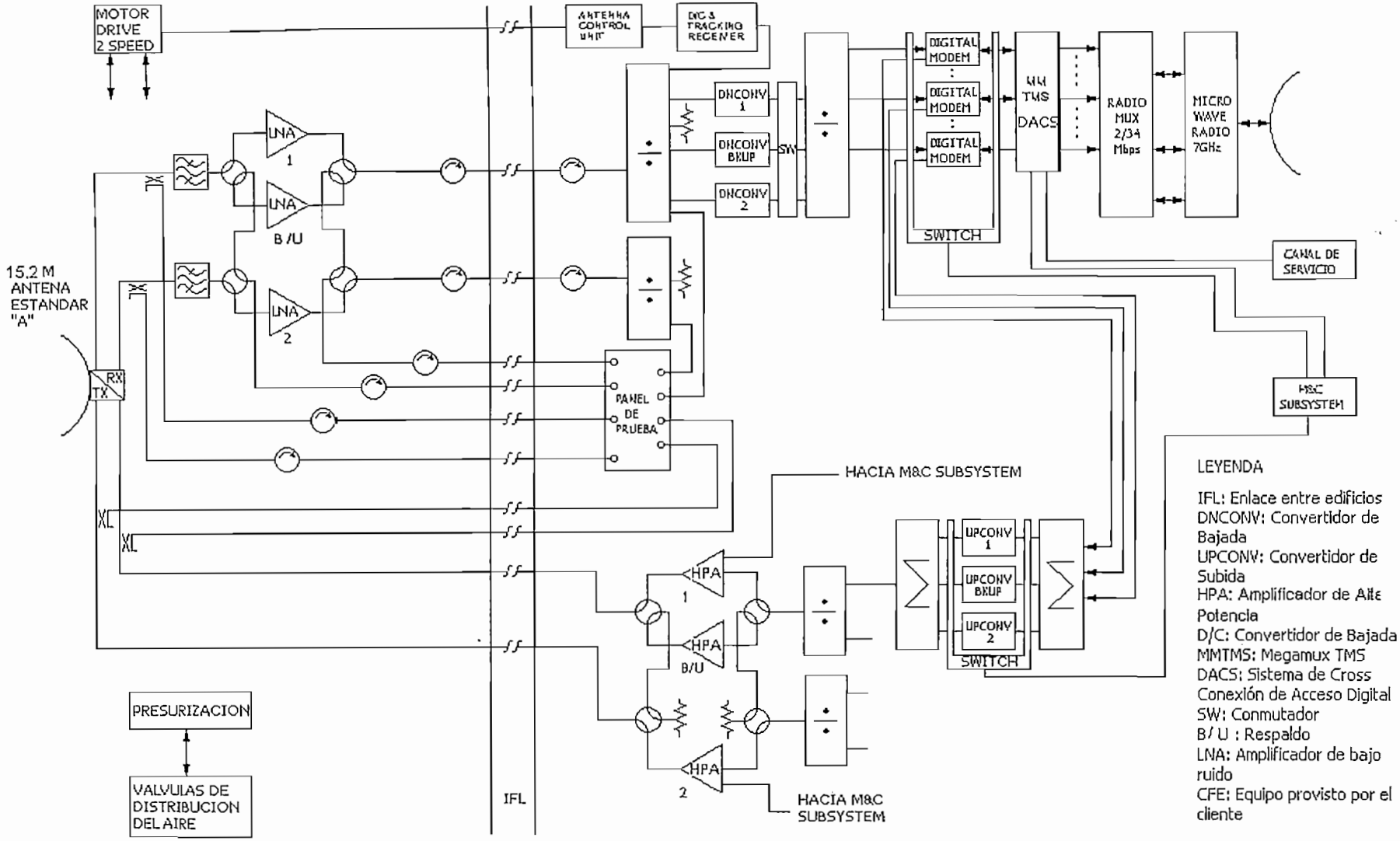


Figura 2.4 Diagrama general de bloques de la Estación Terrena de Guayaquil .

2.2.1.2.1 Multiplexor digital Megamux TMS

Este equipo es idéntico al de Quito, y cumple exactamente con la misma función, que ya fue descrita en la sección 1.4.1.2.1, además incluye el mismo tipo de módulos ACC, CDA, CIC, ACM, SCC, RCC, CELP, UDC V.35 y UDC RS232, por lo que únicamente se definirá el dimensionamiento del equipo y se presentará la configuración, para lo cual se utilizará como referencia la figura 2.5, que presenta la interconexión del multiplexor TMS en la Estación Terrena de Guayaquil.

- *Dimensionamiento del número de módulos de Control de Agregado para los enlaces con la estación de Guayaquil Centro (ACC-G704)*

  Según se calculó en la sección 2.2.1.1.1 se requiere 4 enlaces de agregado a nivel de E1 entre las dos estaciones, por lo que en el multiplexor de la Estación Terrena se requerirá la misma cantidad de módulos ACC-G704, pues estos módulos se corresponden uno a uno con los de Guayaquil Centro.

  También se debe recordar que para completar la capacidad de ampliación de canales, se requiere de un enlace adicional, esto representa un módulo adicional, por lo que el requerimiento final será:

  Total Módulos ACC-G704: **4+ 1 de Ampliación**

- *Dimensionamiento del número de módulos de Control de Agregado para los enlaces con las estaciones remotas tipo 4, 5 y 6 (ACC-V35)*

  Como se había mencionado anteriormente, la estación Terrena de Guayaquil se comunica con las estaciones remotas a través de enlaces SCPC, es decir que cada estación remota tiene un modem independiente.

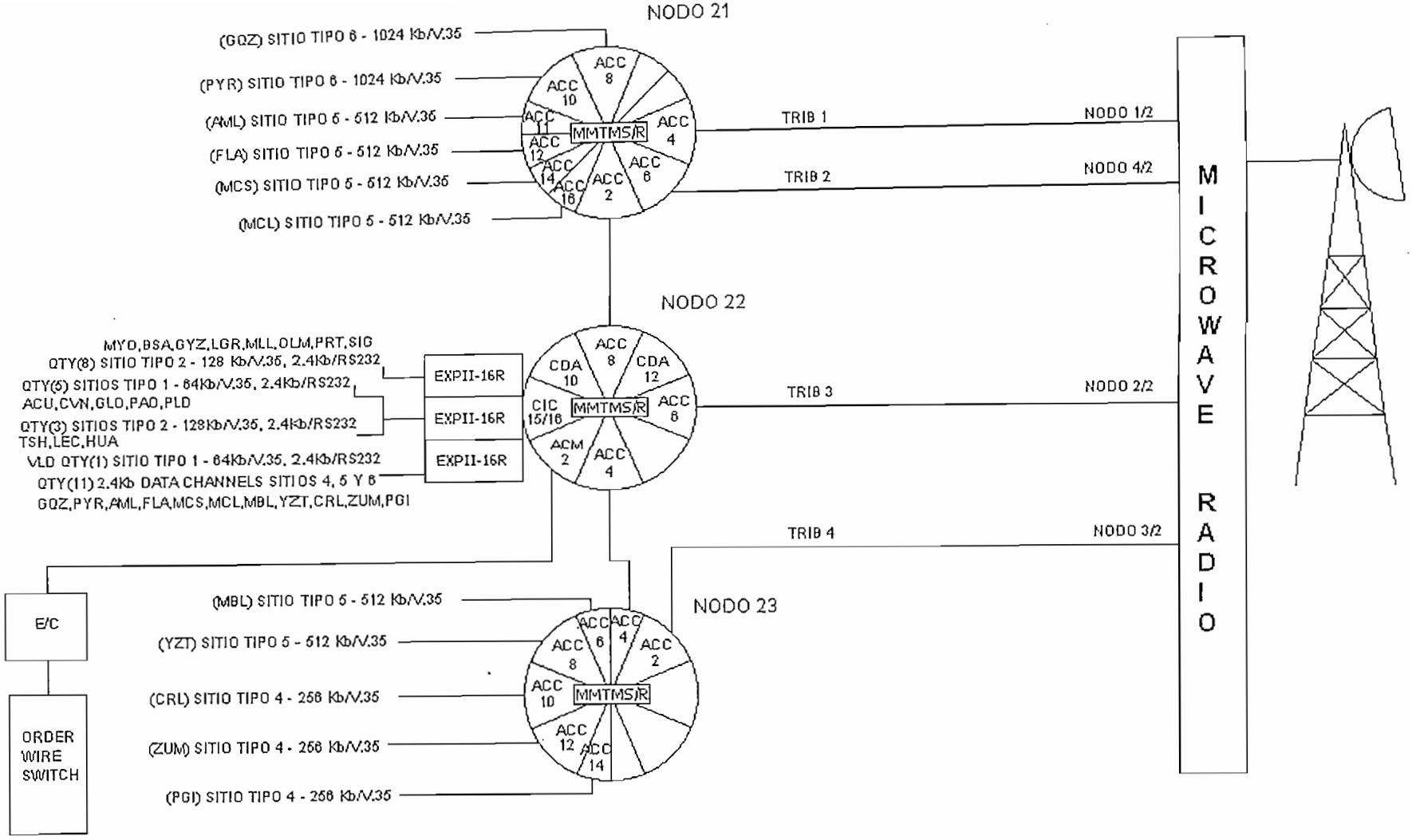


Figura 2.5 Interconexión del Multiplexor TMS en la Estación Terrena de Guayaquil.

Cada modem de las estaciones tipo 4, 5 y 6 se comunica con los módulos de agregado ACC-V.35 del multiplexor TMS, utilizando interfaces V.35, lo que permite tener velocidades variables según la capacidad de canales de cada estación.

En la tabla 2.2 se indican las velocidades de información entregadas por el multiplexor TMS al modem de cada estación remota.

Tabla 2.2 Velocidades de Información de las Estaciones DOMSAT

SISTEMA DOMSAT					
NUM	ESTACIÓN	SIGLA	TIPO	TOTAL CANALES	VELOCIDAD DE INFORMACIÓN Kbps
ESTACIONES ORIGINALES					
1	SAN PLÁCIDO	PLD	1	4	64
2	AYACUCHO	ACU	1	4	64
3	CONVENTO	CVN	1	4	64
4	GUALE	GLO	1	4	64
5	PAQUISHA	PAQ	1	4	64
6	VALLADOLID	VLD	1	4	64
7	BALSAS	BSA	2	8	128
8	OLMEDO	OLM	2	8	128
9	P.VILLAMIL	PRT	2	8	128
10	28 DE MAYO	MYO	2	8	128
11	GUAYZIMI	GYZ	2	8	128
12	LOGROÑO	LGR	2	8	128
13	MOLLETURO	MLL	2	8	128
14	SANTIAGO	SIG	2	8	128
15	TAISHA	TSH	2	8	128
16	EL PANGUI	PGI	4	16	256
17	SAN CARLOS	CRL	4	16	256
18	ZUMBA	ZUM	4	16	256
19	FLAVIO ALFARO	FLA	5	30	512
20	MACHALILLA	MCL	5	30	512
21	MARCABELÍ	MBL	5	30	512
22	AMALUZA	AML	5	30	512
23	MACAS	MCS	5	30	512
24	YANZATZA	YZT	5	30	512
25	GUALAQUIZA	GQZ	6	60	1024
26	PUERTO AYORA	PYR	6	60	1024
ESTACIONES NUEVAS					
27	HUAMBOYA	HUA	2	8	128
28	LOS ENCUENTROS	LEC	2	8	128
TOTAL				**460**	

Como se sabe los módulos ACC pueden configurarse como unidades no redundantes para manejar 63 canales, con lo que se podría tener otro módulo no redundante compartiendo la ranura adyacente.

Según la tabla 2.2, se ve que las estaciones más grandes requieren 60 canales, entonces se puede utilizar módulos ACC-V35 no redundantes en ranuras adyacentes. El total de módulos sería:

Total módulos ACC-V35 no redundantes:	**11**

Dimensionamiento del número de módulos de Agregado Digital Combinado para los enlaces con las estaciones remotas tipo 1 y 2 (CDA-E1)

Con el módulo CDA se pueden transportar, a través de los enlaces satelitales, subagregados de Nx64 Kbps, los mismos que se encuentran conteniendo canales de velocidades inferiores, para llevar los circuitos telefónicos remotos a las estaciones tipo 1 y tipo 2.

El módulo CDA tiene una interfaz E1, por lo que dispone de 30 subagregados de 64 Kbps, adicionalmente se sabe que puede manejar 254 canales al estar configurado como no redundante y con la ranura adyacente libre.

Se ve que no existe problema con el manejo del número de canales que requieren las estaciones remotas, pues solamente llega a 129 incluidos los canales de M&C; sin embargo se requieren los siguientes subagregados de 64 Kbps:

Subagregados de 64 Kbps para estaciones tipo 1:	6
Subagregados de 2x64 Kbps para estaciones tipo 2:	11
Total subagregados de 64 Kbps:	28

Si se considera que el sistema debe tener una capacidad de ampliación del 20%, esto indica que se debería tener al menos la posibilidad de transportar 6 subagregados adicionales.

En total se requiere poder transportar 34 subagregados de 64 Kbps, por lo tanto el número de módulos CDA necesarios será de:

Total Módulos CDA-E1: **1 + 1 de Ampliación**

- *Dimensionamiento del número de módulos de datos UDC-V35 para los enlaces con las estaciones remotas tipo 1 y 2*

Para obtener los datos de los subagregados Nx64 Kbps, que fueron ensamblados por la tarjeta CDA y que llevan el tráfico de voz y datos hacia las estaciones remotas tipo 1 y 2, se utilizan los módulos UDC con interfaz V.35, los mismos que se conectan directamente a los Modems satelitales.

Se requiere de un módulo UDC-V35 por cada estación, por lo que se requiere de los siguientes módulos:

Total Módulos UDC-V35 para estaciones tipo 1 y 2: **17**

- *Dimensionamiento del número de módulos de datos UDC-RS232 para los canales de M&C*

Se debe considerar que el sistema MCS de Guayaquil es similar al de la red de Quito, el mismo que se describió en la sección 1.4.1.2.3

Todas las estaciones remotas de la red tienen un canal de monitoreo y control que se conecta en la estación Terrena de Guayaquil con los equipos PCSCP que recogen la información de monitoreo y control para entregarla al sistema MCS, según se vio en la figura 1.18.

Cada canal de monitoreo y control es del tipo RS232, por lo que se requiere un módulo UDC-RS232 por estación, el total de módulos necesarios será:

Total Módulos de datos UDC-RS232: **28**

- *Dimensionamiento del número de Gabinetes de Expansión*

Tanto los módulos UDC-V35 como los módulos UDC-RS232 van instalados en el Gabinete de Expansión del nodo TMS y en una cantidad de 16 módulos por Gabinete, por lo que la cantidad de gabinetes requerida será de:

Total Gabinetes de Expansión: **3**

- *Dimensionamiento del número de Módulos de Expansión (EXP)*

Como cada gabinete de Expansión utiliza uno o dos módulos EXP, el requerimiento para tener módulos redundantes sería:

Total módulos EXP (redundantes): **6**

- *Dimensionamiento del número de módulos de Interfaz de Canal (CIC)*

Se sabe que el módulo CIC puede manejar hasta 64 circuitos y cuatro gabinetes de expansión, por lo tanto únicamente se requeriría de un módulo.

Considerando la cantidad de canales que estarían pasando por el módulo CIC, se considera adecuado poner unidades redundantes:

Total módulos CIC (redundantes): **2**

- *Dimensionamiento del número de nodos TMS*

Para establecer el número de nodos TMS que se deben disponer en la Estación Terrena de Guayaquil, se debe analizar primeramente el número de ranuras que se requieren, lo cual se realiza en base al dimensionamiento realizado para cada módulo.

También se debe considerar que los módulos ACC-G704 requieren de dos ranuras, porque estarán configurados como no redundantes con capacidad de 126 canales; por otro lado los módulos CIC también requieren dos ranuras.

En cuanto al módulo ACM, que fue proporcionado para el sistema del canal de servicio, se tomarán las mismas consideraciones que se tomaron en el diseño de Guayaquil Centro en cuanto a la temperatura y humedad del sitio donde se ubicarán los equipos DOMSAT, y al consumo de potencia que requiere este módulo, por lo que se considerarán dos ranuras para el módulo ACM.

Con estas consideraciones, el número total de ranuras necesarias es de:

Ranuras módulo ACM de canal de servicio:	2
Ranuras módulos CIC:	2
Ranuras módulos ACC-G704 (incluido ampliación):	10
Ranuras módulos ACC.V35 estaciones tipo 4,5 y 6:	11
Ranuras módulos CDA est. tipo 1 y 2 (incl. ampliación):	4
Total ranuras requeridas:	29

Aparentemente se podrían usar dos nodos, pero si se considera que para unir dos nodos se necesita un enlace de agregado con dos módulos ACC V-35, que ocuparán 4 ranuras, se ve que el total de

ranuras necesarias sube a 33, por lo tanto se requiere un nodo adicional:

Total de nodos TMS (incluye ampliación): **3**

- *Dimensionamiento del número de módulos de Control de Agregado para los enlaces internodales (ACC-V.35)*

Como se vio anteriormente, se requieren tres nodos TMS y cada uno de ellos debe estar interconectado con el nodo adyacente a través de enlaces de agregado con interfaz V.35.

Para interconectar tres nodos se requieren dos enlaces internodales, cada enlace utiliza un par de módulos de agregado, por lo que el requerimiento será:

Total Módulos ACC-V35: **4**

2.2.1.2.2 Modems satelitales y conmutadores de redundancia

Los modems satelitales reciben los flujos de datos provenientes del multiplexor TMS, a través de interfaces V.35 y con velocidades variables entre 64 Kbps y 1024 Kbps, según los datos de la tabla 2.2 para cada tipo de estación hacia la que se conectará.

Las características generales de los modems fueron ya descritas en la sección 1.4.1.2.2, por lo que únicamente se analizará el dimensionamiento requerido.

Se necesitan 28 modems, uno por cada estación, adicionalmente se utilizará redundancia 1 a 8, lo cual quiere decir que existe un modem de respaldo por cada 8 modems que están en línea, es decir 4 modems de respaldo.

Considerando que en cada bastidor se pueden tener 8 modems en línea y uno de respaldo, entonces para alojar los 28 modems se necesitan 4 bastidores; también se necesitarán 4 conmutadores de redundancia y 4 modems de respaldo.

En los conmutadores se requiere tener tarjetas V.35 para recibir los datos de los moduladores, las cuales también deberán ser trasladadas desde Quito.

El balance total del sistema de modems indica que se requiere:

Bastidores de Modems:	**4**
Conmutadores de redundancia:	**4**
Modems satelitales:	**32**
Módulos de interfaz V.35:	**28**

2.3 DATOS DE CONFIGURACIÓN DE LA RED DOMSAT DE GUAYAQUIL

En base al diseño elaborado para la estación de Guayaquil Centro y la Estación Terrena de Guayaquil se pueden elaborar los datos específicos de configuración de la red.

Los siguientes datos han sido obtenidos y elaborados en todos los elementos involucrados en la división de la red:

- Tipo, marca, modelo de equipo.
- Número de serie (cuando ha sido factible obtenerlo).
- Ubicación física.
- Cantidades necesarias.
- Números de cable y conexiones.

La siguiente información ha sido elaborada para resumir los datos mencionados y para complementar información relacionada con la red DOMSAT de Guayaquil:

- Plan de frecuencias.
- Plan de rutas.
- Diagramas de ubicación de los equipos.
- Diagramas de conexiones de los equipos.

2.3.1 PLAN DE FRECUENCIAS DE LA RED DOMSAT DE GUAYAQUIL

Dado que luego de la división de la red DOMSAT, tanto ANDINATEL S.A. como PACIFICTEL S.A. se encargarán independientemente de operar cada una de las nuevas redes satelitales, se ve la conveniencia técnica de separar también el espectro de frecuencia sobre el transpondedor N° 12 del satélite INTELSAT 310° Este.

Por este motivo se requiere un nuevo plan de frecuencias en el que se asignará la mitad inferior del transpondedor (36 MHz) a PACIFICTEL S.A., y la mitad superior del transpondedor a ANDINATEL S.A.; a continuación se describe la elaboración del nuevo plan de frecuencias en la sección que corresponde a PACIFICTEL S.A.

La frecuencia central del transpondedor 12 es 6050 MHz para el enlace de subida (*Uplink*) y de 3825 MHz para el enlace de bajada (*Downlink*), por lo que el espectro de frecuencias asignado a PACIFICTEL S.A. en la mitad inferior será:

Espectro de Frecuencias de PACIFICTEL:

Uplink: 6014 MHz a 6050 MHz

Downlink: 3789 MHz a 3825 MHz

Para elaborar el plan de frecuencias se debe considerar que INTELSAT establece que las frecuencias de las portadoras IDR con una velocidad de información menor a 10 Mbps están asignadas a intervalos de 22.5 KHz, de acuerdo con el siguiente algoritmo para el rango de frecuencia del transpondedor 12[4]:

$$6014.0000 + n(0.0225) \text{ MHz} \qquad \text{Ecuación 2.1}$$

Donde:

$0 < n < 3200$

Adicionalmente INTELSAT establece que el ancho de banda ocupado y el ancho de banda asignado se calculan de la siguiente manera:

$$BWoc = Vt * 0.6 \qquad \text{Ecuación 2.2}$$

$BWal = Vt * 0.7$ (en múltiplos impares de 22.5 KHz) Ecuación 2.3

Donde:

BWoc : Ancho de Banda Ocupado
BWal : Ancho de Banda Asignado
Vt : Velocidad de transmisión

Utilizando las fórmulas que fueron definidas en la sección 1.3.5.2.3 para Vt y considerando que se utilizará un factor de codificación FEC de ¾, se tiene la tabla 2.3 donde se ha calculado el ancho de banda ocupado y el ancho de banda asignado para cada tipo de estación.

[4] INTELSAT; Guía de Explotación del Sistema de Satélites SSOG 308 QPSK/FDMA: Procedimientos para el ajuste de Portadoras IDR; 1996; Washington; Anexo 8

Es importante aclarar que INTELSAT establece para las portadoras IDR un determinado valor para los bits de cabecera, sin embargo dichas consideraciones son aplicables cuando se habla de portadoras IDR internacionales (RED ABIERTA).

El caso de la red DOMSAT es diferente, porque es una red Doméstica y utiliza equipos moduladores para "RED CERRADA", en los que no se adicionan bits de cabecera.

Tabla 2.3 Anchos de Banda Ocupado y Asignado

ESTACIÓN TIPO	*Vi* Kbps	*OH* Bps	*Vc* Kbps	*Vt* Kbps	*BWoc* KHz	*Bwal* KHz
TIPO 1	64	0	64	85.33	51.2	67.5
TIPO 2	128	0	128	170.67	102.4	157.5
TIPO 4	256	0	256	341.33	204.8	247.5
TIPO 5	512	0	512	682.67	409.6	517.5
TIPO 6	1024	0	1024	1365.33	819.2	967.5

Utilizando entonces los valores del ancho de banda asignado que se indican en la tabla 2.3 y la ecuación 2.1, se ha elaborado el nuevo plan de frecuencias para la red DOMSAT de Guayaquil, el mismo que se presenta en las tablas 2.4 y 2.5.

Como el sistema funciona con portadoras del tipo SCPC, se tiene dos portadoras por estación: las portadoras que transmite la estación terrena maestra de Guayaquil hacia las estaciones remotas (tabla 2.4); y las portadoras que transmiten cada una de las estaciones remotas hacia la estación maestra de Guayaquil (tabla 2.5).

Para la elaboración del plan de frecuencias se han tomado las siguientes consideraciones:

- En la parte inicial del transpondedor se ha considerado la ubicación de las portadoras que son transmitidas por la estación maestra de Guayaquil, ya que la respuesta del transpondedor es menos lineal en sus extremos, y las portadoras de la estación maestra tiene un mayor nivel con respecto al ruido.
- Se ha considerado ubicar a las portadoras de mayor ancho de banda al inicio del transpondedor, porque podrían existir portadoras de gran tamaño en el extremo final del transpondedor anterior, que podrían producir variaciones en el piso de ruido al inicio del transpondedor de la red DOMSAT.
- Tanto en la región correspondiente a las portadoras de la estación maestra como en la región correspondiente a las portadoras de las estaciones remotas, se ha considerado que las portadoras estén ordenadas de acuerdo con el tipo de estación, empezando por la de mayor ancho de banda asignado.
- Tomando en cuenta que el sistema debe contar con la facilidad de ampliación, se ha considerado reservar 4 MHz de ancho de banda tanto para las portadoras de la estación maestra como para las portadoras de las estaciones remotas.
- Al final de la sección correspondiente a PACIFICTEL S.A., se ha reservado el ancho de banda suficiente para que se ubiquen las portadoras internacionales que PACIFICTEL S.A. decida poner en operación.
- La figura 2.6 muestra de qué manera estaría ocupado el espectro de frecuencias de la sección del transpondedor correspondiente a PACIFICTEL S.A.

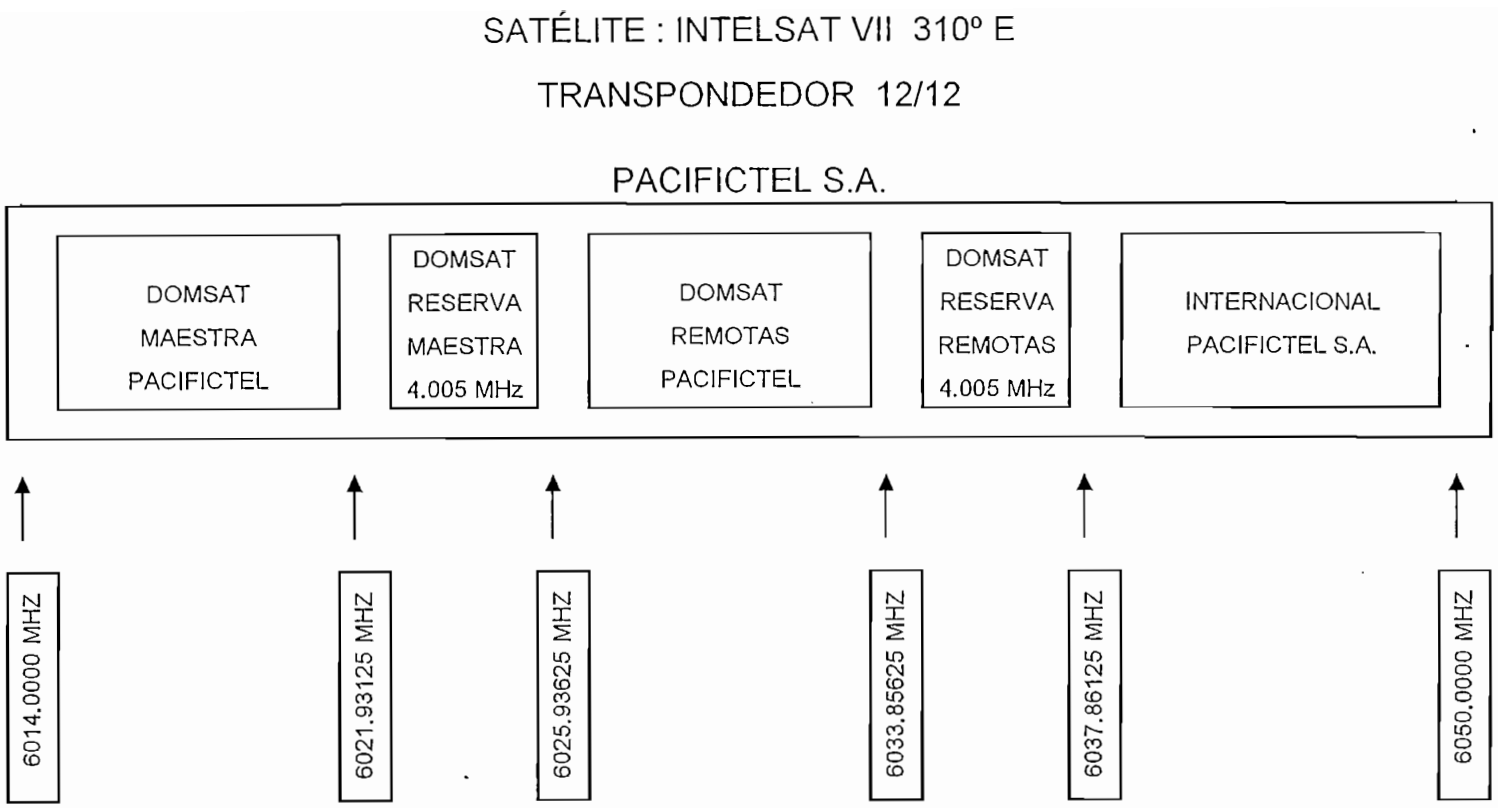


Figura 2.6 Ocupación del Espectro de Frecuencias de la sección del transpondedor correspondiente a PACIFICTEL S.A.

Tabla 2.4 Plan de Frecuencias de la red DOMSAT de Guayaquil - Transmisión de la Estación Terrena Maestra.

	ESTACIÓN TRANSMISORA		ESTACIÓN RECEPTORA	ESTACIÓN TIPO	BW MHZ	FRECUENCIA CENTRAL DE TX (RF)	NÚMERO DE PORTADORAS	Eb/No dB	FRECUENCIA CENTRAL DE RX (RF)	FRECUENCIA CENTRAL DE TX (IF)
1	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	GQZ-01F1	6	0.9675	6014.4950	1	9.7	3789.495000	104.4950
2	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	PYR-01F2	6	0.9675	6015.4625	1	9.7	3790.462500	105.4625
3	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	AML-01F1	5	0.5175	6016.2050	1	9.7	3791.205000	106.2050
4	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	FLA-01F1	5	0.5175	6016.7225	1	9.7	3791.722500	106.7225
5	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	MCS-01F2	5	0.5175	6017.2400	1	9.7	3792.240000	107.2400
6	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	MCL-01F1	5	0.5175	6017.7575	1	9.7	3792.757500	107.7575
7	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	MBL-01F1	5	0.5175	6018.2750	1	9.7	3793.275000	108.2750
8	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	YZT-01F1	5	0.5175	6018.7925	1	9.7	3793.792500	108.7925
9	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	CRL-01F1	4	0.2475	6019.1750	1	9.7	3794.175000	109.1750
10	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	ZUM-01F1	4	0.2475	6019.4225	1	9.7	3794.422500	109.4225
11	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	PGI-01F1	4	0.2475	6019.6700	1	9.7	3794.670000	109.6700
12	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	MY0-01F1	2	0.1575	6019.8725	1	9.7	3794.872500	109.8725
13	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	BSA-01F1	2	0.1575	6020.0300	1	9.7	3795.030000	110.0300
14	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	GYZ-01F1	2	0.1575	6020.1875	1	9.7	3795.187500	110.1875
15	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	LGR-01F1	2	0.1575	6020.3450	1	9.7	3795.345000	110.3450
16	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	MLL-01F1	2	0.1575	6020.5025	1	9.7	3795.502500	110.5025
17	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	OLM-01F1	2	0.1575	6020.6600	1	9.7	3795.660000	110.6600
18	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	PRT-01F1	2	0.1575	6020.8175	1	9.7	3795.817500	110.8175
19	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	SIG-01F1	2	0.1575	6020.9750	1	9.7	3795.975000	110.9750
20	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	TSH-01F1	2	0.1575	6021.1325	1	9.7	3796.132500	111.1325
21	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	LEC-01F1	2	0.1575	6021.2900	1	9.7	3796.290000	111.2900
22	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	HUA-01F1	2	0.1575	6021.4475	1	9.7	3796.447500	111.4475
23	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	ACU-01F1	1	0.0675	6021.5600	1	9.7	3796.560000	111.5600
24	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	CVN-01F1	1	0.0675	6021.6275	1	9.7	3796.627500	111.6275
25	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	GLO-01F1	1	0.0675	6021.6950	1	9.7	3796.695000	111.6950
26	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	PAO-01F1	1	0.0675	6021.7625	1	9.7	3796.762500	111.7625
27	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	PLD-01F1	1	0.0675	6021.8300	1	9.7	3796.830000	111.8300
28	GUAYAQUIL 2	GUY-02A	VLD-01F1	1	0.0675	6021.8975	1	9.7	3796.897500	111.8975

Tabla 2.5 Plan de Frecuencias de la red DOMSAT de Guayaquil - Transmisión de las Estaciones Remotas.

	ESTACIÓN TRANSMISORA		ESTACIÓN TIPO	ESTACIÓN RECEPTORA	BW MHZ	FRECUENCIA CENTRAL DE TX (RF)	NÚMERO DE PORTADORAS	Eb/No dB	FRECUENCIA CENTRAL DE RX (RF)	FRECUENCIA CENTRAL DE TX (IF)
1	GUALAQUIZA	GQZ-01F1	6	GUY-02A	0.9675	6026.4200	1	9.7	3801.420000	116.4200
2	PUERTO AYORA	PYR-01F2	6	GUY-02A	0.9675	6027.3875	1	9.7	3802.387500	117.3875
3	AMALUZA	AML-01F1	5	GUY-02A	0.5175	6028.1300	1	9.7	3803.130000	118.1300
4	FLAVIO ALFARO	FLA-01F1	5	GUY-02A	0.5175	6028.6475	1	9.7	3803.647500	118.6475
5	MACAS	MCS-01F2	5	GUY-02A	0.5175	6029.1650	1	9.7	3804.165000	119.1650
6	MACHALILLA	MCL-01F1	5	GUY-02A	0.5175	6029.6825	1	9.7	3804.682500	119.6825
7	MARCABELÍ	MBL-01F1	5	GUY-02A	0.5175	6030.2000	1	9.7	3805.200000	120.2000
8	YANZATZA	YZT-01F1	5	GUY-02A	0.5175	6030.7175	1	9.7	3805.717500	120.7175
9	SAN CARLOS	CRL-01F1	4	GUY-02A	0.2475	6031.1000	1	9.7	3806.100000	121.1000
10	ZUMBA	ZUM-01F1	4	GUY-02A	0.2475	6031.3475	1	9.7	3806.347500	121.3475
11	EL PANGUI	PGI-01F1	4	GUY-02A	0.2475	6031.5950	1	9.7	3806.595000	121.5950
12	28 DE MAYO	MY0-01F1	2	GUY-02A	0.1575	6031.7975	1	9.7	3806.797500	121.7975
13	BALSAS	BSA-01F1	2	GUY-02A	0.1575	6031.9550	1	9.7	3806.955000	121.9550
14	GUAYZIMI	GYZ-01F1	2	GUY-02A	0.1575	6032.1125	1	9.7	3807.112500	122.1125
15	LOGROÑO	LGR-01F1	2	GUY-02A	0.1575	6032.2700	1	9.7	3807.270000	122.2700
16	MOLLETURO	MLL-01F1	2	GUY-02A	0.1575	6032.4275	1	9.7	3807.427500	122.4275
17	OLMEDO	OLM-01F1	2	GUY-02A	0.1575	6032.5850	1	9.7	3807.585000	122.5850
18	PUERTO VILLAMIL	PRT-01F1	2	GUY-02A	0.1575	6032.7425	1	9.7	3807.742500	122.7425
19	SANTIAGO	SIG-01F1	2	GUY-02A	0.1575	6032.9000	1	9.7	3807.900000	122.9000
20	TAISHA	TSH-01F1	2	GUY-02A	0.1575	6033.0575	1	9.7	3808.057500	123.0575
21	LOS ENCUENTROS	LEC-01F1	2	GUY-02A	0.1575	6033.2150	1	9.7	3808.215000	123.2150
22	HUAMBOYA	HUA-01F1	2	GUY-02A	0.1575	6033.3725	1	9.7	3808.372500	123.3725
23	AYACUCHO	ACU-01F1	1	GUY-02A	0.0675	6033.4850	1	9.7	3808.485000	123.4850
24	CONVENTO	CVN-01F1	1	GUY-02A	0.0675	6033.5525	1	9.7	3808.552500	123.5525
25	GUALE	GLO-01F1	1	GUY-02A	0.0675	6033.6200	1	9.7	3808.620000	123.6200
26	PAQUISHA	PAO-01F1	1	GUY-02A	0.0675	6033.6875	1	9.7	3808.687500	123.6875
27	SAN PLÁCIDO	PLD-01F1	1	GUY-02A	0.0675	6033.7550	1	9.7	3808.755000	123.7550
28	VALLADOLID	VLD-01F1	1	GUY-02A	0.0675	6033.8225	1	9.7	3808.822500	123.8225

2.3.2 PLAN DE RUTAS DE LA RED DOMSAT DE GUAYAQUIL

El Plan de rutas permite definir los puntos de entrada y salida de cada uno de los circuitos que se deben configurar en la red a nivel del multiplexor TMS, de tal manera que resulte fácil, en caso de algún problema, el realizar trabajos de monitoreo y detección de fallas.

Se ha elaborado el plan de rutas de tal manera que exista el menor número posible de pasos por nodos intermedios, entre la entrada de los circuitos a nivel de las tarjetas ACM en Guayaquil Centro, y la salida de los mismos hacia los modems satelitales en la Estación Terrena.

Adicionalmente se ha tratado de mantener la mayor similitud posible con la red Original de Quito, para reducir al mínimo la necesidad de realizar cambios en el controlador del multiplexor TMS, al utilizar como plantilla de configuración la que se dispone en Quito.

Por otro lado, se ha tratado de mantener el mismo orden que tienen las estaciones en el plan de frecuencias, para facilitar las labores de monitoreo y pruebas, a realizarse durante el proceso de transferencia de las estaciones.

Se ha mantenido el nodo 2 en Guayaquil Centro como nodo de entrada de los circuitos de abonados remotos, provenientes de la central local, y el nodo 22 en la Estación Terrena de Guayaquil, como nodo de salida de estos circuitos hacia las estaciones remotas, a través de los modems satelitales; el nodo 22 es también el punto de reunión de los canales de datos para el sistema de Monitoreo y Control de todas las estaciones.

Por su parte los nodos 1, 3 y 4 llevan los canales troncales hacia las diferentes estaciones que cuentan con una central telefónica remota, y lo hacen a través de los nodos 21 y 23 en la estación Terrena.

La tabla 2.6 presenta el plan de enrutamiento de canales de la red DOMSAT de Guayaquil.

A fin de entender el contenido de la tabla 2.6, a continuación se analiza como ejemplo el caso de las estaciones con central telefónica, tomando los datos de la estación Gualaquiza y como ejemplo del caso de las estaciones con abonados remotos, se analizan los datos de la estación 28 de Mayo.

CASO A: Estación con central telefónica (Gualaquiza)

En la tabla 2.6 se puede ver en la sección correspondiente a la estación remota, el nombre del nodo remoto, que básicamente es el nombre de la estación remota, en este caso Gualaquiza; el *Address* de ese nodo es 66 y es un nodo tipo TMS, esto quiere decir que tiene instalado un multiplexor TMS.

Los canales 1 al 30 de la ACM de la ranura 6 de Gualaquiza terminan en la estación Guayaquil Centro en el nodo llamado "NODE 1" (*Address* 1) en los canales 1 al 30 de la ACM de la ranura 6 y son del tipo ADPCM.

Los canales 1 al 25 de la ACM de la ranura 8 de Gualaquiza terminan en los canales 1 al 25 de la ACM de la ranura 8 del mismo NODE 1, siendo también del tipo ADPCM.

El canal 26 de la ACM de la ranura 8 de Gualaquiza en cambio termina en el nodo llamado "NODE 22" en la Estación Terrena de Guayaquil que tiene el *Address* 22, en el canal 1 de la ACM ubicada en la ranura 2 y es un canal del tipo *Order Wire*, es decir un canal de servicio.

Los canales del 3 al 6 del gabinete de expansión de Gualaquiza, se conectan a través de la CIC de la ranura 15 con los canales 33 a 36 del gabinete de expansión del NODE 2 (*Address* 2) de Guayaquil Centro, a través de la CIC de la ranura 15 y son canales del tipo CELP.

Por último el canal 2 del gabinete de expansión de Gualaquiza se conecta a través de la CIC de la ranura 15 con el canal 33 del gabinete de expansión del NODE 22 de la Estación Terrena de Guayaquil, a través de la CIC de la ranura 15, siendo un canal del tipo M&C, es decir para monitoreo y control.

CASO B : Estación con abonados remotos (28 de Mayo)

En este caso el nodo de la estación remota se denomina 28 de Mayo, tiene el *Address* F0103 y es un nodo del tipo OCM (*Office Communications Manager*) que es un tipo de multiplexor de menor capacidad, pero totalmente compatible con el multiplexor TMS y que tiene la posibilidad de manejar los mismos tipos de canales que el multiplexor TMS, es decir que tiene módulos CELP y módulos ADPCM.

En este caso el OCM tiene módulos individuales por canal, tanto para los canales del tipo CELP como para los canales del tipo ADPCM, o incluso para los canales de datos RS232.

Los canales 5 al 10 del OCM de 28 de Mayo terminan en el NODE 2 (*Address* 2) en los canales 19 al 24 de la ACM de la ranura 8 de Guayaquil Centro y son canales del tipo ADPCM.

Los canales 11 y 12 del OCM de 28 de Mayo terminan en los canales 7 y 8 del gabinete de expansión del NODE 2 de Guayaquil Centro a través de la CIC de la ranura 15 y son canales del tipo CELP.

Por último el canal 4 del OCM de 28 de Mayo termina en el canal 2 del gabinete de expansión del NODE 22 de la Estación Terrena de Guayaquil, a través de la CIC de la ranura 15, siendo un canal del tipo M&C, es decir para monitoreo y control.

Tabla 2.6 Plan de Enrutamiento de la red DOMSAT de Guayaquil - 1 de 4.

	ESTACIÓN REMOTA						ESTACIÓN TERRENA					GUAYAQUIL CENTRO					
	IDENTIFICACIÓN			CANALES			IDENTIFICACIÓN		CANALES			IDENTIFICACIÓN		CANALES			
NUM	NODO	ADDR	TIPO	ACM	CIC	CANALES	NODO	ADDR	ACM	CIC	CANALES	NODO	ADDR	ACM	CIC	CANALES	TIPO
1	Gualaquiza	66	TMS	6		1-30						NODE 1	1	6		1-30	ADPCM
				8		1-25								8		1-25	ADPCM
				8		26	NODE 22	22	2		1						O/W
					15	3-6						NODE 2	2		15	33-36	CELP
					15	2	NODE 22	22		15	33						M&C
2	Puerto Ayora	72	TMS	6		1-30						NODE 1	1	10		1-30	ADPCM
				8		1-25								12		1-25	ADPCM
				8		26	NODE 22	22	2		2						O/W
					15	3-6						NODE 2	2		15	37-40	CELP
					15	2	NODE 22	22		15	34						M&C
3	Amaluza	62	TMS	6		1-25						NODE 1	1	14		1-25	ADPCM
				6		26	NODE 22	22	2		3						O/W
					15	3-6						NODE 2	2		15	41-44	CELP
					15	2	NODE 22			15	35						M&C
4	Flavio Alfaro	63	TMS	6		1-25						NODE 4	4	6		1-25	ADPCM
				6		26	NODE 22	22	2		4						O/W
					15	3-6						NODE 2	2		15	45-48	CELP
					15	2	NODE 22			15	36						M&C
5	Macas	73	TMS	6		1-25						NODE 4	4	8		1-25	ADPCM
				6		26	NODE 22	22	2		5						O/W
					15	3-6						NODE 2	2		15	49-52	CELP
					15	2	NODE 22			15	37						M&C

Tabla 2.6 Plan de Enrutamiento de la red DOMSAT de Guayaquil - 2 de 4.

	ESTACIÓN REMOTA						ESTACIÓN TERRENA					GUAYAQUIL CENTRO					
	IDENTIFICACIÓN			CANALES			IDENTIFICACIÓN		CANALES			IDENTIFICACIÓN		CANALES			
NUM	NODO	ADDR	TIPO	ACM	CIC	CANALES	N0DO	ADDR	ACM	CIC	CANALES	NODO	ADDR	ACM	CIC	CANALES	TIPO
6	Machalilla	67	TMS	6		1-25						NODE 4	4	10		1-25	ADPCM
				6		26	NODE 22	22	2		6						O/W
					15	3-6						NODE 2	2		15	53-56	CELP
					15	2	NODE 22			15	38						M&C
7	Marcabelí	65	TMS	6		1-25						NODE 4	4	12		1-25	ADPCM
				6		26	NODE 22	22	2		7						O/W
					15	3-6						NODE 2	2		15	57-60	CELP
					15	2	NODE 22			15	39						M&C
8	Yanzatza	64	TMS	6		1-25						NODE 3	3	8		1-25	ADPCM
				6		26	NODE 22	22	2		8						O/W
					15	3-6						NODE 3	3		15	1-4	CELP
					15	2	NODE 22			15	40						M&C
9	San Carlos	43	TMS	6		1-13						NODE 3	3	10		1-13	ADPCM
					15	3-5						NODE 3	3		15	5-7	CELP
					15	2	NODE 22			15	41						M&C
10	Zumba	44	TMS	6		1-13						NODE 3	3	10		14-27	ADPCM
					15	3-5						NODE 3	3		15	8-10	CELP
					15	2	NODE 22			15	42						M&C
11	El Pangui	46	TMS	6		1-13						NODE 3	3	12		1-13	ADPCM
					15	3-5						NODE 3	3		15	11-13	CELP
					15	2	NODE 22			15	43						M&C

Tabla 2.6 Plan de Enrutamiento de la red DOMSAT de Guayaquil - 3 de 4.

	ESTACIÓN REMOTA				ESTACIÓN TERRENA					GUAYAQUIL CENTRO					
	IDENTIFICACIÓN			CANALES	IDENTIFICACIÓN	CANALES				IDENTIFICACIÓN	CANALES				
NUM	NODO	ADDR	TIPO		NODO	ADDR	ACM	CIC	CANALES	NODO	ADDR	ACM	CIC	CANALES	TIPO
12	Ayacucho	F0002	OCM	5-7						NODE2	2	8		1-3	ADPCM
				8									15	1	CELP
				4	NODE 22	22		15	24						M&C
13	Convento	F0003	OCM	5-7						NODE2	2	8		4-6	ADPCM
				8									15	2	CELP
				4	NODE 22	22		15	26						M&C
14	Guale	F0004	OCM	5-7						NODE2	2	8		7-9	ADPCM
				8									15	3	CELP
				4	NODE 22	22		15	28						M&C
15	Paquisha	F0005	OCM	5-7						NODE2	2	8		10-12	ADPCM
				8									15	4	CELP
				4	NODE 22	22		15	30						M&C
16	San Plácido	F0001	OCM	5-7						NODE2	2	8		13-15	ADPCM
				8									15	5	CELP
				4	NODE 22	22		15	32						M&C
17	Valladolid	F0006	OCM	5-7						NODE2	2	8		16-18	ADPCM
				8									15	6	CELP
				4	NODE 22	22		15	34						M&C
18	28 de Mayo	F0103	OCM	5-10						NODE2	2	8		19-24	ADPCM
				11-12									15	7-8	CELP
				4	NODE 22	22		15	2						M&C
19	Balsas	F0102	OCM	5-10						NODE2	2	8		25-30	ADPCM
				11-12									15	9-10	CELP
				4	NODE 22	22		15	4						M&C
20	Guayzimi	F0104	OCM	5-10						NODE2	2	10		1-6	ADPCM
				11-12									15	11-12	CELP
				4	NODE 22	22		15	6						M&C

Tabla 2.6 Plan de Enrutamiento de la red DOMSAT de Guayaquil - 4 de 4.

	ESTACIÓN REMOTA				ESTACIÓN TERRENA					GUAYAQUIL CENTRO					
	IDENTIFICACIÓN			CANALES	IDENTIFICACIÓN		CANALES			IDENTIFICACIÓN		CANALES			
NUM	NODO	ADDR	TIPO		N0DO	ADDR	ACM	CIC	CANALES	NODO	ADDR	ACM	CIC	CANALES	TIPO
21	Logroño	F0115	OCM	5-10						NODE2	2	10		7-12	ADPCM
				11-12									15	13-14	CELP
				4	NODE 22	22		15	8						M&C
22	Molleturo	F0114	OCM	5-10						NODE2	2	10		13-18	ADPCM
				11-12									15	15-16	CELP
				4	NODE 22	22		15	10						M&C
23	Olmedo	F0101	OCM	5-10						NODE2	2	10		19-24	ADPCM
				11-12									15	17-18	CELP
				4	NODE 22	22		15	12						M&C
24	Puerto Villamil	F0110	OCM	5-10						NODE2	2	10		25-30	ADPCM
				11-12									15	19-20	CELP
				4	NODE 22	22		15	14						M&C
25	Santiago	F0116	OCM	5-10						NODE2	2	12		1-6	ADPCM
				11-12									15	21-22	CELP
				4	NODE 22	22		15	16						M&C
26	Taisha	F0111	OCM	5-10						NODE2	2	12		7-12	ADPCM
				11-12									15	23-24	CELP
				4	NODE 22	22		15	18						M&C
27	Los Encuentros	F0018	OCM	5-10						NODE2	2	12		13-18	ADPCM
				11-12									15	25-26	CELP
				4	NODE 22	22		15	20						M&C
28	Huamboya	F0019	OCM	5-10						NODE2	2	12		19-24	ADPCM
				11-12									15	27-28	CELP
				4	NODE 22	22		15	22						M&C

2.3.3 DIAGRAMAS DE UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Los diagramas de ubicación de los equipos se han elaborado con la intención de tener conocimiento exacto de la ubicación que tendrán cada uno de los diferentes componentes de la red de Guayaquil.

Los diagramas consideran únicamente a los subsistemas de banda base y de modems, que son los de interés para el desarrollo de este trabajo.

Han sido consideradas tanto las unidades que fueron adquiridas mediante el contrato de ampliación de la red DOMSAT, como aquellas unidades que requieren ser transferidas desde la red de Quito.

Los diagramas de ubicación permiten conocer el número de bastidor, la ubicación de las unidades dentro del mismo, la ubicación de los diferentes gabinetes, tanto a nivel del multiplexor como del resto de equipos como son: los convertidores de señalización, los bancos de canales, los canceladores de eco y los convertidores de 4 a 2 hilos.

Dentro de los gabinetes, también es posible determinar la ubicación de los diferentes módulos que pertenecen a cada uno de los equipos y en muchos casos, se incluye la información de las estaciones que reciben los canales que están pasando a través de esos módulos.

Los diagramas de ubicación de los equipos en Guayaquil Centro y en la Estación Terrena de Guayaquil se encuentran en la sección 1 del anexo E.

La figura E1.1 presenta la ubicación física de los bastidores de banda base en la estación Guayaquil Centro, y las figuras E1.2 a E1.5 presentan la distribución de equipos en cada uno de estos bastidores.

La figura E1.6 presenta la ubicación física de los bastidores de banda base de la Estación Terrena de Guayaquil y las figuras E1.7 y E1.8 presentan la distribución de equipos en estos bastidores.

Finalmente la figura E1.9 presenta la distribución física de los bastidores de modems de la Estación Terrena de Guayaquil, incluyendo tanto los modems de línea como los modems de respaldo y los conmutadores de redundancia para los modems.

2.3.4 DIAGRAMAS DE CONEXIONES DE LOS EQUIPOS

A fin de conocer la interconexión entre los equipos más importantes de los subsistemas de banda base, se presentan los diagramas de conexiones que incluyen información básica como el número de cable, el tipo de interfaz, el punto de conexión en cada extremo, etc.

Esta información permitirá evaluar adecuadamente los trabajos de interconexión previos, que deben llevarse a cabo antes de iniciar la transferencia de unidades de Quito a Guayaquil.

Estos diagramas también servirán para llevar a cabo pruebas de conectividad preliminares, utilizando las unidades existentes en la red de Guayaquil, que fueron proporcionadas como parte del contrato de ampliación, o utilizando unidades de repuesto, a fin de garantizar la operación adecuada de los equipos, antes de iniciar el movimiento de unidades.

Se debe aclarar que existe una gran cantidad de diagramas de conexiones elaborados como parte de la documentación técnica del proyecto de ampliación de la red DOMSAT de Guayaquil, sin embargo solamente se han considerado los diagramas de conexiones que son de interés para este trabajo, los mismos que se presentan en la sección 2 del anexo E.

2.4 DETERMINACIÓN DE LOS EQUIPOS MÍNIMOS NECESARIOS PARA LA RED DE GUAYAQUIL

En base al detalle de configuración de la red DOMSAT de Guayaquil, al análisis de dimensionamiento de los diferentes equipos que se llevó a cabo en la sección anterior, y al listado de los equipos que fueron adquiridos como parte del proyecto de ampliación de la red DOMSAT, se elaboró la tabla 2.7 en la que se determinan las cantidades mínimas de equipos que se requieren para completar la red de Guayaquil, los mismos que deberán ser trasladados desde la red DOMSAT original de Quito.

La tabla 2.7 presenta un detalle de las cantidades de unidades requeridas a nivel de banda base y del sistema de modems, a fin de garantizar la capacidad mínima del sistema para proveer los canales de voz y datos, que se deben distribuir en todas las estaciones de la red, incluyendo las estaciones nuevas del contrato de ampliación.

Se ha incluido también una columna con las cantidades de equipo necesarias para tener capacidad de ampliación en el sistema.

Por otro lado, también se tienen las cantidades de equipo existentes en Guayaquil, y que fueron adquiridas en el contrato de ampliación, diferenciando aquellas unidades que corresponden a estaciones de ANDINATEL S.A., y que por lo tanto no deben ser consideradas como parte de la red de Guayaquil.

Finalmente en esta tabla se determina la cantidad mínima de equipo requerido para completar la red de Guayaquil, equipo que deberá ser transferido desde la red de Quito. Esta cantidad de equipo es obtenida restando la cantidad existente en Guayaquil de la cantidad requerida para capacidad normal.

Tabla 2.7 Cantidad mínima de equipos necesarios para la red DOMSAT de Guayaquil.

EQUIPOS MÍNIMOS NECESARIOS PARA LA RED DE GUAYAQUIL							
ITEM	EQUIPO	MODELO	CANTIDAD REQUERIDA		CANTIDAD EXISTENTE		CANTIDAD NECESARIA
			NORMAL	AMPLIACIÓN	GUAYAQUIL	QUITO	
GUAYAQUIL CENTRO							
1	Módulo ACM	ACM-E1	15	1	10	-	5
2	Módulo CELP	CELP	69	14	34	9 (BAE,NRC,LRC)	35
3	Gabinete de Expansión	EXP SHELF	5	Incluida	2	-	3
4	Módulo EXP	EXP	10	Incluida	5	-	5
5	Módulo CIC	CIC	3	Incluida	1	-	2
6	Módulo Agregado E1 (Tributario E1)	ACC-G704	4	1	3	-	1
7	Módulo Agregado V.35 (Internodal)	ACC-V35	6	Incluida	6	-	-
8	Chasis TSC	TSC100	1	Incluida	2	-	-
9	Módulo PSU400.4	PSU400-4	2	Incluida	4	-	-
10	Módulo CLK100-1	CLK100-1	2	Incluida	4	-	-
11	Módulo CPU	CPU	2	Incluida	4	-	-
12	Módulo TSM100-3	TSM100-3	12	Incluida	20	-	-
13	Chasis MUX100 C/S	MUX100 C/S	2	Incluida	1	-	1
14	Módulo PSU401-1	PSU401-1	2	Incluida	1	-	1
15	Módulo DSP400-1	DSP400-1	3	1	2	-	1
16	Módulo CPU	CPU	2	Incluida	1	-	1
17	Módulo AGC100-2	AGC100-2	2	Incluida	1	-	1
18	Módulo TEL303-4	TEL303-4	9	1	3	2 (BAE, NRC)	6
19	Módulo EM100-1	EM100-1	9	1	3	2 (BAE, NRC)	6

ITEM	EQUIPO	MODELO	CANTIDAD REQUERIDA		CANTIDAD EXISTENTE		CANTIDAD NECESARIA
			NORMAL	AMPLIACIÓN	GUAYAQUIL	QUITO	
GUAYAQUIL CENTRO Cont...							
20	Chasis MUX100 B/C	MUC100 B/C	2	Incluida	-	-	2
21	Módulo PSU401-1	PSU401-1	2	Incluida	-	-	2
22	Módulo CPU	CPU	2	Incluida	-	-	2
23	Módulo AGC100-2	AGC100-2	3	1	1	-	2
24	Módulo TEL303-2	TEL303-2	17	4	8	-	9
25	Chasis E/C	E/C CH	3	Incluida	3	-	-
26	Módulos E/C	256 PCM30	17	1	11	1 (BAE)	6
27	Chasis Conv 4w/2w	4w/2w CH	3	Incluida	3	-	-
28	Módulo Conv. 4w/2w	6131B	28	6	26	-	2
ESTACIÓN TERRENA DE GUAYAQUIL							
29	Módulo Agregado E1 (tributario E1)	ACC-G704	4	1	3	-	1
30	Módulo Agregado V35 (Remotas)	ACC-V35	11	-	-	2 (NRC,BAE)	11
31	Módulo CDA	CDA	1	1	1	-	-
32	Módulo UDC-V35	UDC-V35	17	-	2	1 (LRC)	15
33	Módulo UDC-RS232	UDC-RS232	28	-	2	3 (NRC, BAE, LRC)	26
34	Gabinete de Expansión	EXP SHELF	3	-	3	-	-
35	Módulo EXP	EXP	6	incluida	6	-	-
36	Módulo CIC	CIC	2	Incluida	2	-	-
37	Módulo Agregado V35 (Internodal)	ACC-V35	4	Incluida	4	-	-
38	Bastidor de modems	MDM RACK	4	-	1	-	3
39	Modem Satelital	SDM308	32	-	3	3 (NRC, BAE, LRC)	29
40	Conmut. de Redundancia	SMS758	4	-	1	-	3
41	Módulo Interfaz V35	INTF V35	28	-	2	3 (NRC, BAE, LRC)	26

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA CONFIGURACIÓN FINAL DE LA RED DOMSAT DE QUITO

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE LA CONFIGURACIÓN FINAL DE LA RED DOMSAT DE QUITO

3.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se analiza la nueva configuración que tendrá la red DOMSAT de Quito, luego de realizar la división de la red Original y la transferencia de las estaciones que corresponden a la red de Guayaquil.

Al comienzo del capítulo se presentan varios tipos de consideraciones básicas que fueron tomadas en cuenta para el nuevo diseño de la red, como son: condiciones de tráfico existente, enrutamiento a nivel de circuitos y a nivel de agregados, el plan de frecuencia, el espacio físico, etc.

Luego se desarrolla la configuración final de la red DOMSAT de Quito, realizándose un análisis de la estación maestra (Quito Centro y Estación Terrena), ya que las modificaciones para la división en dos redes, se realizará únicamente a nivel del multiplexor TMS y del sistema de modems y conmutadores de redundancia.

Se proporcionarán luego los datos de configuración más importantes de la red, que permitirán realizar la selección de los equipos que están disponibles para el traslado hacia Guayaquil, tomando en consideración los elementos planteados al inicio del capítulo, sin olvidar que las dos redes deben contar con posibilidad de ampliación futura.

3.2 CONSIDERACIONES BÁSICAS

Es fundamental tener en cuenta varios aspectos importantes antes de decidir cuál es el equipamiento que será trasladado hacia la red de Guayaquil, y

peor aún, de iniciar con el movimiento de unidades; estos aspectos en forma general son los siguientes:

3.2.1 CONDICIONES DE TRÁFICO EXISTENTES

A nivel de tráfico se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones importantes:

- La red DOMSAT antes de empezar el proceso de transferencia, se encontraba en condiciones normales de operación, de acuerdo con la tabla del anexo D.4, en la que se puede notar que únicamente TRES estaciones se encontraban apagadas por decisión de PACIFICTEL S.A.; adicionalmente, se debe notar que por solicitud, en ese entonces de EMETEL, se puso en operación en junio de 1997, la estación remota de Nuevo Rocafuerte, perteneciente al proyecto de Ampliación del Sistema DOMSAT, la misma que entró a trabajar a través de la estación maestra de Quito.
- Es importante observar que las estaciones de mayor intensidad de tráfico son las estaciones tipo 7, porque tienen cada una 120 canales troncales, y que pertenecen todas a ANDINATEL S.A., por lo que el nuevo diseño debe minimizar los cambios de unidades relacionadas con tales estaciones, evitando cortes de tráfico innecesarios.
- En cuanto al tráfico de las estaciones que disponen de circuitos de abonados remotos, se puede decir que si bien es cierto que son numerosas estaciones, pero por otro lado la cantidad de circuitos por estación es pequeña, por lo que no se vuelve muy crítico el realizar cambios o modificaciones en los equipos relacionados con ellas; sin embargo, en la nueva configuración de la red de Quito, se ha mantenido en Quito Centro, prácticamente sin modificaciones la configuración de las estaciones que pertenecen a ANDINATEL S.A., inclusive las que cuentan con circuitos de abonados remotos (estaciones tipo 2).

3.2.2 CONSIDERACIONES DE ENRUTAMIENTO

A nivel de enrutamiento se deben realizar las siguientes consideraciones:

- Las rutas a nivel de circuitos del multiplexor TMS no se cambiarán, ya que no se modificarán los puntos de entrada de los circuitos en Quito Centro ni los puntos de salida en las estaciones remotas, ya que este tipo de configuración es largo y tedioso y se lo debe realizar de circuito en circuito.
- Las rutas a nivel de agregado se modificarán en la Estación Terrena de Quito, debido a que varios bastidores y modems serán trasladados a Guayaquil, por lo tanto los equipo que quedan de ANDINATEL S.A. se deben mover hacia nuevas posiciones, por lo que en la mayoría de casos se conectarán al multiplexor a través de módulos de agregado ubicados en diferentes nodos y ranuras y también utilizando otros cables.
- Las modificaciones de enrutamiento a nivel de agregado afectan el tráfico global que está pasando por ese agregado, sin embargo son sencillas y rápidas de realizar, por lo que la recuperación del tráfico es pronta.
- Las rutas de las estaciones de PACIFICTEL S.A. que vayan siendo trasladadas, se deberán eliminar de la configuración en el controlador del multiplexor TMS, para evitar la presencia de alarmas.
- El nuevo Plan de enrutamiento sigue un orden específico, en base al tipo de estación y manteniendo en lo posible el mismo orden que tienen las estaciones en el nuevo plan de Frecuencias, facilitando de esta manera la implementación y el monitoreo.
- Según lo que se tiene en el ítem 6 de la tabla 2.7, un enlace de agregado ACC-G704, entre la Estación Terrena y Quito Centro debe ser retirado para trasladarlo a Guayaquil, por lo que se verá afectado de alguna manera el enrutamiento de los circuitos. Se ha considerado que la mejor alternativa es retirar el enlace de agregado correspondiente al tributario 5, conectado en el nodo 4 y cambiar la

interconexión del enlace de agregado del tributario 6 que está conectado en el nodo 5 hacia el nodo 4; esto se debe a que el tributario 5 está manejando principalmente el tráfico de la estación Gualaquiza, que se trasladará a PACIFICTEL S.A.

3.2.3 CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN FÍSICA Y DE CONEXIONES

Dado que será necesario trasladar hacia Guayaquil, varios bastidores de modems completos, incluyendo los 26 modems en línea, que funcionan con las estaciones remotas de PACIFICTEL S.A., así como modems de respaldo, conmutadores de redundancia de modems, y varios otros equipos y módulos adicionales, es importante considerar que la ubicación física de muchos elementos de la red se verá afectada, razón por la cual se han tomado las siguientes consideraciones :

- Los bastidores de modems que serán retirados son los del extremo izquierdo, viendo desde el frente de los equipos, debido a que concentran la mayor cantidad de estaciones de PACIFICTEL S.A., y además la disposición de conexiones hacia estos bastidores, permite que las estaciones que se quedan en la red de Quito, puedan utilizar los cables de interconexión existentes, con sólo moverlos hacia el bastidor que se requiera.
- Cualquier crecimiento en la red podrá darse como primera opción en los bastidores que se quedan en Quito, porque existen algunas posiciones libres, a pesar de que ya se ha incluido a las nuevas estaciones de la ampliación del sistema DOMSAT. Adicionalmente se ha previsto que los bastidores tengan las conexiones completas, de acuerdo a su máxima capacidad, es decir de conectar hasta ocho modems en línea y uno de respaldo.
- Si existiera en algún momento la necesidad de crecer en el número de bastidores, se lo podrá hacer hacia el extremo izquierdo, donde se ha dejado el espacio disponible y se han recogido los cables de

interconexión de banda base, de alarmas, de monitoreo y control, así como de energía, para un futuro uso.

- A nivel del multiplexor TMS no se requiere trasladar bastidores, pero será necesario retirar gabinetes de expansión, así como varios módulos de canales de voz y módulos de agregado, por lo que los cambios se realizarán directamente sobre los equipos que han estado trabajando con estaciones de PACIFICTEL S.A., y tratando de no producir cambios importantes.
- En los equipos de Quito Centro no se realizarán cambios de conexiones, se mantendrá la capacidad del sistema completa, lo cual facilitará el crecimiento futuro de la red.
- La reestructuración de la red de Quito, permitirá ubicar la mayoría de unidades en un orden específico que tiene que ver con el tipo de estación, y su ubicación en el espectro de frecuencia.

3.3 CONFIGURACIÓN FINAL DE LA RED DOMSAT DE QUITO

La red DOMSAT de Quito mantendrá en esencia todas sus características y funcionalidad ya descritas en la sección 1.4, sin embargo a nivel de banda base se realizarán modificaciones en la configuración del equipo multiplexor TMS, así como en los equipos convertidores de señalización, bancos de canales, convertidores de 4 a 2 hilos y los canceladores de eco.

Por otra parte, también se realizarán modificaciones en el subsistema de modems y conmutadores de redundancia, para acoplarse a los nuevos requerimientos efecto de la división de la red.

La topología de la red sigue siendo tipo estrella con su nodo central en Quito, pero únicamente 21 estaciones terrenas remotas estarán interconectadas satelitalmente a la estación central, 18 de las cuales corresponden a la red

DOMSAT original y 3 estaciones son nuevas, adquiridas a través del contrato de ampliación.

En la figura 3.1 se presenta el diagrama de red del nuevo sistema DOMSAT de Quito, en el que se puede apreciar la distribución de canales de voz, de canales de datos y canales de servicio en la red.

A más de haberse retirado las estaciones que corresponden a la red de Guayaquil, se han incorporado las estaciones de Lorocachi, Nuevo Rocafuerte y Baeza, que corresponden al contrato de ampliación; estas nuevas estaciones corresponden a los tipos de estaciones remotas 2, 4 y 5, de acuerdo con lo que se define en el anexo C.

En la tabla 3.1 se encuentra el detalle de estaciones de la nueva red de Quito y los tipos y cantidades de canales con los que son servidos.

Como se ve en la tabla 3.1 la nueva red de Quito tiene un 40.8 % más de canales totales que la red de Guayaquil, lo cual deberá ser tomado en consideración para el dimensionamiento de esta nueva red.

Es interesante analizar la distribución de canales de acuerdo al tipo de servicio que se está proporcionando, encontrándose que la nueva red de Quito, cuenta con 578 canales troncales y 64 circuitos remotos, en comparación con los 340 troncales y 112 remotos con los que cuenta la red de Guayaquil; es decir que el tráfico a nivel de centrales en la red de Quito, cuenta con un 70 % más de capacidad, mientras que la red de Guayaquil tiene un 75 % más de capacidad de circuitos remotos.

La nueva red de Quito utilizará el segmento satelital correspondiente a la mitad superior del transpondedor 12 del satélite INTELSAT 709, localizado a 310° Este. Se transmitirán portadoras tipo IDR con acceso SCPC al satélite. Esta sección del transpondedor es compartida con portadoras internacionales y con portadoras de otros usuarios.

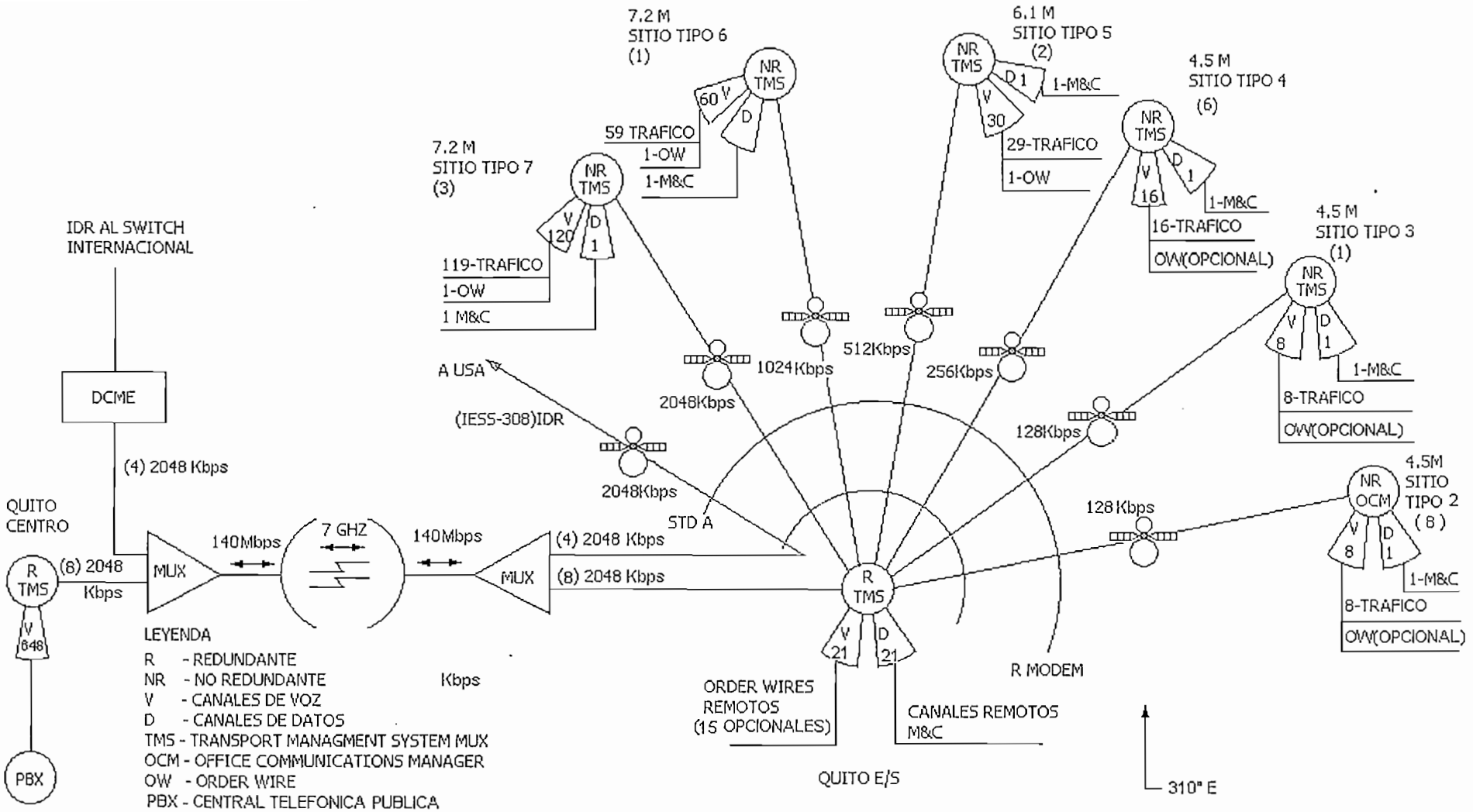


Figura 3.1 Diagrama de red del nuevo Sistema DOMSAT de Quito.

Tabla 3.1 Detalle de estaciones de la nueva red DOMSAT de Quito.

NUEVA RED DOMSAT DE QUITO										
NUM	ESTACIÓN	SIGLA	TIPO	CANALES DE VOZ						C. DATOS
				TRONCALES		REMOTOS		O/W	TOTAL CANALES	
				ADPCM	CELP	ADPCM	CELP			M&C
1	CASCALES	CLS	2			6	2		8	1
2	LA BONITA	LBT	2			6	2		8	1
3	LAS NAVES	NAV	2			6	2		8	1
4	S.J. TAMBO	TAM	2			6	2		8	1
5	PUTUMAYO	PUT	2			6	2		8	1
6	TIPUTINI	TIP	2			6	2		8	1
7	MONTALVO	MNT	2			6	2		8	1
8	MÓVIL	EQA	3	6	2				8	1
9	BORBÓN	BBN	4	13	3				16	1
10	ALLURIQUÍN	ALL	4	13	3				16	1
11	PALLATANGA	PLL	4	13	3				16	1
12	MALDONADO	MLO	4	13	3				16	1
13	ROCAFUERTE	RCA	4	13	3				16	1
14	SACHA	SCA	5	25	4			1	30	1
15	SHUSHUFINDI	SHU	6	55	4			1	60	1
16	LAGO AGRIO	LGO	7	109	10			1	120	1
17	COCA	COC	7	109	10			1	120	1
18	TENA	TNA	7	109	10			1	120	1
ESTACIONES NUEVAS										
19	LOROCACHI	LRC	2			6	2		8	1
20	NUEVO ROCAFUERTE	NRC	4	13	3				16	1
21	BAEZA	BAE	5	25	4			1	30	1
	TOTAL			516	62	48	16	6	648	21

A continuación se realiza el análisis y dimensionamiento de la nueva red de Quito en las secciones correspondientes a la Estación de Quito Centro y a la Estación Terrena de Quito.

3.3.1 DIMENSIONAMIENTO Y CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN QUITO CENTRO

Primeramente se debe considerar que el contrato de ampliación del sistema DOMSAT incluyó equipamiento para la estación maestra de Guayaquil y para cinco nuevas estaciones, de las cuales tres pertenecen a ANDINATEL S.A.

Como se ha visto en el capítulo anterior, cada estación remota ocupa una porción de los equipos en la estación maestra para poder acceder a los servicios de tráfico, por lo que es lógico entender que en los equipos provistos con el contrato de ampliación de la red DOMSAT, para la estación maestra de Guayaquil, existen equipos que les permitirán acceder al servicio a las estaciones de Lorocachi, Nuevo Rocafuerte y Baeza.

En el cuadro 2.7 se realizó una selección del equipo que fue provisto con la red de Guayaquil, y que servirá para las nuevas estaciones de Quito, el mismo que será incluido en el análisis de dimensionamiento de la nueva red de Quito.

Se debe aclarar que a nivel del equipo de banda base (multiplexor, convertidores de señalización, bancos de canales, canceladores de eco, convertidores de 4 a 2 hilos), no se reubicarán bastidores, sino solamente módulos, equipos y uno que otro gabinete.

3.3.1.1 Dimensionamiento y configuración del Multiplexor Digital Megamux TMS

Tomando en consideración los requerimiento de tráfico de la tabla 3.1, las consideraciones básicas de la sección 3.2, las reglas del fabricante del multiplexor TMS establecidas en la sección 2.2.1.1.1 y el diagrama de interconexión inicial del Multiplexor TMS de Quito Centro presentado en la figura 1.13, se define a continuación el dimensionamiento y la nueva configuración de los diferentes componentes del multiplexor TMS.

3.3.1.1.1 Dimensionamiento del número de módulos ACM

Según la tabla 3.1 y los requerimientos de ampliación, el nuevo sistema DOMSAT de Quito requiere de:

Canales Troncales ADPCM:	516

Circuitos de abonados remotos ADPCM:	48
Ampliación canales troncales ADPCM:	104
Ampliación abonados remotos ADPCM:	10

Como se sabe no se debe combinar los servicios entre canales troncales y abonados remotos, adicionalmente los módulos ACM con interfaz E1 soportan 30 canales por módulo, por lo que se requieren en total 21 módulos ACM para manejar todos los canales troncales ADPCM incluida la capacidad de ampliación.

Considerando enlaces E1 independientes para las estaciones tipo 5, 6 y 7 (30, 60 y 120 canales), que requieren 25, 55 y 110 canales ADPCM respectivamente; considerando que dos estaciones tipo 4 podrían compartir un enlace E1 y considerando que los 6 canales troncales ADPCM de la estación tipo 3 se ubicarán en los canales libres de dos de los módulos ACM compartidos por estaciones tipo 4, se tiene que el número mínimo de módulos ACM para canales troncales ADPCM requerido es de:

ACM para canales ADPCM troncales de estaciones tipo 7:	12
ACM para canales ADPCM troncales de estaciones tipo 6:	2
ACM para canales ADPCM troncales de estaciones tipo 5:	2
ACM para canales ADPCM troncales de estaciones tipo 3 y 4:	3
Total módulos ACM en uso para troncales ADPCM:	19

Por lo tanto, el número de módulos ACM que estarán reservados únicamente para ampliación de capacidad será de dos, con lo que se tiene:

Total módulos ACM para troncales ADPCM:	**19 + 2 de Ampliación**

Los 48 circuitos de abonados remotos tipo ADPCM pueden compartir enlaces E1 y considerando que la capacidad de ampliación solicitada equivale a 10 circuitos, se tiene que el número de módulos ACM requerido para los

circuitos de abonados remotos, incluyendo la capacidad de ampliación solicitada es:

Total ACM de abonados remotos incluyendo ampliación: 2

En resumen el total de módulos ACM que requiere la nueva red DOMSAT de Quito será:

Total módulos ACM: **21 + 2 de Ampliación**

En cuanto a la ubicación de los módulos ACM en la nueva configuración del multiplexor TMS, se considera que los cuatro módulos ACM de cada una de las estaciones tipo 7 deben mantenerse ubicados como estaban en la red inicial, es decir en nodos independientes, a fin de evitar cambios innecesarios en el enrutamiento de los circuitos del multiplexor TMS.

Adicionalmente el orden de cada estación, con respecto al nodo en que está trabajando, se corresponde con el orden de las portadoras en el espectro de frecuencias, que es una de las consideraciones a tomar en cuenta para el rediseño.

3.3.1.1.2 Dimensionamiento del número de módulos CELP .

Según los requerimientos de la tabla 3.1 y considerando la capacidad de ampliación se tiene:

Canales troncales CELP:		62
Circuitos de abonados remotos CELP:		16
Ampliación troncales CELP:	13	
Ampliación remotos CELP:		3

Total CELP (troncales + remotos + ampliación): **78 + 17 de Ampliación**

3.3.1.1.3 Dimensionamiento del número de Gabinetes de Expansión

Al igual que antes, no se debe mezclar los dos tipos de servicios, y considerando que cada gabinete de expansión puede alojar 16 módulos de canal CELP, se tiene como requerimiento incluido la ampliación:

Gabinetes de Expansión canales troncales:	4 + 1 de Ampliación
Gabinetes de Expansión abonados remotos:	1 + 1 de Ampliación
Total Gabinetes de Expansión:	**5 + 2 de Ampliación**

3.3.1.1.4 Dimensionamiento del número de módulos de Expansión (EXP)

En cada gabinete de expansión se pueden instalar dos módulos EXP, por lo que se requerirá de:

Total módulos de Expansión (EXP):	**10 + 4 de Ampliación**

3.3.1.1.5 Dimensionamiento del número de módulos de Interfaz de Canal (CIC)

Como el gabinete principal puede alojar únicamente 4 gabinetes de expansión, se necesitarían dos nodos diferentes, pero analizando lo siguiente:

- La configuración original de la red DOMSAT dispone de 3 nodos con un total de 9 gabinetes de expansión.
- De acuerdo con el item 3 de la tabla 2.6, se requiere enviar 3 gabinetes de expansión a Guayaquil, los cuales por conveniencia técnica que se analizará en el capítulo siguiente, serán los dos últimos del nodo 2 y un gabinete del nodo 23 de la Estación Terrena.
- Sería conveniente reservar el nodo 2 únicamente para servicio de abonados remotos, tanto del tipo ADPCM como del tipo CELP, dado que tiene una interconexión directa con el nodo 22, a través del

tributario 4, y como se sabe en el nodo 22 se concentran todos los módulos UDC-V35 que sirven de salida para los enlaces satelitales hacia las estaciones con abonados remotos, además serviría para facilitar las labores de mantenimiento.

- Al incluir la capacidad de ampliación, se requiere de 5 gabinetes de expansión para los canales troncales, esto significa disponer de dos nodos con gabinetes de expansión.

Por las consideraciones anteriores, se ve que es más conveniente mantener tres nodos con gabinetes de expansión, con la siguiente configuración:

- El nodo 2 para los circuitos de abonados remotos tipo CELP incluida su ampliación y controlando dos gabinetes de expansión.
- El nodo 4 para los canales troncales tipo CELP y controlando cuatro gabinetes de expansión.
- El nodo 6 para la ampliación de los canales troncales tipo CELP y controlando un gabinete de expansión.

En los nodos 2 y 4 se utilizará redundancia de los módulos CIC, con lo que en la nueva red se requiere el siguiente número de módulos CIC:

Total CIC (troncales + remotos + ampliación): **4 + 1 de Ampliación**

3.3.1.1.6 Dimensionamiento del número de módulos de Control de Agregado para los enlaces entre Quito Centro y la Estación Terrena (ACC-G704)

De acuerdo con los requerimientos de la tabla 3.1 y considerando que cada módulo ACC puede manejar hasta 126 circuitos, se tiene que:

Total de canales troncales ADPCM:	516
Total de circuitos remotos ADPCM:	48
Ampliación troncales y remotos ADPCM:	114
Total de canales CELP (Troncales + remotos):	78

Ampliación troncales y remotos CELP:	16
Total canales Quito Centro - Estación Terrena	772
Total módulos ACC-G704:	7

No se debe tener mucha preocupación en cuanto al número de tributarios entre Quito Centro y la Estación Terrena, ni en cuanto al ancho de banda necesario para transportar todos los circuitos a través del TMS, porque la red original de Quito contaba con 9 tributarios y el ancho de banda suficiente para transportar todos los circuitos de las 44 estaciones originales.

Sin embargo se debe decidir cuántos tributarios se quedarán en la red de Quito (que requiere por lo menos 7) y cuántos se trasladarán a la red de Guayaquil (que requiere que se envíe de Quito al menos uno), por lo que al momento se deben realizar las siguientes consideraciones:

- La nueva red de Quito contará con el número total de bastidores en el multiplexor TMS y por lo tanto de nodos que tenía al principio, es decir cinco bastidores y siete nodos; se debería tener al menos un tributario E1 saliendo de cada nodo, es decir 7 tributarios.
- Los únicos nodos que cuentan con dos tributarios son el nodo 1 y el nodo 5, pero según se indicó en la nota respectiva dentro de las consideraciones de enrutamiento de la sección 3.2.2, uno de los agregados del nodo 5 será retirado hacia el nodo 4, de donde se tomará el agregado para Guayaquil, por lo que el único nodo que contaría con dos agregados es el nodo1.
- Cualquier modificación a nivel de agregado produce efectos en todos los circuitos que están transportándose por ese agregado y como el nodo 1 lleva solamente tráfico de estaciones de ANDINATEL S.A. no se ve conveniente hacer modificaciones adicionales.

Por lo tanto se puede concluir que solamente un enlace de agregado ACC-G704 se enviará a Guayaquil, quedando como requerimiento en el multiplexor TMS de Quito Centro el siguiente:

Total de módulos ACC-G704: 8

3.3.1.1.7 Dimensionamiento del número de nodos TMS

Conforme se mencionó en el literal anterior, la nueva red de Quito contará con todos los nodos que se disponía en la configuración original del multiplexor TMS de Quito Centro, entonces el requerimiento de nodos en Quito Centro será:

Total de nodos TMS en Quito Centro: 7

3.3.1.1.8 Dimensionamiento del número de módulos de Control de Agregado para los enlaces internodales (ACC-V.35)

Como se dispondrá de siete nodos, y cada uno de ellos estará interconectado con el nodo adyacente a través de enlaces de agregado con interfaz V.35, se requiere de seis enlaces internodales. Cada enlace utiliza un par de módulos de agregado, por lo que el requerimiento será de:

Total Módulos ACC-V35: 12

La ubicación que tendrán los módulos ACC, ACM, CIC y CELP en la configuración del multiplexor TMS, será la misma que tenían en la red original, a fin de evitar cambios en el enrutamiento de los circuitos, lo que afectaría el tráfico y demandaría una gran cantidad de tiempo realizando las modificaciones en el controlador de la red.

Es importante mencionar que físicamente está separada la sección que corresponde a los canales troncales, de la sección que corresponde a los

circuitos de abonados remotos, es así que el nodo 2 se utiliza específicamente para los circuitos de abonados remotos provenientes de las estaciones tipo 2, tanto del tipo ADPCM como del tipo CELP.

En cuanto a los canales troncales, se tiene que el nodo 1 se utiliza para los canales troncales ADPCM de las estaciones tipo 4, el nodo 4 para los canales troncales ADPCM de las estaciones tipo 5 y 6 y también para todos los canales troncales CELP.

En cuanto a las estaciones de mayor capacidad, cada estación ocupa un nodo específico para llevar sus canales troncales ADPCM, así se tiene que la estación Coca utiliza el nodo 5, la estación Lago Agrio utiliza el nodo 6 y la estación Tena utiliza el nodo 7.

Finalmente, el nodo 3 está libre y servirá para cualquier ampliación futura de canales troncales ADPCM.

En cuanto a los canales troncales CELP, se tiene posibilidad de ampliación en el gabinete de expansión del nodo 6.

3.3.1.2 Dimensionamiento y Configuración del Equipo Convertidor de Señalización

Tomando en cuenta los requerimientos de tráfico de la tabla 3.1 y considerando las características de cada uno de los equipos convertidores de señalización, a continuación se calcula el dimensionamiento mínimo requerido para la nueva red de Quito y se decide como se configurarán estos equipos para obtener el menor impacto en el tráfico existente.

3.3.1.2.1 Configuración del convertidor de señalización TSC100

Según el resultado de la sección 2.4, resumido en la tabla 2.7, se sabe que no se requiere trasladar módulos del convertidor de señalización TSC100 a

Guayaquil, por lo tanto el único cambio que se requiere hacer en Quito, tiene que ver con la configuración interna del equipo, para deshabilitar los módulos que corresponden a los enlaces de las estaciones de PACIFICTEL S.A., a fin de evitar que se produzcan alarmas innecesarias en el equipo y por lo tanto intentos de restablecimiento de los enlaces.

Vale la pena mencionar que existirá una buena capacidad de ampliación a nivel de estos equipos, lo cual significa que el crecimiento en banda base a nivel de canales troncales (que requieren conversión de señalización) no sería difícil ni costoso.

3.3.1.2.2 Dimensionamiento del convertidor de señalización MUX100

Este equipo se utiliza para los canales troncales CELP, y de acuerdo con los items 13 a 19 de la tabla 2.7, se requiere enviar una unidad MUX100 completa a Guayaquil, por lo que se analizará el dimensionamiento necesario, tomando en cuenta los siguientes datos de la tabla 3.1:

Canales CELP troncales:	62
Ampliación canales CELP troncales:	13

Considerando las características de este equipo (30 canales por unidad), se requieren tres unidades para la red de Quito de acuerdo con el siguiente detalle:

Chasis estándar de 19":	3
Módulos PSU401-1:	3
Módulos DSP400-1:	5
Módulos CPU:	3
Módulos AGC100-2:	3
Módulos TEL303-4:	**13 + 2 de Ampliación**
Módulos EM100-1:	**13 + 2 de Ampliación**

Debido a que se enviarán a Guayaquil los dos últimos gabinetes de expansión del nodo 2, los mismos que se interconectan con el MUX100 número 1, entonces se debería mantener en Quito los equipos MUX100 numerados como 2, 3 y 4, que se interconectan con las tarjetas CELP del nodo 4 y del nodo 6.

3.3.1.3 Dimensionamiento y configuración de los Bancos de Canales

De acuerdo con los requerimientos de la tabla 3.1 y tomando en consideración las características técnicas del banco de canales, se tendrá el siguiente dimensionamiento:

Circuitos de abonados remotos ADPCM:	48
Ampliación remotos ADPCM:	10
Total circuitos de abonados remotos ADPCM:	58

Como se vio anteriormente, cada MUX100 puede manejar hasta 60 circuitos remotos cuando dispone de dos módulos de agregado, con lo que el requerimiento para Quito incluyendo capacidad de ampliación será:

Chasis estándar de 19":	1
Módulo PSU401-1:	1
Módulo CPU:	1
Módulo AGC100-2:	2
Módulo TEL303-2:	12

3.3.1.4 Dimensionamiento y configuración de los Equipos Canceladores de Eco

Los canceladores de eco se utilizan para interconectar tanto los canales troncales ADPCM, como los canales troncales CELP con la central de tránsito.

Además se utilizan para interconectar los módulos ACM que entregan los circuitos de abonados remotos ADPCM, con los bancos de canales MUX100, por lo que el requerimiento de estos equipos será:

E1´s para canales troncales ADPCM:	19 + 2 de Ampliación
E1´s para canales troncales CELP:	3 Incluido Ampliación
E1´s para circuitos remotos ADPCM:	2 Incluido Ampliación
Total E1´s a través de canceladores de eco:	24 + 2 de Ampliación

Como se puede tener 8 módulos de canceladores de eco por chasis, el requerimiento de canceladores de eco será:

Chasis estándar de 19":	**3 + 1 de Ampliación**
Módulos canceladores de eco 256 PCM-30:	**24 + 2 de Ampliación**

3.3.1.5 Dimensionamiento de los Equipos Convertidores de 4 a 2 hilos

De los requerimientos de la tabla 3.1 se requieren 16 circuitos de abonados remotos tipo CELP, y una capacidad de ampliación de 4 circuitos adicionales; lo cual da un total de 20 circuitos CELP.

Considerando que se necesita un convertidor por cada circuito CELP y que los convertidores vienen instalados en un chasis estándar de 19", con capacidad para 12 módulos, el requerimiento de estos equipos será:

Chasis estándar de 19":	**2**
Módulo convertidor 4w/2w modelo 6131B:	**16 + 4 de Ampliación**

Dado que ha sido establecida la nueva configuración de la estación Quito Centro, indicándose los equipos requeridos para cumplir con las necesidades básicas de tráfico, se puede elaborar el diagrama de interconexión del

multiplexor TMS de Quito Centro con el resto de unidades de banda base, el mismo que se presenta en la figura 3.2.

El diagrama en cuestión permite visualizar a nivel del multiplexor TMS, las cantidades de equipos, la ubicación de los diferentes módulos, las rutas de tráfico y el tipo de canales que están siendo entregados a las centrales de tránsito y local.

3.3.2 DIMENSIONAMIENTO Y CONFIGURACIÓN DE LA NUEVA ESTACIÓN TERRENA MAESTRA DE QUITO

Como se ha mencionado, las modificaciones necesarias en la estación Terrena Maestra de Quito, serán a nivel del subsistema de modems y de conmutadores de redundancia.

Los cambios a más de incluir el movimiento de bastidores de modems, el movimiento de modems, el movimiento de conmutadores de redundancia y el movimiento de tarjetas de interfaz, incluyen la reconfiguración a nivel del multiplexor TMS, y ciertos cambios en la interconexión hacia el sistema de Monitoreo y Control.

Para definir con exactitud qué unidades y en qué cantidad serán trasladadas hacia Guayaquil, se debe realizar el análisis de dimensionamiento y tomar en cuenta las consideraciones que fueron establecidas en la sección 3.2

3.3.2.1 Dimensionamiento y configuración del Multiplexor Digital Megamux TMS

Es necesario llegar a determinar cuál será el dimensionamiento del multiplexor TMS que necesita tener la Estación Terrena de Quito, debido a que gran parte de los equipos existentes deben ser trasladados a Guayaquil.

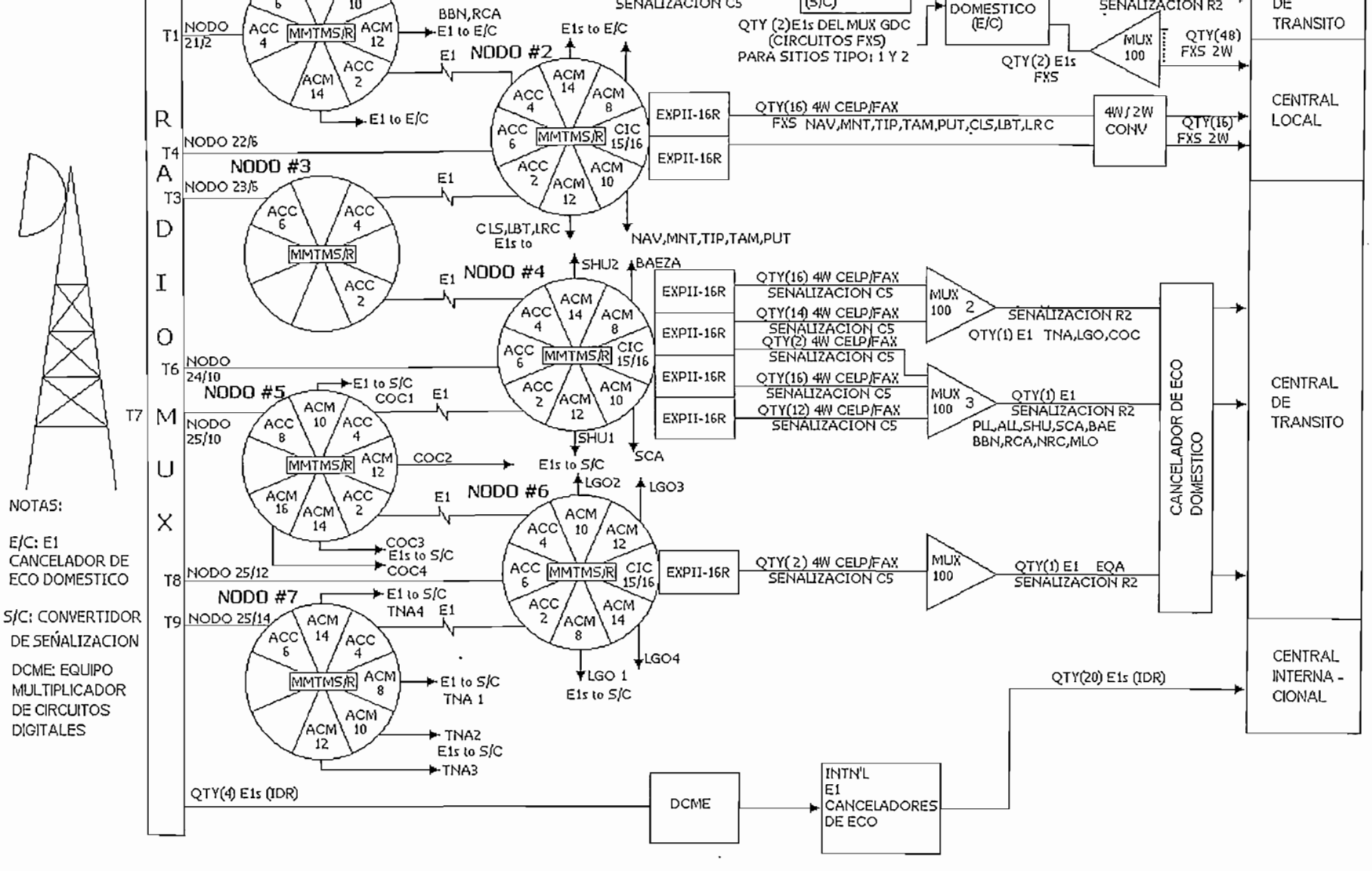


Figura 3.2 Interconexión del multiplexor TMS para la nueva configuración de Quito Centro.

De la tabla 2.7 se conocen los requerimientos necesarios para la estación Terrena de Guayaquil, pero falta determinar qué unidades de la red de Quito, serán destinadas a Guayaquil, en base a saber los equipos que se requieren en la estación Terrena de Quito, y determinar los equipos que están disponibles.

Adicionalmente se deberá realizar una reestructuración de la red original de Quito, con la finalidad de mejorar la distribución de equipos y facilitar la operación y el mantenimiento de la red DOMSAT.

Por otro lado, se debe tomar en cuenta que en el contrato de ampliación del sistema DOMSAT, se adquirieron cinco nuevas estaciones remotas y por supuesto también se adquirió cierto equipamiento en la estación maestra que sirve para interconectar esas nuevas estaciones al resto del sistema, como por ejemplo: módulos de agregado, módulos UDC, módulo CDA, y otros.

Parte de esas unidades corresponde a las estaciones nuevas de ANDINATEL S.A. y por lo tanto debe ser considerado al realizar el nuevo dimensionamiento de la red.

3.3.2.1.1 Dimensionamiento del número de módulos de Control de Agregado para los enlaces con la estación de Quito Centro (ACC-G704)

Se había mencionado en la sección 3.3.1.1.6 que se dispondría de 8 enlaces de agregado entre la estación de Quito Centro y la estación Terrena de Quito.

Cada enlace tiene módulos de agregado en sus extremos, por tanto el multiplexor de la estación Terrena de Quito, tendrá la misma cantidad de módulos ACC-G704 que Quito Centro, esto es:

Total Módulos ACC-G704:	8

Estos módulos en su mayoría se mantendrán localizados en las mismas posiciones que tenían en la red Original; básicamente existen dos cambios, que tienen que ver con la necesidad de enviar un enlace de agregado a la red de Guayaquil, los cambios se describen a continuación:

- En la configuración original, se retira el tributario 5 que interconecta el agregado de la ranura 6 en el nodo 4 con el agregado de la ranura 8 en el nodo 23, debido a que por este agregado se está enrutando el tráfico de varias estaciones que deben ser transferidas a Guayaquil, como son: Gualaquiza, Yanzatza y Machalilla y por lo tanto su retiro no afecta mayoritariamente al resto del tráfico de la red.
- Al retirar el tributario 5, el nodo 4 se queda sin tributario entre Quito Centro y la Estación Terrena, por lo tanto, es necesario mover uno de los tributarios restantes hacia el nodo 4.
- El nodo 5 cuenta con dos tributarios, el número 6 y el número 7, por lo que se podría mover cualquiera de estos tributarios; sin embargo se debe analizar que el tributario 7 termina en el nodo 25, mientras que el tributario 6 termina en el nodo 24.
- El tráfico del nodo 4 debe ir hacia el nodo 24, técnicamente la modificación adecuada, que demanda el menor número de cambios en la red, es mover el extremo del tributario 6 que está en el agregado de la ranura 6 del nodo 5 hacia el agregado de la ranura 6 del nodo 4.
- Después de los cambios mencionados, se tiene que los módulos de agregado que quedarían disponibles son: el agregado de la ranura 8 del nodo 23 y el agregado de la ranura 6 del nodo 5. Estos módulos se deberían enviar a Guayaquil.

3.3.2.1.2 *Dimensionamiento del número de módulos de Control de Agregado para los enlaces con las estaciones remotas tipo 3, 4, 5, 6 y 7 (ACC-V35)*

Cada modem de las estaciones tipo 3, 4, 5, 6 y 7 utiliza una interfaz V.35 para comunicarse con módulos ACC-V35 del multiplexor TMS a través de enlaces de agregado.

La velocidad del enlace de agregado depende del tipo de estación, lo cual tiene que ver directamente con el número de canales. Esta velocidad de agregado no es mas que la velocidad de información a la entrada del modulador.

En la tabla 3.2 se presentan las velocidades de información entregadas por el multiplexor TMS al modem de cada estación remota.

Tabla 3.2 Velocidades de Información de las Estaciones DOMSAT de la nueva red de Quito.

NUEVA RED DOMSAT DE QUITO (ANDINATEL S.A.)					
NUM	ESTACIÓN	SIGLA	TIPO	TOTAL CANALES	VELOCIDAD DE INFORMACIÓN Kbps
ESTACIONES ORIGINALES					
1	CHÁSCALES	CLS	2	8	128
2	LA BONITA	LBT	2	8	128
3	LAS NAVES	NAV	2	8	128
4	S.J. TAMBO	TAM	2	8	128
5	PUTUMAYO	PUT	2	8	128
6	TIPUTINI	TIP	2	8	128
7	MONTALVO	MNT	2	8	128
8	MÓVIL	EQA	3	8	128
9	BORBÓN	BBN	4	16	256
10	ALLURIQUÍN	ALL	4	16	256
11	PALLATANGA	PLL	4	16	256
12	MALDONADO	MLO	4	16	256
13	ROCAFUERTE	RCA	4	16	256
14	SACHA	SCA	5	30	512
15	SHUSHUFINDI	SHU	6	60	1024
16	LAGO AGRIO	LGO	7	120	2048
17	COCA	COC	7	120	2048
18	TENA	TNA	7	120	2048
ESTACIONES NUEVAS					
19	LOROCACHI	LRC	2	8	128
20	NUEVO ROCAFUERTE	NRC	4	16	256
21	BAEZA	BAE	5	30	512
TOTAL				648	

De acuerdo con las características del multiplexor TMS, se conoce que el módulo de agregado puede soportar 126 canales cuando está configurado

como un par redundante o cuando está configurado como una unidad no redundante pero con la ranura adyacente libre; y que puede soportar 63 canales cuando está configurado como una unidad no redundante y la ranura adyacente está ocupada por otros módulos de agregado no redundantes.

Se debe considerar que ninguno de los enlaces de agregado hacia las estaciones remotas será redundante, por lo que para definir la ubicación y el número de ranuras reservadas por módulo, se debe considerar la capacidad de canales que se requiere por enlace.

Para las estaciones tipo 7 se necesita llevar 120 canales de voz y un canal de datos por el enlace de agregado, por lo que los módulos ACC-V35 para estas estaciones deberán ser configurados como no redundantes y disponer de la ranura adyacente libre.

Para el resto de estaciones, la capacidad de canales requerida no supera los 63 canales, por lo que se podrán tener los módulos ACC-V35 instalados en ranuras adyacentes si el diseño lo requiere.

En base al análisis anterior, el total de módulos ACC-V35 no redundantes, requerido para la nueva red de Quito será:

Total módulos ACC-V35 no redundantes: 13

A fin de mantener un orden adecuado en la estructura de la red, los enlaces de agregado se organizarán de acuerdo al tipo de estación y estarán compartiendo diferentes nodos, de la siguiente manera:

- En el nodo 25 se concentrarán todas las estaciones tipo 7 que manejan enlaces de agregado para 120 canales, con una velocidad de información de 2048 Kbps.

- En el nodo 24 se concentrarán las estaciones tipo 6 y tipo 5 que manejan enlaces de agregado para 60 y 30 canales, con velocidades de información de 1024 Kbps y 512 Kbps respectivamente.
- En el nodo 21 se concentrarán las estaciones tipo 4 que manejan enlaces de agregado para 16 canales, con una velocidad de información de 256 Kbps. Adicionalmente en este nodo se ubicará la estación tipo 3 que maneja un enlace de agregado para 8 canales, con una velocidad de información de 128 Kbps.
- El nodo 23 maneja el gabinete de expansión donde se concentran los módulos UDC-RS232 para los canales de monitoreo y control, adicionalmente maneja el módulo ACM que provee los canales de servicio. Este nodo tiene mucha capacidad libre y podría servir para futuras ampliaciones.

3.3.2.1.3 Dimensionamiento del número de módulos de Agregado Digital Combinado para los enlaces con las estaciones remotas tipo 2 (CDA-E1)

Tomando en consideración las características del módulo CDA, se sabe que se pueden manejar 30 subagregados de 64 Kbps o 254 canales si el módulo está configurado como no redundante y si la ranura adyacente está libre.

Para cumplir con los requerimientos de la tabla 3.1 se necesita transportar 64 canales correspondientes a los circuitos de abonados remotos; adicionalmente de la tabla 3.2 se puede ver que se requiere transportar 8 subagregados de 128 Kbps.

Si se considera la capacidad de ampliación solicitada, los requerimientos para la nueva red serían:

Subagregados de 2x64 Kbps para estaciones tipo 2:	8
Ampliación de subagregados 2x64 Kbps:	2
Total subagregados 2x64 Kbps:	10

Total subagregados de 64 Kbps: 20

En base al cálculo anterior, el requerimiento de módulos CDA en la nueva red, incluyendo capacidad de ampliación será:

Total módulos CDA incluido ampliación: 1

3.3.2.1.4 Dimensionamiento del número de módulos de datos UDC-V35 para los enlaces con las estaciones remotas tipo 2

Los módulos UDC-V35, se utilizan para llevar los enlaces de los subagregados Nx64 Kbps, que fueron ensamblados por la tarjeta CDA, hacia los Modems satelitales.

Se requiere de un módulo UDC-V35 por cada estación, por lo que los requerimientos para la nueva red son:

Total Módulos UDC-V35 para estaciones tipo 2: 8

3.3.2.1.5 Dimensionamiento del número de módulos de datos UDC-RS232 para los canales de M&C

Todas las estaciones remotas de la red tienen un canal de monitoreo y control que se conecta en la estación Terrena de Quito con los puertos RS232 de los equipos PCSCP, los mismos que recogen la información de monitoreo y control de las estaciones remotas para entregarla al sistema MCS (ver la figura 1.19), por lo tanto se requiere de un módulo UDC-RS232 por estación.

El requerimiento de módulos UDC-RS232 para la nueva red de Quito será:

Total Módulos de datos UDC-RS232: 21

3.3.2.1.6 Dimensionamiento del número de Gabinetes de Expansión

Tanto los módulos UDC-V35 como los módulos UDC-RS232 van instalados en el Gabinete de Expansión del nodo TMS y en una cantidad de 16 módulos por Gabinete; sin embargo, de acuerdo con el diseño original de la red DOMSAT, se tiene la siguiente configuración:

- La Estación Terrena de Quito dispone de 5 gabinetes de expansión, conectados tres en el nodo 22 y dos en el nodo 23; los tres gabinetes de expansión del nodo 22, son manejados por dos módulos CIC configurados como no redundantes y ubicados en las ranuras 13 y 15, mientras que los dos gabinetes de expansión del nodo 23 son manejados por una sola CIC en la ranura 15 del nodo 23.
- En el nodo 22, el módulo CIC de la ranura 13 maneja los gabinetes de expansión números 2 y 3, mientras que el módulo CIC de la ranura 15 maneja el gabinete de expansión número 1.
- En los gabinetes de expansión números 1 y 2 del nodo 22 se concentran todos los módulos UDC-V35 y UDC-RS232 de las estaciones tipo 2, mientras que en el gabinete de expansión número 3 del mismo nodo 22 se concentran todos las módulos UDC.V35 y UDC-RS232 de las estaciones tipo 1 y dos módulos UDC-RS-232 de dos estaciones tipo 4 (Pallatanga y El Pangui).
- En los gabinetes de expansión del nodo 23 se concentran todos los módulos UDC-RS232 de las estaciones tipo 3 a tipo 7, es decir aquellas que manejan canales troncales.
- Esta independencia de configuración, ocupando nodos diferentes, entre las estaciones para circuitos de abonados remotos (estaciones tipo 1 y 2), de las estaciones para canales troncales (estaciones tipos 3 a 7), es conveniente desde el punto de vista de operación y mantenimiento de la red y porque el nodo 22 se conecta directamente con el nodo 2 que ha sido reservado para los circuitos de abonados remotos, como se mencionó anteriormente.

- La nueva configuración de la red de Quito, mantendrá la misma independencia, por lo que se requiere disponer por lo menos de dos gabinetes de expansión, ubicado uno en el nodo 22 y otro en el nodo 23. Pero como se tienen dos tarjetas UDC por estación del tipo 2 (la UDC-V35 y la UDC- RS232), y existen 8 estaciones del tipo 2, resulta que el gabinete de expansión del nodo 22 estará completamente lleno y no permitirá ampliar la capacidad, por este motivo se ha tomado la decisión de mantener un segundo gabinete de expansión en el nodo 22, dando en total el siguiente requerimiento mínimo de gabinetes de expansión:

Gabinetes de Expansión en nodo 22:	1 + 1 de Ampliación
Gabinetes de Expansión en nodo 23:	1
Total Gabinetes de Expansión:	**2 + 1 de Ampliación**

3.3.2.1.7 Dimensionamiento del número de módulos de Expansión (EXP)

Considerando que se pondrá solamente un módulo de Expansión por Gabinete de Expansión, se tiene:

Total módulos de Expansión:	**2 + 1 de Ampliación**

3.3.2.1.8 Dimensionamiento del número de módulos de Interfaz de Canal (CIC)

Tomando en consideración la explicación del literal anterior, se deberán tener módulos CIC en los nodos 22 y 23, bajo el siguiente requerimiento:

Módulo CIC para nodo 22 (remotos):	1
Módulo CIC para ampliación remotos en nodo 22:	1
Módulo CIC para nodo 23 (troncales):	1
Total módulos CIC:	**2 + 1 de Ampliación**

3.3.2.1.9 Dimensionamiento del número de nodos TMS

Como la nueva red de Quito mantendrá el mismo número de bastidores y nodos del multiplexor TMS que la red original, entonces se requerirá el siguiente número de nodos:

Total de nodos TMS: 5

3.3.2.1.10 Dimensionamiento del número de módulos de Control de Agregado para los enlaces internodales (ACC-V.35)

Como se menciona en el literal anterior, se tendrá 5 nodos, que se interconectarán entre ellos a través de enlaces de agregado con interfaz V.35.

Para interconectar los cinco nodos se requiere de cuatro enlaces internodales y cada enlace utiliza un par de módulos de agregado, por lo que el requerimiento será:

Total Módulos ACC-V35: 8

Una vez que se ha terminado con el dimensionamiento y la configuración del multiplexor TMS, para la nueva configuración de la Estación Terrena de Quito, se ha elaborado el diagrama de interconexión del multiplexor TMS, el mismo que se presenta en la figura 3.3

El diagrama de interconexión permite visualizar a nivel del multiplexor TMS, las cantidades mínimas de equipos utilizados, la ubicación de los diferentes módulos, la disposición de los enlaces de agregado que van hacia los modems satelitales para cada una de las estaciones, existiendo una clasificación por tipo; adicionalmente se puede observar la ubicación de los tributarios entre la Estación Terrena y Quito Centro luego de la modificación realizada al eliminar el tributario 5 y mover un extremo del tributario 6.

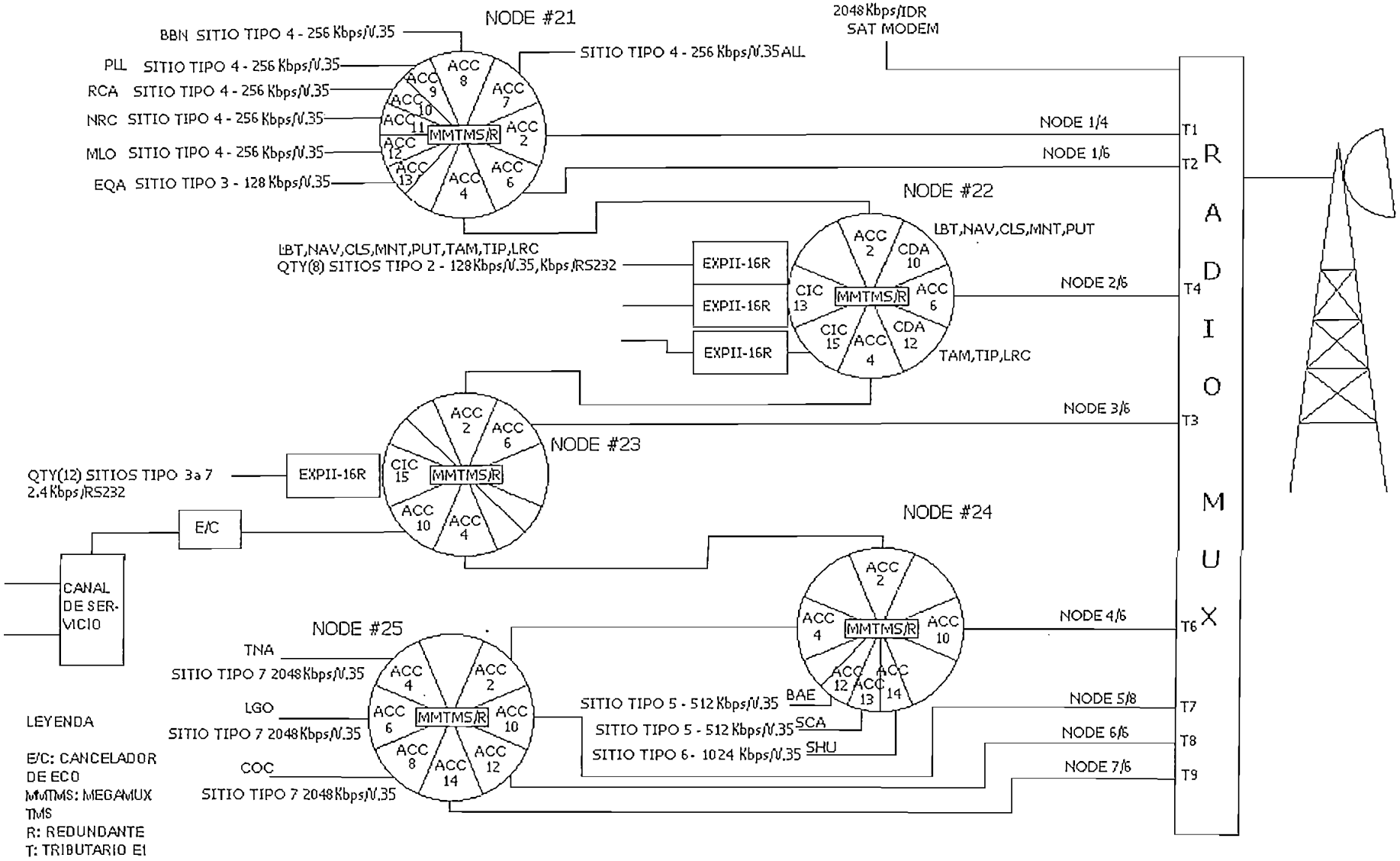


Figura 3.3 Interconexión del multiplexor TMS para la nueva configuración de la Estación Terrena de

3.3.2.2 Dimensionamiento y Configuración de los Modems satelitales y conmutadores de redundancia

El subsistema de modems satelitales y conmutadores de redundancia es el que se verá afectado en mayor medida por la transferencia de equipos hacia Guayaquil.

Según el requerimiento del item 38 de la tabla 2.7, se deberán enviar a Guayaquil 3 bastidores de modems, para lo cual se retirarán los tres últimos bastidores del lado izquierdo, mirándolos desde el frente, según se indicó en la sección 3.2.3.

Todos aquellos equipos (modems, conmutadores de redundancia, módulos de interfaz V.35) que pertenezcan a estaciones de PACIFICTEL S.A., también serán retirados y enviados conjuntamente a Guayaquil.

Sin embargo, los equipos que pertenezcan a la red de Quito, y que se encuentren ubicados en estos bastidores, requieren que su ubicación física sea cambiada hacia otro bastidor; también será necesario mover los cables de conexión relacionados con ellos.

Para determinar el dimensionamiento mínimo requerido para la nueva red de Quito, en cuanto a los equipos del subsistema de modems y conmutadores de redundancia, se debe considerar que se requiere un modem por cada estación, es decir 21 modems. Adicionalmente, dado que el sistema tiene redundancia de 1 a 8, se necesita un modem de respaldo por cada 8 modems en línea.

Los 21 modems en línea pueden ser acomodados en tres bastidores, por lo que será necesario disponer de tres conmutadores de redundancia y tres modems de respaldo.

También se debe disponer de un módulos de interfaz V.35 por modem en línea, por lo que el requerimiento final para la nueva red de Quito será:

Bastidores de modems:	3
Conmutadores de redundancia:	3
Modems Satelitales:	24
Modulos de Interfaz V.35:	21

Todos estos equipos requeridos, del subsistema de modems, para la nueva red de Quito se ubicarán en los tres primeros bastidores del lado derecho, viendo desde el frente, para lo cual se ha establecido un orden específico de acuerdo con el tipo de estación:

- Las estaciones que proveen circuitos de abonados remotos (en el caso de la red de Quito únicamente tipo 2), estarán ubicadas en el tercer bastidor de derecha a izquierda, denominado *Cabinet 203*.
- Las estaciones que proveen canales troncales (estaciones tipo 3 a tipo 7), estarán ubicadas en el segundo y primer bastidor, de derecha a izquierda, denominados *Cabinet 202* y *Cabinet 201* respectivamente. En el *Cabinet 202* se ubicarán las estaciones tipo 7, tipo 6 y tipo 5, mientras que en el *Cabinet 201* se ubicarán las estaciones tipo 4 y la estación tipo 3.
- Dentro de cada bastidor, las estaciones serán ubicadas ordenadamente, según la frecuencia de operación de cada estación, de acuerdo con el nuevo plan de frecuencias, el mismo que será elaborado en la siguiente sección.

3.4 DATOS DE LA CONFIGURACIÓN FINAL DE LA RED DOMSAT DE QUITO

Los datos de la configuración final de la red DOMSAT de Quito, se basan en el nuevo diseño que fue elaborado en la sección 3.3 y se utilizarán para

facilitar las labores de reconfiguración, reubicación y reconexión de los diferentes equipos durante el proceso de división de la red y transferencia de unidades a Guayaquil.

Los siguientes datos han sido tomados en consideración:

- Tipo, marca, modelo de equipo.
- Número de serie.
- Ubicación física.
- Cantidades necesarias.
- Números de cable y conexiones.

Con los datos arriba mencionados y tomando en consideración aspectos de diseño y aspectos operativos, se han elaborado las siguientes tablas y figuras que ayudarán a complementar el diseño de la red DOMSAT de Quito:

- Plan de frecuencias.
- Plan de rutas.
- Diagramas de ubicación de los equipos.
- Diagramas de conexiones de los equipos.

3.4.1 PLAN DE FRECUENCIAS DE LA RED DOMSAT DE QUITO

Como se mencionó anteriormente, la división de la red DOMSAT exige que, tanto ANDINATEL S.A., como PACIFICTEL S.A., se encarguen independientemente de operar cada una de las nuevas redes satelitales, por lo que también el espectro de frecuencia sobre el transpondedor N° 12 del satélite INTELSAT 310° Este, será modificado para que cada empresa administre su sección independientemente.

El nuevo plan de frecuencias asignará la mitad inferior del transpondedor a PACIFICTEL S.A., y la mitad superior del transpondedor a ANDINATEL S.A.

A continuación se describe la elaboración del nuevo plan de frecuencias en la sección que corresponde a ANDINATEL S.A.

La frecuencia central del transpondedor 12 es 6050 MHz para el enlace de subida (*Uplink*) y de 3825 MHz para el enlace de bajada (*Downlink*), por lo que el espectro de frecuencia asignado a ANDINATEL S.A. en la mitad superior será:

Espectro de Frecuencia de ANDINATEL:
Uplink: 6050 MHz a 6086 MHz.
Downlink: 3825 MHz a 3861 MHz.

Al igual que se calculó en la sección 2.3.1, utilizando las ecuaciones 1.1, 1.2, 2.2 y 2.3 y considerando que se utilizará un factor de codificación FEC de ¾, se puede elaborar la tabla 3.3, la misma que presenta el ancho de banda ocupado y el ancho de banda asignado para cada uno de los tipos de estaciones que dispone la red DOMSAT de Quito.

Tabla 3.3 Anchos de Banda Ocupado y Asignado

ESTACIÓN TIPO	*Vi* Kbps	*OH* Bps	*Vc* Kbps	*Vt* Kbps	*BWoc* KHz	*Bwal* KHz
TIPO 2	128	0	128	170.67	102.4	157.5
TIPO 3	128	0	128	170.67	102.4	157.5
TIPO 4	256	0	256	341.33	204.8	247.5
TIPO 5	512	0	512	682.67	409.6	517.5
TIPO 6	1024	0	1024	1365.33	819.2	967.5
TIPO 7	2048	0	2048	2730.67	1638.4	1912.5

Utilizando el algoritmo propuesto por INTELSAT, que fuera definido en la ecuación 2.1 y los datos de ancho de banda asignado, que se presentan en la tabla 3.3, se elaboró el nuevo plan de frecuencias para la red DOMSAT de Quito, el mismo que se presenta en las tablas 3.4 y 3.5.

Las frecuencias centrales de las portadoras que transmiten las estaciones remotas hacia la estación maestra de Quito, se encuentran en la tabla 3.4, mientras que las frecuencias centrales de las portadoras que transmite la estación terrena maestra de Quito hacia las estaciones remotas se encuentran en la tabla 3.5.

Adicionalmente, para la elaboración del plan de frecuencias se han tomado las siguientes consideraciones:

- Dado que el extremo superior del transpondedor ya se encuentra ocupado con portadoras para tráfico internacional de ANDINATEL S.A. y por portadoras del sistema satelital de la Dirección de Aviación Civil, se ha considerado iniciar las portadoras del sistema DOMSAT de Quito, desde el centro del transpondedor, es decir partiendo de la frecuencia 6050 MHz.
- Se han colocado las portadoras que transmiten las estaciones remotas en primer lugar, dado que la parte central del transpondedor es más lineal.
- Tanto en la región correspondiente a las portadoras de la estación maestra como en la de las estaciones remotas, se han ordenado las portadoras de acuerdo con el tipo de estación, empezando por la de mayor ancho de banda asignado.
- Por pedido de ANDINATEL S.A. y para permitir la ampliación del sistema, se ha reservado alrededor de 6.2 MHz de ancho de banda, luego de la última portadora del sistema DOMSAT de Quito, zona que será utilizada tanto para las portadoras de la estación maestra como para las portadoras de las estaciones remotas.

- Al final del plan de frecuencias se ha ubicado la estación tipo 3, debido a que por su naturaleza, no estará trabajando todo el tiempo, pues su utilización ocurre en el momento de existir algún desastre.
- Al final de la sección del transpondedor correspondiente a ANDINATEL S.A. se ha dejado libre el ancho de banda suficiente para que se ubiquen las portadoras internacionales que ANDINATEL S.A. ya dispone, y de aquellas nuevas portadoras que podrían requerirse.
- La figura 3.4 presenta la ocupación del espectro de frecuencias de la sección del transpondedor correspondiente a ANDINATEL S.A.

3.4.2 PLAN DE RUTAS DE LA RED DOMSAT DE QUITO

El plan de rutas de la nueva configuración de la red DOMSAT de Quito, cumple con los mismos criterios que fueron mencionados en la sección 2.3.2, a fin de optimizar la ruta de los circuitos a través del Multiplexor TMS.

Como se indicó anteriormente, a nivel del punto de entrada de los circuitos en Quito Centro, básicamente se ha mantenido sin modificación, y como el punto de salida se encuentra en las estaciones remotas, el plan de canalización a nivel de circuitos se ha mantenido similar al de la red DOMSAT original.

Los mayores cambios se realizaron en la ruta de salida a nivel de agregado, en la estación Terrena de Quito, ya que la nueva red considera el movimiento de equipos, cables y cambios en la configuración, sin embargo es importante mencionar que estos cambios son transparentes para los circuitos.

Se ha mantenido el nodo 2 en Quito Centro como nodo de entrada de los circuitos de abonados remotos, provenientes de la central local, y el nodo 22 en la Estación Terrena de Quito, como nodo de salida de estos circuitos hacia las estaciones remotas, a través de los modems satelitales.

Tabla 3.4 Plan de Frecuencias de la red DOMSAT de Quito - Transmisión de las Estaciones Remotas.

	ESTACIÓN TRANSMISORA		ESTACIÓN TIPO	ESTACIÓN RECEPTORA	BW MHZ	FRECUENCIA CENTRAL DE TX (RF)	NÚMERO DE PORTADORAS	Eb/No dB	FRECUENCIA CENTRAL DE RX (RF)	FRECUENCIA CENTRAL DE TX (IF)
1	COCA	COC-01F2	7	QUT-03A	1.9125	6050.9675	1	9.7	3825.967500	140.9675
2	LAGO AGRIO	LGO-01F2	7	QUT-03A	1.9125	6052.8800	1	9.7	3827.880000	142.8800
3	TENA	TNA-01F2	7	QUT-03A	1.9125	6054.7925	1	9.7	3829.792500	144.7925
4	SHUSHUFINDI	SHU-01F2	6	QUT-03A	0.9675	6056.2325	1	9.7	3831.232500	146.2325
5	SACHA	SCA-01F1	5	QUT-03A	0.5175	6056.9750	1	9.7	3831.975000	146.9750
6	BAEZA	BAE-01F1	5	QUT-03A	0.5175	6057.4925	1	9.7	3832.492500	147.4925
7	ALLURIQUÍN	ALL-01F1	4	QUT-03A	0.2475	6057.8750	1	9.7	3832.875000	147.8750
8	BORBÓN	BBN-01F1	4	QUT-03A	0.2475	6058.1225	1	9.7	3833.122500	148.1225
9	PALLATANGA	PLL-01F1	4	QUT-03A	0.2475	6058.3700	1	9.7	3833.370000	148.3700
10	ROCAFUERTE	RCA-01F1	4	QUT-03A	0.2475	6058.6175	1	9.7	3833.617500	148.6175
11	NUEVO ROCAFUERTE	NRC-01F1	4	QUT-03A	0.2475	6058.8650	1	9.7	3833.865000	148.8650
12	MALDONADO	MLO-01F1	4	QUT-03A	0.2475	6059.1125	1	9.7	3834.112500	149.1125
13	LA BONITA	LBT-01F1	2	QUT-03A	0.1575	6059.3150	1	9.7	3834.315000	149.3150
14	LAS NAVES	NAV-01F1	2	QUT-03A	0.1575	6059.4725	1	9.7	3834.472500	149.4725
15	CASCALES	CLS-01F1	2	QUT-03A	0.1575	6059.6300	1	9.7	3834.630000	149.6300
16	MONTALVO	MNT-01F1	2	QUT-03A	0.1575	6059.7875	1	9.7	3834.787500	149.7875
17	PUTUMAYO	PUT-01F1	2	QUT-03A	0.1575	6059.9450	1	9.7	3834.945000	149.9450
18	SAN JOSE DEL TAMBO	TAM-01F1	2	QUT-03A	0.1575	6060.1025	1	9.7	3835.102500	150.1025
19	TIPUTINI	TIP-01F1	2	QUT-03A	0.1575	6060.2600	1	9.7	3835.260000	150.2600
20	LOROCACHI	LRC-01F1	2	QUT-03A	0.1575	6060.4175	1	9.7	3835.417500	150.4175
21	MÓVIL	EQA005F1	3	QUT-03A	0.1575	6060.5750	1	9.7	3835.575000	150.5750

Tabla 3.5 Plan de Frecuencias de la red DOMSAT de Quito - Transmisión de la Estación Maestra.

	ESTACIÓN TRANSMISORA		ESTACIÓN RECEPTORA	ESTACIÓN TIPO	BW MHZ	FRECUENCIA CENTRAL DE TX (RF)	NÚMERO DE PORTADORAS	Eb/No dB	FRECUENCIA CENTRAL DE RX (RF)	FRECUENCIA CENTRAL DE TX (IF)
1	QUITO 3	QUT-03A	COC-01F2	7	1.9125	6061.6100	1	9.7	3836.610000	151.6100
2	QUITO 3	QUT-03A	LGO-01F2	7	1.9125	6063.5225	1	9.7	3838.522500	153.5225
3	QUITO 3	QUT-03A	TNA-01F2	7	1.9125	6065.4350	1	9.7	3840.435000	155.4350
4	QUITO 3	QUT-03A	SHU-01F2	6	0.9675	6066.8750	1	9.7	3841.875000	156.8750
5	QUITO 3	QUT-03A	SCA-01F1	5	0.5175	6067.6175	1	9.7	3842.617500	157.6175
6	QUITO 3	QUT-03A	BAE-01F1	5	0.5175	6068.1350	1	9.7	3843.135000	158.1350
7	QUITO 3	QUT-03A	ALL-01F1	4	0.2475	6068.5175	1	9.7	3843.517500	158.5175
8	QUITO 3	QUT-03A	BBN-01F1	4	0.2475	6068.7650	1	9.7	3843.765000	158.7650
9	QUITO 3	QUT-03A	PLL-01F1	4	0.2475	6069.0125	1	9.7	3844.012500	159.0125
10	QUITO 3	QUT-03A	RCA-01F1	4	0.2475	6069.2600	1	9.7	3844.260000	159.2600
11	QUITO 3	QUT-03A	NRC-01F1	4	0.2475	6069.5075	1	9.7	3844.507500	159.5075
12	QUITO 3	QUT-03A	MLO-01F1	4	0.2475	6069.7550	1	9.7	3844.755000	159.7550
13	QUITO 3	QUT-03A	LBT-01F1	2	0.1575	6069.9575	1	9.7	3844.957500	159.9575
14	QUITO 3	QUT-03A	NAV-01F1	2	0.1575	6070.1150	1	9.7	3845.115000	160.1150
15	QUITO 3	QUT-03A	CLS-01F1	2	0.1575	6070.2725	1	9.7	3845.272500	160.2725
16	QUITO 3	QUT-03A	MNT-01F1	2	0.1575	6070.4300	1	9.7	3845.430000	160.4300
17	QUITO 3	QUT-03A	PUT-01F1	2	0.1575	6070.5875	1	9.7	3845.587500	160.5875
18	QUITO 3	QUT-03A	TAM-01F1	2	0.1575	6070.7450	1	9.7	3845.745000	160.7450
19	QUITO 3	QUT-03A	TIP-01F1	2	0.1575	6070.9025	1	9.7	3845.902500	160.9025
20	QUITO 3	QUT-03A	LRC-01F1	2	0.1575	6071.0600	1	9.7	3846.060000	161.0600
21	QUITO 3	QUT-03A	EQA005F1	3	0.1575	6071.2175	1	9.7	3846.217500	161.2175

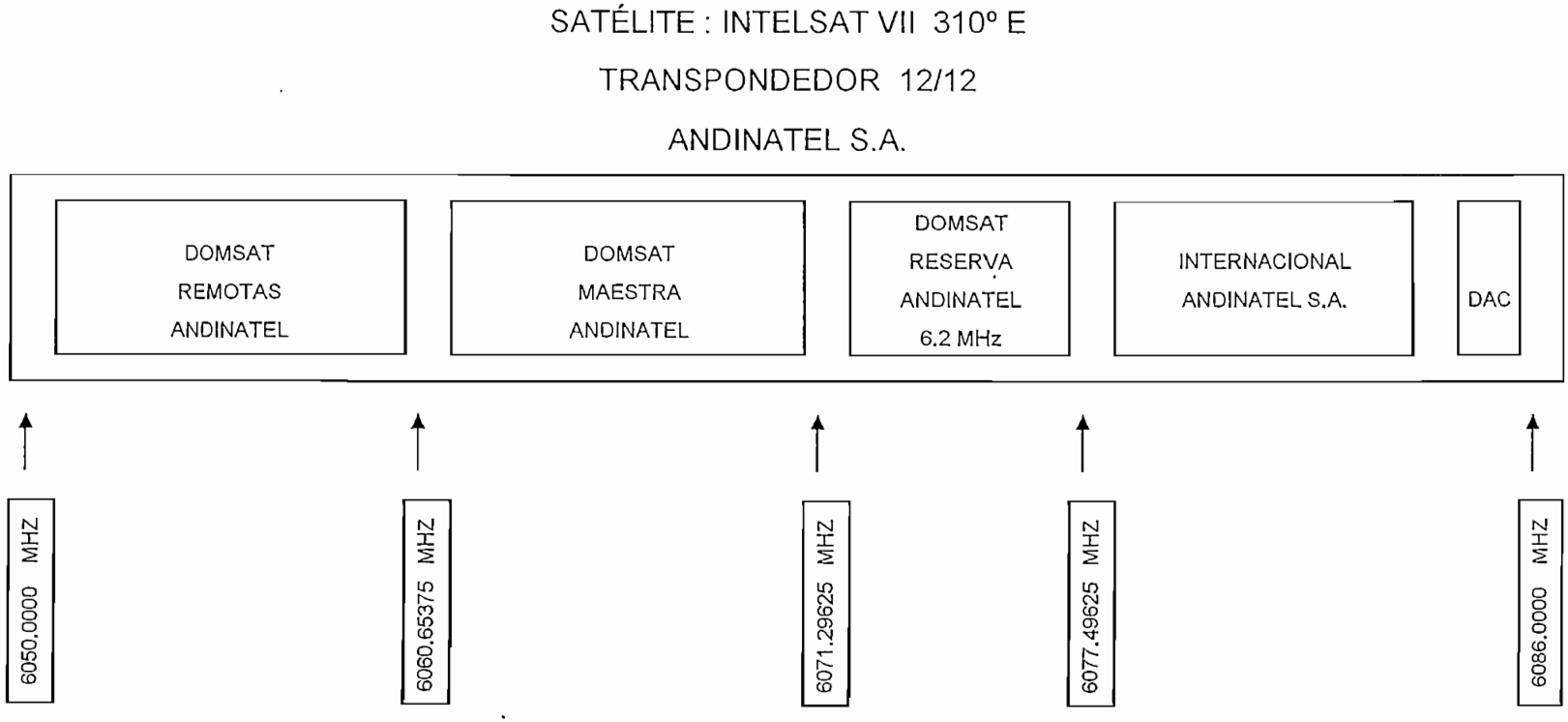


Figura 3.4 Ocupación del Espectro de Frecuencias de la sección del transpondedor correspondiente a ANDINATEL S.A.

El nodo 22 es también el punto de reunión de los canales de datos para el sistema de Monitoreo y Control de las estaciones que proporcionan circuitos de abonados remotos.

Por su parte los nodos 1, 4, 5, 6 y 7 llevan los canales troncales hacia las diferentes estaciones que cuentan con una central telefónica remota, y lo hacen a través de los nodos 21, 23, 24 y 25 en la estación Terrena.

La tabla 3.6 presenta el plan de enrutamiento de la nueva configuración de la red DOMSAT de Quito.

3.4.3 DIAGRAMAS DE UBICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Los diagramas de ubicación de los equipos permiten ver la ubicación que tendrán cada uno de los diferentes componentes de la nueva red de Quito, luego de la transferencia de unidades.

Los diagramas consideran únicamente a los subsistemas de banda base y de modems, que son los que se han modificado luego de la división de la red DOMSAT

Han sido consideradas tanto las unidades de la red DOMSAT original, como también las unidades que fueron adquiridas mediante el contrato de ampliación de la red DOMSAT.

Los diagramas de ubicación permiten conocer el número de bastidor, la ubicación de las unidades dentro del mismo, la ubicación de los diferentes gabinetes, y la ubicación de los módulos.

Los diagramas de ubicación de los equipos en Quito Centro y en la Estación Terrena de Quito se encuentran en la sección 1 del anexo F.

Tabla 3.6 Plan de Enrutamiento de la red DOMSAT de Quito - 1 de 4.

	ESTACIÓN REMOTA						ESTACIÓN TERRENA					QUITO CENTRO					
	IDENTIFICACIÓN			CANALES			IDENTIFICACIÓN		CANALES			IDENTIFICACIÓN		CANALES			
NUM	NODO	ADDR	TIPO	ACM	CIC	CANALES	NODO	ADDR	ACM	CIC	CANALES	NODO	ADDR	ACM	CIC	CANALES	TIPO
1	Coca	91	TMS	6		1-30						NODE 5	5	10		1-30	ADPCM
				8		1-30						NODE 5	5	12		1-30	ADPCM
				10		1-30						NODE 5	5	14		1-30	ADPCM
				12		1-19						NODE 5	5	16		1-19	ADPCM
				12		20	NODE 23	23	10		1						O/W
					15	3-12						NODE 4	4		15	21-30	CELP
					15	2	NODE 23	23		15	1						M&C
2	Lago Agrio	92	TMS	6		1-30						NODE 6	6	8		1-30	ADPCM
				8		1-30						NODE 6	6	10		1-30	ADPCM
				10		1-30						NODE 6	6	12		1-30	ADPCM
				12		1-19						NODE 6	6	14		1-19	ADPCM
				12		20	NODE 23	23	10		2						O/W
					15	3-12						NODE 4	4		15	11-20	CELP
					15	2	NODE 23	23		15	2						M&C
3	Tena	93	TMS	6		1-30						NODE 7	7	8		1-30	ADPCM
				8		1-30						NODE 7	7	10		1-30	ADPCM
				10		1-30						NODE 7	7	12		1-30	ADPCM
				12		1-19						NODE 7	7	14		1-19	ADPCM
				12		20	NODE 23	23	10		3						O/W
					15	3-12						NODE 4	4		15	1-10	CELP
					15	2	NODE 23	23		15	3						M&C

Tabla 3.6 Plan de Enrutamiento de la red DOMSAT de Quito - 2 de 4.

	ESTACIÓN REMOTA						ESTACIÓN TERRENA					QUITO CENTRO					
	IDENTIFICACIÓN			CANALES			IDENTIFICACIÓN		CANALES			IDENTIFICACIÓN		CANALES			
NUM	NODO	ADDR	TIPO	ACM	CIC	CANALES	NODO	ADDR	ACM	CIC	CANALES	NODO	ADDR	ACM	CIC	CANALES	TIPO
4	Shushufindi	71	TMS	6		1-30						NODE 4	4	12		1-30	ADPCM
				8		1-25						NODE 4	4	14		1-25	ADPCM
				8		26	NODE 23	23	10		4						O/W
					15	3-6						NODE 4	4		15	31-34	CELP
					15	2	NODE 23	23		15	4						M&C
5	Sacha	61	TMS	6		1-25						NODE 4	4	10		1-25	ADPCM
				6		26	NODE 23	23	10		5						O/W
					15	3-6						NODE 4	4		15	35-38	CELP
					15	2	NODE 23	23		15	5						M&C
6	Baeza	68	TMS	6		1-25						NODE 4	4	8		1-25	ADPCM
				6		26	NODE 23	23	10		6						O/W
					15	3-6						NODE 4	4		15	39-42	CELP
					15	2	NODE 23	23		15	6						M&C
7	Alluriquín	48	TMS	6		1-13						NODE 1	1	8		14-26	ADPCM
					15	3-5						NODE 4	4		15	43-45	CELP
					15	2	NODE 23	23		15	7						M&C
8	Borbón	49	TMS	6		1-13						NODE 1	1	12		1-13	ADPCM
					15	3-5						NODE 4	4		15	46-48	CELP
					15	2	NODE 23	23		15	8						M&C

Tabla 3.6 Plan de Enrutamiento de la red DOMSAT de Quito - 3 de 4.

	ESTACIÓN REMOTA						ESTACIÓN TERRENA					QUITO CENTRO					
	IDENTIFICACIÓN			CANALES			IDENTIFICACIÓN		CANALES			IDENTIFICACIÓN		CANALES			
NUM	NODO	ADDR	TIPO	ACM	CIC	CANALES	N0DO	ADDR	ACM	CIC	CANALES	NODO	ADDR	ACM	CIC	CANALES	TIPO
9	Pallatanga	47	TMS	6		1-13						NODE 1	1	8		1-13	ADPCM
					15	3-5						NODE 4	4		15	49-51	CELP
					15	2	NODE 23	23		15	9						M&C
10	Rocafuerte	41	TMS	6		1-13						NODE 1	1	12		14-26	ADPCM
					15	3-5						NODE 4	4		15	52-54	CELP
					15	2	NODE 23	23		15	10						M&C
11	Nuevo Rocafuerte	42	TMS	6		1-13						NODE 1	1	10		1-13	ADPCM
					15	3-5						NODE 4	4		15	55-57	CELP
					15	2	NODE 23	23		15	11						M&C
12	Maldonado	45	TMS	6		1-13						NODE 1	1	10		14-26	ADPCM
					15	3-5						NODE 4	4		15	58-60	CELP
					15	2	NODE 23	23		15	12						M&C
13	Móvil	36	TMS	6		1-4						NODE 1	1	10		27-30	ADPCM
				6		5-6						NODE 1	1	12		27-28	ADPCM
					15	3-4						NODE 6	6		15	1-2	CELP
					15	2	NODE 23	23		15	13						

Tabla 3.6 Plan de Enrutamiento de la red DOMSAT de Quito - 4 de 4.

	ESTACIÓN REMOTA				ESTACIÓN TERRENA					QUITO CENTRO					
	IDENTIFICACIÓN			CANALES	IDENTIFICACIÓN		CANALES			IDENTIFICACIÓN		CANALES			
NUM	NODO	ADDR	TIPO		N0DO	ADDR	ACM	CIC	CANALES	NODO	ADDR	ACM	CIC	CANALES	TIPO
14	La Bonita	F0107	OCM	5-10						NODE2	2	12		7-12	ADPCM
				11-12									15	13-14	CELP
				4	NODE 22	22		13	2						M&C
15	Las Naves	F0106	OCM	5-10						NODE2	2	10		1-6	ADPCM
				11-12									15	1-2	CELP
				4	NODE 22	22		13	4						M&C
16	Cascales	F0113	OCM	5-10						NODE2	2	12		1-6	ADPCM
				11-12									15	11-12	CELP
				4	NODE 22	22		13	6						M&C
17	Montalvo	F0108	OCM	5-10						NODE2	2	10		7-12	ADPCM
				11-12									15	3-4	CELP
				4	NODE 22	22		13	8						M&C
18	Putumayo	F0112	OCM	5-10						NODE2	2	10		25-30	ADPCM
				11-12									15	9-10	CELP
				4	NODE 22	22		13	10						M&C
19	San J. del Tambo	F0105	OCM	5-10						NODE2	2	10		19-24	ADPCM
				11-12									15	7-8	CELP
				4	NODE 22	22		13	12						M&C
20	Tiputini	F0109	OCM	5-10						NODE2	2	10		13-18	ADPCM
				11-12									15	5-6	CELP
				4	NODE 22	22		13	14						M&C
21	Lorocachi	F0110	OCM	5-10						NODE2	2	12		13-18	ADPCM
				11-12									15	15-16	CELP
				4	NODE 22	22		13	16						M&C

3.4.4 DIAGRAMAS DE CONEXIONES DE LOS EQUIPOS

Se presentan los diagramas de conexiones de los equipos más importantes de banda base, incluyendo información básica como el número de cable, el tipo de interfaz, el punto de conexión en cada extremo, etc.

Estos diagramas permiten conocer las modificaciones que se realizaron en los subsistemas de banda base para tener la nueva configuración de la red de Quito.

Vale mencionar que en la estación de Quito Centro se han mantenido todas las conexiones originales, dado que no se retirado bastidores, los mismos que mantienen las ubicaciones originales; en los casos en que se han retirado equipos, los cables han permanecido tendidos y están solamente desconectados.

Por la razón indicada, únicamente interesa el diagrama de conexiones de la Estación Terrena, en donde los cambios son significativos.

Los diagramas de interés para este capítulo, se presentan en la sección 2 del anexo F.

3.5 DETERMINACIÓN DE LOS EQUIPOS DISPONIBLES PARA EL TRASLADO HACIA GUAYAQUIL

El listado de los equipos disponibles para el traslado hacia Guayaquil puede ser elaborado tomando en consideración lo siguiente:

- Se considera el listado de los equipos que fueron adquiridos por EMETEL S.A. en el contrato del sistema DOMSAT original, para lo cual en la sección 1 del anexo D se presenta una copia de los formularios de inspección física, en los que se tiene el detalle de los equipos de Banda

Base y de Frecuencia Intermedia, que tengan que ver con las modificaciones de la red DOMSAT como efecto de su división.

- El documento de inspección física de Quito Centro y de la Estación Terrena de Quito, fue verificado en Agosto de 1998 por EMETEL S.A. y la empresa contratista, previo a iniciar el proceso de división y transferencia de la red DOMSAT.
- Se considera el análisis de configuración y dimensionamiento que se ha elaborado para la nueva red DOMSAT de Quito, a lo largo de toda la sección 3.3, incluyendo la capacidad de expansión apropiada para el sistema.
- También se considera la tabla 2.7, que presenta un listado de la cantidad mínima de equipos necesarios para la Red DOMSAT de Guayaquil.

Tomando en cuenta los documentos anteriores, se ha elaborado la tabla 3.7 que incluye:

- El detalle de las unidades existentes según el contrato original.
- El detalle de las unidades requeridas por la nueva red de Quito según el rediseño, e incluyendo las unidades que serían necesarias para cumplir con las condiciones de ampliación del sistema solicitadas.
- El detalle de las unidades que fueron adquiridas en el contrato de ampliación y que por pertenecer a estaciones de ANDINATEL S.A. deben ser consideradas como disponibles para Quito.
- El detalle de las unidades que se encuentran disponibles en la estación de Quito Centro y en la estación Terrena de Quito, para ser llevadas a Guayaquil.

La tabla 3.7 en conjunto con la tabla 2.7, servirán para determinar con precisión la lista final del equipo de la red de Quito que será transferido hacia Guayaquil.

Tabla 3.7 Detalle de las unidades disponibles en Quito para el traslado hacia Guayaquil.

EQUIPOS DISPONIBLES EN QUITO PARA EL TRASLADO HACIA GUAYAQUIL							
ITEM	EQUIPO	MODELO	CANTIDAD EXISTENTE CONTRATO ORIGINAL	CANTIDAD REQUERIDA NUEVA RED DE QUITO		CANTIDAD EXISTENTE CONTRATO AMPLIATORIO	CANTIDAD DISPONIBLE PARA TRASLADO
				NORMAL	AMPLIACIÓN		
QUITO CENTRO							
1	Módulo ACM	ACM-E1	30	21	2	-	9
2	Módulo CELP	CELP	134	78	16	9(BAE,NRC,LRC)	65
3	Gabinete de Expansión	EXP SHELF	9	5	2	-	4
4	Módulo EXP	EXP	18	10	4	-	8
5	Módulo CIC	CIC	6	4	1	-	2
6	Módulo Agregado E1 (Tributario E1)	ACC-G704	9	8	Incluida	-	1
7	Módulo Agregado V.35 (Internodal)	ACC-V35	12	12	Incluida	-	-
8	Chasis TSC	TSC100	2	2	Incluida	-	-
9	Módulo PSU400.4	PSU400-4	4	4	Incluida	-	-
10	Módulo CLK100-1	CLK100-1	4	4	Incluida	-	-
11	Módulo CPU	CPU	4	4	Incluida	-	-
12	Módulo TSM100-3	TSM100-3	22	22	Incluida	-	-
13	Chasis MUX100 C/S	MUX100 C/S	4	3	Incluida	-	1
14	Módulo PSU401-1	PSU401-1	4	3	Incluida	-	1
15	Módulo DSP400-1	DSP400-1	7	5	Incluida	-	2
16	Módulo CPU	CPU	4	3	Incluida	-	1
17	Módulo AGC100-2	AGC100-2	4	3	Incluida	-	1
18	Módulo TEL303-4	TEL303-4	20	13	2	2 (BAE,NRC)	9
19	Módulo EM100-1	EM100-1	20	13	2	2(BAE,NRC)	9

ITEM	EQUIPO	MODELO	CANTIDAD EXISTENTE CONTRATO ORIGINAL	CANTIDAD REQUERIDA NUEVA RED DE QUITO		CANTIDAD EXISTENTE CONTRATO AMPLIATORIO	CANTIDAD DISPONIBLE PARA TRASLADO
				NORMAL	AMPLIACIÓN		
QUITO CENTRO Cont...							
20	Chasis MUX100 B/C	MUC100 B/C	4	1	incluida	-	3
21	Módulo PSU401-1	PSU401-1	6	2	Incluida	-	4
22	Módulo CPU	CPU	4	1	Incluida	-	3
23	Módulo AGC100-2	AGC100-2	6	2	Incluida	-	4
24	Módulo TEL303-2	TEL303-2	35	10	2	-	25
25	Chasis E/C	E/C CH	4	3	Incluida	-	1
26	Módulos E/C	256 PCM30	32	24	2	1 (BAE)	9
27	Chasis Conv 4w/2w	4w/2w CH	4	2	Incluida	-	-
28	Módulo Conv. 4w/2w	6131B	38	16	4	-	22
ESTACIÓN TERRENA DE QUITO							
29	Módulo Agregado E1 (tributario E1)	ACC-G704	9	8	Incluida	-	1
30	Módulo Agregado V35 (Remotas)	ACC-V35	22	13	-	2 (NRC,BAE)	11
31	Módulo CDA	CDA	3	1	Incluida	-	2
32	Módulo UDC-V35	UDC-V35	22	8	-	1 (LRC)	15
33	Módulo UDC-RS232	UDC-RS232	44	21	-	3 (NRC, BAE, LRC)	26
34	Gabinete de Expansión	EXP SHELF	5	2	1	-	3
35	Módulo EXP	EXP	5	2	1	-	3
36	Módulo CIC	CIC	3	2	1	-	1
37	Módulo Agregado V35 (Internodal)	ACC-V35	8	8	Incluida	-	-
38	Bastidor de modems	MDM RACK	6	3	Incluida	-	3
39	Modem Satelital	SDM308	50	24	-	3 (NRC, BAE, LRC)	29
40	Conmut. de Redundancia	SMS758	6	3	-	-	3
41	Módulo Interfaz V35	INTF V35	44	21	-	3 (NRC, BAE, LRC)	26

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS NECESARIOS PARA LA DIVISIÓN DE LA RED DOMSAT

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS NECESARIOS PARA LA DIVISIÓN DE LA RED DOMSAT

4.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se lleva a cabo un análisis de los requerimientos más importantes que fueron necesarios tomar en cuenta, para poder llevar a cabo la división de la red DOMSAT en dos redes independientes con estaciones centrales en Quito y Guayaquil.

En la parte inicial del capítulo se analizan los requerimientos de equipos, tomando en consideración factores como la capacidad de ampliación, las condiciones de operación, la disponibilidad física, a fin de elaborar la lista final de equipos que serán transferidos entre las dos estaciones maestras.

Se analizan también los requerimientos de configuración que tienen relación con el proceso de transferencia, tal como las rutas de tráfico, la distribución del sincronismo de la red, y los cambios necesarios en la configuración de los diferentes equipos.

A fin de planificar el proceso de división de la red DOMSAT, se elabora el plan de transferencia y se detallan los requerimientos necesarios para llevar a cabo su ejecución, tomando en cuenta factores tales como el tiempo de trabajo, los recursos humanos, recursos técnicos y recursos materiales, planes de contingencia, presupuesto referencial y cronograma de trabajo.

Finalmente se presenta un detalle de las pruebas realizadas durante el proceso de transferencia, a fin de verificar la operación adecuada de la red de Guayaquil, conforme se van transfiriendo los equipos y el tráfico hacia esa red.

4.2 ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS

La división de la red DOMSAT, como se ha explicado anteriormente, implica mover ciertas cantidades de equipo de banda base y de frecuencia intermedia, entre la estación maestra de Quito y la estación maestra de Guayaquil.

Hasta el momento en el capítulo dos se ha llegado a determinar las cantidades mínimas de equipo que requiere la red de Guayaquil, para completar los requerimientos básicos del contrato, en cuanto al tipo de servicio y capacidad del mismo, según los requerimientos de la tabla 2.1.

Por otro lado, en el capítulo tres, en base al nuevo diseño de la configuración final que tendrá la red DOMSAT de Quito luego del proceso de transferencia, se ha llegado a determinar las cantidades mínimas del equipo necesario a mantener en la estación maestra de Quito, para cumplir con los requerimientos de servicio establecidos en la tabla 3.1.

Adicionalmente, dado que el contrato de ampliación del sistema DOMSAT incluyó la provisión de cinco nuevas estaciones, tres de ellas para ANDINATEL S.A., existe una cierta cantidad de equipo que debe ser transferida desde la estación maestra de Guayaquil hacia la estación maestra de Quito.

También se han definido las cantidades de equipo requeridas, tanto en la estación maestra de Quito como en la estación maestra de Guayaquil, para tener completa la capacidad de ampliación dentro de los parámetros solicitados.

Es entonces necesario, llegar a determinar en forma precisa la lista final de los equipos que serán transferidos entre las dos estaciones maestras, para lo cual también se requieren los listados de los equipos inicialmente instalados

en la estación maestra de Quito, como parte del contrato original, los mismos que se encuentran en el anexo D.1.

Utilizando la información proporcionada en las tablas 2.6 3.7 y los datos del Anexo D.1, se puede realizar la definición de los equipos que serán transferidos, pero para determinar las cantidades finales de estos equipos, se debe analizar también la capacidad de ampliación de cada red.

4.2.1 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE AMPLIACIÓN DE CADA RED

Las bases técnicas del contrato de ampliación del sistema DOMSAT, indican en la sección correspondiente a la reubicación de equipos, que se considere la redundancia de los modems y la ampliación futura del sistema en 20%[1].

En lo referente a la redundancia de los modems, se debe recordar que ya fue considerada durante el diseño de la configuración de la estación Terrena de Guayaquil, así como durante el diseño de la nueva configuración de la estación Terrena de Quito.

Cuando se menciona sobre la ampliación futura del sistema en un 20%, se refiere a que la capacidad de canales de tráfico del sistema deberá estar en posibilidades de ampliarse sin la necesidad de grandes modificaciones y rediseños.

La capacidad de ampliación esperada en cada una de las redes, puede ser evaluada en base a los requerimientos básicos de tráfico definidos en las tablas 2.1 y 3.1.

A continuación se realiza un análisis de la capacidad de ampliación de cada una de las redes.

---

[1] EMETEL; Proceso N° CE-96-14/EMETEL Ampliación del Sistema Rural de Transmisión Vía Satélite, DOMSAT; 1996; Pg. 20

4.2.1.1 Análisis de la capacidad de ampliación para la red de Guayaquil

Tomando en cuenta los datos de la tabla 2.1, la capacidad de ampliación esperada se podría calcular sobre el total de 460 canales de voz y 28 canales de datos, sin embargo 8 canales de voz tienen su aplicación como canales de servicio, es decir no se utilizan para tráfico comercial; lo mismo sucede con los canales de datos, que tienen su aplicación únicamente para el sistema de Monitoreo y Control.

Por lo tanto la capacidad de ampliación solicitada es de 90.4 canales, que equivale al 20% de los 452 canales de tráfico. Esos canales se deberían repartir proporcionalmente entre los canales troncales y los circuitos de abonados remotos.

Considerando que cada canal es una unidad completa, la capacidad de ampliación solicitada es de 91 canales, los mismos que se distribuyen de la siguiente manera:

Ampliación de canales troncales ADPCM:	60
Ampliación de canales troncales CELP:	8
Ampliación de circuitos remotos ADPCM:	17
Ampliación de circuitos remotos CELP:	6
Total de canales y circuitos requeridos para ampliación:	91

Para poder cumplir con esta capacidad de ampliación, el sistema no sólo que debe tener disponible el espacio necesario en los bastidores o gabinetes, sino que debe cumplir con otra serie de exigencias, las mismas que se detallan a continuación:

- Espacio físico en los bastidores y gabinetes.
- Cada bastidor o gabinete debe tener las conexiones internas necesarias para habilitar su capacidad total.

- Las conexiones externas hacia los otros equipos del sistema deben también estar disponibles.
- El sistema debe estar en posibilidad de transportar los canales adicionales desde la central de tránsito y desde la central local, hasta la Estación Terrena, para ser transmitidos hacia las estaciones remotas.
- El sistema debe proveer las facilidades de conversión de señalización y cancelación de eco para los canales adicionales.
- El sistema de gestión del equipo debe permitir la ampliación con facilidad.

Todos los requerimientos anteriores, fueron tomados en cuenta durante los análisis de capacidad de ampliación, realizados durante el diseño de la configuración de la red; como resultado de lo cual se obtuvieron las cantidades de equipos o módulos que son necesarias disponer en la red de Guayaquil, para tener acceso a transportar los canales adicionales, las mismas que se presentan en la tabla 4.1.

Es importante aclarar que existen varios módulos y gabinetes, que a más de proveer la capacidad para los canales solicitados como básicos en los requerimientos de la tabla 2.1, también disponen de capacidad extra, la misma que ha sido considerada dentro del cálculo de los canales adicionales. Tal es el caso de algunas tarjetas ACM, gabinetes de expansión, módulos de expansión, módulos CIC, módulos de agregado, módulos CDA, canceladores de eco, etc.

En todos estos módulos o gabinetes, se ha considerado que la capacidad de ampliación está *"Incluida"*, y por lo tanto no se los puede considerar como una unidad adicional para ampliación, por tal motivo, se consideran como unidades a ser *"normalmente"* proporcionadas para cumplir con los requerimientos básicos del sistema.

Con esta aclaración, se puede presentar la lista de equipo necesaria para proveer capacidad adicional al sistema DOMSAT de Guayaquil, según los términos planteados en las bases técnicas, la misma que se resume en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Cantidad de Equipo necesario para llegar a la capacidad de Ampliación de canales del 20% en la red de Guayaquil.

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD REQUERIDA PARA AMPLIACIÓN
1	ACM	1
2	CELP	14
3	ACC-G704 Guayaquil Centro	1
4	DSP400-1	1
5	TEL303-4	1
6	EM100-1	1
7	AGC100-2	1
8	TEL303-2	4
9	256PCM30	1
10	6131B	6
11	ACC-G704 Estación Terrena	1
12	CDA	1

Es importante indicar que aquellos equipos que son específicos para habilitar los enlaces satelitales hacia las estaciones remotas no se consideran como necesarios para permitir la capacidad de ampliación de canales del sistema, tales como modems satelitales, conmutadores de redundancia, tarjetas de interfaz V.35, módulos UDC-V35 y módulos de Agregado V-35 para los enlaces con las estaciones remotas.

Sin embargo el diseño de la configuración del sistema consideró que, tanto el espacio físico, como las conexiones o la disponibilidad de *slots* está garantizada, de manera que solamente será necesario insertar módulos o equipos para ampliar también el número de enlaces satelitales.

4.2.1.2 Análisis de la capacidad de ampliación para la red de Quito

La capacidad de ampliación de canales requerida se puede calcular de los datos de la tabla 3.1, en la que se indica que el total de canales de tráfico comercial es 642, por lo que el 20% de ampliación representa 129 canales, los mismos que se distribuyen proporcionalmente de la siguiente forma:

Ampliación de canales troncales ADPCM:	103
Ampliación de canales troncales CELP:	13
Ampliación de circuitos remotos ADPCM:	10
Ampliación de circuitos remotos CELP:	3
Total de canales y circuitos requeridos:	129

Tomando en cuenta los mismos elementos planteados en la sección anterior, se ha elaborado la lista de los equipos que requiere la red de Quito para llegar a completar la capacidad adicional de canales solicitada, la misma que se presenta en el cuadro 4.2.

Se ve que la red de Quito tiene un requerimiento de ampliación más exigente, por lo que se deberá tomar muy en cuenta que esta red dispone de mayor infraestructura instalada, ya que fue originalmente dimensionada para servir al total de estaciones.

4.2.2 LISTADO FINAL DE EQUIPOS QUE DEBEN SER TRANSFERIDOS DE QUITO A GUAYAQUIL

Para llegar a determinar los equipos que serán transferidos hacia la red de Guayaquil, utilizando la información dada en las tablas 2.1 y 3.1, se ha elaborado la tabla 4.3, en la cual en la columna A se presentan las unidades que están disponibles en Quito Centro y en la Estación Terrena de Quito, en la columna B se encuentran las unidades que requiere la red de Guayaquil

como unidades básicas para cumplir con los requisitos de tráfico de la tabla 2.1 y que deben obligadamente ser enviadas a Guayaquil.

Tabla 4.2 Cantidad de Equipo necesario para llegar a la capacidad de Ampliación de canales del 20% en la red de Quito.

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD REQUERIDA PARA AMPLIACIÓN
1	ACM	2
2	CELP	16
3	EXP SHELF	2
4	EXP	4
5	CIC	1
6	TEL303-4	2
7	EM100-1	2
8	TEL 303-2	2
8	256PCM30	2
9	6131B	4
10	EXP SHELF	1
11	EXP	1
12	CIC	1

Restando A – B se obtienen los datos de la columna C, que indican los equipos que están disponibles para cumplir con los requerimientos de capacidad adicional y que se dividirán entre las dos redes; la división de estas unidades se la realizará con un criterio basado en la información de las secciones 4.2.1.1 y 4.2.1.2, y otros criterios vertidos anteriormente.

En las columnas D y E, se resumen los datos de las tablas 4.1 y 4.2 respectivamente, para tomar la decisión de cómo dividir las unidades de la columna C. Finalmente, la columna F tiene la lista de unidades que permanecerán en Quito, y la columna G tiene la lista de las unidades que se transferirán a Guayaquil para completar la capacidad de ampliación de las redes de Quito y Guayaquil respectivamente.

TABLA 4.3 Selección final de las unidades que serán transferidas a Guayaquil.

ITEM	UNIDAD	DISPONIBLES EN QUITO	CAPACIDAD BÁSICA REQUERIDA PARA GUAYAQUIL	DISPONIBLES PARA AMPLIACIÓN	CAPACIDAD ADICIONAL GUAYAQUIL	CAPACIDAD ADICIONAL QUITO	AMPLIACIÓN QUITO	AMPLIACIÓN GUAYAQUIL	EQUIPO FINAL PARA GUAYAQUIL
		A	B	C=A-B	D	E	F	G	H=B+G
UNIDADES DE QUITO CENTRO									
1	ACM	9	5	4	1	2	3 (NOTA 1)	1	6
2	CELP	65	35	30	14	16	16	14	49
3	EXP SHELF	4	3	2 (NOTA 2)	-	2	2 (NOTA 2)	-	2 (NOTA 2)
4	EXP	8	5	4 (NOTA 2)	-	4	4 (NOTA 2)	-	4(NOTA 2)
5	CIC	2	2	-	-	1	(NOTA 3)	-	2
6	ACC-G704	1	1	-	1	-	-	-	1
7	MUX100 C/S	1	1	-	-	-	-	-	1
8	PSU401-1	1	1	-	-	-	-	-	1
9	DSP400-1	2	1	1	1	-	-	1	2
10	CPU	1	1	-	-	-	-	-	1
11	AGC100-2	1	1	-	-	-	-	-	1
12	TEL303-4	9	6	3	1	2	2	1	7
13	EM100-1	9	6	3	1	2	2	1	7
14	MUX100B/C	3	2	1	-	-	1 (NOTA 4)	-	2
15	PSU401-1	4	2	2	-	-	1	1	3
16	CPU	3	2	1	-	-	1 (NOTA 4)	-	2
17	AGC100-2	4	2	2	1	-	1	1	3
18	TELL303-2	25	9	16	4	2	7 (NOTA 5)	9	18
20	256 PCM30	9	6	3	1	2	2	1	7
21	6131B	22	2	20	6	4	12 (NOTA 6)	8 (NOTA 6)	10
UNIDADES DE LA ESTACIÓN TERRENA DE QUITO									
22	ACC-G704	1	1	-	1	-	-	-	1
23	ACC-V35	11	11	-	-	-	-	-	11
24	CDA	2	-	2	1	-	1	1	1
25	UDC-V35	15	15	-	-	-	-	-	15
26	UDC-RS232	26	26	-	-	-	-	-	26
27	EXP SHELF	3	-	3	-	1	2	1 (NOTA 2)	1 (NOTA 2)
28	EXP	3	-	3	-	1	2	1 (NOTA 2)	1 (NOTA 2)
29	MDM RACK	3	3	-	-	-	-	-	3
30	SDM308	29	29	-	-	-	-	-	29
31	SMS758	3	3	-	-	-	-	-	3
32	INTF V35	26	26	-	-	-	-	-	26

NOTAS EXPLICATIVAS DE LA TABLA 4.3

NOTA 1: Como se mencionó en la sección 3.3, la red de Quito tiene un 70% más de capacidad requerida de canales troncales que la red de Guayaquil, siendo la mayor parte de ellos del tipo ADPCM; por otro lado cuenta con mayor infraestructura instalada y disponible para ampliación, por lo que se ha considerado más útil disponer de un mayor número de módulos ACM para ampliación en la red de Quito.

NOTA 2: La estación de Guayaquil Centro requiere de 3 gabinetes de expansión para cubrir sus requerimientos básicos, los cuales se podrían tomar de Quito Centro, sin embargo existe la siguiente razón técnica que ha obligado a utilizar únicamente dos gabinetes de expansión de Quito Centro y tomar el tercer gabinete de la estación Terrena de Quito:

Los gabinetes de expansión requieren de unas tarjetas de interconexión que se colocan por la parte posterior del gabinete y que permiten interconectar varios gabinetes juntos en un mismo gabinete principal, estas tarjetas se denominan *"Flex Card"* y existen modelos de dos y cuatro unidades. Junto con los tres gabinetes que se deben enviar a Guayaquil, se requiere también enviar una Flex Card para cuatro módulos, para ser instalada en el nodo 2 de Guayaquil Centro que manejará cuatro gabinetes de expansión; las únicas *Flex Card* disponibles están en el nodo 2 y en el nodo 4, pero de acuerdo al diseño de la sección 3.3.1.1.5 el nodo 4 requiere del total de sus gabinetes, por lo que no se podría utilizar. Si se toma la del nodo 2, implica que en este nodo se disponga de un sólo gabinete y no se pueda interconectar el gabinete que se requiere para la ampliación de canales. La solución que se plantea es utilizar el segundo gabinete de expansión del nodo 23, en el que de acuerdo con los cálculos de

dimensionamiento de la sección 3.3.2.1.6, se requiere solamente una unidad. De esta manera se puede utilizar la *Flex Card* de dos posiciones que queda libre en el nodo 23, para instalarla en el nodo 2 de Quito Centro y disponer del segundo gabinete de expansión requerido. Por esta modificación se enviarán a Guayaquil únicamente 4 módulos EXP de Quito Centro y 1 módulo EXP de la estación Terrena de Quito.

NOTA 3: Considerando que no existen unidades CIC disponibles para la ampliación de capacidad en Quito Centro, la solución que se plantea es quitar la redundancia de módulos CIC que se había considerado en el nodo 2, según el diseño de la sección 3.3.1.1.5 y disponer de ese módulo CIC para la ampliación.

NOTA 4: Se tiene que existe la disponibilidad de un chasis para el equipo banco de canales MUX100 y un módulo CPU en Quito Centro, y que los requerimientos de ampliación de capacidad en Guayaquil están cumplidos, por lo tanto se ha decidido mantener esta unidad en Quito ya que no justifica su traslado.

NOTA 5: En cuanto a los módulos TEL303-2, existe una disponibilidad para ampliación de 16 módulos para dividirse entre Quito y Guayaquil, en donde se requiere una capacidad de ampliación de 2 y 4 módulos respectivamente, esto da un sobrante de 10 módulos, y considerando que en las dos redes existe capacidad física para alojar estos módulos, se entregarán 5 unidades extra a Guayaquil y se mantendrán 5 extra en Quito, lo cual da un total de 9 módulos de ampliación para Guayaquil y 7 para Quito.

NOTA 6: Se tiene una cantidad de 20 módulos convertidores de 4 a 2 hilos, disponibles para cubrir las necesidades de ampliación de canales de Quito y Guayaquil, las mismas que son de 4 y 6 módulos respectivamente; se ha decidido enviar únicamente 8 módulos de

ampliación a Guayaquil debido a que la capacidad física del chasis de los convertidores queda llena con los 8 módulos, mientras que en la red de Quito existe capacidad suficiente y por lo tanto se considera de mayor utilidad mantenerlos en Quito.

Existen unidades en las que la decisión de repartición entre las dos redes es evidente, ya que las cantidades existentes corresponden en forma adecuada para cumplir los requerimientos de las dos redes, sin embargo también hay casos que han requerido un análisis más detenido y por lo tanto llevan una referencia a una nota en la cual se explican apropiadamente los criterios tomados.

Finalmente en la columna H se presenta la suma de los valores de B y G que corresponden a las unidades requeridas en la red de Guayaquil como básicas y como capacidad adicional, siendo por tanto las cantidades que finalmente interesan conocer.

La tabla 4.4 presenta entonces, el resumen de la lista final de equipo que debe ser transferido a la red de Guayaquil, indicando la descripción, la marca de equipo, la cantidad y la estación de donde será retirada en la red de Quito.

A fin de poder controlar el proceso de transferencia de equipos, se ha elaborado un formulario de control de salida de las unidades desde Quito y otro formulario de ingreso de las mismas a Guayaquil. Estos documentos corresponden a las tablas 4.5 y 4.6 respectivamente y únicamente se presenta la primera página como referencia. La copia completa de los formularios originales debidamente llenos y firmados se encuentra en el anexo G.

Es importante mencionar que los formularios indicados, contienen casilleros con información específica sobre la descripción de la unidad, el modelo, el fabricante, la cantidad requerida, la estación y ubicación de origen, la

estación y ubicación de destino; también poseen casilleros en los cuales se deberá registrar el número de serie de la unidad, la fecha efectiva de salida o entrada y las firmas de responsabilidad.

Tabla 4.4 Listado final de equipos que deben ser transferidos a la red DOMSAT de Guayaquil.

ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	FABRICANTE	CANTIDAD	UBICACIÓN
	Bastidor de Modems	MDM RACK	STS	3	E/T Quito
	Modem Satelital	SDM308	EF DATA	29	E/T Quito
	Conmutador de Modems	SMS758	EF DATA	3	E/T Quito
	Módulos de Interfaz V.35	INTF V35	EF DATA	26	E/T Quito
	Módulo Agregado con interfaz V.35	ACC-V35	GDC	11	E/T Quito
	Módulo Agregado con interfaz E1	ACC-G704	GDC	1 1	E/T Quito Quito Centro
	Módulo CDA	CDA-E1	GDC	1	E/T Quito
	Módulo de interfaz de Canal	CIC	GDC	2	Quito Centro
	Módulo UDC con interfaz V.35	UDC-V35	GDC	15	E/T Quito
0	Módulo UDC con interfaz RS232	UDC-RS232	GDC	26	E/T Quito
1	Gabinete de Expansión con conexiones	EXP SHELF	GDC	1 2	E/T Quito Quito Centro
2	Módulos de Expansión	EXP	GDC	1 4	E/T Quito Quito Centro
3	Módulos ACM	ACM	GDC	6	Quito Centro
4	Módulos CELP	CELP	GDC	49	Quito Centro
5	Canceladores de Eco	256 PCM30	TELLABS	7	Quito Centro
6	Chasis de MUX-100 Banco de Canales (remotos)	MUX100B/C	ANADIGICOM	2	Quito Centro
6.1	Módulos de Fuente	PSU401-1	ANADIGICOM	3	Quito Centro
6.2	Módulos CPU	CPU	ANADIGICOM	2	Quito Centro
6.3	Módulos de Agregado E1	AGC100-2	ANADIGICOM	3	Quito Centro
6.4	Módulos de canal TEL303-2	TEL303-2	ANADIGICOM	18	Quito Centro
7	Chasis de MUX-100 para CELP	MUX100 C/S	ANADIGICOM	1	Quito Centro
7.1	Módulos de Fuente	PSU401-1	ANADIGICOM	1	Quito Centro
7.2	Módulos DSP	DSP400-1	ANADIGICOM	2	Quito Centro
7.3	Módulos CPU	CPU	ANADIGICOM	1	Quito Centro
7.4	Módulos de Agregado E1	AGC100-2	ANADIGICOM	1	Quito Centro
7.5	Módulos de canal TEL303-4	TEL303-4	ANADIGICOM	7	Quito Centro
7.6	Módulos E y M	EM100-1	ANADIGICOM	7	Quito Centro
8	Convertidores de 4 a 2 hilos	6131B	TELLABS	10	Quito Centro

Tabla 4.5 FORMULARIO DE CONTROL DE TRANSFERENCIA DE EQUIPOS DE QUITO A GUAYAQUIL
SALIDA DE EQUIPOS DE QUITO

ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	SERIE	FABRICANTE	CANT.	UBICACIÓN	FECHA ENVÍO	ANDINATEL	DIGITEC
1	Bastidor de Modems			STS		STS			
1.1	Bastidor de Modems	D62561-8	4	STS	1	CAB. 204			
1.2	Bastidor de Modems	D62561-5	5	STS	1	CAB. 206			
1.3	Bastidor de Modems	D62561-7	6	STS	1	CAB. 205			
2	Modem Satelital			EFDATA		STS			
2.1	Modem Satelital	SDM 308B	10351	EFDATA	1	CAB. 204 (B/U)			
2.2	Modem Satelital	SDM 308B	10340	EFDATA	1	CAB. 204 (ACU)			
2.3	Modem Satelital	SDM 308B	10291	EFDATA	1	CAB. 204 (CVN)			
2.4	Modem Satelital	SDM 308B	10348	EFDATA	1	CAB .204 (GLO)			
2.5	Modem Satelital	SDM 308B	10336	EFDATA	1	CAB. 204 (PAQ)			
2.6	Modem Satelital	SDM 308B	10341	EFDATA	1	CAB. 204 (PLD)			
2.7	Modem Satelital	SDM 308B	10329	EFDATA	1	CAB. 204 (VLD)			
2.8	Modem Satelital	SDM 308B	10355	EFDATA	1	CAB. 206 (B/U)			
2.9	Modem Satelital	SDM 308B	10261	EFDATA	1	CAB. 202 (MYO)			
2.10	Modem Satelital	SDM 308B	10349	EFDATA	1	CAB. 202 (BSA)			
2.11	Modem Satelital	SDM 308B	10263	EFDATA	1	CAB. 202 (GYZ)			
2.12	Modem Satelital	SDM 308B	10344	EFDATA	1	CAB. 203 (LGR)			
2.13	Modem Satelital	SDM 308B	10337	EFDATA	1	CAB. 203 (MLL)			
2.14	Modem Satelital	SDM 308B	10339	EFDATA	1	CAB. 203 (OLM)			
2.15	Modem Satelital	SDM 308B	10285	EFDATA	1	CAB. 203 (PRT)			

Tabla 4.6 FORMULARIO DE CONTROL DE TRANSFERENCIA DE EQUIPOS DE QUITO A GUAYAQUIL
ENTRADA DE EQUIPOS A GUAYAQUIL

ITEM	DESCRIPCIÓN	MODELO	SERIE	FABRICANTE	CANT.	UBICACIÓN	FECHA RECEPCIÓN	PACIFICTEL	DIGITEC
1	Bastidor de Modems			STS	3				
1.1	Bastidor de Modems	D62561-8	4	STS	1	CAB. 204			
1.2	Bastidor de Modems	D62561-5	5	STS	1	CAB. 206			
1.3	Bastidor de Modems	D62561-7	6	STS	1	CAB. 205			
2	Modem Satelital			EFDATA	15				
2.1	Modem Satelital	SDM 308B	10351	EFDATA	1	CAB. 204 (B/U)			
2.2	Modem Satelital	SDM 308B	10340	EFDATA	1	CAB. 204 (ACU)			
2.3	Modem Satelital	SDM 308B	10291	EFDATA	1	CAB. 204 (CVN)			
2.4	Modem Satelital	SDM 308B	10348	EFDATA	1	CAB .204 (GLO)			
2.5	Modem Satelital	SDM 308B	10336	EFDATA	1	CAB. 204 (PAQ)			
2.6	Modem Satelital	SDM 308B	10341	EFDATA	1	CAB. 204 (PLD)			
2.7	Modem Satelital	SDM 308B	10329	EFDATA	1	CAB. 204 (VLD)			
2.8	Modem Satelital	SDM 308B	10355	EFDATA	1	CAB. 206 (B/U)			
2.9	Modem Satelital	SDM 308B	10261	EFDATA	1	CAB. 202 (MYO)			
2.10	Modem Satelital	SDM 308B	10349	EFDATA	1	CAB. 202 (BSA)			
2.11	Modem Satelital	SDM 308B	10263	EFDATA	1	CAB. 202 (GYZ)			
2.12	Modem Satelital	SDM 308B	10344	EFDATA	1	CAB. 203 (LGR)			
2.13	Modem Satelital	SDM 308B	10337	EFDATA	1	CAB. 203 (MLL)			
2.14	Modem Satelital	SDM 308B	10339	EFDATA	1	CAB. 203 (OLM)			
2.15	Modem Satelital	SDM 308B	10285	EFDATA	1	CAB. 203 (PRT)			

Estos documentos fueron utilizados adecuadamente durante la ejecución misma de la transferencia de estaciones, permitiendo un excelente control del trabajo y un respaldo escrito y firmado, del cumplimiento del plan de transferencia propuesto.

4.2.3 REQUERIMIENTOS ADICIONALES

Como requerimientos adicionales, desde el punto de vista de los equipos, que deben ser considerados para realizar la transferencia de unidades a Guayaquil, se encuentran los siguientes:

- Todas las conexiones que se requieren en la estación terrena de Guayaquil para los nuevos bastidores, esto es energía, señal IF, señal de Banda Base, señales de monitoreo y control, deben estar listas para conectarse a los nuevos bastidores.
- Todos los equipos de Radio Frecuencia, Frecuencia Intermedia y Banda Base existentes deben estar energizados y configurados según los parámetros de la red DOMSAT de Guayaquil.
- La estación maestra de Guayaquil debe estar operando normalmente, apuntada al satélite de operación del sistema DOMSAT, y ajustados sus niveles de potencia en los convertidores de subida y bajada, así como en los amplificadores de potencia, para lo cual es recomendable levantar un enlace de prueba.
- Todas las conexiones de la estación maestra de Guayaquil, tanto en la estación Terrena como en Guayaquil Centro deben estar terminadas y listas para interconectarse con la central de tránsito y con la central local.
- Todos los E1´s provenientes de la central de tránsito de Guayaquil deben estar probados y alineados a nivel de trama, para lo cual se puede realizar un lazo físico.
- Se ha previsto disponer de una estación remota de prueba en la estación terrena de Guayaquil, utilizando parte de los equipos de repuesto que disponen las dos redes, a fin de garantizar las

condiciones operativas de cada elemento de la red de Guayaquil, antes de intentar la transferencia de tráfico y de equipos.

- Todos los circuitos de abonados remotos provenientes de la central local de Guayaquil deben estar conectados y con tono de marcar.
- En la estación terrena de Quito se deben preparar los bastidores que van a ser trasladados, retirando los pernos de anclaje e identificando los cables que van a ser desconectados y movidos a otras posiciones, así como los que serán mantenidos como reserva para ampliaciones futuras.
- Se debe identificar las posiciones hacia las cuales serán movidos los modems de la red de Quito, de acuerdo a su nueva ubicación, según el nuevo plan de frecuencias.
- Se debe identificar y marcar las conexiones del tributario E1 que será desconectado en Quito, para poder desmontar los módulos de agregado que serán enviados a la red de Guayaquil.
- Todos los bastidores, gabinetes, equipos, módulos y cables que serán afectados por la transferencia deberán ser identificados y marcados adecuadamente.

4.3 ANÁLISIS DE LOS REQUERIMIENTOS DE CONFIGURACIÓN

Al igual como se ha visto en la sección 4.2, que existe una gran cantidad de requerimientos de equipos que deben ser considerados para poder iniciar los trabajos de transferencia, también existe una serie de requerimientos de configuración que son fundamentales de tomar en cuenta, como los siguientes:

- Las rutas de tráfico en el multiplexor TMS.
- El sincronismo de la red DOMSAT de Quito, que se encuentra llevando tráfico y el de la red de Guayaquil, que empezará a cursar tráfico.

- La configuración de los equipos y módulos que serán transferidos a Guayaquil o reubicados en la misma red de Quito.

4.3.1 ANÁLISIS SOBRE LAS RUTAS DE TRÁFICO

Como se sabe el tráfico que está cursándose en la red de Quito a través de la red DOMSAT es importante y hasta cierto punto complejo, ya que a más de ser una combinación de canales troncales y circuitos remotos, éstos pueden ser de dos tipos ADPCM o CELP, y por lo tanto la interfaz física puede ser una trama digital E1 o una conexión analógica a 6 hilos, pero también se tiene una interfaz hacia la central local a nivel de abonado, es decir a 2 hilos; por otro lado existe una compresión de los canales para llevarlos sobre el satélite y una conversión de señalización.

Con esto lo que se intenta es mostrar que por la complejidad técnica y la dificultad geográfica que tienen las estaciones servidas a través de la red DOMSAT, se debe programar adecuadamente el proceso de transferencia, de tal manera que los cortes de tráfico sean programados, controlados y cortos, para lo cual se deben considerar los siguientes aspectos:

- Se debe deshabilitar las funciones automáticas del multiplexor TMS como son el IAR, el DRR, el TOR y otros que ocasionarían procesos de enrutamiento en aquellos circuitos que van saliendo de tráfico de la red de Quito y que entran en estados de alarma; estos procesos afectan el enrutamiento de toda la red y por lo tanto producen cortes intermitentes en el resto de circuitos y rutas.
- Se deben borrar de la programación del controlador del multiplexor TMS, las rutas o los circuitos que van saliendo de servicio, conforme se realiza la transferencia.
- De igual manera en el sistema de monitoreo y control de la estación terrena se deben enmascarar las alarmas relacionadas con los equipos que van a ser retirados, para evitar intentos de conmutación automática en aquellos equipos que tienen respaldo.

- Se debe coordinar adecuadamente con el personal de conmutación de las dos empresas para disponer de soporte en la central de tránsito, para que sean deshabilitadas las rutas de tráfico a través de la central de Quito y que inmediatamente se habiliten a través de la central de Guayaquil, esto requiere una programación algo extensa y delicada tanto en las centrales de tránsito como en las centrales remotas.
- Se debe asegurar la disponibilidad del canal de servicio en forma inmediata en las estaciones con central que salen de tráfico de la red de Quito, para efectos de coordinación y toma de decisiones en caso de que se requiera ejecutar algún plan de contingencia, hasta que se normalice el tráfico a través de la central de Guayaquil.
- Una vez realizada la transferencia, se requiere soporte en las centrales para realizar las pruebas de tráfico necesarias para confirmar que las llamadas entrantes y salientes trabajen adecuadamente y con todas las rutas existentes.
- Se deben probar también llamadas hacia y desde los circuitos remotos y realizar los ajustes de nivel adecuados para minimizar los efectos del eco.
- Es necesario disponer de los equipos de prueba adecuados para verificar el comportamiento de las diferentes rutas de tráfico; estos equipos son entre otros: Analizador de PCM, analizador de señalización R2, analizador de señalización C5, medidor de nivel de audio, microteléfono, analizador MFC, generador de audio.

4.3.2 ANÁLISIS SOBRE EL SINCRONISMO DE LA RED

La red DOMSAT utiliza una configuración de reloj maestro-esclavo, en la que la fuente principal de reloj proviene de la central de tránsito nacional, a través de los enlaces E1 y es luego distribuida por toda la red DOMSAT a través de los enlaces de agregado del multiplexor TMS, hacia cada uno de los enlaces satelitales, para que el reloj sea luego recuperado en las estaciones remotas y sincronice al multiplexor remoto.

El multiplexor TMS permite disponer hasta 8 niveles de reloj para sincronización de la red, con distintas prioridades, siendo el nivel 1 el de mayor jerarquía; cada nivel de reloj puede tener uno o varios nodos maestros que pueden proveer reloj a la red.

En cada nodo maestro pueden haber varias fuentes principales de reloj: la interfaz de entrada de un módulo ACC, ACM o CDA, una entrada directa de una referencia externa, o el reloj interno.

Si la fuente principal de reloj es una entrada externa, el nodo maestro se denomina *Master / External*; si la fuente principal de reloj es el reloj interno del nodo, el nodo maestro se denomina *Master / Internal* y si la fuente principal de reloj viene a través de un enlace con otro equipo que provee el reloj, el nodo maestro se denomina *Master / Facility.*

Pueden existir varios nodos definidos como Maestros en un mismo nivel de reloj, pero se debe tener cuidado de confirmar que las fuentes de entrada de reloj de esos nodos se encuentren sincronizadas entre sí.

En la configuración de cada uno de los enlaces de agregado, o de las interfaces de entrada de los módulos ACM o CDA, se puede definir si es una fuente de reloj primaria, término que en el multiplexor se le llama *"Facility"*; o también se puede definir si ese módulo está sincronizado con el reloj del nodo *"Node".*

El término *facility* significa que esa será la señal de reloj principal y por tanto el nodo en el cual se encuentra instalado el módulo que tiene esta configuración, será denominado el nodo *"Master / Facility".*

El reloj es distribuido desde el nodo maestro hacia el resto de nodos a través de los enlaces de agregado internodales, para lo cual en la configuración del enlace internodal se define la fuente que provee reloj al enlace de agregado, existiendo tres posibilidades:

- *XMT (Transmit Clock)*: Se utiliza la señal *"External Transmit Clock"* recibida por el módulo de agregado en su interfaz, por lo que esta fuente de reloj está disponible solamente cuando el tipo de interfaz dispone de esta señal.
- *RCV (Receive Clock)*: El agregado recupera el reloj de la señal de datos recibida.
- *NODE:* El agregado utiliza la señal de reloj del nodo, la misma que depende de la configuración de reloj del nodo explicada anteriormente.

Adicionalmente se debe definir la posibilidad que tiene el agregado de convertirse en una fuente de reloj para el nodo, existiendo las siguientes posibilidades:

- *"Source"* : Define si el nodo se sincroniza con el *Transmit Clock* o con el *Receive Clock* que usa el agregado para sincronizar el enlace de agregado. Normalmente en aplicaciones satelitales se utiliza el *Transmit Clock.*
- "Availability": Este parámetro categoriza al enlace de agregado como una fuente de reloj para el nodo, se tiene tres alternativas: *Facility* que corresponde a la descripción anterior para ser fuente de reloj maestro; *Remote Node* que se utiliza cuando el agregado puede proveer una fuente de reloj desde el nodo remoto y *Not Available* que se utiliza cuando el enlace de agregado no es una fuente de reloj confiable y por tanto no puede sincronizar al nodo.

Con los parámetros indicados, se han configurado los enlaces internodales de la red DOMSAT, de tal manera que el reloj principal recibido desde la central de tránsito es distribuido por toda la red hacia el resto de nodos.

Cada uno de los nodos que está sincronizado al reloj del nodo maestro se denomina nodo *"Slave" (esclavo),* y puede a su vez entregar el reloj del nodo a otros nodos.

En la figura 4.1 se presenta la manera en que el reloj principal es distribuido desde Quito Centro hasta la estación Terrena y de ahí hacia las estaciones remotas.

Si por alguna causa se pierde la fuente de reloj principal del nivel 1, el multiplexor conmutará hacia la fuente de reloj del nivel 2 y este nivel será el que determine la distribución del sincronismo; cada nivel puede tener fuentes diferentes de reloj y maneras distintas de distribuir el mismo.

Este tema es muy amplio y complejo por lo que únicamente se ha querido dar una visión general del sistema de sincronismo de la red DOMSAT, para comprender que se debe evitar realizar modificaciones que produzcan la caída de los enlaces que están entregando el reloj en Quito Centro para los diferentes niveles configurados.

En el nivel 1 de la red DOMSAT se tiene que el módulo ACM del *slot* 8 en el nodo 7 es la fuente principal de reloj; por otro lado el módulo ACM del *slot* 10 del nodo 1 es la fuente principal de reloj del nivel 2.

Se tiene también definido un nivel 3 en el que la fuente de reloj principal es la fuente interna de reloj del nodo 22.

La central de tránsito de Quito entrega un reloj de alta precisión y estabilidad porque se encuentra sincronizada externamente con una red de sincronismo que tiene las siguientes características:

- Está equipada con un reloj de Cesio que constituye una fuente de referencia primaria *STRATUM 1*.
- Cuenta con un sistema de distribución de la señal de sincronismo para sincronizar equipos digitales, como es el caso de la central de tránsito.
- Tiene la siguiente precisión garantizada por el fabricante:
  - $\pm 5 \times 10^{-12}$ a una temperatura de 22 ± 2 °C
  - $\pm 7 \times 10^{-12}$ a una temperatura entre 0 y 50 °C.

- Tiene una estabilidad a largo plazo de ± 1 x 10^{-11} durante toda la vida del Cesio.
- Tiene una tasa de deslizamientos de 1 deslizamiento cada 72 días.
- Cumple con todas las recomendaciones para fuentes de Referencia Primaria.

Un aspecto importante que se debe considerar es que el reloj que entrega la central de tránsito al multiplexor TMS, pasa antes a través del cancelador de eco y del convertidor de señalización, por lo que estos equipos deben también estar configurados adecuadamente para distribuir el reloj, por lo que se debe evitar realizar modificaciones o cambios sobre ellos.

En cuanto a la red de Guayaquil, se debe inicialmente utilizar como fuente de reloj del multiplexor TMS la fuente interna de algún nodo; se ha escogido que sea el nodo 22, porque las primeras estaciones que entrarán en tráfico en Guayaquil serán estaciones tipo 1 y 2, las mismas que se conectan directamente al nodo 22 a través de los enlaces de agregado, adicionalmente no se tendrán enlaces de central disponibles que permitan recibir el reloj de la central

Cuando se habilite en Guayaquil la primera estación con central telefónica, se deberá cambiar como fuente de reloj principal a la que se reciba de la central a través de uno de los módulos ACM, el mismo que deberá ser configurado como *facility*.

Luego todos los nuevos enlaces que se van poniendo en operación deberán estar configurados de tal manera que permitan recibir el reloj desde el nodo maestro, que podría ser el nodo 1 por tener el tráfico de la estación Gualaquiza que es la de mayor capacidad y que requiere conectarse a la central de tránsito a través de dos tributarios E1.

Se conoce que la central de tránsito de Guayaquil cuenta con una red de sincronismo externa similar a la de Quito.

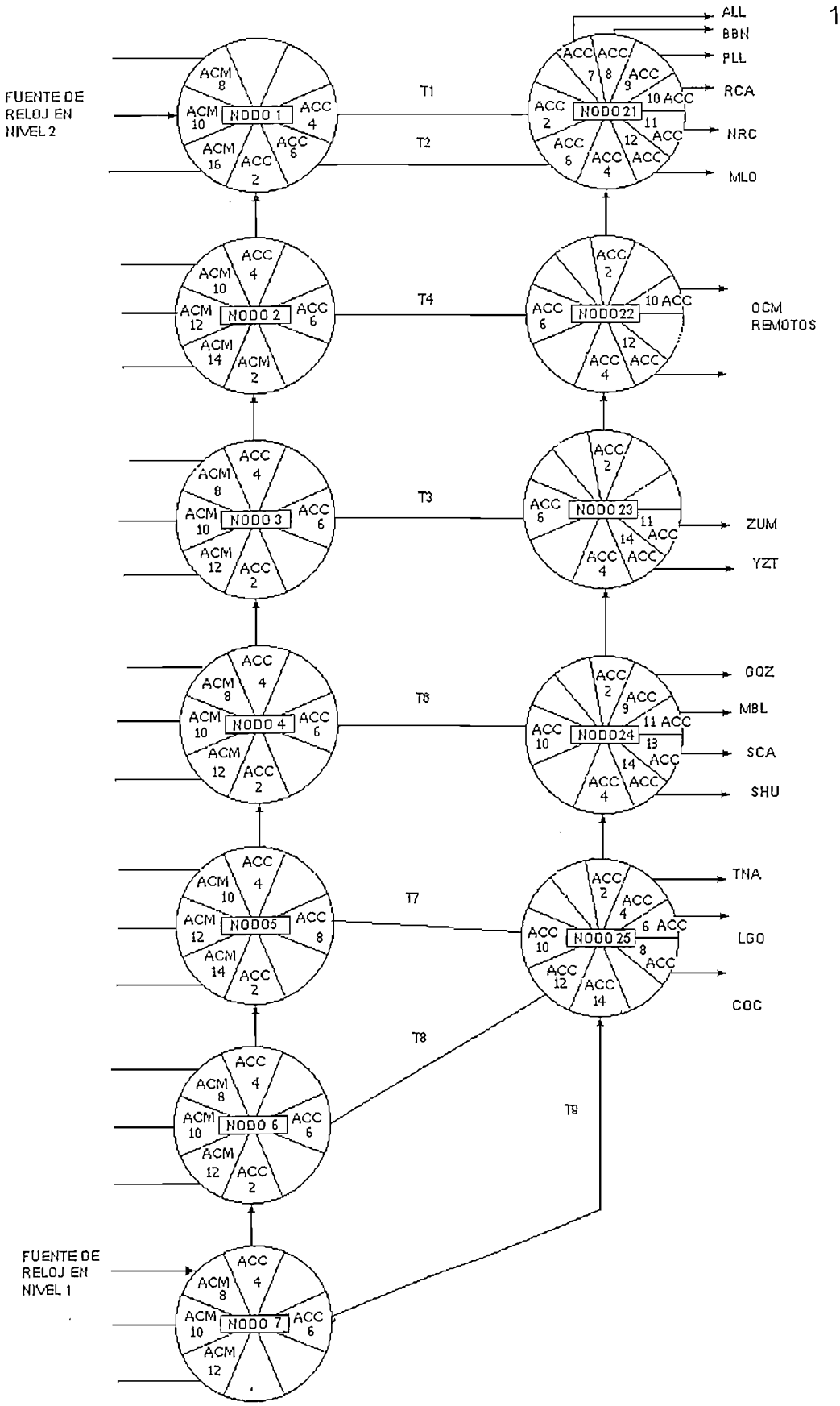


Figura 4.1 Distribución del sincronismo en la red DOMSAT de Quito.

4.3.3 ANÁLISIS DE LAS MODIFICACIONES DE CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS

Ciertas modificaciones de configuración se requieren realizar en muchos de los equipos que son transferidos a Guayaquil o reubicados en Quito; entre otros los requerimientos necesarios son los siguientes:

- Verificar el *"Address"* (dirección) de los modems tanto en la estación terrena de Guayaquil como los que se reubican en la estación Terrena de Quito; esto se requiere para mantener las comunicaciones con el conmutador de modems para efectos de control de la redundancia y para monitoreo y control del sistema.
- Verificar y cambiar la dirección de los conmutadores de redundancia para permitir la comunicación con los modems y con el sistema de Monitoreo y control.
- Ajustar adecuadamente los parámetros de operación, de los modems, esto es frecuencia de trabajo, niveles de transmisión de potencia, y por seguridad verificar la configuración de la velocidad de transmisión y recepción, el FEC, el aleatorizador y otros. Se debe aclarar que por facilidad, se debería primero realizar el cambio de frecuencias en toda la red DOMSAT original, hacia el nuevo plan de frecuencias, y luego proceder con el proceso de transferencia de estaciones.
- Utilizar la configuración del multiplexor de Quito para generar la configuración de Guayaquil, ya que existe una similitud en cuanto a su estructura, tal es el caso del nodo 2 , el nodo 22, el nodo 1, y otros. Adicionalmente es muy importante mantener la misma configuración, tanto del *Address* como de otros parámetros, en la configuración de los nodos de las estaciones remotas; cualquier cambio podría ocasionar la pérdida de comunicación a través del enlace satelital.
- En cuanto a los equipos MUX100 se deben ajustar los niveles de señal en Transmisión o Recepción para lograr niveles de audio adecuados si se requiere hacerlo, de igual manera ajustar los niveles para minimizar los efectos del eco.

- Los convertidores de señalización también deberán ser configurados adecuadamente según los requerimientos de las rutas en la central de tránsito de Guayaquil.

4.4 PLAN DE TRANSFERENCIA Y REQUERIMIENTOS NECESARIOS

Tomando en consideración todos los factores que se han ido detallando en este capítulo y en capítulos anteriores y conociendo la lista del equipo que será transferido de Quito a Guayaquil; considerando además los diseños realizados para la red DOMSAT de Guayaquil y para la nueva red DOMSAT de Quito, se ha elaborado el Plan de Transferencia de equipos, el mismo que se presenta en el anexo G.

El Plan de Transferencia ha sido elaborado considerando factores técnicos y operativos de la red, así como factores económicos y de tiempo. Se han tomado en cuenta los recursos que son necesarios desplegar para la ejecución del mismo y se han estimado los tiempo de duración de las actividades, a fin de poder elaborar un presupuesto económico y un cronograma de actividades.

En la elaboración del Plan de Transferencia se han buscado los mecanismos necesarios para que los cortes de tráfico sean programados, controlados y de corta duración; es por eso que durante la primera semana se llevan a cabo los preparativos necesarios en Quito y en la estación Terrena de Guayaquil, para poder utilizar la mayor cantidad de equipos existentes, como son varios modems, varios módulos UDC-V35, varios módulos ACM y varios módulos TEL303-2, que fueron adquiridos en el proyecto de ampliación del sistema DOMSAT.

Esto permitirá activar portadoras provisionales en Guayaquil sin necesidad de tener los propios equipos de esas estaciones físicamente en Guayaquil,

de esta manera el corte de tráfico se reduce al tiempo necesario para que en Quito se apague la portadora, luego se la encienda en Guayaquil, y esperar que el modem y el miultiplexor se sincronicen con los datos de la estación remota. Este proceso puede durar menos de 15 minutos.

Adicionalmente se debe mencionar que en Guayaquil se tuvo disponible todo el equipo necesario para simular la existencia de una estación remota, de esta manera se pudo probar que la configuración del sistema y la operación de los equipos en la red de Guayaquil esté correcta, sin necesidad de afectar el tráfico normal de la estación.

Al disponer de equipo alterno en Guayaquil, se pudo mantener un plan de contingencia adecuado; pues en caso de presentarse alguna falla con los equipos de Guayaquil, se disponía de todo el equipo original en Quito, listo para retomar el tráfico telefónico.

Se debe mencionar que varias estaciones remotas de PACIFICTEL S.A., al momento de llevarse a cabo el proceso de transferencia, no contaban con una central telefónica instalada y funcionando en la estación remota, razón por la cual se verificó su operación normal a través de la infraestructura del canal de servicio.

Las estaciones que no contaban con central telefónica al momento de la transferencia eran el Pangui, Amaluza, Machalilla y Flavio Alfaro; sin embargo al poco tiempo de finalizar el proceso de transferencia, PACIFICTEL S.A. instaló centrales telefónicas en dichas estaciones y pudieron ser integradas adecuadamente a la red nacional.

En la elaboración del Plan de Transferencia, también se consideró la utilización de los equipos pertenecientes a las estaciones de Macas, Puerto Ayora y Puerto Villamil, que se encontraban apagados por disposición de PACIFICTEL S.A.

El Plan de Transferencia incluyó 14 semanas de trabajo bajo el siguiente esquema (Por favor referirse al Plan de Transferencia del anexo G):

Semana 1: Trabajos de preparación y transferencia de todas las estaciones tipo 1, incluyendo el movimiento de un bastidor y todos los equipos necesarios y pruebas para activar seis portadoras tipo 1.

Semana 2: Activación de portadoras provisionales para seis estaciones tipo 2, incluyendo movimiento de módulos de banda base.

Semana 3: Desmontaje de modems en Quito de las estaciones tipo 2 activadas provisionalmente con Guayaquil durante la semana 2, reubicación de equipos de 7 estaciones tipo 2, 1 estación tipo 6 y 2 estaciones tipo 7 de ANDINATEL S.A.

Semana 4: Reubicación de equipos de las estaciones tipo 7, 6 y 5 de ANDINATEL S.A., desmontaje de un bastidor y envío a Guayaquil junto con los modems de las estaciones tipo 2 ya activadas en Guayaquil, se envían también los equipos de las estaciones que no estaban funcionando.

Semanas 5 y 6: Normalización de las estaciones tipo 2 ya transferidas a Guayaquil y transferencia de la última estación tipo 2 y dos estaciones tipo 4 hacia Guayaquil utilizando equipo provisional. Reubicación de equipos de las estaciones tipo 4 de ANDINATEL S.A. Envío de unidades de banda base y de los equipos transferidos.

Semana 7: Normalización de las estaciones transferidas y activación de dos estaciones tipo 5 sin central y de una tipo 5 con central, pruebas de integración.

Semana 8: Modificación de tributarios E1 en Quito centro, reubicación de varias estaciones de PACIFICTEL S.A. y envío de un bastidor a

Guayaquil, incluyendo los modems de las estaciones tipo 5 ya activadas varios equipos de Banda Base, reconexión del sistema de Gestión de Quito.

Semana 9: Normalización de tráfico de estaciones tipo 5 transferidas anteriormente y pruebas preliminares de las estaciones que faltan por transferirse.

Semana 10: Activación en Guayaquil de dos estaciones con central telefónica y realizar pruebas de integración a la red nacional.

Semanas 11y 12: Activación y transferencia de las dos últimas estaciones con central telefónica y pruebas de integración.

Semanas 13 y 14: Trabajos en la red de Quito para normalizar todas las conexiones y configuraciones pendientes.

4.4.1 PRESUPUESTO ECONÓMICO

Utilizando la información del Plan de Transferencia, se realiza el presupuesto económico, en base a definir los recursos técnicos, humanos y materiales que se requieren y estableciendo los costos diarios de dichos recursos.

También se consideraron los costos de embalaje y transporte de unidades entre Quito y Guayaquil y los costos de pasajes aéreos y movilización.

El cálculo del presupuesto se realizó utilizando una hoja electrónica que resume todos los costos por semana y que requiere de ciertos datos generales relacionados con los costos diarios de cada recurso, los mismos que fueron definidos por la compañía DIGITEC S.A., encargada de llevar a cabo el proceso de transferencia; el resumen económico se presenta en la tabla 4.7 y los cálculos desglosados se incluyen en la sección 2 del anexo G.

Tabla 4.7 Resumen del Presupuesto Económico.

DOMSAT TRANSFERENCIA

ACTIVIDAD	PERSONAS	VEHÍCULOS	COSTO USD	DURACIÓN días
Semana 1	3	2	$1,733	5
Semana 2	3	2	$1,558	7
Semana 3	3	1	$779	5
Semana 4	3	1	$981	6
Semana 5	2	1	$1,251	6
Semana 6	2	1	$629	5
Semana 7	2	2	$1,449	6
Semana 8	3	1	$981	6
Semana 9	2	1	$1,251	6
Semana 10	3	2	$1,790	8
Semana 11	3	2	$1,533	7
Semana 12	3	2	$1,571	7
Semana 13 y 14	2	1	$1,208	10
T O T A L USD[1]			**$16,715**	**80**

NOTA 1: El presupuesto económico está calculado en USD a la fecha en que se realizó el trabajo (Jun 1999).

4.5 PRUEBAS FINALES

Se debe considerar que durante el proceso de transferencia de equipos de Quito a Guayaquil, lo que realmente está sucediendo es que la red DOMSAT de Quito va dividiéndose lentamente y disminuyendo en su configuración, así como en el tráfico que va pasando a través de su estación central.

Por otro lado la red DOMSAT de Guayaquil, conforme se van incorporando los equipos transferidos, va aumentando en su configuración y por supuesto empieza a crecer el tráfico telefónico a través de su estación central.

Debido a que el proceso fue paulatino y tuvo una duración importante, fue necesario disponer de un plan de pruebas adecuado que permita conocer, por un lado el estado de las comunicaciones satelitales con cada una de las estaciones remotas, y por otro las condiciones de tráfico en cada uno de los canales de voz que empezaban a estar disponibles desde la red de Guayaquil.

Sin embargo el plan de pruebas debía ser lo suficientemente ágil como para no convertirse en factor de demora en el proceso de transferencia, es por esta razón que se tomaron en consideración los siguientes criterios para definir las pruebas realmente necesarias de llevarse a cabo.

- La red DOMSAT fue probada completamente cuando inicialmente funcionaba con Quito, antes de realizarse su entrega recepción provisional total, la misma que se concretó el 30 de julio de 1998. Las pruebas realizadas incluyeron a todos los componentes de la red, tanto en las estaciones remotas como en la estación maestra, incluyéndose pruebas de energía, pruebas de verificación de antena según los procedimientos SSOG-210 de INTELSAT, pruebas de ajuste de portadoras según los procedimientos SSOG-308 de INTELSAT, pruebas de rendimiento de los equipos, pruebas de tráfico e integración a la red nacional, y otras.

- Las pruebas de la estación maestra de Guayaquil se realizaron a finales de 1996, incluyéndose pruebas de verificación de antena conforme a los procedimientos de INTELSAT (la antena fue formalmente aprobada para transmitir a través de los satélites de INTELSAT en mayo de 1997), pruebas de los equipos convertidores de subida y bajada, de los amplificadores de potencia y de los amplificadores de bajo ruido, del multiplexor, inclusive pruebas del enlace a través de la microonda existente.
- Todas las estaciones que van a trabajar con la estación maestra de Guayaquil, seguirán funcionando con los mismos modems satelitales con los que funcionaban en Quito, ya que es uno de los elementos que se transfiere a Guayaquil, sin embargo existen otros elementos que son diferentes como los convertidores de subida y bajada, los amplificadores de potencia, la antena y otros. Por este motivo se debe realizar el ajuste de portadoras necesario para conseguir los niveles de operación apropiados en el enlace. Este ajuste es provisional, porque posteriormente se realizarán ajustes definitivos con el apoyo de INTELSAT y sus estaciones monitoras.
- Para las nuevas estaciones adquiridas como parte del proyecto de ampliación, se deberán realizar pruebas completas de la estación remota y pruebas completas de ajuste de portadoras según la SSOG 308 de INTELSAT, una vez que sean puestas en operación con su respectiva estación maestra (Quito o Guayaquil). Esto no es parte del proceso de transferencia, por lo que no se ha considerado esas pruebas como necesarias en esta etapa.
- El tráfico telefónico de la red DOMSAT de Guayaquil no ha sido probado anteriormente, por lo que deben realizar pruebas completas de integración a la red nacional.

Considerando los criterios mencionados, las pruebas que se realizaron durante el proceso de división de la red DOMSAT y transferencia de estaciones hacia la red de Guayaquil, fueron las que se mencionan a continuación:

- Ajuste provisional de portadoras satelitales de acuerdo con la prueba 8.14 del documento "SSOG308 QPSK/FDMA: Procedimientos para el ajuste de portadoras IDR" de INTELSAT[2]. El ajuste se lo realizó con cada una de las portadoras satelitales, conforme entraba en operación en la red de Guayaquil.
- Pruebas de integración a la red nacional de acuerdo al plan de pruebas del sistema DOMSAT, incluyendo alineamiento de los circuitos, pruebas en canales entrantes, pruebas en canales salientes, y pruebas en circuitos de abonados remotos.

4.5.1 PRUEBA DE AJUSTE PROVISIONAL DE PORTADORAS SATELITALES

Esta prueba se la realizó conforme con los procedimientos de la prueba 8.14 del SSOG-308 de INTELSAT, como se presenta a continuación:

MEDICIÓN DE P.I.R.E., FRECUENCIA Y RECEPCIÓN DE (Co+No)/No (ALU: Ajuste Abreviado)

Objetivo

Fijar la frecuencia de portadora y el nivel de potencia de transmisión de portadoras provisionales.

Objetivos de rendimiento

1. La frecuencia central de la portadora deberá mantenerse dentro de ± 0.025 veces R (Hz) (siendo R la velocidad de transmisión en *bitios* por segundo), hasta ± 3.5 KHz como máximo.

[2] INTELSAT; *Guía de Explotación del Sistema de Satélites – SSOG 308 QPSK/FDMA: Procedimientos para el ajuste de portadoras IDR*; 1996; Pg 73.

2. La p.i.r.e.[3] de la estación terrena es determinada en base a los márgenes de propagación y a la G/T[4] nominal de la estación terrena receptora. La p.i.r.e. en dirección al satélite en condiciones de cielo despejado deberá mantenerse dentro de ± 0.5 dB en el caso de estaciones tipo A, B, C y de ± 1.5 dB en el caso de las estaciones tipo E y F, respecto del valor nominal.

Equipo de Pruebas

1. Contador de Frecuencia, se puede utilizar un analizador de espectro.
2. Medidor de Potencia.
3. Analizador de espectro IF.

La disposición del equipo de pruebas se la presenta en la figura 4.2.

Procedimiento de Prueba

Participan la estación terrena transmisora y la estación terrena receptora

NOTAS:

1) Toda activación y ajuste de las portadoras debe efectuarse bajo el control y la dirección del IOC (*INTELSAT Operations Center*)

Paso 1

Establecer la coordinación necesaria con el IOC y con la estación receptora a través de un canal de voz.

[3] P.I.R.E. :Potencia Isotrópica Radiada Equivalente
[4] G/T : es la figura de mérito de una antena en combinación con el LNA, expresada en dB. G es la ganancia del sistema y T es la temperatura de ruido del sistema.

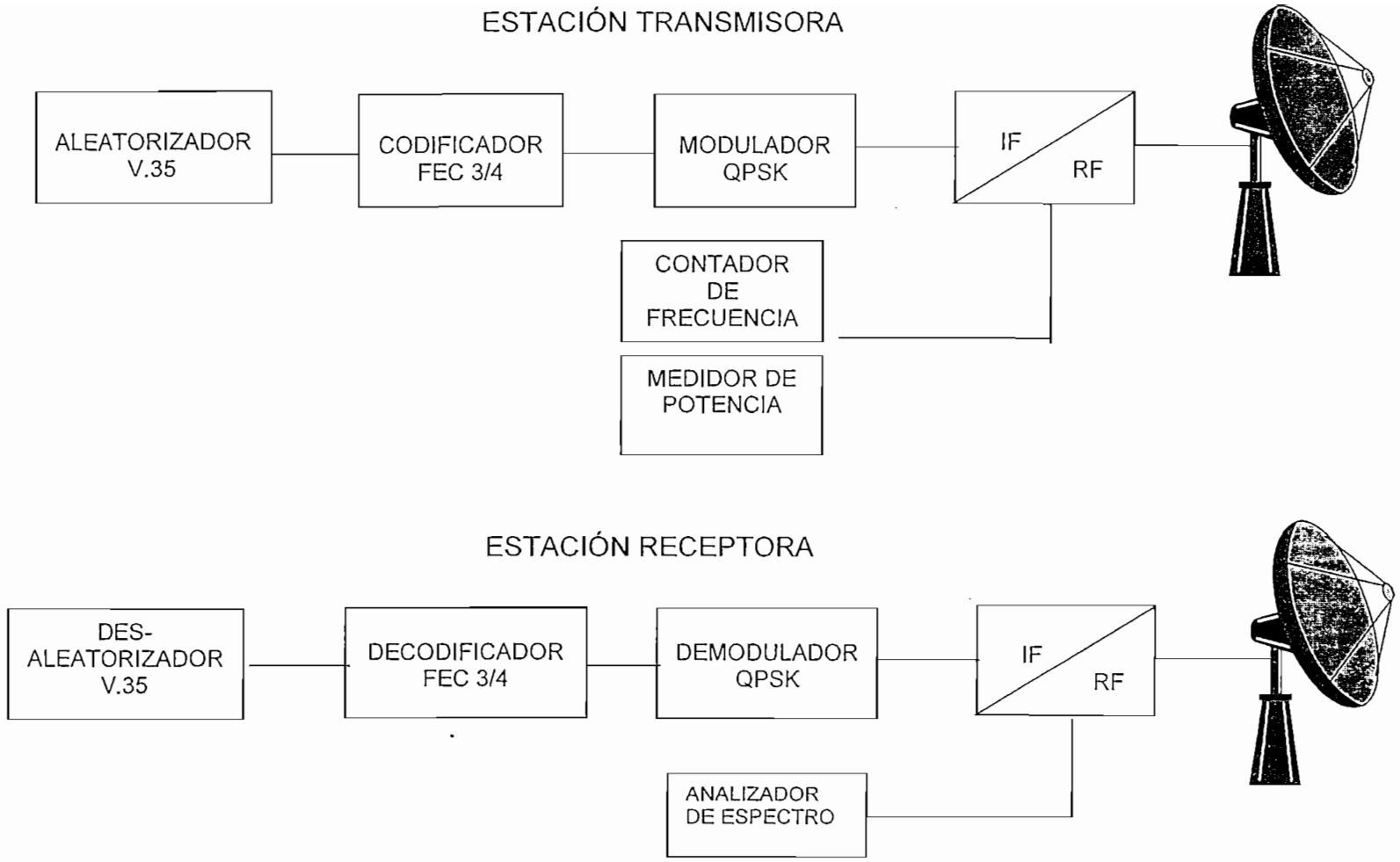


Figura 4.2 Disposición de los equipos para la prueba de ajuste abreviado de portadoras.

Paso 2

En la estación transmisora conectar el contador de frecuencia al punto de prueba de transmisión y medir la frecuencia de la portadora.

Paso 3

Bajo la dirección del IOC, radiar la portadora modulada (con el aleatorizador activado) en la frecuencia asignada. Aumentar la potencia mientras la estación receptora mide el Co+No/No, hasta obtener el valor asignado. La medición se realiza con el analizador de espectros.

Paso 4

La estación transmisora mide el nivel de potencia en el punto de monitoreo del amplificador y calcula la p.i.r.e.

Se puede adicionalmente tomar nota de otros parámetros de operación del modulador como son el valor del Eb/No y del *Corrected BER.*

Esta prueba permite confirmar que el enlace satelital está ajustado conforme a los valores de diseño y por lo tanto, el rendimiento del enlace será el esperado.

Es importante mencionar que antes de realizar el ajuste de las portadoras, se tomaron como referencia los valores de Eb/No que tenían los respectivos modems en la estación terrena de Quito, antes de ser desconectados, desmontados y enviados a Guayaquil.

4.5.2 PRUEBAS DE INTEGRACIÓN A LA RED NACIONAL

Esta prueba se realizó conforme con los procedimientos de prueba utilizados durante las pruebas de aceptación de las estaciones DOMSAT con la red de

Quito, y que también fueron definidos en el contrato de ampliación del sistema DOMSAT.

PRUEBAS DE INTEGRACIÓN A LA RED NACIONAL DE ESTACIONES CON ABONADOS REMOTOS

Objetivo

Confirmar la operación normal de los circuitos de abonados remotos a través del enlace satelital.

Objetivos de rendimiento

1.- La señalización de abonado debe manejarse adecuadamente entre la central local y el aparato telefónico remoto, a través del enlace satelital, permitiendo hacer y recibir llamadas normalmente.

2.- Tráfico telefónico normal debe existir entre la estación bajo prueba y otros tipos de abonados como: abonados locales, regionales y nacionales, abonados celulares, abonados de otras estaciones DOMSAT de Guayaquil, abonados de estaciones DOMSAT de Quito, abonados internacionales.

3.- Confirmar niveles de audio normales y la operación apropiada del cancelador de eco en cada circuito telefónico.

Equipo de Pruebas

1.- Microteléfono.
2.- Multímetro Digital.
3.- Medidor de nivel analógico.
4.- Sistema de Gestión del banco de canales MUX100.
5.- Sistema de Gestión del multiplexor TMS.

La disposición del equipo de pruebas se presenta en la figura 4.3.

Procedimiento de Prueba

Se requiere que el circuito telefónico esté disponible en la central local (número de abonado). Se debe tener configurada la estación y los circuitos correspondientes a la estación bajo prueba en el controlador del multiplexor TMS. Se requiere soporte del operador de la estación terrena remota

Paso 1

Se verifica en el controlador del multiplexor TMS que la estación remota no presente alarmas y que los circuitos se encuentren enrutados.

Paso 2

Verificar la operación adecuada de la señalización de abonado: Tono de marcar, tono de ocupado, señal de timbrado. Verificar cómo se realiza la conexión de llamada y la desconexión de llamada, utilizando un número telefónico de prueba en Guayaquil Centro para generar y recibir las llamadas de prueba con el abonado remoto de la estación DOMSAT. Utilizar el multímetro para verificar el manejo de la señalización de abonado.

Paso 3

Utilizando un teléfono de prueba, realizar llamadas a diferentes tipos de abonados (locales, regionales, nacionales, celulares, satelitales, internacionales) y verificar que las llamadas se completan normalmente utilizando el sistema de gestión del MUX100.

Se debe probar también la desconexión normal de la llamada. Esta prueba confirma la programación adecuada de la ruta en la central.

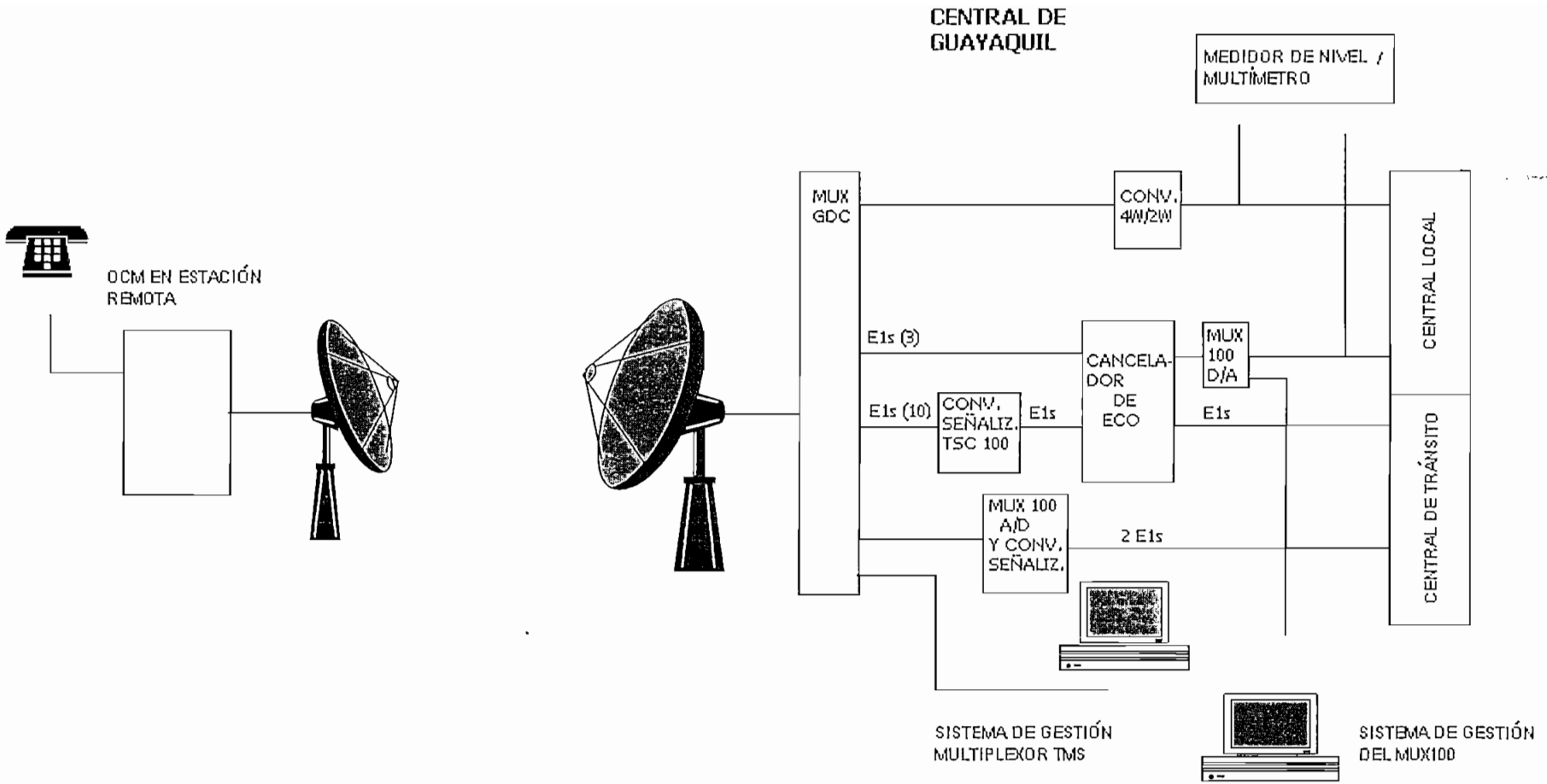


Figura 4.3 Disposición de los equipos para las pruebas de integración a la red nacional de estaciones con abonados remotos

Paso 4

Utilizando las funciones del controlador del multiplexor TMS, en el menú de pruebas de circuitos, activar la generación interna de un tono de 1 KHz desde la estación remota, y medir con el medidor de nivel analógico en el distribuidor de canales de voz (VDF) de la estación central. El nivel medido debe estar en el rango de ± 1 dB.

Si el valor medido, excede el rango, se ajusta la ganancia del canal en el banco de canales, utilizando el sistema de gestión del equipo.

Paso 5

Hacer una llamada telefónica y comprobar el efecto de la señal de eco en cada uno de los canales, en aquellos que el nivel de la señal de eco es muy alto, ajustar la ganancia del canal en el banco de canales, ya sea en transmisión o recepción, según el extremo en el cual la señal de eco es más pronunciada.

Si la señal de eco es muy alta en la estación remota, se disminuye la ganancia de *recepción* del canal en el MUX100. Si el eco es muy alto en la estación central, se disminuye la ganancia de *transmisión* del canal en el MUX100.

PRUEBAS DE INTEGRACIÓN A LA RED NACIONAL DE ESTACIONES CON CENTRAL TELEFÓNICA

Objetivo

Confirmar la operación normal de los Canales troncales entre la central de tránsito y la central remota a través del enlace satelital.

Objetivos de rendimiento

1.- La señalización de línea de cada troncal debe manejarse adecuadamente entre la central de transito y la central telefónica remota, a través del enlace satelital, permitiendo cursar normalmente el tráfico telefónico.

2.- La señalización de registro de cada troncal debe manejarse adecuadamente entre la central telefónica remota y la central de tránsito, para llamadas hacia y desde otros tipos de abonados tales como: abonados locales, regionales y nacionales, abonados celulares, abonados de otras estaciones DOMSAT de Guayaquil, abonados de estaciones DOMSAT de Quito, abonados internacionales.

3.- Confirmar niveles de audio normales y la operación apropiada del cancelador de eco en cada canal.

Equipo de Pruebas

1.- Microteléfono.
2.- Analizador de PCM.
3.- Analizador de Señalización R2 y C5.
4.- Sistema de Gestión del convertidor de señalización TSC100.
5.- Sistema de Gestión del multiplexor TMS.

La disposición del equipo de pruebas se la presenta en la figura 4.4.

Procedimiento de Prueba

Se requiere que la ruta de tráfico y la serie numérica haya sido programada adecuadamente en la central de tránsito de Guayaquil y en el resto de centrales. Se debe tener configurada la estación DOMSAT y los circuitos correspondientes en el controlador del multiplexor TMS.

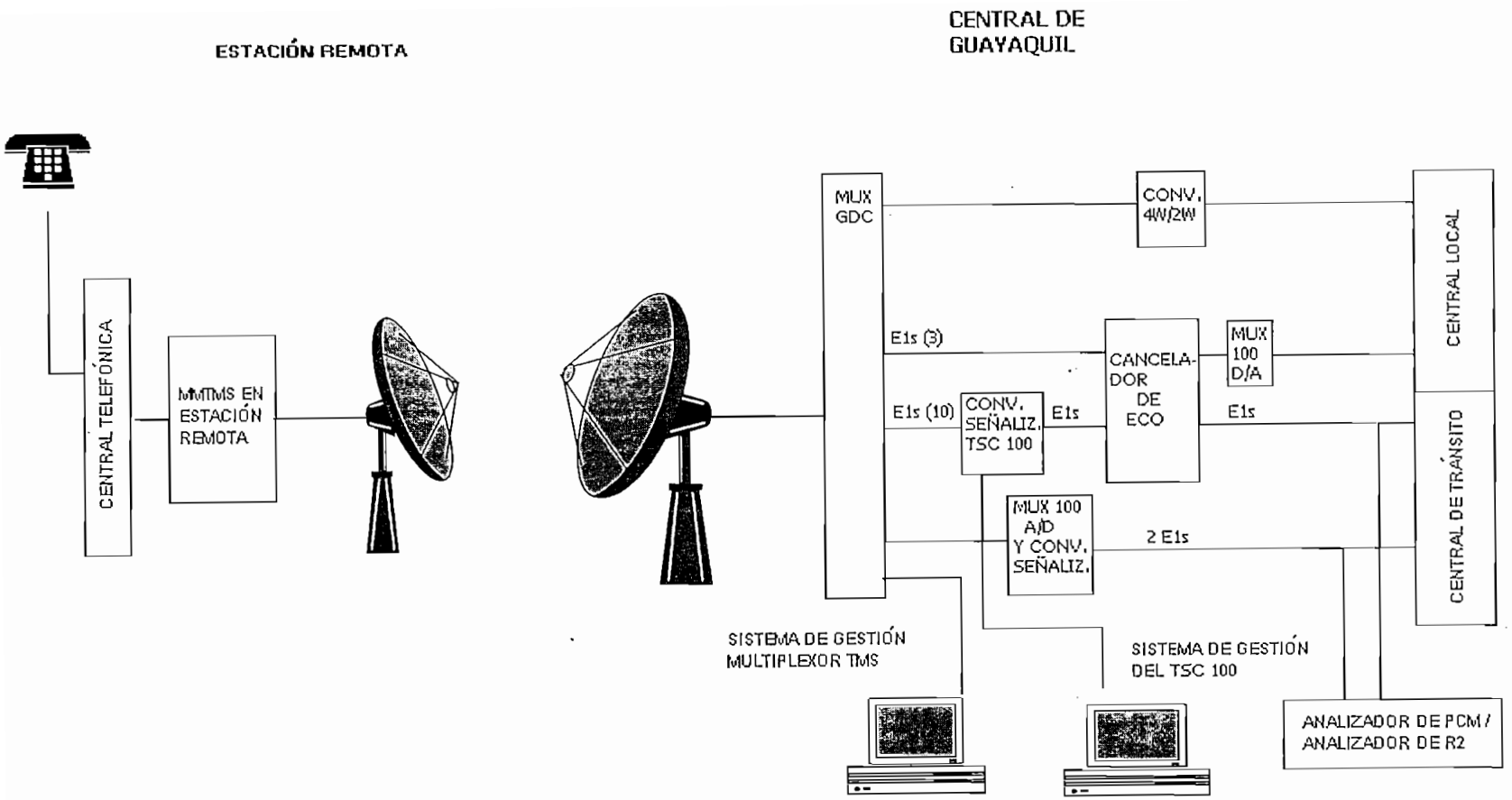


Figura 4.4 Disposición de los equipos para las pruebas de integración a la red nacional de estaciones con central telefónica.

Se requiere soporte en la estación remota por parte de personal de conmutación de PACIFICTEL S.A., personal del fabricante de la central telefónica remota y personal técnico del contratista del sistema DOMSAT.

Paso 1

Se verifica en el controlador del multiplexor TMS que la estación remota no presente alarmas y que los circuitos se encuentren enrutados.

Paso 2

Verificar la operación adecuada de la señalización de línea en cada una de las troncales: toma, confirmación de toma, contestación, desconexión hacia adelante, desconexión hacia atrás, liberación y bloqueo. Se utiliza el equipo analizador de PCM para verificar la operación de la señalización de línea, que es del tipo CAS y que se envía en el intervalo de tiempo 16 de la trama E1. Las llamadas de prueba son realizadas en coordinación con los operadores de las dos centrales telefónicas.

Paso 3

Realizar llamadas a diferentes tipos de abonados (locales, regionales, nacionales, celulares, satelitales, internacionales) y verificar la operación adecuada de la señalización de registro, verificando que las llamadas se completan normalmente. Se utiliza el sistema de gestión del MUX100 y el equipo analizador de señalización MFC R2 en al estación central.

En la estación remota se utiliza un computador portátil para acceder a los puertos de monitoreo de los equipos convertidores de señalización.

Esta prueba confirma la programación adecuada de la ruta de tráfico y de la serie numérica en la central de tránsito.

Paso 4

Se realizan llamadas telefónicas por cada uno de los canales telefónicos, se verifica que el nivel de audio sea adecuado en cada uno de los extremos, también se confirma que el nivel de la señal de eco sea bajo. En caso de requerirse realizar ajustes, únicamente se los puede realizar desde la estación remota, pues solamente allá existen convertidores analógico-digitales en los que se pueden realizar ajustes de nivel en el lado analógico.

4.5.3 ACLARACIONES SOBRE LAS PRUEBAS FINALES

Los procedimientos de prueba aquí descritos han sido ajustados a los requerimientos del presente estudio, se ha eliminado información técnica relativa a los equipos del sistema DOMSAT que intervienen durante las pruebas, como son: el multiplexor TMS, el convertidor de señalización TSC100, el banco de canales y convertidor de señalización MUX100 y otros.

Tampoco se ha querido profundizar en los temas relacionados con la señalización de abonado o con la señalización entre centrales, por cuanto no es de interés para el presente estudio y por la extensión y complejidad de los mismos.

Los resultados de las pruebas han sido condensados en un formulario adecuado que permita ver las condiciones bajo las cuales está trabajando cada estación incluyendo:

- Datos generales de la estación.
- Condiciones de operación en la estación terrena de Guayaquil luego del ajuste de portadoras.
- Condiciones de operación en los equipos de banda base de la estación Guayaquil Centro.

- Características del tráfico telefónico, incluyendo las condiciones de nivel de la señal, condiciones de la señal de eco y condiciones de la señalización.

En el anexo H se ha incluido una copia de los formularios de pruebas que fueron llenados durante la transferencia de estaciones de Quito a Guayaquil. Se ha incluido únicamente un formulario por cada tipo de estación.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El primer objetivo planteado en el plan de Titulación que tiene que ver con "Definir las modificaciones de Equipos y de Configuración de la estación maestra de Quito, que permita la división de la red DOMSAT en dos redes independientes con estaciones maestras en Quito y Guayaquil" fue cumplido durante el desarrollo del cuarto capítulo, que resume el trabajo llevado a cabo durante los tres primeros capítulos.

- El segundo objetivo planteado para "Elaborar el procedimiento necesario para llevar a cabo la transferencia de las estaciones remotas que van a entrar en funcionamiento con la nueva estación maestra de Guayaquil", también fue cumplido durante el desarrollo del capítulo cuarto.

- Luego de la división de la red DOMSAT, cada una de las redes tiene una capacidad de crecimiento de alrededor del 20% en la capacidad de canales de tráfico, todo el equipo necesario a nivel de banda base ha sido incluido, por lo que únicamente se requiere aumentar el ancho de banda satelital para conseguir el crecimiento esperado en las estaciones existentes.

- La red de Quito tiene un mayor número de canales de tráfico en un menor número de estaciones, en comparación con la red de Guayaquil, por lo que su rentabilidad será mejor ya que la facturación es mayor con un mayor número de canales. Por otro lado sus costos operativos y de mantenimiento serán menores al tener un menor número de estaciones.

- Es importante aclarar que las pruebas realizadas durante el proceso de transferencia del sistema DOMSAT de Quito a Guayaquil, no constituyen de ninguna manera pruebas finales del sistema DOMSAT o pruebas de aceptación definitiva.

- Las pruebas realizadas sirvieron para confirmar que tanto los equipos transferidos, como los equipos existentes en la red de Guayaquil y la configuración de los mismos y del resto de elementos, ha sido llevada a cabo apropiadamente para permitir que el tráfico telefónico de las estaciones DOMSAT de PACIFICTEL S.A. se lo realice a través de la estación maestra de Guayaquil.

- Estos resultados también indican que los estudios de configuración, diseño y dimensionamiento llevados a cabo tanto para la red de Quito como para la Guayaquil, son adecuados y han permitido poner en operación las dos redes satelitales en forma independiente.

- La realidad de nuestro país indica que se requiere muchas veces de sistemas de comunicación satelitales, para llegar a una gran cantidad de poblaciones que carecen de los servicios básicos, entre ellos los servicios de telecomunicaciones; las redes DOMSAT de Quito y Guayaquil deben buscar la manera de mejorar las comunicaciones en esas zonas que de otra manera no podrán tener acceso e esos servicios.

- Como se ha visto en el desarrollo del trabajo, el sistema DOMSAT es un sistema de tipo digital que podría tener acceso a combinar los servicios de voz y datos; al momento solamente se ha explotado el sistema para proveer canales de voz. Los servicios de datos podrían ser brindados con la utilización de los módulos UDC, de una manera fácil y rápida, aprovechando que hoy en día existe gran demanda de los servicios de internet, y tanto ANDINATEL S.A. como PACIFICTEL S.A.

tiene disponibilidad de segmento satelital y de una red satelital con capacidad de manejar canales de datos.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que se aproveche la capacidad de crecimiento disponible para incrementar el número de canales en las estaciones que proveen canales troncales y no tanto en incrementar el número de estaciones, en especial si se tratan de estaciones con abonados remotos.

- Se recomienda implementar nuevos servicios a través del sistema DOMSAT, como son: Transporte de canales de datos entre la estación central y las estaciones remotas o transmisión de señales de televisión a través de las estaciones maestras de Quito y Guayaquil.

- Efecto del desarrollo tecnológico que han tenido las comunicaciones en nuestro país durante esta última década, se están implementando sistemas de mayor capacidad, tanto de microonda como de fibra óptica, en las estaciones que corresponden al sistema DOMSAT, con lo que las estaciones DOMSAT están quedando fuera de operación o como rutas de desborde en caso de problemas. Sin embargo se recomienda que se aproveche toda la infraestructura existente y se reubiquen las estaciones DOMSAT hacia poblaciones que no cuentan con servicio telefónico, en especial aquellas estaciones con antenas de tamaños menores como son las estaciones tipo 4 o tipo 5.

- Se recomienda complementar este trabajo con un estudio detallado de las capacidades del Multiplexor Megamux TMS, que ayudaría a optimizar el ancho de banda asignado a los canales, ya que este equipo tiene la capacidad de manejar el ancho de banda de los canales dependiendo del tiempo o de prioridades establecidas por el

administrador de la red, esto sería de gran ayuda para dar cabida a canales de datos que normalmente requieren grandes anchos de banda, pero que por su naturaleza se utilizan en horas de bajo tráfico de voz.

- Se recomienda buscar una solución más eficiente para los canales de servicio, que al momento utilizan canales ADPCM, que requieren un ancho de banda de 16.8 Kbps, mientras que existen canales de voz tipo CELP que utilizan 6.4 Kbps. El canal de servicio se utiliza solamente para coordinación y pruebas, ya que es un canal entre la estación remota y la estación Terrena; por lo tanto es un desperdicio de ancho de banda utilizar un canal ADPCM para el canal de servicio. Se podría plantear una solución a través de canales CELP, con lo que se podría tener un ancho de banda adicional de aproximadamente 10.4 Kbps, que bien podría servir para un enlace de datos o para canales de voz adicionales.

- Se recomienda analizar la posibilidad de manejar otro tipo de señalización a través del sistema DOMSAT, por ejemplo la señalización *"Número Siete"*, ya que en el futuro todas las centrales telefónicas rurales serán digitalizadas y seguramente necesitarán trabajar con señalización *Siete*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAILEY K.; IDR Tmplementation in BTI; 1989; UK.
2. DOWNEY Michael; Engineer's Handbook for Earth Station Design and Implementation; 1993; M/R Communications, Inc.;Thurmont; 1ª Edición.
3. EMETEL; Concurso No CE-93-03 / EMETEL Provisión e Instalación de un Sistema Satelital para uso Doméstico - DOMSAT; 1993; Quito.
4. EMETEL; Proceso No CE-96-14 / EMETEL Ampliación del Sistema Rural de Transmisión Vía Satélite, DOMSAT; 1996; Quito.
5. FEHER Kamilo; Advanced Digital Communications Systems and Signal Processing Techniques; 1987; Prentice-Hall, Inc.; New Jersey; 10ª Edición.
6. FERRAZ Cristiano; Sistemas Satelitales; 1994; Wandel & Goltermann; Bogotá.
7. GDC; Megamux Transport Management System Controller Software Version V3.0.1; 1994; Middlebury.
8. GDC; Operating and Installation Instructions for Megamux TMS; 1993; Middlebury.
9. INTELSAT; Satellite System Operations Guide SSOG 210 Earth Station Verification Tests; 1989; Washington.
10. INTELSAT; Tecnología de Estaciones Terrenas; 1987; IADP; Washington; 3ª Edición.
11. ITT; Reference Data for Radio Engineers; 1977; Indianapolis; 2ª Edición.

12. JOHNSON Ron; Megamux TMS Student Instruction Manual; 1994; GDC Educational Services; Middlebury.
13. MINOLI Daniel; Telecommunications Technology Handbook; 1991; Artech House, Inc.; Boston; 10ª Edición.
14. RAY Leonel; Intelsat Digital Technology Seminar; 1990; Canadá.
15. ROBUSTO Michael; The development of Intermediate Data Rate (IDR) Digital Transmission Performance Characteristics; 1988; IEEE.
16. SALTOS Freddy; Curso de Entrenamiento Teórico Práctico; sobre los equipos de multiplexación y conversión de señalización, para la red DOMSAT de Guayaquil; 1998; Quito.
17. SEYMOUR M.; BTI Plans for Implementation of Digital Circuit Multiplication Equipment over the Intermediate Data Rate Carrier; 1989; UK.
18. SIMO Ernest; Satellite Communications & Vsats; 1992; SPACE 2000; Washington.
19. STANFORD Don y otros; The Book on Vsats; 1995; Virginia.
20. STS; Domsat Training Documentation; 1994; New York.
21. STS; Propuesta Técnica - Provisión e Instalación de un Sistema Satelital para uso Doméstico - DOMSAT; 1993; New York.
22. STS; System Drawing Package DOMSAT project Quito Earth Station; 1994; New York.
23. TOMASI Wayne; Sistemas de Comunicaciones Electrónicas; 1996; Prentice Hall Hispanoamericana S.A.; México
24. TTC; Technology Review 2048 Kb/s; 1992; USA.