

"ESTUDIO DEL PROYECTO SATELITAL ANDINO,

PARTE ECUATORIANA"

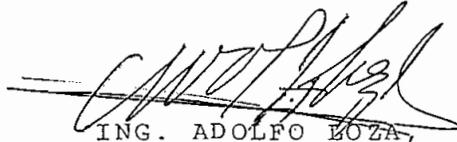
Tesis de Grado previa a la obtención del título de Ingeniero en la Especialización de Electrónica y Telecomunicaciones de la Escuela Politécnica Nacional.

Marcelo Camacho Zeas

Quito, junio de 1986



CERTIFICO: que esta Tesis ha sido  
elaborada en su totalidad por el  
señor Marcelo Camacho Zeas.

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

ING. ADOLFO LOZA,  
DIRECTOR DE TESIS

Quito, junio de 1986

D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES, HERMANOS

A MI ESPOSA YUKO

A G R A D E C I M I E N T O

Consigno mi agradecimiento más sincero a la Escuela Politécnica Nacional y a la Facultad de Ingeniería Eléctrica, al Señor Director de Tesis Ing. Adolfo Loza, a la División de Comunicaciones Vía Satélite, en su nombre al Ing. Leonardo Cajas, Compañeros y Amigos, que gracias a la formación, colaboración y esfuerzo han contribuído a la realización de este trabajo.

MARCELO CAMACHO ZEAS

--- I N D I C E ---

PAGINA

INTRODUCCION

CAPITULO I

ESTUDIO DE DEMANDA Y SITUACION ACTUAL  
DEL PROYECTO

1.1	√	ISLAS GALAPAGOS	1
1.1.1	√	SITUACION ACTUAL	1
1.1.2	√	DEMANDA	3
1.1.3	/	ASPECTOS TECNICOS	15
1.2	√	ZONAS FRONTERIZAS Y MARGINALES	20
1.2.1	/	RESUMEN DEL PROYECTO DE TELECOMUNICAC. RURALES	20
1.2.2	√	POBLACIONES MARGINALES	33
1.2.3	√	ZONAS FRONTERIZAS	44
1.3		ZONAS ESTRATEGICAS	46
1.3.1		ZONAS PETROLERAS	46
1.3.2		ZONAS MINERAS	47
1.3.3		FRONTERAS VIVAS	48
1.3.4	√	SERVICIO MOVIL	50
1.4	√	SITUACION ACTUAL DEL PROYECTO CONDOR	52
1.4.1		INTRODUCCION	52
1.4.2	/	ALQUILER CONJUNTO DEL SEGMENTO ESPACIAL O LA COMPRA A INTELSAT	53
1.4.3	√	FASE 2 PROYECTO CONDOR	57
1.4.4	√	DISPOSICIONES RELATIVAS AL PROYECTO CONDOR	59
1.5		NOTIFICACION ANTICIPADA A LA UIT	62
1.5.1		PUBLICACION ANTICIPADA	63

## CAPITULO II

### CONSIDERACIONES DE DISEÑO

	PAGINA
2.1 OBJETIVOS DE CALIDAD DEL SISTEMA	72
2.1.1 RECOMENDACIONES CCIR	72
2.1.2 TECNICAS DE MODULACION Y ACCESO	74
2.1.3 RELACION SEÑAL A RUIDO PARA CANALES VOCALES	75
2.1.4 RELACION SEÑAL A RUIDO PARA VIDEO	77
2.1.5 RELACION SEÑAL A RUIDO PARA SUBPORTADORA DE AUDIO	77
2.1.6 RELACION SEÑAL A RUIDO PARA CANALES SCPC	78
2.2 ANALISIS DE LOS ENLACES	79
2.2.1 ENLACE ASCENDENTE	79
2.2.2 ENLACE DESCENDENTE	83
2.2.3 BALANCE TOTAL DEL ENLACE (G/T) TOTAL	86
2.2.4 PERDIDAS ADICIONALES	87
2.2.5 CONCLUSION	87
2.3 PARAMETROS DE LOS SATELITES	88
2.3.1 SATELITE CONDOR	88
2.3.2 PARAMETROS SATELITE INTELSAT	89
2.3.3 PARAMETROS SATELITE INTELSAT V-A MODIFICADA	90
2.3.4. DISPONIBILIDAD DE LOS SATELITES	90
2.3.5 PARAMETROS DE SATELITE PanAmSat	97
2.4 CALCULO DE LA FIGURA DE MERITO	98
2.4.1 TEMPERATURA DE RUIDO	99
2.4.2 ANALISIS DE GANANCIA DE ANTENAS	102

2.4.3	FACTOR DE MERITO (G/T)	105
2.4.4	CALCULO DE G/T PARA DISTINTOS SATELITES	105
2.5	DISEÑO DEL SEGMENTO TERRENO	105
2.5.1	ANALISIS DE ANTENAS	107
2.5.2	AMPLIFICADORES DE BAJO NIVEL DE RUIDO (LNA)	110
2.5.3	AMPLIFICADORES DE POTENCIA	111
2.5.4	EQUIPO DE TELECOMUNICACIONES	112
2.5.5	EQUIPO DE MULTIPLEXACION/ DEMULTIPLEXACION	112
2.5.6	EQUIPO PARA CONEXION CON LA RED TERRENAL	113
CAPITULO III		
ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS		
3.1	SISTEMA INTERNACIONAL (INTELSAT)	114
3.1.1	CARACTERISTICAS DEL SISTEMA	114
3.1.2	AUTORIZACION DE INTELSAT	115
3.1.3	CARACTERISTICAS DE ESTACION TERRENA STANDARD B	116
3.2	SERVICIO VISTA	119
3.2.1	CARACTERISTICAS GENERALES	119
3.2.2	CARACTERISTICAS DE ESTACIONES STANDARD D	120
3.3	SISTEMA DOMSAT	124
3.3.1	PRINCIPIOS GENERALES	124
3.3.2	PLANIFICACION DE UN SISTEMA NACIONAL	124
3.3.3	TIPOS DE REDES	125
3.3.4	TIPOS DE CONFIGURACION	127

PAGINA

3.3.5	DISEÑO DE UNA RED DOMSAT PARA EL PAIS	134
3.4	SERVICIO CON OTROS SISTEMAS SATELITALES	136
3.4.1	INTRODUCCION	136
3.4.2	SISTEMA INTELSAT	136
3.4.3	SISTEMA PANAMSAT	137
3.5	SATELITE PROPIO PARA LA SUBREGION CONDOR	138
3.5.1	SEGMENTO ESPACIAL	139
3.5.2	SEGMENTO TERRENO	142
	 CAPITULO IV	
	 ESTUDIO ECONOMICO	
4.1	COSTOS DEL SEGMENTO ESPACIAL	144
4.1.1	CARGOS DEL SEGMENTO ESPACIAL PARA SCPC INTERNACIONAL	144
4.1.2	CARGOS DEL SISTEMA VISTA	146
4.1.3	CARGOS DE ARRENDAMIENTO A INTELSAT	147
4.1.4	CARGOS POR COMPRA DE TRANSPONEDORES A PANAMSAT	148
4.1.5	CARGOS POR PARTICIPACION EN EL SATELITE "CONDOR"	149
4.2	COSTOS POR SEGMENTO TERRENO	152
4.2.1	ANALISIS DEL COSTO DEL SISTEMA DE ANTENA	152
4.2.2	OPTIMIZACION DEL COSTO DE LA FIGURA DE MERITO	153
4.2.3	ANALISIS DE COSTOS DE LOS SISTEMAS CON RASTREO AUTOMATICO	155
4.2.4	COSTOS DEL SUBSISTEMA DE TRANSMISION	155
4.2.5	OPTIMIZACION DE LOS COSTOS DEL P.I.R.E.	156

4.2.6	COSTOS DEL EQUIPO DE COMUNICACION DE TIERRA	157
4.2.7	SISTEMAS DE NO-INTERRUPCION	158
4.3	EVALUACION ECONOMICA	159
4.3.1	INVERSIONES PARA EL SISTEMA INTERNACIONAL	159
4.3.2	INVERSIONES PARA EL SISTEMA VISTA	161
4.3.3	INVERSIONES PARA EL SISTEMA DOMSAT	165
4.3.4	ANALISIS ECONOMICO	174

## CAPITULO IV

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	176
-----	--------------------------------	-----

## GLOSARIO DE FORMULAS

## GLOSARIO DE TERMINOS

## BIBLIOGRAFIA

## I N T R O D U C C I O N

El presente trabajo tiene como objetivo realizar el estudio concerniente a la utilización de un sistema espacial de servicio telefónico que sirva a diferentes poblaciones rurales del Ecuador, tomándose como base la participación ecuatoriana en el Proyecto "CONDOR", dentro de la Subregión Andina, con el fin de determinar si este proyecto es o no de conveniencia para el País.

El Capítulo I contiene el estudio de la demanda telefónica de la Provincia de Galápagos incluyendo la necesidad imperiosa de que cuente con un servicio telefónico acorde con su importancia geográfica y proyección futura.

Además se realiza el estudio de las poblaciones marginales en las demás provincias del País que no se toma en consideración en el Plan de Telecomunicaciones Rurales, la que tengan un servicio deficitario así como zonas estratégicas sean éstas mineras, petroleras, fronteras vivas etc.

Fruto de este estudio es la conclusión sobre la factibilidad de un Proyecto de una red nacional espacial con la que el Ecuador podría comenzar.

Además se analiza la situación actual del proyecto "CONDOR" y los pasos concernientes que se han dado al respecto.

En el Capítulo II se presenta un estudio de los objetivos de calidad en el sistema, los cálculos respectivos de los enlaces ascendentes y descendentes entre las estaciones terrenas con

los satélites y el estudio de ruido inherente del sistema para el cálculo de un parámetro tan importantes como es la Figura de Mérito de las Estaciones Terrenas.

En este capítulo se analizan también los parámetros de los diferentes tipos de satélites que pueden operar con una red nacional tipo DOMSAT.

En el Capítulo III se analiza diferentes alternativas tecnológicas que puedan utilizarse en el País mediante la compra o arrendamiento de diferentes sistemas vía satélite tales como INTELSAT, PANAMSAT, CONDOR además de SERVICIO VISTA que ofrece INTELSAT para servir a áreas de poca densidad y bajo tráfico.

También se estudia la posibilidad de un Servicio Doméstico (DOMSAT) del proyecto elaborado en el capítulo I, en el que se conjugan tipos de configuración de redes (estrella y malla ).

En el capítulo IV se realiza un análisis económico de los segmentos espaciales y terrenos de los diferentes sistemas que pueden implementarse para el País, así como una evaluación económica de los costos, con el fin de clarificar en mejor forma que sistemas pueden ser de mayor utilización para el País.

En este "Estudio del Proyecto Satelital Andino, Parte Ecuatoriana" se ha abordado, el proyecto "CONDOR", así como las alternativas de las que se puedan sacar conclusiones que beneficien al País en el área del servicio de Telecomunicaciones Rurales vía Satélite.

# C A P I T U L O I

## ESTUDIO DE DEMANDA Y SITUACION ACTUAL DEL PROYECTO

### 1.1 ISLAS GALAPAGOS

En la actualidad no se dispone de un sistema de telecomunicaciones confiable para la Provincia de Galápagos que permita una integración adecuada entre las Islas y, éstas, a su vez, con el Continente.

#### 1.1.1 SITUACION ACTUAL

IETEL dispone de equipos de comunicación que funcionan desde hace muchos años. En San Cristóbal existe una central telefónica tipo AKD de 50 abonados, su medio de transmisión con el Continente es a través de un radio en HF, Puerto Ayora se enlaza con el Continente con un sistema similar.

Existe comunicación entre las dos Islas a través de un monocanal en VHF.

El Señor Presidente de la República, Ing. León Febres Cordero, confió a una Comisión de alto nivel nombrada con Decreto No. 466 del 23 de enero de 1985 para que elabore un informe que corresponde a "Observaciones al Plan Maestro 1984, Lineamientos Básicos y Recomendaciones para el Reordenamiento, manejo y desarrollo controlado de la Provincia de Galapagos".

Esta Comisión de alto nivel elaboró un plan general sobre la situación y el desarrollo de las Islas Galápagos el mismo que fue entregado al Presidente de la República siendo aprobado por el CONADE como ley.

En lo concerniente a telecomunicaciones las autoridades y población isleña coinciden en la necesidad de una mayor integración del Archipiélago con el Continente, a través de una modernización de las instalaciones

del IETEL.

Dentro del plan tenemos:

TOMO I : "Observaciones al Plan Maestro y Lineamientos básicos de acción", junio de 1985

CAPITULO II

4) "Recomendaciones Para la Acción Del Estado En La Provincia de Galápagos".

Tomando el punto f) "Comunicación y Transporte" dice lo siguiente: "Es prioritario modernizar el sistema de comunicaciones del IETEL y la instalación de un sistema interconectado en Isabela y Floreana".

TOMO II: "Plan de Acciones Inmediatas de la Provincia de Galápagos".

Contempla dos planes para el IETEL:

Primero: "Instalar en Santa Cruz un sistema nuevo HF para comunicaciones con el Continente. Interconectar a este sistema las Islas Isabela y Floreana y el Area Marítima".

Segundo: "Estudiar la factibilidad, y concretar las fuentes de financiamiento para la instalación en 1986 de un sistema satelital doméstico que permita mejorar las comunicaciones con el Continente y el exterior".

Por consiguiente el IETEL aspira dotar a la Provincia de Galápagos de la infraestructura telefónica necesaria que permita tener acceso a la Red Nacional de Telecomunicaciones mediante discado directo y con una calidad comparable a la existente entre las principales ciudades del País.

1.1.2 DEMANDA

a. Indicadores Sociales de la Provincia

- Población y División Política de las Islas

El cuadro poblacional de las Islas a base de la clasificación de sus habitantes es diferente al de otras áreas del País, en las que el número de habitantes es fijo y su mayoría son residentes.

Desde 1950 a 1982 la población se ha visto incrementada de 2.370 a 6.201 habitantes.

El crecimiento poblacional tiene características de concentración urbana debido a recientes migraciones por lo que se prevé que existirá presión demográfica sobre el área de uso especial del Parque Nacional. De seguir igual ritmo demográfico, la población de las Islas Galápagos superará los 10.000 habitantes hacia el año 2.000.

Segun el IV Censo de Población realizado por el INEC (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS), las Islas pobladas son cuatro: Isabela, Santa Cruz, Santa María y San Cristóbal. En Baltra (Base Aerea y Naval) existen 50 habitantes.

En el Cuadro 1.1, podemos apreciar los censos poblacionales en Galápagos:

AÑO	1950	1962	1974	1982	1985
POBLACION TOTAL	1346	2301	4277	6201	7162

CUADRO 1.1

CENSO POBLACIONAL DE LA PROVINCIA DE  
GALAPAGOS

De acuerdo al Censo Poblacional, la tasa de crecimiento es la indicada en el Cuadro 1.2.

PERIODO	No. DE AÑOS	TASA DE CRECIMIENTO %
1950-1962	12	4.57
1962-1974	12	5.30
1974-1982	8	4.70
1950-1974	24	4.94
1950-1982	32	4.89
1950-1985	35	4.89

CUADRO 1.2

TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL DE GALAPAGOS

Utilizando la tasa de crecimiento a la que se refiere el período más largo, que en este caso sería de 4.89% y a partir de los datos poblacionales que se dispone para el año 1985, se calcula la proyección poblacional hacia el año 2.000, indicada en el Cuadro 1.3.

En cuanto a la División Política; existen tres cantones: Isabela, Santa Cruz y San Cristóbal.

El cantón Isabela tiene dos parroquias: Puerto Villamil (urbana) y Tomás de Berlanga (rural).

San Cristóbal, tiene tres parroquias: Puerto Baquerizo Moreno (urbana) Capital de la Provincia, el Progreso (rural), e Isla Santa María (rural).

Santa Cruz posee dos parroquias: Puerto Ayora

AÑO	POBLACION TOTAL DE LA PROV.	ISLA SAN CRISTOBAL			ISLA SANTA CRUZ			ISLA ISABELA		ISLA SANTA MARIA
		PUERTO BAQUERIZO (URB)	EL PROGRESO (RURAL)	CERRO VERDE (RECINTO)	PUERTO AYORA (URB)	BELLA VISTA (RURAL)	SANTA ROSA (RECINTO)	PUERTO VILLAMIL (URB)	TOMAS DE BERLANGA (RURAL)	
1985	7142	2000	700	182	2500	800	200	500	200	60
1990	9069	2539	889	231	3175	1016	254	635	254	76
1995	11499	3220	1127	293	4025	1288	322	805	322	99
2000	14429	4093	1407	366	5025	1608	402	1005	402	121

CUADRO 1.3

PROYECCION DE LA POBLACION DE GALAPAGOS

(urbana) y Bellavista (rural), Baltra pertenece a este cantón.

En el Cuadro 1.4 se observa el incremento de vivienda en la última década.

AÑO	AREA	No. DE VIVIENDAS	TOTAL
1974	URBANA	451	782
1974	RURAL	331	
1982	URBANA	1051	1498
1982	RURAL	447	

CUADRO 1.4

ESTADISTICA DE LA VIVIENDA

TURISMO: Como atracción Galápagos difícilmente puede ser superada, es un turismo especial, no de ocio y diversión, ni grandes hoteles, sino de visitas para admirar la naturaleza, es un turismo traseunte de breve estadía con alojamiento en yate-hotel o en pequeñas cabañas. La mayor parte de los turistas son extranjeros.

Existe un importante tráfico telefónico a pesar del inadecuado sistema de comunicaciones existentes.

b. Cálculo de la Demanda

Uno de los métodos empleados en el cálculo de la demanda es el método de la regresión exponencial.

(Consta en el documento TR-20 de agosto de 1980: Estudio de la demanda telefónica para la población rural del Ecuador).

Según este método el cálculo de la demanda requiere que a la población se la clasifique según sus características socio-económicas en poblaciones altas, medias y bajas. De acuerdo a esto las localidades donde el turismo tiene gran incidencia económica, se las considera como poblaciones con demanda relativamente media, éste es el caso de Puerto Ayora, Puerto Baquerizo; el resto de poblaciones se las considera de demanda relativamente baja.

El modelo matemático es el indicado en la ecuación (1-1):

$$y = ax^b \quad (1-1)$$

donde:

y= número de abonados

x= número de habitantes

a= constante (a= 0.00894420 para demanda media)

(a= 0.01366366 para demanda baja )

b= constante (b= 1.2419 para demanda media)

(b= 1.0889 para demanda baja )

Los valores constantes de "a" y "b" han sido tomados del documento "Estudio de la demanda telefónica para las poblaciones rurales del Ecuador".

De acuerdo a esto obtenemos las siguientes ecuaciones:

$$y = 0.00894 x^{1.2419} \quad (1-2) \quad (\text{demanda media})$$

$$y = 0.01366 x^{1.0889} \quad (1-3) \quad (\text{demanda baja})$$

Utilizando las ecuaciones(1-2)y(1-3)se calculará la demanda telefónica para las diferentes poblaciones de las Islas.

Se ha creído conveniente hacer un segundo cálculo de la demanda telefónica asumiendo una estimación telefónica según el censo de la demanda hecha en las Islas.

1 teléfono cada 20 personas en Puerto Baquerizo y Puerto Ayora.

1 teléfono cada 40 personas en Parroquias Rurales, Velasco Ibarra y Baltra.

1 teléfono cada 60 personas en Comunas y Recintos.

Tomando en cuenta las dos demandas calculadas se sacará una demanda que se utilizará en el diseño de la red telefónica.

La demanda promedio se la indica en el Cuadro 1.5, en este se incluye el cálculo de la densidad telefónica (porcentaje de teléfonos con relación a la cantidad de habitantes).

$$\text{Densidad Telefónica} = \frac{\text{Demanda} \times 100}{\text{Número de habitantes}} \quad (1-4)$$

c. Cálculo del Tráfico Telefónico

Existen diversos métodos para el cálculo del tráfico telefónico, uno de ellos es el que consta en el documento TR-80, en el cual se considera un tráfico total de 0.05 Erlang por abonado, para sistemas rurales.

Con la ecuación(1-5)se determina el tráfico telefónico por año para Puerto Ayora y Puerto Baquerizo, ya que en esas localidades se encuentran la mayor parte de la población concentrada.

LOCALIDAD	AÑO	PUERTO BAQUER.	EL PROGRESO	CERRO VERDE	PUERTO AYORA	BELLA VISTA	SANTA ROSA	PUERTO VILLAMIL	T. DE BERLA	VEL. IBARRA	BALTRA
POBLACION	1985	2000	700	182	2500	800	200	500	200	60	--
	2000	4093	1407	366	5025	1608	402	1005	402	121	--
DEMANDA	1985	106	17	4	136	20	3	14	3	2	2
	2000	240	35	8	302	41	8	36	8	3	2
DENSIDAD	1985	5.3	2.43	2.20	5.44	2.5	1.5	2.8	1.5	3.3	--
	2000	5.86	2.49	2.19	6	2.55	1.99	3.58	1.99	2.48	--

CUADRO 1.5

DEMANDA PROMEDIO Y DENSIDAD TELEFONICA

$$d = F + \frac{M-F}{1-ay^b} \quad (1-5)$$

donde:

F= 0.2 (Valor mínimo del tráfico por cada 100 abonados tomado del documento TR-80)

d= Tráfico en Erlang por cada 100 abonados

y= Número de abonados en la Central Local

M= 5.313 (valor máximo del tráfico para cada 100 abonados tomado del documento TR-80)

a= 0.000200956 (tomado del documento TR-80)

b= 1.23 (tomado del documento TR-80)

En el Cuadro 1.6 se encuentra tabulado el tráfico telefónico para Puerto Ayora y en el Cuadro 1.7 para Puerto Baquerizo.

AÑO	NUMERO DE ABONADOS	TRAFICO TELEFONICO	
		TRAFICO C/100 ABONADOS	TRAFICO TOTAL
1985	136	4.91	6.67
1990	179	4.75	8.52
1995	235	4.57	10.74
2000	302	4.35	13.15

CUADRO 1.6

TRAFICO TELEFONICO PARA PUERTO AYORA

En la figura 1.1 se muestra el tráfico telefónico por año para Puerto Ayora y Puerto Baquerizo.

En la figura 1.2 se muestra el tráfico total por número de abonados (tomado del documento TR-80).

En la figura 1.3 se muestra el tráfico total por cada 100 abonados (tomado del documento TR-80).

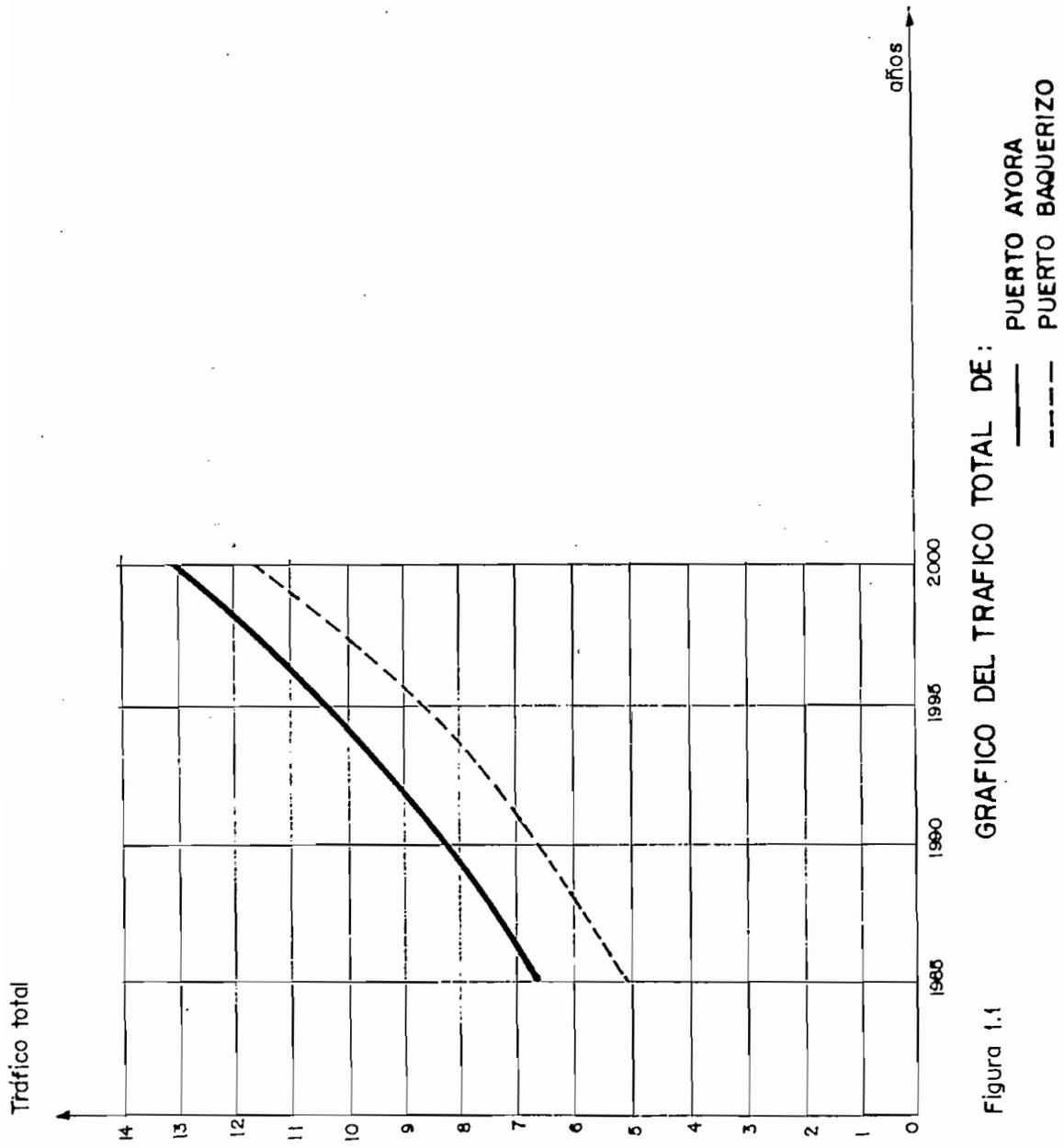


GRAFICO DEL TRAFICO TOTAL DE:

— PUERTO AYORA  
 - - - - PUERTO BAQUERIZO

Figura 1.1

# TRAFICO INTERURBANO GENERADO POR CENTRALES RURALES

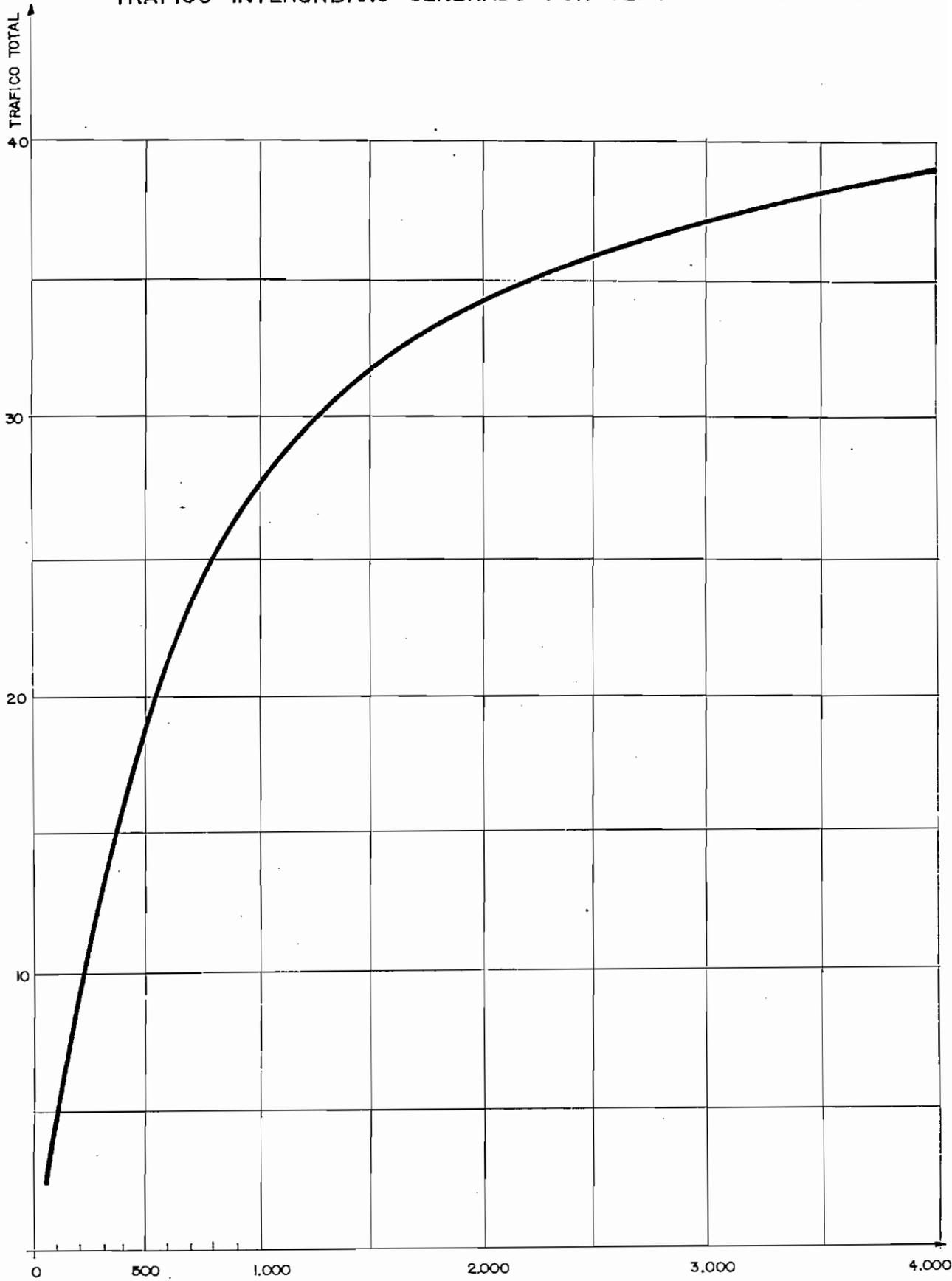


Figura 1.2 Trafico total por el número de abonados

# TRAFICO INTERURBANO GENERADO POR CENTRALES RURALES

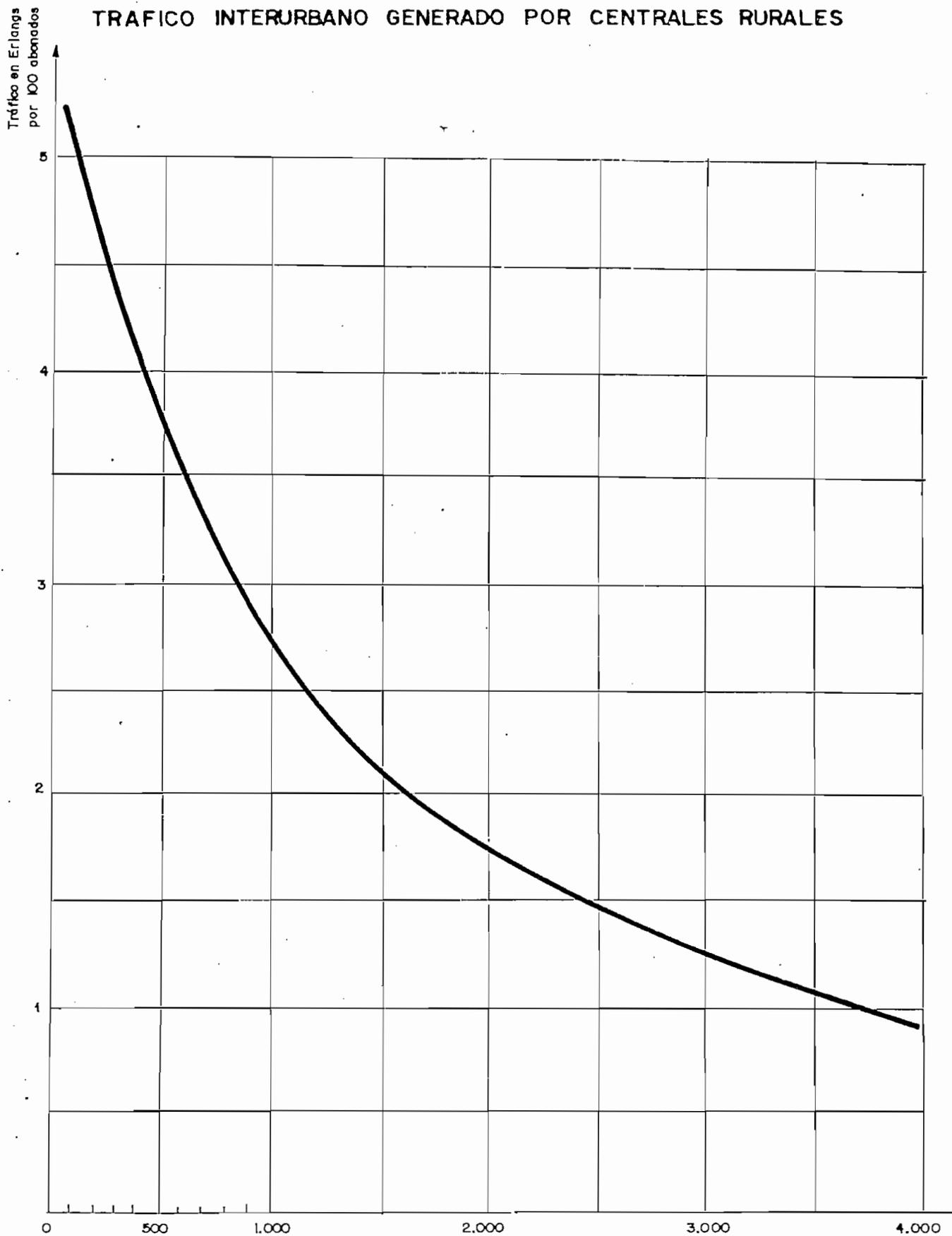


Figura 1.3 Tráfico total por cada 100 abonados

# TRAFICO INTERURBANO GENERADO POR CENTRALES RURALES

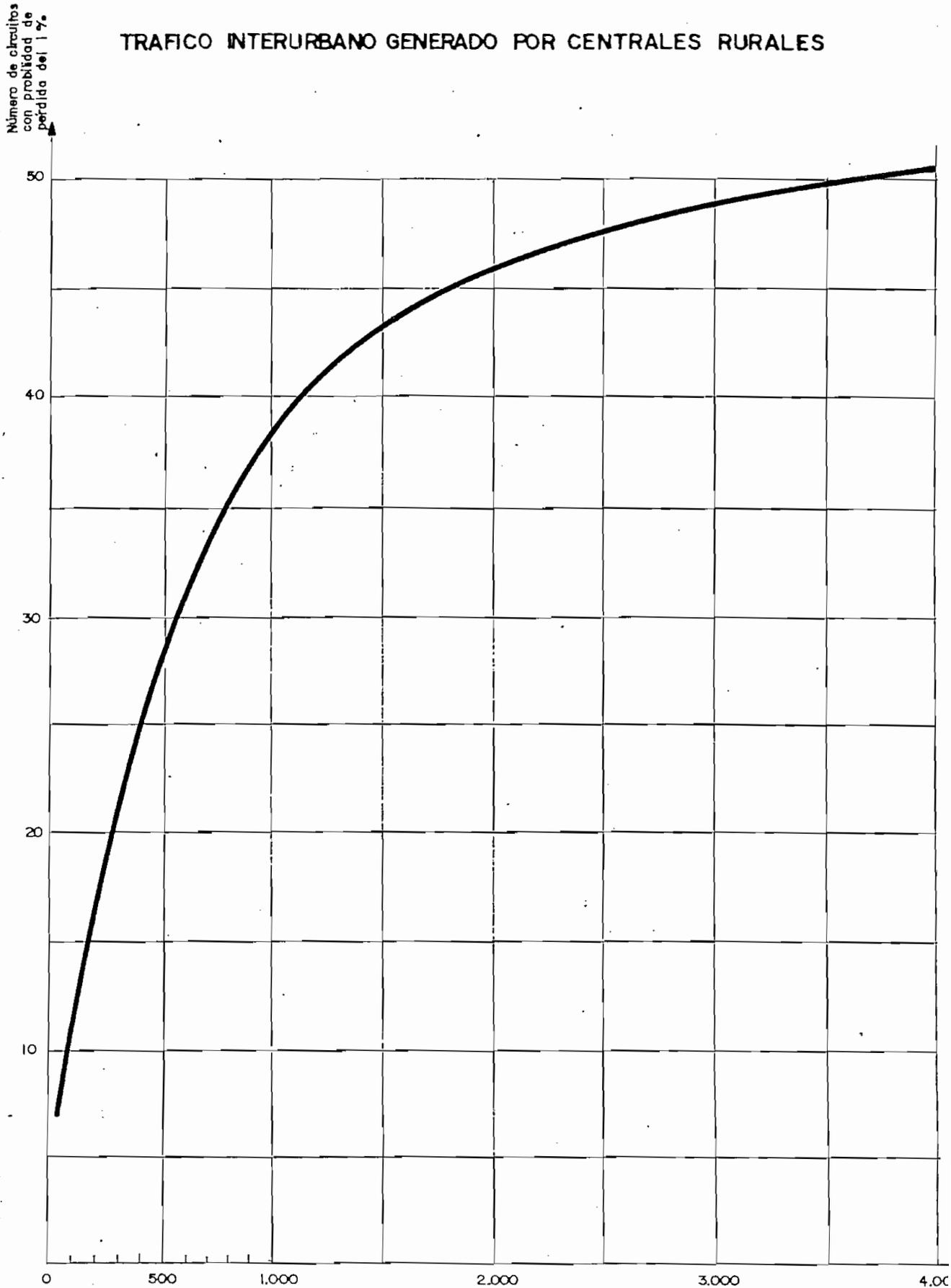


Fig. 1.4 Número de circuitos por el número de abonados

AÑO	NUMERO DE ABONADOS	TRAFICO TELEFONICO	
		TRAFICO C/100 ABONADOS	TRAFICO TOTAL
1985	106	5.01	5.31
1990	139	4.90	6.81
1995	182	4.75	8.64
2000	205	4.67	9.58

CUADRO 1.7

TRAFICO TELEFONICO PARA PUERTO BAQUERIZO

En la figura 1.4 se muestra el número de circuitos por número de abonados (tomados del documento TR-80).

1.1.3 ASPECTOS TECNICOS

a. Conmutación

Los datos obtenidos para la demanda conducen al diseño de la red de conmutación que se muestra en la figura 1.5.

Este sistema prevé la instalación de una central para 250 abonados en Puerto Ayora y una central para 150 abonados en Puerto Baquerizo.

Se toma en cuenta las siguientes consideraciones relacionada con este diseño:

Para Tomás de Berlanga, El Progreso y Bellavista que son localidades rurales típicas, es decir, con una población dispersa sobre una gran área, no se justifica la instalación de la cantidad de abonados que se indica en la demanda, ya que los métodos

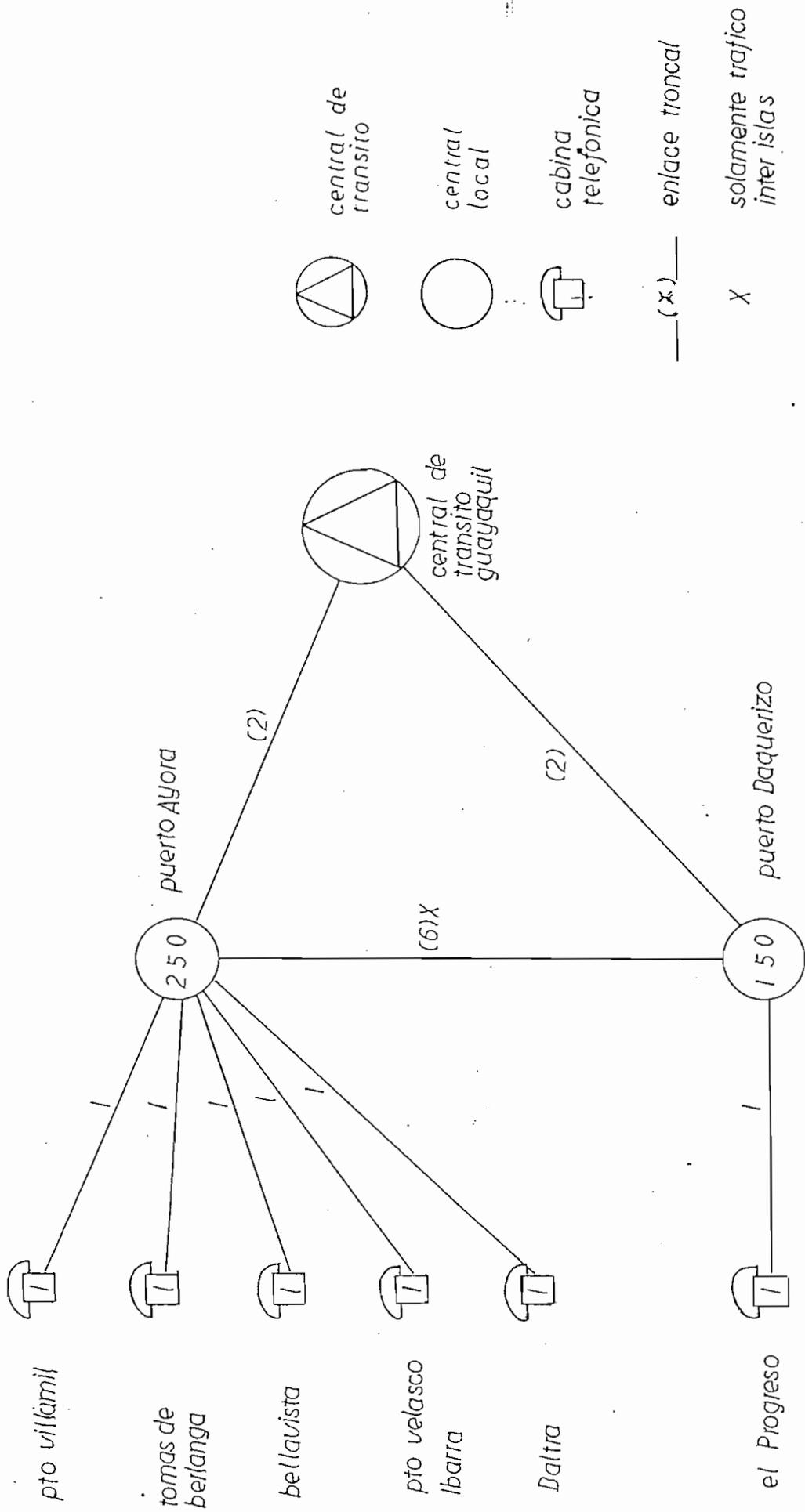


FIG 1 5 RED DE CONMUTACION PARA GALAPAGOS

utilizados en este cálculo son aplicables para poblaciones con concentración urbana. Se ha creído, en consecuencia, que será suficiente la instalación de una cabina para servir las.

El caso de Puerto Villamil es un tanto complejo; la demanda no es suficientemente alta como para que se justifique la instalación de una central telefónica. Por otra parte, la instalación de 14 abonados (1985) de la misma central no es tampoco una buena solución, pues requeriría de un sistema de transmisión sobredimensionado para las necesidades de la población.

Se considera como una buena solución la instalación de una cabina como abonado remoto de la central de Puerto Ayora.

b. Transmisión

Entre los múltiples aspectos técnicos que se deben resolver para dotar a Galápagos de la infraestructura capaz de satisfacer los requerimientos que se han mencionado, se destaca por las especiales características que en este caso se presenta, aquel que hace relación a la transmisión por enlaces de radio.

Se consideran dos aspectos bastante diferenciados:

- Enlaces entre Islas
- Enlace de las Islas con el Continente

En el primer caso se requiere la utilización de los métodos convencionales aplicables para enlaces de VHF y UHF aprovechando las más importantes elevaciones existentes en las Islas.

En el segundo caso se requiere de un enlace vía satélite, dada la gran distancia existente entre las Islas y el Continente (950 kilómetros aproximadamente).

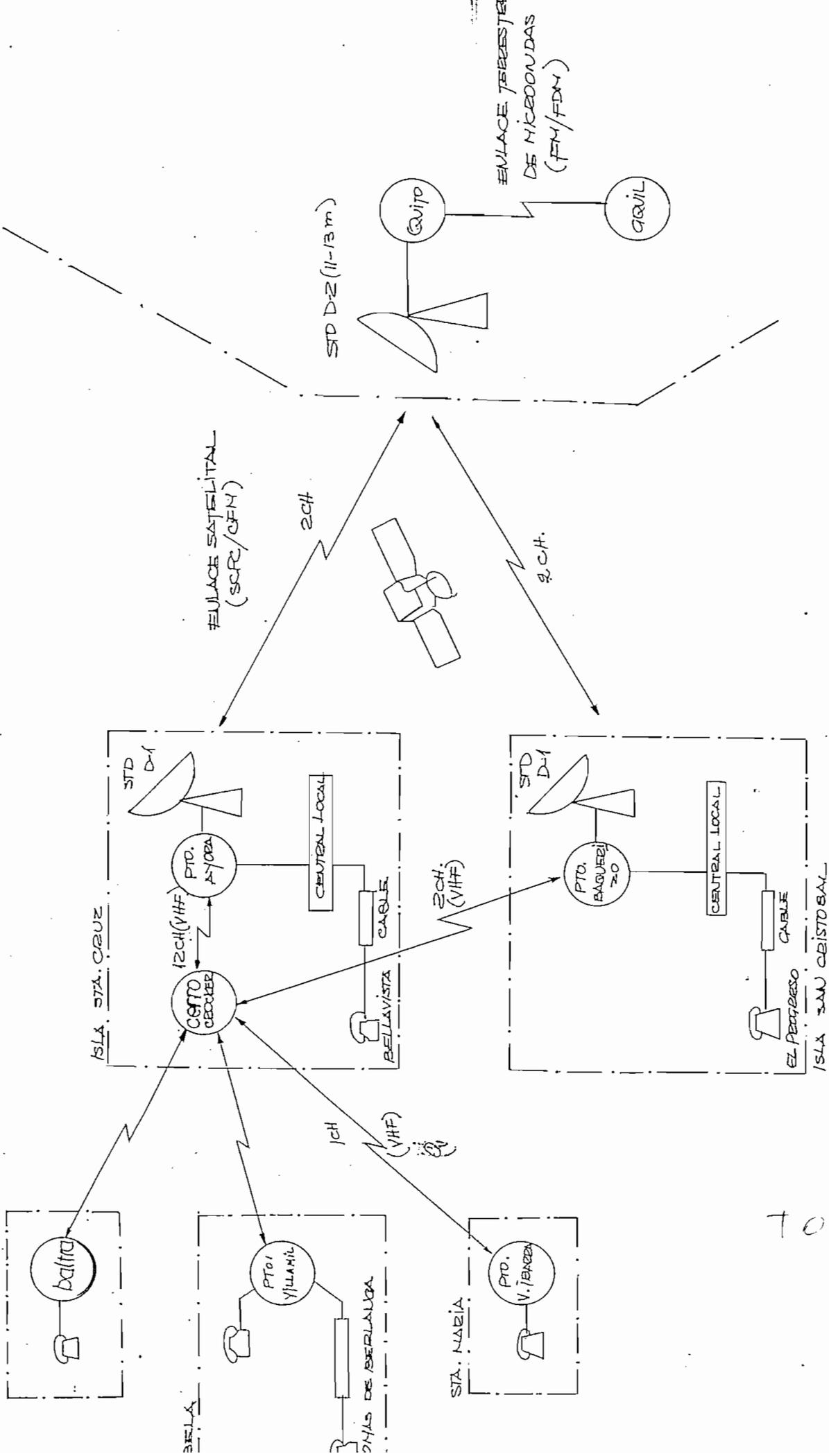
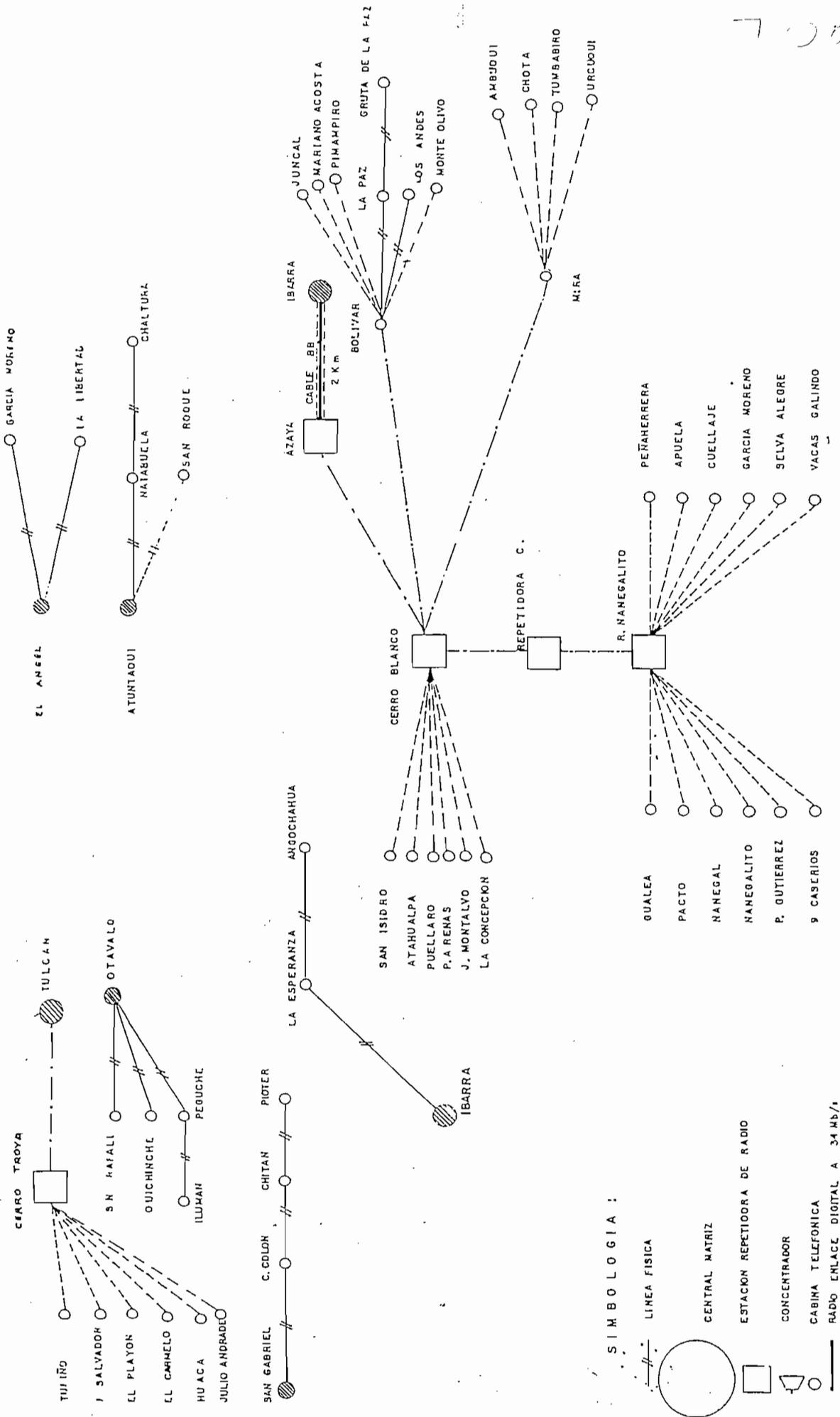


FIG 1.6 DIAGRAMA DE ENLACE SATELITAL

TODD



**SIMBOLOGIA :**

- LINEA FISICA
- CENTRAL MATRIZ
- ▭ ESTACION REPETIDORA DE RADIO
- ◡ CONCENTRADOR
- CABINA TELEFONICA
- ▬ RADIO ENLACE DIGITAL A 34 Mb/s
- ▬ " " " 8 Mb/s
- ▬ " " " 2 Mb/s
- ▬ RADIO ANALOGICO DE 60 CANALES
- ▬ " " " 24 CANALES
- ▬ " " " 1 CANAL
- ▬ CABLE

Fig. 1.7 ESQUEMA DE LA RED TELEFONICA PRIMERA ETAPA - ZONA NORTE

En la figura 1.6 podemos observar una posible solución de transmisión necesaria para cumplir con los requerimientos de los enlaces entre Islas y el enlace con el Continente.

## 1.2 ZONAS FRONTERIZAS Y MARGINALES

En la actualidad el IETEL está llevando a cabo un proyecto de comunicaciones rurales, con el objeto de aliviar en parte la necesidad de dotar de sistemas de comunicación a numerosas poblaciones rurales del País. Pero a pesar de ello, la demanda por servicio telefónico es alta y difícil de cubrir en su totalidad.

### 1.2.1 Resumen del Proyecto de Comunicaciones Rurales

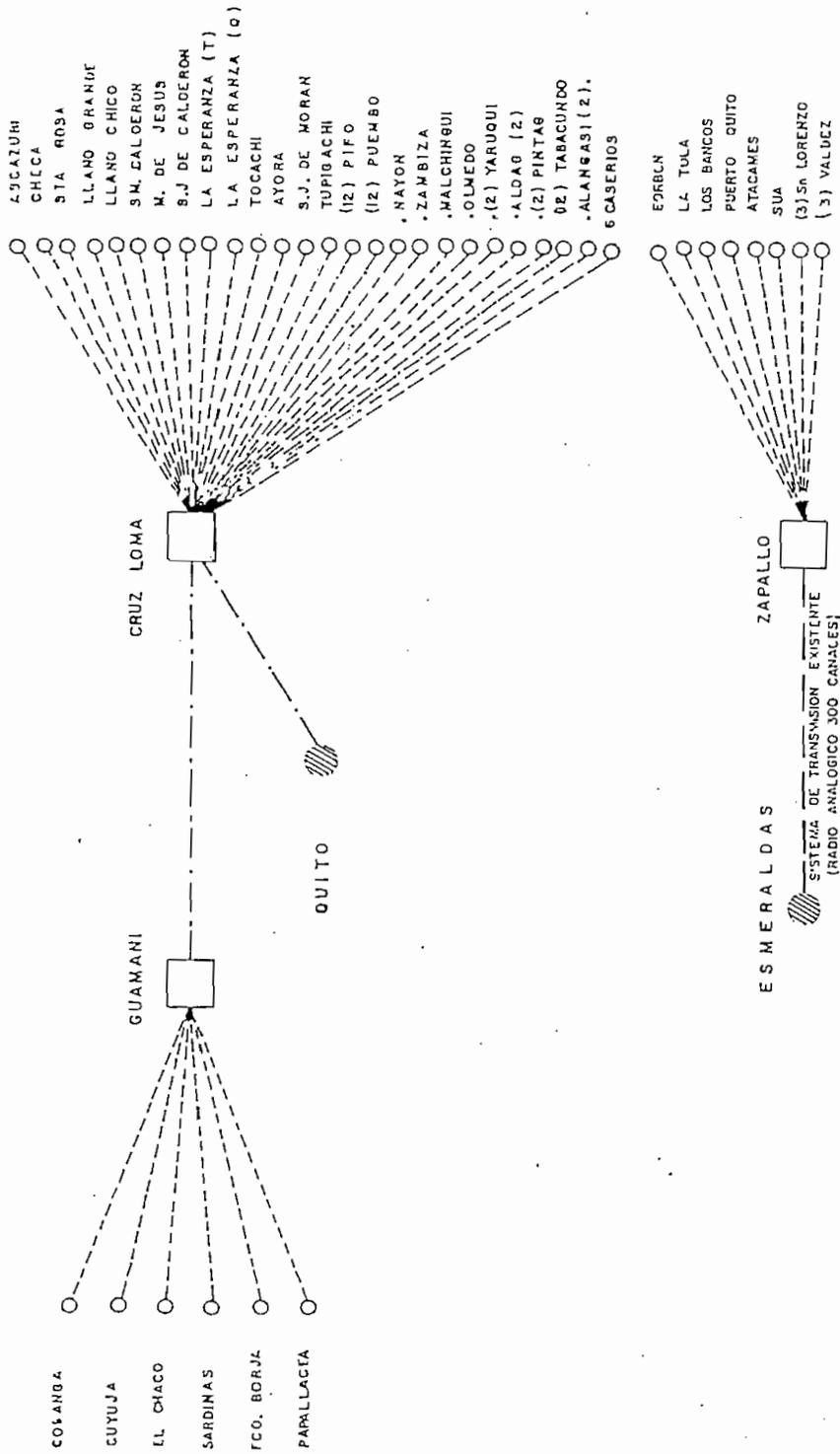
El IETEL ha desarrollado un proyecto tendiente a dotar de comunicación telefónica automática a las diferentes poblaciones rurales contempladas en este proyecto, conformado de dos etapas:

La Primera Etapa está en fase de ejecución y cuyo equipamiento necesario, se contrató con la licitación 83-01.

La Segunda Etapa contempla ampliación de centrales en diferentes poblaciones rurales, especialmente en la zona centro sur del País y tiene además como proyecto la red amazónica en la zona oriental.

Veremos a continuación esquemas resumidos de la red telefónica primera etapa, dividido en zonas:

- ZONA NORTE, comprende poblaciones rurales de las Provincias del Carchi, Imbabura y poblaciones del noroccidente de la Provincia de Pichincha como se puede ver en la figura 1.7, desde la Estación del Cerro Troya se servirá a poblaciones de la Provincia del Carchi, desde la Estación Repetidora



SIMBOLOGIA:

VER SIMBOLOGIA EN ZONA NORTE

7000

FIG. 1.8 ESQUEMA DE LA RED TELEFONICA PRIMERA ETAPA - ZONA CENTRO NORTE



de Cerro Blanco se cubrirá poblaciones de Imbabura y sur de la Provincia del Carchi, desde la nueva Estación Repetidora de Nanegalito se cubrirán poblaciones del noroccidente de la Provincia de Pichincha, como también de algunas poblaciones de Imbabura, todas estas servidas con medios de transmisión de radios analógicos.

Las Repetidoras de Cerro Troya y Cerro Blanco están interconectadas a la red nacional de Microondas también se pueden ver enlaces o líneas físicas desde centrales existentes o poblaciones.

- ZONA CENTRO NORTE, contempla poblaciones rurales del norte, nororiente y sur de la Provincia de Pichincha, poblaciones de la Provincia de Esmeraldas y poblaciones del sector occidental de la Provincia de Napo, como se ve en la figura 1.8, desde la Estación de Guamaní en las estribaciones de la cordillera oriental cubrirá poblaciones de la Provincia de Napo, desde la Estación de Cruz Loma las poblaciones de Pichincha y desde la Estación Repetidora de Zapallo en la Provincia de Esmeraldas.
- ZONA CENTRO, abarca poblaciones rurales de la Provincia de Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Bolívar, figura 1.9. Desde la Estación Repetidora de Ayurco (cercana a Alausí) servirá a poblaciones del sur de la Provincia de Chimborazo, desde la Estación Repetidora de Pachegrón (cercana a Guaranda) servirá a poblaciones de la Provincia de Bolívar; desde la nueva Estación Repetidora de Chiquicha (cercana a Ambato), servirá a poblaciones de la Provincia de Tungurahua; desde la Estación Repetidora de El Guango (cercana a Latacunga) servirá a poblaciones del Cotopaxi; desde la Estación Repetidora de Mira enlazará a poblaciones del centro norte de la Provincia del Chimborazo.

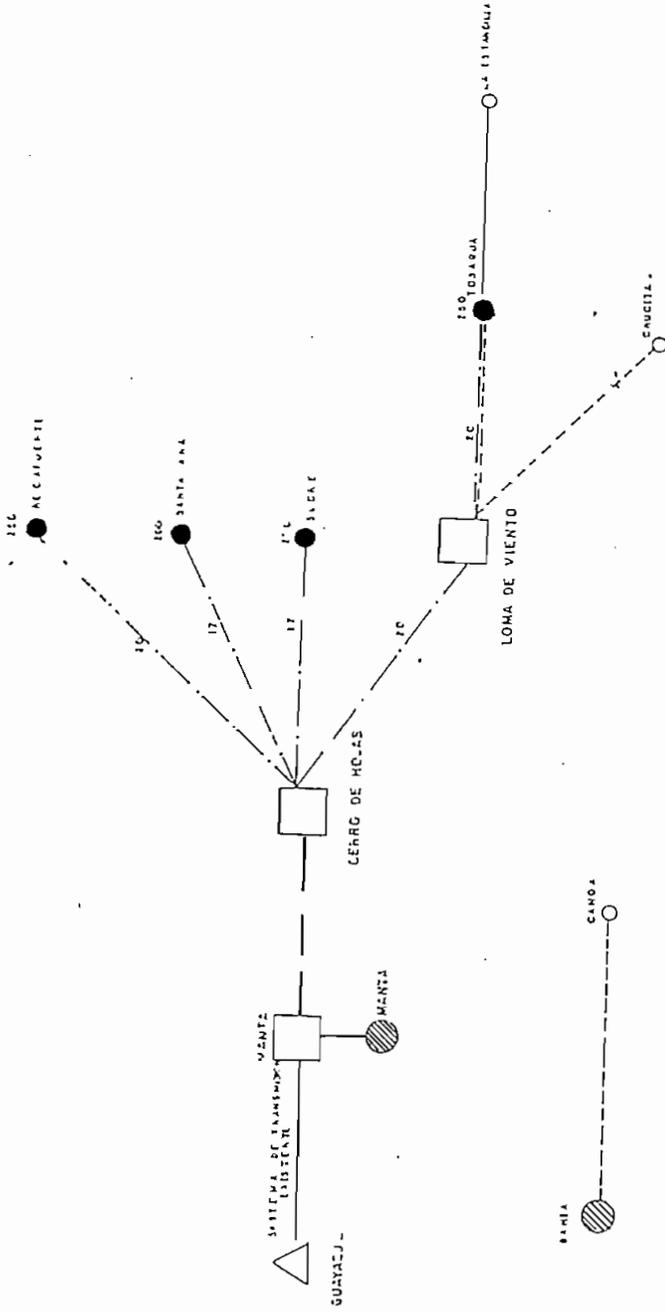


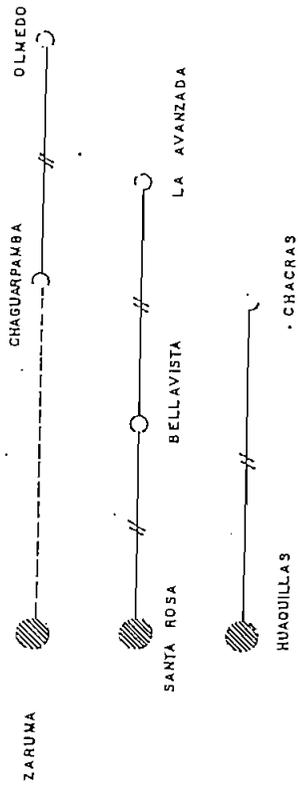
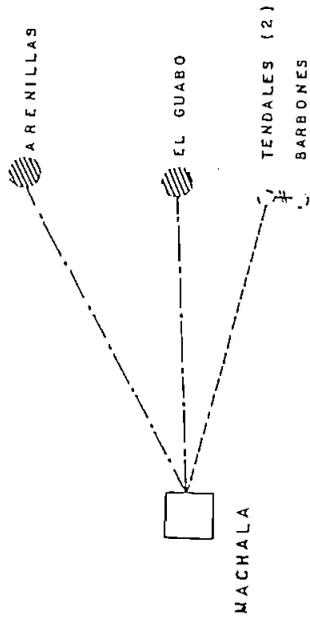
FIG. 1.10 TELECOMUNICACIONES RURALES  
PRIMERA ETAPA - ZONA CENTRO OESTE  
VERSION ANALOGICA

SIMBOLOGIA

VER SIMBOLOGIA ZONA CENTRO







**SIMBOLOGIA :**

11. 31-90-05 1 1. ZONA SUR OESTE

**FIG 1.12 TELECOMUNICACIONES RURALES  
PRIMERA ETAPA - ZONA SUR OESTE**



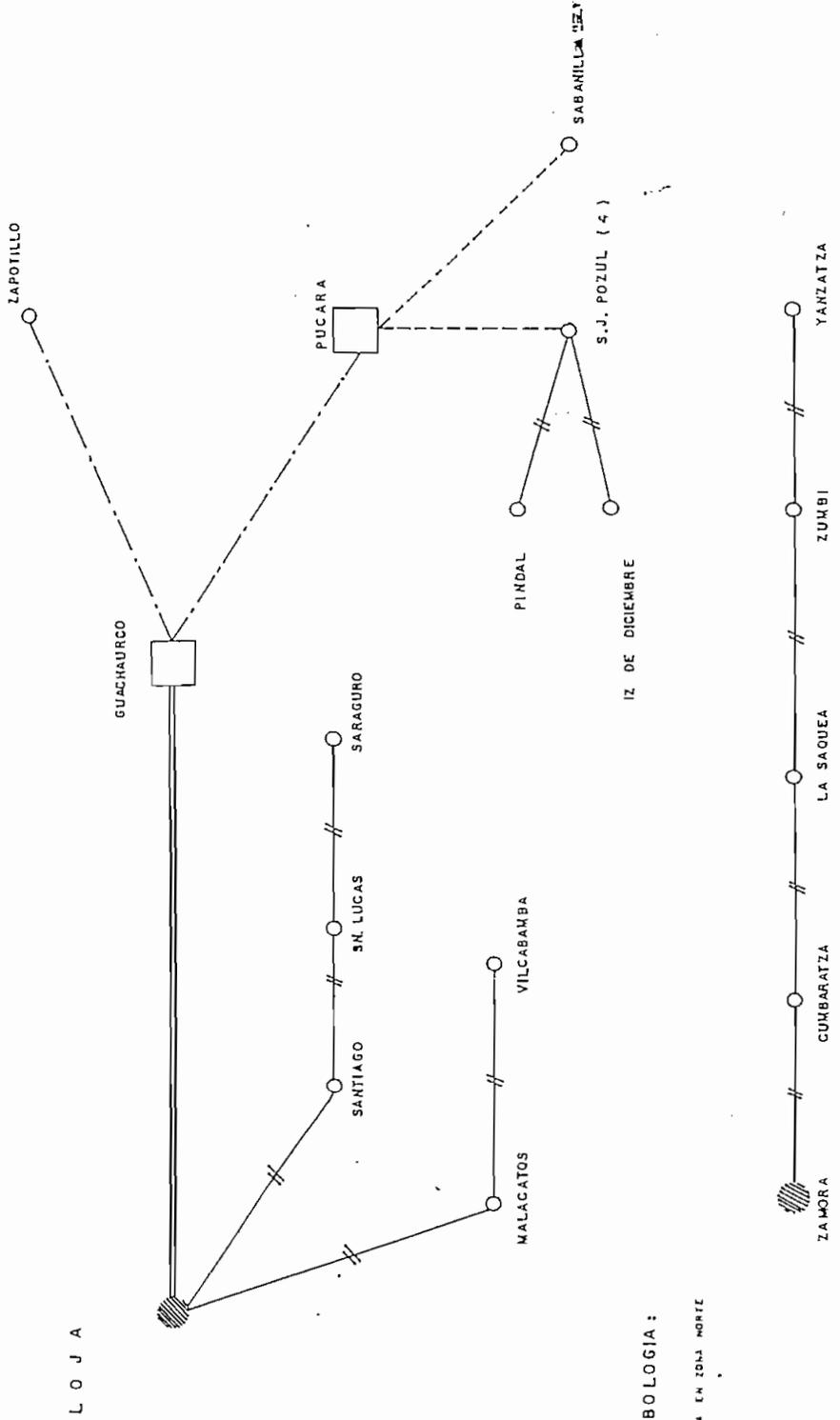


FIG 1.3 TELECOMUNICACIONES RURALES PRIMERA ETAPA - ZONA SUR

SIMBOLOGIA :

114 5 485.004 EN ZONA NORTE

También existen algunos enlaces con líneas físicas como se puede observar en la misma figura.

- ZONA CENTRO OESTE, aquí se tiene solamente poblaciones rurales de la Provincia de Manabí, ver figura 1.10

La Estación Repetidora de Cerro de Hojas, enlazará a las poblaciones de Rocafuerte, Santa Ana, Sucre y a la nueva Estación Repetidora Loma de Viento, desde aquí servirá a Tosagua, La Estancilla y Crucita.

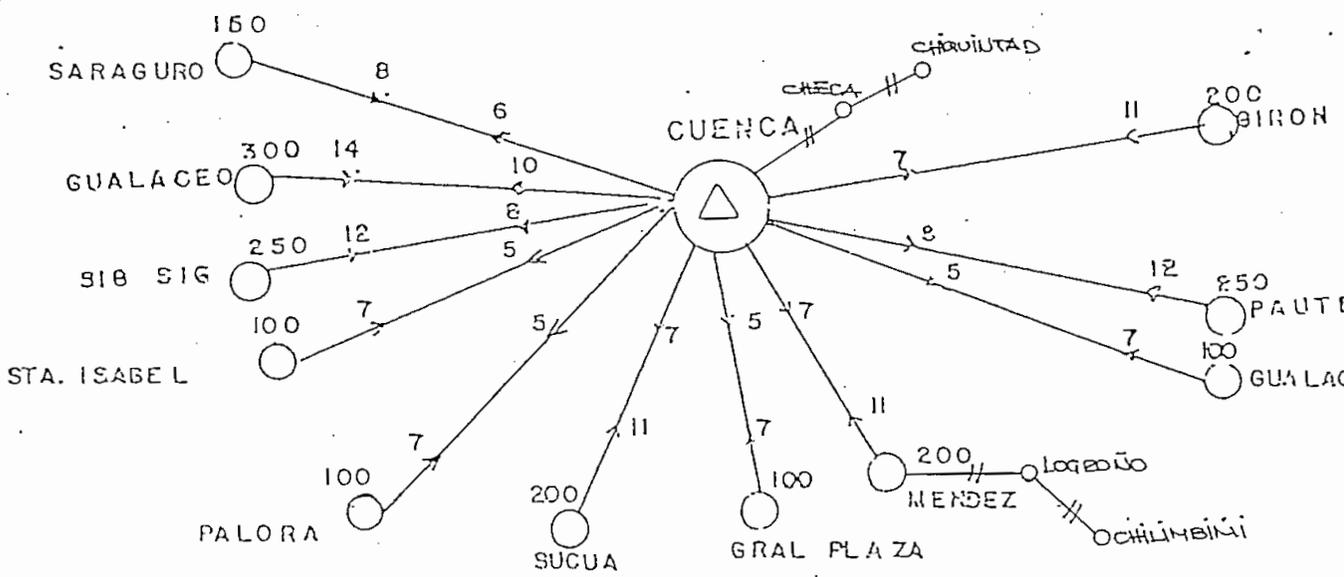
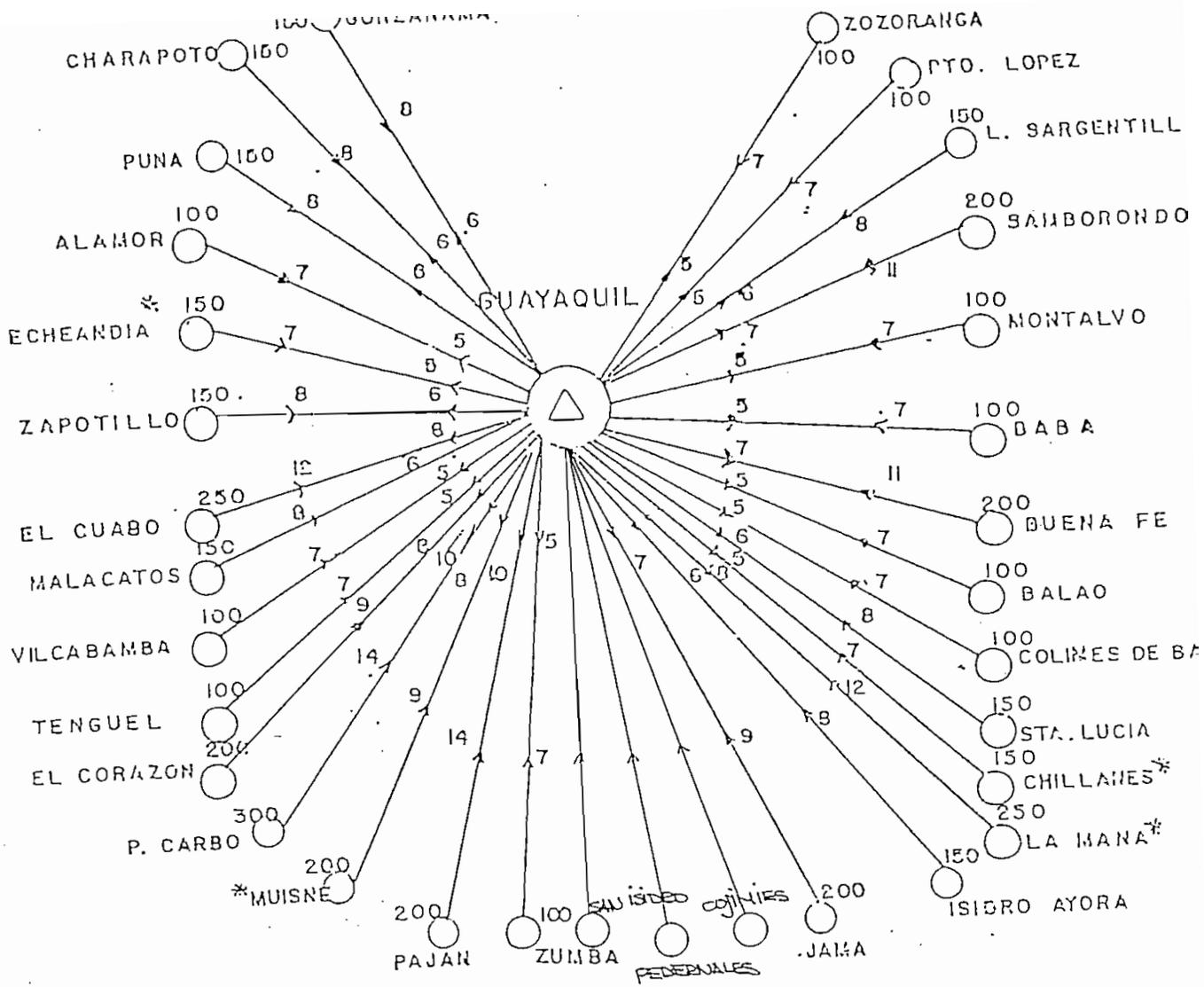
Se puede observar el enlace Bahía-Canoa.

- ZONA OESTE, cubre poblaciones rurales de las Provincias del Guayas, Los Ríos, y de algunas poblaciones de la Provincia del Cotopaxi que se encuentran al suroeste de Latacunga y poblaciones de la Provincia de Bolívar que se ubican al suroeste de la misma Provincia. como Caluma y Chillanes. Figura 1.11.

El Carmen es Estación Terminal del sistema de Microondas en Guayaquil, Cochabamba es una Estación Repetidora enclavada en la cordillera occidental en la Provincia de Bolívar al oeste de Guaranda.

- ZONA SUR OESTE, servirá a poblaciones rurales de la Provincia de El Oro, en esta zona vemos dos poblaciones de la Provincia de Loja, Chaguarpamba y Olmedo, ver figura 1.12.
- ZONA SUR, aquí se tiene poblaciones rurales de la Provincia de Loja, con sus repetidores Guachahurco y Pucará y la Central existente en Loja que servirán a las diferentes poblaciones; en esta zona se encuentran algunas de la Provincia de Zamora Chinchipe con el enlace de línea física desde Zamora hasta Yanzatza, a través de Cumbaratza, la Saquea y Zumbi, ver figura 1.13.





\* LOCALIDADES QUE PERTENECEN A LA REGION 1

FIG. 1.15 AMPLIACION DE CENTRALES RURALES  
 PROYECTO RURALES - SEGUNDA ETAPA  
 REGION 2

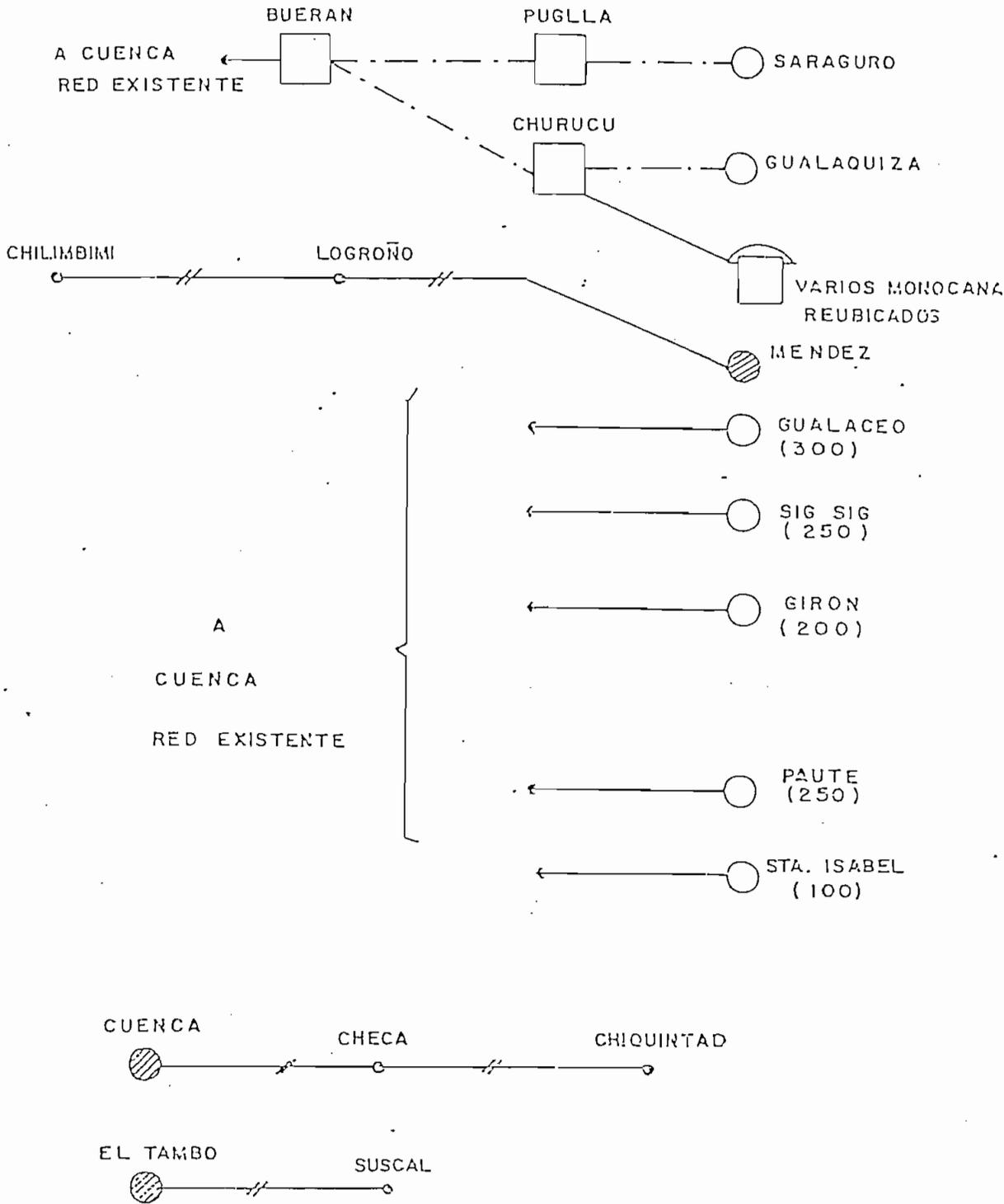


FIG. 1.16 PROYECTO DE TELECOMUNICACIONES RURALES SEGUNDA ETAPA - ZONA CENTRO SUR

TRANSMISION

PROYECTO PARA LA RED AMAZONICA

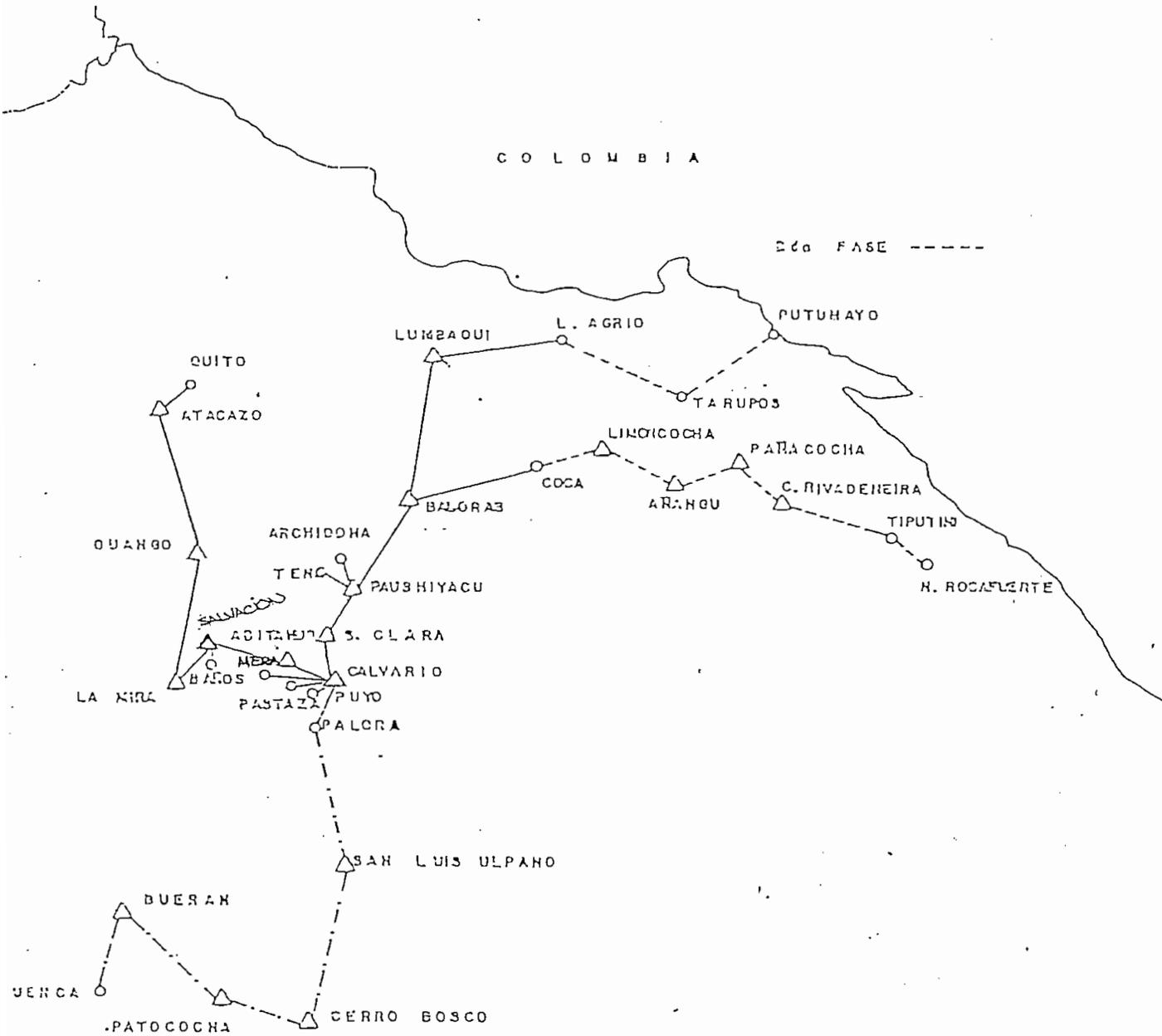


FIG. 1.17 PROYECTO DE LA RED AMAZONICA

- RED AMAZONICA R-1
- - - - - RED A COMPROBARSE CON PRUEBAS DE PROPAGACION
- ..... RED DE CONEXION R-2

La Segunda Etapa, tiene como objetivo principal la ampliación de centrales rurales, en diferentes zonas del País como se puede ver en los respectivos esquemas de conmutación, figura 1.14 y figura 1.15.

ZONA CENTRO SUR, se dará servicio a poblaciones de la Provincia del Azuay y Morona Santiago, así como se ampliarán centrales de algunas de ellas ver figura 1.16.

La Red Amazónica, se tiene pensado incluirla en el Convenio Ecuador-Brasil para obtener el financiamiento requerido. En la figura 1.17 se tiene un mapa de esta red.

#### 1.2.2 POBLACIONES MARGINALES

Tomando como base el Plan Rural de Telecomunicaciones y el servicio que el IETEL presta actualmente, y, comparando con las diferentes poblaciones del País en base a la División Política de cada provincia y estudios de censos poblacionales de 1974, además de una proyección poblacional hasta el año de 1985 con una tasa de crecimiento del 3.6%, obtenemos los siguientes cuadros por cada provincia de las poblaciones no contempladas o marginadas:

Refiriéndonos a los cuadros establecidos de poblaciones marginales, en las tres zonas del país Costa, Sierra y Oriente; podemos apreciar que en las dos provincias del Norte y Sur de la Costa, Esmeraldas y El Oro son las que más parroquias marginales tienen, en la Sierra también existen poblaciones marginales y algunas inaccesibles como La Merced de Buenos Aires y Lita en Imbabura, Azuay sobrepasa de 10 parroquias, las cuales no tienen servicio telefónico, Loja es una provincia en que todas las parroquias están servidas aún con líneas físicas. Las provincias del Oriente son las que

P R O V I N C I A D E E S M E R A L D A S			
ITEM	PARROQUIA	POBLACION TOTAL CENSO 1974	PROYECCION POBLACION (3.6%)1985
1	CHINCA	2.603	3.840
2	CHUMUNDE	1.923	2.837
3	MALIMPIA	3.358	4.954
4	SAN GREGORIO	3.073	4.534
5	S. J. CHAMANGA	1.502	2.216
6	SAN MATEO	1.995	2.944
7	VUELTA LARGA	2.289	3.378
8	ANCON	1.130	1.667
9	ATAHUALPA	4.238	6.253
10	MATAJE	244	360
11	ALTO TAMBO	762	1.124
TOTAL	11 PARROQUIAS	23.117 POBLADORES	34.107 POBLADORES

CUADRO 1.8

POBLACIONES MARGINALES DE ESMERALDAS

P R O V I N C I A D E M A N A B I			
ITEM	PARROQUIA	POBLACION TOTAL CENSO 1974	PROYECCION POBLACION (3.6%)1985
1	PUEBLO NUEVO	2.811	4.147
2	QUIROGA	2.319	3.421
3	JULCUY	2.590	3.830
4	MACHILILLA	1.872	2.762
5	SAN LORENZO	2.390	3.527
6	BACHILLERO	2.621	3.867
TOTAL	6 PARROQUIAS	14.603 POBLADORES	21.554 POBLADORES

CUADRO 1.9

POBLACIONES MARGINALES DE MANABI

P R O V I N C I A D E L O S R I O S			
ITEM	PARROQUIAS	POBLACION TOTAL CENSO 1974	PROYECCION POBLACION (3.6%) 1985
1	BORRERO	5.932	8.753
2	CARACOL	5.851	8.634
3	ISLA DE BEJUCAL	6.172	9.107
4	PUERTO PECHICHE	3.191	4.708
5	SAN JUAN	6.053	8.931
TOTAL	5 PARROQUIAS	27.199 POBLADORES	40.133 POBLADORES

CUADRO 1.10  
POBLACIONES MARGINALES DE LOS RIOS

P R O V I N C I A D E L G U A Y A S			
ITEM	PARROQUIAS	POBLACION TOTAL CENSO 1974	PROYECCION POBLACION (3.6%) 1985
1	LAS RAMAS	--	--
2	CHOBO	1.628	2.402
3	JESUS MARIA	2.926	4.317
4	STA ROSA DE FLANDES	3.246	4.789
5	ENGOBAS	1.748	2.579
TOTAL	5 PARROQUIAS	9.548 POBLACIONES	14.087 POBLACIONES

CUADRO 1.11  
POBLACIONES MARGINALES DEL GUAYAS

P R O V I N C I A D E E L O R O			
ITEM	PARROQUIAS	POBLACION TOTAL CENSO 1974	PROYECCION POBLACION (3.6%) 1985
1	PALMALES	3.041	4.487
2	LA PEÑA	1.841	2.716
3	CAPIRO	2.356	3.476
4	LA BOCANA	1.949	2.875
5	MOROMORO	1.955	2.884
6	PIEDRAS	2.177	3.123
7	SAN ROQUE	1.577	2.327
8	JAMBELI	1.005	1.483
9	SAN ANTONIO	784	1.157
10	ABAÑIN	1.773	2.616
11	AYAPAMBA	3.300	4.869
12	CURTINCAPA	1.565	2.309
13	GUIZHAGUIÑA	2.616	3.860
14	HUERTAS	1.866	2.753
15	MALVAS	2.851	4.207
16	SALOTI	2.639	3.894
TOTAL	16 PARROQUIAS	33.295 POBLACION	49.036 POBLACION

CUADRO 1.12  
POBLACIONES MARGINALES DE EL ORO

P R O V I N C I A D E L C A R C H I				
ITEM	PARROQUIAS	POBLACION TOTAL CENSO 1974	PROYECCION POBLACION (3.6%) 1985	OBSERV.
1	MALDONADO	1.794	2.647	SERVICIO EN HF ZONA FRONTER.
2	TOBAR DONOSO	575	848	
3	JIJON Y CAAMAÑO	2.978	4.394	
4	SAN V. PUSIR	1.462	2.157	
TOTAL	4 PARROQUIAS	6.809 POBLACION	10.046 POBLACION	

CUADRO 1.13  
POBLACIONES MARGINALES DEL CARCHI

P R O V I N C I A D E I M B A B U R A				
ITEM	PARROQUIAS	POBLACION TOTAL CENSO 1974	PROYECCION POBLACION (3.6%) 1985	OBSERV.
1	GUALLUPI	3.246	4.789	SE SERVIRA EN HF
2	LA MERCED B.AIRES	1.505	2.216	
3	LITA	1.543	2.350	
4	SIGSIPAMBA	2.925	4.316	
5	VACAS GALINDO	1.231	1.816	
TOTAL	5 PARROQUIAS	13.375 POBLACION	15.487 POBLACION	

CUADRO 1.14  
POBLACIONES MARGINALES DE IMBABURA

P R O V I N C I A D E P I C H I N C H A			
ITEM	PARROQUIAS	POBLACION TOTAL CENSO 1974	PROYECCION POBLACION (3.6%) 1985
1	TABABELA	1.278	1.885
2	OTON	1.391	2.052
3	CUTUGLAHUA	923	1.361
4	CHAUPI	905	1.335
5	COTOGCHOA	1.281	1.890
6	S.P.DE TOBOADA	2.703	3.988
TOTAL	6 PARROQUIAS	8.481 POBLACION	12.511 POBLACION

CUADRO 1.15  
POBLACIONES MARGINALES DE PICHINCHA

P R O V I N C I A D E L C O T O P A X I			
ITEM	PARROQUIAS	POBLACION TOTAL CENSO 1974	PROYECCION POBLACION (3.6%) 1985
1	J. GUANGO BAJO	1.718	2.535
2	LAS PAMPAS	2.195	3.238
3	ILLINCHISI	2.195	3.238
4	PUCAYACU	2.765	4.078
5	RAMON CAMPAÑA	1.769	2.610
6	PILALO	1.919	2.831
7	TINGO	3.238	4.779
8	CANCAGUA	1.514	2.234
TOTAL	8 PARROQUIAS	17.313 POBLACION	25.543 POBLACION

CUADRO 1.16  
POBLACIONES MARGINALES DEL COTOPAXI

P R O V I N C I A D E L T U N G U R A H U A			
ITEM	PARROQUIAS	POBLACION TOTAL CENSO 1974	PROYECCION POBLACION (3.6%) 1985
1	SUCRE	1.299	1.916
2	BENITEZ	1.440	2.124
3	YANAYACU-MOCHOPATA	1.484	2.189
TOTAL	4 PARROQUIAS	4.223 POBLACION	6.229 POBLACION

CUADRO 1.17  
POBLACIONES MARGINALES DE TUNGURAHUA

P R O V I N C I A D E L C H I M B O R A Z O			
ITEM	PARROQUIAS	POBLACION TOTAL CENSO 1.974	PROYECCION POBLACION (3.6%) 1985
1	LLAGOS	2.615	3.858
2	GUANANDO	2.453	3.619
3	LLAPO	1.787	2.636
TOTAL	3 PARROQUIAS	6.857 POBLACION	10.113 POBLACION

CUADRO 1.18

POBLACIONES MARGINALES DEL CHIMBORAZO

P R O V I N C I A D E L C A Ñ A R			
ITEM	PARROQUIAS	POBLACION TOTAL CENSO 1974.	PROYECCION POBLACION (3.6%) 1985
1	BAYAS	2.576	3.801
2	BORRERO	2.734	4.034
3	SN.FCO.SAGEO	1.098	1.620
4	TURUPAMBA	1.502	2.216
5	CHOROCOPE	2.300	3.393
6	SAN ANTONIO	1.890	2.788
TOTAL	6 PARROQUIAS	12.100 POBLACION	17.132 POBLACION

CUADRO 1.19

POBLACIONES MARGINALES DEL CAÑAR

P R O V I N C I A D E A Z U A Y			
ITEM	PARROQUIAS	POBLACION TOTAL CENSO 1974	PROYECCION POBLACION (3.6%) 1985
1	CHAUCHA	1.747	2.578
2	MARIANO MORENO	2.398	3.538
3	PRINCIPAL	1.025	1.512
4	R. CRESPO T.	1.26	1.869
5	AMALUZA	883	1.303
6	BULAN	2.247	3.315
7	CARLOS ORDOÑEZ	1.890	2.788
8	CHICAN	2.470	3.644
9	GUILLERMO ORTEGA	2.006	2.960
10	J. VICTOR IZQUIERDO	1.966	2.900
11	CAMILO PONCE	2.386	3.520
12	EL CARMEN DE PIJILI	1.207	1.781
TOTAL	12 PARROQUIAS	21.492 POBLACION	31.708 POBLACION

CUADRO 1.20

POBLACIONES MARGINALES DE AZUAY

P R O V I N C I A D E B O L I V A R			
ITEM	PARROQUIAS	POBLACION TOTAL CENSO 1974	PROYECCION POBLACION (3.6%) 1985
1	LAS NAVES	5.925	8.743
2	SIMIATUY	4.191	6.184
3	S. J. DEL TAMBO	4.885	7.208
4	SN SEBASTIAN	1.544	2.278
5	TELIBELA	4.927	7.270
6	BILOVAN	6.222	9.180
TOTAL	6 PARROQUIAS	27.694 POBLACION	40.863 POBLACION

CUADRO 1.21

POBLACIONES MARGINALES DE BOLIVAR

P R O V I N C I A		D E N A P O		OBSERV.
ITEM	PARROQUIAS	POBLACION TOTAL CENSO 1974	PROYECCION POBLACION (3.6%) 1985	
1	AVILA	743	1.096	
2	CHONTAPUNTA	1.962	2.895	
3	LORETO	831	1.226	
4	PANO	1.496	2.207	
5	S.P.UZPHAYACU	1.192	1.759	
6	NUEVO ROCAFUERTE	198	292	HF PROY AMAZ.
7	CONONACO	--	--	
8	S.M.DE HUIRIRIMA	577	851	
9	TIPUTINI	747	1.102	HF PROY AMAZ.
10	POMPEYA	1.167	1.722	
11	PUTUMAYO	308	453	HF PROY AMAZ.
12	DURENO	715	1.055	
13	PALMA ROJA	478	705	
14	PUERTO RODRIGUEZ	208	307	
15	SANTA CECILIA	5.961	8.796	
16	COSANGA	480	708	
17	DIAZ DE PINEDA	1.784	2.632	
18	LINARES	135	192	
19	AYACACHI	214	316	
20	SAN.FCO DE BORJA	607	896	
21	SANTA ROSA QUIJOS	666	983	
22	SARDINAS	349	515	
23	EL PLAYON	849	1.252	
24	S.P.COFANES	152	224	
25	SANTA BARBARA	729	1.076	
26	SUCUMBIOS	1.252	1.847	
TOTAL	26 PARROQUIAS	23.800 POBLACION	34.654 POBLACION	

CUADRO 1.22

POBLACIONES MARGINALES DEL NAPO

P R O V I N C I A D E P A S T A Z A			
ITEM	PARROQUIAS	POBLACION TOTAL CENSO 1974	PROYECCION POBLACION (3.6%) 1985
1	CURARAY	1.063	1.568
2	RIO CORRIENTES	259	382
3	RIO TIGRE	175	258
4	TNTE.HUGO ORTIZ	897	1.323
5	MADRE TIERRA	1.057	1.560
TOTAL	5 PARROQUIAS	3.451 POBLACION	5.091 POBLACION

CUADRO 1.23

POBLACIONES MARGINALES DE PASTAZA

P R O V I N C I A D E M O R O N A S A N T I A G O			
ITEM	PARROQUIAS	POBLACION TOTAL CENSO 1974	PROYECCION POBLACION (3.6%) 1985
1	CHIGUAZA	2.607	3.846
2	GENERAL PROAÑO	707	1.043
3	MACUMA	1.341	1.979
4	SEVILLA DON BOSCO	3.150	4.648
5	TAISHA	3.300	4.869
6	AMAZONAS	328	488
7	BOMBOIZA	2.129	3.141
8	CHIOQUINDA	493	727
9	NUEVA TARQUI	788	1.162
10	ROSARIO	860	1.269
11	LIMON-INDANZA	1.852	2.732
12	PAN DE AZUCAR	813	1.199
13	SAN ANTONIO	763	1.126
14	SAN JUAN BOSCO	997	1.471
15	STA SUSANA DE CHIVIAZA	1.009	1.489
16	YUNGANZA	774	1.142
17	ARAPICOS	1.139	1.680
18	ZUMBA	905	1.335
19	CHITO	748	1.104
20	PALANDA	1.352	1.995
21	VALLADOLID	1.257	1.855
22	LA PAZ	697	1.028
23	TUTUPALI	461	680
24	SANGAY	866	1.278
25	CHUPIANZA	752	1.109
26	PATUCA	708	1.045
27	SANTIAGO	726	1.071
28	TAYUSA	1.166	1.720
29	ASUNCION	822	1.212
30	HUAMBI	1.768	2.608
31	YAUPI	1.146	1.690
TOTAL	31	36.424	53.741
	PARROQUIAS	POBLACION	POBLACION

CUADRO 1.24

POBLACIONES MARGINALES DE MORONA SANTIAGO

poseen más poblaciones marginales debido a lo inaccesible, a la mayoría de estas parroquias solo puede llegarse por río o avión, también las Provincias de Napo y Morona Santiago poseen mayor cantidad de poblaciones marginales. En Zamora Chinchipe sus parroquias están o serán servidas en el futuro, aunque existen poblaciones limítrofes que no tienen servicio telefónico.

### 1.2.3 ZONAS FRONTERIZAS

Existen un sinnúmero de poblaciones fronterizas, que no poseen ningún tipo de servicio telefónico o poseen sistemas deficientes, a continuación detallaremos las principales parroquias o pueblos que se extienden a lo largo de la frontera con Colombia y Perú:

En la Provincia de Esmeraldas, frontera con Colombia tenemos las poblaciones de Ancón, Mataje, E. Molina, El Viento, Cabeza del Salto, Corriente Larga, Piedra Selbala, este sector es selvático y de zonas muy alejadas de las principales urbes, además carecen de buenos caminos vecinales; para llegar a Ancón o Mataje se lo realiza por medio de embarcaciones por mar o ríos.

En la Provincia del Carchi fronterizo con Colombia tenemos las siguientes poblaciones, Tobar Donoso, Quinchul, Río Blanco, Chical, Maldonado (servicio con radios HF), Tufiño, El Carmelo, existen una carretera para enlazar estas poblaciones.

En la Provincia de Napo colindante con Colombia tenemos las poblaciones de El Playón de San Francisco, existe camino de acceso desde Tulcán, en la selva tenemos las poblaciones Santa Bárbara, La Bonita, Rosa Florida, Santa Rosa de Sucumbíos, General Farfán, La Nueva Santa Rosa, Angostura, Buenaventura

Santa Elena, Puerto El Carmen de Putumayo, de muy importante comercio con poblaciones colombianas, luego tenemos, La Papaya, El Tablero, Puerto Rodríguez, hasta aquí estas poblaciones limitan con Colombia, se pueden comunicar a través del río Putumayo, otra zona importante para el comercio con Perú, es la de Nuevo Rocafuerte que tiene servicio de radio HF, y poblaciones aledañas como Yasuní, Puerto Ventura, San Antonio, Ballesteros, Cocaya, Puerto Loja, Lagarto Cocha, Cabo Minacho, éstas también se pueden comunicar a través de los ríos circundantes y del río Coca y Napo. Son zonas ricas en madera, agricultura y ganadería.

En la Provincia de Pastaza, tenemos muy pocas poblaciones fronterizas con Perú, la mayoría son destacamentos que son patrullados por elementos del Ejército Ecuatoriano, encontramos poblaciones pequeñas como Chichirota, Río Corrientes, Río Tigre, Cononaco.

En la Provincia de Morona Santiago encontramos poblaciones pequeñas, alejadas de las principales ciudades de esta provincia como Numbaime, San Carlos de Limón, Guisme, Las Peñas, Fátima, Pan de Azúcar, Coangos, Santiago, Mirador, Mayolico, Soldado Monge, Morona, Patuime, Tubinetza, Jibaría, Anchianiti, Huasago, Cumay, la mayoría son poblaciones indígenas de Jíbaros y Cofanes.

Al Suroriente tenemos las poblaciones Zumba, El Tablón, El Chorro, Pucapamba, La Chonta, Chito y frontera con la Cordillera del Cóndor, Paquisha, Mayaycu, Guayzimi, Miasí, La Guanta, Pachicutza, Los Encuentros.

1.3 ZONAS ESTRATEGICAS

Consideramos como zonas estratégicas los yacimientos petroleros, zonas de prospección petrolera, zonas mineras, fronteras vivas, etc.

1.3.1 ZONAS PETROLERAS

El país con racimientos petroleros, como base de su economía, las zonas de explotación y producción se encuentran localizadas en las provincias del Guayas (Ancón) en mínima proporción y la Provincia del Napo, donde se encuentran los grandes yacimientos.

El Consorcio CEPE-TEXACO, controlan la explotación y producción, donde los servicios de comunicación son mínimos para uso técnico y control del crudo.

Estos campamentos tienen caminos vecinales a lo largo del oleoducto.

Existen dos clases de campamentos de Bombeo y de Producción, siendo los de Producción más grandes que los de Bombeo y son los siguientes:

CAMPAMENTOS DE BOMBEO

TETETE

SUCUMBIOS

CUYABENO

SAUSAHUARI

AUCA

CAMPAMENTOS DE PRODUCCION

SHUARA

SHUSHUQUI

ATACAPI

PURAHUACU

SUSHUFINDI

SACHA

Lago Agrio y Coca tienen un sistema de comunicaciones a través de los sistema se Texaco, su capacidad es de 24 canales.

La Compañía CEPCO explota el campamento Tarapora.

La Compañía Occidental tiene campamentos de explotación en Limón-Cocha.

La British- Española explora en los campamentos Bermeo, Tiguino, estas Compañías tienen sistemas propios de poca capacidad.

Como un primer objetivo se debería dotar de por lo menos dos estaciones terrenas remotas en dos campamentos, por ejemplo: SHUARA y SUSHUFINDI.

### 1.3.2 ZONAS MINERAS

El proceso de desarrollo industrial del País exige que se exploten cada vez más substancias minerales, concordantemente se ha producido un incremento en las investigaciones geológicas en busca de substancias minerales.

Se debe aprovechar los magníficos recursos que el País nos permite, tanto en la Costa exhuberante como en la altísima Sierra, al igual que en la verde Amazonía y en la basáltica Galápagos, hay yacimientos de minerales y rocas como azufre, bentonita, caliza, cobre, cuarzo, hierro, oro, plata, yeso y otros, entre los cuales podría figurar el uranio.

Al iniciarse el año 1984 en el País había 61 minas en explotación tanto en la Costa como en la Sierra y en el Oriente, en las cuales se tiene programado una inversión superior a los 400 millones de sucres.

Entre ellas está Nambija, de la cual se extrae oro por un valor a 5 millones de sucres diariamente.

Algunos de los minerales y rocas que se extraen en el país son los siguientes: oro, plata, cobre, plomo, zinc y antimonio en la Costa, Sierra y Oriente.

Manganeso	Sierra
Oro de los ríos	Costa y Sierra
Arena Silicia	Oriente
Azufre	Sierra
Caliza	Costa y Sierra
Caolin	Sierra
Feldespatos	Sierra y Oriente
Mármol	Sierra
Talco	Sierra
Yeso	Costa y Sierra

A continuación podemos observar un cuadro que nos muestra el tipo de mineral y las zonas donde se encuentran. (cuadro 1.25)

Las minas de Nambija son las de más crecimiento poblacional, actualmente se calcula en unos 10.000 pobladores. Por necesidades de explotación y transacciones del oro, necesitarán servicios telefónicos.

### 1.3.3 FRONTERAS VIVAS

A raíz de los acontecimientos suscitados en la Cordillera de El Cóndor, por los problemas limitrales que el país tiene, se vió en la necesidad de incentivar estas zonas, formando fronteras vivas que den testimonio de la presencia de nuestro País, y a la vez se les debería dotar de todos los servicios indispensables, entre ellos el servicio telefónico, las poblaciones de la Provincia de Zamora-Chinchipec como: Paquisha, Mayaycu, Guayzini, Miasí, La Guanta, Pachicutza, Los Encuentros, etc., deberían tener prioridad en el desarrollo de las mismas, ya que la presencia de ellos en la frontera especialmente con Perú, son símbolo de nuestra ecuatorianidad.

Las minas de Nambija, también se consideraría

ITEM	MINERALES Y ROCAS	U S O S	YACIMIENTOS
1	ILMENITA	Obtención del Fe y Ti. Industria de aceros especiales, pinturas, etc.	Playas de Guayas, Manabí y Esmeraldas.
2	AZUFRE	Acido sulfúrico, fertilizantes insecticidas, pinturas, etc.	Tixán; Chimborazo; Tufiño; Carchi; Isla Isabela, Galápagos.
3	BARITINA	Lodos de perforación, pinturas medicina, etc.	Pascuales, Guayas, Pilahum, Cañar, Macuchi, Cotopaxi.
4	CALCOPIRITA	Obtención de cobre, usos del cobre.	Pascuales, Guayas, La Plata, Pichincha, Cotopaxi, Chauca, Azuay.
5	CALIZA	Cemento, fertilizantes, cal, pinturas, etc.	San Eduardo, San Antonio; Guayas, Napán, Cañar, Chimborazo, Imbabura.
6	CAOLIN	Cerámica, jabones, pinturas, etc.	Pascuales, Guayas; Matango, Azuay; Galindo, Imbabura.
7	BENTONITA	Purificador de aceites y lubricantes, lodos de perforación.	Chanascal, Cañar.
8	BLENDA	Obtención de Zn, aleaciones con otros metales, industrias de alambres luz.	Pascuales, Guayas, Molleturo, Azuay; S.J. Minas, Pichincha.
9	BORNITA	Obtención del Cu, aleaciones con otros metales.	Pascuales, Guayas; La Plata, Pichincha; Chauca, Azuay.
10	CUARZO	Adornos, porcelanas, pinturas, vidrios, lentes, prismas, etc.	Pascuales, Guayas; Matango, Azuay; Vacas Galindo, Imbabura.
11	ESTIBINA	Obtención de antimonio, baterías, detonantes, etc.	Olmedo, Loja; Molleturo, Azuay, Pichincha, Cañar; Piñas, El Oro.
12	TELDESPATO	Porcelanas, esmaltes, pinturas, etc.	Ligzhui, El Oro, Las Juntas, Loja.
13	GOLENA	Obtención de Pb, tipografías pantallas de protección.	Pascuales, Guayas, Molleturo, Azuay, Pilzhium, Cañar, Loja.
14	GRAFITO	Fabricación de lápices, lubricantes, industria eléct.	Guarumal, Morona Santiago; Yanguana, Loja.
15	HEMATITA	Obtención del Fe, industria del hierro, aleaciones con diferentes metales.	Pascuales, Guayas, Montecristi, Manabí, Saloya, Pichincha, Saquisilí, Cotopaxi.
16	MARMOL	Implementos decorativos, construcción, etc.	Zula, Chimborazo; Saraguro, Loja; Pifo, Pichincha.
17	ORO	Respaldo monetario, Joyas, panes de oro, medicina, etc.	Nambija, Zamora-Chinchiipe, Pascuales, Guayas; Portovelo, El Oro.
18	PIRITA	Obtención Fe y S, usos del hierro y azufre.	Pascuales, Guayas, San Fernando, Azuay; Macuchi, Cotopaxi.
19	PIROLUSITA	Obtención Mg, aleaciones desinfectantes, etc.	Sacachispas, El Oro; San Antonio, Pichincha; El Carmelo, Carchi.
20	TALCO	Pinturas, cerámicas, cosmética, jaboncillos, etc.	Paute, Azuay; Pichincha; Achupallas, Chimborazo.
21	YESO	Cemento, tiza, para fundiciones, decoración, etc.	Punta Carnero, Guayas; Zapotal, Guayas; Catamayo, Loja.

Cuadro 1.25 Minerales, usos, localización de yacimientos.

frontera viva, puesto que se encuentran en la Cordillera de El Cóndor y su crecimiento poblacional es muy alto y sus necesidades vitales son importantes.

#### 1.3.4 SERVICIO MOVIL

Los SISTEMAS DE SATELITE DOMESTICO son importantes para usos de emergencia, ya que estos sistemas son inmunes a desastres naturales, tales como: terremotos e inundaciones, zonas afectadas por derrumbes, incendios, etc., o, también es utilizado para transmisiones especiales desde lugares remotos e inaccesibles, que pueden ser fácilmente transportables por tierra, aire o mar, estos sistemas móviles, son equipos compactos, que pueden transmitir canales telefónicos más una señal de TV.

Los satélites tienen una ventaja geográfica y geométrica que no posee ningún medio de comunicación terrestre. Tan pronto entre en servicio, pueden conectarse rápidamente dos puntos cualesquiera dentro de su zona de cubrimiento sin la intervención de instalaciones terrestres distintas a las dos estaciones terminales. Esto es de especial interés para el país, en el que existen extensas zonas aisladas por selvas y otros obstáculos naturales, con centro de población muy dispersos hasta los cuales quiere hacerse llegar la influencia de programas educativos de salud y desarrollo.

CONCLUSION.- De acuerdo a los cuadros de poblaciones marginales de cada provincia, tomando como mínimo 4.000 habitantes, de la importancia de poblaciones fronterizas, poblaciones mineras, petroleras, etc., se ha tomado como conclusión el siguiente cuadro de estaciones terrenas (de 1 a 4 canales), necesarios para el servicio doméstico del País. Ver cuadro 1.26.

CUADRO 1.26

## DEMANDA DE ESTACIONES TERRENAS DOMESTICAS

PROVINCIA	POBLACIONES MARGINALES (4000 h)	POBLACIONES FRONTERIZAS	ZONAS ESTRATEG. PETROL. MINERAS VIVAS	TOTAL ESTAC. DOMEST.
ESMERALDAS	ATAHUALPA S.GREGORIO	ANCON MATAJE E. MOLINA EL VIENTO CABEZA SALTO		7
LOS RIOS	I. BEJUCAL P. PECHICHE			2
EL ORO	PALMALES AYAPAMBA MALVAS			3
CARCHI		TOBAR DONOSO MALDONADO TUPIÑO EL CARMELO		4
IMBABURA	BUENOS AIRES LITA			2 MOVILES
BOLIVAR	LAS NAVES SIMIATUG S.J.TAMBO BILOVAN			4
NAPO	STA.CECILIA	N.ROCAFUERTE TIPUTINI PUTUMAYO	SHUARA (P) SHUSHUFINDI (P)	6
M.SANTIAGO	S.DON BOSCO TAISHA			2
Z.CHINCHIPE		PAQUISHA MAYAYCU GUAYZIMI	NAMBIJA (M) MIASI (V) PACHICUTZA (V) LOS ENCUENTROS (V)	7
GALAPAGOS	PTO.AYORA PTO.BAQUERIZO			2
GUAYAS PICHINCHA	UNA ESTACION TERRENA MAESTRA PARA CADA PROVINCIA			2
ESTACIONES TERRENAS DOMESTICAS MOVILES				2
TOTAL ESTACIONES TERRENAS DOMESTICAS				41
TOTAL ESTACIONES MAESTRAS				2

#### 1.4 SITUACION ACTUAL DEL PROYECTO "CONDOR"

##### 1.4.1 INTRODUCCION

En el año de 1977, ASETA (ASOCIACION DE EMPRESAS ESTATALES DE COMUNICACIONES DEL ACUERDO SUBREGIONAL ANDINO), llevó a cabo un estudio de factibilidad sobre el Sistema Regional Andino de Comunicaciones por Satélite, al cual denominó Proyecto "CONDOR".

Dicho estudio mostró la factibilidad técnico-económico del sistema pero no logró la realización del mismo. Desde entonces hasta el año 83 el proyecto ha estado suspendido y cada País a proseguido individualmente sus esfuerzos para aprovechar la tecnología de las Telecomunicaciones por satélite.

En la Tercera Reunión De Ministros De Transportes, Comunicaciones y Obras Públicas De Los Países Miembros Del Acuerdo De Cartagena, celebrado en noviembre de 1984, tomando la Resolución No. III-41, lo más sobresaliente, en el punto 1 dice:

"Declarar prioritario para la Subregión el programa Sistema Andino de Telecomunicaciones por Satélite".

El punto 2 dice: " Acordar el compromiso de participación de cada una de las Administraciones del Ramo en la realización de un Sistema Andino de Telecomunicaciones por Satélite, previa la aprobación por parte de las Administraciones de los estudios de factibilidad para la utilización de capacidad compartida de INTELSAT y de la del Sistema regional propio".

La fase I correspondiente a la utilización compartida de segmento espacial alquilada a INTELSAT y la fase II correspondiente a la utilización del segmento espacial propio de la subregión. Esta dos alternativas

mencionadas no se contraponen sino que bien pueden plantearse secuencialmente en el desarrollo del Sistema Andino de Telecomunicaciones por Satélite (SATS). Simultáneamente se llevaría a cabo un programa de capacitación de recursos humanos que aseguren la operación y explotación del sistema.

#### 1.4.2 ALQUILER CONJUNTO DEL SEGMENTO ESPACIAL, O LA COMPRA A INTELSAT

El arrendamiento de capacidad de segmento espacial a INTELSAT sería compartida por los cinco Países de la Subregión.

El uso del segmento espacial alquilado a INTELSAT tiene gran flexibilidad operativa y probada confiabilidad, aunque a la vez presenta ciertas limitaciones para satisfacer las necesidades específicas de un País.

Esta alternativa incluye dos opciones:

- a) Alquiler o compra de capacidad de reserva, y
- b) Alquiler o compra de capacidad en satélites dedicados.

La asignación de capacidad espacial en el satélite se especifica con base en los siguientes parámetros del transpondedor:

- Anchura de banda de frecuencias
- Potencia isotrópica radiada efectiva (p.i.r.e.) máxima en el borde del haz.
- Densidad de flujo de saturación y pasos de atenuación
- Número identificador de los transpondedores
- Tipo de haz y cobertura
- Tipo de polarización
- Técnicas de reutilización de frecuencias; y
- Sensibilidad del sistema de recepción del satélite (G/T)s.

En el capítulo II se verá con más detenimiento las especificaciones técnicas y las características de los transpondedores en alquiler para los satélites, INTELSAT V e INTELSAT V-A.

En lo referente a satélites dedicados para servicios domésticos, es necesario mencionar que INTELSAT ofrece el uso de satélites diseñados especialmente para proveer servicios nacionales integrados; estos satélites tendrían necesariamente características técnicas requeridas para el efecto, tales como: transpondedores de elevada p.i.r.e., alta sensibilidad de recepción, e interconectividad flexible.

El SATs en su primera fase, podrá suministrar servicios de telefonía tanto en trayectos interurbanos e internacionales (dentro de la región) como en las rutas de bajo tráfico, especialmente las destinadas a las zonas rurales. Los enlaces entre ciudades mayores servirán básicamente como vías alternativas para protección de los enlaces terrestres o para atender rápidamente demandas inesperadas que no pueden cursarse en estos últimos (por desastres naturales, u ocasionados, o eventos especiales).

En el cuadro No. 1.27, se indica la banda alquilada en el satélite y los costos correspondientes para el caso de continuar por separado los alquileres y explotación del segmento espacial INTELSAT. De éste se deduce que a nivel Subregión, se requiere alquilar  $6 \frac{1}{8}$  transpondedores de 72 MHz en haz hemisférico.

En el cuadro No. 1.28, se resumen parámetros equivalentes para el caso en que la capacidad espacial sea alquilada y utilizada en forma compartida, a nivel Subregión la necesidad que se requiere alquilar es de  $5 \frac{1}{4}$  transpondedores.

CUADRO RESUMEN NO. 1.27

COSTOS DE SEGMENTO ESPACIAL PARA ALQUILERES SEPARADOS

(REQUERIMIENTOS DE 1985 )

PAIS/SERVICIO	TXP HAZ HEMISFERICO W-W	ALQUILER US\$	TOTAL US\$
<u>BOLIVIA</u>			1'160,000
SCPC N	9 MHz	200,000	
TV N	36 MHz (1 TV)	800,000	
FDM I	--	--	
TV I	36/5 MHz	160,000	
<u>COLOMBIA</u>			2'529,828
SCPC N	36 MHz	800,000	
FDM N	18 MHz	400,000	
TV N	36 MHz ( 1 TV)	800,000	
FDM I	portadora útil	369,828	
TV I	36/5 MHz	160,000	
<u>ECUADOR</u>			1'160,000
SCPC N	9 MHz	200,000	
TV N	36 MHz (1 TV)	800,000	
FDM I	--	--	
TV I	36/5 MHz	160,000	
<u>PERU</u>			2'901.640
SCPC N	18 MHz	400,000	
FDM N	18 MHz	400,000	
TV N	72 MHz (2 TV)	1'600,000	
FDM I	portadora útil	341,640	
TV I	36/5 MHz	160,000	
<u>VENEZUELA</u>			3'256.080
SCPC N	9 MHz	200,000	
TV N	108 MHz (3 TV)	2'400,000	
FDM I	portadora útil	496,080	
TV I	36/5 MHz	160,000	
SUB-REGION	441 MHz ( 6 1/8 Txp)		US\$11'007,548

CUADRO RESUMEN NO. 1.28

COSTOS DE SEGMENTO ESPACIAL COMPARTIDOS PARA LA SUBREGION ANDINA

(REQUERIMIENTOS DE 1985 )

A. SERVICIOS DOMESTICOS

	TXP	HAZ HEMISFERICO W-W	ALQUILER ANUAL	US \$
SCPC/FM	72 MHz	(1 Txp)	1'600,000	
CFDM/FM	36 MHz	(1/2 Txp)	800,000	
TV	216 Mhz	(3 Txp)	4'800,000	
DOMESTICOS	324 MHz	(4 1/2 Txp)	US\$ 7'200,000	

B. SERVICIOS INTRA-REGIONALES

CFDM/FM	18 MHz	(1/4 Txp)	700,000	
TV.	36 MHz	(1/2 Txp)	800,000	
INTRA-REGIONAL	54 MHz	(3/4 Txp)	US\$ 1'500,000	
SUBREGION	378 MHz	(5 1/4 Txp)	US\$ 8'700,000	

De la comparación de los dos cuadros se puede determinar que en el caso de que la capacidad espacial alquilada sea compartida, se tendrá un ahorro de US\$ 2'307.548,00 y además de la utilización de un menor número de transpondedores de 72 MHz.

Del análisis comparativo, se concluye que el arreglo de compartir capacidad alquilada revierte en un significativo ahorro anual para la Subregión.

1.4.3 FASE 2. PROYECTO CONDOR

Como segunda fase del SATs, se plantea la posibilidad de satélites propios de la región que operarían a partir del año 1992.

El sistema regional propio se caracterizaría por un segmento espacial, conformado por satélites para irradiar alta densidad de flujo de potencia, que permitan disponer de la banda de frecuencias y de la potencia necesarias para comunicación entre estaciones terrenas pequeñas y de bajo costo.

La proyección de la demanda para el período 1990-2000 se basa en estudios recientes, cuyos resultados se resumen en los cuadros 1.29 , 1.30 , 1.31.

La decisión para establecer el satélite propio del SATs tendrá que acompañarse de políticas nacionales en cuanto a la distribución de la televisión.

AÑO	NUMERO DE ESTACIONES TERRENAS	CANALES DE 4 KHz			TOTALES
		TELEFONICOS		TELEX Y DATOS	
		FDM	SCPC		
1990	224	1380	2516	28	3924
1995	226	2024	3206	28	5258
2000	226	2704	3992	36	6732

CUADRO 1.29

SERVICIOS NACIONALES PARA LA SUBREGION

AÑO	BOLIVIA	COLOMBIA	ECUADOR	PERU	VENEZUELA	SUBREGION
1990	42	183	39	190	324	778
1995	62	333	51	363	591	1400
2000	89	570	65	687	1071	2482

CUADRO 1.30.

CANALES INTRAREGIONALES DE 5 KHz

AÑO	BOLIVIA	COLOMBIA	ECUADOR	PERU	VENEZUELA	SUBREGION
1990	1	2	2	3	3	11
1995	1	2	2	3	3	11
2000	2	3	2	3	3	13

CUADRO 1.31

DEMANDA DE SERVICIOS DE TELEVISION

El dimensionamiento de los satélites "CONDOR" en cuanto a su potencia y número de transpondedores dependerá en parte de la cantidad de canales de TV que se proyecte establecer.

Es previsible por otra parte que la facilidad de instalar estaciones terrenas menos complejas y costosas que las normalizadas por INTELSAT promueva la utilización del sistema para establecer rutas adicionales o alternativas paralelas a las terrestres de Microondas.

#### 1.4.4 DISPOSICIONES RELATIVAS AL PROYECTO CONDOR

La ejecución de un proyecto como el Satélite Regional Andino. (SRA), por su gran alcance requiere de la participación coordinada y constante de todas las partes interesadas en su realización.

Los Países de la Subregión, firmantes del Acuerdo, están participando tanto en los estudios y diseños preliminares como la explotación y financiamiento del mismo.

Un cronograma de actividades se presenta a continuación:

##### 1) Estudio de Factibilidad

Fue llevado a cabo hasta mediados de 1984. Los estudios de demanda proyectadas para la década del 90, se concluye que de la demanda manifestada solo la parte de telefonía, télex y datos es efectiva, esto no se puede decir lo mismo para los servicios de televisión.

Debido a la importante proporción de esta demanda se hace necesario diferenciar entre los requerimientos estatales de este servicio y el manifestado por las televisoras privadas, para poder decidir la capacidad final de los satélites a lanzarse.

##### 2) Notificación ante la UIT (IFRB)

Se realizó la notificación del sistema ante la IFRB en agosto de 1985, más adelante se verá esta notificación más detallada.

##### 3) Coordinación y aprobación del Proyecto

Como recomendación de la Junta Directiva de ASETA, se buscó la coordinación entre las Empresas de Telecomunicaciones y sus respectivas Administraciones, para obtener la aprobación

de la Reunión de Ministros (noviembre 1984) para continuar con el diseño específico del sistema y preparar las bases de licitación.

El estudio de factibilidad y la opinión favorable de los Ministros de Comunicaciones servirá de base para que las Empresas Miembros soliciten la autorización de sus Gobiernos para participar en la Empresa Multinacional Andina de Telecomunicaciones que llevaría a cabo la implementación y operación del Sistema Andino de Telecomunicaciones por Satélite.

4) Consultas de Mercado, Bases de Licitación

Es menester iniciar las conversaciones con entidades internacionales, a fin de buscar el financiamiento del estudio de diseño y consultoría.

De igual forma debe iniciarse el diseño del sistema, preparar las bases de licitación para satélites, lanzadores y estaciones de TTCRM.

5) Determinar Programa Financiero

Actualmente La Comunidad Económica Europea, ha hecho un préstamo no reembolsable de 300.000 ECUS (moneda de referencia europea, US\$1,00= 1.19 ECUS), para realizar los estudios necesarios y tiene comprometido invertir en el proyecto si se compra un satélite ESCO (European Satellite Corporation).

La realización del proyecto CONDOR requiere de una alta inversión con un pago de amortización significativo durante casi toda la vida útil del satélite. Se debe considerar que antes de terminar la primera generación, deberá contratarse la segunda generación del CONDOR. Esta empresa, es comparable por su monto, con otros proyectos de telecomunicaciones o de vías de comunicación en ejecución en la Subregión. Por lo tanto, la realización del CONDOR, depende en gran parte del

interés y deseo de participación de los países usuarios.

6) Adquisición del Segmento Espacial

Con la aprobación de los Gobiernos y las bases de licitación se debe proceder a la adquisición de satélites y red de control, luego se concertarían los cupos de lanzamiento. Para el año 1990 se tiene en mente llevar a cabo el lanzamiento del primer satélite y la transición del segmento espacial INTELSAT al satélite regional propio.

El segundo satélite subiría el mismo año o se postergaría según se determine lo conveniente.

7) Desarrollo del segmento terrestre

Durante los próximos cinco años, las redes de estaciones terrenas, en cada país, se irán ampliando a medida que las necesidades de comunicación lo exijan.

8) Capacitación de personal

El gran alcance de este proyecto, requiere de personal capacitado y preparado para asumir la responsabilidad de diseño, licitación, lanzamiento operación y mantenimiento de las distintas partes del sistema.

No obstante que se dispondrá de la asesoría y participación de expertos extranjeros, aún así se hace necesario la planificación y realización de un programa de capacitación a nivel regional tratando de cubrir todos los campos de acción necesario.

9) Asesoría

La contratación de Asesoría se hace necesario desde el inicio de los estudios de diseño hasta la puesta en operación de los satélites regionales. Por consiguiente es importante dimensionar un programa.

de asesoría en los campos que sean necesarios.

10) Empresa Multinacional Andina

Debido a que la realización de este proyecto implica tanta actividad de aspecto técnico, como operativo y administrativo, se hace necesario la formación de una Empresa Multinacional Andina (TELENDSAT) con personería jurídica y un cuerpo de ejecutivos y especialistas, que aseguren la puesta en operación y mantenimiento del Sistema Regional Andino.

1.5 NOTIFICACION ANTICIPADA A LA UIT

Para garantizar el reconocimiento internacional de la red de satélites CONDOR, y, por consiguiente, su operación sin recibir ni causar interferencias perjudiciales, las administraciones miembros del Acuerdo deben adelantar una serie de procedimientos ante la Junta Internacional de Registro de Frecuencias, IFRB, Organo de la UIT.

El primer procedimiento ante la IFRB consiste en enviar la información relativa a la red CONDOR, en el formato especificado en el Apéndice 4 del Reglamento de Radiocomunicaciones; la IFRB procederá a efectuar la Publicación Anticipada de la Red. Esta información deberá enviarse con una antelación no superior a cinco años respecto de la puesta en servicio de la red.

Para adelantar este procedimiento, expertos de las empresas miembros de ASETA produjeron la información requerida en el Apéndice 4 del Reglamento.

Las posiciones orbitales para los satélites CONDOR se escogieron tomando en cuenta dos factores: el grado de congestión de la órbita en el hemisferio occidental y, consecuencia del anterior la facilidad de coordinación con otras redes de satélite,

especialmente de los Estados Unidos y del Brasil. Luego de un estudio detallado de estos factores, se encontraron las siguientes posiciones orbitales: 77.5° Oeste para el CONDOR 1, y 89.0° Oeste para el CONDOR 2. La reserva de dos posiciones orbitales constituye una ventaja estratégica, así sea que sólo una de ellas se utilice en la práctica.

En las figuras No. 1.18 , 1.19 , 1.20., se muestran los perfiles de cobertura calculados para las ubicaciones de los satélites sobre los 81° 0', 77.5° 0' y 89.0° Oeste.

De conformidad con lo dispuesto en la Resolución III-42, aprobada en la Reunión de Ministros de Transportes, Comunicaciones y Obras Públicas de los Miembros del Acuerdo de Cartagena, la Comisión designada para realizar las consultas pertinentes para lograr una presentación conjunta ante la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT, para la publicación anticipada ante la Junta Internacional de Registro de Frecuencias (IFRB), a fin de obtener el Registro Internacional de las posiciones orbitales y frecuencias para el Sistema Andino Satelital (CONDOR), se reunió en la sede de la UIT, Ginebra, del 4 al 8 de marzo de 1985. Después de cinco sesiones de trabajo, con participación de todos los miembros de la junta, expresaron su reconocimiento a la IFRB por las facilidades brindadas en la misión, e hicieron entrega oficial del documento de notificación el 8 de marzo de 1985.

1.5.1 Publicación Anticipada Según El Apéndice 4 Del Reglamento De Radiocomunicaciones Relativa Al Sistema Satelital Andino

Satélites CONDOR "A", CONDOR "B" y CONDOR "C"  
Sección A

G max = 33.4 db a 4GHz  
G max = 31.4 db a 4GHz

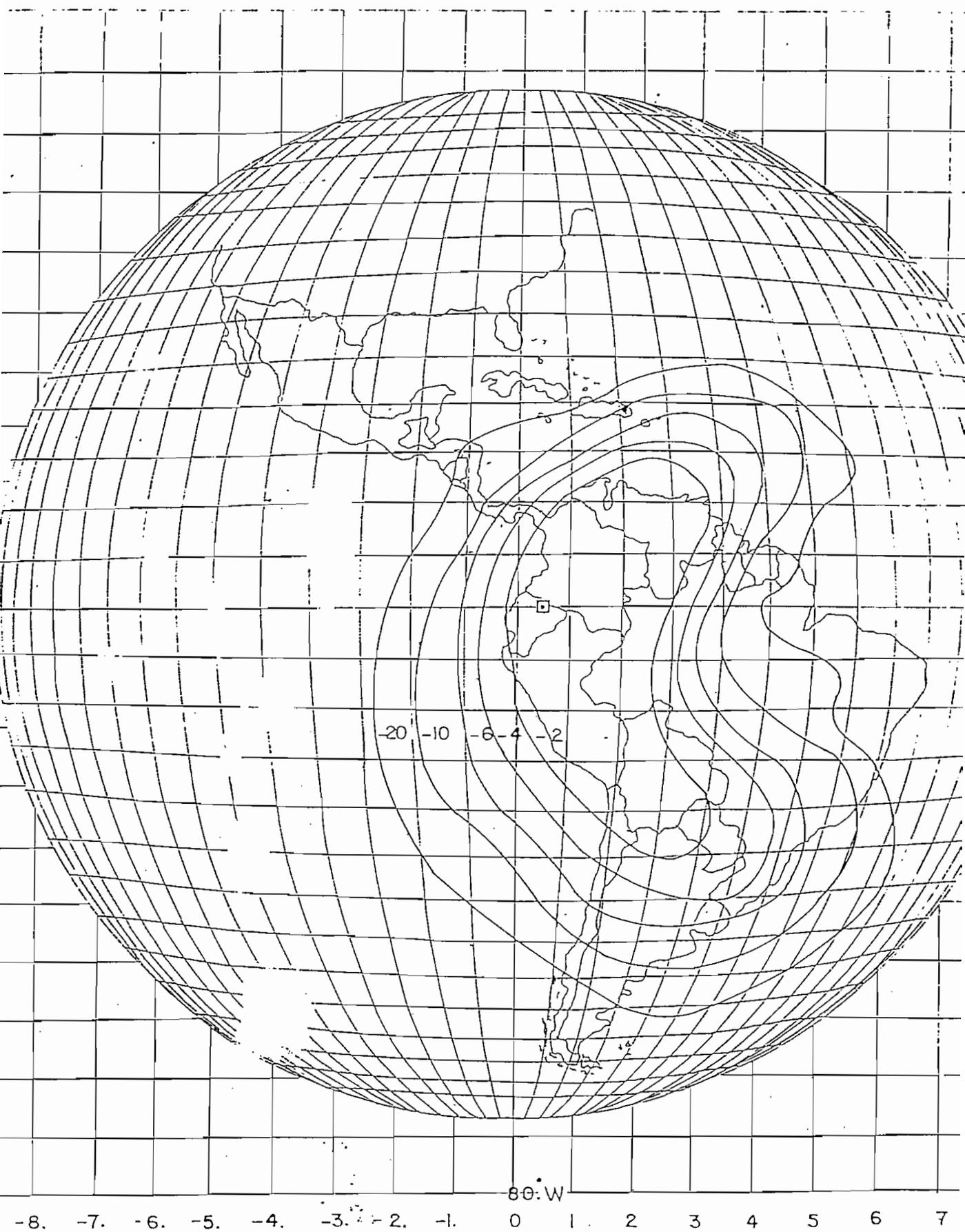


FIGURA NO. 1.18

CONTORNOS DE GANANCIA DE LA ESTACION ESPACIAL CONDOR-A(77.5°W)

$G_{max} = 35.4 \text{ db a } 4 \text{ GHz}$   
 $G_{max} = 31.4 \text{ db a } 4 \text{ GHz}$

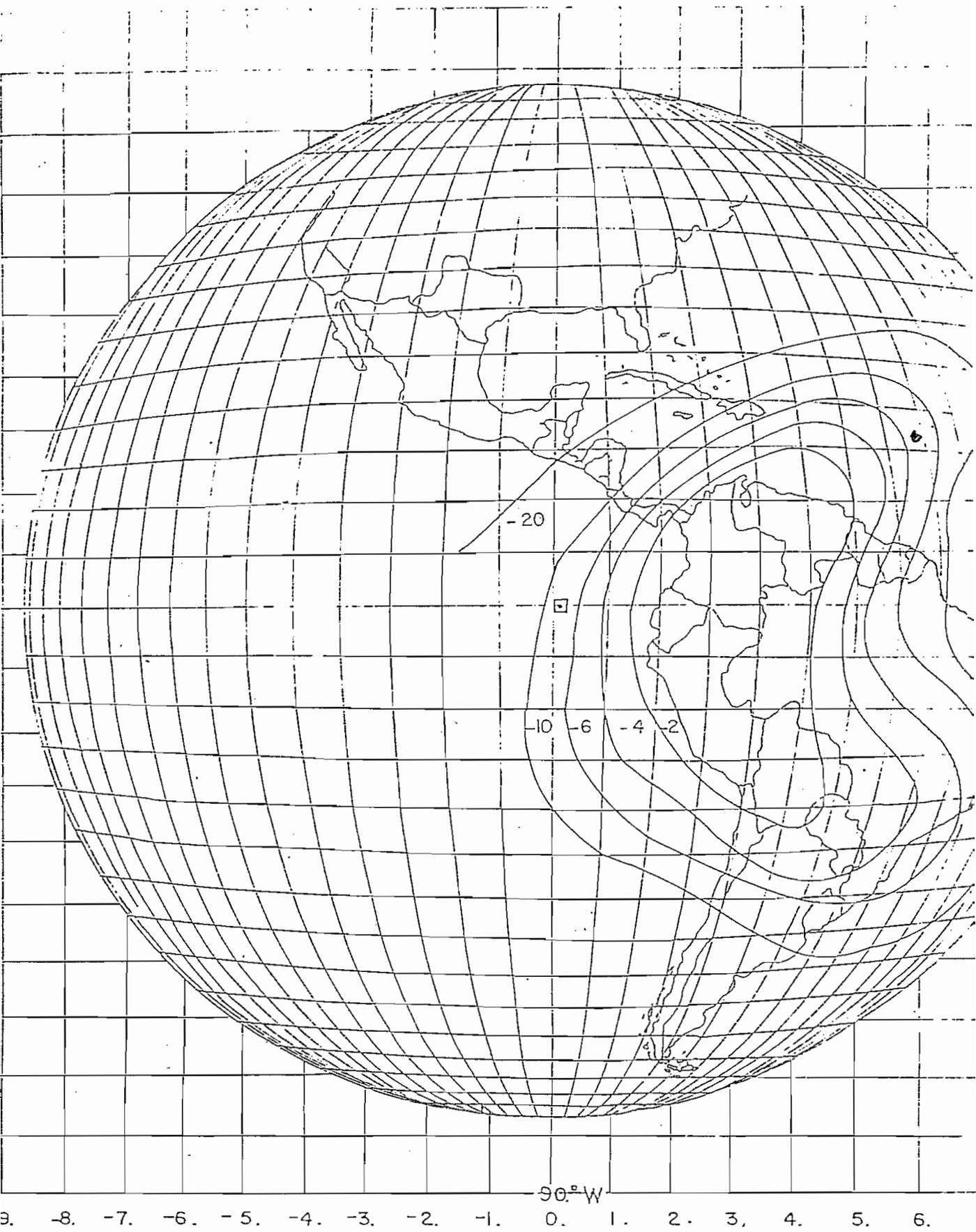
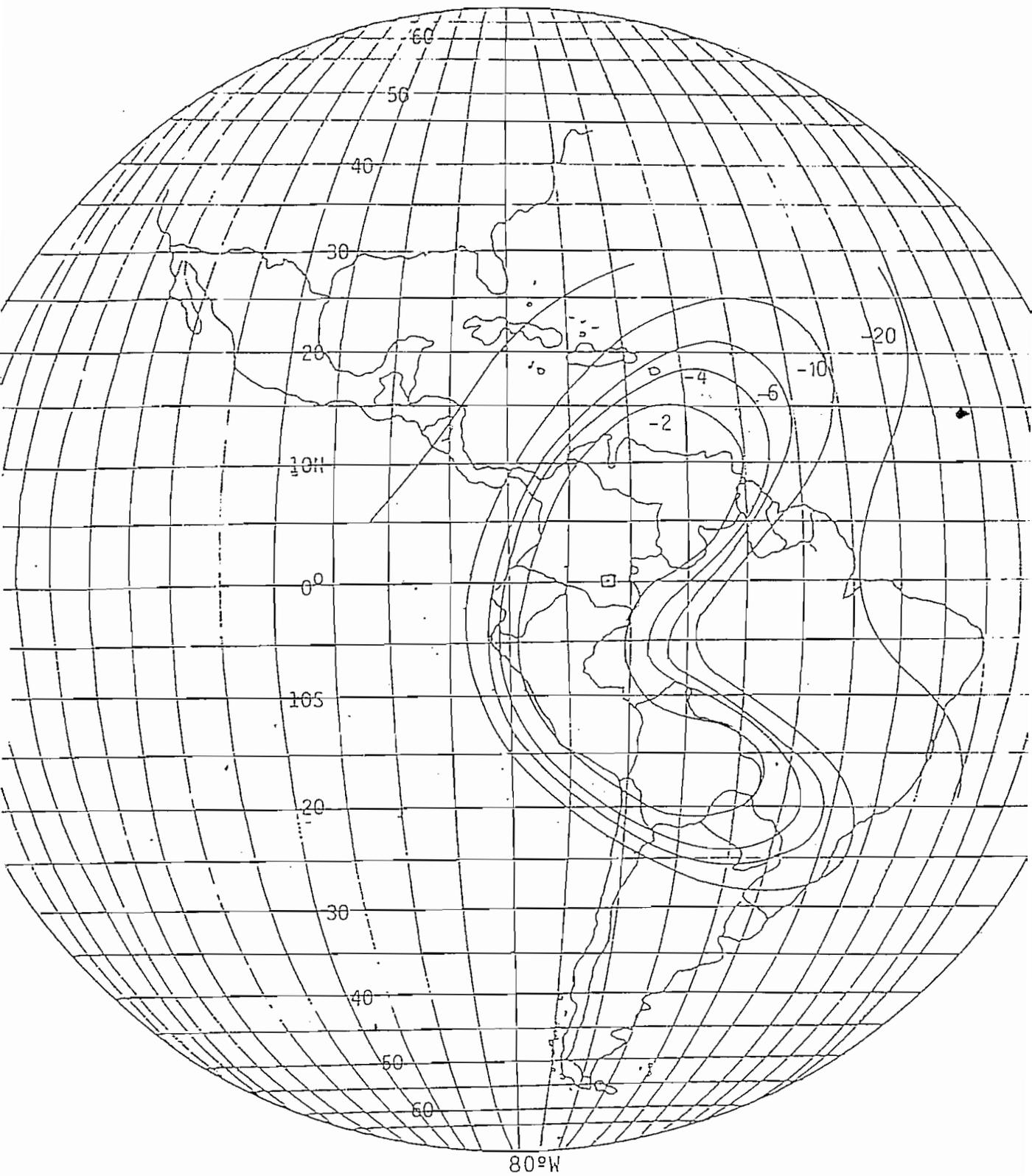


FIGURA No. 1.19

CONTORNOS DE GANANCIA DE LA ESTACION ESPACIAL CONDOR-B (89.0°W)

G max = 33.4 db a 6 GHz

G max = 31.4 db a 4 GHz



CONTORNO DE GANANCIA DE LA ESTACION ESPACIAL CONDOR-C (72.0°W)

FIGURA - 1.20

De común acuerdo las Administraciones de Bolivia, Perú, Venezuela, Colombia y Ecuador, en nombre propio y en su nombre de las Administraciones de los Países del Acuerdo Subregional Andino y con la notificación pertinente a estos dos satélites en lo que tiene relación a la ubicación de los mismos en sus respectivos segmentos de la órbita Geoestacionaria, comunica a los miembros de la UIT, el propósito de explotar un Sistema Satelital Andino.

Este sistema estará conformado por tres satélites geoestacionarios denominados: CONDOR "A", CONDOR "B" y CONDOR "C", para servicios domésticos e intraregionales de telecomunicaciones, y un número de estaciones terrenas distribuidas en la Subregión. La información facilitada que siguen a continuación, se refieren a las estaciones espaciales CONDOR "A", CONDOR "B" y CONDOR "C".

#### Sección B

Punto 1 Identidad de la Red del Satélite

CONDOR "A", CONDOR "B", CONDOR "C"

Punto 2 Fecha de puesta en servicio

junio 30 de 1990

Punto 3 Administración o grupo de administraciones que faciliten la información para la publicación anticipada

Las Administraciones de Bolivia, Perú, Venezuela, Colombia y Ecuador encomiendan la atención de consultas y coordinaciones pertinentes a esta Red Satelital Andino, a ASETA.

Para estos efectos las Administraciones de Bolivia, Perú, Venezuela, Colombia y

Ecuador instruyan a la Junta Internacional de Registro de Frecuencias (IFRB) respecto a la dirección a la cual deberá enviar toda comunicación relacionada con la Red Satelital Andina.

PUNTO 4 Información relativa a la órbita de la estación espacial

	CONDOR "A"	CONDOR "B"	CONDOR "C"
Longitud geográfica nominal:	77.5 grados W	89.0 ° W	72.0 ° W
Tolerancia de longitud:	+0.1 grados	+0.1 °	+0.1 °
Excursión de inclinación:	+0.1 grados	+0.1 °	+0.1 °

Arco de visibilidad con un ángulo de elevación de al menos 10 grados desde las Estaciones

Terrenas en:	25 ° W-128 ° W	25 ° W-128 ° W	25 ° W-128 ° W
Arco de servicio entre:	25 ° W-128 ° W	25 ° W-128 ° W	25 ° W-128 ° W

Duración de validez de las asignaciones de frecuencia a la estación espacial (Resolución 4, CAMR, Ginebra 1979)  
10 años

Sección C

Características de la red de satélite para el sentido "Tierra-Espacio".

PUNTO 1 Zonas de Servicio

Las Repúblicas de Bolivia, Perú, Venezuela, Colombia y Ecuador.

PUNTO 2 Clase de estación y naturaleza del servicio

TC, EC, CO, CP, CR, CV

TK, EK, TD, CV, ED

PUNTO 3 Gama de Frecuencias CONDOR "A", "B" y "C"

5925-6425 MHz (Telecomunicaciones)

5925-5930 MHz (Telecomando)

PUNTO 4 Características de potencia de la onda emitida

a) Densidad espectral máxima de potencia

- 34.0 dBw/Hz (Telecomunicaciones)

- 6.0 dBw/Hz (Telemando)

b) Diagrama de radiación típico:

Ganancia 54.2 dB a 6 GHz;

los lóbulos laterales de la antena corresponden a la Recomendación 465-1 del CCIR.

PUNTO 5 Características de las antenas receptoras de la estación espacial

En las figuras 1.18, 1.19, 1.20 se dan las estimaciones de ganancia de la antena receptora de la estación espacial. La antena tendrá polarización lineal dual.

PUNTO 6 Temperatura de ruido de la estación espacial receptora

Temperatura más baja de ruido del conjunto del sistema receptor 920 K.

Sección D

Características de la red de satélite en el sentido "Espacio-Tierra"

PUNTO 1 Zonas de servicio "espacio-tierra"

Véase Sección C, punto 1

PUNTO 2 Clase de estación y naturaleza del servicio

EC,TC,CR,CP,CO,CV

EK,TK,ER,TR,CV (Telemetría solamente)

PUNTO 3 Gama de frecuencias

3705-4195 (Telecomunicaciones)

3700-3715 (Telemedida)

4195-4200

PUNTO 4 Características de potencia de la emisión

- 53.1 dBw/Hz (Telecomunicaciones)

- 46.0 dBw/Hz (Telemetría)

PUNTO 5 Características de la antena transmisora de la estación espacial

En las figuras 1.18, 1.19 y 1.20, se dan las estimaciones de las ganancias de las antenas transmisoras de las estaciones espaciales, tanto para la emisión de Telecomunicaciones como para la emisión de la telemedida.

PUNTO 6 Características de recepción de las estaciones terrenas para los CONDOR "A" y "B"

Temperatura más baja de ruido del conjunto del sistema receptor 80 K.

Temperatura más baja de ruido equivalente del enlace satélite, 98 K.

Valor asociado de ganancia de transmisión  
- 17.3 dB.

Ganancia de transmisión, y temperatura asociada de ruido equivalente del enlace correspondiente a la relación más elevada entre "ganancia de

transmisión" y "temperatura de ruido equivalente del enlace por satélite".

Ganancia de transmisión: - 17.3 dB

Temperatura de ruido equivalente del enlace por satélite asociado: 98K

Diagrama de Radiación Típico

Ganancia= 50.6 dB a 4 GHz;

Los lóbulos laterales de la antena corresponden a la Recomendación 465.1 del CCIR.

CONDOR "C"

Temperatura más baja de ruido del conjunto del sistema receptor, 80K.

Temperatura más baja de ruido equivalente del enlace por satélite 103 K.

Valor asociado de ganancia de transmisión - 18.9 dB.

Ganancia de transmisión y temperatura asociada de ruido equivalente del enlace correspondiente a la relación más elevada entre "ganancia de transmisión " y "temperatura de ruido equivalente del enlace por satélite".

Ganancia de transmisión: -18.9 dB.

Temperatura de ruido equivalente del enlace por satélite asociada: 103 K.

Diagrama de Radiación Típico

Ganancia= 50.6 dB a 4 GHz

Los lóbulos laterales de la antena corresponden a la recomendación 465.1 del CCIR.

C A P I T U L O I I

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

2.1 OBJETIVOS DE CALIDAD DEL SISTEMA

Cuando se diseña un sistema de Telecomunicaciones vía satélite es necesario fijarse objetivos de calidad los mismos que pueden ser expresados por el CCIR.

2.1.1 RECOMENDACIONES CCIR

El CCIR establece objetivos de calidad que han de cumplirse para los diversos tipos de servicio y los procesos de modulación empleado. Se establece tres umbrales de calidad que no deben rebasarse durante más de un porcentaje de tiempo determinado (Recomendaciones 353-4 y 522 para telefonía, Recomendaciones 567-1 y 568 para televisión). Para telefonía, estos umbrales de calidad se resumen en el siguiente cuadro:

CONDICIONES DE MEDICION	TELEFONIA ANALOGICA	TELEFONIA DIGITAL (MIC)
	POTENCIA DE RUIDO EN EL NIVEL DE REFERENCIA	PROPORCION DE BIT ERRONEOS
20% DE CUALQUIER MES (VALOR MEDIO DURANTE 1 MINUTO).	10.000 pwop	---
20% DE CUALQUIER MES (VALOR MEDIO DURANTE 1 MINUTO)	---	$10^{-6}$
0.3% DE CUALQUIER MES (VALOR MEDIO DURANTE 1 MINUTO)	50.000 pwop	$10^{-4}$
0.01% DE CUALQUIER AÑO (VALOR INTEGRADO EN 5 ms)	1000.000 pwp (POTENCIA NO PONDERADA)	---
0.01% DE CUALQUIER AÑO (VALOR MEDIO DURANTE 1S)	---	$10^{-3}$

CUADRO 2.1

OBJETIVOS DE CALIDAD QUE DEBEN CUMPLIRSE PARA TELEFONIA

Para televisión, los objetivos de calidad para todas las transmisiones a larga distancia (terrenales y/o por satélite) se tratan en las Recomendaciones 567-1 y 568, esto es, la relación señal/ruido (S/N) (ruido ponderado) debe ser mayor o igual a 53 dB durante el 99% del tiempo y a 45 dB durante el 99.9% del tiempo. En los enlaces estos objetivos de calidad se hallan generalmente asociados a los requisitos de los sistemas utilizados para la distribución en redes de radiodifusión y no reflejan las prácticas de diseño utilizadas para una distribución más general, en particular a estaciones terrenas pequeñas. En estos casos la calidad subjetiva es aceptable para la mayoría de los telespectadores, incluso cuando el nivel de calidad de diseño es de sólo 40 dB aproximadamente.

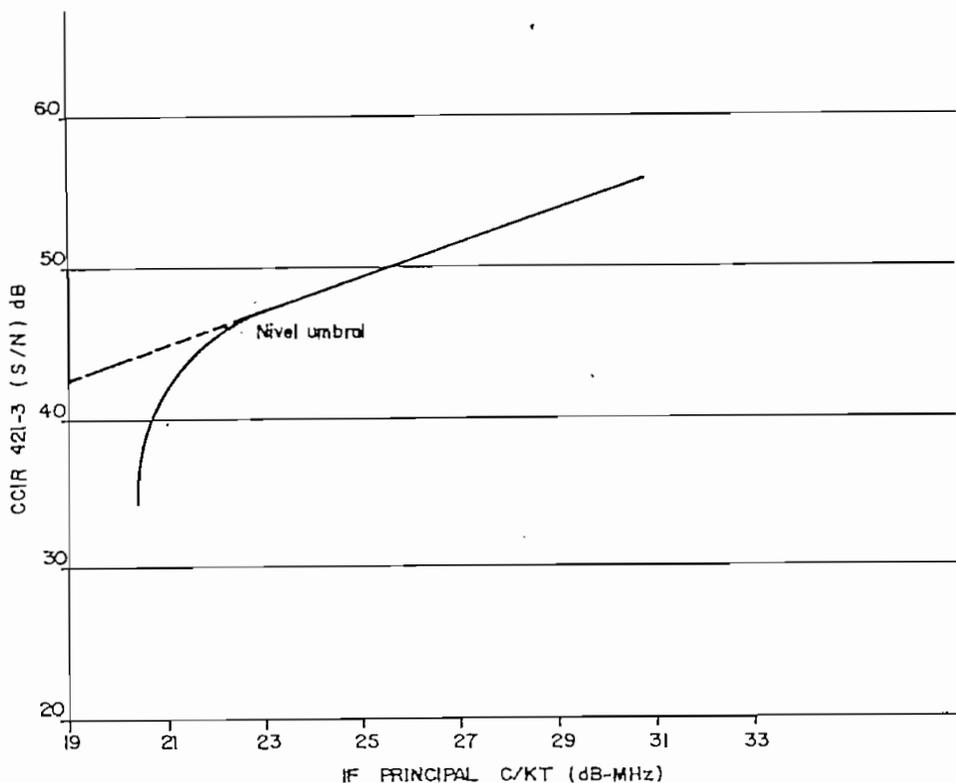


FIGURA 2.1  
NIVEL DE UMBRAL PARA UNA SEÑAL DE VIDEO RECIBIDA

La fig. 2.1 nos muestra la curva característica de la S/N para video en funcion de  $C/KT$  y el momento donde la señal deja de ser lineal para empezar a caer abruptamente.

### 2.1.2 Técnicas de Modulación y Acceso

Las técnicas de modulación empleadas para varias aplicaciones de comunicación por satélite dependiendo sobre los requerimientos particulares de la aplicación. Señales de video y voz son comunmente transmitidas por sistemas análogos, mientras que datos de computadoras, por ejemplo, son transmitidos por sistemas digitales.

Convertidores analógicos a digital son a menudo utilizados para transmitir señales analógicas por sistemas digitales. Las señales digitales son recobradas a forma analógica en los receptores del sistema por convertidores digitales a analógicos.

Tales sistemas se incrementan tanto como el costo de circuitos digitales decrece, los formatos de modulación se usan para dar un bajo error-bit para un  $E_b/N_0$  dado, donde  $E_b$  es la energía por bit.

Señales de video ocupan un transpondedor completo, usando modulacion FM. Donde canales de voz, son combinados por una técnica llamada Multiplexación por División de Frecuencia (FDM) y usa para modular en frecuencia una portadora (FDM/FM).

Para transpondedores completos de video o señales multiplexadas multicanal sobre una sola portadora, cada transpondedor es acequible por una sola estación terrena a un tiempo dado. Para aplicaciones de baja capacidad un transpondedor difundirá para un número de estaciones terrenas, cada una de las cuales puede usar un número de portadoras de

frecuencias. Esta técnica es llamada Acceso Multiple por División de Frecuencia (FDMA).

Una aplicación importante de esta técnica, es la de que un monocal de voz es transmitido sobre cada portadora (SCPC). Esto permite que las estaciones necesiten únicamente una capacidad limitada y permitan fácil adición de canales cuando sean requeridos.

SCPC, usa una técnica llamada, Acceso Multiple de Asignamiento por Demanda (DAMA), permite a una estación terrena el uso de un canal únicamente cuando requiere, produciendo la utilización del canal por otra estación terrena, cuando no es necesaria. Esto a incrementado grandemente el factor de uso de un transpondedor dado el cual ha sido asignado a este servicio.

Hay un número de formatos de modulación digital.

Un formato popular varia la fase de una portadora o subportadora en pasos de  $180^{\circ}$  (BPSK) o  $90^{\circ}$  (QPSK).

Multiplexación por División de Tiempo (TDM) es una técnica en la cual un número de señales modula una subportadora secuencialmente en ranuras de tiempo en espacios muy pequeños sin interferencia. Un número de estaciones terrenas pueden acceder al mismo transpondedor por medio de una técnica controlada llamada Acceso Multiple por División de Tiempo (TDMA) para llevar a cabo una función como (FDMA) en técnicas analógicas.

### 2.1.3 Relación Señal a Ruido para Canales Vocales

Existen algunas técnicas de comunicaciones utilizadas en sistemas de comunicación por satélite. Las técnicas en modulación de frecuencia FM han sido grandemente utilizadas para transmisión de señales de voz, video y SCPC (Portadora Monocal).

Transmisiones digitales recientemente han ganado

popularidad utilizando técnicas en modulación de fase PM. Se analizará las ecuaciones para predecir la relación S/N, de voz, video, subportadora de audio y SCPC, basados sobre el desarrollo de la relación C/No del enlace de satélite.

En sistemas digitales el BER es el que analiza la relación de señal a ruido del sistema.

Las transmisiones de canales de voz usan técnicas FDM-FM para multiplexar muchos canales de voz dentro de una señal de banda base. Debido al espectro triangular de ruido inherente con la demodulación FM, la relación S/N es dependiente de la frecuencia de canal. La siguiente ecuación es utilizada para calcular el desarrollo de la relación S/N:

$$S/N = C/No - 10 \text{ Log } (2 B_{ch}) + 20 \log \frac{\Delta f_{tt} + P+W}{F_c} \quad (2-1)$$

Donde:

C/No = Relación del enlace portadora-a-ruido

B<sub>ch</sub> = Ancho de banda de ruido de canal

Δf<sub>tt</sub> = Desviación pico de la señal IF producido por una señal de tono de prueba.

F<sub>c</sub> = Frecuencia de canal

P = Ventaja del preénfasis

W = Ventaja de ponderación

La ventaja de preénfasis depende también de la frecuencia de canal y puede ser calculada usando la fórmula siguiente:

$$P = 5 - 10 \log \left| 1 + \frac{6.90}{5.25} \left( 1 + \frac{\left( \frac{F_r \cdot F_c}{F_c - F_r} \right)^2}{\left( \frac{F_r}{F_c} - \frac{F_c}{F_r} \right)} \right) \right| \quad (2-2)$$

Dónde:

F<sub>c</sub> = Frecuencia de canal

F<sub>r</sub> = 1.25 x frecuencia máxima de banda base

La ventaja de ponderación puede ser calculada por:

$$W = 2.5 + 10 \log \frac{B_{ch}}{3.100} \quad (2-3)$$

#### 2.1.4 Relación Señal a Ruido para Video

Las señales de banda base de video son moduladas sobre una sola portadora de IF, generando una señal FM de banda ancha. Esta señal de banda base incluye información de video y pulsos de sincronismo para la sincronización de la línea horizontal. Donde los pulsos de sincronismo no contiene información de video, ellos no son tomados en cuenta en los siguientes cálculos de S/N:

$$S/N = C/No + 10 \log 12 + 20 \log \Delta F_s - 30 \log Br + P + W \quad (2-4)$$

Donde:

C/No = Relación del enlace portadora-a-ruido en dB-Hz

$\Delta F_s$  = Desviación pico de señal IF producida por la posición de "video" de la señal de banda base

Br = Ancho de banda de ruido del filtro de banda base de video.

P = Ventaja de preénfasis

W = Ventaja de ponderación

#### 2.1.5 Relación señal a ruido para subportadora de audio (S/N) en TV.

La porción de audio de una señal de televisión es usualmente transmitida como una subportadora FM añadida a la banda base de video, formando una banda base compuesta. Sobre el lado del receptor, la S/N del modulador de video es la entrada C/N del demodulador de subportadora. La siguiente ecuación presenta técnicas para calcular (C/N) sc y (S/N) prgm.

$$(C/N)_{sc} = C/N_o + 20 \log \frac{\Delta \cdot F_{sc}}{F_{sc}} - 10 \log 2 B_{sc} \quad (2-5)$$

Donde:

(C/N) <sub>sc</sub> = Portadora-a-ruido de la entrada de la subportadora de audio a la subportadora demodulada.

C/N<sub>o</sub> = Enlace portadora-a-ruido

ΔF<sub>sc</sub> = Desviación pico de la portadora IF producida por la señal subportadora

F<sub>sc</sub> = Frecuencia de subportadora

B<sub>sc</sub> = Ancho de banda de ruido del filtro de predetección de la subportadora

$$(S/N)_{prgm} = C/N_o + 20 \log \frac{\Delta \cdot F_{sc}}{F_{sc}} + 20 \log \frac{\Delta F_a}{B_a} - 10 \log B_a - 1.25 + P \quad (2-6)$$

Donde:

C/N<sub>o</sub> = Relación de potencia de portadora-a-ruido del enlace

ΔF<sub>sc</sub> = Desviación pico de la portadora de IF producida por la señal de subportadora

F<sub>sc</sub> = Frecuencia de la señal de subportadora

ΔF<sub>a</sub> = Desviación pico de la subportadora producida por una señal de audio

B<sub>a</sub> = Ancho de banda del filtro de banda base del audio

P = Ganancia de preénfasis

### 2.1.6 Relación Señal a Ruido para Canales SCPC

El SCPC implica que cada canal tiene su propia portadora FM. La siguiente ecuación puede ser utilizada para analizar la S/N del SCPC.

$$S/N = C/N_o + 10 \log 3 \left( \frac{\Delta F}{f_m} \right) - 10 \log 2 B_a + P + C \quad (2-7)$$

Donde :

$C/N_0$  = Relación de potencia de portadora-a-ruido del enlace

$\Delta F$  = Desviación pico de la señal IF producida por una señal de tono de prueba

$f_m$  = Frecuencia más alta de la banda base

$B_a$  = Ancho de banda del filtro de ruido del audio

$P$  = Ganancia en preénfasis

$C$  = Ganancia de compensadores

## 2.2 ANALISIS DE LOS ENLACES

- Para el cálculo de enlaces de un sistema satelital, es menester dividir de dos partes, enlace ascendente y descendente.

### 2.2.1 Enlace Ascendente

Para el análisis tomamos el siguiente diagrama:

AL SATELITE

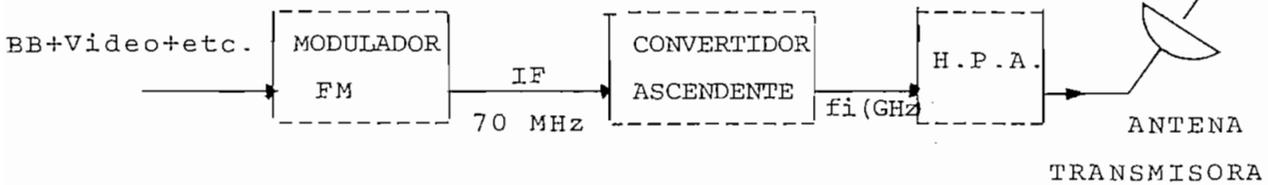


FIGURA 2.2

DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE LA TRANSMISION DE LA ESTACION TERRENA

- La señal de Banda Base+ Video+ Audio Asociado+ señal de dispersión, serán moduladas dentro de IF (70 MHz), cuyo ancho de banda para el ejemplo es de 36 MHz, es trasladada a radiofrecuencia (6 GHz), amplificada y desde allí se alimenta a la antena transmisora que tiene alta directividad.

El transmisor y la antena están caracterizados por lo que se llama potencia isotrópica radiada efectiva

(p.i.r.e.) y está dado por:

$$p.i.r.e. = p_t.g_t \text{ (vatios)} \quad (2-8)$$

Donde:

$p_t$  = Potencia de salida del transmisor

$g_t$  = Ganancia de la antena

La ecuación expresada en decibeleles:

$$p.i.r.e. = P_t + G_t \text{ (dBw)}$$

Donde :  $P_t$  (dBw),  $G_t$  (dBi)

La densidad de flujo de potencia ( $S$ ), es decir la potencia radiada por la antena en una dirección dada a una distancia suficientemente grande,  $d$ , por unidad de superficie, se expresa así:

$$S_i = p_t / 4\pi d^2 \quad (2-9)$$

La densidad de flujo de potencia radiada en una dirección dada por una antena que tiene una ganancia  $g_t$  en esa dirección es:

$$S = p_t.g_t / 4\pi d^2 \quad (2-10)$$

Considerando la antena receptora que tiene una superficie efectiva  $A_e$ , y que la potencia que alcanza esta antena es igual a:

$$r = p_t.g_t \frac{A_e}{4\pi d^2} \quad (2-11)$$

La potencia que llega a la antena receptora es proporcional a la densidad de flujo de potencia en el punto considerado:

$$p_r = A_e.S \quad (2-12)$$

La ganancia,  $g$ , de cualquier antena direccional puede expresarse en términos de su superficie efectiva,  $A_e$ :

$$g = (4\pi A_e) / \lambda^2 \quad (2-13)$$

Utilizando la ecuación (2-13) en (2-11) tenemos:

$$p_r = p_i \cdot g_t \cdot g_r \left( \frac{\lambda}{4 \pi d} \right)^2 \quad (2-14)$$

Donde:

$g_r$  = Ganancia de la antena receptora

$\lambda$  = Longitud de onda del enlace

El valor  $l = \left( 4 \pi d / \lambda \right)^2 \quad (2-15)$

o representado en decibeles

$$L = 20 \log \left( 4 \pi d / \lambda \right) \quad (2-16)$$

representa la atenuación en el espacio libre. El valor de esta atenuación se muestra en la figura 2.3 como una función de la frecuencia para una distancia de 36.000 km. (órbita de satélite geoestacionario), esta atenuación es aproximadamente de 200 dB en la frecuencia de 6 GHz.

El nivel de la portadora recibida a la entrada del receptor del satélite viene dada por la fórmula:

$$C = p_t \cdot g_t + g_r / l_a \quad (2-17)$$

Donde:

C : Portadora

$p_t \cdot g_t$ : Potencia isotrópica radiada equivalente de la estación terrena en la dirección del satélite (p.i.r.e)<sub>t</sub>.

$l_a$ : Atenuación en el espacio libre para el enlace ascendente

$g_r$ : Ganancia de la antena receptora del satélite en la dirección de la estación terrena transmisora, incluidas las pérdidas debidas al alimentador entre la salida de la antena y el receptor.

La relación portadora/temperatura de ruido en el enlace ascendente viene dada por:

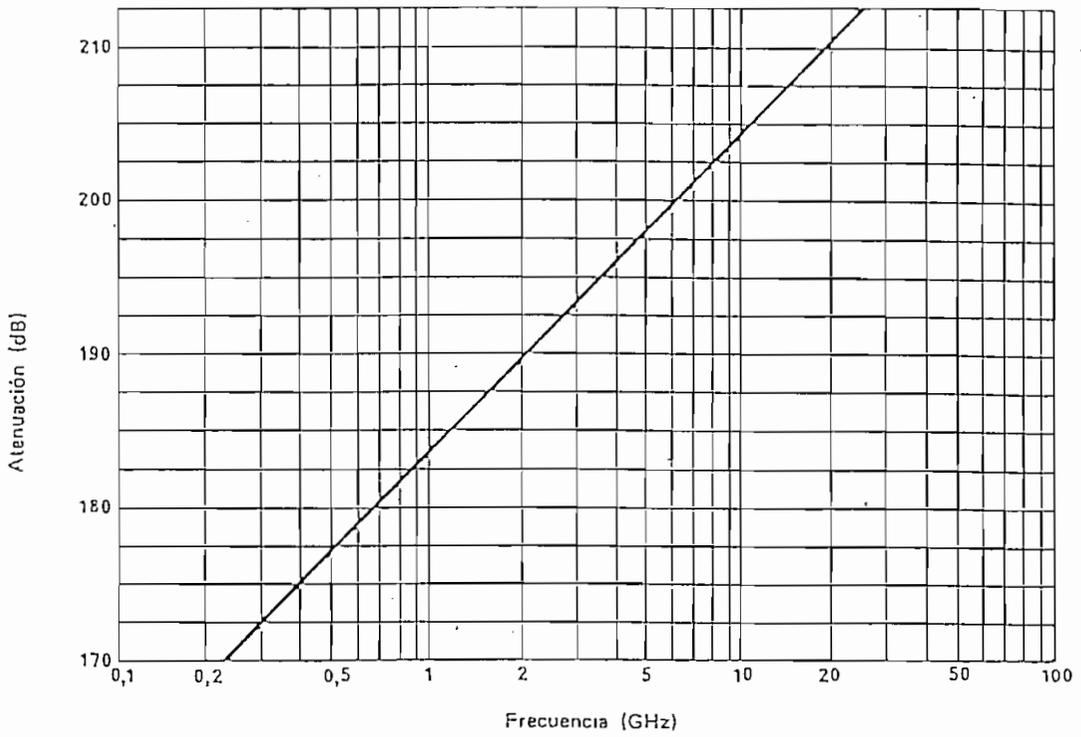


FIGURA 2.3

ATENUACION EN EL ESPACIO LIBRE

$$(C/T)_a = (p.i.r.e.)_t \cdot g_{sr} / \lambda_a \cdot T_a = (g/T)_s \cdot (p.i.r.e.)_a / \lambda_a \quad (2-18)$$

Donde:

$T_a$  = Temperatura equivalente del enlace ascendente a la entrada del receptor (en el punto 2.4.1 se verá Temperatura de ruido), y

$(g/T)_s$  : Factor de mérito del satélite

La relación C/T se expresa en vatios/Kelvin o en unidades logarítmicas ( $10 \log (C/T)$ ), en dB ( $^w/k$ )

La ecuación (18) puede escribirse como:

$$(C/T)_a = (g/T)_s \cdot (\lambda^2 / 4\pi) \cdot (p.i.r.e.)_a / 4\pi d^2 \quad (2-19)$$

y aquí tenemos que:

$(\lambda^2 / 4\pi)$  equivale a la superficie efectiva de una antena isotrópica

$(p.i.r.e.) / 4\pi d^2$  es la densidad de flujo de potencia  $S_a$  transmitida por la antena de la estación terrena en la distancia real del satélite, por lo tanto se tiene:

$$(C/T)_a = (g/T)_s \cdot (\lambda^2 / 4\pi) \cdot S_a \quad (2-19a)$$

Las fórmulas (2-18) y (2-19a) se expresan en decibeles así:

$$(C/T)_a = (G/T)_s + (p.i.r.e.)_a - L_a \quad (\text{dBw}) \quad (2-20)$$

$$(C/T)_a = (G/T)_s + 10 \log (\lambda^2 / 4\pi) + S_a (\text{dBw}) \quad (2-20a)$$

Como ejemplo típico de  $L_a$  son: 199.75 dB a 6 GHz (para una distancia  $d = 38.607$  Km, con un ángulo de elevación de  $30^\circ$ ).

### 2.2.2 Enlace Descendente $(C/T)_d$

En la figura 2.4 vemos un diagrama simplificado de un satélite (ejemplo 12 a 24 transpondedores, con

36 MHz de ancho de banda cada uno).

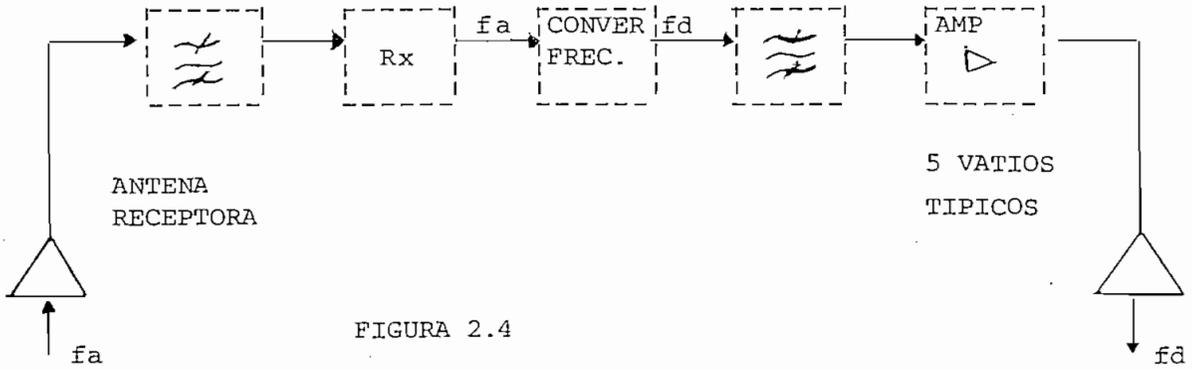


FIGURA 2.4

DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE UN SATELITE

Las señales son recibidas por las antenas del satélite desde amplias áreas geográficas, las cuales tienen un amplio haz.

El receptor alimenta a un convertidor de frecuencia y a un amplificador para el enlace descendente. La potencia del transpondedor es relativamente baja, típicamente entre 5 a 10 vatios.

La potencia de salida del satélite es medido por el p.i.r.e. definido ya. Esta es más baja que la de la estación terrena en un enlace ascendente por causa de dos factores:

Primero, la energía obtenida de los paneles solares, cuya potencia del satélite es limitada por el tamaño y costos de lanzamiento.

Segundo, la cobertura del enlace descendente está provista sobre una amplia área, esto limita la ganancia de la antena de transmisión del satélite.

En la figura 2.5 vemos un diagrama simplificado de la recepción de una estación Terrena.

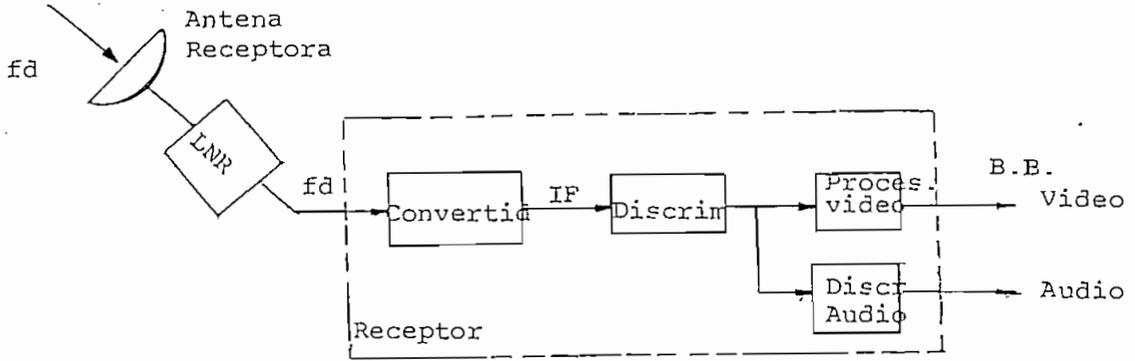


FIGURA 2.5

DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE RECEPTOR DE ESTACION TERRENA

Consiste de una antena, amplificador de Bajo Ruido (LNR), receptor y equipo auxiliares.

El nivel de la portadora recibida a la entrada del receptor de la estación terrena viene dado por la fórmula:

$$C_d = \frac{p_s \cdot g_{st} \cdot g_{er}}{l_d} \quad (2-21)$$

Donde:

$p_s \cdot g_{st}$ : Potencia isotrópica radiada equivalente del satélite en la dirección de la estación terrena receptora (p.i.r.e.)<sub>s</sub>

$l_d$  : Atenuación en el espacio libre para el enlace descendente,

$g_{er}$  : Ganancia de la antena de la estación receptora, incluidas las pérdidas debidas a la línea de alimentación entre la salida de la antena y la entrada del receptor.

Por tanto, la relación portadora/temperatura de ruido para el enlace descendente viene dada por:

$$(C/T)_d = (p.i.r.e.)_s \cdot g_e / L_d \cdot T_d = (G/T)_e \cdot (p.i.r.e.)_s / L_d \quad (2-22)$$

Donde: Temperatura de ruido equivalente del enlace descendente a la entrada del receptor de la estación terrena y  
 $(G/T)_e$ : factor de mérito de la estación terrena

Expresando la fórmula 2-22 en dB:

$$(C/T)_d = (G/T)_s + (p.i.r.e.)_s - L_d \text{ (dBw)} \quad (2-23)$$

Un ejemplo típico:  $L_d = 196.20$  dB a 4 GHz.

### 2.2.3 Balance total del enlace (C/T) total

En el caso de que no se haya previsto la interferencia producida por la degradación de desacoplamiento entre los dos sentidos de polarización utilizados, esto se debe tener en cuenta como una relación portadora/temperatura de ruido adicional  $(C/T)_p$ .

La ecuación total del enlace, es decir, el valor de la relación C/T para todo el enlace, se obtiene a partir de las relaciones precedentes utilizando la ecuación:

$$\left( (C/T)_{total} \right)^{-1} = \left( (C/T)_a \right)^{-1} + \left( (C/T)_d \right)^{-1} + \left( (C/T)_i \right)^{-1} + \left( (C/T)_p \right)^{-1} \quad (2-24)$$

Esta fórmula no puede expresarse en unidades logarítmicas (dB)  $(C/T)_i =$  Ruido de intermodulación del transpondedor

La p.i.r.e. emitida por el satélite es función del nivel  $C_a$  de la señal recibida a la entrada del receptor del satélite. El dispositivo de amplificación utilizado generalmente por los transpondedores del satélite es un tubo de ondas progresivas (TOP), lo que significa que habrá ruido

de intermodulación en el enlace descendente cuando varias portadoras sean amplificadas simultáneamente por el mismo transpondedor. La contribución de este factor a la relación portadora-ruido se expresa en términos de la relación portadora/temperatura de ruido de intermodulación (C/T)<sub>i</sub>.

#### 2.2.4 Pérdidas Adicionales

Al igual que las pérdidas debidas a la propagación en el espacio libre, los cálculos de la potencia recibida deben tener en cuenta:

- La atenuación debida a la propagación en la atmósfera y la ionósfera
- Esta puede variar de unas pocas décimas de decibeles en 4 GHz a varias decenas de decibeles en 30 GHz, de acuerdo con las condiciones de la precipitación local y el ángulo de elevación del satélite
- Pérdidas debidas a desajustes de la polarización en el interfaz de las antenas y a la contrapolarización producida por la propagación.
- Pérdidas debidas al desplazamiento de la antena con respecto a la dirección nominal. Puede expresarse generalmente en términos de un cambio de la ganancia de la antena como una función del ángulo fuera del eje  $\Delta \theta$ :

$$G = 12 (\Delta \theta / \theta_0)^2 \quad \text{dB} \quad (2-25)$$

- $\theta_0$  es la anchura de haz a potencia mitad (en grados) que puede calcularse aproximadamente por:

$$\theta_0 = 65 \lambda / D \quad (2-26)$$

#### 2.2.5 Conclusión

De un análisis de los numerales anteriores que se acaban de desarrollar se deduce que es necesario

conocer los siguientes parámetros del satélite para poder calcular un enlace:

- a) Ancho de Banda
- b) p.i.r.e.
- c) Resguardo de entrada y salida
- d) Densidad de flujo de Saturación
- e) Figura de mérito
- f) Producto de intermodulación
- g) Factores de corrección (ventaja geográfica)

### 2.3 PARAMETROS DE LOS SATELITES

A continuación veremos los parámetros de los satélites CONDOR, INTELSAT y el sistema PANAMSAT

#### 2.3.1 Satélite Condor

- Número de Transpondedores 12
- Banda útil de transmisión por transpondedor 36 MHz

Bandas de frecuencia en operación:

- Recepción 5927-6403 MHz
- Transmisión 3702-4178 MHz
- Banda total utilizable  $12 \times 36 = 432$  MHz
- Factor de mérito del receptor  $-7 \text{ dB/K}$
- Potencia de transmisión 7 a 8 vatios

Polarización

- Recepción V/H
- Transmisión H/V

p.i.r.e. por Transpondedor:

(incluye ganancia de antena)

- Zona Central (Caracas, Santiago) 33 dBw
- Punta Arenas 30 dBw
- Rapa Niu 27.5 dBw
- Densidad de flujo de saturación  $-80 \text{ dBw/m}^2$   
(correspondiente a un bajo contenido de intermodulación)
- Resguardo de entrada (Bi) (Resguardo) 5 dB
- Resguardo de Salida (bo) 2.5 dB

Consumo:

Estabilidad orbital

- Error latitud  $\pm 0.1$
- Error longitud  $\pm 0.1$

2.3.2 Parámetros Satélite INTELSAT V

- Número de transpondedores 28
- Banda útil de transmisión por transpondedor:  
22 de 72 MHz, 6 de 36 MHz, y 2 de 241 MHz (TDMA)
- Banda de frecuencia en operación:

	BANDA C	BANDA KN
- Recepción :	5905-6425 MHz	14.000-14.500 MHz
- Transmisión:	3700-4200 MHz	10.950-11.700 MHz
- Banda total utilizable:	4.752 MHz	
- Factor de Mérito del Receptor G/T (dB/K)		
Haz Global	6 GHz	-18.6
Hemisférico	6 GHz	-11.6
Zonal	6 GHz	- 8.6
Pincel Este	14 GHz	0.0
Pincel Oeste	14 GHz	3.3
- Potencia de Transmisión		
- Polarización:		

BANDA	COBERTURA	POLARIZACION	
		ENLACE ASCENDENTE	ENLACE DESCENDENTE
6/4 GHz	TIERRA	CIRCULAR MANO IZQ.	CIRCULAR MANO DER.
	HEMISF.OESTE	" " "	" " "
	HEMISF.ESTE	" " "	" " "
	ZONA 1	CIRCULAR MANO DER.	CIRCULAR MANO IZQ.
	ZONA 2	" " "	" " "
14/11 GHz	PINCEL ESTE	LINEAL	LINEAL
	PINCEL OESTE	"	"

- p.i.r.e. por transpondedor (dBw):

Global 4 GHz	26.5
	<u>23.5</u>
Hemisférica o Zona 4 GHz	29.0
	<u>26.0</u>

Pincel (spot) Este	11 GHz	41.1
Pincel (spot) Oeste	11 GHz	44.4

- Densidad de flujo de saturación:

Para 6 GHz	desde -72.0 a -75.0 dBw/m <sup>2</sup>
Para 14 GHz	desde -77 a -80.3 dBw/m <sup>2</sup>

- Resguardo de entrada 6 dB

- Resguardo de salida 3 dB

- Consumo

- Estabilida orbital

Error latitud  $\pm$  0.01

Error longitud  $\pm$  0.01

### 2.3.3 Parámetros INTELSAT V-A modificado

Los parámetros son los mismos que para V, solamente aumentan los haces pinceles enfocados para los países del Area Andina y Países del Cono Sur de acuerdo a las figuras 2.6 y 2.7.

Con haz pincel en 4 a 6 GHz, con p.i.r.e. de 32.5 dBw en el borde del haz, pudiendo alcanzar una ventaja geográfica de 5 dB.

### 2.3.4 Disponibilidad en los Satélites

A continuación se presenta un resumen de los transpondedores disponibles de los Satélites INTELSAT de la Región del Océano Atlántico. (AOR), que pueden ser utilizados por el Ecuador o los Países del Area de S.A.

La disponibilidad de Satélites INTELSAT para las tres regiones (AOR, IOR, POR)\* son un total de 180 transpondedores, sean estos de haz global, hemisférico, zonal o pincel.

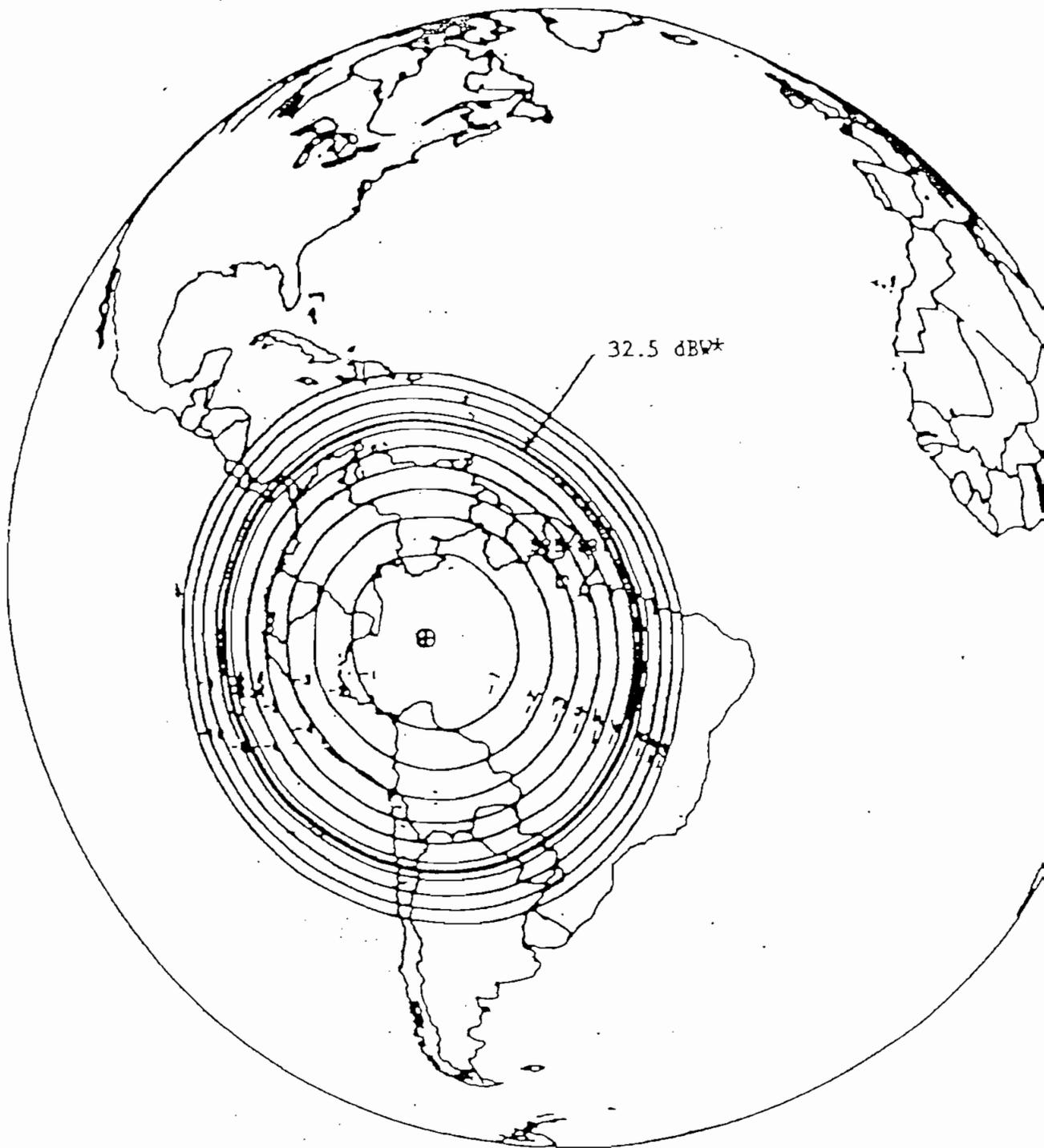
\*AOR: Región Océano Atlántico

IOR: Región Océano Indico

POR: Región Océano Pacífico

FIG. 2.6 DIAGRAMA DE HACES PINCEL PARA AREA ANDINA

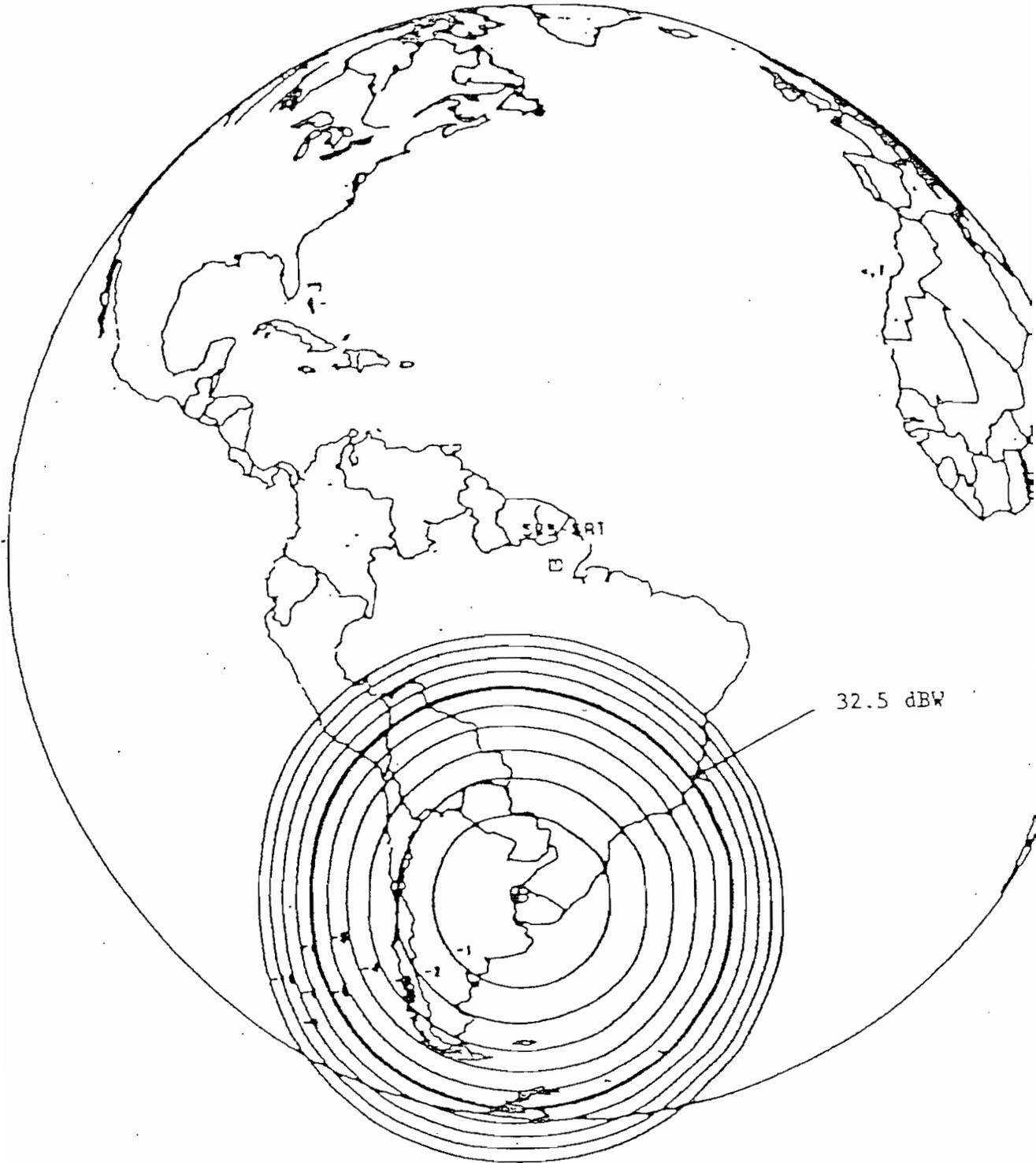
DIAGRAMAS TÍPICOS DE LA ANTENA DE TRANSMISIÓN DE HAZ PINCEL EN BANDA C (POL. A) DEL INTELSAT V-A (F14 Y F15), CON EL SATELITE UBICADO A 307° DE LONGITUD ESTE



\*35,5 dBW para el transpondedor (7-8)

Polarización A: Polarización circular sinistrorsa (enlace ascendente)  
para la recepción en el satélite  
Polarización circular dextrorsa (enlace descendente)  
para la transmisión del satélite

FIG. 2.7 Diagrama de haces pincel para el Cono Sur  
Diagramas típicos de la antena de transmisión de Haz Pincel  
en Banda C (Pol. B) del INTELSAT V-A (F14 y F15), con el  
satélite a 307° de longitud Este.



Polarización B: Polarización circular dextrorsa (enlace ascendente)  
para la recepción en el satélite  
Polarización circular sinistrorsa (enlace  
descendente) para la transmisión del satélite

TRANSPONEDORES DISPONIBLES PARA LA VENTA SIN RESTRICCIONES  
IMPUESTAS POR PLANES DE CONTINGENCIA O POR COORDINACION  
ENTRE SISTEMAS.

AOR (ATLANTIC OCEAN REGION)

SATELITE	UBICACION	FECHAS DISPONIBLES			CANTIDAD Y TIPO DE TRANSPOND.	TRANSPOND. Nos.
		DE	A	MESES		
V (F-3)	307 ° E	10/85	7/86	9	4 x 72 EH 3 x 72 EZ 1 x 241 ES 1 x 72 WS 1 x 36 EH	21,22,23 24 51,52,53 79 63 25
	310 ° E	7/86	12/86	41	4 x 72 EH 3 x 72 EZ 1 x 36 EH 2 x 72 WS 2 x 72 ES 1 x 241 WS 1 x 241 ES	21,22,23 24 51,52,53 25 61,63 71,73 69 79
VA (F-13)	307 ° E	5/87	3/94	82	3 x 72 EH 3 x 72 EZ 1 x 72 WS 1 x 72 ES	21,23,24 51,52,53 63 73
V (F-6)	338.5 ° E	10/87	3/91	41	4 x 36 G	35,36,37 38
V (F-2)	359 ° E	10/85	5/89	43	4 x 72 WH 1 x 72 EH 3 x 72 WZ 2 x 36 G 2 x 72 WS 1 x 241 WS 1 x 241 ES	11,12,13 14 41,42,44 37,38 61,63 69 29

EH, WH = Hemisférico Este, Hemisférico Oeste  
EZ, WZ = Zona Este, Zona Oeste  
ES, WS = Píncel Este, Píncel Oeste  
G = Global (una sola polarización)  
GA y GB = Global (polarización A), Global (polarización B)

CUADRO 2.2  
DISPONIBILIDAD DE TRANSPONEDORES POR PLANES DE CONTINGENCIA  
O COORDINACION ENTRE SISTEMAS

TRANSPONEDORES DISPONIBLES PARA LA VENTA SIN RESTRICCIONES  
 IMPUESTOS POR PLANES DE CONTINGENCIA PERO SUJETOS A  
 LIMITACIONES EN MATERIA DE COORDINACION ENTRE SISTEMAS

AOR

SATELITE	UBICACION	FECHAS DISPONIBLES			CANTIDAD Y TIPO DE TRANSPOND.	TRANSPOND. No.s
		DE	A	MESES		
V (F-3)	307 ° E	10/85	7/86	9	3 x 72 WH 3 x 36 G 1 x 36 WH 2 x 72 WZ	11,12,14 36,37,38 15 41,42
	310 ° E	7/86	12/89	41	4 x 72 WH 3 x 72 WZ 3 x 36 G 1 x 36 WH	11,12,13 14 41,42,44 36,37,38 15
VA(F-13)	307 ° E	5/87	3/94	82	3 x 72 WH 2 x 72 WZ 4 x 36 GA 4 x 36 GB	11,13,14 41,42 35,36,37, 38 85,86,87, 88
V (F-6)	341.5 ° E	10/85	10/87	24	1 x 72 WZ	44
	338.5 ° E	10/87	3/91	41	4 x 72 WH 4 x 72 EH 3 x 72 WZ 3 x 72 EZ	11,12,13, 14 21,22,23, 24 41,42,44 51,52,53
VA(F-15)	341.5 ° E	10/87	7/94	82	1 x 72 WZ 1 x 72 WS 1 x 72 ES	44 63 73

CUADRO 2.3

DISPONIBILIDAD DE TRANSPONEDORES POR PLANES DE CONTINGENCIA  
 PERO SUJETOS A LIMITACIONES EN MATERIA DE COORDINACION  
 ENTRE SISTEMAS.

TRANSPONEDORES DISPONIBLES PARA LA VENTA CON RESTRICCIONES  
IMPUESTAS POR PLANES DE CONTINGENCIA

AOR

SATELITE	UBICACION	FECHAS DISPONIBLES			CANTIDAD Y TIPO DE TRANSPOND.	TRANSPOND. Nos.
		DE	A	MESES		
V (F-3)	307 ° E	10/85	7/86	9	1 x 72 EZ *1 x 72 WZ	54 <u>43</u>
	310 ° E	7/86	12/89	41	1 x 72 EZ *1 x 72 WZ	54 <u>43</u>
VA (F-13)	307 ° E	5/87	3/94	82	1 x 72 EZ *1 x 72 WZ	54 <u>43</u>
V (F-6)	341.5 ° E	10/85	10/87	24	1 x 72 WS 1 x 72 ES	<u>61</u> <u>73</u>
	338.5 ° E	10/87	3/91	41	1 x 72 EZ *1 x 72 WZ 1 x 72 WS 1 x 72 ES	<u>54</u> <u>43</u> <u>61</u> <u>73</u>
V (F-2)	359 ° E	10/85	5/89	43	*1 x 72 WZ 1 x 72 EZ	43 54
VA (F-12)	359 ° E	5/89	9/93	53	*4 x 72 WH 4 x 72 EH 4 x 72 WZ 4 x 72 EZ 2 x 36 GA 2 x 36 GB 2 x 72 WS 2 x 72 ES 1 x 241 WS 1 x 241 ES	11, 12, 13 14 <u>21, 22, 23</u> 24 41, 42, 43 44 <u>51, 52, 53</u> 54 37, 38 85, 86, 87 88 <u>61, 63</u> <u>71, 73</u> 69 79

CUADRO 2.4

DISPONIBILIDAD DE TRANSPONEDORES PARA LA VENTA CON RESTRICCIONES

\* El carácter de las restricciones que se aplican a la capacidad específica será explicado al Comprador.

- Sujetos a restricciones procedentes de la coordinación.

TRANSPONEDORES DISPONIBLES PARA EL ALQUILER A LARGO PLAZO

SATELITE	UBICACION	FECHAS DISPONIBLES			CANTIDAD Y TIPO DE TRANSPOND.	TRANSPOND. Nos.
		DE	A	MESES		
V (F-3) VA (F-14) * VA (F-13) *	307 ° E	10/85	3/94	101	*2 x 72 WH 3 x 72 EH *3 x 72 WZ 4 x 72 EZ *3 x 36 G 1 x 36 WH 1 x 36 EH 1 x 72 WS	11,14 21,23,24 41,42,43 51,52,53 54 35,36,37, 38 *** 15. 25* 63
VA (F-14) * VA (F-13) *	307 ° E	7/86	3/94	92	1 x 72 EH 4 x 36 GB 1 x 72 ES	13 85,86,87, 88 *** 73
V (F-6)	341.5 ° E	10/85	7/94	105	1 x 72 WZ 1 x 72 WS 1 x 72 ES	44 61 o 63 73 o 71
V (F-2) VA (F-12) **	359 ° E	10/85	5/89	43	*4 x 72 WH	11,12,13 14
		5/89	9/93	52	4 x 72 EH 4 x 72 WZ 4 x 72 EZ 2 x 36 GA 2 x 72 WS 1 x 72 WS 1 x 241 ES	21,22,23 24 41,42,43 44 51,52,53 54 37,38 61,63 69 79

CUADRO 2.5

TRANSPONEDORES DISPONIBLES PARA EL ALQUILER A LARGO PLAZO

- \* Podrá ser conmutado el transpondedor de haz global número 35 después de que el INTELSAT V (FM) llegue a los 307° E.
- \*\* En caso de que se registren dos fallas en los ocho lanzamientos siguientes podría no disponerse de un satélite desde principios de 1989 hasta fines de 1993 en esta ubicación.
- \*\*\* Cuando el INTELSAT V (F-14) llegue a la ubicación orbital de 307°, los transpondedores 35,36,37, 38 y 85,86,87 y 88 serán conmutados, para suministrar servicios nacionales a Sudamérica.

### 2.3.5 Parámetros de Satélite PanAmSat

Estando la firma PanAmSat, tratando de dar servicio a SA y existiendo una propuesta formal de dicha corporación para dar servicios las 24 horas del día, de TV, telefonía, transmisión de datos, se ha considerado en esta tesis sus características para el desarrollo de una alternativa en lo que se refiere al servicio Doméstico e intraregional del Area Andina.

#### Características del Satélite PanAmSat

- Número de Transpondedores 24
- Banda útil de Transmisión  $12 \times 36 + 12 \times 72 = 1.296$  MHz
- Bandas de frecuencia

	BANDA C	BANDA Ku
Transmisión	3700-4200 MHz	11.700-12.200 MHz
Recepción	5925-6425 MHz	14.000-14.600 MHz
- Factor de Mérito del receptor	G/T	-19 dB/K
- Polarización		
Recepción	lineal, horizontal, vertical	
Transmisión	lineal, horizontal, vertical	

- p.i.r.e. por Transpondedor 35 dBw para 36 MHz  
33.4 dBw para 72 MHz \*

\*Calculados al centro del haz.

- Densidad de flujo de Saturación -82 dBw/m<sup>2</sup>
- Resguardo de entrada 0 dB
- Resguardo de salida 0 dB

Estabilidad orbital

- Error latitud no está definido
- Error longitud no está definido

2.1 CALCULO DE LA FIGURA DE MERITO

La figura de Mérito es un parámetro que define una Estación Terrena y es necesario analizarla desde dos puntos de vista: Temperatura de ruido y Ganancia de Antena.

2.4.1 Temperatura de Ruido

Ciertos tipos de ruido, por ejemplo ruido de ignición y señales de radar son periódicas en la naturaleza, el ruido que se considera importante para sistemas de comunicación por satélite puede ser asumido generalmente con espectros continuos.

Las fuentes principales de ruido pueden ser separados como de ruido externo e interno. Estas fuentes de ruido pueden verse en la figura 2.8

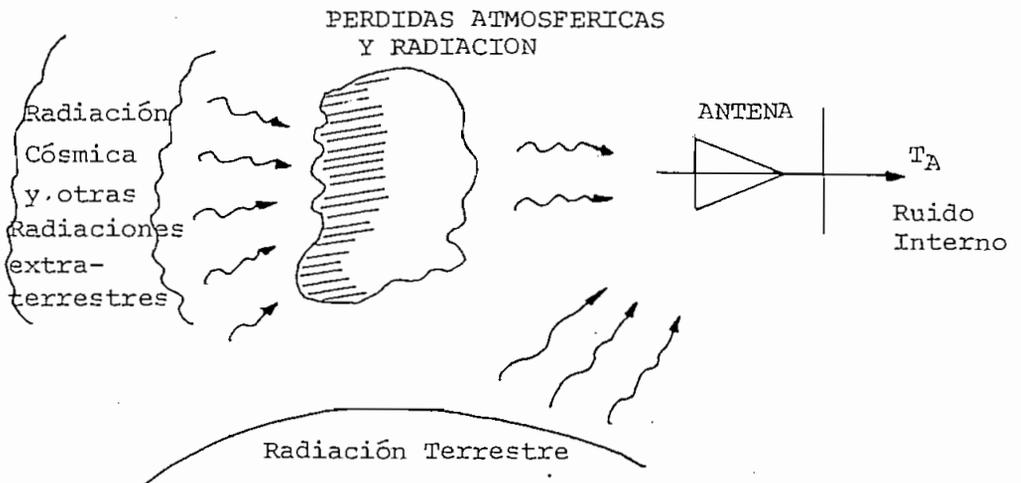


Figura 2.8

ELEMENTOS QUE CONTRIBUYEN A LA TEMPERATURA DE RUIDO DE UN SISTEMA RECEPTOR DE COMUNICACIONES

Ruido interno es visto como ruido térmico y otras formas de ruido de circuito, tales como: disparo de ruido en tubos al vacío, corriente de ruido en semiconductores, etc.

El ruido externo es debido a fuentes extra-terrestres y radiación térmica de la atmósfera y la tierra, como el ruido cósmico es de bajo nivel de radiación extra-terrestre que parece venir de todas las direcciones.

El sol es una fuente extremadamente grande de ruido puede interrumpir comunicaciones de satélites cuando se produce un eclipse del sol en el lóbulo principal de una antena receptora de una estación terrena, la luna es una fuente débil de ruido, la que es relativamente inocua para comunicaciones por satélite.

La atmósfera afecta al ruido externo de dos maneras:

Al pasar una señal a través de ella produce atenuación y genera ruido térmico debido a la energía de sus componentes y, la radiación terrena la cual incluye radiación de objetos de todas las clases, es también fuente de ruido en la naturaleza.

Radio Estrellas, son fuentes discretas de ruido las cuales emiten energía en las frecuencias de radio y microondas del espectro, la densidad de flujo incidente de estas estrellas no son lo suficientemente altas para representar un problema en las comunicaciones satelitales, pero ciertas constelaciones especialmente las A, Constelación Cassiopeia, son lo suficientemente fuertes y son usadas como fuentes de medida para estaciones terrenas grandes.

- a. Temperatura de Ruido  $T$ , es una medida de la potencia de ruido producida por sistemas de comunicaciones, la potencia de ruido a la entrada del receptor se debe

tanto a una fuente interna (típica del receptor) como a una fuente externa (contribución de la antena).

Al evaluar los cálculos de enlaces, al término  $N_0$  (densidad espectral de ruido en W/Hz) o el término  $T$  (temperatura de ruido) se utilizan de preferencia a la potencia de ruido  $N$ , de modo que no es necesario especificar el ancho de banda  $B$  en la cual se mide el ruido. La relación entre estos términos son:

$$N = KTB \quad \text{y} \quad N_0 = N/B$$

$K$  = constante de Boltzmann ( $1.38 \times 10^{-23}$  joules/k)

$T$ : se debe expresar en grado Kelvin (k)

$N_0$  y  $N$  se expresan en decibeles

$$N = -228,6 + 10 \log T + 10 \log B \quad \text{dB(w)} \quad (2-27)$$

$$N_0 = -228,6 + 10 \log T \quad \text{dB(w/Hz)} \quad (2-27a)$$

b. Temperatura de Ruido y Figura de Ruido en un Receptor

El ruido producido por un receptor suele expresarse en términos de la temperatura de ruido equivalente  $T_e$ .

Se define como la temperatura de una fuente de ruido (resistencia) que, cuando está conectada a la entrada del receptor, cuyas fuentes de ruido se supone que se han eliminado, da el mismo ruido a la salida que el receptor en cuestión.

El ruido producido por el receptor puede expresarse también por su figura de Ruido  $F$ . La relación entre  $T_e$  y  $F$  es:

$$T_e = (F-1) T_0 \quad (2-28)$$

$$T_0 = 290 \text{ }^\circ\text{k}$$

c. Temperatura de ruido de la antena

La temperatura de ruido de una antena es la suma del ruido externo recogido por la antena en la recepción. Se expresa en términos de la siguiente integral.

$$T_A = \frac{1}{4\pi} \iint g T d\Omega \quad (2-29)$$

Donde:

$d\Omega$  : Angulo sólido elemental en la dirección  $\Omega$   
g y T: Ganancia de antena y temperatura de ruido equivalente de la fuente de ruido en esta dirección.

d. Temperatura de ruido de un receptor

En general, una unidad de recepción consiste de un receptor precedido por un atenuador, integrado por las pérdidas en la antena o en su línea de alimentación o incluso en el espacio entre la fuente de la señal y la antena.

La temperatura de ruido del atenuador y del receptor tomadas en conjunto, con respecto a la entrada del receptor, se indica así:

$$T = T_r + T_a (1 - 1/a) + T_s/a \quad (2-30)$$

Donde:

$T_s$ : Temperatura de ruido de la fuente

$T_r$ : Temperatura de ruido del receptor

$T_a$ : Temperatura real del atenuador y

a: Pérdida debida al atenuador, expresada como una relación de potencia.

### 2.4.2 Análisis de Ganancia de Antenas

Si a una antena transmisora la consideramos isotrópica, radiará una onda esférica con una potencia uniforme  $p_o/4\pi$  en cualquier dirección  $(\theta, \varphi)$  del espacio que la rodea ( $p_o$  potencia a la entrada de la antena).

Sin embargo, una antena direccional radiará una potencia  $p(\theta, \varphi)$  en la dirección  $\theta$ ,  
Ver figura 2.9

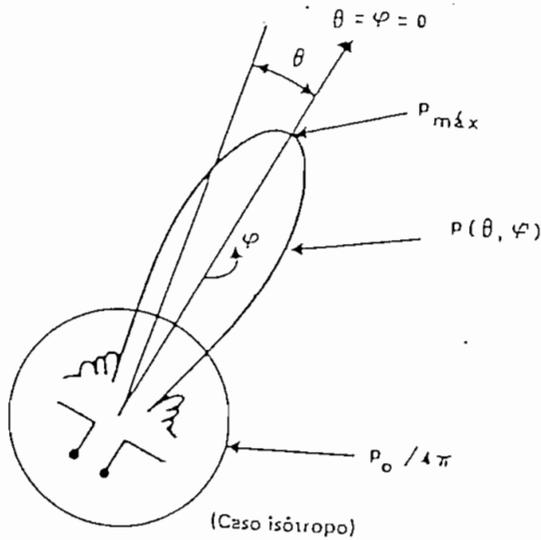


FIGURA 2.9

### POTENCIA RADIADA PARA UNA ANTENA TRANSMISORA

La ganancia se define por:

$$g(\theta, \varphi) = \frac{P(\theta, \varphi)}{p_o/4\pi} \quad (2-31)$$

$p_o$  potencia radiada total y puede expresarse:

$$p_o = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} p(\theta, \varphi) \sin \theta \, d\theta \, d\varphi \quad (2-32)$$

El valor máximo de la función de ganancia viene dado por:

$$g \text{ máx.} = \frac{p \text{ máx. } (\theta = \varphi = 0)}{p_0 / 4\pi} \quad (2-33)$$

#### Abertura efectiva de la antena y ganancia

Las definiciones anteriores se dieron para una antena transmisora, según el teorema de reciprocidad, son aplicables a una antena que funciona en modo de recepción.

En este modo, si una onda radioeléctrica  $\Omega$ , que llega de una fuente distante (satélite) incide sobre la antena, la antena "absorbe" la potencia contenida en su "zona de apertura efectiva".  $A_e$ .

Si la antena fuese perfecta y sin pérdidas,  $A_e$  será igual a la zona real proyectada  $A$ . En la práctica se tiene en cuenta las pérdidas, entonces:

$$A_e = \eta A$$

$\eta$  = eficiencia de la antena ( $\eta \leq 1$ )

$g$  máx y  $A_e$  se relacionan así:

$$g \text{ máx} = \frac{4 \pi A_e}{\lambda^2} = \frac{4 \pi \eta A}{\lambda^2} \quad (2-34)$$

Para una apertura circular (diámetro =  $D$ ) Ver figura 2.10

$$g \text{ máx} = \eta \left( \frac{\pi D}{\lambda} \right)^2 \quad (2-35)$$

en decibeles

$$G = 10 \log g \text{ máx} = 9.94 + 10 \log \eta + 20 \log \left( \frac{D}{\lambda} \right) \text{ dB} \quad (2-36)$$

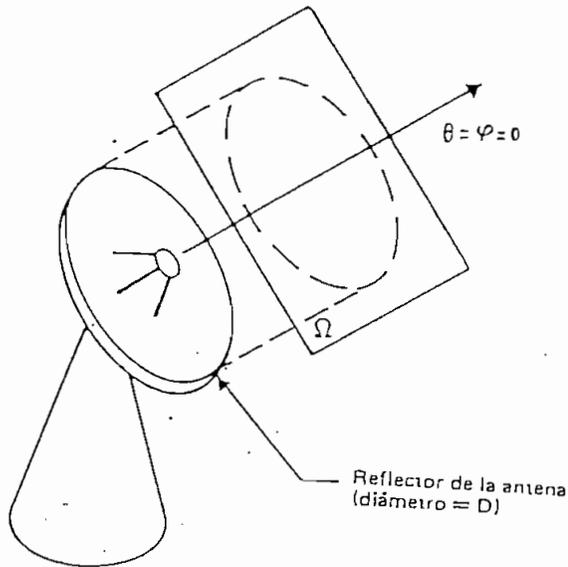


FIGURA 2.10  
 ABERTURA EFECTIVA DE UNA ANTENA RECEPTORA

La ecuación (2-28) puede generalizarse:

$$g(\theta, \varphi) = \frac{4\pi A_e(\theta, \varphi)}{\lambda^2} \quad (2-37)$$

$A_e(\theta, \varphi)$  zona de cobertura en la dirección  $(\theta, \varphi)$   
 para una antena isotrópica ( $g_{\text{máx}} = g(\theta, \varphi) = 1$ )

$$A_e = A_{\text{iso}} = \frac{\lambda^2}{4\pi} \quad (2-38)$$

Las ecuaciones anteriores pueden expresarse como:

$$g(\theta, \varphi) = \frac{A_e(\theta, \varphi)}{A_{\text{iso}}} \quad (2-39)$$

Sin embargo, en la banda de frecuencias de recepción, la característica más importante de un sistema de antena no es su ganancia por si misma, sino la relación global G/T como se explica más adelante.

### 2.4.3 Factor de Mérito (G/T)

La relación señal a ruido (S/N) en recepción para un enlace por satélite depende de las características de las estaciones espaciales y terrenas, indicadas por sus respectivos factores de mérito. El factor de mérito G/T de una estación receptora es la relación entre la ganancia isotrópica de la antena receptora en la dirección de la señal recibida y la temperatura de ruido equivalente referida a la entrada del receptor. Esta relación (G/T) se expresa en decibeles por kelvin  $\text{dB}(\text{K}^{-1})$ , es decir

$$G/T = G - 10 \log T \quad (2-40)$$

en donde  $T = T_A + T_R$

$T_A$  = temperatura de ruido de la antena

$T_R$  = Temperatura de ruido del receptor

### 2.4.4 Cálculo de G/T para distintos Satélites

A continuación se presenta un cuadro de los cálculos de G/T para distintos satélites.

## 2.5 DISEÑO DEL SEGMENTO TERRENO

El diseño de un segmento terreno doméstico, está conformado básicamente por estaciones terrenas principalmente, una o más Maestras y Remotas o de bajo tráfico.

Se conoce como estaciones Maestras, aquellas estaciones situadas cerca de capitales provinciales, ciudades importantes o capital del País, que curse más de 24 canales y que esté plenamente integrada al sistema de Telecomunicaciones nacionales.

Atendida las 24 horas, y la que realiza la supervisión, mantenimiento, monitoreo y control del resto del sistema.

CALCULO DE ENLACE SATELITAL  
 \*\*\*\*\*

SATELITE	PIRE	VENT.GED B.	G/T	G/T 1 XDR	VENT.GEO	G/T	G/T XDR
		CONTIN. OFF	CONTIN.	CONTIN.	GALAPAG.	GALAP.	GALAP.
ANIK	48	-10	3	16.4	14.8	-10	16.4
CONDOR	33	-1	3	22.4	20.8	-10	31.4
COMSTAR	33	-10	3	31.4	29.8	-10	31.4
GALAXI 1	44	-10	3	20.4	18.8	-10	20.4
GALAXI 2	40	-10	3	24.4	22.8	-10	24.4
IV-A MOD	32.5	3.5	3	18.4	16.8	0	21.9
IS-V HG.	26.5	1	3	26.9	25.3	0	27.9
IS-V HZ.	29	0	3	25.4	23.8	0	25.4
IS-V HH.	29	2.5	3	22.9	21.3	0	25.4
PANAMSAT	37	-10	3	25.4	23.8	-10	25.4
PANAMSAT	37	-3	3	18.4	16.8	-10	25.4

CUADRO 2.6

CALCULO DE G/T PARA DISTINTOS SATELITES

Estación Remota o de poco tráfico, es aquella estación que está situada cerca de ciudades, poblaciones pequeñas, que transmitan menos de 24 canales y que esté integrada totalmente al sistema de telecomunicaciones nacionales.

La configuración principal de un segmento terreno puede verse en el diagrama funcional general de una estación terrena, figura 2.11 , en la que se puede ver los principales subsistemas, de lo que consta una estación y son los siguientes:

- Sistema de Antena
- Amplificadores del Receptor (bajo nivel de ruido)
- Amplificadores del Transmisor (potencia)
- Equipo de Telecomunicaciones (convertidores de frecuencia y módems).
- Equipo de Multiplexación/demultiplexación
- Equipo para conexión con la red terrenal
- Equipo adicional
- Equipo de alimentación de energía

Los requerimientos o parámetros técnicos que deberían cumplir para el diseño del segmento terreno podemos ver en el cuadro 2.7 , en los que se puede mirar las características peculiares de las estaciones terrenas que trabajan en los sistemas nacionales.

#### 2.5.1 Análisis de Antenas

Las antenas de las estaciones terrenas sirven para transmisión y recepción a la vez y han de tener las siguientes características de alta calidad:

- Alta ganancia en transmisión y recepción, que requiere reflectores en relación con la longitud de onda y muy eficaces.
- Bajo nivel de interferencia (en transmisión) y de sensibilidad a la temperatura (en recepción),

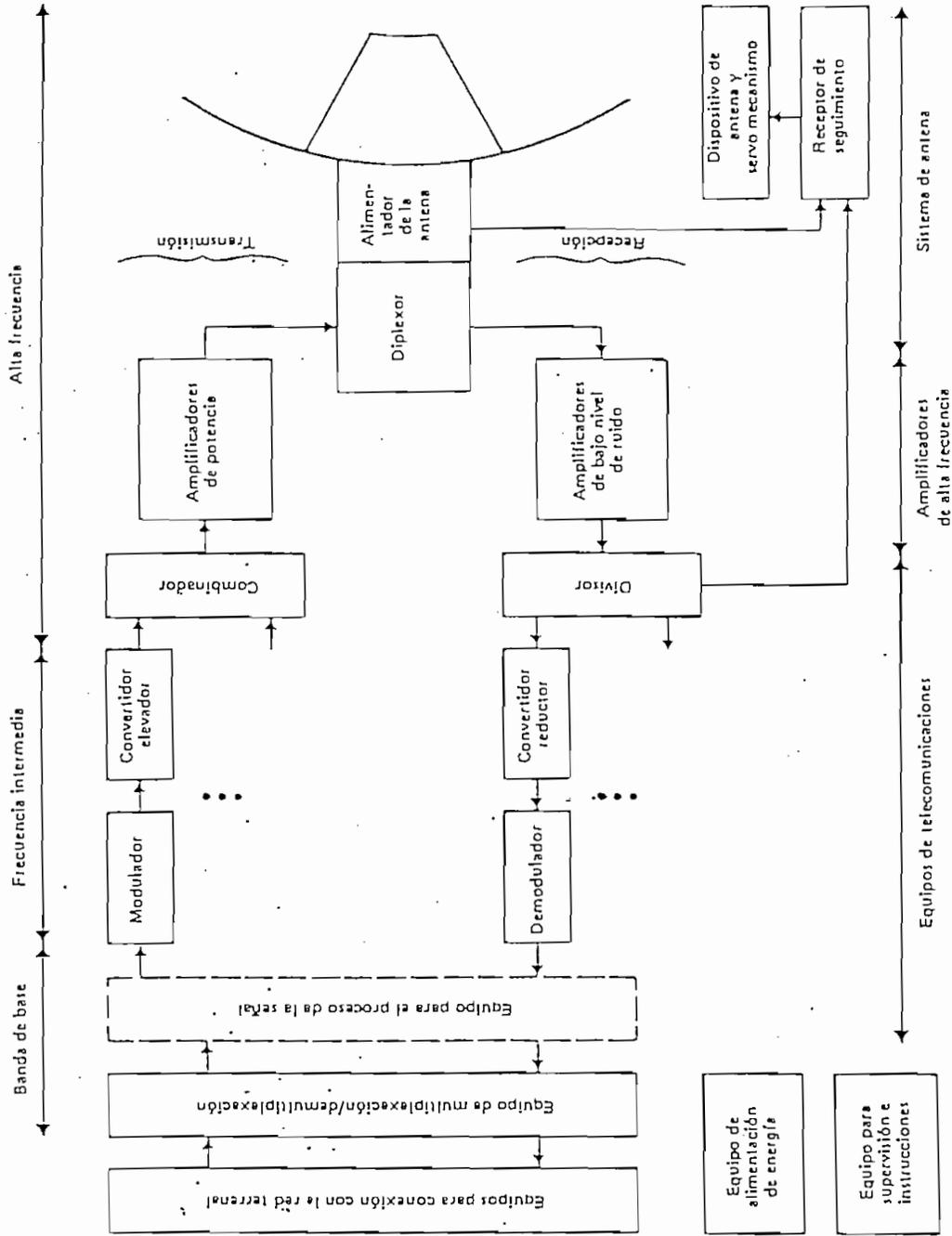


FIGURA 2.11

## DESCRIPCION

## TIPO DE ESTACION TERRENA

Párametros de antena	"MAESTRA"	"DE POCO TRAFICO"	"SOLO PARA RECEPCION" DE RADIO O TV
Dimensiones de la antena (m)	11,0-13,0	6,0-8,0	4,5-5,0
Ganancia-transmisión (dBi)	54,5-56,0	49,3-51,7	***
Ganancia-recepción (dBi)	51,5-53,0	46,3-48,7	44,0
Temperatura del LNA (K)	45°-80°	80°	80°
G/T a 10° (dB/K)	31,7-33,0	25,2-27,9	22,5
Seguimiento	Automático	Manual	Manual
Polarización	Doble/circular	Doble/circular	Doble/circular
Relación axial	1,06/1,09	1,06/1,09	1,06/1,09
<u>Capacidad de comunicaciones</u>			
No. de canales	Más de 24	6-12	1 video + audio
Tipo de amplificador de potencia	TWT o Klystron	TWT	1 radio
Valor nominal del amplificador de potencia	3kW - TV 1kW - Telefonía	50 vatios a 100 vatios	***
Tipos de portadora	FDM/FM, FDM/CFM SCPC/CFM, SCPC/DM	SCPC/CFM SCPC/DM	Video+Audio - FM Radio - SCPC/CFM
Potencia por canal SCPC			
-hacia la estación maestra	1 vatio	1 vatio	***
-hacia la estación de poco tráfico	1 vatio	10 vatios	***

CUADRO No.2.7

CARACTERISTICAS PECULIARES DE LAS ESTACIONES TERRENAS

lo que exige unos diagramas de radiación con bajos niveles fuera del lóbulo principal (lóbulos laterales pequeños).

- Radiación con gran pureza de polarización
- En la recepción, escasa sensibilidad al ruido térmico por radiación del suelo y pérdidas diversas.

El sistema de antena se compone en general de lo siguiente:

- a) El sistema mecánico, que comprende el reflector principal, el pedestal, el mecanismo de arrastre y el servosistema.
- b) La fuente primaria, que comprende la bocina iluminadora, los correspondientes espejos (espejos auxiliares de las antenas de tipo Cassegrain y a veces espejos periscópicos).
- c) Receptor del dispositivo de seguimiento automático.

Los tipos de estación terrena para las bandas C, Ku suelen clasificarse exclusivamente por el tamaño de la antena.

- Estaciones grandes: antenas de 33m a 15 m. apróx.
- Estaciones medianas: antenas de 15m a 7 m. aprox.  
(Maestras)
- Estaciones pequeñas: antenas de 7m a 3m aprox.  
(Remotas)

Las antenas de nuestro diseño para que cumplan con las especificaciones del cuadro , deben satisfacer este análisis técnico.

#### 2.5.2 Amplificadores de Bajo Nivel de Ruido (LNA)

En nuestro diseño debemos considerar que para recibir señales muy débiles de un satélite, la antena de la Estación Terrena ha de estar conectada con un receptor altamente sensible, es decir, que tenga un

ruido térmico inherente muy bajo. El ruido térmico de un receptor se caracteriza por la "figura de ruido", pero en el caso de receptores con ruido muy bajo es preferible aplicar la noción de "temperatura de ruido" en grados kelvin (k). El parámetro básico que caracteriza la sensibilidad de la estación terrena en recepción es la relación G/T, es decir, la relación entre la ganancia (G) de la antena y la temperatura de ruido total (T).

### 2.5.3 Amplificadores de Potencia

A causa de su directividad, la antena tiene una ganancia considerable que permite que la potencia requerida en la salida del transmisor sea típicamente de 1W o menos por canal telefónico y de 1Kw por portadora de televisión.

Los dos tipos principales de tubos de Microondas utilizados en los amplificadores de potencia de las estaciones terrenas, son los tubos de ondas progresivas (TOP) y los Klystrons.

El tubo de ondas progresivas es intrínsecamente un amplificador de banda ancha que abarca toda la banda utilizable del satélite (500 MHz o más), el TOP parece ser el amplificador de potencia ideal para las estaciones terrenas porque permite transmitir simultáneamente con un solo tubo varias portadoras telefónicas independientemente de los repetidores y de las frecuencias atribuidas a esas portadoras.

Los Klystrons son básicamente tubos de bandas de paso instantáneo estrecha: unos 40 MHz para klystrons a 6 GHz, unos 80 MHz a 14 GHz y a veces más.

Pese a las desventajas de una banda estrecha instantánea los amplificadores de potencia de

klystron son generalmente más económicos que los amplificadores de TOP.

#### 2.5.4 Equipo de Telecomunicación

Se refiere normalmente al equipo que modula la portadora de frecuencia muy elevada con las señales de audiofrecuencia (banda base) y que extrae (demodula) estas señales de audiofrecuencia en la recepción.

Las señales de baja frecuencia pueden ser señales analógicas telefónicas que normalmente están multiplexadas, señales de audio y de videofrecuencia etc.

El equipo de telecomunicación comprende el equipo convertidor de frecuencia, el equipo modulador y demodulador.

#### 2.5.5 Equipo de Multiplexación/Demultiplexación

Es necesario modificar la distribución de los canales telefónicos dentro de los multiplexores de banda base. Antes de la transmisión se redistribuyen las señales telefónicas multiplexadas procedentes del interfaz con la red terrenal para formar las bandas base que han de modular las portadoras multidestino con la normalización adoptada para la transmisión por satélite. En la recepción las señales procedentes de los diversos demoduladores se filtran para extraer únicamente los canales telefónicos destinados a la estación en cuestión, que entonces se combinan de acuerdo con las disposiciones normalizadas sobre multiplexación para la transmisión terrenal.

En TV, se utilizan normalmente unidades multiplexoras/demultiplexoras para insertar y extraer los canales de sonido (audio) que pueden transmitirse en una

subportadora con modulación de frecuencia al mismo tiempo que la señal de imagen.

2.5.6 Equipo para conexión con la Red Terrenal ✓

En telefonía, la estación terrena se conecta normalmente a la red terrenal a través de un centro de conmutación.

Este puede ser un centro de tránsito en el caso de estaciones internacionales y de estaciones grandes o de tamaño medio en los sistemas nacionales, o a veces una central de abonado en el caso de estaciones pequeñas locales dentro de las redes nacionales.

Pueden interconectarse la estación terrena y el centro de conmutación a través de cable coaxial o por enlaces de radios de microondas.

- Equipo Adicional de una estación terrena incluye: equipo de supervisión, telemando, equipo de medición y canal de servicio.
- Equipo de alimentación de energía, se requiere:
  - alimentación de energía principal, con capacidad de reserva, y consiste de la energía comercial y generadores de reserva (1+1).
  - Alimentación de energía ininterrumpida, consiste en el sistema de banco de baterías, inversores, generadores, etc, para alimentar a toda la estación.

# C A P I T U L O I I I

## ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS

### 3.1 SISTEMA INTERNACIONAL (INTELSAT)

INTELSAT, la Organización Internacional de Telecomunicaciones por Satélite, es el organismo con más de 100 Países miembros que posee y explota el sistema mundial de telecomunicaciones por satélite utilizado por la mayoría de las naciones del mundo para prestar servicios de telecomunicaciones internacionales públicas fiables y de superior calidad. Un gran número de esos países también utilizan los satélites de INTELSAT para satisfacer sus necesidades en materia de telecomunicaciones nacionales públicas o domésticas.

Con el objeto de facilitar el desarrollo de las comunicaciones vía satélite para América Latina, la 53ava Junta de Gobernadores de INTELSAT en su reunión del 5 de marzo de 1985 aprobó la optimización del satélite INTELSAT V-A modificado, cuyas características se vieron en el punto 2.3.1.

#### 3.1.1 Características del Sistema

Referente a la solución para la Provincia de Galápagos para dotar de servicio de Telecomunicaciones, se tiene la autorización de INTELSAT, siendo necesario instalar una antena standard B en Galápagos, el sistema de enlace con el Continente será entre la Estación Terrena Quito standard A y la Estación Terrena Galápagos, para lo cual se empleará el sistema INTELSAT V-A del enlace primario, satélite AOR que se encuentra localizado en el Océano Atlántico,

y se enrutará a través de la Central de Tránsito de Guayaquil (10 circuitos).

Los dos circuitos restantes terminarán en Quito. Inicialmente se comenzaría con la utilización de 12 canales bidireccionales solicitados a INTELSAT utilizando la técnica SCPC (una portadora por canal).

Esta es la máxima capacidad utilizable sin que IETEL se vea obligado a arrendar un cuarto de transpondedor a INTELSAT, este sistema no permite 2 antenas para un mismo satélite (a menos que se arriende un segmento del transpondedor).

INTELSAT considera a Galápagos como si fuera otro país, la Estación standard B se localizaría en Puerto Ayora, considerado principalmente por su situación geográfica, que brinda facilidades técnicas para enlaces con las Islas San Cristóbal, Santa María, Isabela y Baltra, debido a la ubicación en un punto central del Archipiélago.

Es previsible que en un crecimiento de éste sistema, esta estación standard B, puede ser trasladada fácilmente al continente y convertirse en una estación maestra para servicio con un sinnúmero de estaciones remotas.

### 3.1.2 Autorización de INTELSAT

INTELSAT en una carta enviada a IETEL con fecha 27 de abril de 1981, envió la respectiva autorización, para que Ecuador aplique por el acceso de una estación terrena standard B para el sistema de Galápagos y que a través del Señor Parthasarathy Secretario General de INTELSAT, obtener los formatos e información necesaria para la realización de este diseño y considerar las técnicas a aplicar en los

equipos terminales que proveerían a la segunda estación, tales como: FM/FDM o TDM/DSI\* o combinación entre ellos.

\* DIGITAL SPEECH INTERPOLATION

### 3.1.3 Características de Estación Terrena Standard B

#### a) Sistema de Antena

La aprobación de un estación terrena en la categoría de normalizada tipo B se podrá obtener sólo si se cumple la condición mínima que se indica a continuación, aplicable a las operaciones en dirección al satélite y con la polarización adoptada para cada serie de satélites en condiciones de cielo despejado y vientos leves, y en cualquier frecuencia de las bandas indicadas más adelante.

$$G/T = 31.7 + 20 \log f/4 \quad (\text{dB/k}) \quad (3-1)$$

Donde: G: es la ganancia de la antena

T: Temperatura de ruido de recepción

f: Frecuencia de recepción expresada en GHz.

Esta aprobación se limitará a los ángulos de operación en relación con los cuales se satisfaga la condición antes mencionada.

#### b) Ganancia de transmisión de la antena en el haz principal.

La ganancia de transmisión de la antena, medida en el alimentador, no deberá ser menor de 53,2 dB en 6 GHz.

#### c) Antenas Existentes

Lóbulos laterales de transmisión

A ángulos mayores de 1° medidos desde el eje del haz principal, se requiere que no más del 10% de las crestas de los lóbulos laterales en los

sentidos copolar y de polarización cruzada excedan la envolvente descrita por las dos expresiones siguientes:

$$G = 32 - 25 \lg_{10} \theta, \text{ dBi} \quad 1^\circ \leq \theta \leq 48^\circ \quad (3-2)$$

$$G = -10 \text{ dBi}, \quad \theta > 48^\circ \quad (3-3)$$

Donde: G es la ganancia, expresada en decibeles, de la envolvente del lóbulo lateral en relación con una antena isotrópica en dirección de la órbita geoestacionaria.

$\theta$  es el ángulo, expresado en grados, entre el eje del haz principal y la dirección considerada, y el 10% se aplica al número total de crestas que se encuentran dentro de los límites orbitales establecidos en la Rec. 580 del CCIR y a cualquier frecuencia dentro de la anchura de banda del sistema alimentador de transmisión.

d) Antenas nuevas

- Lóbulos laterales de transmisión

A ángulos mayores de  $1^\circ$  medidos desde el eje del haz principal, se requiere que no más del 10% de las crestas de los lóbulos laterales en los sentidos copolar y de polarización cruzada exceda la envolvente descrita por las dos expresiones siguientes:

$$G = 32 - 25 \lg_{10} \theta, \text{ dBi} \quad 1^\circ \leq \theta \leq 48^\circ \quad (3-4)$$

$$G = -10 \text{ dBi} \quad \theta > 48^\circ \quad (3-5)$$

Donde la definición de G y  $\theta$  se dió ya.

e) Relación axial para trabajar con los INTELSAT V, V-a, V-B y VI

- Funcionamiento en haz global (INTELSAT V únicamente)

En el caso de las estaciones terrena que tengan

que trabajan con los transpondedores de haz global del INTELSAT V debido a que su posición geográfica impide atenderlas con un haz de reutilización de frecuencias, la relación axial de tensión para la transmisión no excederá de 1,4. Se recomienda no exceder este valor en la recepción.

Para trabajar con los satélites INTELSAT V-A, V-B y VI, las antenas deberán cumplir los requisitos en materia de relación axial que se verán a continuación, según corresponda, dado que la cobertura de haz global de estas series de satélites es de polarización doble.

- Antenas reacondicionadas- Reutilización de frecuencias.

La relación axial de tensión, para transmisiones en el ancho del haz de seguimiento de la antena, no excederá de 1,09. Sin embargo, la meta fijada en el diseño es de 1,06. Se recomienda no exceder este valor para la recepción.

f) Orientabilidad de la antena o del haz

Mediante orientación automática o manual se podrá cambiar el apuntamiento de la antena para hacerlo compatible con los satélites geoestacionarios situados en posiciones orbitales en relación con las cuales el ángulo de elevación de la estación terrena no sea menor de  $5^{\circ}$ .

g) Anchura de banda del sistema alimentador

Sistema alimentador de recepción 3,7 a 4,2 GHz

Sistema alimentador de transmisión 5,925 a 6,425 GHz

h) Anchura de banda del Sistema de Recepción

Se diseñara equipo de recepción de bajo nivel de ruido para recibir cualquier portadora en una banda de 3,7 a 4,2 GHz.

- i) Anchura de banda del sistema de transmisión  
El sistema de transmisión debera disponer de medios para cursar una o más portadoras simultáneamente dentro de los límites de la banda de frecuencias de 5,925 a 6,425 GHz.

### 3.1 SERVICIO VISTA

El servicio Vista es un nuevo Sistema que ofrece INTELSAT, y tiene las siguientes características:

#### 3.2.1 Características Generales

VISTA es un nuevo servicio que presta INTELSAT para proveer facilidades básicas de comunicaciones a comunidades rurales y remotas que no posean facilidades adecuadas.

Típicamente VISTA será usada por cualquier País con un pequeño requerimiento de comunicaciones remotas, el uso del segmento espacial permitirá llevar a cabo la consolidación de las necesidades individuales y la efectiva distribución de la capacidad satelital.

Son permitidas las telecomunicaciones domésticas e internacionales.

Pequeñas estaciones terrenas de bajo costo serán usadas con simples accesos para operar en configuración malla o estrella, o combinada.

Dos nuevas estaciones terrenas standard han sido aprobadas para este servicio.

La unidad básica standard D-1 tiene características menos rigurosas que las estaciones existentes, las estaciones terrenas standard D-2 son similares a la standard B, y está diseñado para cumplir con el versátil rol de eje central de un circuito Estrella o Malla.

El valor específico G/T para la standard D-1 y D-2 es de 22,7 db/k y 31,7 dB/k. respectivamente y los

correspondientes diámetros de las antenas están sobre 4.5 a 5.5 metros y 10 a 11 metros.

En particular los requerimientos de la standard D-1 han sido aliviadas asignando una relación axial mejor que 1.3 dB en contraste a las antenas domésticas standard Z, las cuales tienen una relación axial mejor que 1.06 dB.

La modulación SCPC/CFM será usada y todos los canales deberán operar con activación de voz. Sin embargo, los canales son autorizados para llevar datos a baja velocidad así como teletipo, télex y facsímil y en estos casos el requerimiento de activación de voz será descartado.

El costo del servicio es por canal y no por arrendamiento de un transpondedor o parte de él siendo los costos más baratos y por anualidades.

Este servicio puede ser considerado en un principio para las comunicaciones vía satélite con Galápagos y el Continente, como se puede ver en la figura 1.6 del Capítulo I, se requiere tres estaciones terrenas, dos standard D-1 en Galápagos y una estación standard D-2 a ser ubicada en el Continente.

Posteriormente este sistema se ampliará por ejemplo dando atención a la región oriental.

### 3.2.2 Características de Estaciones Terrenas Standard D

#### a) Sistema de Antena

Se podrá obtener la aprobación de una estación terrena en la categoría normalizada tipo D sólo si se cumple las condiciones mínimas que se indican a continuación, aplicables a las operaciones en dirección al satélite y con las polarizaciones adoptadas para cada serie de

satélites en condiciones de cielo despejado y vientos leves y en cualquier frecuencia de la banda de 3,7 a 4,2 GHz:

$$G/T \geq 22.7 + 20 \log_{10} f/4 \quad (\text{dB/k}) \text{ para estaciones normalizadas D-1} \quad (3-6)$$

$$G/T \geq 31.7 + 20 \log_{10} f/4 \quad (\text{dB/k}) \text{ para estaciones normalizadas D-2} \quad (3-7)$$

Donde: G: Ganancia de la antena

T: Temperatura de ruido del sistema de recepción

f: Frecuencia en GHz

Esta aprobación se limitará a los ángulos de operación en relación con los cuales se satisfaga la condición antes mencionada.

- b) Ganancia de transmisión de la antena en el haz principal.

En las estaciones terrenas normalizadas tipo D-1, la ganancia de transmisión de la antena, medida en el alimentador, no deberá ser menor de  $(46.6 - 0.06 (\alpha - 30))$  dBi en 6 GHz, donde  $\alpha$  es el ángulo de elevación de la estación terrena, en grados.

La aprobación se limitará a ángulos de operación desde los cuales se satisfaga esta condición.

- c) Lóbulos laterales de transmisión (obligatorios)

A ángulos mayores de  $1^\circ$  medidos desde el eje del haz principal, se requiere que no más de 10% de las crestas de los lóbulos laterales exceda la envolvente descrita por las dos expresiones siguientes:

$$G = 32 - 25 \log \theta, \text{ dBi} ; \quad 1^\circ \leq \theta \leq 48^\circ \quad (3-8)$$

$$G = -10 \text{ dBi} \quad \theta > 48^\circ \quad (3-9)$$

Donde la definición de G y  $\theta$  fueron definidos en 3.1.1 c).

El 10% se aplica al número total de crestas que se encuentran dentro de los límites orbitales establecidos en la Rec. 580 del CCIR y a cualquier frecuencia dentro de la banda de frecuencias de transmisión indicada en (g)..

d) Polarización de transmisión y recepción de la estación terrena

El servicio VISTA se presta por medio de transpondedores de haz global, hemisférico y de zona. Por tanto, las estaciones podrán trabajar en cualquier sentido de polarización.

POLARIZACION A: El enlace ascendente es LHCP y el descendente, RHCP

POLARIZACION B: El enlace es RHCP, y el descendente, LHCP

\* RHCP= Polarización circular  
mano derecha

LHCP= Polarización circular  
mano izquierda

e) Relación axial de transmisión y recepción

La relación axial de tensión, para transmisiones en dirección al satélite, no excederá de 1,3 en las antenas normalizadas tipo D-1 y de 1,06 en las antenas tipo D-2. Las antenas que hayan sido construídas con anterioridad a la aprobación de este documento sobre requisitos de funcionamiento y que tengan una relación axial de tensión no mayor de 1,09 podrán ser consideradas como normalizadas tipo D-2. Se recomienda no exceder estas relaciones en la recepción.

f) Características de las Balizas de los satélites

Para efectuar el seguimiento automático de los satélites INTELSAT de las series V-A, V-B y VI por medio de las señales de baliza transmitidas por estos satélites, es necesario disponer de medios para recibir y diferenciar debidamente cada una de las siguientes frecuencias de las balizas: 3.947,5 MHz, 3.948 MHz, 3.952 MHz y 3.952, 8 MHz. Cabe destacar que en cada satélite se utilizarán permanentemente dos frecuencias de balizas, escogidas por INTELSAT. También se podrán emplear otros medios para el seguimiento de estos satélites.

g) Anchura de banda de transmisión y recepción

- El equipo RF de la estación terrena deberá poder funcionar en cualquier parte de las anchuras de banda siguiente:

Sistema de Transmisión: 5,925 a 6,425 MHz

Sistema de Recepción : 3,7 a 4,2 GHz

- Equipo de Conversión de Frecuencias

La anchura de banda del equipo de conversión de frecuencias será de 36 MHz como mínimo , y abarcarán el transpondedor pertinente.

h) Control de las estaciones terrenas

En vista del gran número de estaciones terrenas que tienen acceso Múltiple (simultáneo) al segmento espacial, cualquier variación en la frecuencia RF de transmisión, la p.i.r.e. de transmisión y el seguimiento de la antena podría causar interferencia en otros servicios o bien dar lugar a condiciones peligrosas para la explotación del segmento espacial. Por consiguiente es obligatorio controlar permanentemente las estaciones terrenas a fin de evitar dicha interferencia.

Se considerará que se cumpla este requisito cuando las estaciones terrenas estén atendidas las 24 horas del día por personal técnico capacitado para ajustar la frecuencia, la p.i.r.e. y el seguimiento. En el caso de las estaciones que no estén atendidas las 24 horas del día, se considerará que se cumple este requisito cuando se disponga de un medio efectivo (por control remoto o de otra índole) para desactivar de inmediato las portadoras RF que interfieran en los servicios o creen condiciones peligrosas para la explotación del segmento espacial.

### 3.3 SISTEMA DOMSAT

#### 3.3.1 Principios Generales

Cuando el sistema de telecomunicaciones nacionales por satélite, crece debido a la demanda por crecimiento o desarrollo del país, entonces el mejor servicio y conveniencia es a través de lo que se denomina Sistema Domsat, en donde aquí se obtiene opción de compra, arrendamiento, o puesta en órbita de un segmento espacial propio. El cual permite la flexibilidad del diseño de los segmentos terrenos.

#### 3.3.2 Planificación de un Sistema Nacional

Un aspecto crítico en la planificación de un sistema nacional de telecomunicaciones por satélite, que se debe considerar en todas sus etapas, es el concentrarse en el hecho de que la red de satélites es solo una parte del sistema de telecomunicaciones nacionales en su totalidad. Al decidir donde colocar el equipo para las telecomunicaciones por satélite en todo el país, habra que tener en cuenta

las instalaciones que haya que establecer entre las estaciones terrenas , los abonados y los usuarios, el uso de las instalaciones terrenales existentes , proyectadas y la participación nacional en los proyectos regionales que puedan tener un componente nacional.

### 3.3.3 Tipos de Redes

Los servicios cursados a través de redes nacionales se dividen así:

- Telefonía interurbana
- Telefonía rural o redes de poco tráfico
- Distribución de televisión y radio

#### a) Redes de Telefonía Interurbana

Estas redes constan de estaciones terrenas comparativamente grandes, diseñadas para cursar un número relativamente elevado de canales de telefonía (200 o más), y dotadas para la transmisión y recepción de televisión. Dichas estaciones normalmente se encuentran situadas en las inmediaciones de la ciudad capital, las capitales de provincia y otros centro de población.

Los enlaces por satélite constituyen una parte importante y totalmente integrada de los sistemas de comunicaciones de los países , bien sea como un medio para la transmisión a tiempo completo de los principales enlaces troncales u otro tráfico de primera prioridad o como un medio de reserva para las instalaciones terrestres que ya se encuentran en funcionamiento.

#### b) Redes de poco tráfico

Las redes de poco tráfico están diseñadas para

prestar servicios entre un gran número de ubicaciones remotas. Dichas ubicaciones pueden ser pueblos pequeños, varios grupos de aldeas o algún centro industrial o número remoto de gran importancia. Si bien cada ubicación origina una carga de tráfico reducida (de 1 a 6 canales), los requisitos combinados de un país pueden ser considerables. Normalmente el diámetro de las antenas de estaciones terrenas de poco tráfico es de 5 a 8 metros y, a pesar de que pueden emplearse muy eficazmente para establecer de un solo salto con una antena de mayor tamaño instalada en la correspondiente capital provincial o nacional, también puede interconectarse directamente con otras estaciones terrenas de poco tráfico. Dichas estaciones pueden servir para complementar las instalaciones terrestres existentes y los canales de satélite de los sistemas nacionales, o pueden también funcionar en forma separada. Pueden estar dotadas de equipo para la recepción de televisión y radio, pero por lo regular no transmiten ninguno de los dos servicios.

c) Redes de Distribución de Televisión y Radio

Este tipo de red le permite a los países transmitir una programación de televisión educativa, cultural y de otra índole a todas las regiones atendidas por una estación terrena nacional.

La programación se distribuye entonces a los distintos aparatos de televisión mediante la retransmisión a través de sistemas de VHF y UHF o bien por cables. Este sistema no está diseñado para la difusión directa de televisión a receptores individuales.

### 3.3.4 Tipos de Configuración

Existen dos configuraciones importantes para sistemas de telecomunicación nacional por satélite y ellas son Estrella y Malla.

A continuación veremos la configuración de cada una de ellas:

La configuración "Estrella" se basa en una estación central compleja, relativamente grande, para supervisar controlar y encaminar todo el tráfico de la red. Se evita la interconexión directa entre las estaciones más pequeñas con objeto de utilizar al máximo los recursos del satélite.

Las redes "Mallas" permiten la interconexión de todos los terminales entre sí y, según las prioridades, las estaciones pueden ser relativamente pequeñas (5m) o de tamaño relativamente mayor (11m)

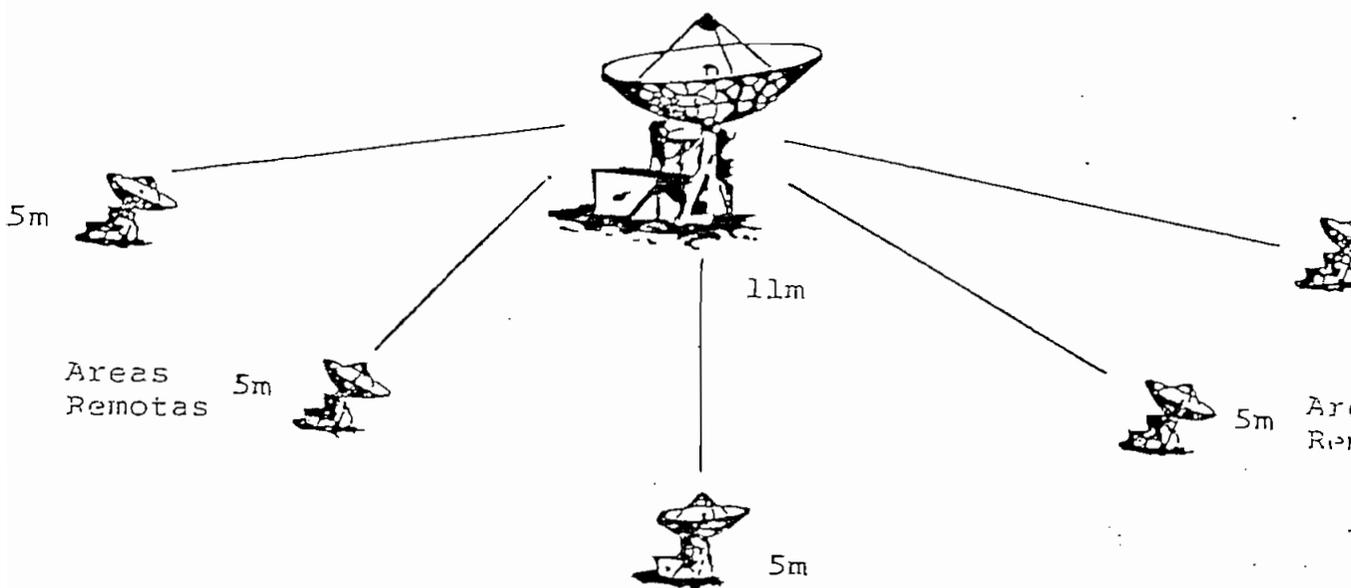
En la figura 3.1 se pueden ver las dos configuraciones.

#### - Planes de Configuración de Redes

a) La configuración de la red para enlaces de tráfico interurbano, se podría realizar con alquiler o compra de un transpondedor completo de haz global, de 36 MHz, en los que se transmitirían portadoras de telefonía como se puede ver en la figura 3.2, un ejemplo de este sistema con 4 estaciones terrenas de 11-13 m de antena.

b) Configuración de red para enlaces de poco tráfico urbano, o ubicaciones remotas

También se puede comprar o arrendar un cuarto de transpondedor de haz global, de 9 MHz, por las que se transmitirían monocanales comprendidos (SCPC/CFM) en la figura 3.3 se puede ver un ejemplo de esta red, con estaciones terrenas de 6,8,11-13 m.



RED ESTRELLA

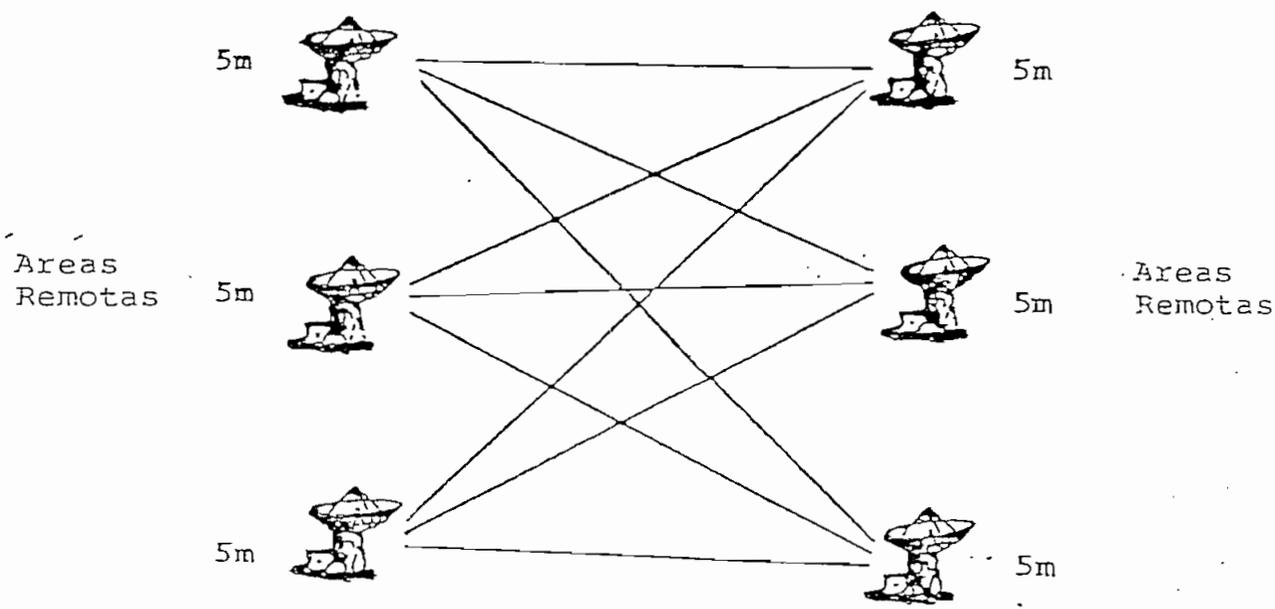


FIGURA 3.1  
RED MALLA

Portadoras de Telefonía FDM/FM

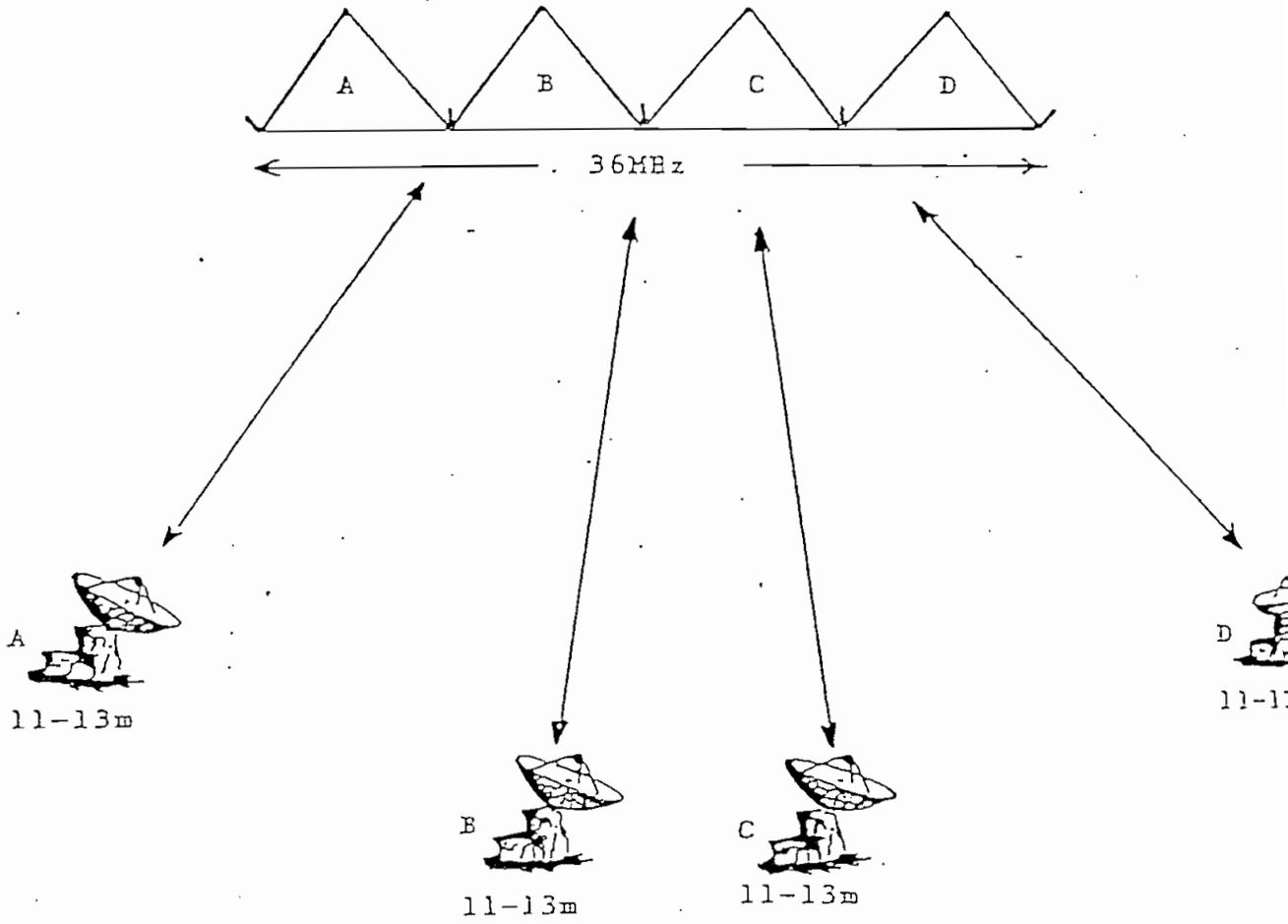


FIGURA 3.2.

RED DE ENLACE INTERURBANO

CADA PORTADORA TIENE 9 MHz DE ANCHO DE BANDA

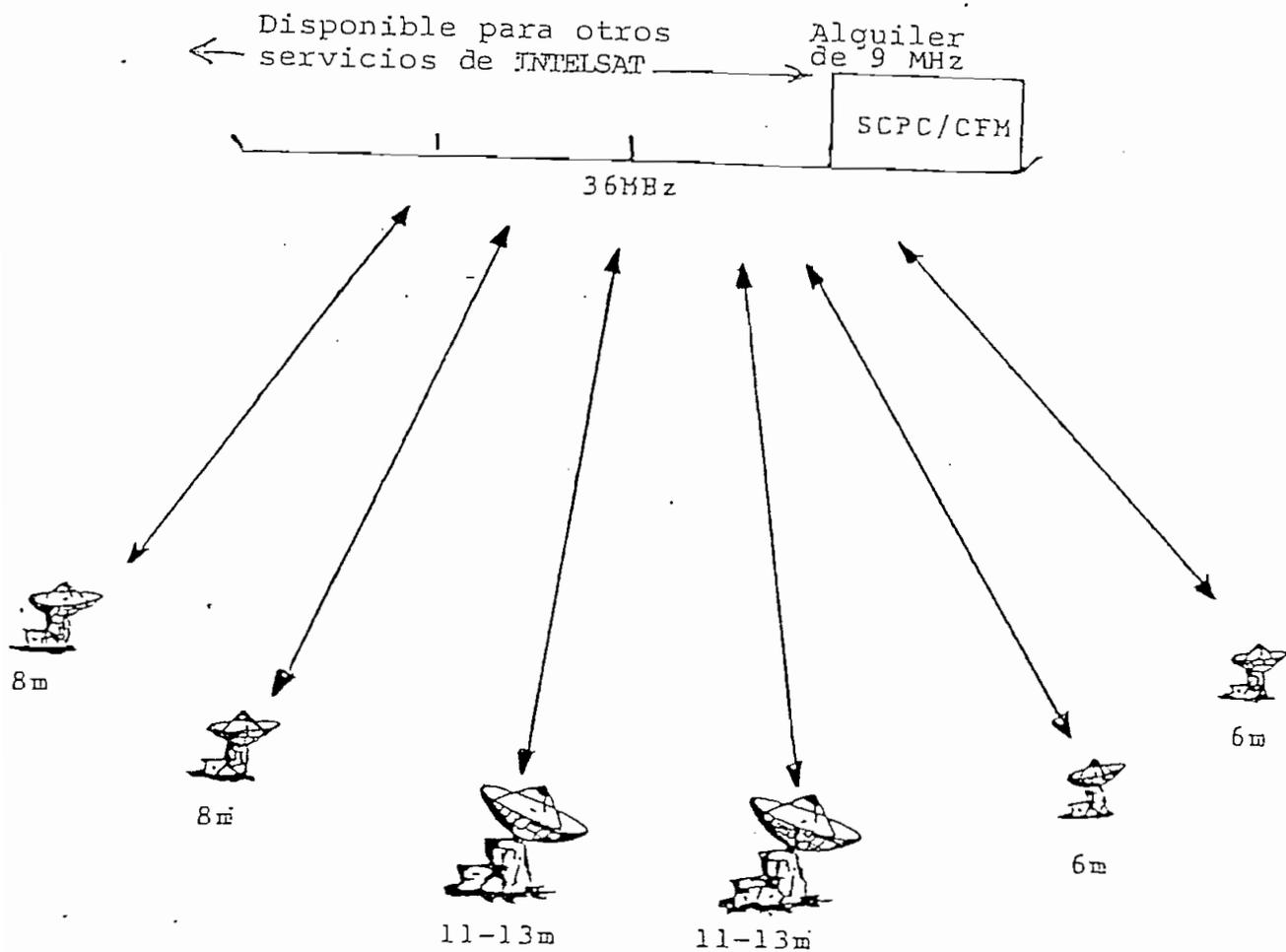
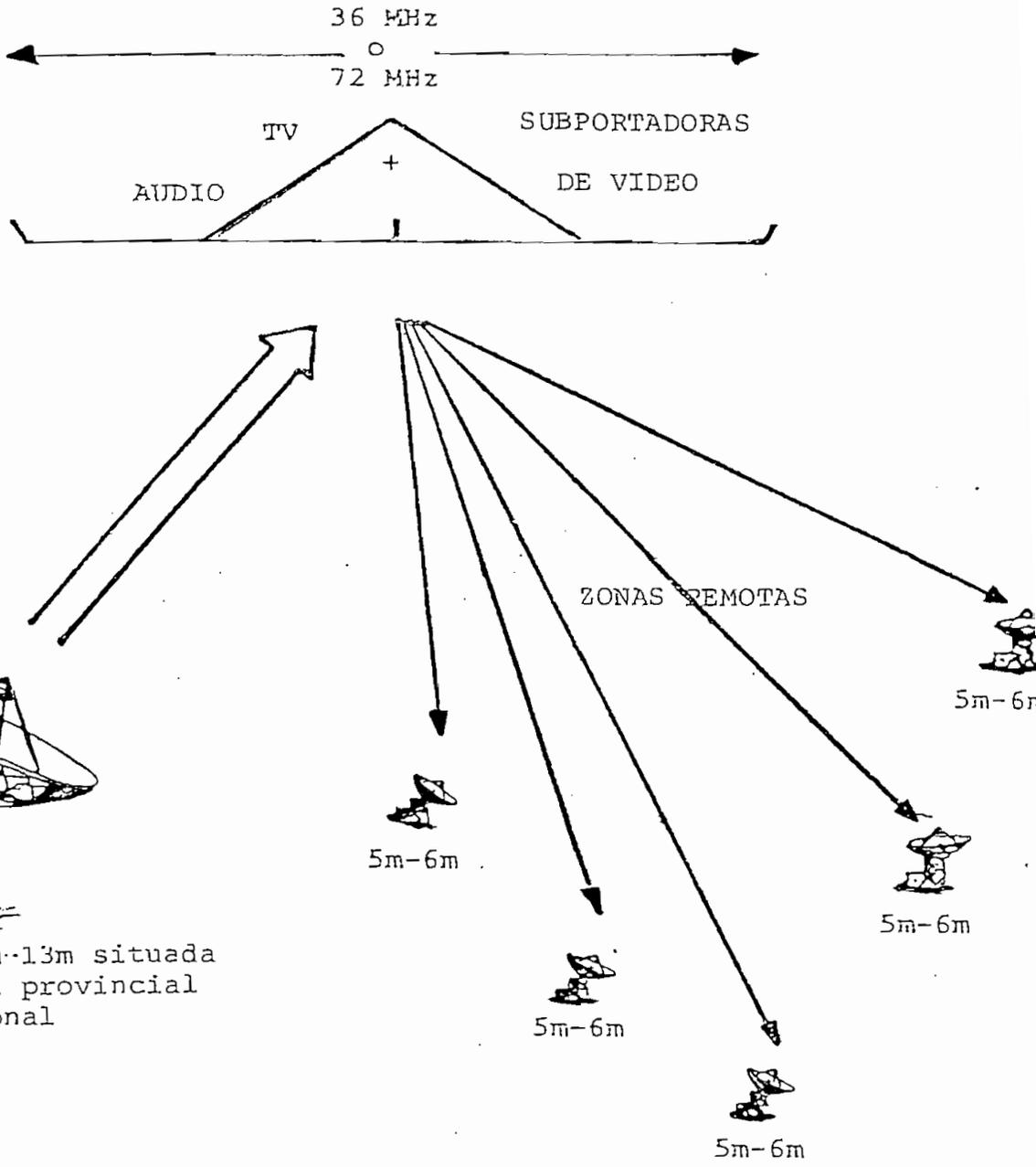


FIGURA 3.3.

RED DE POCO TRAFICO O UBICACION REMOTA



Antena de 11m-13m situada en la capital provincial o nacional

FIGURA 3.4  
RED DE DISTRIBUCION DE TELEVISION

c) Para la configuración de una red de distribución de televisión, es necesario arrendar o comprar un transpondedor de 36 MHz o 72 MHz, en los que estarían comprendidas subportadoras de audio y video.

En la figura 3.4 vemos un ejemplo de este caso.

d) Veremos una configuración básica de la red, para un sistema de servicios nacionales completos, es necesario comprar o arrendar un transpondedor de haz global, de 36 MHz, con los que tendremos transmisión de tv, telefonía y SCPC, audio asociado y subportadoras de radio.

En la figura 3.5 vemos el ejemplo

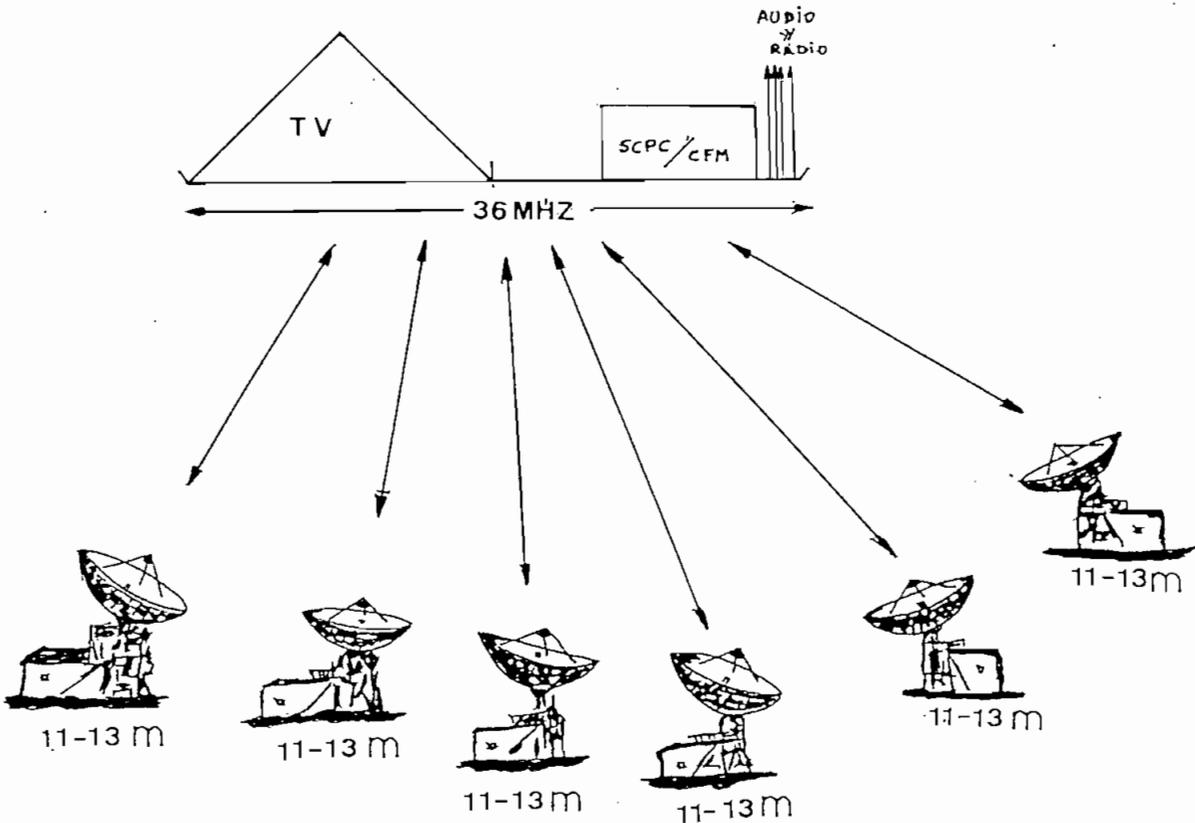


FIGURA 3.5

RED BASICA DE SERVICIOS COMPLETOS NACIONALES (36 MHz)

e) Viendo la configuración anterior pero con la compra o alquiler de un transpondedor de haz global de 72 MHz, tenemos el ejemplo visto en la figura 3.6, existe incremento de más servicio.

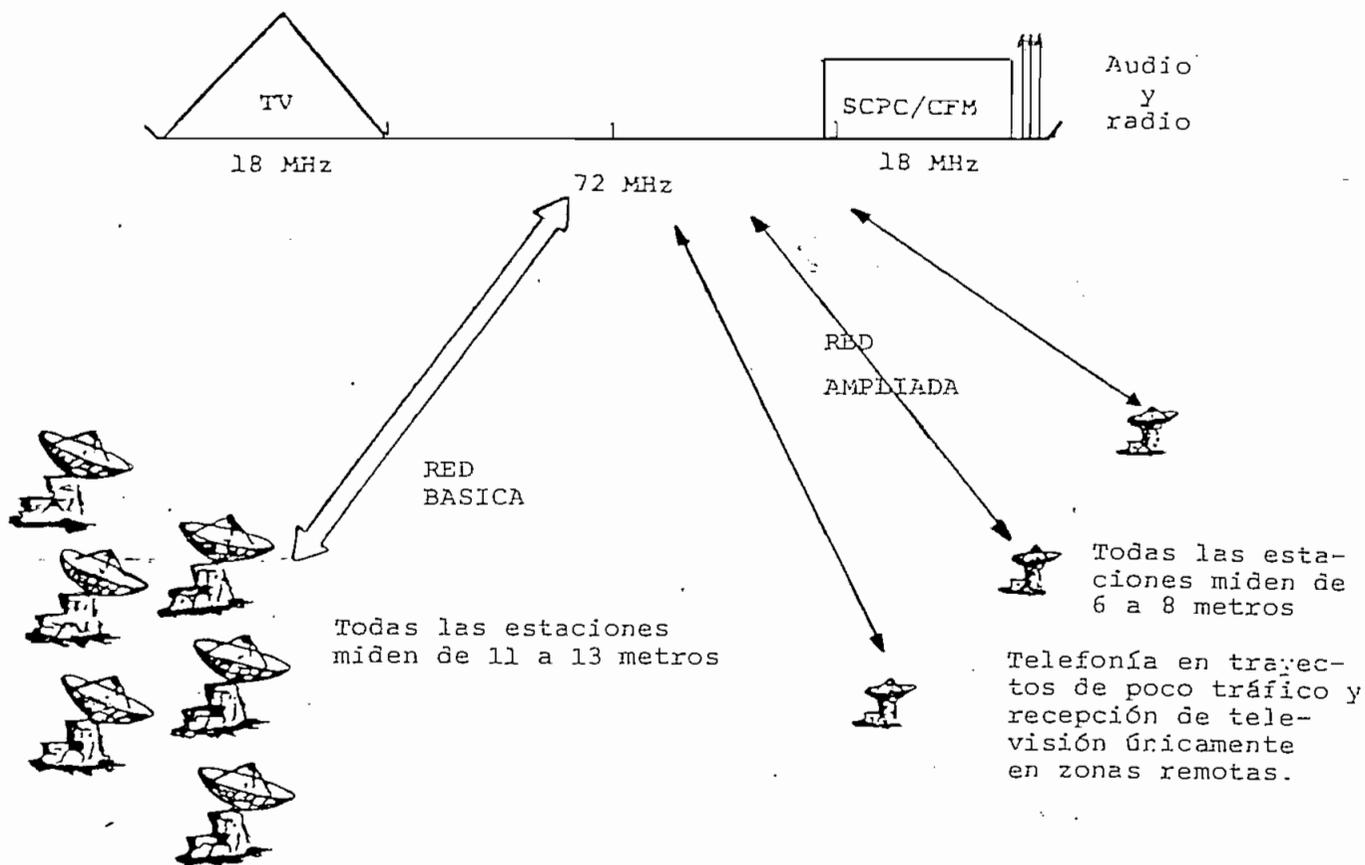


FIGURA 3.6

RED BASICA DE SERVICIOS COMPLETOS NACIONALES (72 MHz)

### 3.3.5 DISEÑO DE UNA RED DOMSAT PARA EL PAIS

En base a la demanda estructurada en el Capítulo I, cuadro 1.26 , se puede realizar un diseño para una red nacional en servicio Domsat.

Esta red estaría estructurada principalmente con dos estaciones terrenas Maestras, localizadas en Quito Región 1 y Guayaquil Región 2 que son las que se conectarían con el sistema Nacional y a cada una de ellas estarían conectadas estaciones remotas a través del satélite INTELSAT VA dedicado a Latinoamérica y que servirá para este sistema.

Esta red tendría configuración Estrella, Malla y combinada. Las dimensiones de las antenas para las Estaciones Terrenas Maestras de 11-13m y de las Remotas de 3-6 m.

En las estaciones remotas, en zonas fronterizas, también tendrían el servicio de recepción de televisión para evitar la influencia que existe actualmente por los países vecinos y además como recepción de tv educativa.

Al utilizar antenas pequeñas en zonas como las del Oriente que no tienen buen servicio eléctrico, se utilizarían estaciones terrenas remotas con celdas solares; en este diseño se incorpora a las Islas Galápagos y también se soportaría a estas estaciones con celdas solares, puesto que el servicio del sistema eléctrico es sólo por horas.

Desde algunas poblaciones fronterizas se podrían servir con sistemas multiaccesos ( 3 bases 8 canales) terrestres a las poblaciones aledañas que se interconectarían con estas estaciones remotas de (1-6 canales).

A continuación podemos ver el diseño de la Red

Nacional Domsat en la figura 3.7.

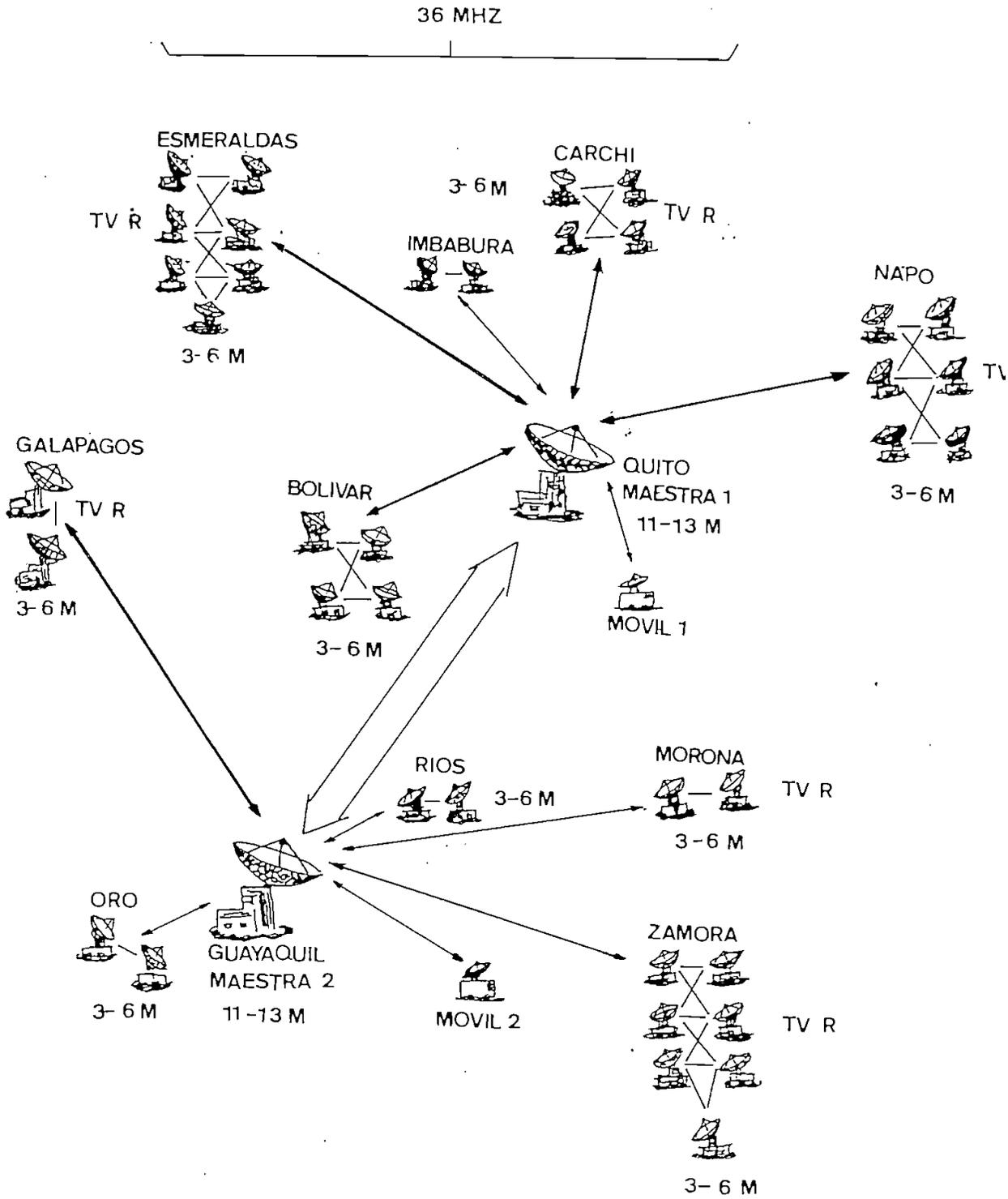


FIGURA 3.7

DISEÑO DE UNA RED NACIONAL DOMSAT

### 3.4 SERVICIO CON OTROS SISTEMAS SATELITALES

#### 3.4.1 Introducción

Para aplicar el servicio DOMSAT, existen varias compañías que podrían arrendar o vender sus satélites, que no sean de INTELSAT, puesto que de acuerdo a regulaciones del Gobierno de los Estados Unidos, permitieron la creación de otras empresas multinacionales con el objeto de que exista una libre competencia.

Fueron creadas empresas como PanAmsat, Brasilsat entre otras. PanAmsat se verá a continuación en más detalle.

Brasilsat con respecto a la subregión andina, no ha dado una respuesta concreta, tampoco se pueden analizar costos o proyectos técnicos por falta de definición de esta organización.

#### 3.4.2 Sistema INTELSAT

INTELSAT dispone para servicio DOMSAT, la venta desde un transpondedor completo sean estos de 36 MHz, 72 MHz de ancho de banda, o arrendamiento de canales SCPC, y arrendamientos de transpondedores desde 1/8, 1/4, 1/2 en adelante (9,18,36,72 MHz).

El arrendamiento anual de un transpondedor de 72 MHz es de 1 millón de dólares.

Con los satélites V-A dedicados a la Subregión Andina por su alto p.i.r.e. de radiación se pueden utilizar en las estaciones terrenas remotas antenas de 3m. de diámetro.

En el cuadro 3.1 vemos las características del sistema INTELSAT modificado que tienen haces pincel dedicado a la Subregión:

Con los otros sistemas de INTELSAT V, V-A, los

cuales tienen haces globales y hemisféricos de utilidad para la Subregión.

PARAMETRO	TRANSPONDED.	UNIDADES	PARRAFO DE LA ESPECIFICACION DE DESEMPEÑO
0 ANCHO DE BANDA UTILIZABLE	36 41(2) 72(3)	MHz	2.2.5
0 DENSIDAD DE FLUJO DE SATURACION			
- GANANCIA EXTRAELEVADA	-85,1 -85,1 -82,1	dBW/m <sup>2</sup> ±	2dB 2.2.1
- GANANCIA ELEVADA	-77,6 -77,6 -74,6	dBW/m <sup>2</sup> ±	2dB 2.2.2
- GANANCIA BAJA	-70,1 -70,1 -67,1	dBW/m <sup>2</sup> ±	2dB 2.2.2
0 P.i.r.e. DISPONIBLE DEL SATELITE	32,5 32,5 35,5	dBW	2.2.4
0 RELACION GANANCIA/ TEMPERATURA DE RUIDO DEL SISTEMA RECEPTOR	-16,0 -16,0 -16,0	dB/K	2.2.3

CUADRO 3.1  
CARACTERISTICAS DEL SISTEMA INTELSAT

3.4.3 SISTEMA PanAmSat

La Pan American Satellite Corporation (PanAmSat) está preparando el lanzamiento de la primera serie de un sistema de comunicaciones vía satélite diseñados específicamente para los requerimientos de los países de América Latina.

PanAmSat tiene notificado a la IFRB la posición de sus satélites que operarán inicialmente desde los 57° Oeste y posteriormente desde 45° Oeste.

Cada satélite ofrecerá comunicaciones domésticas como para aplicaciones individuales en los países de América Latina, así como también la interconexión

de la televisión regional y las posibilidades entre las naciones de habla hispana del Hemisferio Occidental.

PanAmSat está en el proceso de comercialización con los diferentes países de América Latina.

PanAmSat ofrece, que debido al alto rendimiento de sus satélites permitirá a los países la creación de cadenas domésticas individuales para televisión y radio, televisión por cable, telefonía, y transmisiones de información a altas velocidades utilizando estaciones terrestres de bajo costo y de diámetro entre los 2 y 5 m.

Las características técnicas del sistema PanAmSat se vieron en el punto 2.3.3 del capítulo II.

Entre los que se destacan, que la ganancia en el eje de un haz concentrado es de 32 dBi. El p.i.r.e. sería de 38.7 dBw en el centro del haz y 36.7 en los bordes.

Se utilizan valores menores de p.i.r.e. en la operación de monocanal por portadora (SCPC).

La densidad de flujo de saturación es -87 dBw, con estos objetivos PanAmSat dice que el tamaño y costo de las estaciones terrestres (tanto el costo inicial como el de operación) serán inferiores al de otras estaciones que funcionarían con otros sistemas. (INTELSAT).

### 3.5 Satélite Propio Para la Subregión "CONDOR"

Como segunda fase de SATs, es la de adquirir satélites propios para la región, en la que se deben tratar dos segmentos importantes, segmento espacial y segmento terreno.

### 3.5.1 Segmento Espacial

Dentro del denominado segmento espacial es necesario analizar los siguientes elementos:

- a) Satélites
- b) Estaciones de telemetría, seguimiento, control y supervisión (TTC& M)
- c) Lanzadores

A continuación vemos estos puntos en más detalle.

#### a) Satélites.- Como servicios:

Los satélites estarán concebidos para servicios de telecomunicaciones exclusivamente telefonía, télex, transmisión de datos, transmisión de televisión.

Estos servicios serán: nacionales (domésticos), especialmente para las zonas rurales, pero sin descartar las aplicaciones en rutas de alto tráfico. Serán Internacionales, dentro de la región únicamente.

#### - Tamaño de los Satélites

El número de transpondedores de que debe dotarse a cada satélite depende de las bandas de frecuencia previstas, de la potencia disponible y desde luego, de los volúmenes de tráfico por cursar.

Por estar localizada la región Andina en una zona de alta pluviosidad, se trabajan en las bandas de 6/4 GHz. En base a la demanda proyectada para la década 1990-2000, la demanda de transpondedores de 36 MHz y la ocupación en el satélite CONDOR se resume en el siguiente cuadro:

AÑOS DE OPERACION	TRANSPONDEDORES OCUPADOS SAT 12 TXP/SAT 24 TXP				TOTAL TXP
	TELEFONIA TLX, DATOS	TV DEL ESTADO	TV COMERCIAL	TV INTERNACIONAL	
1990	5	2.5/2.5	3/6	0.5/1	11/17
1995	6	2.5/2.5	3/6	0.5/1	12/18
2000	8	2.5/2.5	4/8	0.5/1	15/22

CUADRO 3.2  
DEMANDA DE TRANSPONDEDORES

Del cuadro anterior se concluye que si no se toma en cuenta el total de la demanda para la televisión comercial, (no se ha decidido la capacidad final, debido a que no está confirmada la demanda) un satélite de 12 transpondedores sería apropiado para la Subregión, sin embargo, existe, la posibilidad de operar el satélite primario simultáneamente con el satélite de reserva, lo cual si permitiría atender la totalidad de la demanda.

La otra alternativa es comprar un satélite de 24 transpondedores y ocupar su capacidad disponible con toda la demanda manifestada.

Es de indicar, que dado el caso que no se confirme la demanda total de la tv comercial, el satélite primario tendría muchos transpondedores sin uso, sin considerar aún que el satélite de reserva tampoco tendría ocupación sino en caso de falla del primario.

Como solución convendría en la obtención de un satélite de 12 transpondedores, uno operativo como primario y otro de reserva en órbita, que inicialmente

se colocarían en un mismo punto orbital y que posteriormente se separarían (por lo menos  $5^{\circ}$ ) para utilización simultánea, tan pronto lo justifique la demanda de tráfico. Además posiblemente sería necesario disponer de un tercer satélite de reserva en tierra o en órbita, para dar mayor confiabilidad al sistema.

b) Estaciones TTC&M

Este subsistema debe asegurar no solo las condiciones de funcionamiento estable de los satélites en sus posiciones orbitales definitivas, sino además las condiciones críticas que se presentan en la órbita de transferencia (órbita preliminar del satélite después del lanzamiento hasta llegar a la órbita definitiva).

Para la etapa cuando los satélites están en un mismo punto orbital, se requiere dos estaciones TTC&M, funcionando una como primaria y la otra cuando haya interrupciones en la primera. La localización de estas estaciones dependerá de la ubicación orbital de los satélites y de los acuerdos a que se llegue entre los países. El Centro de Control de los Satélites (SCC) podrá instalarse junto a la estación primaria.

c) Lanzadores

Al presente se dispone de dos alternativas básicas para el lanzamiento de los satélites: el transbordador espacial de la NASA y el cohete ARIANE europeo.

El primero ya ha colocado en órbita de transferencia cargas comerciales mediante los orbitadores Columbia y Challenger, el lanzador ARIANE en su último vuelo promocional (No. 8), puso directamente en órbita geoestacionaria un satélite

INTELSAT V con todo éxito.

Si se adopta un sistema de dos satélites (primario y de reserva) en órbita, deberá determinarse el plazo más propicio para el segundo lanzamiento, según la disponibilidad de cupos en los lanzadores en funcionamiento inicial de satélite primario y la operación prevista.

### 3.5.2 Segmento Terreno

El segmento terreno del sistema regional se verá grandemente beneficiado por la posibilidad de disponer de potencias mayores que las que se obtienen de satélites no diseñados específicamente para la región. En el cuadro 3.4, se resumen las características de los cinco tipos de estaciones que podrían normalizarse para el segmento terreno del SATs.

DESCRIP.	UNIDAD	I	II	III	IV	V
Diámetro	m	11.0	7.5	6.1	4,5	3,0
G/T	dB/k	29,9	26,6	24,9	21,8	17,4
LNA	k	80	80	80	90	120
GANANCIA						
TX	dB	54,2	50,8	49,1	46,4	42,9
RX	dB	50,6	47,3	45,5	42,9	39,4
HPA	W	400	100	40	5cb	---
	TIPO	TWT	TWT	TWT	SSA	---
Sistema de Seguimien	---	Por Pasos	Manual	Manual	Manual	Manual
Energía Primaria	---	Motor Generad.	Motor Generad.	Motor Generad.	M.G.ó Celdas So lares	Celdas Solares
Eficiencia de antena	---	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Polarizac.	---	Lineal/ Circular	Lineal/ Circular	Lineal/ Circular	Lineal/ Circular	Lineal/ Circular

CUADRO 3.4

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA ESTACIONES  
TERRENAS TIPOS I, II, III, IV y V

# C A P I T U L O I V

## ESTUDIO ECONOMICO

### 4.1 COSTOS DEL SEGMENTO ESPACIAL

En los costos del segmento espacial deberán ser analizados los diferentes sistemas por separado:

#### 4.1.1 Cargos del Segmento Espacial para SCPC Internacional

##### TARIFAS

##### A) Servicios a tiempo completo

##### a.1) Definición de una unidad de utilización

La unidad de utilización es la medida que corresponda de acuerdo con la adjudicación por INTELSAT de capacidad del segmento espacial, al uso de dicha capacidad para establecer un extremo de un circuito bidireccional de 4 KHz, con el fin de proporcionar una calidad de servicio acorde con las recomendaciones correspondientes del CCITT/CCIR mediante:

- ( i ) Acceso a un satélite en la modalidad FDM/FM multicanal, y
- (ii ) Una estación terrena que tenga una G/T igual o superior a  $40.7 + 20 \log f/4$  (dB/k) en que f es la frecuencia en GHz (estación normalizada tipo A).

Este tipo de circuito también se podrá utilizar para transmitir telegrafía de frecuencia vocal, telegrafía, facsímil y señales de datos.

##### a.2) Cargos por unidad de utilización

A partir del 1ro de enero de 1981, el cargo es de US\$ 390 por mes.

a.3) Fracciones de mes

Para calcular el cargo correspondiente a una fracción de mes, se considera que cada mes tiene 30 días.

B) Circuitos PCM/PSK preasignados de portadoras monocanal

b.1) Circuito bidireccional

El cargo para cada extremo de un circuito bidireccional de punto a punto para el servicio de voz o datos que use capacidad de segmento espacial INTELSAT mediante:

(i) La modulación SCPC/PSK con un régimen nominal de transmisión de hasta 64 kilobitios por segundo, y

(ii) Una Estación Terrena con un G/T igual o superior a  $40.7 + 20 \log f / 4$  (dB°K).

(f frecuencia en GHz).

es equivalente a una unidad de utilización.

b.2) Circuito unidireccional

El cargo para cada extremo de un circuito unidireccional de punto a punto a tiempo completo SCPC/PSK, es equivalente a media unidad de utilización.

C). Servicios de Uso Ocasional de Televisión

Por decisión de la Junta de Gobernadores a partir del 1 de enero de 1981 el cargo aplicable a la capacidad de un satélite INTELSAT (IV, IV-A o V) necesario para establecer medio canal de video de

televisión asignado sobre una base ocasional, es de US\$ 8.00 por minuto, con un mínimo de 10 minutos y no se aplicará un cargo adicional por los servicios de audio asociado.

D) Actualmente INTELSAT reconoce un cargo de 1.5 veces el cargo por unidad de utilización de estaciones tipo B.

#### 4.1.2 Cargos del Sistema Vista

##### Costos del Segmento Espacial

Las tarifas para el servicio VISTA fueron establecidas en diciembre de 1983. Para canal de voz ellas son:

Servicio sujeto a interrupción

US\$ 265 por mes o US\$ 3180 por año

Servicio sin interrupción

US\$ 525 por mes o US\$ 6300 por año.

INTELSAT dispone que para el uso de estaciones no normalizadas, la utilización de capacidad del segmento espacial alquilada por unidad, será facturada en multiples de las tarifas que se apliquen a usos similares por estaciones terrenas normalizadas.

Estos factores de reajuste tarifario se determinarán caso por caso, tomando en cuenta las características de la estación terrena y el servicio que preste.

Para el servicio Vista Televisión los reajustes tarifarios establecidos hasta la fecha son los siguientes:

<u>G/T de la Estación</u>	<u>Factor de reajuste Tarifario</u>
31.7	2.5
25.7	10.0

4.1.3 Cargos de Arrendamiento a INTELSAT

- INTELSAT presenta los cargos anuales de segmento espacial correspondientes a asignaciones por cinco años sujetas a interrupciones para servicios nacionales así:

S A T E L I T E I N T E L S A T V y V-A  
 --- T R A N S P O N D E D O R E S E N 6 G H z ---

ANCHO DE BANDA	HAZ GLOBAL ALQUIL.	HAZ HEMISFERICO O TRANSP. 9	O DE ZONA TODOS LOS DEMAS
9 MHz	US\$ 150.000	US\$ 180	US\$ 150.000
18 MHz	" 300.000	" 360	" 300.000
36 MHz	" 600.000	" 720	" 600.000
72 MHz	Disponible según el caso individual.	No disponible	" 1'200.000

- Para el cargo de segmento espacial para asignaciones de corto plazo sujetas a interrupción para servicios nacionales se tiene:  
 ( se supone un haz global de INTELSAT para V o V-A)

ANCHO DE BANDA ALQUILADA.	CARGOS POR LOS PRIMEROS TRES MESES	CARGOS POR LA PRORROGA MENSUAL
9 MHz	US\$ 76.875	US\$ 20.625
18 MHz	" 153.750	" 41.250
36 MHz	" 307.500	" 82.500

- Para el satélite V-A modificado se tiene:
  - El costo de alquiler anual  
 (transpondedor de 36 MHz) US\$ 795.000  
 (Incluye costos de seguro y servicios de telemetría y control TT&C)

Si se alquilan tres o más transpondedores, los costos bajan a 750.000 dólares por transpondedor por año.

4.1.4 Cargos por Compra de Transpondedores a PanAmSat

La organización PanAmSat está ofreciendo a los Países de la Subregión, capacidad espacial para cubrir las necesidades domésticas en servicios de telefonía, televisión, datos, télex, etc., además de servicio de televisión internacional. Estos servicios serán prestados en una primera etapa con el Satélite WESTAR VI (Satélite recuperado que esta organización piensa adquirir modificándolo para adaptarlo a las necesidades de la subregión, lo que además le permitirá a la mencionada organización PanAmSat adelantar sus planes con relación a su propio diseño satelital en dos años).

Segmento Espacial PanAmSat

a) Período de utilización	9 años	
b) Tasa de Interés	12% anual	
c) Inversión inicial (transpondedor de 36 MHz)	6.0 MILLONES DOLARES	
d) Costo anual por servicio de (TT&C por transpondedor	100.000	DOLARES
e) Costo anual de 1 Transpond.	1'126.070	DOLARES
f) Número de canales de TV por transpondedor	DOS ( 2 )	
g) Objetivo de calidad de la señal de video:	S/N= 43.3 dB	

La oferta presentada por la Empresa TELESAT de Canadá a ASETA para uso del mismo satélite WESTAR VI recuperado garantiza una vida útil de 8 años.

4.1.5 Cargos por participapación en el Satélite"CONDOR"

1. Satélite de 24 Transpondedores

a) Costos de Inversión

Para este caso específico, el costo total promedio de un sistema regional de satélite puesto en órbita y su red de control se estima en US\$ 210 millones (Precio 1982).

En el cuadro 4.1 se presentan los costos del sistema trasladados al año 1987, año en el cual, de acuerdo con el cronograma se firmarían los contratos de adquisición de los satélites, servicio de lanzamiento y asesoría.

CUADRO 4.1

COSTOS DE INVERSION  
(en millones de dólares de 1987)\*

CONCEPTO	COSTO	%
SATELITES	138.0	53
RED DE CÒNTROL	31.0	12
LANZADORES	65.0	25
SEGUROS	13.0	5
ASESORIA	13.0	5
SUBTOTAL	260.0	100
INTERESES PREOPERATIVOS	49.2	
GRAN TOTAL	309.2	

\* Se trasladaron costos de 1982 a 1987 tomando una tasa de inflación en dólares del 10% anual. Los costos para el país son el 8% del gran

total de acuerdo a la participación que tiene ASETA.

En el cuadro 4.2 se presentan los desembolsos anuales (inversiones) requeridos para poner en funcionamiento el sistema a principios de 1991. También se consideran los intereses pre-operativos (1987-1990) a ser pagados a las entidades financieras por los montos desembolsados (vida útil del satélite mínima 10 años).

CUADRO 4.2  
CUADRO DE INVERSIONES  
(en millones de dólares)

CONCEPTO	1987	1988	1989	1990	1991-2000	TOTAL
SATELITE Y RED DE CONTROL	41.6	49.4	44.2	18.2	15.6	169.0
LANZAMIENTO	5.2	20.8	20.8	18.2	--	65.0
SEGUROS	--	--	2.6	2.6	--	13.0
ASESORIA	2.6	5.2	2.6	2.6	--	13.0
SUBTOTAL	49.4	75.4	70.2	49.4	15.6	260.0
INTERESES PREOPERATIVOS	0.9	6.8	16.7	24.8	---	49.2
GRAN TOTAL	50.3	82.2	86.9	74.2	15.6	309.2
INVERSIONES PARA EL PAIS AL 8%	4.02	6.58	6.95	5.94	1.25	24.72

Satélite de 12 Transpondedores (2)

a) Costos de Inversión

Los costos que se señalan son preliminares y constituyen un punto de partida que permite realizar una comparación general con las otras alternativas propuestas.

El precio estimado de los satélites en órbita incluido el apoyo de lanzamiento e incrementos se muestra en el cuadro 4.3, precios trasladados de 1984 a 1987.

CUADRO 4.3  
COSTOS DE INVERSION  
(en millones de US\$)

CONCEPTO	COSTO	%
SATELITES (2)	75.0	50
RED DE CONTROL	31.0	20
LANZADORES	18.0	12
SEGUROS	10.0	7
ASESORIA	10.0	7
AJUSTE PRECIOS	6.0	4
SUBTOTAL	150.0	100
INTERESES PREOPERATIVOS	18.0	
TOTAL	168.0	

CUADRO 4.4  
CRONOGRAMA DE INVERSIONES  
(en millones de dólares)

CONCEPTO	1987	1988	1989	1990	1990-1997	TOTAL
MONTO TOTAL INVERSION	28.5	43.5	40.5	28.5	9.0	150.0
INTERESES PREOPERATIV.	0.3	3.4	6.2	8.1	--	18.0
GRAN TOTAL	28.8	46.9	46.7	36.6	9.0	168.0
INVERSIONES PARA EL PAIS 8%	2.3	3.75	3.74	2.93	0.72	13.44

En los dos casos no están contemplados los costos de Telemetría y Telemando TT&C.

4.2 COSTOS POR SEGMENTO TERRENO

Los costos del segmento terreno deberán ser analizados de acuerdo a las características técnicas de las mismas.

4.2.1 Análisis de costos del sistema de Antena

El parámetro que más afecta en la determinación del costo de un segmento terrestre es la figura de mérito (G/T). Para optimizar el mismo se debe tomar en cuenta los siguientes valores:

- ganancia de antena
- eficiencia y tolerancia de la superficie
- necesidades de rastreo
- temperatura del Receptor de Bajo Ruido

Costos de Antena

Para antenas pequeñas de 10 a 11 m. de diámetro, se tiene que el costo de la antena está expresado por la siguiente fórmula:

$$\text{COSTO DE ANTENA (4 GHz) (US\$)} = 0.6 \exp(0.51D(\text{metros})) \quad (4-1)$$

Este costo incluye el subreflector y el alimentador respectivo a continuación se presenta el cuadro 4.5 de costos típicos para antenas para una eficiencia de 0.6 y el incremento de costo que se produce si se quiere aumentar la eficiencia de la ganancia en 0.5; y 1.5 dB.

El incremento del costo a:

$$\text{Incremento costo 4 GHz (US\$)} = 0.6 \exp(1.572 \times 10^{-2} (\delta G)^{0.5} - \exp(1.572 \times 10^{-2} G^{0.5})) \quad (4-2)$$

dónde

$$\delta = 10^{\frac{A(\text{dB})}{10}}, \text{ A es la ganancia adicional que se requiere.}$$

CUADRO 4.5  
 COSTOS DE ANTENA A 4 GHz  
 (en miles de dólares)

DIAMETRO ANTENAS	GANANCIA (dB)	COSTO US\$	INCREMENTO DE COSTOS (US\$) PARA PRODUCIR GANANCIA ADICION		
			0.5dB	1.0dB	1.5dB
3.0	39.8	2.8	0.3	0.6	1.0
3.5	41.1	3.6	0.4	0.8	1.4
4.0	42.3	4.6	0.7	1.4	1.2
4.5	43.3	6.0	0.8	1.9	3.2
5.0	44.2	7.7	1.2	2.8	4.7
5.5	45.0	10	1.6	3.8	6.6
6.0	45.8	13	2.4	5.7	9.9
6.5	46.5	17	3.3	8.0	14
7.0	47.1	21	5.0	11.6	20
8.0	48.3	35	10.6	23.9	42
9.0	49.3	59	18.3	44.0	80
10	50.2	98	33.3	82.7	155

4.2.2 Optimización del Costo de la Figura de Mérito (G/T).

El costo de la figura de mérito se deriva del costo de la antena y del costo del receptor de bajo ruido, con las tecnologías actuales se consiguen amplificadores de bajo ruido a GASFET de estado sólido, con una temperatura de ruido equivalente de 100 k para 4 GHz y de 300 k para 12 GHz con un costo moderado que varía entre 1 y 2 mil dólares por unidad no redundante, se puede conseguir temperaturas de ruido de 70 k a 4 GHz y 150 k a 12 GHz, pero se requiere que el sistema sea termoelectricamente enfriado, pero los costos aumentan a unos 10 o 15 mil dólares.

Si se aumenta la contribución del ruido térmico del sistema de antena incluido el alimentador que es de

70° k, para mejorar en el factor G/T 0.9 dB se tiene un incremento de 10 mil dólares el cual puede ser fácilmente compensado incrementando el diámetro de la antena.

Es recomendable que para antenas pequeñas se necesita aumentar la dimensión de la antena y cuando son antenas grandes disminuir el ruido térmico del receptor.

A continuación vemos el cuadro 4.6, que nos muestra el costo de G/T.

CUADRO 4.6  
COSTO DE G/T  
(en miles de dólares)

DIAMETRO DE LA ANTENA (m)	4 GHz		
	TEMPERATURA DE LNA (dB °k)	G/T CIELO DESPEJ. (dB°k)	G/T COSTO (US\$)
3.0	22.6	17.2	4.8
3.5		18.5	5.6
4.0		19.7	6.6
4.5		20.7	8.0
5.0		21.6	9.7
5.5		22.4	12.0
6.0		23.2	15.0
6.5		23.9	19.0
7.0	21.7	25.4	33.0
8.0		26.6	47.0
9.0		27.6	71.0
10.0		28.5	110.0

#### 4.2.3 Análisis de Costos de los sistemas con rastreo automático

Debido al ancho del lóbulo de radiación que se puede definir de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$\theta_{Hp} \text{ (}^\circ\text{)} = \frac{70 \lambda}{D} \quad (4-3)$$

y de acuerdo a la estabilidad de los satélites modernos cuya precisión en órbita es  $0.01^\circ$ , se tiene que el tamaño máximo de una antena, sin que se pierda el apuntamiento, es de 7.6 m a 4 GHz.

Por eso para antenas mayores de 7.6 m se requiere contar con un sistema automático de rastreo el mismo que tiene un costo aproximado de 30% con relación a la antena, siendo su costo mínimo de aproximadamente de US\$ 10 mil dólares, que incluye motores, unidades de control y receptores incrementándose el costo de una manera substancial para antenas cuyo diámetro supera los 13 m..

#### 4.2.4 Costos en Subsistemas de Transmisión

Para evaluar el costo del sistema transmisor, es necesario analizar el p.i.r.e. de radiación de la estación terrena, el cual puede ser determinado en base a los parámetros de los satélites.

$$S = (P_t + G_t)_s - L_p \quad (4-4)$$

Los costos de los amplificadores de (HPA) dependen especialmente de su potencia, habiendo en el mercado de 10 a 1 mil vatios para tubos de onda viajera.

Existen también otras tecnologías para los HPA, tales como utilización de Klystrons y de estado sólido.

El klystron puede reemplazar a los tubos de onda viajera con un costo aproximado de la tercera parte, pero sus limitaciones en el ancho de banda lo hacen aplicable para el caso de transmitir una sola portadora.

Para potencias menores que 5 vatios existen amplificadores de estado sólido.

Además del costo del HPA, se tiene que en el sistema de transmisión existe un costo fijo por filtros, guías de onda, aisladores direccionales, elementos de acoplamiento, transductores ortogonales, que representan un costo de aproximadamente US\$ 10.000.

Por otra parte se tiene que el costo de un HPA para la banda de 6 GHz está dado por la siguiente fórmula:

$$C_6 = 5.25 \times p_0.43 \quad (4-5)$$

Donde:

C= costo en miles de dólares

P= Unidades de la misma serie

#### 4.2.5 OPTIMIZACION DE LOS COSTOS DEL p.i.r.e.

El elevado costo de los HPA, hace necesario que se realice un estudio para optimizar el pi.r.e. radiado especialmente para antenas pequeñas.

De las fórmulas (4-4) y (4-5) se puede decir que el costo del HPA es dado por

$$C_{HPA} = 5.25 \times 10^{0.043 (p.i.r.e._E - G(dB) - (ldB)^*)} \quad (4-6)$$

\* (pérdidas del alimentador).

Entonces el costo del p.i.r.e. puede ser expresado por:

$$C_{pi.r.e.} = C_{HPA} + C_A \quad (4-7)$$

De lo visto anteriormente se puede decir que el costo para incrementar 1dB en la ganancia de antena es igual a 10 veces el costo del incremento del HPA.

A continuación tenemos el cuadro 4.7 con el modelo de costos del HPA.

CUADRO 4.7  
MODELO DE COSTOS DEL HPA  
(en miles de dólares)

BANDA DE OPERACION POTENCIA EN VATIOS (HPA)	6' GHz	
	COSTO REDUNDANTE DEL HPA (US\$)	COSTO DE HPA Y ACOMPLAMIENTO US\$
10	14.1	29.1
20	19.0	34.0
40	25.0	40.6
75	33.6	48.6
125	41.8	56.8
250	56.4	71.4
400	69.0	84.0
700	87.7	102.7
1500	121.8	136.8
3000	164.0	179.0

#### 4.2.6 Costos de Equipo de Comunicación de Tierra

El costo del equipo de comunicación de tierra depende del tipo de modulación y técnicas de acceso y puede ser resumido en la siguiente fórmula:

$$C = a + bN \quad (4-8)$$

donde:

C= costo del equipo

a= costo del equipo común para todos los canales

b= costo para cada unidad de canal

N= número de canales en el mismo paquete

- Costos para recibir TV solamente

Los costos depende de la complejidad del sistema

de recepción y está incluido los filtros de IF, los amplificadores de IF, las unidades de extensión de umbral, demoduladores, amplificadores de Banda Base, convertidores descendentes y los demoduladores de audio y su costo varía entre unos 15 a 40 mil dólares.

- El costo de un sistema de transmisión de TV con un equipo muy similar pero en el sentido ascendente al de recepción puede variar entre 25 a 50 mil.
- Costos de unidad SCPC, los mismos están determinados por la siguiente fórmula:

$$C_{SCPC/FM} = 40 + 7N \quad (\text{miles de dólares}) \quad (4-9)$$

donde

N= número de circuitos

incluidos en los 40.000 dólares está el rack, los conectores el equipo común como son fuentes de poder, generadores de piloto, control automático de frecuencia, osciladores maestros, combinadores y divisores de RF, etc.

- Costos para un SCPC/PCM

Están dados por la siguiente fórmula:

$$C_{SCPC/PCM} = 40 + 9.5 N \quad (\text{miles de dólares}) \quad (4-10)$$

Con las mismas consideraciones anteriores.

#### 4.2.7 SISTEMA DE NO INTERRUPCION

Para antenas grandes o "maestras" se requieren sistemas de no interrupción de energía cuyo costo varía de acuerdo a la potencia y al grado de redundancia que se requiera.

El costo de los motogeneradores está aproximadamente entre 60 y 100 dólares el KVA..

- El costo de los inversores es aproximadamente de 1.500 dólares por KW.

4.3 EVALUACION ECONOMICA

Para realizar una inversión económica es necesario analizar entre otras cosas los costos de inversión para cada sistema:

4.3.1 INVERSIONES PARA EL SISTEMA INTERNACIONAL

Partiendo de la implementación del proyecto Galápagos, que es el único plan concreto que tiene el IETEL con respecto a las comunicaciones vía satélite, y teniendo en cuenta que solamente se requiere instalar una estación standard B en las Islas, y que en la actualidad se cuentan con el equipo necesario en la estación terrena standard A (Quito), será necesario realizar una inversión de las diferentes partes de los equipos como se puede ver en el cuadro 4.8.

SISTEMAS	COSTO US\$	COSTO S/. SUCRES
ANTENA	700.000	
S. DE RASTREO	210.000	
LNR	30.000	
HPA	60.000	
EQUIP. COMUN	40.000	
12 CANALES SCPC	154.000	
FUERZA	150.000	
INSTALACION	120.000	
OBRAS CIVILES		11'000.000
TOTALES	1'464.000	11'000.000

CUADRO 4.8

INVERSIONES PARA UNA ESTACION STANDARD "B"

De estos rubros calculamos el valor presente:

Tomando en cuenta que la vida útil de la antena es de un promedio de 15 años, de los equipos de 10 años y de las obras civiles de 25 años.

El "prime" o interés internacional es de 12%, para los componentes en dólares y que el interés para los componentes en sucres es del 18%.

Se calcula el valor presente de los componentes en dólares (el cálculo se puede ver en el Glosario de Fórmulas)

SISTEMA	VALOR PRESENTE US\$ ANUAL	VALOR PRESENTE US\$ MENSUAL
ANTENA	102.774	8.564
EQUIPOS	<u>135.212</u>	<u>11.267</u>
Vp TOTAL ANUAL=	237.986	Vp.TOTAL MENS. 19.832

- Los costos por arrendamiento de canal SCPC bidireccional pueden resumirse de acuerdo a la siguiente relación:

$$\text{COSTO ARRENDAM. (SCPC) Bid.} = 390 (F1-F2) \text{ US\$} \quad (4-9)$$

donde F1 y F2 son factores de reajuste tarifario de INTELSAT.

F1= 1 para Antena standard A

F2= 1.5 para Antena standard B

por lo que:

$$\text{COSTO ARRENDAMIENTO (SCPC) Bid.} = 975 \text{ US\$}$$

- El arrendamiento de canales adicionales SCPC para la misma antena tendrá un valor incremental de 9.500 dólares por cada canal cuyo valor presente bidireccional es de US\$ 280,00 dólares, esto se incrementa a partir del canal No.13 en adelante.

Los componentes en sucres están conformados también por costo de operación y combustible más los costos de Obras Civiles.

Costo de operación se resumen así:

CUADRO No. 4.8 a

PERSONAL	SUELDO MENSUAL C/U S/.	TOTAL COSTO MENSUAL S/.
1 JEFE	50.000	50.000
5 TECNOLOGOS	20.000	100.000
3 OPERADORES	15.000	45.000
2 AUXILIARES	13.500	27.000
TOTALES	98.000	222.000

El costo total por personal es de S/. 222.000, multiplicando por el factor de situación geográfica (1.5) y que en IETEL se reciben 18 sueldos mensuales, se tiene que el costo anual por personal sería de S/. 5'994.000,00 sucres.

- Gastos de combustibles= S/ 1'000.000 sucres anuales.

El valor presente de Obras Civiles= S/ 2'012.120

$$\begin{aligned} \text{Valor presente TOTAL} &= V_p \text{ OB.C.} + \text{Costo Oper. anual} \\ & \text{(S/.) ANUAL} \\ & = \text{S/}. 9'006.120 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Valor presente TOTAL} &= \text{S/}. 750.510 \\ & \text{(S/.) MENSUAL} \end{aligned}$$

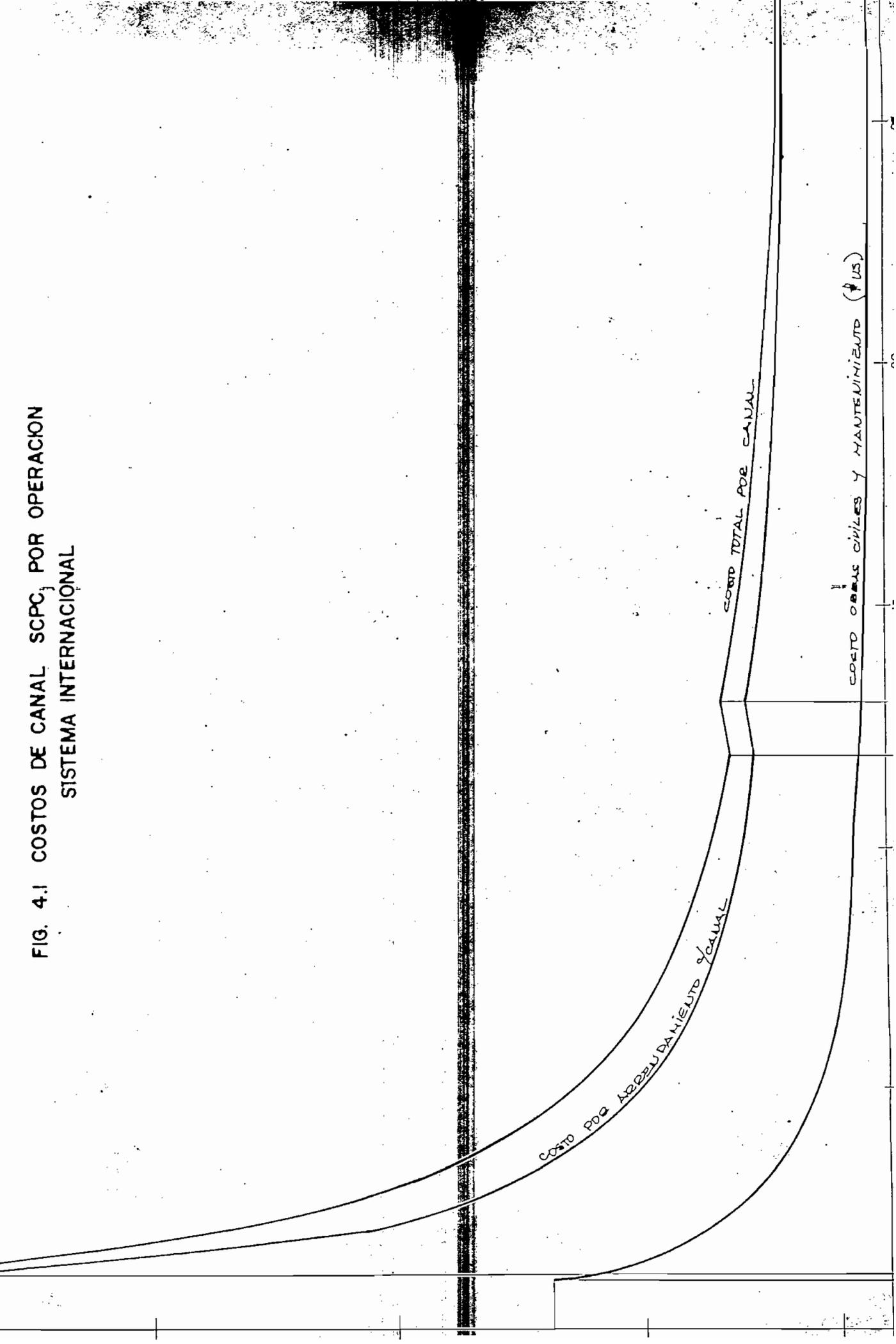
Con los datos calculados tenemos el siguiente cuadro (4.9) del costo mensual por cada circuito SCPC.

A continuación vemos la figura 4.1 de Costos de Canal SCPC por Operación en el Sistema Internacional

#### 4.3.2 INVERSIONES PARA EL SISTEMA VISTA

Como se explicó anteriormente, para el sistema VISTA, es necesario instalar una estación maestra D-2 en el Continente y dos estaciones remotas D-1 en Galápagos. Pero para comenzar el sistema en el país, se puede

FIG. 4.1 COSTOS DE CANAL SCPC<sub>j</sub> POR OPERACION  
SISTEMA INTERNACIONAL



No. DE CANALES SCPC	COMPONENTES EN US\$		COMPONENTES EN S/.		
	V P MENSUAL COMPONENTE EN DOLARES	COSTO POR ARRENDAM. US\$975	V P MENSUAL COMPONENTE SUCRES	V P MENSUAL EN DOLARES	COSTO TOTAL POR CANAL US\$
1	19832	20807	750510	6822	27629
2	9916	10891	375255	3411	14302
3	6610	7585	250170	2274	9859
4	4958	5933	187627	1705	8207
5	3966	4941	150102	1364	6305
6	3305	4280	125085	1137	5417
7	2833	3808	107215	974	4782
8	2479	3454	93813	852	4306
9	2203	3178	83390	758	3936
10	1983	2958	75051	682	3640
11	1802	2777	68228	620	3397
12	1652	2627	62542	568	3195
13	1805	2780	57731	524	3304
14	1696	2671	53607	487	3158
15	1602	2577	50034	454	3031
16	1519	2494	46906	426	2920
17	1446	2421	44147	401	2822
18	1381	2356	41695	379	2735
19	1323	2298	39500	359	2657
20	1271	2246	37525	341	2587
40	775	1750	18762	170	1920

CUADRO 4.9

COSTOS MENSUALES POR CADA CANAL SCPC  
EN EL SISTEMA INTERNACIONAL

instalar dos estaciones remotas más en zonas apartadas como por ejemplo en el Oriente. En el cuadro 4.10 podemos ver los costos de inversión del Sistema VISTA.

SISTEMAS \ ANTENAS	STANDARD D-2	STANDARD D-1	VALOR S/. SUCRES
	VALOR US\$	VALOR US\$	
ANTENA	700.000	40.000	
S. RASTREO	210.000	---	
LNR	30.000	20.000	
HPA	60.000	80.000	
EQUIP. COMUN	40.000	160.000	
CANALES SCPC	124.000	244.000	
FUERZA	150.000	100.000	
INSTALACION	120.000	32.000	
OBRAS CIVILES			15'000.000
TOTALES	1'434.000	676.000	15'000.000

CUADRO 4.10  
COSTOS DE INVERSION PARA UN SISTEMA VISTA

Tenemos las mismas consideraciones que las del caso anterior, por lo que el valor presente será:

Valor presente Antenas (4 D-1 y D-2) = 108.648,00 US\$

Valor presente Equipos = 242.462,00 US\$

Valor presente TOTAL Anual = 351.110,00 US\$

Valor presente TOTAL Mensual = 29.259,00 US\$

El valor presente del costo por arrendamiento de un canal SCPC VISTA es de:

Vp (SCPC) Bidireccional = 530,00 US\$ con interrupciones

Vp (SCPC) Bidireccional = 1050,00 US\$ sin interrupciones

El valor presente para incrementar un canal SCPC/FM

a partir del No.13, cuyo costo aproximado es de 7.000 dólares, es de US\$ 206,00 mensuales.

El valor de Obras Civiles es alrededor de 15'000.000 de sucres, por todas las construcciones a realizarse. Los costos de operación y mantenimiento del sistema VISTA son similares a los del Servicio Internacional por lo tanto:

El valor presente total de la componente en sucres será:

$$Vp_T \text{ Anual} = S/8'636.500,00 \text{ sucres}; Vp_T \text{ Mensual} = S/719.708$$

A continuación tenemos el cuadro 4.11 en el que podemos ver el costo total de los canales SCPC mensualmente, en el Sistema Vista.

Con estos resultados obtenemos la figura 4.2, costos de Inversión Mensual total por circuitos vs. incremento del número de canales para el sistema VISTA.

Si se integra una estación remota o más, se debe incrementar el porcentaje respectivo del costo de la estación remota y el incremento del costo de los canales SCPC de esa o esas estaciones.

#### 4.3.3 INVERSIONES PARA EL SISTEMA DOMSAT

Para el efecto de análisis de este sistema DOMSAT, tomamos tres servicios que se pueden comparar entre sí y que son: CONDOR, INTELSAT V-A MODIFICADO y PANAMSAT.

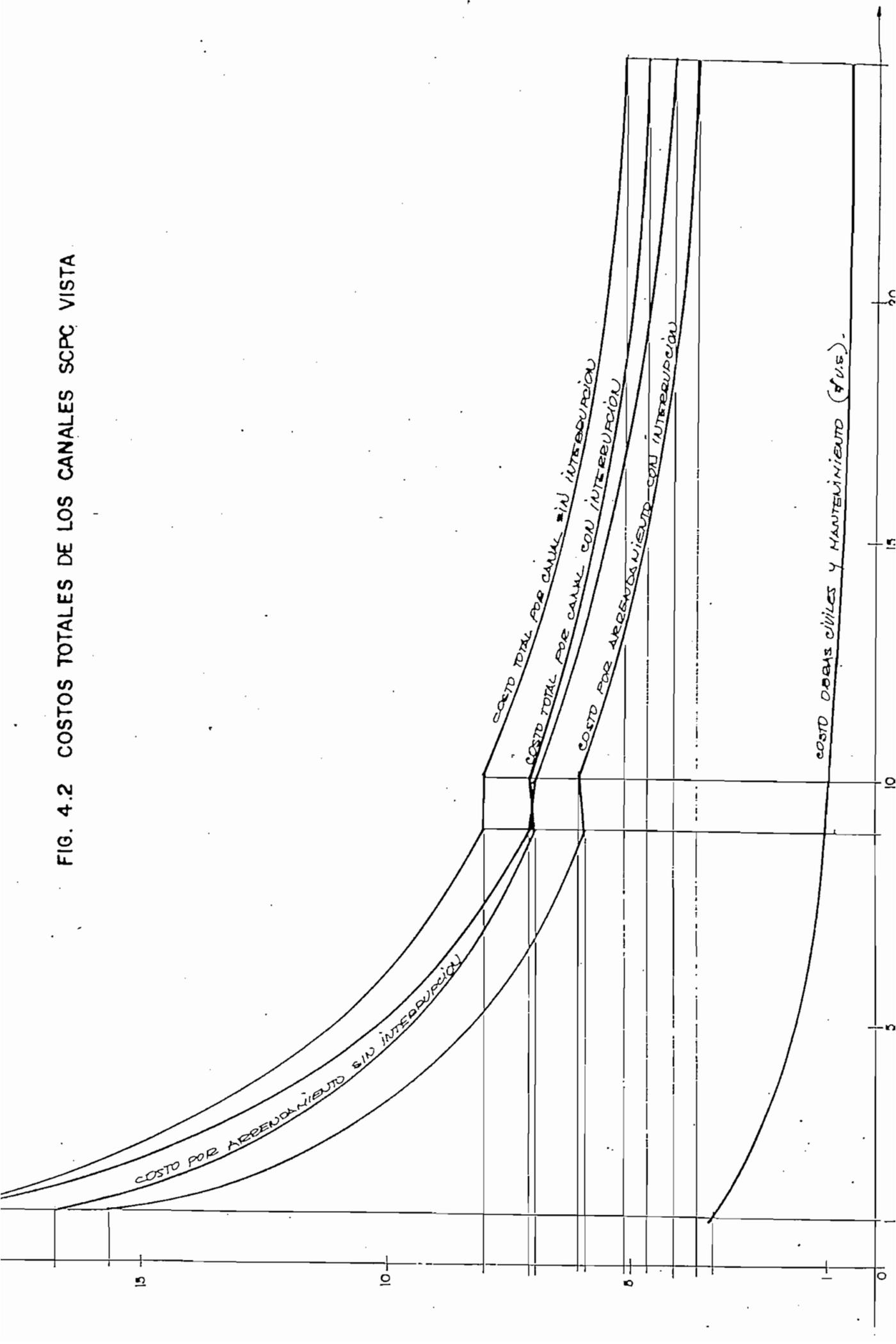
Para el análisis se ha determinado la siguiente red compuesta de dos estaciones maestras, con 39 estaciones remotas y 83 canales de servicio (figura 3.7)

No. DE CIRCUITOS SCPC	Vp MENSUAL COMPONENTE DOLARES (US\$)	COSTO POR ARRENDAM. CON INTERR (US\$)	COSTO POR ARRENDAM. SIN INTERR. (US\$)	COSTO VPT MENSUAL SUCRES (S/.)	CONVERSION A DOLARES (US\$)	COSTO TOTAL POR CANAL CON INTERR(\$)(US\$)	COSTO TOTAL POR CANAL SIN INTERRP (\$)(US\$)
4	7314	7844	8364	179927	1635	9479	9999
5	5851	6381	6901	143941	1308	7689	8209
6	4876	5406	5926	119951	1090	6496	7016
7	4179	4709	5229	102815	934	5643	6163
8	3657	4187	4707	89963	817	5004	5524
9	3251	3781	4301	79967	726	4507	5027
10	2925	3455	3975	71970	654	4109	4629
11	2659	3189	3709	65428	594	3783	4303
12	2438	2968	3488	59975	545	3513	4033
13	2456	2986	3506	55362	503	3489	4009
14	2295	2895	3345	51407	467	3292	3812
15	2156	2686	3206	47980	436	3122	3642
16	2034	2564	3084	44981	408	2972	3492
17	1927	2457	2977	42335	384	2841	3361
18	1831	2361	2881	39983	363	2724	3201
19	1745	2275	2795	37879	344	2619	3139
20	1668	2198	2718	35985	327	2525	3045
40	937	1467	1987	17992	163	1630	2150

CUADRO 4.11

COSTOS TOTALES DE LOS CANALES SCPC VISTA

FIG. 4.2 COSTOS TOTALES DE LOS CANALES SCPC VISTA



COSTO OBRAS CIVILES Y MANTENIMIENTO (\$ U.S.).

- Servicio Cóndor

A continuación tenemos el cuadro 4.12, en el que nos muestra las inversiones del segmento terreno de la siguiente manera:

TIPOS ANTENAS SISTEMAS #	MAESTRAS # 2 11 MTRS	DE	DE	DE
		4 CANALES	2 CANALES	1 CANAL
		TIPO II # 8 7.0 MTRS	TIPO III # 20 5.0 MTRS	TIPO IV # 11 3.0 MTRS
ANTENA	1'400.000	1'600.000	800.000	110.000
S. RASTREO	420.000	480.000	---	---
LNR	60.000	80.000	40.000	22.000
HPA	120.000	160.000	100.000	55.000
EQUIP.COMUN	80.000	320.000	800.000	440.000
CANALES SCPC	621.000	544.000	1'080.000	517.000
FUERZA	300.000	800.000	100.000	100.000
MONTAJE	240.000	256.000	100.000	100.000
TOTAL (US\$)	3'241.000	4'240.000	3'020.000	1'344.000
O.CIVILES (S/)	20'000.000	8'000.000	20'000.000	2'200.000

CUADRO 4.12

INVERSIONES SEGMENTO TERRENO SERVICIO CONDOR

Tomando el valor presente de la componente en dólares tenemos:

Valor presente Antenas = 574.066,00 US\$;  
ANUAL

Valor presente Antenas = 47.838,00 US\$  
MENSUAL

Valor presente Equipos = 1'404.336,00 US\$;  
ANUAL

Valor presente Equipos = 117.028,00 US\$  
MENSUAL

Vp TOTAL= 1'978.402,00 US\$; VpTOTAL= 164.866,00 US\$  
ANUAL (US\$) MENSUAL (US\$)

No se tomará en cuenta, cargos por operación, ya que se necesitaría una estructura grande de personal, así como de una unidad ejecutora, lo cual no posee IETEL al momento.

Por lo tanto el valor presente del componente en sucres será:

Vp ANUAL(S/.)= 9'184.090,00; Vp.MENSUAL(S/.)= 765.340,00

Este valor presente en sucres convertimos a dólares:

Vp O.C. (US\$)= 6.957,00

Sumando todos los valores presentes mensuales tenemos el valor presente total:

VpTOTAL (US\$)MENSUAL= 171.823 (segmento terreno)

- Costos del Segmento Espacial

Tomando en cuenta que la participación del Ecuador en el Proyecto CONDOR es del 8% por ser país de menor desarrollo relativo, deberá pagar lo siguiente:

Costos para un satélite de 24 transpondedores=  
US\$ 24'496.000,00

Costos para un satélite de 12 transpondedores=  
US\$ 13'440.000,00

cuyos valores presentes para 10 años de vida útil son:

Vp(24 Txp)ANUAL= 4'055.245 US\$; Vp(24 Txp)MENS.= 337.937 US\$

Vp(12 Txp)ANUAL= 2'243.270 US\$; Vp(12 Txp)MENS.= 186.939 US\$

Vp TOTAL= Vp SEGMENTO TERRENO + Vp SEGMENTO ESPACIAL

Para (24 Txp) Vp TOTAL MENSUAL= 509.760 US\$

Para (12 Txp) Vp TOTAL MENSUAL= 358.760 US\$

Tomando solamente en cuenta la utilización de canales que se deberá dar (83 x 2) canales, se compraría 1/4 de transpondedor de 36 MHz, para cubrir la demanda del segmento espacial.

Para Satélite 24 TXP, Costo  $\frac{1}{4}$  Txp = US\$ 3'220.830

Para Satélite 12 TXP, Costo  $\frac{1}{4}$  Txp = US\$ 3'500.000

cuyo valor presente sería:

$V_p \frac{1}{4}(24 \text{ Txp}) \text{ ANUAL} = 570.022,00$ ;  $V_p \frac{1}{4}(24 \text{ Txp}) \text{ MENS} = \text{US\$ } 47.501$

$V_p \frac{1}{4}(12 \text{ Txp}) \text{ ANUAL} = 619.430,00$ ;  $V_p \frac{1}{4}(12 \text{ Txp}) \text{ MENS} = \text{US\$ } 51.619$

- SERVICIO INTELSAT V-A MODIFICADO

Las condiciones del segmento terrenal, son las mismas que para el servicio CONDOR.

- Los costos por arrendamiento de 1/4 de transpondedor de 10 años de vida útil serían:

COSTO ARRENDAMIENTO ANUAL 1/4 Txp= 198.750 US\$

Vp MENSUAL = 16.562 US\$

Vp TOTAL V-A = 188.385 US\$

A continuación podemos ver el cuadro 4.13 en el que se muestra los costos totales de los canales SCPC de los dos sistemas CONDOR y V-A MODIFICADO .

- SERVICIO PANAMSAT

Para el servicio PANAMSAT tenemos a continuación el cuadro 4.14, en el que se nos muestra las inversiones del segmento terrenal para el mismo diseño de la siguiente manera:

No.DE CANALES SCPC	Vp TOTAL (8%) $\frac{1}{4}$ (12 TXP) US\$	Vp TOTAL (8%) $\frac{1}{4}$ (24 TXP) US\$	Vp 1/4 12 TXP US\$	Vp 1/4 24 TXP US\$	Vp TOTAL (V-A) MODIFICADO US\$
39	9198	13070	5729	5623	4830
40	8969	12744	5586	5483	4709
41	8750	12433	5449	5349	4594
42	8541	12137	5320	5222	4485
43	8343	11854	5196	5100	4381
44	8153	11585	5078	4984	4281
45	7972	11328	4965	4873	4186
46	7799	11081	4857	4767	4085
47	7633	10845	4754	4666	4008
48	7474	10620	4655	4569	3924
49	7321	10403	4560	4476	3844
50	7175	10195	4468	4386	3767
51	7034	9995	4381	4300	3693
52	6899	9803	4296	4217	3622
53	6769	9618	4215	4138	3554
54	6643	9440	4137	4061	3488
55	6522	9268	4062	3987	3425
56	6406	9102	3990	3916	3364
57	6294	8943	3920	3847	3305
58	6185	8788	3852	3781	3248
59	6080	8640	3787	3717	3192
60	5979	8496	3724	3655	3139
61	5881	8356	3662	3595	3088
62	5786	8221	3603	3537	3038
63	5694	8091	3546	3481	2990
64	5605	7965	3491	3426	2898
65	5519	7842	3437	3374	2898
66	5435	7723	3385	3323	2854
67	5354	7608	3334	3273	2811
68	5275	7496	3285	3225	2770
69	5199	7387	3238	3178	2730
70	5125	7282	3192	3133	2691
71	5052	7179	3147	3089	2653
72	4982	7080	3103	3046	2616
73	4914	6983	3060	3004	2580
74	4848	6888	3019	2963	2545
75	4783	6796	2979	2924	2511
76	4720	6707	2940	2885	2478
77	4659	6620	2901	2848	2446
78	4599	6535	2864	2811	2415
79	4541	6452	2828	2776	2384
80	4484	6372	2793	2741	2354
81	4429	6293	2758	2707	2325
82	4375	6216	2724	2674	2297
83	4322	6141	7200	2642	2269

CUADRO 4.13

COSTOS TOTALES CANALES SCPC CONDOR E INTELSAT V-A MODIFICADO

SISTEMAS	TIPOS ANTENAS	MAESTRAS # 2 9 MTRS	DE	DE	DE
			4 CANALES	2 CANALES	1 CANAL
			TIPO II #8 7 MTRS	TIPO III # 20 5 MTRS	TIPO IV #11 3 MTRS
ANTENA		980.000	1'280.000	800.000	110.000
S. RASTREO		295.000	---	---	---
LNR		60.000	80.000	40.000	22.000
HPA		120.000	160.000	100.000	55.000
EQUIP.COMUN		80.000	320.000	800.000	440.000
CANALES SCPC		621.000	544.000	1'080.000	517.000
FUERZA		300.000	800.000	100.000	100.000
MONTAJE		240.000	256.000	100.000	100.000
TOTAL (US\$)		2'696,000	3'440.000	3'020.000	1'344.000
O.CIVILES(S/)		20'000.000	8'000.000	20'000.000	2'200.000

CUADRO 4.14

INVERSIONES SEGMENTO TERRENO PANAMSAT

Tomando el valor presente de la componente en dólares tenemos:

Vp Antenas ANUAL=465.419 US\$; Vp Antenas MENSUAL= 38.784 US\$

Vp Equipos ANUAL=843.309 US\$; Vp Equipos MENSUAL= 70.275 US\$

El valor presente mensual de la componente en sucres es igual al valor del caso anterior, esto es:

Vp O.C.MENSUAL= S/765.340 sucres; en dólares VpO.C.(US\$)= 6.957

Por lo tanto el valor presente TOTAL mensual del segmento terreno será:

Vp TOTAL Seg.Terreno= 116.016 US\$  
MENSUAL

El valor presente ANUAL del Segmento Espacial vistos en el punto 4.1.5 es:

Vp ANUAL (S.ESPACIAL)= 1'126.070 US\$; Vp MENSUAL (S.ESPACIAL)=93.839 US\$

El cuadro 4.15 nos muestra el costo por canal SCPC en este sistema PANAMSAT.

No. CANALES SCPC	Vp TOTAL S. TERRENO	Vp TOTAL S.ESPACIAL	Vp TOTAL (TERR+ESP).
39	2974	2406	5380
40	2900	2345	5246
41	2829	2288	5118
42	2762	2234	4996
43	2698	2182	4880
44	2636	2132	4769
45	2578	2085	4663
46	2522	2039	4562
47	2468	1996	4465
48	2417	1954	4371
49	2367	1915	4282
50	2320	1876	4197
51	2274	1839	4114
52	2231	1804	4035
53	2188	1770	3959
54	2148	1737	3886
55	2109	1706	3815
56	2701	1675	3747
57	2035	1646	3681
58	2000	1617	3618
59	1966	1590	3556
60	1933	1563	3497
61	1901	1538	3440
62	1871	1513	3384
63	1841	1489	3331
64	1812	1466	3278
65	1784	1443	3228
66	1757	1421	3179
67	1731	1400	3132
68	1706	1379	3086
69	1681	1359	3041
70	1657	1340	2997
71	1634	1321	2955
72	1611	1303	2914
73	1589	1285	2874
74	1567	1268	2835
75	1546	1251	2798
76	1526	1234	2761
77	1506	1218	2725
78	1487	1203	2690
79	1468	1187	2656
80	1450	1172	2623

CUADRO 4.15

COSTOS DE OPERACION POR CANAL SCPC SISTEMA PANAMSAT

#### 4.3.4 ANALISIS ECONOMICO

De acuerdo a los resultados expresados en los cuadros anteriores se tiene que para el Proyecto Galápagos, el considerar como Sistema Internacional requiere de la menor inversión que es de US\$1'464.000 dólares, esto es por la menor infraestructura necesaria, en vista de que solo se instalaría una estación terrena standard B, no se han tomado en cuenta los costos de los sistemas de radio para la interconexión inter-islas en vista de que los mismos estan siendo implementados por la Región 2 en el Plan Nacional de Telecomunicaciones Rurales.

Los costos de arrendamiento del Sistema Internacional de US\$975,00 dólares mensuales para un canal bidireccional son inferiores de su equivalente en el sistema VISTA de US\$ 1.050,00 dólares por canales sin interrupción.

Pero tomando en cuenta las experiencias de INTELSAT respecto a la interrupción de servicios se puede arrendar un canal VISTA sujeto a interrupción por un valor US\$ 530,00 dólares mensuales, sin que se corra mayor riesgo de quedar fuera de servicio, ya que la confiabilidad de los satélites supera el 99.95% para estos casos.

Analizando el Servicio DOMSAT, se tiene que la menor inversión en equipos terrestres, será si se quiere implementar el sistema PANAMSAT, cuyo costo es de US\$ 10'500.000 dólares, en relación con la inversión que requiera ya sea los sistemas CONDOR e INTELSAT que es de US\$ 11'845.000,00 dólares.

En lo que se refiere al arrendamiento de canales los costos más económicos son los de INTELSAT cuyo costo Anual, suponiendo que se utiliza 1/4 de transpondedor es de US\$ 198.750 dólares.

El segmento espacial para el Sistema PANAMSAT tendría un costo de US\$ 1'126.070,00 anuales, que es significativamente más alto que su similar INTELSAT.

El segmento espacial CONDOR es el más caro, cuyos costos van de US\$ 570.022 hasta 4'055.245,00 dólares, dependiendo del tipo de satélite de 12 a 24 transpondedores y de la participación que IETEL tenga en dicho proyecto.

Haciendo un análisis de los cuadros 4.13 y 4.15 el costo total por canal, incluido los valores del segmento terreno y segmento espacial son más económicos para INTELSAT (V-a) MODIFICADO, aunque su inversión inicial sea superior, ya que conforme se incrementa el número de canales SCPC, el costo por cada canal se abarata en comparación a los sistema CONDOR y PANAMSAT.

## C A P I T U L O V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones que se han llevado a cabo son el fruto del trabajo realizado y que pueden ser convenientemente utilizadas por la Administración de Telecomunicaciones del país, IETEL, así como también tomar en cuentas las recomendaciones que se presentan, para tomar políticas de beneficio único y exclusivo de los intereses del país.

#### 5.1 Conclusiones y Recomendaciones

##### a) Conclusiones

- Es prioritario dotar de un sistema de Telecomunicaciones a la Provincia de Galápagos que sea confiable y a su vez se pueda conectar a la Red Nacional, con el objeto de satisfacer la demanda proyectada desde 1985 hasta el año 2.000, de acuerdo al Cuadro 1.5 de la demanda promedio y densidad telefónica de las Islas. Puesto que el sistema actual por medio de radios en H.F. es deficiente, se concluye como única solución plausible la de un enlace vía satélite, Islas-Continente.
- Además de la Provincia de Galápagos que es el único proyecto que tiene el Gobierno ecuatoriano, existen 39 localidades (Cuadro 1.26 Demanda de Estaciones Terrenas Domésticas) que ameritan ser servidas con un sistema telefónico y dado el difícil acceso sería conveniente instalar un sistema doméstico nacional vía satélite para las mismas.
- Existen varias zonas petroleras y mineras cuyos costos no han sido tomados en cuenta para el presente estudio, en vista de que se recomendaría al IETEL que en caso de dar este servicio pueda

hacerlo mediante el sistema de Concordato, es decir que las Compañías interesadas deberán proveerse de las estaciones terrenas y el IETEL daría el servicio.

- El proyecto rural no alcanza a cubrir la demanda de zonas rurales, pese a tener un proyecto de 200 a 300 poblaciones para beneficiarse con sistemas telefónicos, el cual se cree que tendrá un mejor desarrollo relativo en el área rural.
- De acuerdo al análisis comparativo de los cuadros 1.28 y 1.29 del arrendamiento o compra conjunta o por separado por las diferentes administraciones de comunicaciones de los países de la subregión, al adoptar el arrendamiento en forma compartida se lograría un ahorro anual de US\$ 2'000.000,00 de dólares y daría la experiencia necesaria para el inicio de la Empresa Multinacional Andina de Telecomunicaciones, que también permitiría el intercambio de programas en la subregión al estar todos interconectados al mismo satélite, también podría ser utilizado como ruta de desborde del tráfico fronterizo.
- En base a esto el Ecuador debería recabar una política adecuada de los países miembros del Acuerdo de Cartagena, para las comunicaciones con Galápagos, en vista de que el Proyecto Cóndor no satisfará en una manera técnica, económica y aceptable las comunicaciones de las Islas con el Continente, puesto que la demanda proyectada para el País es de 0.07% para el año 2.000 del total del tráfico de la subregión, la participación del Ecuador en este proyecto es del 8%, lo que quiere decir que Ecuador aportaría 10 veces más de lo que realmente utilizaría, los costos que deberían abonar por este concepto se pueden ver en los cuadros 4.2 , 4.3 y 4.4 para satélites

de 12 y 24 transpondedores.

- Dados los diagramas de los lóbulos de radiación, el Proyecto CONDOR es inconveniente para la Provincia de Galápagos, pues requiere antenas con un G/T (Factor de Mérito) de 35 dB que es similar a la standard A, existente cerca de Quito, cuyo costo es de 4'000.000 de dólares.
- Los objetivos de calidad para un enlace satelital se han tomado de las recomendaciones del CCIR (capítulo II), pero para el caso de disminuir los costos del segmento terreno, estos objetivos podrían ser menores siempre y cuando no degrade en demasía la calidad de las señales.
- Para los cálculos de los enlaces no se han tomado en cuenta los efectos de la rotación Faraday por estar ubicados sobre la línea ecuatorial, tampoco se ha tomado en cuenta los efectos de atenuación por lluvia, puesto que no se tiene cartas o mapas de las mismas en el país.
- Los parámetros de los satélites inciden en el diseño del segmento terreno, y especialmente la densidad de flujo de saturación, que determina el P.i.r.e. del segmento terrenal, así como el Factor de Mérito (G/T) de la Estación Terrena, depende de los haces de radiación de los satélites.
- De los parámetros de los satélites vistos en el capítulo III, se concluye que los satélites PANAMSAT e INTELSAT MODIFICADO tienen una potencia isotrópica muy similar, lo cual permite que en recepción los sistemas sean muy comparables. Los satélites CONDOR tienen un P.i.r.e. menor lo cual incide en el tamaño de las antenas en el segmento terreno, necesitándose un poco más grande que los otros sistemas.

- La ventaja de un sistema doméstico está en la gran versatilidad, a más de estar protegido contra interrupciones totales, en caso de falla de una estación Maestra, el tráfico puede ser enrutado a través de la estación Maestra que quede operativa con las restricciones del caso.
- La configuración mixta del Sistema Doméstico, malla-estrella, obliga a tener estaciones terrenas de mediana capacidad con el consiguiente incremento de costo.
- Dada la configuración política del IETEL que incide en el plan de numeración nacional, es necesario considerar para el Ecuador dos estaciones Maestras en vista de las dos regiones operativas del IETEL, Región 1 y Región 2.
- Desde el punto de vista de transmisión tierra-satélite los sistemas PANAMSAT tienen ventajas significativas con respecto a la densidad de saturación de sus similares de INTELSAT, lo cual permitiría utilizar antenas maestras más pequeñas.
- Tomando en cuenta que las antenas pequeñas del Sistema VISTA, no tienen requerimiento riguroso en lo que se refiere a pureza de polarización, las antenas standard D-1 así como las antenas para el sistema doméstico podrán ser fabricadas localmente, creando puestos de trabajo en la industria nacional.
- El sistema que requiere de menor infraestructura para el proyecto Galápagos, es el sistema Internacional, con la instalación de una estación standard B en Galápagos y la utilización de la estación terrena standard A de Quito.
- En caso de llegar a tener un sistema de satélites domésticos será necesario diseñar un plan de frecuencias de tal forma que se optimice el uso

del espectro radioeléctrico de los segmentos satelitales, el mismo que puede ser objeto de futuras investigaciones mediante el uso de ordenadores.

- Basándonos en el cuadro 3.3 del capítulo III, se ve la demanda en el área Andina para el año 2.000 que será de 15 transpondedores; lo cual implica dos puntos, primero si se compra un satélite de 12 transpondedores habrá una demanda insatisfecha del 25%, en el segundo caso al adquirir un satélite de 24 transpondedores, tendremos durante su mayor tiempo de vida útil, una carga muerta de más del 50%.
- Del análisis económico del capítulo IV, se concluye que para dotar de servicio telefónico a Galápagos, se debe considerar el Sistema Internacional que requiere de una inversión menor, en comparación con los otros servicios (Cóndor, Panamsat, Vista, etc.), a la vez que los costos por arrendamiento en el Sistema Internacional para un canal bidireccional son menores que el Servicio Vista.
- Debido al servicio de INTELSAT se puede optar por arrendamiento de canales con interrupción, ya que la confiabilidad que se manifiesta de los satélites INTELSAT es alta.
- Concluyendo para el Servicio Domsat que se podría implementar en el País, el Sistema Panamsat es el que ofrece una inversión de US\$ 10'500.000,00 más baja con respecto al Sistema CONDOR e INTELSAT. Con respecto al segmento espacial el Servicio CONDOR es el más caro de acuerdo a los costos presentados en los cuadros 4.13 y 4.15 y a su vez los satélites INTELSAT (V-A) MODIFICADO se abaratarían conforme se incrementen los números de canales.

b) Recomendaciones

- Se recomienda al IETEL participar en el Proyecto Satelital Andino, con el objeto de contribuir a una integración del País en el Area Andina, pero limitado a la real necesidad de servicio e inversiones.
- Se recomienda al IETEL recabar del Gobierno Nacional una política definida respecto del proyecto PANAMSAT, pues existe interferencia con el proyecto CONDOR, el mismo que tiene respaldo oficial por parte de las autoridades gubernamentales.
- Se recomienda al IETEL llevar a cabo estudios de demanda con el objeto de cuantificar el tráfico de Televisión que podrían requerir usuarios potenciales, como son las diferentes cadenas de televisión, tomando en cuenta de que se puede llegar fácilmente a áreas remotas con estaciones muy pequeñas tipo TVRO y de allí proceder a una distribución local de una manera económica.
- Se recomienda al IETEL que existen muchos proyectos de cooperación técnica que pueden ser aprovechados siempre y cuando se tenga una red satelital doméstica, en los cuales se podría implementar a nivel mundial programas de ayuda médica, educación o en cualquier objetivo científico de investigación.
- Se recomienda al IETEL que ante la proliferación de antenas TVRO (recepción de TV únicamente), sin ninguna autorización, el gobierno debería regular el uso de las mismas para evitar la penetración cultural, en caso de haber sido adquiridas sin ningún permiso de importación se debería decomisarlos, para utilizar los mismos para fines nacionales.

- El IETEL debería hacer los estudios para realizar proyectos para transmisión de Datos como INTELSAT IBS (INTELSAT BUSINESS SERVICE) o la propuesta italiana de (BENET ITALIAN BUSINESS NETWORK), lo cual se lograría hacer una integración total de un proyecto satelital, integrando a los países y al País a la red de teleinformática con sus respectivos banco de datos, lo cual es una aspiración de los Miembros de los países firmantes del Acuerdo de Cartagena.
- De acuerdo a la Reunión IV-41 de Ministros de Obras Públicas y Telecomunicaciones en la que recomienda que cualquier compromiso de alquiler o compra de segmentos espaciales con segmentos distintos al CONDOR o INTELSAT deberán ser autorizados por todos los Miembros de la Subregión Andina, el IETEL debería exigir a los demás países del Acuerdo de Cartagena que se respete dicha resolución conoedores de que el Perú pretende comprar transpondedores en el Satélite Panamsat.
- En el Caso de que los países Andinos compren un satélite de 12 transpondedores se recomienda continuar con el arrendamiento de INTELSAT para cubrir la demanda insatisfecha de este proyecto en el año 2.000. De ser el caso de que los países del Pacto Andino compren 24 transpondedores deberán negociar la venta o alquiler de los transpondedores residuales con el objeto de disminuir la carga útil no aprovechada.
- Debido a las nuevas políticas de INTELSAT respecto a las multas por cancelación de programas el IETEL deberá exigir a los usuarios mayor seriedad respecto a la reservación de segmentos satelitales, así mismo deberá revisar su régimen tarifario para incluir las multas de cancelación

de acuerdo a las políticas establecidas por INTELSAT.

- Será necesario que el IETEL implemente un Banco de Datos de los satélites que tiene lóbulos de radiación que abarquen el área del Ecuador, así mismo se deberían realizar las mediciones de todos los satélites para determinar la densidad de potencia en nuestro territorio así como sus planes de transmisión.
- Es necesario que el IETEL realice las coordinaciones ante la IFRB con el objeto de resguardar un segmento de órbita no sólo en la banda C, y en la Ku convencional, sino que además en otras bandas que podrán ser creadas.
- En vista de que últimamente INTELSAT ha puesto en venta varios transpondedores que van a ser implementados en el INTELSAT con un p.i.r.e. alto es necesario recomendar a los países definan una política para la compra conjunta de dicho segmento espacial, si así lo creyere conveniente.

## GLOSARIO DE FORMULAS

- CALCULO DE LA DEMANDA

$$y = a x^b \quad (1-1)$$

y = número de abonados

x = número de habitantes

a y b etc.

$$\text{Densidad Telefónica} = \frac{\text{Demanda} \times 100}{\text{Número de habitantes}} \quad (1-4)$$

- Tráfico Telefónico

$$d = F + \frac{M-F}{1-ayb} \quad (1-5)$$

Donde:

F = 0.2 (valor mínimo del tráfico por cada 100 abonados)

d = Tráfico en erlang por cada 100 abonados

y = Número de abonados en la Central Local

M = 5.313 (valor máximo del tráfico para cada 100 abonados)

a = 0.000200956

b = 1.23

- Cálculo de la relación S/N

$$S/N = C/No - 10 \text{ Log.} (2 Bch) + 20 \log \frac{\Delta f_{tt}}{F_c} + P + W \quad (2-1)$$

donde:

C/No = relación portadora a ruido

Bch = Ancho de banda

$\Delta f_{tt}$  = Desviación pico de la señal IF

F<sub>c</sub> = Frecuencia de canal

P = Ventaja del pre-énfasis

W = Ventaja de ponderación

- VENTAJA DE PRE-ENFASIS

$$P = 5 - 10 \log \left| 1 + \frac{6.90}{5.25} \right| \quad (2-2)$$

$$1 + \frac{\left( \frac{F_r - F_c}{F_c F_r} \right)^2}{\quad}$$

donde

FC= Frecuencia de canal

Fr= 1.25 x frecuencia máxima

- Ventaja de ponderación

$$W = 2.5 + 10 \log \frac{B_{ch}}{3.100} \quad (2-3)$$

- Relación señal a Ruido para Video

$$S/N = C/N_o + 10 \log 12 + 20 \log \Delta F_s - 30 \log B_r + P + W \quad (2-4)$$

donde

C/N<sub>o</sub>= Relación del enlace portadora-a-ruido

ΔF<sub>s</sub>= Desviación pico de señal IF

B<sub>r</sub> = Ancho de banda de ruido del filtro

P = Ventaja de pre-énfasis

W = Ventaja de ponderación

- Relación señal a ruido para Subportadora de audio en TV

$$(C/N)_{sc} = C/N_o + 20 \log \frac{\Delta F_{sc}}{F_{sc}} - 10 \log 2 B_{sc} \quad (2-5)$$

donde

(C/N)<sub>sc</sub>= portadora a ruido de la subportadora de audio

C/N<sub>o</sub>= Enlace portadora a ruido

ΔF<sub>sc</sub>= Desviación pico de la portadora IF

F<sub>sc</sub>= Frecuencia de Subportadora

B<sub>sc</sub>= Ancho de banda subportadora

$$\begin{aligned}
 - (S/N)_{\text{prgm}} &= C/N_0 + 20 \log \frac{\Delta F_{sc}}{F_{sc}} + 20 \log \frac{\Delta F_a}{B_a} - 10 \log B_a - \\
 & - 1.25 + P \qquad \qquad \qquad (2-6)
 \end{aligned}$$

donde

Ba = Ancho de banda del filtro de banda base

$\Delta F_a$  = Desviación pico de la subportadora

- Relación señal a ruido para canales SCPC

$$S/N = C/N_0 + 10 \log 3 \left( \frac{\Delta F}{f_m} \right) - 10 \log 2 B_a + P + C \qquad (2-7)$$

donde

$f_m$  = Frecuencia más alta de la banda base

C = ganancia de compensadores

- P.I.R.E.

$$p.i.r.e. = pt.gt \quad (\text{vatios}) \qquad (2-8)$$

- Densidad de flujo de potencia (s)

$$s_i = pt / 4 \pi d^2 \qquad (2-9)$$

$$- S = pt.gt / 4 \pi d^2 \qquad (2-10)$$

- potencia recibida

$$pr = pt.gt \frac{A_e}{4 \pi d^2} \qquad (2-11)$$

$$Pr = Ae.s \qquad (2-12)$$

- ganancia de la antena

$$g = (4 \pi Ae) / \lambda^2 \qquad (2-13)$$

- atenuación de espacio libre

$$L = 20 \log (4 \pi d / \lambda) \qquad (2-16)$$

\*- nivel de la portadora recibida

$$C = p_t \cdot g_t + g_{sr} / l_a \quad (2-17)$$

donde

C = portadora

$p_t \cdot g_t$  = p.i.r.e

$l_a$  = atenuacion espacio libre (ascendente)

$g_{sr}$  = ganancia receptora del satélite

- Relación portadora/temperatura de ruido (ascendente)

$$(C/T)_a = (p.i.r.e)_t \cdot g_{sr} / a \cdot T_a = (g/T)_s (p.i.r.e)_a / l_a \quad (2-18)$$

donde

$T_a$  = Temperatura equivalente del enlace ascendente

$(g/T)_s$  = Factor de mérito del satélite

- Nivel de portadora recibida por la Estación Terrena

$$C_d = p_s \cdot g_{st} \cdot g_{er} / l_d \quad (2-21)$$

donde

$p_s \cdot g_{st}$  = p.i.r.e. del satélite

$l_d$  = atenuación espacio libre (descendente)

$g_{er}$  = ganancia de la antena de la estación receptora

$$(C/T)_d = (g/T)_e (p.i.r.e.)_s / l_d \quad (2-22)$$

- Balance total del enlace (C/T) total

$$\left( (C/T)_{total} \right)^{-1} = \left( (C/T)_a \right)^{-1} + \left( (C/T)_d \right)^{-1} + \left( (C/T)_i \right)^{-1} + \left( (C/T)_p \right)^{-1}$$

- Ganancia como función del ángulo fuera del eje  $\Delta\theta$

$$G = 12 \left( \Delta\theta / \theta_0 \right)^2 \quad \text{dB} \quad (2-25)$$

$$\theta_0 = 65 \lambda / D \quad (2-26)$$

- Potencia de ruido N

$$N = 228,6 + 10 \log T + 10 \log B \quad (\text{dBw}) \quad (2-27)$$

$$N_0 = -228,6 + 10 \log T \quad (\text{dB(W/Hz)}) \quad (2-27a)$$

- Temperatura de Ruido

$$T_e = (F-1)T_0 \quad (2-28)$$

$$F_0 = 290 \text{ }^\circ\text{K} \quad F = \text{Figura de Ruido}$$

- Temperatura de ruido de la antena

$$T_A = \frac{1}{4\pi} \iint fT \, d\Omega \quad (2-29)$$

donde

$d\Omega =$  Angulo sólido

- Temperatura de ruido de un receptor

$$T = T_r + T_a(1-1/a) + T_s/a \quad (2-30)$$

donde

$T_s =$  Temperatura de ruido de la fuente

$T_r =$  Temperatura de ruido del receptor

$T_a =$  Temperatura real del atenuador

$a =$  Pérdida debida al atenuador

- ganancia de antena

$$g(\theta, \psi) = \frac{P(\theta, \psi)}{p_0/4\pi} \quad (2-31)$$

$$p_0 = \int_0^\pi \int_0^\pi p(\theta, \psi) \sin\theta \, d\theta \, d\psi \quad (2-32)$$

$$g_{\max} = \frac{P_{\max}(\theta = \psi = 0)}{p_0/4\pi} \quad (2-33)$$

- Abertura efectiva de la antena y ganancia

$$A_e = \eta A \quad \eta = \text{eficiencia de la antena } (\eta \leq 1)$$

$$g_{\text{máx}} = \eta \left( \frac{\pi D}{\lambda} \right)^2 \quad (2-35)$$

$$A_e = A_{\text{iso}} = \frac{\lambda^2}{4} \quad (2-38)$$

$$g(\theta, \varphi) = \frac{A_e(\theta, \varphi)}{A_{\text{iso}}} \quad (2-39)$$

- Costo de Antena (4 GHz) US\$ = 0.6 exp (0.51D(m)) (4-1)

Incremento del costo debido a la eficiencia de la ganancia en 0.5; y 1.5 dB.

$$\text{Incremento de costo 4 GHz (US\$)} = 0.6 \exp(1.572 \times 10^{-2} (G)^{0.5} - \exp(1.572 \times 10^{-2} G^{0.5})) \quad (4-2)$$

donde

$$G = 10^{\frac{A(\text{dB})}{10}}, \quad A \text{ ganancia adicional}$$

- Costo del P.I.R.E.

$$C_{\text{p.i.r.e.}} = C_{\text{HPA}} + C_A \quad (4-7)$$

$$C_{\text{HPA}} = 5.25 \times 10^{0.043(\text{p.i.r.e.}_E - G(\text{dB}) - (1\text{dB}))} \quad (4-6)$$

- Costo de equipo de Comunicación de Tierra

$$C = a + bN \quad (4-8)$$

donde

C = costo del equipo

a = costo del equipo común

b = costo para cada unidad de canal

N = número de canales en el mismo paquete

- Costos de Unidad SCPC

$$C_{\text{SCPC}}/\text{FM} = 40 + 7N \text{ (miles de dólares)} \quad (4-9)$$

N = número de circuitos

CALCULO DEL VALOR PRESENTE (Vp):

En función de la fórmula de anualidades

$$a = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

donde:                      a= anualidad  
                                  i= tasa de interés anual  
                                  n= tiempo de vida útil en años

Vp(ANUAL) = Costo Inversión x a Inversión

$$Vp(MENSUAL) = \frac{Vp(ANUAL)}{12}$$

## GLOSARIO DE TERMINOS

CENTRAL AKD:	CENTRAL SEMIAUTOMATICA, DE CAPACIDAD MINIMA 600 ABONADOS
HF	: ALTA FRECUENCIA
VHF	: MUY ALTA FRECUENCIA
INEC	: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y CENSOS
TR-20, TR-80:	ESTUDIO DE LA DEMANDA PARA LA POBLACION RURAL DEL ECUADOR
ASETA	: ASOCIACION DE EMPRESAS ESTATALES DE COMUNICACIONES DEL ACUERDO SUBREGIONAL ANDINO
INTELSAT	: ORGANIZACION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES POR SATELITE
SATs	: SISTEMA ANDINO DE TELECOMUNICACIONES POR SATELITE
SRA	: SATELITE REGIONAL ANDINO
P.I.R.E.	: POTENCIA ISOTROPICA RADIADA EFECTIVA
(G/T)	: FIGURA DE MERITO
UIT	: UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES
IFRB	: JUNTA INTERNACIONAL DE REGISTRO DE FRECUENCIAS
TTC&M	: SEGUIMIENTO CONTROL Y MONITOREO
CCIR	: COMITE CONSULTIVO INTERNACIONAL DE RADIOCOMUNICACIONES
CCITT	: COMITE CONSULTIVO INTERNACIONAL TELEGRAFICO Y TELEFONICO

### CLASES DE ESTACION Y NATURALEZA DEL SERVICIO (TOMADO DEL APENDICE 10 DE RADIOCOMUNICACIONES)

TC	: ESTACION TERRENA DEL SERVICIO FIJO POR SATELITE
EC	: ESTACION ESPACIAL DEL SERVICIO FIJO POR SATELITE
CO	: ESTACION ABIERTA A LA CORRESPONDENCIA OFICIAL EXCLUSIVAMENTE
CP	: ESTACION ABIERTA A LA CORRESPONDENCIA PUBLICA
CR	: ESTACION ABIERTA A LA CORRESPONDENCIA PUBLICA RESTRINGIDA
CV	: ESTACION ABIERTA EXCLUSIVAMENTE A LA CORRESPONDENCIA DE UNA EMPRESA PRIVADA.

TK : ESTACION TERRENA DE SEGUIMIENTO ESPACIAL  
 EK : ESTACION ESPACIAL DE SEGUIMIENTO ESPACIAL  
 TD : ESTACION TERRENA DE TELEMANDO ESPACIAL  
 ED : ESTACION ESPACIAL DE TELEMANDO ESPACIAL  
 S/N : RELACION SEÑAL A RUIDO  
 C/KT : RELACION PORTADORA A RUIDO POR INTERMODULACION  
 IF : FRECUENCIA INTERMEDIA  
 Eb/No : RELACION ENERGIA POR BIT SOBRE RUIDO PONDERADO  
 FM : MODULACION DE FRECUENCIA  
 FDM : MULTIPLEXACION POR DIVISION DE FRECUENCIA  
 FDMA : ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE FRECUENCIA  
 SCPC : MONOCANAL POR PORTADORA  
 DAMA : ACCESO MULTIPLE DE ASIGNAMIENTO POR DEMANDA  
 BPSK : MODULACION BIPOLAR EN FASE  
 QPSK : MODULACION CUADRATICA EN FASE  
 TDM : MULTIPLEXACION POR DIVISION DE TIEMPO  
 TDMA : ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE TIEMPO  
 DSI : INTERPOLACION DIGITAL DE VOZ  
 BER : PROPORCION DE ERRORES DE BITS  
 LNA : AMPLIFICADOR DE BAJO RUIDO REFRIGERADO  
 TOP : TUBO DE ONDAS PROGRESIVAS  
 KLYSTRONS : TUBOS DE BANDA DE PASO INSTANTANEA ESTRECHA  
 CONDOR : SISTEMA REGIONAL ANDINO DE COMUNICACIONES POR SATELITE  
 PANAMSAT : CORPORACION PANAMERICANA DE SATELITES  
 TRANSPONDEDOR : CONVERTIDOR AMPLIFICADOR DE FRECUENCIA ASCENDENTE A FRECUENCIA DESCENDENTE EN EL SATELITE  
 FIGURA DE MERITO : PARAMETRO QUE DEFINE UNA ESTACION TERRENA EN FUNCION DE LA TEMPERATURA DE RUIDO Y GANANCIA DE LA ANTENA  
 FACTORES DE CONEXION: VENTAJA GEOGRAFICA, PRE-ENFASIS  
 SATELITE : SATELITE DE INTELSAT DEDICADO A LA  
 INTELSAT V-A : SUBREGION  
 MODIFICADO :  
 AOR : REGION OCEANO ATLANTICO

IOR : REGION OCEANO INDICO  
 POR : REGION OCEANO PACIFICO  
 EH, WH : HEMISFERIO ESTE, HEMISFERIO OESTE  
 EZ, WZ : ZONA ESTE, ZONA OESTE  
 ES, WS : PINCEL ESTE, PINCEL OESTE  
 G : GLOBAL (UNA SOLA POLARIZACION)  
 GA, GB : GLOBAL (POLARIZACION A), GLOBAL  
 (POLARIZACION B)  
 TEMPERATURA DE  
 RUIDO T : MEDIDA DE LA POTENCIA DE RUIDO  
 PRODUCIDA POR SISTEMAS DE COMUNICACIONES  
 ESTACION TERRENA  
 MAESTRA : CURSA MAS DE 24 CANALES TELEFONICOS  
 ESTACION TERRENA  
 REMOTA : TRANSMITE MENOS DE 24 CANALES  
 TELEFONICOS  
 ESTACION TERRENA  
 STANDARD A : FUNCIONA EN LA BANDA DE 6/4 GHZ,  
 EQUIPADA CON UNA GRAN ANTENA (30 m.  
 DE DIAMETRO)  
 ESTACION TERRENA  
 STANDARD B : FUNCIONA EN LA BANDA DE 6/4 GHZ,  
 EQUIPADA CON ANTENAS DE TAMAÑO MEDIO  
 (11 m.)  
 ESTACION TERRENA  
 STANDARD Z : FUNCIONA EN LAS BANDAS DE 6/4 14/11 o  
 14/12 GHZ E INCLUYE UNA AMPLIA GAMA  
 DE TAMAÑOS PARA LA ANTENA CON UN MINIMO  
 DE LIMITACIONES  
 APUNTAMIENTO : ORIENTABILIDAD DE LA ANTENA HACIA EL  
 SATELITE  
 SERVICIO VISTA : SERVICIO PARA REDES DOMESTICAS NACIONALES  
 QUE OFRECE INTELSAT  
 ESTACION TERRENA  
 STANDARD (D-1) y  
 (D-2) : FUNCIONAN EN LA BANDA DE 6/4 GHZ Y  
 ESTAN DISEÑADAS DE FORMA ESPECIFICA  
 PARA SU UTILIZACION EN EL SERVICIO VISTA  
 RED MALLA : PERMITE LA INTERCONEXION DE TODAS LAS  
 ESTACIONES DOMESTICAS ENTRE SI  
 RED ESTRELLA : SE BASA EN UNA ESTACION CENTRAL COMPLEJA  
 PARA ENCAMINAR EL TRAFICO POR LA RED  
 RHCP : POLARIZACION CIRCULAR MANO DERECHA  
 LHCP : POLARIZACION CIRCULAR MANO IZQUIERDA  
 ROTACION  
 FARADAY : EN LA POLARIZACION LINEAL OCURRE LA

SUMA DE DOS POLARIZACIONES CIRCULARES CON SENTIDOS CONTRARIOS, ESTE FENOMENO SE DA EN LAS ONDAS DE POLARIZACION PLANA QUE ATRAVIESAN LA IONOSFERA, DANDO UN DESFAZ ENTRE LAS DOS POLARIZACIONES DE MANO IZQUIERDA Y MANO DERECHA. LA MAGNITUD DE LA ESTACION FARADAY DEPENDE DE LA FRECUENCIA

BALIZAS : SON GENERADORES DE FRECUENCIA (3947,5 y 3952.2 MHz) DEL SATELITE PARA DETERMINAR SU POSICION, EN EL ESPACIO POR MEDIO DEL SISTEMA DE TTC&M.

SISTEMA DOMSAT: SERVICIO NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES POR SATELITE

SATELITE : REPETIDOR ESPACIAL DE TELECOMUNICACIONES QUE UTILIZA ELEMENTOS ACTIVOS, DE ALTA CAPACIDAD DE TRAFICO DE BANDA MUY ANCHA

LANZADORES : SISTEMAS QUE COLOCAN AL SATELITE EN UNA ORBITA DE TRANSFERENCIA ELIPTICA

SEGMENTO ESPACIAL : SATELITE Y SUS TRANSPONEDORES, SISTEMA TTC&M POR TRANSPONDEDOR

SEGMENTO TERRENO : TODO LO RELACIONADO A ESTACIONES TERRENAS EQUIPOS TERMINALES, ALIMENTACION, INFRAESTRUCTURA, ETC.

SISTEMA DE NO-INTERRUPCION : SISTEMA QUE OPERA LAS 24 HORAS AL DIA. SERVICIO QUE INTERRUMPE EL SERVICIO CUANDO LAS NECESIDADES LO REQUIEREN

Vp : VALOR PRESENTE

Vp TOT : VALOR PRESENTE TOTAL

RELACION AXIAL: LA ELIPTICIDAD DE LAS ONDAS POLARIZADAS CIRCULARMENTE, VIENE DADA POR UNA RELACION QUE REPRESENTA LA SUMA DEL EJE MAYOR Y MENOR DE LA ELIPSE, A LA DIFERENCIA ENTRE EL EJE MENOR Y MAYOR. ESTO ES LO QUE SE CONOCE COMO RELACION AXIAL

## BIBLIOGRAFIA

- ASETA - PROYECTO SATELITAL ANDINO FASE I, FASE II
- REVISION DE PROYECTO CONDOR: RESUMEN  
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES (1982)
- APERTURA DEL DOMSAT A LA TV POR SATELITE  
(1982)
- INTELSAT - SEMINARIO DE TECNOLOGIA DE ESTACION  
TERRENA (1977)
- CARACTERISTICAS DE DESEMPEÑO DE LAS  
ESTACIONES TERRENA (1985)
- MANUAL TARIFARIO (1981)
- G.T.E. - SEMINARIO DE COMUNICACIONES VIA SATELITE  
(1984)
- PANAMSAT - PAN AMERICAN SATELLITE CORPORATION
- UIT - CCIR MANUAL SOBRE TELECOMUNICACIONES POR  
SATELITE (GINEBRA 1985)
- SCIENTIFIC ATLANTA SIMPOSIO DE  
TELECOMUNICACIONES VIA SATELITE (1984)
- MICROWAVE COMMUNICATION ENGINEERING  
SATELLITE COMMUNICACION  
NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE PUBLIC  
CORPORATION (1980)
- INTELSAR - LOS SISTEMAS ALQUILADOS DE INTELSAT  
(1982)
- ASETA - NOTIFICACION ANTICIPADA DE POSICIONES  
ORBITALES PARA EL SATELITE REGIONAL  
ANDINO (1985)
- INFORME DE LA I REUNION DE LA COMISION  
ANDINA DE RADIO Y TELEVISION (1985)

- SISTEMA ANDINO DE TELECOMUNICACIONES  
POR SATELITE (1983)

INTELSAT

- INTELSAT's VISTA SERVICE (1984)